



บทความฉบับเต็ม
(E-Proceeding)

FACULTY OF SCIENCE, MJU

รายงานสืบเนื่องจาก
การประชุมวิชาการระดับชาติ
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม
(มหาวิทยาลัยแม่โจ้)
ครั้งที่ 1

วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563

ณ อาคารจุฬาภรณ์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่



ที่ อว 69.5/ว108

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย
จังหวัดเชียงใหม่ 50290

3 กุมภาพันธ์ 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ประชาสัมพันธ์งานประชุมวิชาการระดับชาติประจำปี 2563

เรียน อธิการบดี

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ร่างกำหนดการประชุมวิชาการระดับชาติ 2563
2. โปสเตอร์เพื่อการประชาสัมพันธ์

ด้วยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จะจัดงานประชุมระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1 (การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 18) **ในวันศุกร์ที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563 ณ ห้องเอกภพวิทยา อาคารจุฬาภรณ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้** โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่งานวิจัยที่นำไปสู่การใช้ประโยชน์ ทางวิทยาศาสตร์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน การวิจัย และรับทราบความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้จากการศึกษาและวิจัย เป็นการแลกเปลี่ยนระดมความคิดเห็นและประสบการณ์ระหว่างนักศึกษา นักวิชาการในภาครัฐ และเอกชน เป็นการเผยแพร่ความรู้ความก้าวหน้าทางวิชาการและวิจัยให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ผ่านเวทีนำเสนอผลงานวิชาการให้กับคณาจารย์จากสถาบันการศึกษา บุคลากรจากหน่วยงานทั้งภาครัฐละเอกชนสื่อมวลชน นักศึกษา และบุคลากรทั่วไปที่สนใจ

ในการนี้ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านประชาสัมพันธ์เชิญชวนให้อาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นักศึกษา และบุคคลทั่วไปที่สนใจเข้าร่วมงานประชุมวิชาการระดับชาติ ประจำปี 2563 ตามวันเวลาและสถานที่ดังกล่าว โดยมีค่าลงทะเบียนจำนวน 500 บาท ทั้งนี้ข้าราชการ เจ้าหน้าที่ของรัฐ และพนักงานรัฐวิสาหกิจ เข้าร่วมโครงการดังล่าวได้โดยไม่ถือเป็นวันลา รวมทั้งมีสิทธิเบิกค่าลงทะเบียนและค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปราชการจากต้นสังกัดได้ตามระเบียบราชการ เมื่อได้รับอนุติจากผู้บังคับบัญชาแล้ว โดยสามารถลงทะเบียน Online ภายในวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2563 ได้ที่ http://sciencebase.mju.ac.th/scitech2020/ หรือสามารถสแกน QR Code เพื่อเข้าสู่ระบบลงทะเบียน หรือสอบถามเพิ่มเติมได้ที่ หมายเลข 053-873819 ถึง 20

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ประชาสัมพันธ์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐปน ชื่นบาล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์
โทรศัพท์ 0 5387 3819 ถึง 20
โทรสาร 0 5387 3827

ระบบลงทะเบียนออนไลน์
งานประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 1ประจำปี 2563

กำหนดการ

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1

(การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 18)

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วันศุกร์ที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563

08.00 – 08.30 น. ลงทะเบียน

08.30 – 09.00 น. พิธีเปิด ณ ห้องเอกภพวิทยา อาคารจุฬาภรณ์
กล่าวรายงานโดย รองคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ ฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์
กล่าวเปิดโดย คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

09.00 – 09.30 น. คณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์บรรยายพิเศษ
โดย รองศาสตราจารย์ ดร.วศิน เจริญตัณธนกุล ในหัวข้อเรื่อง
“เทคโนโลยีวัคซีนแอดจูแวนท์สำหรับสุกร”

09.30 – 10.00 น. คณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์บรรยายพิเศษ
โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพรรณ ฉิมสุข ในหัวข้อเรื่อง
“การกระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วยสมุนไพรฟ้าทะลายโจรที่ผลิตด้วยนวัตกรรมการสกัดสมุนไพร”

10.00 – 12.00 น. การประกวดการนำเสนอผลงานของหลักสูตรต่างๆ

<u>Oral Presentation</u>

- กลุ่มวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ
- กลุ่มวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
- กลุ่มเคมี และเคมีอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสิ่งทอ
- กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ
- กลุ่มวัสดุศาสตร์และฟิสิกส์ประยุกต์

(ห้องย่อยจะประกาศในภายหลัง)

<u>Poster Presentation</u>

บริเวณลานใต้อาคารจุฬาภรณ์ ทุกสาขาวิชา

12.00 – 13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวันตามอัธยาศัย

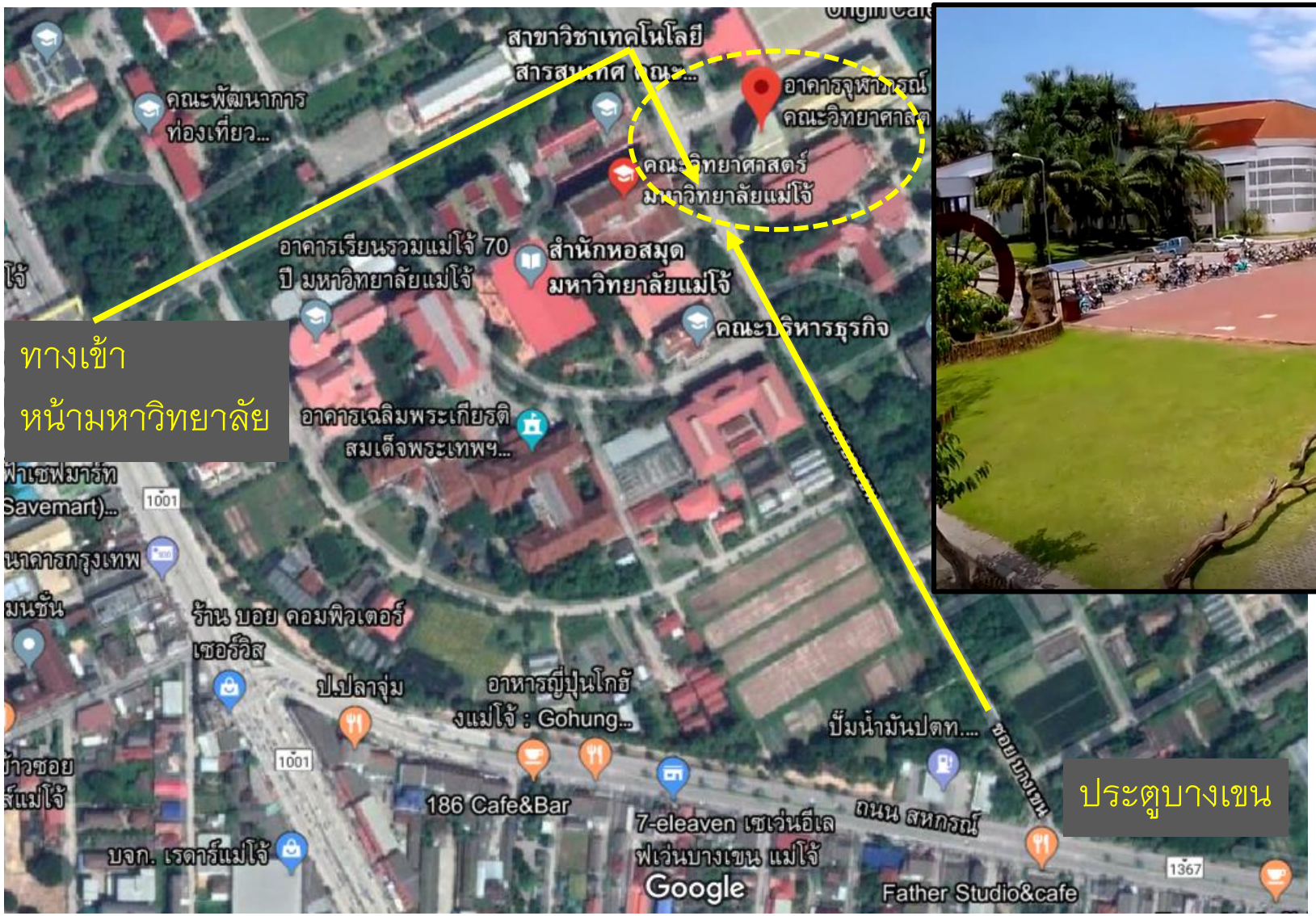
13.00 – 17.00 น การประกวดการนำเสนอผลงานของหลักสูตรต่างๆ (ต่อ)

17.00 – 17.30 น. มอบรางวัล และพิธีปิด
ณ ห้องเอกภพวิทยา อาคารจุฬาภรณ์


FACULTY OF SCIENCE, MJU
FACULTY OF SCIENCE, MAEJO UNIVERSITY
SCIENCE TECHNOLOGY AND INNOVATION CONFERENCE
การประชุมวิชาการระดับชาติ
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม
(มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1
วันศุกร์ที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563
ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ลงทะเบียนได้ที่ http://bit.ly/2GQ8HbX

สถานที่จัดประชุมวิชาการ

อาคารจุฬาภรณ์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้







สารอธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้

การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 1 เมื่อวันศุกร์ที่ 28 กุมภาพันธ์ 2563 โดยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้รับความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ในการเผยแพร่งานวิจัยเพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ ต่อยอดการเรียนการสอน การวิจัย และทำให้เกิดการติดตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ได้จากการศึกษาและวิจัย รวมถึงเป็นการแลกเปลี่ยนระดมความคิดเห็นและประสบการณ์ระหว่างนักศึกษา นักวิชาการในภาครัฐและเอกชนทั่วไปที่สนใจ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็นสถาบันอุดมศึกษาที่มีรากฐานสำคัญในด้านวิชาการเกษตร โดยเน้นองค์ความรู้แบบสหวิทยาการในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อให้เกิดการสร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรม ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยตรรกะและวิธีทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมืออันสำคัญ มุ่งสร้างประสบการณ์เรียนรู้เชิงปฏิบัติให้แก่นักศึกษา คณาจารย์นักวิจัย และเครือข่ายของมหาวิทยาลัยแม่โจ้อย่างต่อเนื่อง

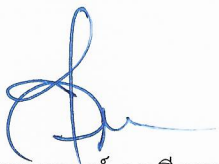
การประชุมวิชาการระดับชาติในครั้งนี้ มีจำนวนชิ้นงานที่นำเสนอทั้งสิ้น 164 ชิ้นงาน ประกอบด้วยภาคบรรยายจำนวน 77 ชิ้นงาน ภาคโปสเตอร์จำนวน 87 ชิ้นงาน จากกลุ่มสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ กลุ่มวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มเคมีและเคมีอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสิ่งทอ กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ กลุ่มวัสดุศาสตร์และฟิสิกส์ประยุกต์ มีผลงานจากมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ทั่วประเทศเข้าร่วม 9 มหาวิทยาลัย ได้แก่

1. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. มหาวิทยาลัยศิลปากร
3. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
4. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
5. มหาวิทยาลัยพะเยา
6. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
7. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
8. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
9. มหาวิทยาลัยแม่โจ้

กิจกรรมในครั้งนี้ ได้ก่อให้เกิดความร่วมมือด้านงานวิจัยร่วมกันระหว่างสถาบันที่หลากหลาย เช่น มหาวิทยาลัยพะเยาร่วมกับโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา มหาวิทยาลัยแม่โจ้ร่วมกับสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) มหาวิทยาลัยพะเยาร่วมกับ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ร่วมกับหน่วยพิสูจน์หลักฐานจังหวัดตาก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ร่วมกับบริษัท มาเจสติคอุตสาหกรรมอาหาร ฯลฯ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และคณะทำงานเครือข่ายทุกภาคส่วนที่ได้ร่วมกันจัดการประชุมวิชาการในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ก่อเกิดประโยชน์สูงสุดในการต่อยอดองค์ความรู้ทางวิชาการสู่สาธารณะ อันเป็นบทบาทสำคัญของสถาบันอุดมศึกษา ที่สำคัญคือทำให้เกิดการประสานความสัมพันธ์ของกลุ่มเครือข่าย สร้างความเข้มแข็งให้แก่แวดวงวิชาการวิทยาศาสตร์ต่อไป และสอดคล้องกับเป้าหมายสูงสุดของการเป็นมหาวิทยาลัยแห่งชีวิตเพื่อสังคมประเทศชาติอย่างยั่งยืน



รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพล ทองมา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้



สารจากคณบดี

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การประชุมวิชาการในครั้งนี้ เป็นการประชุมวิชาการครั้งที่ 18 (Sci-Tech 18th) ของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งจัดขึ้นเป็นประจำทุกปีเพื่อนำเสนอผลงานและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน สำหรับบุคลากร อาจารย์ นักวิจัยและนักศึกษาทั้งระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอกในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ แต่ครั้งนี้ถือเป็นปีที่พิเศษที่ทางคณะฯ ได้ขยายการแลกเปลี่ยนความรู้ สู่นักวิจัย นักวิชาการ และนักศึกษาทุกระดับภายในประเทศไทย โดยการยกระดับการประชุมวิชาการสู่ การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1

การประชุมวิชาการในครั้งนี้ มีจำนวนผลงานที่นำเสนอทั้งสิ้น 164 บทความ โดยเป็นผลงานที่เกิดจาก มหาวิทยาลัยแม่โจ้จำนวน 101 บทความ และเป็นผลงานที่เกิดจากสถาบันอื่น จำนวน 63 บทความ (คิดเป็นร้อยละ 38.4 ของจำนวนบทความที่นำเสนอในงานนี้) เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอผลงานแล้ว ทุกบทความได้ผ่านการพิจารณาเพื่อเผยแพร่ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการโดยผู้ทรงคุณวุฒิจากนักวิชาการของสถาบันต่างๆทั่วประเทศไทย โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อพิจารณาบทคามจากภายนอกมหาวิทยาลัยแม่โจ้อย่างน้อยร้อยละ 25 และมีจำนวนสถาบันที่มีส่วนร่วมในการนำเสนอผลงานอย่างน้อย 3 สถาบัน

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้ควบคุมการดำเนินงานการจัดประชุมวิชาการให้อยู่ในเกณฑ์ การเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับชาติอย่างเคร่งครัด ที่มีนิยามว่า คือ การนำเสนอบทความวิจัยในที่ประชุมวิชาการ และบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper) ได้รับการตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุม (Proceedings) โดยมีกองบรรณาธิการจัดทำรายงานฯ หรือคณะกรรมการจัดประชุมประกอบด้วย ศาสตราจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิระดับปริญญาเอก หรือ ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีผลงานเป็นที่ยอมรับในสาขาวิชานั้นๆ จากนอกสถาบันเจ้าภาพอย่างน้อยร้อยละ 25

สุดท้ายนี้ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ขอขอบคุณคณะกรรมการดำเนินงานทุกฝ่าย ที่ได้เสียสละเวลา แรงกาย และแรงใจ ในการช่วยกันจัดการประชุมวิชาการในครั้งนี้ขึ้นจนงานสำเร็จ

ลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้ทุกประการ ขอขอบพระคุณท่านอธิการบดีที่ได้ให้เกียรติมาเปิดงานประชุมฯ ขอขอบคุณท่าน ผู้นำเสนอผลงานวิจัย ผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่าน รวมทั้งบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่มีส่วนร่วมในการจัดการประชุมวิชาการในครั้งนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ทุกท่านจะให้การสนับสนุนเข้าร่วมนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการระดับชาติ ในครั้งถัดไป ขอบคุณครับ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฐปน ชื่นบาล)

คณบดี คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

กลุ่มวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ (ภาคบรรยาย) ห้องเอกภพวิทยา

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เวลานำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
1	A-O-01	10:00-10:15 น.	การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลสำหรับพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย กรณีศึกษา : โรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ	สุกัญญา ทองภู
2	A-O-02	10:16-10:30 น.	การประยุกต์ใช้เทคนิคการเลือกปัจจัยและเทคนิคแบบรวมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองในการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย กรณีศึกษา: โรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ	พัฒนวดี ศิริจันทร์
3	A-O-03	10:31-10:45 น.	การประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลสำหรับการพยากรณ์ฝุ่นละออง PM 2.5 เขตจังหวัดขอนแก่น	อภิสิทธิ์ เกตุวงศ์
4	A-O-04	10:46-11:00 น.	การพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา: บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตม จังหวัดสุรินทร์	มัทนา พานทอง
5	A-O-05	11:01-11:15 น.	ระบบการจัดการหลักสูตรและตารางสอนของสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	กฤษณะ อุดตึง
6	A-O-06	11:16-11:30 น.	ระบบข้อมูลโครงสร้างงานขาย ในระบบขายบนเว็บไซต์ โปรซอร์ฟวินสปีชคลาวด์	พิสิฐพงศ์ มูลประการ
7	A-O-07	11:31-11:45 น.	ระบบจองเวรวันหยุดพิเศษ และวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย	พิรญาณ์ รัตนพงษ์
8	A-O-08	11:46-12:00 น.	ระบบจองโฮมสเตย์	ฤทัย คำสายใย
9	A-O-09	13:00-13.15 น.	การพัฒนาโมบายยูสเซอร์อินเตอร์เฟสเฟรมเวิร์คอาปุย	ปรัชญา ขุนศรี
10	A-O-10	13:16-13.30 น.	การพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชันสำหรับระบบการจัดการครุภัณฑ์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	กัญญาพัชร แก้วปานันท์

กลุ่มวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ (ภาคบรรยาย) ห้องเอกภพวิทยา

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เวลานำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
11	A-O-11	13:31-13.45 น.	โครงการจัดท าระบบประวัตินักเรียนทุนและค่าใช้จ ่ายนักเรียนทุน พสวท สควค.	สมัชฌา ดาวสูงเนิน
12	A-O-12	13:46-14.00 น.	แดชบอร์ดระบบทุนมนุษย์	เกษมสันต์ ภักดี
13	A-O-13	14:01-14:15 น.	ระบบ บันทึกชั่วโมงกิจกรรมนักศึกษา สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์	จิรายุ ปราบหงส์
14	A-O-14	14:16-14.30 น.	ระบบการบริหารเงินฝากสำหรับสหกรณ์บนคราวด์	ณัฐพล ไชยเสือ

กลุ่มวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ (ภาคบรรยาย) ห้องประชุม1

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เวลานำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
15	A-O-15	10:00-10:15 น.	การพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล	อนุชิต เนาแสง
16	A-O-16	10:16-10:30 น.	การพยากรณ์หุ้นที่มีผลต่อราคาน้ำมันดิบ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล	เพ็ญพิชชา วิชาผา
17	A-O-17	10:31-10:45 น.	การสร้างตัวแบบสำหรับการคัดกรองผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา:โรงพยาบาลบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น	ฑิตยา มูลพิมพ์
18	A-O-18	10:46-11:00 น.	ตัวแบบการการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงาน บริษัท สยามกลาสอิสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ	ปิยรัช สิงห์
19	A-O-19	11:01-11:15 น.	ระบบจัดการการเก็บค่าน้ำประปาประจำหมู่บ้าน	นาตยา ทองรักษ์
20	A-O-20	11:16-11:30 น.	ระบบจัดการงานศูนย์กีฬา	ปัญญาวัฒน์ ปลอดกระโทก
21	A-O-21	11:31-11:45 น.	ระบบบริหารสมาชิกและหุ้นของสหกรณ์การเกษตร	สุพรรณา เจตะวัน
22	A-O-22	11:46-12:00 น.	ระบบบันทึกค่าใช้จ่ายนอกพื้นที่	ภัทรชัย ชุ่มอารุณ
23	A-O-23	13:00-13.15 น.	ระบบบันทึกและแสดงพฤติกรรมการกินอาหารของแมว	พยัติกา นิลจันทร์
24	A-O-24	13:16-13.30 น.	ระบบปรับปรุงประสิทธิภาพตัวควบคุมกล้องโทรทรรศน์ด้วยข้อมูลความเร็วและทิศทางลม	ศุภชัย คานจันทึก
25	A-O-25	13:31-13.45 น.	ระบบรายงานการซื้อขายสำหรับธุรกิจ(ibiz)	ธฤต สุนิลหงส์
26	A-O-26	13:46-14.00 น.	ระบบสถานีอากาศและควบคุมน้ำนาข้าว	ศิวกร มณีศักดิ์
27	A-O-27	14:01-14:15 น.	ระบบสหกรณ์ออมทรัพย์บนคลาวด์ บัญชีและงบประมาณ	สุวิชญา นันทไชย
28	A-O-28	14:16-14.30 น.	เว็บไซต์ แคท สตอรี่	แพรวา ดาระสวัสดิ์
29	A-O-29	14:31-14.45 น.	การพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล	สุภาวดี แฉล้มไธสง

กลุ่มวิทยาศาสตร์ชีวภาพ/กลุ่มเคมี และเคมีอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสิ่งทอ /กลุ่มวัสดุศาสตร์และฟิสิกส์ประยุกต์ (ภาคบรรยาย) ห้อง 3103

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เวลานำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
1	B-O-01	10:00-10:15 น.	การศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณวิตามินซีในผักสลัดที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชและโรงเรือน	อารุณพร นาห่อม
2	B-O-02	10:16-10:30 น.	การศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์จากเมทาจีโนมิกส์ในไมโครไบโอมของน้ำหมักมูลไส้เดือนดินชนิด Perionyx sp. 1 ด้วยเทคโนโลยี next generation sequencing	รุ่งโรจน์ ไกรสิทธิพาณิชย์
3	B-O-03	10:31-10:45 น.	การสำรวจการติดเชื้อ Hepatozoon canis ในสุนัขที่ศูนย์พักพิงสุนัขด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส	เพ็ญนภา ตาคำ
4	B-O-04	10:46-11:00 น.	ผลของการเสริม Lactobacillus casei, Lactobacillus plantarum หรือ Lactobacillus salivarius ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและภาวะท้องเสียของสุกร	นุชนาฎ ไชยนวล
5	C-O-01	1101-11:15 น.	การสังเคราะห์ลิเทียมวานาเดียมฟอสเฟตโดยวิธีไมโครเวฟ	ณัฐธณฐศา วิชัยวนารัตน์
6	F-O-02	11:16-11:30 น.	การสังเคราะห์เยื่อบางไคโตซานด้วยเทคนิคการอบแห้งสำหรับฟิล์มถนอมอาหาร	สุธาสินี จันทร์งาม

กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ กลุ่ม 1 (ภาคบรรยาย) ห้อง 3210

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เวลานำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
1	E-O-01	10:00-10:15 น.	การศึกษาดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย	ญานิศา กามุณี
2	E-O-02	10:15-10:30 น.	การศึกษาภาวะหนี้สินครัวเรือนและความสามารถในการชำระหนี้ของครัวเรือนในตำบลทุ่งสะโตก อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่	ประกายรัก เตจ๊ะนัง
3	E-O-03	10:30-10:45 น.	อนุกรมเวลาสำหรับพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวอินเดียและเกาหลี ที่เดินทางมาเยี่ยมเยือนประเทศไทย	พรชิตา ธนากร
4	E-O-04	10:45-11:00 น.	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย	แคทธรินทร์ วรรณทา
5	E-O-05	11:00-11:15 น.	การวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก กรณีศึกษา ขวด Polyethylene Terephthalate : PET ขนาด 250 มิลลิลิตร ลักษณะกลม	อรวรรณ สานิถา
6	E-O-06	11:15-11:30 น.	การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ กรณีศึกษา บริษัทสแตนดาร์ด ยูนิตส์ ซัพพลาย (ไทยแลนด์) จำกัด	ณัฐพล ทับทิม
7	E-O-07	11:30-11:45 น.	การรับรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนสายสามัญและ สายอาชีพ ในพื้นที่อำเภอรอบนอกจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ตัวแบบการตอบสนองเชิงสุ่มแบบปรับใหม่	ธันวารี วงศ์ฟั่น
8	E-O-08	11:45-12:00 น.	การพัฒนาโปรแกรมด้วย VBA บนโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุดโดย การใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดแบบวาฬ	นุสบา แสงงามเมือง

กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ กลุ่ม 1 (ภาคบรรยาย) ห้อง 3210

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เวลานำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
9	E-O-09	13:00-13:15 น.	การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่	นัทนรี จินดาคำ
10	E-O-10	13:15-13:30 น.	เปรียบเทียบนโยบายการจองที่นั่งในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น สำหรับความต้องการจองแบบไม่คงที่	จันทริกา พรมสี
11	E-O-11	13:30-13:45 น.	ความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่	อภัชญา คำสืบ
12	E-O-12	13:45-14:00 น.	ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดยาเสพติด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่	กรรณิการ์ ปัญญาเลิศ
13	E-O-13	14:00-14:15 น.	การวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดในอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่	อานนท์ เรือนคำ
14	E-O-14	14:15-14:30 น.	การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน	สุดารัตน์ ทองขาว
15	E-O-15	14:30-14:45 น.	การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าข้อมูลสูญหายในแผนแบบวัดซ้ำภายในหน่วยทดลอง	นลัทพร รูปหมอก
16	E-O-16	15:00-15:15 น.	ปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกกลุ่มจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยวของประเทศไทยด้วยการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม	ธรรมรัฐ มิ่งพันธุ์
17	E-O-17	15:15-15:30 น.	การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่	ศิริวัน วีระจิตต์

กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ กลุ่ม 1 (ภาคบรรยาย) ห้อง 3210

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เวลานำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
18	E-O-18	15.30-15.45	ตัวแบบการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล	สุนิษา วงค์ราษฎร์
19	E-O-19	15.45-16.00	การศึกษาผู้ป่วยที่ได้รับเห็ดพิษในจังหวัดพะเยา จำแนกตามกลุ่มอำเภอที่อยู่หน้าเขาและหลังเขา	กอหญ้า หอมสมบัติ
20	E-O-20	16:00-16:15 น.	ปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในโอกาสพิเศษต่าง ๆ ของประชาชนชุมชน บ้านสันคะยอม อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน	ณัฐภรณ์ ธิมายอม
21	E-O-21	16:15-16:30 น.	ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่	อารีรัตน์ ศรีภูมิ

กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ กลุ่ม 2 (ภาคบรรยาย) ห้อง 3201

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เวลานำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
1	D-O-01	10:00-10:15 น.	อัตราการลู่เข้าของวิธีทำซ้ำพีเอ็มและวิธีทำซ้ำเอสสำหรับฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วงปิด	มุกดา นุ้ยสุข
2	D-O-02	10:15-10:30 น.	การมีเสถียรภาพสำหรับแบบจำลองของกลุ่มผู้ป่วย ที่มีภาวะอ่อนแอติดเชื้อและพักฟื้นตัวจากโรคระบาด	ศุภนิดา อู่เถื่อน
3	D-O-03	10:30-10:45 น.	การกำหนดราคาประกันภัยรถยนต์โดยใช้ตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไป: กรณีศึกษา บริษัทประกันวินาศภัยในประเทศไทย	อภิษฎา เสริมศาสตร์
4	D-O-04	10:45-11:00 น.	การศึกษาความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่	อักษรวลี ศรีบุศย์
5	D-O-05	11:00-11:15 น.	การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล	ศศิกิติ์ ย้อยดี
6	D-O-06	11:15-11:30 น.	ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่	ธันยพร จากภัย
7	D-O-07	11:30-11:45 น.	การพยากรณ์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร	ภานุมาศ สายปัญญา
8	D-O-08	11:45-12:00 น.	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนในจังหวัดพะเยาเมื่อช่วงเวลาโลกมีการเปลี่ยนแปลง	รัตนา ฤทธิแสง
9	D-O-09	13:00-13:15 น.	ความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล	ศิรินภา ตลุกไธสง
10	D-O-10	13:15-13:30	ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการใช้บริการเครือข่าย 4G ของผู้ใช้โทรศัพท์มือถือในตำบลบ้านกลาง อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่	รัตนาภรณ์ จันทร์ติ๊บ
11	D-O-11	13:30-13:45	ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเล่นเกมออนไลน์ของบุคคลวัยทำงานในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่	สุชาดา พรหมมา

กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ กลุ่ม 2 (ภาคบรรยาย) ห้อง 3201

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เวลานำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
12	D-O-12	13:45-14:00	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ของจังหวัดเชียงใหม่	นิตยา มาตากุล
13	D-O-13	14:00-14:15 น.	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อสถานะหนี้ของเกษตรกรที่เป็นของสมาชิกกองทุนฟื้นฟูและพัฒนาเกษตรกร สาขาจังหวัดเชียงใหม่	มนฑกานต์ พึ่งบุญ
14	D-O-14	14:15-14:30 น.	การประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองคอนเวย์-แม็กซ์เวลล์-ปัวซง เพื่อพยากรณ์การกระจายตัวของข้อมูลจำนวนนับที่มีค่าความแปรปรวนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย กรณีศึกษาจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ: 2556-2558	ธนสิทธิ์ พูลสมบัติ
15	D-O-15	14:30-14:45 น.	การพยากรณ์ยอดการผลิตขนมโชนมองบลังค์ บริษัทผึ้งน้อยเบเกอรี่ จำกัด	ไพรินทร์ ใจแก้ว
16	D-O-16	15:00-15:15 น.	การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการดูแลผิวพรรณของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยของรัฐ และมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ จังหวัดเชียงใหม่ กรณีศึกษา : มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และมหาวิทยาลัยแม่โจ้	กชพรรณ ฝนตก
17	D-O-17	15:15-15:30	การพัฒนาโปรแกรมด้วย VBA บนโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุด โดยใช้การค้นหาแบบนกกาเหว่า	ดลยา ชาญประเสริฐกุล
18	D-O-18	15:30-15:45 น.	การเปรียบเทียบ การบริหารจัดการโรงเรียนขนาดเล็ก กรณีศึกษาโรงเรียนในอำเภอสันกำแพงและโรงเรียนใน อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่	เนตพิสุทธิ์ ศรีทา
19	D-O-19	15:45-16:00 น.	ภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับการบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่	ชนิตา ชัยชนะ

กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ กลุ่ม 2 (ภาคบรรยาย) ห้อง 3201

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เวลานำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
20	D-O-20	16:00-16:15 น.	การศึกษาภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม	ดาราวรรณ ยศศรี

กลุ่มวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ (ภาคโปสเตอร์)

ณ ล้านใต้ถุนอาคารจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

นำเสนอช่วงเวลา 10:00-14:00 น.

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
1	A-P-01	กล่องจดหมายอัจฉริยะเพื่อบริษัทแอดไวซ์เชียงราย	เจตน์ งามประพฤติ
2	A-P-02	พัดลมไอน้ำอัจฉริยะ	บะไบ๋ คาริชมาลย์
3	A-P-03	ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าใช้อาคารวิทยาลัยแม่ฮ่องสอนด้วยการตรวจจับใบหน้า	ศักดิ์สิทธิ์ ก่อพงศ์เกษม
4	A-P-04	ระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน	อาทิตยา แน่นแหน้
5	A-P-05	การใช้ลิบราบล็อกเชนเพื่อการทำธุรกรรมสำหรับบริหารจัดการธุรกิจขนาดเล็ก กรณีศึกษาของบริษัท ลาพาซิสเต็มส์ จำกัด	พีระพันธ์ ขันชุ่ม
6	A-P-06	ระบบการจัดการข้อมูลแรงงานต่างด้าว	พลพัน กอสัมพันธ์
7	A-P-07	ระบบการตรวจประเมินการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มจิ้งหรีด	สุรพงษ์ □
8	A-P-08	ระบบจัดการข้อมูลการไปปฏิบัติงานของบุคลากรสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	เหมือนฝัน สุพัฒนาภรณ์
9	A-P-09	ระบบจัดการเงินในโรงงานอุตสาหกรรม	กฤตพิพัฒน์ พางาม
10	A-P-10	ระบบจัดการรายงานของบริษัททิงค์เน็ต	ภูศานต์ มูลเมือง
11	A-P-11	ระบบจัดการวัตถุดิบอาหารสัตว์ตามมาตรฐานฟาร์มปศุสัตว์อินทรีย์	รจนา โคตะ
12	A-P-12	ระบบจัดการหอพักป้าบัวแก้ว	สุรพล ลุงวี
13	A-P-13	ระบบแจ้งเตือนการซื้อสินค้า	ภัทร ปุกมณี
14	A-P-14	ระบบติดตามการสั่งปักผ้า	ณัชชา ธีระเลิศธรรม
15	A-P-15	ระบบบริหารจัดการ การฝึกงานออนไลน์ของสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์	วิลัยวรรณ กันญาณะ
16	A-P-16	ระบบบริหารจัดการการติวเตอร์	อภิชาติ หวังดี
17	A-P-17	ระบบบริหารโรงเรียน (สมศรี)	ทรงยศ ใจไชย
18	A-P-18	ระบบบริหารเวลาของนักพัฒนา (พาสเทล)	ธงชาติ เทพารักษ์
19	A-P-19	ระบบบันทึกข้อมูลการยืม-คืนอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์และสื่อสนับสนุนการเรียนของสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	สุนิสา คงเกษม
20	A-P-20	ระบบฝ่ายขาย	ศักดิ์สิทธิ์ สีแก้ว
21	A-P-21	ระบบรู้จำใบหน้าเพื่อการสืบค้นสารสนเทศนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	พันธกร จอมหงษ์
22	A-P-22	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวตามการจัดจำแนกความคิดเห็น	ศุภกิจ จี้สละ
23	A-P-23	ระบบสมาคมผู้จัดการและเจ้าของสำนักงานตัวแทนประกันชีวิต	มงคล ทาระนัด

กลุ่มวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ (ภาคโปสเตอร์)

ณ ล้านใต้ถุนอาคารจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

นำเสนอช่วงเวลา 10:00-14:00 น.

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
24	A-P-24	เว็บไซต์หลักสูตรสาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีดิจิทัล	อดิศักดิ์ กันทะวิลัง

กลุ่มวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (ภาคโปสเตอร์)

ณ อาคารจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

นำเสนอช่วงเวลา 10:00-14:00 น.

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
1	B-P-01	การทดสอบความเป็นพิษต่อสารพันธุกรรมของสารสกัดแบบหยาบจากผักแปมด้วยเทคนิค Allium assay	นิรัชชา สุริยา
2	B-P-02	การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดแบบหยาบของหญ้าตดหมา (Paederia pilifera Hook. F) ที่มีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดปอเทือง	ปริญญานุช ปินนิล
3	B-P-03	การพัฒนาวิธีการตรวจสอบกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยหลังได้รับสังกะสี และโบรอน โดยเทคนิคโปรติโอมิกส์	วรีธดา คำวงค์ปิน
4	B-P-04	การศึกษากลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยในใบและเปลือกหลังได้รับสังกะสี และโบรอน โดยเทคนิคเมทาโบโลมิกส์	ปิยะรัฐ คลังต่วน
5	B-P-05	การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เห็ดหูหนู (Auricularia auricula-judae) เพื่อผลิตน ้าตาลกลูโคสจากชานอ้อย	วาสนา เฉลิมวงศ์
6	B-P-06	การสำรวจแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบที่ปนเปื้อนบนยางรีดนมในเครื่องรีดนมจากฟาร์มสมาชิกสหกรณ์โคนมนครลำปาง	เบ็ญญรัตน์ อินต๊ะจันทร์
7	B-P-07	ปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้	เดชาธร แสนเสนา
8	B-P-08	ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการตัดเมล็ดข้าวโพดจากอุตสาหกรรมการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง	พรนิภา คำเขียว

กลุ่มเคมี และเคมีอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสิ่งทอ (ภาคโปสเตอร์)

ณ อาคารจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

นำเสนอช่วงเวลา 10:00-14:00 น.

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
1	C-P-01	การใช้สารประกอบเชิงซ้อนตะกั่ว(II)-ไพโรแคทีคอลไวโอเลตเป็นรีเอเจนต์ตรวจวัดทางสีด้วยตาเปล่าและยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรสโกปีสำหรับไอออนลบกลุ่มฟอสเฟต	อคิราภ์ จันทร์เรือง
2	C-P-02	การดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมด้วยลิโอนาร์ไดต์	ไพลิน เพรียพรม
3	C-P-03	การเตรียมและวิเคราะห์สมบัติฟิล์มบางพอลิ(แลคติก แอซิด) นาโน-ไบโอคอมโพสิต	เอมภิกา เขียวอ้าย
4	C-P-04	การเตรียมไฮดรอกซีอะพาไทต์โดยวิธีการตกตะกอนในสารละลาย เพื่อประยุกต์ใช้ด้านทันตกรรม	นภัสสร ต๊ะอ้าย
5	C-P-05	การประเมินคุณภาพและการวิเคราะห์หาปริมาณพฤกษเคมีในต้นกล้าข้าวสันป่าตอง	ภัคจิรา ประสิทธิโรจนยุจ
6	C-P-06	การเปรียบเทียบเม็ดแป้งในส่วนเอนโดสเปิร์มของข้าวสาลีสายพันธุ์แม่โจ้กับแป้งโฮลวีททางการค้า	อาทิตยา คำใจ
7	C-P-07	การผลิตสารลดแรงตึงผิวจากไตรกลีเซอไรด์ในน้ำมันงา	อรณญา สุยะวงศ์
8	C-P-08	การแยกนิมโบไลด์จากใบสะเดา	เจนจิรา ปงกา
9	C-P-09	การแยกและระบุเอกลักษณ์ของเม็ดแป้งในส่วนของเอนโดสเปิร์มของข้าวสาลีสายพันธุ์แม่โจ้	สุภาวดี อินต๊ะมอย
10	C-P-10	การแยกสารออกฤทธิ์จากตาสับปะรดเพื่อนำไปเป็นต้นตำรับเครื่องสำอาง	จิราวรรณ แก้วภา
11	C-P-11	การแยกสารออกฤทธิ์จากเปลือกสับปะรดเพื่อนำไปเป็นต้นตำรับในเครื่องสำอาง	ชฎาพร อินนันใจ
12	C-P-12	การวิเคราะห์หาปริมาณไอออนลบไพโรฟอสเฟตโดยการตรวจวัดด้วยตาเปล่าและยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรสโกปี ด้วยสารประกอบเชิงซ้อนทองแดง(II)-ไพโรแคทีคอลไวโอเลต	สิริทิพย์ ดวงไทย
13	C-P-13	การวิเคราะห์องค์ประกอบพฤกษเคมี ปริมาณฟีนอลลิกรวม และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากต้นอ่อนข้าวสาลีสายพันธุ์แม่โจ้	วีวิกา วุฒิ
14	C-P-14	การศึกษากระบวนการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงของอนุภาคนาโนซิงค์ออกไซด์ที่สังเคราะห์โดยใช้สารสกัดจากใบเมี่ยง	ฉันท์ชนก คะเสนา
15	C-P-15	การศึกษาการผลิตน้ำมันสมุนไพรโดยไม่ใช้สารเคมีและการตรวจสอบคุณสมบัติ	จิตติภัทธ์ จักรกาฬ
16	C-P-16	การสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากเปลือกและเนื้อผลของอโวคาโดโดยใช้เทคนิคการสกัดด้วยไมโครเวฟและตัวทำละลาย	กนิษฐา เนียมนคร

กลุ่มเคมี และเคมีอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสิ่งทอ (ภาคโปสเตอร์)

ณ อาคารจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

นำเสนอช่วงเวลา 10:00-14:00 น.

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
17	C-P-17	การสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากลูกเดือยโดยใช้เทคนิคการสกัดด้วยไมโครเวฟร่วมกับตัวทำละลาย	กาญจนา วิญญา
18	C-P-18	การสังเคราะห์แอลกอฮอล์ด้วยปฏิกิริยารีดักชันโดยใช้พืชเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา	อนัญพร ฉั่วตระกูล
19	C-P-19	พัฒนาวิธีการตรวจวัดด้วยเทคนิคดิจิตอลอิมเมจคัลเลอริเมตริกโดยใช้เครื่องสแกนเอกสารเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในตัวอย่างชา	ญาณวิศา รอดมา
20	C-P-20	การศึกษาการผลิตน้ำมันสมุนไพรด้วยวิธีการทอดแบบน้ำมันท่วมและการตรวจสอบคุณสมบัติ	ทิพย์สุคนธ์ เทศกาล
21	C-P-21	การสังเคราะห์คอมโพซีทไฮดรอกซีอะพาไทต์/คอลลาเจน ด้วยเทคนิคไมโครเวฟ	วิรากานต์ ปัญญาเก่ง

กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ (ภาคโปสเตอร์)

ณ อาคารจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

นำเสนอช่วงเวลา 10:00-14:00 น.

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
1	D-P-01	การประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาโดยใช้การวิเคราะห์หลายตัวแปร	พรรณพักตร์ แก้วน้อย
2	D-P-02	การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ราคาบิทคอยน์โดยวิธีโครงค่ายประสาทเทียมและวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล	ณัฐพงศ์ มงคลรัตนะชัย
3	D-P-03	การวิเคราะห์แนวโน้มและการพยากรณ์ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนที่มีค่าเกินมาตรฐาน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง ขอนแก่น และกรุงเทพมหานคร	วิศรุดา ทะแพงพันธ์
4	D-P-04	การวิเคราะห์ค่าสุดขีดของตึกสูงในกรุงเทพมหานครโดยวิธีการประมาณโมเมนต์เชิงเส้นตรง	ประสิตา แก้วจินดา
5	D-P-05	การศึกษาเพื่อกำหนดตัวแบบการพยากรณ์ราคาทองคำในตลาดโลกและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาทองคำและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ภคนันท ศรานุชิต
6	D-P-06	การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยของโรคที่มียุงเป็นพาหะ	สุภาพรรณ ภู่ศรัทธา
7	D-P-07	การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทย	ปิยปราณ ศิกษมัต
8	D-P-08	ประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA – CUSUM และ CUSUM - EWMA เมื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการที่ข้อมูลมีการแจกแจงที่สมมาตรและไม่สมมาตร	ศิรัญญา ทศน้อย
9	D-P-09	การจัดการระบบแถวคอยของผู้ป่วยในแผนกฉุกเฉินสำหรับโรงพยาบาลศิริราช	ชญานิศ พลเดช
10	D-P-10	การประมาณค่าพารามิเตอร์การแจกแจงค่าสุดขีดของปริมาณน้ำไหลลงอ่างของเขื่อนภูมิพลโดยวิธีโมเมนต์เชิงเส้น	กัญญา กันตะภัทรสกุล
11	D-P-11	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพแผนภูมิควบคุม EWMA, Mixed EWMA-TUKEY, CUSUM และ Mixed CUSUM-TUKEY เมื่อกระบวนการมีลักษณะไม่สมมาตร	นันทัชพร ตุ่นกลาง
12	D-P-12	การพยากรณ์เชิงสถิติสำหรับจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย	ณัฐพร บำรุง
13	D-P-13	การพัฒนารูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยการคลอดก่อนกำหนด	กิตติยา เสือบุญทอง
14	D-P-14	การเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของระเบียบวิธีเชิงตัวเลข	เอเปา ลุงเฮิง
15	D-P-15	การพยากรณ์แนวโน้มจำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูน	ทัศนาภรณ์ ปาลี
16	D-P-16	การพยากรณ์มูลค่านำเข้าด่านศุลกากรเชียงแสนจังหวัดเชียงราย	กอบกุล นันติ
17	D-P-17	การศึกษากำลังการผลิตไฟฟ้าของปริมาณและค่าคุณภาพของถ่านหินลิกไนต์ที่ส่งไปยังโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง	อรรถชัย แซ่เจ็ง

กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ (ภาคโปสเตอร์)

ณ อาคารจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

นำเสนอช่วงเวลา 10:00-14:00 น.

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
18	D-P-18	การศึกษาปริมาณพลังงานความร้อนจากแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ที่อยู่ในถ่านหินของโรงไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (แม่เมาะ)	ระพีพงศ์ โพทวี
19	D-P-19	การศึกษาวิธีแก้ปัญหาเชิงตัวเลขของสมการเชิงอนุพันธ์ที่มีตัวหน่วงโดยใช้ระเบียบวิธีรุงเงคุตตา	กัญญารัตน์ พลมาตย์

กลุ่มวัสดุศาสตร์และฟิสิกส์ประยุกต์ (ภาคโปสเตอร์)

ณ อาคารจุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

นำเสนอช่วงเวลา 10:00-14:00 น.

ลำดับที่	รหัสนำเสนอ	เรื่อง	ผู้นำเสนอ
1	E-P-01	การพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง กฎการอนุรักษ์พลังงานกลในรูปแบบวงวนร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย	จันทกานต์ เกตุนุช
2	E-P-02	การออกแบบและพัฒนาชุดการทดลอง การสะท้อน และการหักเหของแสงร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบทำ นาย สังเกต อธิบาย	อภิญญา คิดการ
3	E-P-03	การออกแบบและพัฒนาชุดการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชนในหนึ่งมิติร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์	ดาริกา ชาสงวน
4	E-P-04	การออกแบบและพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง การชนใน 2 มิติร่วมกับการจัดการเรียนการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์	ศรัญญา เพียงคาม
5	E-P-05	ผลของกระบวนการทางความร้อนต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติของผิวเคลือบด้วยความร้อนของโลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐาน	อภิวัฒน์ มหาวัน
6	E-P-06	การใช้กล้องถ่ายภาพดิจิตอลและแสงอินฟราเรดเพื่อหาเส้นเลือดบริเวณแขนเพื่อช่วยตรวจหาเอกลักษณ์ส่วนบุคคล	อักษราภัค ธรรมโม
7	E-P-07	การประมาณอายุและระยะทางของกระจุกดาวเปิด M37	เบญจพร สุทธะนะ
8	E-P-08	การเปลี่ยนวัฏภาคของเหล็กกล้าไฮโปยูเทคตอยด์ 0.581%C ที่ถูกปรับปรุงด้วยความร้อนที่อุณหภูมิคงที่	ดวงกมล สิทธิใหญ่
9	E-P-09	การลดสัญญาณรบกวนในสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจจากเซ็นเซอร์ MAX30100	อรวรรณ ฟองจันทร์ตา
10	E-P-10	การศึกษาการเก็บลายนิ้วมือในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ โดยเทคนิคซุปเปอร์กลูและผงฝุ่นดำ	ภัทราพร สมพมิตร
11	E-P-11	การศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b ด้วยวิธีการเคลื่อนที่ผ่านหน้า	มนันรัชต์ ก่อสีห์วิกุล
12	E-P-12	การศึกษาและควบคุมตัวตรวจวัดอุณหภูมิรุ่น MC100 ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	ชยุตม์ มีคำเหลือง
13	E-P-13	การศึกษาสเปกตรัมและความเร็วในแนวเล็งของกระจุกดาวฤกษ์ OB1d ในเนบิวลา NGC 1977	อภิญญา รวมธรรม
14	E-P-14	การศึกษาสมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่ CRTS J232608.9+383526	ณัฐนัย วันดี
15	E-P-15	อนุภาคนาโนคาร์บอนสังเคราะห์โดยไมโครเวฟพลาสมา	ณัฐพงศ์ วงศ์ปัญญา



ประกาศคณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง ผลการประกวดการนำเสนอผลงานวิชาการ

.....

ตามที่คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้จัดโครงการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ ๑ ในวันศุกร์ที่ ๒๘ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๓ โดยมีวัตถุประสงค์

๑. เพื่อเปิดโอกาสให้นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ที่จะสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษานี้ได้นำผลงานทางวิชาการและการวิจัยปัญหาพิเศษมาเสนอในที่ประชุมวิชาการ

๒. เพื่อให้นักศึกษา คณาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้สนใจ สามารถติดตามและรับทราบความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้จากการศึกษาและวิจัย โดยนักศึกษาของคณะวิทยาศาสตร์

๓. เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ ความก้าวหน้าทางวิชาการและการวิจัยให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ซึ่งจะส่งผลในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในอนาคต

๔. เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนระดมความคิดเห็นและประสบการณ์ระหว่างนักศึกษา นักวิชาการ ในภาครัฐและภาคเอกชน อันจะนำไปสู่แนวทางการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในอนาคต

๕. เพื่อเสริมสร้างและพัฒนาคุณภาพของงานวิจัยในสาขาวิชาต่างๆ

ในการนี้จึงขอประกาศผลการประกวดผลงานวิชาการในแต่ละสาขาวิชา ดังต่อไปนี้

ผลการประกวดการนำเสนอผลงานวิชาการ ภาคบรรยาย

<u>กลุ่มวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ</u>

ระดับดีเยี่ยม **จำนวน ๒ รางวัล**

๑. จิราภรณ์ ชอบทำ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
(การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลสำหรับพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย กรณีศึกษา : โรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ)

๒. ศุภชัย คานจันทึก มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(ระบบปรับปรุงประสิทธิภาพตัวควบคุมกล้องโทรทรรศน์ด้วยข้อมูลความเร็วและทิศทางลม)

ระดับดีมาก **จำนวน ๒ รางวัล**

๑. พัฒนวดี ศิริจันทร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
(การประยุกต์ใช้เทคนิคการเลือกปัจจัยและเทคนิคแบบรวมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองในการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย กรณีศึกษา: โรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ)

๒ . อาทิติยา ไกรทอง, ฑิตยา มูลพิมพ์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
(การสร้างตัวแบบสำหรับการคัดกรองผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา:โรงพยาบาลบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น)

ระดับดี **จำนวน ๓ รางวัล**

๑. ณัฐพล ไชยเสือ, ธีรภัทร แซ่ลี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(ระบบการบริหารเงินฝากสำหรับสหกรณ์บนคราวด์)

๒. ปัญญาวัฒน์ ปลอดกระโทก มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(ระบบจัดการงานศูนย์กีฬา)

๓. สุภาวดี แฉล้มไธสง, บุษยา คำวิไชย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
(การพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล)

ชมเชย **จำนวน ๒ รางวัล**

๑. **อภิสิทธิ์ เกตุวงศ์,** เบญจมาภรณ์ สมบัติธีระ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
(การประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลสำหรับการพยากรณ์ฝุ่นละออง PM 2.5 เขตจังหวัดขอนแก่น)

๒. **ธีรภัทร์ สวยสะอาด**, สุพรรณา เจตะวัน มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(ระบบบริหารสมาชิกและหุ้นของสหกรณ์การเกษตร)

<u>กลุ่มวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มเคมี เคมีอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสิ่งทอ กลุ่มวัสดุศาสตร์และฟิสิกส์ประยุกต์</u>

ระดับดีมาก **จำนวน ๑ รางวัล**

รุ่งโรจน์ ไกรสิทธิพาณิชย์, อานัฐ ตันโช, ศุภธิดา อ่ำทอง มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์จากเมทาจีโนมิกส์ในไมโครไบโอมของน้ำหมักมูลไส้เดือนดินชนิด Perionyx sp. 1 ด้วยเทคโนโลยี next generation sequencing)

ระดับดี **จำนวน ๓ รางวัล**

๑. เพ็ญนภา ตาคำ, วิลาวรรณ เรือนสิทธิ์, พิชานันท์ สืบสะอาด, อรอนงค์ เส้งเล่า ทิพย์กมล ธิการาช, วรพัฒน์ ประชาศิลป์ชัย, ชลลดา โสดารัตน์, พชรพร ตาดี ไพโรจน์ พงศ์กิดาการ, ปัฐมา เจริญตัณธนกุล, รัญจวน อิสรรักษ์, เรือนแก้ว ประพฤติ, Dante Fabros Jr. มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การสำรวจการติดเชื้อ Hepatozoon canis ในสุนัขที่ศูนย์พักพิงสุนัขด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส)

๒. ณัฐธณฐศา วิชัยวนารัตน์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การสังเคราะห์ลิเทียมวานาเดียมฟอสเฟตโดยวิธีไมโครเวฟ)

๓. สุธาสินี จันทร์งาม มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การสังเคราะห์เยื่อบางไคโตซานด้วยเทคนิคการอบแห้งสำหรับฟิล์มถนอมอาหาร)

ชมเชย **จำนวน ๒ รางวัล**

๑. อารุณพร นาห่อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณวิตามินซีในผักสลัดที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชและโรงเรือน)

๒. นุชนาฏ ไชยนวล, ลักษิณา วิชิต, รัญจวน อิสรรักษ์, เพ็ญนภา ตาคำ, ทิพยกมล ธิการาช, กนกวรรณ ตาลดี, จำรูญ มณีวรรณ,มงคล ยะไชย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(ผลของการเสริม Lactobacillus casei, Lactobacillus plantarum หรือ Lactobacillus salivarius ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและภาวะท้องเสียของสุกร)

<u>กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ</u>

<u>สาขาคณิตศาสตร์</u>

ระดับดีเยี่ยม **จำนวน ๑ รางวัล**

ศุภนิดา อู่เถื่อน มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การมีเสถียรภาพสำหรับแบบจำลองของกลุ่มผู้ป่วย ที่มีภาวะอ่อนแอติดเชื้อและพักฟื้นตัวจากโรคระบาด)

ระดับดีมาก **จำนวน ๑ รางวัล**

มุกดา นุ้ยสุข มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(อัตราการลู่เข้าของวิธีทำซ้ำพีเอ็มและวิธีทำซ้ำเอสสำหรับฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วงปิด)

<u>กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ</u>

<u>สาขาสถิติ</u>

ระดับดีเยี่ยม **จำนวน ๔ รางวัล**

๑. จันทริกา พรมสี, อารียา ศรีกาญจนรุ่ง, ชาญวิทย์ จับใจนาย, มูรตี สมบูรณ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(เปรียบเทียบนโยบายการจองที่นั่งในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นสำหรับความต้องการจองแบบไม่คงที่)

๒. ธรรมรัฐ มิ่งพันธุ์, ปัณณทัต วลา, ภูวิชญา อาดำ, แสงดาว วงค์สาย
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
(ปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกกลุ่มจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยวของประเทศไทยด้วยการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม)

๓. ดลยา ชาญประเสริฐกุล, วฐา มินเสน, วีรินท์รดา วงค์รินทร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
(การพัฒนาโปรแกรมด้วย VBA บนโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุด โดยใช้การค้นหาแบบนกกาเหว่า)

๔. ธนสิทธิ์ พูลสมบัติ, แสงดาว วงค์สาย, ธีระวัฒน์ สิมมาจันทร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
(การประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองคอนเวย์–แม็กซ์เวลล์–ปัวซง เพื่อพยากรณ์การกระจายตัวของข้อมูลจำนวนนับที่มีค่าความแปรปรวนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย กรณีศึกษาจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ. 2556–2558)

ระดับดีมาก **จำนวน ๖ รางวัล**

๑. ศศิกิติ์ ย้อยดี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล)

๒. ธันยพร จากภัย, ปรารถนา มินเสน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
(ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่)

๓. ขวัญจิรา จังขันธ์, พรภรณ์ บุญยู่ฮง, มานัดถุ์ คำกอง, รัตนา ฤทธิแสง
มหาวิทยาลัยพะเยา
(การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนในจังหวัดพะเยา เมื่อช่วงเวลาโลกมีการเปลี่ยนแปลง)

๔. ชนิตา ชัยชนะ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(ภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับการบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่)

๕. ญานิศา กามุณี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การศึกษาดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย)

๖. กรรณิการ์ ปัญญาเลิศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดยาเสพติด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่)

ระดับดี **จำนวน ๔ รางวัล**

๑. อภิษฎา เสริมศาสตร์, อัญชุลีพร ไทยทอง,ณัชชา ลาภเวธี,กอบกุล รวีสวัสดิ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(การกำหนดราคาประกันภัยรถยนต์โดยใช้ตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไป: กรณีศึกษา บริษัทประกันวินาศภัยในประเทศไทย)

๒. ศิรินภา ตลุกไธสง มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(ความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล)

๓. นุสบา แสงงามเมือง, วฐา มินเสน, สาลินี ธำรงเลาหะพันธุ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(การพัฒนาโปรแกรมด้วย VBA บนโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุดโดย การใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดแบบวาฬ)

๔. สุนิษา วงค์ราษฎร์, ปรารถนา มินเสน, ไชยเชิด ชัยนันท์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
(ตัวแบบการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล)

ชมเชย **จำนวน ๕ รางวัล**

๑. ดาราวรรณ ยศศรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
(การศึกษาภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม)

๒. พรชิตา ธนากร, อาวิกา สายทอง, ชุตินันท์ นพกาศ, นิโลบล กัลปหา,
แสงดาว วงค์สาย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
(อนุกรมเวลาสำหรับพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวอินเดียและเกาหลีที่เดินทางมาเยี่ยมเยือนประเทศไทย)

๓. แคทธรินทร์ วรรณทา มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย)

๔. อรวรรณ สานิถา, ปิยะชาติ เวียงนาค, วฐา มินเสน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
(การวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก กรณีศึกษา ขวด Polyethylene Terephthalate : PET ขนาด250 มิลลิลิตร ลักษณะกลม)

๔. **ณัฐพล ทับทิม** มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ กรณีศึกษา บริษัทสแตนดาร์ด ยูนิตส์ ซัพพลาย (ไทยแลนด์) จำกัด)

ผลการประกวดการนำเสนอผลงานทางวิชาการ ภาคโปสเตอร์

<u>กลุ่มวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ</u>

ระดับดีเยี่ยม **จำนวน ๑ รางวัล**

บะไบ๋ คาริชมาลย์, จีรัง คำนวณตา, สัญฌา พันธุ์แพง
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
(พัดลมไอน้ำอัจฉริยะ)

ระดับดีมาก **จำนวน ๒ รางวัล**

๑. เจตน์ งามประพฤติ, พุทธชาติ ยมกิจ, สัญฌา พันธุ์แพง
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
(กล่องจดหมายอัจฉริยะเพื่อบริษัทแอดไวซ์เชียงราย)

๒. อาทิตยา แน่นแหน้, เอกราช พรนราหัสดีกุล, ณัฐกิตติ์ จินา, สัญฌา พันธุ์แพง
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
(ระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน)

ระดับดี **จำนวน ๓ รางวัล**

๑. ศักดิ์สิทธิ์ ก่อพงศ์เกษม, ภัทรมน พันธุ์แพง, สัญฌา พันธุ์แพง
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
(ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าใช้อาคารวิทยาลัยแม่ฮ่องสอนด้วยการตรวจจับใบหน้า)

๒. พีระพันธ์ ขันชุ่ม มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การใช้ลิบราบล็อกเชนเพื่อการทำธุรกรรมสำหรับบริหารจัดการธุรกิจขนาดเล็ก กรณีศึกษาของบริษัท ลาพาซิสเต็มส์ จำกัด)

๓. อดิศักดิ์ กันทะวิลัง, อภิชาติ แสงเพ็ง มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(เว็บไซต์หลักสูตรสาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีดิจิทัล)

<u>กลุ่มวิทยาศาสตร์ชีวภาพ</u>

ระดับดีเยี่ยม **จำนวน ๑ รางวัล**

นิรัชชา สุริยา, ปริญญานุช ปินนิล มหาวิทยาลัยแม่โจ้

(การทดสอบความเป็นพิษต่อสารพันธุกรรมของสารสกัดแบบหยาบจากผักแปมด้วยเทคนิค Allium assay)

ระดับดีมาก **จำนวน ๑ รางวัล**

พรนิภา คำเขียว, ธนกฤต เมืองสิทธิ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

(ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการตัดเมล็ดข้าวโพดจากอุตสาหกรรมการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง)

ระดับดี **จำนวน ๑ รางวัล**

ปิยะรัฐ คลังต่วน,สิริวัฒน์ บุญชัยศรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้

(การศึกษากลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยในใบและเปลือกหลังได้รับสังกะสี และโบรอน โดยเทคนิคเมทาโบโลมิกส์)

<u>กลุ่มเคมี และเคมีอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสิ่งทอ</u>

ระดับดีเยี่ยม **จำนวน ๒ รางวัล**

๑. ไพลิน เพรียพรม มหาวิทยาลัยแม่โจ้

(การดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมด้วยลิโอนาร์ไดต์)

๒. ญาณวิศา รอดมา มหาวิทยาลัยแม่โจ้

(พัฒนาวิธีการตรวจวัดด้วยเทคนิคดิจิตอลอิมเมจคัลเลอริเมตริกโดยใช้เครื่องสแกนเอกสารเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในตัวอย่างชา)

ระดับดีมาก **จำนวน ๑ รางวัล**

สิริทิพย์ ดวงไทย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

(การวิเคราะห์หาปริมาณไอออนลบไพโรฟอสเฟตโดยการตรวจวัดด้วยตาเปล่าและยูวี–วิสิเบิลสเปกโทรสโกปี ด้วยสารประกอบเชิงซ้อนทองแดง(II)–ไพโรแคทีคอลไวโอเลต)

ระดับดี **จำนวน ๒ รางวัล**

๑.นภัสสร ต๊ะอ้าย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

(การเตรียมไฮดรอกซีอะพาไทต์โดยวิธีการตกตะกอนในสารละลาย เพื่อประยุกต์ใช้ด้านทันตกรรม)

๒. อนัญพร ฉั่วตระกูล มหาวิทยาลัยแม่โจ้

(การสังเคราะห์แอลกอฮอล์ด้วยปฏิกิริยารีดักชันโดยใช้พืชเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา)

<u>กลุ่มคณิตศาสตร์และสถิติ</u>

ระดับดีเยี่ยม **จำนวน ๒ รางวัล**

๑.พรรณพักตร์ แก้วน้อย, ทิพย์เกษร คนเพียร, ณัฐภัทร สิงห์สูง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(ประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาโดยใช้การวิเคราะห์หลายตัวแปร)

๒.กัญญา กันตะภัทรสกุล, สิริรัตน์ บู่ศรี, สุขุมาลย์ บุญศรี, คณิตา เพ็ชรัตน์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(การประมาณค่าพารามิเตอร์การแจกแจงค่าสุดขีดของปริมาณน้ำไหลลงอ่างของเขื่อนภูมิพลโดยวิธีโมเมนต์เชิงเส้น)

ระดับดีมาก **จำนวน ๒ รางวัล**

๑.ณัฐพงศ์ มงคลรัตนะชัย,ณัฐนนท์ ศิริโพธิ์, ชญานิน วิฑูรย์พิศาลศิลป์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ราคาบิทคอยน์โดยวิธีโครงค่ายประสาทเทียมและวิธีการปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล)

๒.นันทัชพร ตุ่นกลาง, กัญญาณัฐ ก่ำเกลี้ยง, วงศ์จันทร์ธรณ์ จั่นศรี, เสาวณิต สุขภารังษี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(การเปรียบเทียบประสิทธิภาพแผนภูมิควบคุม EWMA, Mixed EWMA–TUKEY, CUSUM และ Mixed CUSUM–TUKEY เมื่อกระบวนการมีลักษณะไม่สมมาตร)

ระดับดี **จำนวน ๔ รางวัล**

๑. วิศรุดา ทะแพงพันธ์, กัลฑมาศ ลือมอญ, ฐานิกา ลิ้มสุวรรณ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(การวิเคราะห์แนวโน้มและการพยากรณ์ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ที่มีค่าเกินมาตรฐาน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง ขอนแก่น และกรุงเทพมหานคร)

๒. สุภาพรรณ ภู่ศรัทธา, ณิชกานต์ ชูสมบัต, ธัญกมล ถานัดดี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยของโรคที่มียุงเป็นพาหะ)

๓. กิตติยา เสือบุญทอง, เบญจภรณ์ พลวี, วรัญชลี หนูแสง, อุไรวรรณ เจริญกีรติก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(การพัฒนารูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยการคลอดก่อนกำหนด)

๔. **กอบกุล นันติ** มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การพยากรณ์มูลค่านำเข้าด่านศุลกากรเชียงแสนจังหวัดเชียงราย)

ชมเชย **จำนวน ๓ รางวัล**

๑. **ภคนันท ศรานุชิต,** ธนพัทธ์ มิเอม, ชุติกาญจน์ อรรคฮาต
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(การศึกษาเพื่อกำหนดตัวแบบการพยากรณ์ราคาทองคำในตลาดโลกและ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาทองคำและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง)

๒. **ปิยปราณ ศิกษมัต,** รตวรรณ ยุติธรรม, นนทวัฒน์ นุกูลประทีป
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทย)

๓. **ณัฐพร บำรุง**, ทักษพร สวธานนท์, อัญชลีพร บุญมาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
(การพยากรณ์เชิงสถิติสำหรับจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย)

<u>กลุ่มวัสดุศาสตร์และฟิสิกส์ประยุกต์</u>

ระดับดีเยี่ยม **จำนวน ๑ รางวัล**

มนันรัชต์ ก่อสีห์วิกุล มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b ด้วยวิธีการเคลื่อนที่ผ่านหน้า)

ระดับดีมาก **จำนวน ๒ รางวัล**

๑.อภิวัฒน์ มหาวัน, ไกร กุลเพชรดารา, คมสันติ โชคถวาย, สิทธิชัย วิโรจนุปถัมภ์, แมน ตุ้ยแพร่, เกียรติศักดิ์ มีขันทอง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
(ผลของกระบวนการทางความร้อนต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติของผิวเคลือบด้วยความร้อนของโลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐาน

๒. อรวรรณ ฟองจันทร์ตา, นายจักรภพ นามะเสน มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การลดสัญญาณรบกวนในสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจจากเซ็นเซอร์MAX30100)

ระดับดี **จำนวน ๒ รางวัล**

๑. ศรัญญา เพียงคาม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
(การออกแบบและพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง การชนใน 2 มิติร่วมกับการจัดการเรียนการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์)

๒. ณัฐนัย วันดี, ประณิตา เสพปันคำ, ทวิจรัส สาโรชสกุลชัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การศึกษาสมบัติทางกายภาพของระบบดาวคู่ CRTS J232608.9+383526)

ชมเชย **จำนวน ๒ รางวัล**

๑. **ดาริกา ชาสงวน**, กชทัศ สืบชาติ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
(การออกแบบและพัฒนาชุดการทดลองเรื่องโมเมนตัมและการชนในหนึ่งมิติร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์)

๒. **ดวงกมล สิทธิใหญ่** มหาวิทยาลัยแม่โจ้
(การเปลี่ยนวัฏภาคของเหล็กกล้าไฮโปยูเทคตอยด์ 0.581%C ที่ถูกปรับปรุงด้วยความร้อนที่อุณหภูมิคงที่)

ประกาศ ณ วันที่ ๒๘ กุมภาพันธ์ พ.ศ.๒๕๖๓

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐปน ชื่นบาล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

กองบรรณาธิการ

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) ครั้งที่ 1

1.	ศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี)	ที่ปรึกษา
2.	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐปน ชื่นบาล	ที่ปรึกษา
3.	รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิเทศสัมพันธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูพงษ์ ภาคภูมิ	บรรณาธิการ
4.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ ลาน้ำเที่ยง	รองบรรณาธิการ

ลำดับที่	**ชื่อ – สกุล**	**สังกัด**
5.	ศาสตราจารย์ ดร.วัชระ กสิณฤกษ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
6.	ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.เผด็จ ธรรมรักษ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7.	ศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.สันนิภา สุรทัตต์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8.	ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.อลงกร อมรศิลป์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
9.	ศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.อัจฉริยา ไศละสูต	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
10.	ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.วิทยา สุริยาสถาพร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
11.	ศาสตราจารย์ ดร.อรษา สุตเธียรกุล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
12.	รองศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย บทมาตย์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
13.	รองศาสตราจารย์ ดร.ธิดาเดียว มยุรีสวรรค์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
14.	รองศาสตราจารย์ ดร.อโนทัย ตรีวานิช	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
15.	รองศาสตราจารย์ ดร.วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
16.	รองศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ช่อลำเจียก	มหาวิทยาลัยพะเยา
17.	รองศาสตราจารย์ ดร.นิภาพร ชุติมันต์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
18.	รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยภัทร บุษบาบดินทร์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
19.	รองศาสตราจารย์ ดร.อรวิชญ์ กุมพล	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
20.	รองศาสตราจารย์ ดร.ลัคนา วัฒนะชีวะกุล	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
21.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศร์ โรจน์ศรีพิศาล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
22.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรนุช สืบเจริญ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลำดับที่	ชื่อ – สกุล	สังกัด
23.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมผกา ธานินพงศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
24.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานะชัย รอดชื่น	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
25.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานัดถุ์ คำกอง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
26.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วฐา มินเสน	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
27.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรินภา อายุยืน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
28.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระวัฒน์ สิมมาจันทร์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
29.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา เลิศสุวรรณศรี	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
30.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาจารี วีระ	มหาวิทยาลัยพะเยา
31.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพล ธุระกิจเสรี	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
32.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิกานต์ เอมหฤทัย	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
33.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ โฆษภัทรพิมพ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
34.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หนึ่งหทัย ชัยอาภร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
35.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี ชมภูคำ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
36.	อาจารย์ ดร.จีราพร ไทยถานันดร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
37.	อาจารย์ ดร.วันดี วณิชย์ศักดิ์พงศ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
38.	อาจารย์ ดร.อรสา อนันต์	มหาวิทยาลัยทักษิณ
39.	อาจารย์ ดร.วิลาสินี ปีระจิตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
40.	อาจารย์ ดร.รัชนีวรรณ วงศ์พระจันทร์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
41.	อาจารย์ ดร.ศิริพร สมุทรวชิระวงษ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
42.	อาจารย์ ดร.ปิยะชาติ เวียงนาค	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
43.	อาจารย์ ดร.ปรารถนา มินเสน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
44.	อาจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ชุมนวล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
45.	อาจารย์ ดร.นุชนาถ คงช่วย	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
46.	อาจารย์ ดร.นูริน ดือเร๊ะ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
47.	อาจารย์ ดร.มายือนิง อิสอ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
48.	รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรศักดิ์ คำวรรณะ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
49.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คเชนทร์ แดงอุดม	มหาวิทยาลัยนเรศวร

ลำดับที่	ชื่อ – สกุล	สังกัด
50.	ดร.เจษฎา แม่นยำ	ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ
51.	ดร.บุญล้อม ถาวรยุติการต์	ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
52.	อาจารย์ ดร.ชเนษฎ์ วิชาศิลป์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
53.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
54.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิรามาศ โกมลจินดา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
55.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรัตน์ วัฒนกสิวิชช์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
56.	อาจารย์ ดร.ชาญวิทย์ คำเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
57.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุรักษ์ ประสาทเขตร์การ	มหาวิทยาลัยพะเยา
58.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัตน์ นาคสิทธิพันธุ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
59.	อาจารย์ ดร.อภิรัฐ ธีรภาพวิเศษพงษ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
60.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทิกา ชูโชติรส	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
61.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ศรียาบ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
62.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ลาวัลย์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
63.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุขุม อิสเสงี่ยม	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
64.	รองศาสตราจารย์ ดร.จตุพล คำปวนสาย	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
65.	อาจารย์ ดร.อัมพิกา ราชคม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
66.	รองศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ช่อลำเจียก	มหาวิทยาลัยพะเยา
67.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย จันธิมา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
68.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ ปิยวิทย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
69.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรเชษฐ สมมะณี	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
70.	อาจารย์ ดร.ภาสินี ศิริประภา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
71.	ดร.ชัยพัฒนา ใสสะอาด	บริษัทไคเนติคส์ คอร์ปอเรชัน จำกัด
72.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรสา เตติวัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
73.	อาจารย์ ดร.จินต์จุฑา โอวกุสุมสิริกุล	มหาวิทยาลัยบูรพา
74.	อาจารย์ ดร.ชัยณรงค์ รักธรรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
75.	อาจารย์ ดร.ชินวัฒน์ ศาสนนันทน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
76.	รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล รำไพ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
77.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ สกุลเสริมสุข	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลำดับที่	ชื่อ – สกุล	สังกัด
78.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤทัย ตันมา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
79.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนกพร ไชยวงศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
80.	อาจารย์ ดร.จิณณ์ดี ทัฟฟรีย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
81.	อาจารย์ ดร.ศัลยพงศ์ วิชัยดิษฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
82.	อาจารย์ ดร.ธีรศักดิ์ สร้อยคีรี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
83.	อาจารย์ ดร.นิภาภรณ์ มีพันธุ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
84.	อาจารย์ ดร.อรรถพล จันทร์สมุด	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
85.	อาจารย์ ดร.วราภรณ์ คำยอด	มหาวิทยาลัยมหิดล
86.	อาจารย์ ดร.อุบล ทองปัญญา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
87.	รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณวิลัย วิทยากร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
88.	อาจารย์ ดร.วิภาวรรณ ปุ๊คำปวง	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
89.	อาจารย์ ดร.ปรีดา สามงามยา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
90.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตติยากร เรียนยอย	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
91.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณศิริ วรรณสิทธิ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
92.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมสันติ โชคถวาย	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
93.	อาจารย์ ดร.วชิราวรรณ พิมพ์รส	มหาวิทยาลัยพะเยา
94.	อาจารย์ ดร.จุฬารัตน์ ชุมนวล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
95.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท สิทธิ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
96.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาณุวัฒน์ เมฆะ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
97.	อาจารย์ ดร.ปวีณ เขื่อนแก้ว	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
98.	อาจารย์ ดร.สมนึก สินธุปวน	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
99.	อาจารย์ ดร.ศิริสรรพ เหล่าหะเกียรติ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
100.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรวย สาวิถี	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
101.	อาจารย์ ดร.อนุพงศ์ สุขประเสริฐ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
102.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ชากรณ์ ขันแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
103.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัลยา ภู่ทอง	มหาวิทยาลัยพะเยา
104.	ดร.อุมาพร เอื้อวิเศษวัฒนา	ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
105.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณญิกา เส็งสาย (เนตรทัศน์)	มหาวิทยาลัยศิลปากร

ลำดับที่	ชื่อ – สกุล	สังกัด
106.	อาจารย์ ดร.สุรีย์พร หอมวิเศษวงศา	มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
107.	อาจารย์ ดร.สาลินี ศรีวงษ์ชัย	มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว
108.	อาจารย์ ดร.ภาคภูมิ มุกดาสนิท	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
109.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เอกพรรณ ธัญญาวินิชกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
110.	อาจารย์ ดร.สุภาวดี หิรัญพงศ์สิน	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
111.	รองศาสตราจารย์ ดร.วศิน เจริญตันธนกุล	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
112.	อาจารย์ ดร.ปานวาด ศิลปะวัฒนา	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
113.	รองศาสตราจารย์ ดร.ธวัลรัตน์ รัตนเดชานาคินทร์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
114.	อาจารย์ ดร.อุทุมพร กันแก้ว	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
115.	อาจารย์ ดร.วรรณวิมล นาดี	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
116.	อาจารย์ ดร.จักรกฤช เตโช	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
117.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์จินตนา จูมวงษ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
118.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เยาวลักษณ์ คงธรรม	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
119.	อาจารย์ ดร.พิลาศลักษณ์ ศรแก้ว	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
120.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณรวีร์ สุขันธ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
121.	อาจารย์ ดร.โชคชัย ยาทองไชย	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
122.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษารัตน์ รัตนคำนวณ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
123.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรี อินธนู	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
124.	อาจารย์ ดร.กิตติคุณ พระกระจ่าง	มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รหัสนำเสนอ	ชื่อบทความ	หน้า
E-O-21	ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่	1-10
D-O-06	ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่	11-22
E-O-16	ปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกกลุ่มจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยวของประเทศไทยด้วยการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม	23-28
D-P-03	การวิเคราะห์แนวโน้มและการพยากรณ์ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ที่มีค่าเกินมาตรฐาน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง ขอนแก่น และกรุงเทพมหานคร	29-52
E-O-11	ความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่	53-65
E-O-03	การพยากรณจำนวนนักทองเที่ยวอินเดียและเกาหลีที่เดินทางมาเยี่ยมเยือนประเทศไทย	66-76
D-O-20	ภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรณีศึกษาโรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่	77-89
D-P-08	ประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และ Mixed CUSUM - EWMA เมื่อ ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการที่ข้อมูลมีการแจกแจงที่สมมาตรและไม่สมมาตร	90-114
D-O-08	การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนในจังหวัดพะเยา เมื่อช่วงเวลาโลกมีการเปลี่ยนแปลง	115-123
D-O-07	การพยากรณ์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร	124-140
E-O-07	การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่	141-150
D-P-07	การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทย	151-171
E-O-14	การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน	172-186
E-O-19	การศึกษาผู้ป่วยที่ได้รับเห็ดพิษในจังหวัดพะเยา จำแนกตามกลุ่มอำเภอที่อยู่หน้าเขาและหลังเขา	187-195
D-O-01	อัตราการลู่เข้าของวิธีทำซ้ำพีเอ็มและวิธีทำซ้ำเอส สำหรับฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วงปิด	196-207

รหัสนำเสนอ	ชื่อบทความ	หน้า
D-O-19	ภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับการบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่	208-218
D-O-03	การกำหนดราคาประกันภัยรถยนต์ ของบริษัทประกันวินาศภัยในประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไป	219-224
D-P-15	การพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูน	225-232
D-P-16	การพยากรณ์มูลค่านำเข้าด่านศุลกากรเชียงแสนจังหวัดเชียงราย	233-241
D-O-05	การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล	242-251
D-P-01	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยเทคนิคทางสถิติ	252-264
D-O-02	การมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับสำหรับแบบจำลองของกลุ่มผู้ป่วย ที่มีภาวะอ่อนแอ ติดเชื้อ และพัก ฟื้นตัวจากโรคระบาด	265-274
E-O-01	การศึกษาดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย	275-282
E-O-04	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย	283-293
D-O-14	การประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองคอนเวย์-แม็กซ์เวลล์-ปัวซง กับจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนใน เขตกรุงเทพมหานคร	294-306
E-O-10	การเปรียบเทียบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินกับตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น เมื่อความต้องการจองแบบไม่คงที่	307-321
D-P-12	การพยากรณ์เชิงสถิติสำหรับจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย	322-330
E-O-20	ปจจัยที่มีอิทธิพลตอจำนวนเงินรวมทำบุญในโอกาสพิเศษตาง ๆ ของประชาชนชุมชนบานสันคะยอม อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน	331-340
E-O-07	การรับรูและพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ ในพื้นที่อำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม โดยใชตัวแบบการตอบสนองเชิงสุมแบบปรับใหม	341-351
E-O-05	การวิเคราะหหาแนวทางการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการเปาขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก กรณีศึกษา ขวด POLYETHYLENE TEREPHTHALATE: PET ขนาด250 มิลลิลิตร ลักษณะกลม	352-361
D-O-09	ความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล	362-368
D-O-04	การศึกษาความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่	369-377

รหัสนำเสนอ	ชื่อบทความ	หน้า
D-P-19	การศึกษาวิธีแก้ปัญหาเชิงตัวเลขของสมการเชิงอนุพันธ์ที่มีตัวหน่วงโดยใช้ระเบียบวิธีรุงเงคุตตาอันดับที่สี่	378-386
D-P-06	การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยของโรคที่มียุงเป็นพาหะ	387-398
D-P-14	การเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของระเบียบวิธีเชิงตัวเลข	399-406
D-O-07	การพัฒนาโปรแกรมด้วย VBA บนโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุด โดยใช้การค้นหาแบบนกกาเหว่า	407-425
E-O-09	การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่	426-439
E-O-12	ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดยาเสพติด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่	440-451
E-O-06	การลดของเสียในกระบวนการผลิตฮาร์ดแบรกเก็ต: กรณีศึกษาบริษัทผลิตอลูมิเนียมแห่งหนึ่งในจังหวัด เชียงใหม่	452-466
D-P-05	การศึกษาเพื่อกำหนดตัวแบบการพยากรณ์ราคาทองคำในตลาดโลกและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ราคาทองคำและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	467-480
E-O-13	การวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดในอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่	481-493
E-O-18	ตัวแบบการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล	494-503
D-P-13	การพัฒนารูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยการคลอดก่อนกำหนด	504-517
A-O-02	การประยุกต์ใช้เทคนิคการเลือกปัจจัยและเทคนิคแบบรวมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองในการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย กรณีศึกษา: โรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ	518-533
A-O-16	การพยากรณราคาน้ำมันดิบ ดวยเทคนิคการทำเหมืองขอมูล	534-546
A-O-18	ตัวแบบการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงาน กรณีศึกษา: บริษัท สยามกลาสอินดัสทรีจำกัด สาขาสมุทรปราการ	547-559
A-O-29	การพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล	560-577
A-O-03	การสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา: เขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น	578-594

รหัสนำเสนอ	ชื่อบทความ	หน้า
A-O-15	การพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล	595-608
A-O-04	การพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา: บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์	609-624
A-O-01	การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลสำหรับพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย กรณีศึกษา : โรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ	625-643
E-P-05	ผลของกระบวนการทางความร้อนต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติของผิวเคลือบด้วยความร้อนของโลหะ ผสมที่มีเหล็กเป็นฐาน	644-655
B-O-01	การศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณวิตามินซีในผักสลัดที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชและโรงเรือน	656-662
B-O-02	การศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรียจากเมทาจีโนมิกส์ในไมโครไบโอมของน้ำหมักมูลไส้เดือนดินชนิด Perionyx sp. 1 ด้วยเทคโนโลยี next generation sequencing	663-669
B-O-03	การตรวจสอบเชิงโมเลกุลและความชุกของ Hepatozoon canis ในสุนัขที่ศูนย์พักพิงสุนัขในจังหวัดเชียงใหม่	670-676
B-O-04	ผลของการเสริม Lactobacillus casei, Lactobacillus plantarum และ Lactobacillus salivarius ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและภาวะท้องเสียของสุกร	677-686
A-O-20	ระบบจัดการงานศูนย์กีฬา	687-697
E-P-09	การลดสัญญาณรบกวนในสัญญาณอัตราการเตนของหัวใจจากเซ็นเซอร MAX30100	698-703
E-P-11	การศึกษาสมบัติกายภาพของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b ด้วยวิธีการเคลื่อนที่ผ่านหน้า	704-710
B-P-08	ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการตัดเมล็ดข้าวโพดจากอุตสาหกรรมการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง	711-721
B-P-04	การศึกษากลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยในใบและเปลือกหลังได้รับสังกะสี และโบรอน โดยเทคนิคโปรติโอมิกส์ และเมทาโบโลมิกส์	722-736
B-P-05	การศึกษาการใช้เห็ดหูหนู (Auricularia auricula-judae) เพื่อผลิตน้ำตาลกลูโคสจากชานอ้อย	737-741
B-P-01	การทดสอบความเป็นพิษต่อสารพันธุกรรมของสารสกัดแบบหยาบจากผักแปมด้วยเทคนิค Allium assay	742-747

รหัสนำเสนอ	ชื่อบทความ	หน้า
A-P-01	กล่องจดหมายอัจฉริยะเพื่อบริษัทแอดไวซ์เชียงราย	748-755
A-P-02	พัดลมไอน้ำอัจฉริยะ	756-765
A-P-03	ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าใช้อาคารวิทยาลัยแม่ฮ่องสอนด้วยการตรวจจับใบหน้า	766-773
A-P-04	ระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน	774-781
B-P-03	การพัฒนาวิธีการตรวจสอบกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยหลังได้รับสังกะสี และโบรอน โดยเทคนิคโปรติโอมิกส์	782-788
B-P-02	การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดแบบหยาบของหญ้าตดหมา (Paederia pilifera Hook. F) ที่มีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดปอเทือง	789-793
B-P-06	การสำรวจแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบที่ปนเปื้อนบนยางรีดนมในเครื่องรีดนมจากฟาร์มสมาชิกสหกรณ์โคนมนครลำปาง	794-801
A-O-14	ระบบการบริหารเงินฝากสำหรับสหกรณ์บนคราวด์	802-809
A-O-19	ระบบจัดการการเก็บค่าน้ำประปาประจำหมู่บ้าน	810-817
A-O-24	ระบบปรับปรุงประสิทธิภาพตัวควบคุมกล้องโทรทรรศน์ด้วยข้อมูลความเร็วและทิศทางลม	818-826
A-O-28	เว็บไซต์ แคท สตอรี่	827-833
A-P-17	ระบบบริหารโรงเรียน (สมศรี)	834-844
A-O-11	ระบบประวัติและค่าใช้จ่ายนักเรียนทุน พสวท. และ สควค. ของหน่วยงาน สสวท.	845-853
A-O-08	ระบบจองโฮมสเตย์ผ่านคลาวด์คอมพิวติ้ง	854-860
A-P-09	ระบบจัดการเงินในโรงงานอุตสาหกรรม	861-867
A-O-26	ต้นแบบระบบสถานีอากาศและควบคุมน้ำสำหรับแปลงนาข้าว	868-878

ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

FACTOR AFFECTING TREATMENT COSTS FOR PNEUMONIA PATIENTS OF SANPATONG HOSPITAL, CHIANG MAI PROVINCE

อารีรัตน์ ศรีภูมิ[1,*], เชิดชัย มีเอียด[1]

Areerat Sripoom[1], Cherdchai Meead [1]

[1] *สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อารีรัตน์ ศรีภูมิ อีเมล: areerat23320@hotmail.com

บทคัดย่อ:

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม และเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ปีงบประมาณ 2562 โดยใช้จำนวนขนาดตัวอย่างจำนวน 556 ราย วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยโรคปอดบวม โดยใช้ค่าจำนวนและร้อยละ ใช้การทดสอบของแมนน์ – วิทนีย์ และการทดสอบครัสคาล และวัลลิส ในการเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม และทดสอบปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยสถิติการทดสอบไคกำลังสอง (Chi Squared Test)

ผลการวิจัยพบว่า ผู้ป่วยโรคปอดบวมส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 56.30 มีอายุไม่เกิน 1 ปี และอายุ 66 ปีขึ้นไป โดยมีร้อยละที่เท่ากัน คือ 25.70 มีการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลใช้เวลาไม่เกิน 3 วัน ร้อยละ 51.60 ส่วนใหญ่ใช้สิทธิหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้าในการรักษาพยาบาล ร้อยละ 69.80 และโดยมากแพทย์อนุญาตให้กลับบ้าน ร้อยละ 93.30 ผลการเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกัน และสถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วยมีค่ามัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมไม่แตกต่างกัน สำหรับอายุ จำนวนวันนอน และสิทธิการรักษาพยาบาลมีค่ามัธยฐานของค่าใช้จ่ายแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และผลการทดสอบปัจจัยต่าง ๆ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม ได้แก่ อายุ จำนวนวันนอน สิทธิการรักษาพยาบาล และสถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ : โรคปอดบวม ค่าใช้จ่าย จำนวนวันนอน สิทธิการรักษาพยาบาล สถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วย

Abstract:

This study aims to compare the median of the treatment costs for pneumonia patients and to identify the factors affecting to the costs for pneumonia patients in Sanpatong hospital, Chiangmai province, fiscal year 2019. The data analysis was applied for 556 samples. The frequency, percentage, Mann - Whitney test and the

Kruskal - Wallis test were used for comparing the median of costs for pneumonia patients. The Chi - squared test was used for testing the association between factors and treatment costs.

The results found that the majority of Pneumonia patients were male, 56.30 percent. About 25.70 percent were age less than one year and more than 66 years old. The length of stay not more than 3 days about 51.60 percent. Most of patients were treated as an outpatients, 93.30 percent and using the Universal Coverage Scheme, 69.80 percent. The treatment costs were different between male and female patients. But no different in discharge status. However, the study reveal that, the medial of treatment costs were significantly different for age, length of stay, and welfare scheme. The factors affecting to the treatment cost for pneumonia patients were age, length of stay, welfare scheme and discharge status at 0.05 significance level.

Keywords: Pneumonia, Treatment cost, Length of stay, Discharge status.

บทนำ:

ปัจจุบันโรคปอดบวมสามารถเกิดได้กับทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะในกลุ่มเด็กและผู้สูงอายุ ถือว่าเป็นวัยที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะปอดอักเสบ ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อโรคที่ทำให้เกิดการติดเชื้อ อายุ และสุขภาพของผู้ป่วย จากองค์การอนามัยโลก ปี พ.ศ. 2545 พบอัตราการตายของเด็กด้วยโรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ในประเทศที่กำลังพัฒนา จำนวน 1,856,000 คน [1] และคาดว่า ในปี พ.ศ. 2568 จะมีเด็กทั่วโลกเสียชีวิตจากการเจ็บป่วยด้วยโรคติดเชื้อเฉียบพลัน ระบบทางเดินหายใจ ประมาณ 5 ล้านคน เป็นเด็กที่อยู่ในประเทศกำลังพัฒนาถึงร้อยละ 97 [2] นอกจากนี้ยังอาจก่อให้เกิดโรคแทรกซ้อน หรือความผิดปกติของระบบหายใจ และระบบอื่นในร่างกาย เช่น โรคหูน้ำหนวก โรคไซนัสอักเสบ โรคหลอดลม อักเสบเรื้อรัง โรคหลอดลมโป่งพอง และโรคสมองพิการ เป็นต้น [3] ส่วนในกลุ่มสูงอายุ เป็นกลุ่มที่มีปัจจัยเสี่ยงมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ในการเกิดโรคปอดอักเสบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวัยผู้ใหญ่ที่มีโรคประจำตัว และโรคเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน ผู้ป่วยที่ต้องฟอกไตเป็นประจำ รวมถึงผู้ป่วยโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง [4] ซึ่งปอดอักเสบ เป็นโรคที่ต้องพักรักษาตัวในโรงพยาบาลนานประมาณ 3 – 5 วัน หรือเฉลี่ย 4 วัน ต้องใช้ยาปฏิชีวนะที่มีราคาสูง มีการตรวจห้องทดลองและต้องใช้อุปกรณ์และเวชภัณฑ์มาก จึงทำให้ค่าใช้จ่ายในโรงพยาบาลสูง โดยอยู่ระหว่าง 45,000 – 75,000 บาทต่อคน หรือเฉลี่ยคนละ 60,000 บาท [5] ซึ่งการรักษาผู้ป่วยเด็กปอดอักเสบที่มีค่าใช้จ่ายสูงขึ้น รวมทั้งประชาชนคำนึงถึงจุดคุ้มทุนและความคาดหวังต่อบริการสูงขึ้น สิ่งเหล่านี้ล้วนกระทบต่อการบริหารงานของระบบบริการสุขภาพ จึงทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และสูญเสียงบประมาณเศรษฐกิจของชาติ

โรงพยาบาลสันป่าตอง ตำบลยุหว่า เป็นโรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ในอำเภอสันป่าตอง เป็นแหล่งให้บริการทางการแพทย์ ที่สำคัญแก่ประชาชนทั่วไป มุ่งมั่นที่จะมอบบริการที่มีคุณภาพและนวัตกรรมทางการแพทย์ใหม่ให้แก่ประชาชน จากการสอบถามข้อมูลฝ่ายสารสนเทศทางการแพทย์ของโรงพยาบาลสันป่าตอง ซึ่งพบว่า มีผู้ป่วยที่มารับการรักษาในโรงพยาบาลมีจำนวนมาก มีจำนวน 12,525 คน ส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยเด็กที่เป็นโรคปอดบวม และจำนวนทั้งหมด 556 ราย อยู่ในช่วงอายุ 0-9 ปี และ เป็นผู้ป่วยวัยสูงอายุ 60 ปีขึ้นไป ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าใช้จ่ายที่สูงตามจำนวนวันนอน [6] ทำให้เกิดค่าใช่จ่ายเพิ่มขึ้น ซึ่งต้องใช้เครื่องมือ ทางการแพทย์เพิ่ม ทางโรงพยาบาลจึงประสบปัญหาทางด้านงบประมาณในการรักษาพยาบาลต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า ปัจจุบันประชากรป่วยเป็นโรคปอดบวมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นตามมา จากสภาพปัญหา ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง เพื่อที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงวางแผนด้านการจัดสรรงบประมาณ และการบริหารทรัพยากรให้เพียงพอต่อผู้ป่วยโรคปอดบวมที่มารับบริการในโรงพยาบาลสันป่าตองต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย:

1. เพื่อเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม จำแนกตาม เพศ อายุ จำนวนวันนอน สิทธิการรักษาพยาบาล และสถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วย
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ:

1. ทราบถึงค่ามัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม จำแนกตาม เพศ อายุ จำนวนวันนอน สิทธิการรักษาพยาบาล และสถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วย
2. สามารถอธิบายถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่
3. เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำผลการศึกษาไปใช้ในการวางแผนในด้านค่าใช้จ่ายในเรื่องต่าง ๆ

นิยามศัพท์เฉพาะ:

ค่าใช้จ่าย หมายถึง เงินที่สถานพยาบาลเรียกเก็บในการรักษาพยาบาล

โรคปอดปวม หมายถึง โรคที่ติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนล่าง ซึ่งอาจเกิดได้จากเชื้อแบคทีเรีย เชื้อไวรัสและเชื้อรา โดยส่วนใหญ่จะเกิดจากเชื้อแบคทีเรียและไวรัส ซึ่งสาเหตุของโรคจะมีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอายุและสภาพแวดล้อม โดยร่างกายจะได้รับเชื้อผ่านทางระบบทางเดินหายใจ โดยทั่วไปแล้วโรคปอดอักเสบมักเป็นอาการที่ต่อเนื่อง จากโรคไข้หวัดใหญ่ที่ จะพบมากในช่วงฤดูฝน โดยระดับความรุนแรงของโรคจะมีความแตกต่างกันออกไป

จำนวนวันนอน หมายถึง จำนวนวันที่ผู้ป่วยได้รับการรักษาในโรงพยาบาลจนจำหน่ายในระยะเวลาที่กำหนด

สิทธิการรักษาพยาบาล หมายถึง การคุ้มครองสิทธิการรักษาพยาบาลจากรัฐบาลของโรงพยาบาลสันป่าตอง โดยสิทธิการรักษาพยาบาลมี 3 ระบบใหญ่ คือ

1) สิทธิสวัสดิการรักษาพยาบาลของข้าราชการ คุ้มครองบริการรักษาพยาบาลให้กับข้าราชการและบุคคลในครอบครัว ได้แก่ บิดา มารดา คู่สมรส และบุตรที่ถูกต้องตามกฎหมาย เมื่อเจ็บป่วยสามารถเข้ารับการบริการรักษาพยาบาลได้ที่โรงพยาบาลของรัฐ โดยมีกรมบัญชีกลาง กระทรวงการคลังทำหน้าที่ดูแลระบบออกกฎระเบียบ

2) สิทธิประกันสังคม คุ้มครองบริการรักษาพยาบาลให้กับผู้ประกันตนตามสิทธิ สามารถเข้ารับบริการรักษาพยาบาล ได้ที่โรงพยาบาลที่เลือกลงทะเบียน โดยสำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม ทำหน้าที่ดูแลระบบการ เบิกจ่ายค่ารักษาพยาบาล

3) สิทธิหลักประกันสุขภาพ 30 บาท คุ้มครองบุคคลที่เป็นคนไทยมีเลขประจำตัวประชาชน 13 หลักที่ไม่ได้รับสิทธิสวัสดิการข้าราชการหรือสิทธิประกันสังคมหรือสิทธิสวัสดิการ รัฐวิสาหกิจหรือสิทธิอื่น ๆ จากรัฐ เพื่อให้ได้รับบริการสาธารณสุข ทั้งการสร้างเสริมสุขภาพการป้องกันโรค การตรวจวินิจฉัย การรักษาพยาบาล และการฟื้นฟูสมรรถภาพที่จำเป็นต่อสุขภาพ และการดำรงชีวิตตาม พ.ร.บ.หลักประกันสุขภาพแห่งชาติ พ.ศ.2545 โดยมีสำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ทำหน้าที่บริหารจัดการระบบ เพื่อการเข้าถึงบริการสาธารณสุขที่มีมาตรฐานอย่างทั่วถึง ตามที่คณะกรรมการหลักประกันสุขภาพ แห่งชาติกำหนด

สถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วย หมายถึง การสิ้นสุดการรักษาของผู้ป่วยในโรงพยาบาล แบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1) Against Advice คือ ผู้ป่วยขอออกไป ทั้ง ๆ ที่แพทย์แนะนำว่าควรรักษาต่อในโรงพยาบาล

2) By Transfer คือ ส่งต่อไปรักษาที่สถานพยาบาลแห่งอื่นโดยทันทีหลังออกจากโรงพยาบาล

3) Dead Non Autopsy คือ เสียชีวิต

4) Other (specify) คือ การจำหน่ายรูปแบบอื่น ๆ

5) With Approval คือ แพทย์อนุญาต

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วันดี ละอองทิพรส และคณะ [7] ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนชุดสายต่อเครื่องช่วยหายใจทุก 3 วัน กับ 7 วัน ต่ออัตราการเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจและค่าใช้จ่ายในหออภิบาลการหายใจอายุรกรรม โรงพยาบาลศิริราช พบว่า ผู้ป่วยที่เปลี่ยนชุดสายต่อเครื่องช่วยหายใจทุก 3 วันและ 7 วัน อัตราการเกิดปอดอักเสบ จากการใช้เครื่องช่วยหายใจเท่ากับ 17.38 และ 13.67 ครั้งต่อ 1,000 วันที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ ตามลำดับ ทดสอบทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน (p = 0.926 , Odde Ratio = 0.977 , 95% CI = 0.604 – 1.582) และจากแผนภูมิ U – control chart พบว่าอัตราการเกิดปอดอักเสบจากการใช้ เครื่องช่วยหายใจต่อเดือนของทั้งสองกลุ่มมีการกระจายอยู่ภายในเส้นของเขตควบคุมค่าสูงต่ำ และไม่มีรูปแบบผิดปกติจำเพาะ (special cause) นั่นคือไม่พบความเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับตัวแปรเพศ อายุ จำนวนวันนอน อัตราการเสียชีวิต ของผู้ป่วยในหออภิบาลการหายใจ อัตราการเสียชีวิตของผู้ป่วยภายใน 1 เดือน และอัตราการมีชีวิตเกิน 1 เดือน ภายหลังออกจาก หออภิบาลหารหายใจ ฯ ไม่พบความแตกต่างกันทั้งสองกลุ่ม และการเปลี่ยนชุดสายต่อเครื่องช่วยหายใจทุก 7 วัน ช่วยให้ประหยัด ค่าใช้จ่ายได้ 354,205.56 บาทต่อปี

สุทธิดา ทิฐิธรรมเจริญ และคณะ [8] ได้ศึกษาอุบัติการณ์และจำนวนวันนอนของผู้ป่วยเด็กที่มีการติดเชื้อเฉียบพลัน ของระบบทางเดินหายใจที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลชัยนาทนเรนทร พบว่า อุบัติการณ์ของผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อเฉียบพลัน ของระบบหายใจมีผู้ป่วยเด็กที่เข้ามารับบริการในหอผู้ป่วยพิเศษหลวงปู่ศุข 1 โรงพยาบาลชัยนาทนเรนทร จำนวน 523 ราย พบอุบัติการณ์การติดเชื้อเฉียบพลันของระบบหายใจจำนวน 285 ราย คิดเป็นอัตราอุบัติการณ์ร้อยละ 54.49 และพบว่า จำนวนวันนอ นของผู้ป่วยเด็กที่มีการติดเชื้อเฉียบพลันของระบบหายใจมีผู้ป่วยเด็กที่มีการติดเชื้อเฉียบพลันของระบบหายใจที่เข้า รับการรักษาในหอผู้ป่วยพิเศษหลวงปู่ศุข 1 โรงพยาบาลชัยนาทนเรนทร ในระหว่างวันที่ 1 ตุลาคม 2559 – 31 มีนาคม 2560 นอนนาน 1 ถึง 14 วัน ค่ามัธยฐานและค่าเฉลี่ยจำนวนวันนอน เท่ากับ 4 วัน และ 3.87 วัน ตามลำดับจากค่าต่ำสุดและสูงสุดของ จำนวนวันนอนในแต่ละโรค

วิธีดำเนินงานวิจัย:

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร คือ ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลสันป่าตองทุกรายที่ถูกวินิจฉัยว่าเป็นโรคปอดบวม

2. ขอบเขตด้านตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลสันป่าตองที่ถูกวินิจฉัยว่าเป็นโรคปอดปวม ปีงบประมาณ 2562 (1 ตุลาคม 2561 ถึง 30 กันยายน 2562) จำนวน 556 ราย

ตัวแปรที่ศึกษา

1. **ตัวแปรอิสระ ได้แก่ เพศ อายุ จำนวนวันนอน สิทธิการรักษาพยาบาล และสถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วย**

- กลุ่มอายุ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ อายุไม่เกิน 1 ปี, อายุ 2 - 5 ปี, อายุ 6 - 65 ปี และอายุตั้งแต่ 66 ปีขึ้นไป
- กลุ่มจำนวนวันนอน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ไม่เกิน 3 วัน, 4 - 5 วัน และตั้งแต่ 6 วันขึ้นไป
- กลุ่มสิทธิการรักษาพยาบาล แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สิทธิสวัสดิการรักษาพยาบาลของข้าราชการ,
- กลุ่มสิทธิหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า และสิทธิอื่นๆ
- กลุ่มสถานะการจำหน่าย แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ แพทย์อนุญาตให้กลับบ้าน และสถานะการจำหน่ายแบบอื่น ๆ

2. **ตัวแปรตาม คือ ค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม**

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล:

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานฝ่ายสารสนเทศทางการแพทย์ โรงพยาบาลสันป่าตอง ปีงบประมาณ 2562 (1 ตุลาคม 2561 ถึง 30 กันยายน 2562) โดยใช้โปรแกรม HOSxP ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล:

1. สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย โรคปอดบวม

2. เปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม จำแนกตาม เพศ อายุ จำนวนวันนอน สิทธิการรักษาพยาบาล และสถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วย โดยใช้สถิติการทดสอบแมนน์ – วิทนีย์ และการทดสอบของครัสคาลและวัลลิส

3. ทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม โดยใช้สถิติการทดสอบไคกำลังสอง ได้แก่ เพศ อายุ จำนวนวันนอน สิทธิการรักษาพยาบาล และสถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วย

ผลการวิจัย:

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ในปีงบประมาณ 2562 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยในที่เป็นผู้ป่วยโรคปอดบวม จำนวน 556 ราย สามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของขนาดตัวอย่าง

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปของขนาดตัวอย่างผู้ป่วยโรคปอดปวม แสดงดังในตารางที่ 1 พบว่า จากผู้ป่วยทั้งหมด 556 ราย ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 56.30 โดยมีอายุไม่เกิน 1 ปี และอายุ 66 ปี ขึ้นไป จำนวนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 25.70 จำนวนวันที่เข้ารักษาในโรงพยาบาลส่วนใหญ่ไม่เกิน 3 วัน คิดเป็นร้อยละ 51.60 โดยส่วนมากรักษาพยาบาลโดยใช้สิทธิหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า คิดเป็นร้อยละ 69.80 และส่วนมากแพทย์อนุญาตให้กลับบ้าน คิดเป็นร้อยละ 93.30

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยโรคปอดปวม

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	313	56.30
หญิง	243	43.70
รวม	**556**	**100.00**
อายุ		
ไม่เกิน 1 ปี	143	25.70
2 - 5 ปี	139	25.00
6 - 65 ปี	131	23.60
66 ปีขึ้นไป	143	25.70
รวม	**556**	**100.00**
จำนวนวันนอน		
ไม่เกิน 3 วัน	287	51.60
4 - 5 วัน	152	27.30
6 วันขึ้นไป	117	21.00
รวม	**556**	**100.00**

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
สิทธิการรักษาพยาบาล		
สิทธิสวัสดิการรักษาพยาบาลของข้าราชการ	86	15.50
สิทธิหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า	388	69.80
อื่นๆ	82	14.70
รวม	**556**	**100.00**
สถานะการจำหน่าย		
With Approval	519	93.30
อื่น ๆ	37	6.70
รวม	**556**	**100.00**

ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดตัวอย่าง แสดงดังในตารางที่ 2 เมื่อจำแนกตามอายุ จำนวนวันนอน และค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม พบว่า ผู้ป่วยโรคปอดบวมมีอายุเฉลี่ย 32.47 หรือ 32 ปี จำนวนวันที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเฉลี่ย 4.18 หรือ 4 วัน และมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 7,533.69 หรือจำนวน 7,534 บาท

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ป่วยโรคปอดบวม

ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย	SD
อายุ	32.47	34.912
จำนวนวันนอน	4.18	2.432
ค่าใช้จ่ายในการรักษา	7,533.69	6,240.314

ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของมัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ จำแนกตามเพศ ด้วยวิธีแมนน์ – วิทนีย์ ยู ปรากฏผลดังตารางที่ 3 พบว่า มัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วย โรคปอดบวมทั้งเพศชาย และเพศหญิงไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 มัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม จำแนกตามเพศ

เพศ	n	Mean Rank	Mann-Whitney U	P - value
ชาย	313	276.47	37,395.500	0.736
หญิง	243	281.11		

ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของมัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ จำแนกตามสถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วย ด้วยวิธีแมนน์ – วิทนีย์ ยู ปรากฏผลดังตารางที่ 4 พบว่า มัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมที่จำหน่ายโดยแพทย์อนุญาตและการจำหน่ายออกของผู้ป่วยแบบอื่น ๆ พบว่า มีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4 มัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม จำแนกตามสถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วย

สถานะการจำหน่าย	n	Mean Rank	Mann-Whitney U	P - value
แพทย์อนุญาต	519	273.90	7,214.500	0.011
อื่น ๆ	37	343.01		

ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของมัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ จำแนกตามอายุ ด้วยวิธีครัสคาล และวัลลิส (Kruskal-Wallis Test) ปรากฏผลดังตารางที่ 5 พบว่า มัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 5 มัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม จำแนกตามอายุ

อายุ	n	SD	Mean Rank	Kruskal-Wallis H	P - value
ไม่เกิน 1 ปี	143	0.490	192.64	192.33	0.000
2 - 5 ปี	139	0.931	182.36		
6 – 65 ปี	131	18.769	342.13		
66 ปีขึ้นไป	143	8.599	399.52		

ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของมัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ จำแนกตามจำนวนวันนอน ด้วยวิธีครัสคาล และวัลลิส (Kruskal-Wallis Test) ปรากฏผลดังตารางที่ 6 พบว่า มัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมแตกต่างกันในแต่ละช่วงจำนวนวันนอน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 6 มัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม จำแนกตามจำนวนวันนอน

จำนวนวันนอน	n	SD	Mean Rank	Kruskal-Wallis H	P - value
ไม่เกิน 3 วัน	287	0.652	173.52	306.202	0.000
4 – 5 วัน	152	0.498	328.02		
6 วันขึ้นไป	117	2.494	471.68		

ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของมัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ จำแนกตามสิทธิการรักษาพยาบาล ด้วยวิธีครัสคาล และวัลลิส (Kruskal-Wallis Test) ปรากฏผลดังตารางที่ 7 พบว่า มัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมแตกต่างกันตามสิทธิการรักษาพยาบาล ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 7 มัธยฐานของค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม จำแนกตามสิทธิการรักษาพยาบาล

สิทธิการรักษาพยาบาล	n	Mean Rank	Kruskal-Wallis H	P - value
สิทธิข้าราชการ	86	344.39	32.639	0.000
สิทธิหลักประกันสุขภาพถ้วนหน้า	388	279.87		
สิทธิอื่น ๆ	82	202.93		

ผลการทดสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ปัจจัยเพศไม่มีผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม (P-value = 0.337) ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวม ได้แก่ อายุ จำนวน วันนอน สิทธิการรักษาพยาบาล และสถานะการจำหน่ายออกของผู้ป่วย (P-value = 0.000)

อภิปรายผลการวิจัย:

จากการศึกษา ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้ป่วยโรคปอดบวมของโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เพศไม่มีผลต่อค่าใช้จ่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย วันดี ละอองทิพรส และคณะ [7] ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลของการเปลี่ยนชุดสายต่อเครื่องช่วยหายใจทุก 3 วัน กับ 7 วันต่อค่าใช้จ่ายในหออภิบาลการหายใจอายุรกรรม โรงพยาบาล ศิริราช พบว่า สำหรับตัวแปรเพศ อายุ จำนวนวันนอน ไม่พบความแตกต่างกันทั้งสองกลุ่ม

ผู้ป่วยโรคปอดบวมเข้ารับการรักษาพยาบาลเฉลี่ยประมาณ 4 วัน สอดคล้องกับงานวิจัย สุทธิดา ทิฐิธรรมเจริญ และคณะ [8] ได้ศึกษาจำนวนวันนอนของผู้ป่วยเด็กที่มีการติดเชื้อเฉียบพลันของระบบหายใจมีผู้ป่วยเด็กที่มีการติดเชื้อเฉียบพลัน ของระบบหายใจ นอนนาน 1 ถึง 14 วัน ค่ามัธยฐานและค่าเฉลี่ยจำนวนวันนอน เท่ากับ 4 วัน และ 3.87 วัน ตามลำดับ

นอกจากนี้ พบว่า เป็นผู้ป่วยโรคปอดบวมส่วนใหญ่มักจะมีอายุไม่เกิน 1 ปี และมีอายุ 66 ปี ขึ้นไป สอดคล้องกับข้อมูลโรงพยาบาลบำรุงราษฎร์ [9] กล่าวว่า โรคปอดอักเสบสามารถเกิดได้กับคนทุกเพศทุกวัย แต่ในกรณีของปอดอักเสบจากการติดเชื้อมักพบบ่อยในเด็กเล็กอายุต่ำกว่า 9 ขวบ และผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป

ดังนั้นผลการศึกษาสรุปได้ว่าการที่ผู้ป่วยโรคปอดบวมเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเป็นเวลานาน ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้น จึงให้มีการบริหารจัดการกับผู้ป่วยโรคปอดบวมไม่ให้มีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น ควรลดจำนวนวันนอนของผู้ป่วยให้น้อยลง และลดในเรื่องของค่าใช้จ่ายเครื่องมือทางการแพทย์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการรักษา รวมถึงค่ายาปฏิชีวนะต่าง ๆ ให้น้อยลง เพื่อจะนำสิ่งเหล่านี้ไปปรับปรุงวางแผนด้านการจัดสรรงบประมาณ และการบริหารทรัพยากรให้เพียงพอต่อผู้ป่วยโรคปอดบวมที่มารับบริการในโรงพยาบาลสันป่าตอง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย:

1. การศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการพิจารณาถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่ยังไม่ได้นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เช่น โรคแทรกซ้อนของผู้ป่วยโรคปอดบวม ระดับความรุนแรงของโรคปอดบวม

2. ขยายขอบเขตด้านประชากรของผู้ป่วยโรคปอดบวมให้กว้างขึ้น เพื่อที่จะได้ทราบถึงตัวแปรที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น และเพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการของโรงพยาบาลให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายสารสนเทศทางการแพทย์ โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัย ได้นำไปพัฒนาให้เกิดองค์ความรู้ใหม่

เอกสารอ้างอิง:

[1] World Health Organization. (2003). World Health Report. Switzerland: WHO Publication.

[2] World Health Organization. (1998). Fifty facts from the World Health Report 1998. Retrieved November 20, 2006, from http:/www.who.int/whr/1998/factsheet.html.

[3] UNICEF. (1993). Control of ARI from UNICEF Perspective. USA: Oxford University Press.

[4] วิชัย ขัตติยวิทยากุล และคณะ. สาเหตุการเกิดโรคปอดอักเสบชนิดรุนแรงในชุมชนในผู้ใหญ่บริเวณพื้นที่ที่มีการระบาดซ้ำ ซากของโรคไข้หวัดนกในสัตว์ปีกจังหวัดอุตรดิตถ์ พ.ศ.2551. วารสารวิชาการสาธารณสุข 2554; 20(3): 397- 404.

[5] คณะกรรมการเวชระเบียนโรงพยาบาลสมิติเวช. (2551). รวบรวมข้อมูลการรายงานสถิติผู้ป่วย ปี 2551 (อัดสำเนา). กรุงเทพฯ**:** โรงพยาบาลสมิติเวช.

[6] โรงพยาบาลสันป่าตอง. (2562). ข้อมูลฝ่ายสารสนเทศทางการแพทย์โรงพยาบาลสันป่าตอง**.**

[7] วันดี ละอองทิพรส และคณะ. (2553). เปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนชุดสายต่อเครื่องช่วยหายใจทุก 3 วันกับ 7 วัน ต่ออัตราการเกิดปอดอักเสบจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ และค่าใช้จ่ายในหออภิบาลการหายใจอายุรกรรม โรงพยาบาล ศิริราช. งานการพยาบาลอายุรศาสตร์และจิตเวชศาสตร์ ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลศิริราช

[8] สุทธิดา ทิฐิธรรมเจริญ และคณะ. (2560). อุบัติการณ์และจำนวนวันนอนของผู้ป่วยเด็กที่มีการติดเชื้อเฉียบพลันของระบบทางเดินหายใจที่เข้ารับบริการที่โรงพยาบาลชัยนาทนเรนทร. พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ โรงพยาบาลชัยนาทนเรนทร

[9] โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์. โรคปอดอักเสบ [ระบบออนไลน์]. 2563. สืบค้นจาก : https://www.bumrungrad.com/th/conditions/pneumonitis

ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่

FORECASTING MODEL FOR THE NUMBER OF INDIAN TOURIST ARRIVALS TO CHIANG MAI

ธันยพร จากภัย*, ปรารถนา มินเสน

Thanyaphon Chakphai*, Pradthana Minsan

ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ธันยพร จากภัย อีเมล: thanyaphon099@gmail.com

บทคัดย่อ:

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาและเปรียบเทียบรูปแบบสมการในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ โดยการวิเคราะห์อนุกรมเวลาระหว่างวิธีอนุกรมแบบแยกส่วน วิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความแปรผันตามฤดูกาลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล และวิธีบอกซ์ – เจนกินส์ โดยพิจารณาจากค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ที่ให้ค่าน้อยที่สุดเป็นรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากสำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ. ศ. 2556 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2561 รวมระยะเวลา 72 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุดคือชุดแรกตั้งแต่เดือนมกราคมพ. ศ. 2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 รวมระยะเวลา 60 เดือน ใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างรูปแบบพยากรณ์ และชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ. ศ. 2561 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2561 รวมระยะเวลา 12 เดือน ใช้สำหรับการตรวจสอบผลของรูปแบบพยากรณ์แต่ละรูปแบบที่สร้างขึ้นจากข้อมูลชุดแรก จากการทดสอบพบว่าข้อมูลมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง และผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีพยากรณ์วิธีบอกซ์ – เจนกินส์ เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่มากที่สุด โดยให้ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) น้อยที่สุด

คำสำคัญ: การพยากรณ์, วิธีอนุกรมแบบแยกส่วน, วิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความแปรผันตามฤดูกาลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล, วิธีบอกซ์ – เจนกินส์

Abstract

This article aimed to study and compare the three forecasting methods which are Decomposition methods, Seasonal simple exponential smoothing and Box-Jenkin to forecasting

model for the number of Indian tourist arrivals to Chiang Mai. The evaluation criteria used to compare the accuracy of the forecasting model were based on root mean squared error (RMSE) take the minimum value to be the forecasting format optimal. Time series data were obtained from Chiang Mai Tourism and Sports Office during January 2013 to December 2018 of 6 years or 72 months, and divided into two datasets. The first 5 years or 60 months from January 2013 until December 2017 for analysis in order to create forecasting models. The last 1 year or 12 months from January until December 2018 for checking the results of each forecasting model created from the first set of data. The study found that the data have seasonality, it is found that the above mentioned data have the influence of seasons, From the analysis and comparison of the 3 Forecasting method, It was found that the forecasting method of Box-Jenkins is the most appropriate for forecasting model for forecasting the number of Indian tourist arrivals to Chiang Mai due to the lowest of Root Mean Square Error (RMSE) was obtained.

Keywords: forecasting, Decomposition methods, Seasonal simple exponential smoothing and Box-Jenkin

บทนำ:

ประเทศไทยเป็นประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (South East Asia) ภูมิประเทศของประเทศไทยมีลักษณะที่แตกต่างกัน จึงทำให้ประเทศไทย มีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้น อีกทั้งด้วยความหลากหลายและความแตกต่างกันของภูมิประเทศ ทำให้ประเทศไทยมีสถานที่ท่องเที่ยวที่หลากหลาย ในแต่ละปีประเทศไทยมีปริมาณนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่มาท่องเที่ยวประเทศไทยเป็นจำนวนมาก มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับ เจตคติและความประทับใจของนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่มาท่องเที่ยวประเทศไทยพบว่า สาเหตุสำคัญที่ทำให้นักท่องเที่ยวชาวต่างชาติสนใจเดินทางเข้ามาท่องเที่ยวประเทศไทยคือ มีแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติที่เป็นทะเลซึ่งมีชายหาดที่สวยงาม และการมีอาหารไทยที่มีรสชาติดี [1] สำหรับปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้นักท่องเที่ยวตัดสินใจเดินทางมาท่องเที่ยวประเทศไทย คือ ปัจจัยด้านภาพลักษณ์ของสถานที่ท่องเที่ยวและค่าใช้จ่าย [2]

การแสวงหาตลาดนักท่องเที่ยวกลุ่มใหม่นอกเหนือจากนักท่องเที่ยวจีน จะเพิ่มการกระจายตัวของนักท่องเที่ยวต่างชาติของไทย ซึ่งช่วยลดความผันผวนของรายได้จากการท่องเที่ยวในกรณีเกิดเหตุการณ์ซึ่งกระทบต่อนักท่องเที่ยวจีนในอนาคต ทั้งนี้ นักท่องเที่ยวอินเดียอาจเป็นหนึ่งในคำตอบของนักท่องเที่ยวที่มีศักยภาพของไทย จากการที่อินเดียมีการเติบโตทางเศรษฐกิจสูง นักท่องเที่ยวอินเดียที่ไปเที่ยวต่างประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และคาดว่าประชากรที่มีรายได้ปานกลางจะเติบโตเฉลี่ยถึง 7.4% ต่อปี เมื่อพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ทั้งการเติบโตทางเศรษฐกิจ จำนวนประชากร หรือแม้แต่การเติบโตของจำนวนประชากรที่มีรายได้ปานกลางแล้ว อินเดียเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นหนึ่งในประเทศที่มีการเติบโตทางเศรษฐกิจสูงที่สุดในโลก และจะยังคงสูงต่อเนื่องในช่วง 5 ปีถัดไป นอกจากนี้ อินเดียมีประชากรมากเป็นอันดับ 2 ของโลก [3]

จังหวัดเชียงใหม่ คือ จังหวัดที่ติดอันดับต้นๆ ในเรื่องของสถานที่ท่องเที่ยวที่เยอะที่สุดในเมืองไทย ไม่ว่าจะเป็นทางธรรมชาติ ได้แก่ น้ำตก ภูเขา แม่น้ำ อุทยาน หรือในด้านประเพณี วัฒนธรรม ที่มีเทศกาล เกือบตลอดทั้งปี ตั้งแต่ปีใหม่ สงกรานต์ ลอยกระทง รวมทั้งวัดวาอาราม โบราณสถาน ถนนคนเดิน นอกจากจังหวัดเชียงใหม่จะเป็นเมืองที่ขึ้นชื่อในเรื่องของการท่องเที่ยวแล้ว เชียงใหม่ยังเป็นเมืองที่มี อาหารอร่อยๆ ให้เลือกทานที่หลากหลาย รวมทั้งความสะดวกสบายในการเดินทาง และนโยบายการกระตุ้น การท่องเที่ยวของภาครัฐ เป็นต้น รวมทั้งจังหวัดเชียงใหม่ได้ดำเนินการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงรุกในด้านต่าง ๆ จึงทำให้จังหวัดเชียงใหม่มีจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้นและทำให้มีรายได้จากการท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นด้วย [4]

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นข้อมูลในอดีตมาสร้างรูปแบบในการพยากรณ์ด้วยวิธีทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ 2556 ถึง ธันวาคม พ.ศ 2561 ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วน วิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ โดยใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบ คือ ค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ให้ค่าน้อยที่สุดเป็นรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม อีกทั้งรูปแบบสมการและผลการพยากรณ์ที่ได้ สามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับวิเคราะห์ เพื่อประกอบการตัดสินใจในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้

วิธีการดำเนินการวิจัย:

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษา ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลไว้แล้วโดยสำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ 2556 ถึง ธันวาคม พ.ศ 2561 ที่มีการเก็บข้อมูลโดยนับเป็นรายเดือน ทั้งหมด 72 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 คือ ข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ 2556 ถึง ธันวาคม พ.ศ 2560 รวมระยะเวลา 5 ปี หรือ 60 เดือน ใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างรูปแบบสมการพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วน วิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ข้อมูลชุดที่ 2 ข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ 2561 ถึง ธันวาคม พ.ศ 2561 รวมระยะเวลา 1 ปี หรือ 12 เดือน ใช้สำหรับการตรวจสอบผลของรูปแบบการพยากรณ์แต่ละรูปแบบที่สร้างขึ้นจากข้อมูลชุดที่ 1 โดยใช้เกณฑ์ค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ที่ให้ค่าน้อยที่สุดเป็นรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม

1.การศึกษาความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

นำข้อมูลของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ มาตรวจสอบรูปแบบลักษณะการเคลื่อนไหว โดยพิจารณาจากกราฟแสดงการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา ว่าอนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวในลักษณะใด

2.การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

2.1 วิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วน

เป็นวิธีพยากรณ์อนุกรมเวลาที่ถือว่าการเปลี่ยนแปลงของอนุกรมเวลาใด ๆอาจขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากอิทธิพลของแนวโน้ม (Trend) ฤดูกาล (Seasonal) วัฏจักร (Cyctical) หรือการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติ (Irregular) [5] ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ตัวแบบเชิงคูณสำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เดินทางมาในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งตัวแบบเป็นดังนี้

$$Y = T \times C \times S \times I \quad (1)$$

โดย Y คือ ค่าพยากรณ์

T คือ แนวโน้ม (Trend)

C คือ วัฏจักร (Cyclical Effects)

S คือ อิทธิพลของฤดูกาล (Seasonal Effects)

I คือ เหตุการณ์ผิดปกติ (Irregular Variation)

2.2 วิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

เป็นวิธีการสร้างสมการ สำหรับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากมีความผันแปรตามฤดูกาล สำหรับวิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ให้ค่าปรับให้เรียบ 2 ค่า ได้แก่ α และ δ ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ตัวแบบฤดูกาลแบบคูณ เป็นตัวแบบที่พัฒนาขึ้นสำหรับอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลเป็นส่วนประกอบ โดยการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลในอนุกรมเวลามีการเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของอนุกรมเวลาเป็นสัดส่วนกับระดับของอนุกรม กล่าวคือ ถ้าระดับของอนุกรมเพิ่มขึ้นขนาดของการแกว่งของฤดูกาลจะเพิ่มขึ้นด้วย หรือในกรณีที่ระดับของอนุกรมลดลงการแกว่งของฤดูกาลก็จะลดลงด้วย สำหรับตัวแบบการคูณที่มีความผันแปรตามฤดูกาล สร้างสมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = E_t \times \hat{S}_{t+m} \quad (2)$$

โดยที่ ค่า E_t คือ ระดับค่าข้อมูลหรือส่วนที่เป็นการทำให้เรียบ

$$E_t = \frac{\alpha Y_t}{\hat{S}_{t-p}} + (1 - \alpha)E_{t-1} \quad (3)$$

ค่า $\hat{S}_t$ คือ ส่วนที่เป็นฤดูกาล

$$\hat{S}_t = \frac{\delta Y_t}{\hat{E}_t} + (1 - \delta)\hat{S}_{t-p} \quad (4)$$

เมื่อ m คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์

p คือ จำนวนฤดูกาล

2..3 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบอกซ์ – เจนกินส์

การพยากรณ์อนุกรมเวลาแบบบอกซ์ - เจนกินส์ เป็นวิธีการพยากรณ์ค่าในอนาคตที่พัฒนาโดยนักสถิติ George E.P. Box และ GwilymM.Jenkins ซึ่งกำหนดรูปแบบ ARIMA เป็นรูปแบบที่อธิบายลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่สังเกตมีสหสัมพันธ์กันแบบออโต้ และมีคุณสมบัติคงที่ แม้ว่าอนุกรมเวลาที่เก็บรวบรวมทั่วไปจะมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้ม และ/หรือ ฤดูกาล ซึ่งเป็นลักษณะของอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติไม่คงที่ แต่สามารถใช้รูปแบบ ARIMA กับอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติไม่คงที่ โดยแปลงอนุกรมเวลาที่มีคุณสมบัติไม่คงที่ให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่มีคุณสมบัติคงที่ แล้วจึงกำหนดรูปแบบ ARIMA โดยการวิเคราะห์ข้อมูล ต้องใช้อนุกรมเวลาขนาดใหญ่ ซึ่งควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 30 ค่า เพื่อให้ผลที่ได้จากการคำนวณมีความน่าเชื่อถือ [2] ขั้นตอนของวิธีพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์ ได้แก่

1. พิจารณาจากคอเรลโลแกรมของกราฟ ACF (Autocorrelation Function : r_K) และคอเรลโลแกรมของกราฟ PACF (Partial Autocorrelation Function : r_{KK}) เพื่อตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะเป็นสเตชันนารีหรือไม่

2. ถ้าข้อมูลไม่เป็นสเตชันนารีจะต้องทำข้อมูลให้เป็นสเตชันนารีก่อน ถ้าอนุกรมเวลาเดิม (Y_t) เป็นอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาล จะทำการแปลงอนุกรมเวลาเดิมให้เป็นอนุกรมเวลาใหม่ที่มีคุณสมบัติคงที่ (Z_t) โดยการหาผลต่างฤดูกาลทำได้จาก

$$Z_t = \nabla_L^D Y_t \qquad (5)$$

โดยที่ Z_t คือ ผลต่างแนวโน้ม และผลต่างฤดูกาล

D คือ ลำดับของการหาผลต่างฤดูกาล

L คือ จำนวนฤดูกาล

3. กำหนดตัวแบบที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองในบางส่วน และเปรียบเทียบค่า RMSE ที่น้อยที่สุด โดยใช้รูปแบบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาล รูปแบบ SARIMA (P, D, Q) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้อนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาล สัญลักษณ์ที่ใช้กับรูปแบบนี้ คือ SARIMA $(P, D, Q)_L$ สามารถเขียนในรูปของ Backward Operator ได้ดังนี้

$$(1 - B^L)^D(1 - \phi_1 B^L - \phi_2 B^{2L} - \ldots - \phi_p B^{pL})Y_t = \theta_0 + (1 - \theta_1 B^L - \theta_2 B^{2L} - \ldots - \theta_q B^{qL})\varepsilon_t \qquad (6)$$

4. ประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares Method)

5. ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบจากกราฟ SACF และ SPACF ของส่วนตกค้าง (Residuals) โดยทดสอบวิธีของบ๊อกซ์และเพียซ (Box-Pierce Test)

3. เกณฑ์การเปรียบเทียบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์

เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี โดยพิจารณาจากรากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{n} \quad (7)$$

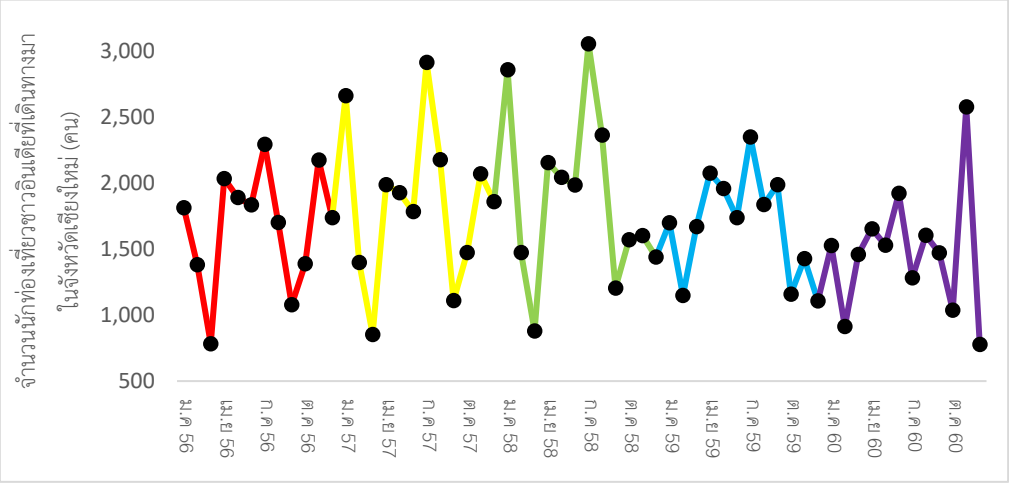
$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (8)$$

เมื่อ e_i = ค่าจริงของอนุกรมเวลาที่ i – ค่าพยากรณ์ของข้อมูลอนุกรมเวลาที่ i ; i = 1,2,3,..,n

ผลการวิจัย :

1. ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูล

จากรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่าข้อมูลมีลักษณะเคลื่อนไหวของความผันแปรของฤดูกาล ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นซ้ำ ๆ กันในช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละปี แต่ข้อมูลไม่มีลักษณะเคลื่อนไหวของแนวโน้มอย่างเห็นได้ชัดเจน และการทดสอบแนวโน้ม โดยวิธีการทดสอบสหสัมพันธ์ของ Daniels พบว่า ข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ยังไม่มีแนวโน้มและการทดสอบความผันแปรตามฤดูกาล โดยวิธีการทดสอบของ Kruskal – Wallis พบว่า ข้อมูลอนุกรมเวลามีส่วนประกอบความผันแปรตามฤดูกาล ดังนั้นข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เดินทางมาในจังหวัดเชียงใหม่ไม่มีแนวโน้ม แต่มีส่วนประกอบความผันแปรตามฤดูกาล



รูปที่ 1 กราฟแสดงลักษณะการเคลื่อนไหวอนุกรมเวลา

2. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน

จากการทดสอบ จะเห็นว่า ไม่มีแนวโน้มแต่มีอิทธิพลของฤดูกาลอย่างเด่นชัด โดยไม่ ปรากฏวัฏจักรที่ชัดเจน เนื่องจากการเคลื่อนไหวใน 1 รอบวัฏจักรจำเป็นต้องใช้ข้อมูล และระยะเวลาที่มากเพียงพอ แต่จากข้อมูลและระยะเวลาที่ นำมาใช้ในการพยากรณ์นั้นเป็นข้อมูลระยะเวลาที่น้อยเกินไป ไม่เพียงพอต่อการศึกษาถึงการเคลื่อนไหวตามวัฏจักร นอกจากนี้ค่าเคลื่อนไหวผิดปกติ (I) เป็นอีกค่าที่ไม่สามารถคาดการณ์ถึงเหตุการณ์ในอนาคตได้จึงไม่สามารถนำมาใช้ ในการพยากรณ์ได้

สมการที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y} = \overline{Y} \times \hat{S}$$
$$\hat{Y} = 1{,}713.30 \times \hat{S} \quad (9)$$

$\hat{Y}$ คือ ค่าพยากรณ์

$\hat{S}$ คือ ค่าประมาณความผันแปรของฤดูกาล หรือค่าดัชนีฤดูกาล รายละเอียดดังตารางที่ 1 ซึ่งอธิบายได้ว่า ในเดือนมกราคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม และพฤศจิกายน ทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่สูงกว่าเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม กันยายน ตุลาคม และธันวาคม

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีฤดูกาล จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560

เดือน	ค่าดัชนีฤดูกาล (%)	เดือน	ค่าดัชนีฤดูกาล (%)
มกราคม	125.27	กรกฎาคม	147.20
กุมภาพันธ์	72.55	กันยายน	115.38
มีนาคม	73.87	สิงหาคม	66.17
เมษายน	115.36	ตุลาคม	80.21
พฤษภาคม	108.17	พฤศจิกายน	101.28
มิถุนายน	104.37	ธันวาคม	90.17

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

ผลการวิเคราะห์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เดินทางมาในจังหวัดเชียงใหม่จากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล วิเคราะห์โดยใช้รูปแบบการคูณและกำหนด α และ δ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยเลือกค่า α และ δ ที่ให้ได้ RMSE น้อยที่สุด ซึ่งค่าที่ได้ คือ α = 0.100 และ $\delta = 5.065 \times 10^{-5}$

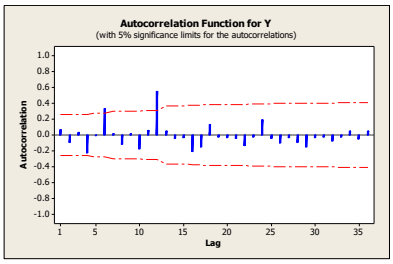
ได้สมการพยากรณ์ คือ

$$\hat{Y}_{t+m} = \left(\frac{0.1Y_t}{\hat{S}_{t-12}} + 0.9E_{t-1} \right) \times \left(\frac{(5.065 \times 10^{-5})Y_{t+m}}{\hat{E}_{t+m}} + (0.99994935)\hat{S}_{t-12+m} \right) \qquad (10)$$

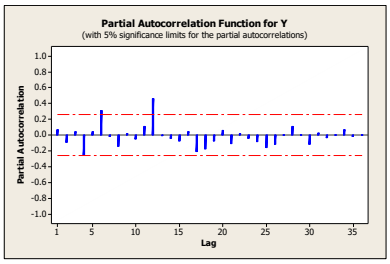
4. ผลการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

ขั้นตอนการใช้วิธีบอกซ์และเจนกินส์ มีดังนี้

4.1 พิจารณาว่าอนุกรมเวลามีสมบัติคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาจากคอเรลโลแกรมของกราฟ ACF (Autocorrelation Function : r_K) และคอเรลโลแกรมของกราฟ PACF (Partial Autocorrelation Function : r_{KK}) จากรูปที่ 2 (ก) และ (ข) จะเห็นได้ว่า ค่า r_K และ r_{KK} มีค่าค่อนข้างสูงที่ K = 12 นั่นแสดงว่าข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้มีความผันแปรตามฤดูกาล ดังนั้นข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้มีคุณสมบัติไม่คงที่ จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาชุดนี้ให้มีคุณสมบัติคงที่ก่อน โดยทำการแปลงอนุกรมเวลา (Y_t) จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง เพื่อกำจัดความผันแปรตามฤดูกาล แสดงดังรูปที่ 3 (ก) และ (ข) เห็นได้ว่าอนุกรมเวลาชุดใหม่มีสมบัติสเตชันนารี โดยค่า r_K และ r_{KK} มีค่าค่อนข้างลดลงที่ K = L ,2L ,3L เมื่อ L เป็นจำนวนฤดูกาล ภายหลังจากการแปลงข้อมูลโดยวิธีการหาผลต่างฤดูกาล

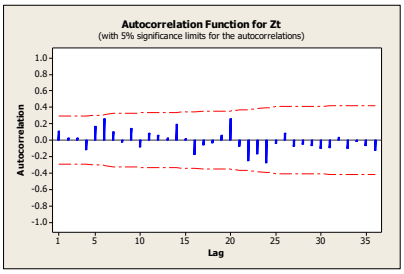


ก

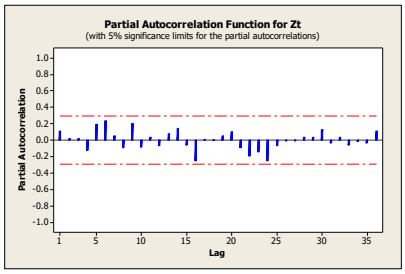


ข

รูปที่ 2 กราฟ ACF (ก) และ กราฟ PACF (ข) ของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เดินทางมาในจังหวัดเชียงใหม่



ก



ข

รูปที่ 3 กราฟ ACF (ก) กราฟ PACF (ข) ของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เดินทางมาในจังหวัดเชียงใหม่ที่กำจัดความผันแปรตามฤดูกาล

4.2 การกำหนดรูปแบบ โดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ที่ได้จากรูปที่ 3 กราฟ ACF (ก) กราฟ PACF (ข) นำไปใช้ในการหาตัวแบบ SARIMA(P,D,Q) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบสำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เดินทางมาในจังหวัดเชียงใหม่ ของวิธีบอกซ์และเจนกินส์ โดยใช้เกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) น้อยที่สุด จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย(RMSE) น้อยที่สุดจะได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ SARIMA$(2,1,1)_{12}$

สมการที่ได้คือ

$$Y = \theta_0 + Y_{t-12} + \phi_1 Y_{t-12} - \phi_1 Y_{t-12} + \phi_2 Y_{t-24} - \phi_2 Y_{t-36} - \theta_1 \varepsilon_{t-12} + \varepsilon_t \quad (11)$$

ตารางที่ 2 ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) สำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เดินทางมาในจังหวัดเชียงใหม่

รูปแบบ	RMSE
SARIMA$(0,1,0)_{12}$	440.41
SARIMA$(1,1,0)_{12}$	444.03
SARIMA$(0,1,1)_{12}$	441.30
SARIMA$(1,1,1)_{12}$	437.68
SARIMA$(2,1,1)_{12}$	387.49
SARIMA$(1,1,2)_{12}$	406.26

4.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จากสมการที่ (11) เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ และจากตารางที่ 3 รูปแบบ SARIMA$(2,1,1)_{12}$ พบว่าค่าพารามิเตอร์ SAR12 : ϕ_1 , SMA12 : θ_1 และค่าคงที่ (θ_0) พารามิเตอร์ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จึงสามารถตัดออกจากรูปแบบพยากรณ์ได้ ดังนั้น ค่าพารามิเตอร์สำหรับรูปแบบ SARIMA$(2,1,1)_{12}$ เหมาะสมแล้ว

ดังนั้นสมการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = Y_{t-12} - \phi_2 Y_{t-24} + \phi_2 Y_{t-36} + \varepsilon_t \quad (12)$$

ตารางที่ 3 ค่าประมาณของพารามิเตอร์รูปแบบ SARIMA$(2,1,1)_{12}$

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	SE	ค่าสถิติ t	Sig.
SAR12 : ϕ_1	0.534	0.746	0.715	0.478
SAR24 : ϕ_2	-0.571	0.275	-2.075	0.044
SMA12 : θ_1	0.991	77.370	0.013	0.990
Constant :θ_0	-43.606	41.110	-1.061	0.295

4.4 การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ การพิจารณารูปแบบ SARIMA$(2,1,1)_{12}$ ว่าเป็นรูปแบบที่เหมาะสมหรือไม่ โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสมพันธ์ในตนเอง (ACF) ของค่าความคลาดเคลื่อน และค่าสถิติ

Box-Ljung ในตารางที่ 4 พบว่า r_K และ r_{KK} ตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทุกค่า lag ดังนั้น ค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน หรือรูปแบบ SARIMA$(2,1,1)_{12}$ มีเหมาะสมแล้ว

การพยากรณ์ในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เดินทางมาในจังหวัดเชียงใหม่ คือ รูปแบบ SARIMA$(2,1,1)_{12}$ มีสมการพยากรณ์ คือ

$$Y_t = Y_{t-12} - 0.571Y_{t-24} + 0.571Y_{t-36} + \varepsilon_t \quad (13)$$

ตารางที่ 4 ค่าสถิติ Box-Pierce(Ljung-Box)

Lag	Autocorrelation	Std. Error	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig.
1	-.032	.140	.053	1	.817
2	.017	.138	.069	2	.966
3	-.045	.137	.178	3	.981
4	-.130	.135	1.095	4	.895
5	.175	.134	2.810	5	.729
6	.205	.132	5.207	6	.518
7	.036	.131	5.281	7	.626
8	-.049	.129	5.426	8	.711
9	.106	.127	6.113	9	.729
10	-.038	.126	6.203	10	.798
11	.073	.124	6.554	11	.834
12	.015	.122	6.568	12	.885
13	.008	.121	6.572	13	.923
14	.150	.119	8.150	14	.881
15	.037	.117	8.248	15	.913
16	-.186	.115	10.843	16	.819
17	-.005	.114	10.845	17	.864
18	-.046	.112	11.016	18	.894
19	.074	.110	11.473	19	.907
20	.293	.108	18.814	20	.534
21	-.110	.106	19.887	21	.528
22	-.187	.104	23.109	22	.396
23	-.150	.102	25.256	23	.337
24	-.186	.100	28.726	24	.231

5. ผลการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์

การเปรียบเทียบค่า MSE และ RMSE ที่น้อยที่สุดของวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี จากตารางที่ 5 พบว่า การพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอกซ์-เจนกินส์ มีค่า RMSE น้อยที่สุด คือ 296.80 คนหรือประมาณ 297 คน รองลงมาคือ การพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล 387.73 หรือประมาณ 388 คน และสุดท้ายการพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วน 495.90 หรือประมาณ 496 คน ตามลำดับ ซึ่งค่า RMSE การพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอกซ์-เจนกินส์ น้อยกว่าการพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล 90.93 คน และการพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบแยกส่วน 199.10 คน ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เดินทางมาในจังหวัดเชียงใหม่โดยวิธีต่าง ๆ

เกณฑ์การเปรียบเทียบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์	**จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เดินทางมาในจังหวัดเชียงใหม่จากการพยากรณ์โดยวิธี**		
	แยกส่วน	**เอ็กซ์โปเนนเชียล**	**บอกซ์-เจนกินส์**
MSE	245,913.02	150,332.56	88,091.99
RMSE	495.90	387.73	296.80

สรุปผลการวิจัย :

โดยปกติการเดินทางท่องเที่ยวมักมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง อันเป็นผลมาจากการเดินทางท่องเที่ยวตามฤดูกาลของนักท่องเที่ยว สำหรับในการศึกษาตัวแบบสำหรับการพยากรณ์นักท่องเที่ยวชาวอินเดีย ได้แสดงให้เห็นว่าการเดินทางมาเยือนในจังหวัดเชียงใหม่ของนักท่องเที่ยวชาวอินเดียมีอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งอิทธิพลของฤดูกาลเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา ทั้งนี้จากผลการศึกษาที่พบว่า การพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอกซ์-เจนกินส์ เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เดินทางมาในจังหวัดเชียงใหม่มากที่สุด และผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่มาท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่ ในเดือนพฤศจิกายนมากที่สุด ดังนั้นทางจังหวัดเชียงใหม่ ควรมีการเตรียมความพร้อมรับมือกับจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดีย ที่คาดว่าจะเดินทางเข้ามาในอนาคต ซึ่งนอกเหนือจากการจัดสิ่งสรรทรัพยากร และสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว อาจมีการสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างจังหวัดเชียงใหม่กับนักท่องเที่ยวชาวอินเดียในเรื่องของวัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมต่าง ๆ เพื่อให้การท่องเที่ยวในจังหวัดเชียงใหม่และชาวอินเดียเป็นไปอย่างราบรื่นมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ :

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับคำปรึกษาและข้อเสนอแนะ เป็นอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.ปรารถนา มินเสน ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง :

[1] บุษบา สุธีธร และภัสวลี นิติเกษตรสุนทร. (2541). **เจตคติและความประทับใจของชาวต่างประเทศที่ได้มาเยี่ยมประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแหงชาติ กระทรวงศึกษาธิการ.

[2] ณฤทัย กุลฑา. 2547. **ปัจจัยที่มีผลต่อการท่องเที่ยวภายในประเทศของประชาชน กรุงเทพมหานคร**. เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[3] สมประวิณ มันประเสริฐ. 2562. *นักท่องเที่ยวอินเดียกับโอกาสของภาคการท่องเที่ยวไทย*. สืบค้น 2 พฤษภาคม 2562,จาก https://www.krungsri.com/bank/th/plearn-plearn/indian-tourist-and-thailands-tourism-opportunity.html

[4] สำนักงานท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดเชียงใหม่. 2559. *วิเคราะห์และสรุปสถานการณ์การท่องเที่ยวจังหวัดเชียงใหม่*. สืบค้น 2 พฤษภาคม 2562,จาก http://164.115.25.139mischm2018 /analysis/5.2_Travel_analyze.pdf

[5] ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2549. **การพยากรณ์เชิงปริมาณ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัจจัยที่มีผลต่อการจำแนกกลุ่มจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยวของประเทศไทยด้วยการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม

FACTORS INFLUENCING CLASSIFICATIONS OF REGIONS WITH TOURISM REVENUE OF THAILAND USING DISCRIMINANT ANALYSIS

ปัณณทัต วลาสินธุ์, ธรรมรัฐ มิ่งพันธุ์* , ภูวิชญา อาดำ และ แสงดาว วงค์สาย
Pannatat Walasin, Thummarat Mingpant, Puvichaya Adam, and Sangdao Wongsai
หน่วยวิจัยด้านการเรียนรู้ข้อมูลแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ธรรมรัฐ มิ่งพันธุ์ อีเมล: thummarat.ming1234@gmail.com

บทคัดย่อ:

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่สามารถจำแนกกลุ่มรายจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยวในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2560 โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) วิธีแบบลำดับขั้นตอน (Stepwise Method) ข้อมูลรวบรวมจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ ตัวแปรตาม คือ กลุ่มจังหวัดตามรายได้การท่องเที่ยว และตัวแปรอิสระ 10 ตัว ได้แก่ จำนวนผู้เยี่ยมเยือนชาวไทย จำนวนผู้เยี่ยมเยือนชาวต่างชาติ ระยะเวลาพำนักโดยเฉลี่ยชาวไทย ระยะเวลาพำนักโดยเฉลี่ยชาวต่างชาติ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวชาวไทย ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ จำนวนห้องพัก อัตราการเข้าพัก จำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวไทย และจำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวต่างชาติ ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่สำคัญต่อการจำแนกกลุ่ม คือ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวชาวไทย จำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวไทย และจำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวต่างชาติ ผลการทดสอบความถูกต้องของสมการจำแนกกลุ่ม โดยใช้วิธีการตรวจสอบไขว้ (Cross-validation) แบบ Original มีความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 72.7 สมการการวิเคราะห์สามารถพยากรณ์การจำแนกกลุ่มที่มีรายได้น้อยกว่า 2.04 พันล้านบาท กลุ่มที่มีรายได้ตั้งแต่ 2.04 ถึง 4.31 พันล้านบาท กลุ่มที่มีรายได้ตั้งแต่ 4.32 ถึง 9.03 พันล้านบาท และกลุ่มที่มีรายได้มากกว่า 9.03 พันล้านบาท ได้ถูกต้องร้อยละ 78.9, 73.7, 57.9 และ 80.0 ตามลำดับ และทำการทดสอบด้วยข้อมูลปี พ.ศ. 2561 โดยใช้วิธีการตรวจสอบไขว้แบบ Original มีความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 68.8 สมการการวิเคราะห์สามารถพยากรณ์การจำแนกกลุ่มที่มีรายได้น้อยกว่า 2.04 พันล้านบาท กลุ่มที่มีรายได้ตั้งแต่ 2.04 ถึง 4.31 พันล้านบาท กลุ่มที่มีรายได้ตั้งแต่ 4.32 ถึง 9.03 พันล้านบาท และกลุ่มที่มีรายได้มากกว่า 9.03 พันล้านบาท ได้ถูกต้องร้อยละ 73.7, 57.9, 52.6 และ 90.0 ตามลำดับ ผลที่ได้จากการวิจัยอาจจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการจำแนกเมืองท่องเที่ยวหลักและเมืองท่องเที่ยวรองได้

คำสำคัญ : การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มเชิงเส้น วิธีการจำแนกข้อมูล ลักษณะของนักท่องเที่ยว กลุ่มรายได้นักท่องเที่ยว ตัวแบบพยากรณ์

Abstract:

This research aimed to study factors that classify provinces in accordance with tourism revenue in Thailand for year 2017, based on data collected from the National Statistical Office of Thailand, using discriminant analysis with a stepwise feature selection. Ten independent variables were the number of Thai visitors, the number of foreign visitors, an average length of stay of Thai visitors, an average length of stay of foreign visitors, an average cost of Thai tourists, an average cost of foreign tourists, the number of rooms, an occupancy rate, the number of Thai guests, and the number of foreign guests. Our results indicated that the influential factors for group classifications were the average cost of Thai tourists, the number of Thai guests, and the number of foreign guests. The overall accuracy of the discriminant model

was 72.7%. The accuracy for discriminating the group regions were 78.9%, 73.7%, 57.9% and 80.0% for regions with tourism revenue of less than 2.04 billion Baht, regions with revenue from 2.04 to 4.31 billion Baht, regions with revenue from 4.32 to 9.03 billion Baht and regions with revenue more than 9.03 billion Baht, respectively. The overall test data accuracy of the discriminant model was 68.8%. The accuracy for discriminating the group regions were 73.7%, 57.9%, 52.6% and 90.0% for regions with tourism revenue of less than 2.04 billion Baht, regions with revenue from 2.04 to 4.31 billion Baht, regions with revenue from 4.32 to 9.03 billion Baht and regions with revenue more than 9.03 billion Baht, respectively. Our research output may be contributed to a guide for classifications of major and minor tourism cities of Thailand.

Keywords: linear discriminant analysis, classification method, tourist profile, tourist revenue cluster, predictive model

บทนำ:

จากศูนย์ข้อมูลสารสนเทศเพื่อการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย กล่าวว่า การท่องเที่ยวภายในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2560 มีรายได้จากท่องเที่ยวสูงถึง 2.4 ล้านล้านบาท ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2559 ถึงร้อยละ 10 และยังพบอีกว่า จำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทยสูงถึง 289 ล้านคน ซึ่งกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยส่งผลโดยตรงต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (Gross Domestic Product : GDP) เป็นอย่างมาก (ยุทธศาสตร์การท่องเที่ยวไทย พ.ศ. 2558-2560, 2560: ออนไลน์)

โดยในปี พ.ศ. 2560 ภาครัฐได้ให้ความสำคัญของการท่องเที่ยวในฐานะกลไกหลักของการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยมีขีดความสามารถในการแข่งขันด้านการท่องเที่ยว อยู่ในลำดับ 34 จาก 136 ประเทศ กล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยมีประสิทธิภาพในการทำงานได้เป็นอย่างดี ซึ่งความสำคัญข้างต้นทำให้ภาครัฐกำหนดเป้าหมายของการพัฒนาการท่องเที่ยวระยะ 20 ปี โดยเน้นความสำคัญกับการพัฒนาการท่องเที่ยวให้มีความยั่งยืน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือลดความเหลื่อมล้ำของสังคมไทย และสอดคล้องกับหลักอติพจน์ มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ตามหลักยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (ฐานเศรษฐกิจ, 2560: ออนไลน์)

โดยแนวคิดสำคัญในอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในประเทศไทยคือการพัฒนาการท่องเที่ยวให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวยอดนิยม (Preferred Destination) อย่างยั่งยืน ด้วยการเพิ่มรายได้ทางการท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่อง สมดุล และทั่วถึง ผ่านการนำเสนอคุณค่าของการท่องเที่ยวในประเทศไทยที่จะทำให้นักท่องเที่ยวได้รับประสบการณ์ที่ทรงคุณค่า (Value for Experience) และเปิดมุมมองใหม่ให้กับชีวิตจากการสัมผัสเสน่ห์วิถีไทยเฉพาะถิ่น (Unique Local Thai Experience) และเตรียมความพร้อมและพัฒนากลุ่มพื้นที่สู่การเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีความสมดุลในทุกมิติ พร้อมทั้งยกระดับการท่องเที่ยวเมืองหลัก และเมืองรอง ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (สรุปแผนปฏิบัติการส่งเสริมการท่องเที่ยวประจำปี 2562, 2562: ออนไลน์)

จากแนวคิดในการพัฒนาการท่องเที่ยวให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวยอดนิยมอย่างยั่งยืน ซึ่งส่งผลทำให้รายได้กระจายลงกลุ่มพื้นที่ได้สูงขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศดีขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจึงทำการศึกษาการจำแนกกลุ่มตามรายได้จากการท่องเที่ยวในประเทศไทย ซึ่งทำให้สามารถแก้ไขปัญหาระบบการท่องเที่ยวได้ตรงจุดในกลุ่มพื้นที่ที่มีรายได้น้อย เพื่อในอนาคตจะสามารถเปลี่ยนกลุ่มพื้นที่ที่มีรายได้น้อยให้มีรายได้เพิ่มมากขึ้น พร้อมทั้งยังสามารถเรียนรู้ปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อระบบการท่องเที่ยวได้อีกด้วย และยังสามารถปรับปรุงแนวทางในการวางแผนพร้อมพัฒนาการท่องเที่ยวในประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเทคนิคการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Fisher's Linear Discriminant Analysis) โดยทำการจำแนกกลุ่มพื้นที่ตามรายได้ และทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อการจำแนกกลุ่มพื้นที่ เพื่อเลือกตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการจำแนกกลุ่มเพื่อเป็นประโยชน์ในการส่งเสริมการท่องเที่ยวในแต่ละกลุ่มพื้นที่และเป็นประโยชน์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในประเทศไทย

วิธีการวิจัย:

ข้อมูลจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือข้อมูลเพื่อการสร้างตัวแบบ (training data) เป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2560 และข้อมูลเพื่อการทดสอบ (test data) เป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2561 ใช้เทคนิคการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Fisher's Linear Discriminant Analysis) โดยทำการจำแนกกลุ่มรายจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยวในประเทศไทย แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มตามควอไทล์ ได้แก่ ควอไทล์ที่ 1 จังหวัดที่มีรายได้น้อยกว่า 2.04 พันล้านบาท ควอไทล์ที่ 2 จังหวัดที่มีรายได้ตั้งแต่ 2.04 ถึง 4.31 พันล้านบาท ควอไทลที่ 3 จังหวัดที่มีรายได้ตั้งแต่ 4.32 ถึง 9.03 พันล้านบาท และควอไทล์ที่ 4 จังหวัดที่มีรายได้มากกว่า 9.03 พันล้านบาท ใช้ตัวแปรอิสระ 10 ตัว ได้แก่ จำนวนผู้เยี่ยมเยือนชาวไทย จำนวนผู้เยี่ยมเยือนชาวต่างชาติ ระยะเวลาพำนักโดยเฉลี่ยชาวไทย ระยะเวลาพำนักโดยเฉลี่ยชาวต่างชาติ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวชาวไทย ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ จำนวนห้องพัก อัตราการเข้าพัก จำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวไทย และจำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวต่างชาติ ในการวิเคราะห์จะสร้างสมการพยากรณ์การจำแนกกลุ่มโดยเริ่มต้นจากการคัดเลือกตัวแปรอิสระด้วยวิธีแบบลำดับขั้นตอน (Stepwise Method) และตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูล โดยมีการตรวจสอบ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ตัวแปรอิสระมีการแจกแจงปกติหลายตัวแปร (Normality of Independent Variables) เมตริกซ์ความแปรปรวนความแปรปรวนร่วมของตัวแปรอิสระของกลุ่มตัวอย่างต้องเท่ากัน (Equal Dispersion Matrices) ตัวแปรอิสระและตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity of Relationship) และตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์ร่วมเชิงพหุเชิงเส้น (Multicollinearity) ถ้าข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูลผ่านทุกกรณีจะนำไปสร้างสมการจำแนกกลุ่ม จากนั้นจะตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบด้วยวิธีการตรวจสอบไขว้ (Cross-validation) แบบ Leave-one-out และวัดประสิทธิภาพในการพยากรณ์ด้วยข้อมูลทดสอบ (Test data)

ผลการวิจัย:

จากการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่สามารถจำแนกกลุ่มรายจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยวในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2560 และพยากรณ์การจำแนกกลุ่มรายจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยว ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม

1. การศึกษาหาปัจจัยที่สามารถจำแนกกลุ่มรายจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยวในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2560 โดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มพบว่าปัจจัยที่สามารถจำแนกกลุ่มรายจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยวในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2560 ได้แก่ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวชาวไทย จำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวไทย และจำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวต่างชาติ

2. การศึกษาการพยากรณ์การจำแนกกลุ่มรายจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยว

2.1 การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น โดยตัวแปรอิสระและตัวแปรตามจะต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ผลการวิจัยพบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของเพียร์สัน มีความสัมพันธ์ต่อกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าตั้งแต่ 0.334 ถึง 0.701 จึงทำให้ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงตามข้อตกลงเบื้องต้น อีกทั้งตัวแปรอิสระจะต้องไม่มีความสัมพันธ์ร่วมเชิงพหุคูณเชิงเส้น ผลการวิจัยพบว่า ตัวแปรอิสระของ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวชาวไทย จำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวไทย และจำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวต่างชาติ มีค่า Variance Inflation Factor (VIF) เท่ากับ 1.588, 3.476 และ 3.617 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่า 10 และมีค่า Tolerance เท่ากับ 0.630, 0.288 และ 0.276 ตามลำดับซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 จึงทำให้ตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์ร่วมเชิงพหุคูณเชิงเส้นตรงตามข้อตกลงเบื้องต้น ตัวแปรอิสระมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร ผลการวิจัยพบว่า ค่าสูงสุดของค่า Mahalanobis Distance (Mahal. distance = 59.051) เมื่อพิจารณาร่วมกับ ค่าสถิติไคสแควร์ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ องศาเสรี (Degree of freedom = 3) ทำให้ค่าสถิติไคสแควร์ มีค่า 7.815 สามารถสรุปได้ว่าตัวแปรอิสระมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น แต่จากการใช้ Monte Carlo Simulation พบว่าเงื่อนไขที่ว่าตัวแปรอิสระในแต่ละกลุ่ม ต้องมีการแจกแจงแบบ Multivariate Normal ไม่ใช่เงื่อนไขสำคัญที่จะทำให้เทคนิค Discriminant ไม่มีประสิทธิภาพ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2544, น. 196) และข้อตกลงเบื้องต้นข้อสุดท้ายพบว่าค่านัยสำคัญของ Box's M = 590.398 (P-value < .001) เมื่อพิจารณาร่วมกับ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่า เมตริกซ์ความแปรปรวนความแปรปรวนร่วมของตัวแปรอิสระของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มต้องเท่ากันไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น แต่หากพบว่า Log Determinant ของกลุ่มทั้งสามมีค่าใกล้เคียงกัน สามารถมองข้าม

ผลการทดสอบ Box's M ได้ (ดนัย ปัตตพงศ์, 2563) หรือ สามารถมองข้ามการทดสอบ Box's M เนื่องจากไม่สำคัญต่อเทคนิคการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Shinmura, 2016)

2.2 การพยากรณ์การจำแนกกลุ่มรายจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยวด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม พบว่ามีฟังก์ชันของการแบ่งกลุ่มในแต่ละกลุ่มดังนี้

ฟังก์ชันในการแบ่งกลุ่มของกลุ่มที่ 1 คือ $-4.403775+0.005402x_1\ 0.000002x_2\ -0.000001x_3$

ฟังก์ชันในการแบ่งกลุ่มของกลุ่มที่ 2 คือ $-6.671005+0.007000x_1+0.000003x_2-0.000002x_3$

ฟังก์ชันในการแบ่งกลุ่มของกลุ่มที่ 3 คือ $-10.321312+0.008967x_1+0.000004x_2-0.000003x_3$

ฟังก์ชันในการแบ่งกลุ่มของกลุ่มที่ 4 คือ $-25.009381+0.014120x_1+0.000007x_2-0.000004x_3$

เมื่อ x_1 คือ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวชาวไทย , x_2 คือ จำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวไทย และ x_3 คือ จำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวต่างชาติ

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย:

จากการจำแนกกลุ่มจังหวัดตามรายได้จากการท่องเที่ยวของประเทศไทยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Fisher's Linear Discriminant Analysis) จะได้ปัจจัยที่ส่งผลต่อการจำแนกกลุ่ม คือ ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยของนักท่องเที่ยวชาวไทย จำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวไทย และจำนวนผู้ที่เข้ามาพักชาวต่างชาติ และได้สมการจำแนกกลุ่มที่มีความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 71.4 สมการการวิเคราะห์สามารถพยากรณ์การจำแนกกลุ่มที่มีรายได้น้อยกว่า 2.04 พันล้านบาท กลุ่มที่มีรายได้ตั้งแต่ 2.04 ถึง 4.31 พันล้านบาท กลุ่มที่มีรายได้ตั้งแต่ 4.32 ถึง 9.03 พันล้านบาท และกลุ่มที่มีรายได้มากกว่า 9.03 พันล้านบาท ได้ถูกต้องร้อยละ 78.9, 73.7, 57.9 และ 80.0 ตามลำดับ (ตาราง 1)

		Predicted Group Membership				Total
	group	1	2	3	4	
Leave-one-out count	1	15	3	1	0	19
	2	4	14	1	0	19
	3	1	6	11	1	19
	4	0	1	3	16	20
%	1	78.9	15.8	5.3	0.0	100.0
	2	21.1	73.7	5.3	0.0	100.0
	3	5.3	31.6	57.9	5.3	100.0
	4	0.0	5.0	15.0	80.0	100.0

ตารางที่ 1 การทดสอบความถูกต้องของตัวแบบ LDA ด้วยการตรวจสอบไขว้แบบ Original

โดยตัวแบบทดสอบของข้อมูลปี 2561 มีความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 68.8 สมการการวิเคราะห์สามารถพยากรณ์การจำแนกกลุ่มที่มีรายได้น้อยกว่า 2.04 พันล้านบาท กลุ่มที่มีรายได้ตั้งแต่ 2.04 ถึง 4.31 พันล้านบาท กลุ่มที่มีรายได้ตั้งแต่ 4.32 ถึง 9.03 พันล้านบาท และกลุ่มที่มีรายได้มากกว่า 9.03 พันล้านบาท ได้ถูกต้องร้อยละ 73.7, 57.9, 52.6 และ 90.0 ตามลำดับ (ตาราง 2)

		Predicted Group Membership				Total
	group	1	2	3	4	
Leave-one-out count	1	14	4	1	0	19
	2	3	11	5	0	19
	3	0	8	10	1	19
	4	0	0	2	18	20
%	1	73.7	21.0	5.3	0.0	100.0
	2	15.8	57.9	26.3	0.0	100.0
	3	0.0	42.1	52.6	5.3	100.0
	4	0.0	0.0	10.0	90.	100.0

ตารางที่ 2 การทดสอบความถูกต้องของข้อมูลปี 2561 ของตัวแบบ LDA ด้วยการตรวจสอบไขว้แบบ Original

ในทางทฤษฎี เมื่อคุณสมบัติบางประการภายใต้การประยุกต์ใช้ตัวแบบการจำแนกกลุ่มด้วยเทคนิค Linear Discriminant Analysis ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นผู้วิจัยควรทำการวิเคราะห์ใหม่ เช่น การเพิ่มตัวแปร การแปลงข้อมูล เป็นต้น หรือควรใช้เทคนิคอื่นๆ แทน เช่น k-nearest neighbor เป็นต้น แต่ในทางปฏิบัติ ตัวแปรอิสระมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร และ เมตริกซ์ความแปรปรวนความแปรปรวนร่วมของตัวแปรอิสระของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มต้องเท่ากัน ยากที่จะเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น โดยตัวแปรอิสระมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปรสามารถละเว้นการพิจารณา เนื่องจากการใช้ Monte Carlo Simulation พบว่าเงื่อนไขที่ว่าตัวแปรอิสระในแต่ละกลุ่มต้องมีการแจกแจงแบบ multivariate normal ไม่ใช่เงื่อนไขสำคัญที่จะทำให้เทคนิค Discriminant ไม่มีประสิทธิภาพ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2544, น. 196) และในกรณีของเมตริกซ์ความแปรปรวนความแปรปรวนร่วมของตัวแปรอิสระของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มต้องเท่ากันสามารถละเว้นการพิจารณา โดยพบว่าการทดสอบ Box's M ไม่สำคัญต่อ Discriminant Analysis (Shinmura,2016) และ หากพบว่า Log Determinant ของกลุ่มทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน สามารถมองข้ามผลการทดสอบ Box's M (ดนัย ปัตตพงศ์, 2563)

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากข้อมูลสำนักงานสถิติแห่งชาติ และได้รับคำชี้แนะการวิเคราะห์ข้อมูลจากหน่วยวิจัยด้านการเรียนรู้ข้อมูลแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (Thammasat University Research Unit in Data Learning :TURDL)

เอกสารอ้างอิง

[1] Jobson, J. (1992). *Applied Multivariate Data Analysis.* New York: Springer.

[2] Shinmura, S. (2016). *New Theory of Discriminant Analysis After R. Fisher.* New York: Springer.

[3] การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. (2562). สรุปแผนปฏิบัติการส่งเสริมการท่องเที่ยวประจำปี 2562. สืบค้นจาก http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER2/DRAWER073/GENERAL/DATA0000/00000064.PDF

[4] กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2558). ยุทธศาสตร์การท่องเที่ยวไทย พ.ศ. 2558-2560. สืบค้นจาก https://www.mots.go.th/ewt_dl_link.php?nid=7114

[5] กัลยา วานิชบัญชา. (2544). การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับตัวแปรหลายตัวด้วย SPSS for Windows. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[6] ฐานเศรษฐกิจ. (2560). ขีดความสามารถการแข่งขันด้านการท่องเที่ยวของไทยในปี 2560 อยู่อันดับ 34 ของโลก. สืบค้นจาก https://www.thansettakij.com/content/142412

[7] สมประสงค์ เสนารัตน์. (2553). การจำแนกกลุ่มด้วยเทคนิค Discriminant Analysis. สืบค้นจาก https://rci2010.files.wordpress.com/2010/06/e0b881e0b8b2e0b8a3e0b888e0b8b3e0b981e0b899e0b881e0b881e0b8a5e0b8b8e0b988e0b8a1.pdf เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2562.

[8] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2562). สรุปสถานการณ์ท่องเที่ยวภายในประเทศ เป็นรายจังหวัด พ.ศ. 2552 - 2561. สืบค้นจาก http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/17.aspx เมื่อวันที่ 28 ตุลาคม 2562.

การวิเคราะห์แนวโน้มและการพยากรณ์ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ที่มีค่าเกินมาตรฐาน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง ขอนแก่น และกรุงเทพมหานคร

TREND ANALYSIS AND FORECAST OF $PM_{2.5}$ EXCEED 50 μG/M^3 IN CHIANG MAI, LAMPANG, KHON KAEN AND BANGKOK

กัลฑมาศ ลือมอญ[1], ฐานิกา ลิ้มสุวรรณ[1], วิศรุดา ทะแพงพันธ์[1,*] และสอาด นิวิศพงศ์[2]

Kantamad Luemon[1], Thanika Limsuwan[1], Wisaruda Thapangphan[1] and Sa-Aat Niwitpong[2]

[1] *ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย*

[2] *อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย*

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน: วิศรุดา ทะแพงพันธ์ อีเมล: wisaruda.tha@gmail.com

บทคัดย่อ:

ปัจจุบันมลพิษทางอากาศเป็นหนึ่งในสาเหตุสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและการดำเนินชีวิตของประชากรในประเทศไทย โดยเฉพาะปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) อีกทั้งความผันผวนของปริมาณค่าความหนาแน่นนั้นมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นในทุกๆปี งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและศึกษาปัจจัยของการเกิดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในอากาศ รวมไปถึงศึกษาแนวทางการแก้ไขคุณภาพอากาศอย่างยั่งยืนที่เป็นปัญหาสุขภาพของประชากร การศึกษานี้ใช้ค่าตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2), ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2), ก๊าซโอโซน (O_3) และปริมาณความหนาแน่นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) จากกองจัดการคุณภาพเสียงและอากาศ กรมควบคุมมลพิษ และในส่วนข้อมูลของอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศจาก Weather Underground ข้อมูลอนุกรมเวลาของปัจจัยของมลพิษทางอากาศและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ในพื้นที่ที่มีค่าเฉลี่ยรายเดือนเกินกว่าค่ามาตรฐาน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จำนวนทั้งหมด 4 สถานี ได้แก่ 1) สถานีโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 2) สถานีการประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง 3) สถานีสำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 4 อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 4) สถานีโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ด้วยวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี เพื่อหาตัวแบบของการพยากรณ์ที่เหมาะสม ได้แก่ 1) วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาล (Simple Seasonal Exponential Smoothing Method) 2) วิธีบอกซ์เจนกินส์ (Box-Jenkins Method: BJ) โดยวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ ของแต่ละวิธีจากเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ของแต่ละวิธีการพยากรณ์ซึ่งตัวแบบที่ดีที่สุดจะได้ค่าต่ำที่สุด

ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบพยากรณ์วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลเหมาะสมที่จะนำมาพยากรณ์ปริมาณของฝุ่น $PM_{2.5}$ ทั้ง 4 พื้นที่ที่ทำการศึกษา และจากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของฝุ่น $PM_{2.5}$ กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและค่ามลพิษอื่นๆ แสดงให้เห็นว่าในจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง และขอนแก่น อุณหภูมิไม่มีความสัมพันธ์แต่ปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์เชิงลบและความกดอากาศ, SO_2, NO_2, O_3 และPM_{10} มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในขณะที่กรุงเทพมหานครอุณหภูมิและปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์เชิงลบและความกดอากาศ, SO_2, NO_2, O_3 และPM_{10} มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณของฝุ่น $PM_{2.5}$ นอกจากนี้ยังสามารถคาดการณ์ได้ว่าหากมีมาตรการและการรณรงค์ต่อคุณภาพอากาศอาจจะเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ปริมาณของฝุ่น $PM_{2.5}$ ลดลง

คำสำคัญ : มลพิษทางอากาศ, $PM_{2.5}$, การพยากรณ์, การวิเคราะห์สัมพันธ์, ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา, การรณรงค์

Abstract:

In present, the air pollution is one of the important causes which affect both health and daily life of people in Thailand. Especially The problem of particulate matter 2.5 micrometers or less in diameter also fluctuation has higher trend every year. The Research Purpose is analyses trend of changing and study factors of emission of particulate matter 2.5 micrometers or less in diameter ($PM_{2.5}$) in air. In this study use The measure data of $PM_{2.5}$, Sulfur dioxide (SO_2), Nitrogen dioxide (NO_2), Ozone (O_3) and particulate matter 10 micrometers or less in diameter (PM_{10}) form Air Quality and Noise Management Bureau Pollution Control Department and data of temperature, humidity and air pressure from Weather Underground. Time series data of air pollutant and meteorological parameters form August 2014 to August 2019 in the monthly average of $PM_{2.5}$ exceed 50 $\mu g/m^3$ area in 4 station 1) Yupparaj Wittayalai School, Muang, Chaing Mai 2) Provincial waterworks authority, Mae Mo, Lumpang 3) Water resource regional office 4, Muang, Khon Kaen 4) Bodindecha (Sing Singhaseni) School, Wang Thonglang District, Bangkok were forecasted by Simple Seasonal Exponential Smoothing Method and Box-Jenkins Method to find the most properly model.

The results showed that the Simple Seasonal Exponential Smoothing Method convenient for forecast the value of $PM_{2.5}$ for all area in this study by determine The Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of the Simple Seasonal Exponential Smoothing Method give the minimum Percentage and the Results of Spearman's Rho Test to find relation between $PM_{2.5}$ and meteorological parameters and other air pollutant showed that Chaing Mai, Lumpang and Khon Kaen had not relation with temperature but humidity had negative relation and air pressure, SO_2, NO_2, O_3 and PM_{10} had significantly positive relation with the value of $PM_{2.5}$ while Bangkok, temperature and humidity had negative relation and air pressure, SO_2, NO_2, O_3 and PM_{10} had significantly positive relation with the value of $PM_{2.5}$ Furthermore, we can anticipate that the measure and campaign about air pollution may be one of cause of decreasing of $PM_{2.5}$

Keywords : Air pollutant, $PM_{2.5}$, Forecast, Correlation analysis, Meteorological parameters, Campaign

บทนำ

ในปัจจุบันกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมและการขับเคลื่อนของอุตสาหกรรม นำไปสู่การใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลทำให้สถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน กลายเป็นวิกฤตมลพิษทางอากาศที่ทวีความรุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่องในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย

องค์การวิจัยโรคมะเร็งนานาชาติ (International Agency for Research on Cancer : IARC) และองค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) ได้กำหนดให้ฝุ่นในอากาศเป็นสารก่อมะเร็งโดยเฉพาะฝุ่นที่อยู่ในมลพิษทางอากาศนั้นเป็นอันตรายที่สุด และเนื่องด้วยลักษณะของฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ หรือฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน หากเปรียบเทียบ คือมีขนาดประมาณ 1 ใน 25 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นผมมนุษย์ ซึ่งทำให้ขนจมูกของมนุษย์ ไม่สามารถกรองได้ จึงทำให้ฝุ่นละอองชนิดนี้มีความสามารถในการเจาะลึกเข้าไปในปอดและกระแสเลือดโดยไม่มีการกรอง จึงสามารถแพร่กระจายเข้าสู่ทางเดินหายใจ กระแสเลือดและแทรกซึมสู่กระบวนการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย [15]

ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเมื่อร่างกายได้สัมผัสหรือสูดดมหมอกควันเข้าสู่ร่างกายในระยะสั้น ๆ จะสามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ อาทิเช่น การไอ จาม แสบจมูก ซึ่งประชาชนทั่วไปที่มีสุขภาพแข็งแรง จะมีความสามารถในการปรับตัวและฟื้นฟูสภาพร่างกายได้อย่างรวดเร็วและไม่เกิดผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว แต่ในประชากรกลุ่มเสี่ยงนั้นเมื่อได้สัมผัสหรือสูดดม หมอกควันเข้าสู่ร่างกาย อาจเกิดปัญหาต่อสุขภาพ นั้นคือ กลุ่มเด็กเล็ก ผู้สูงอายุ หญิงตั้งครรภ์ และผู้ที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง โรคปอด โรคหอบหืด [1] หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลงทำให้หลอดลมอักเสบ เพิ่มความเสี่ยงเป็นโรคเรื้อรังและมะเร็งทำให้เกิดการกลายพันธุ์ของดีเอ็นเออย่างถาวร ฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ไม่เพียงแต่มีผลกระทบต่อสุขภาพเท่านั้น ยังสามารถส่งผลกระทบต่อทางด้านของสิ่งแวดล้อมหรือแม้แต่ชั้นบรรยากาศก็ได้รับผลกระทบด้วย

จากสถานการณ์ช่วง 10 ปีที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่า ต้นกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ล้วนเกิดจากพฤติกรรมของมนุษย์ที่สำคัญ เช่น การเผาในที่โล่ง ตามด้วยอุตสาหกรรมการผลิต และการขนส่ง อีกทั้งเครื่องยนต์ของยานพาหนะการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประเภทดีเซลสำหรับยานยนต์ การขนส่ง และการเผาวัสดุต่าง ๆ ในลักษณะภูมิประเทศหลายพื้นที่มีสภาพอากาศนิ่ง และแห้งเป็นเวลานานทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน โดยไม่ตกลงสู่พื้นดิน ก่อให้เกิดการสะสมของสารมลพิษที่ไม่สามารถแพร่กระจายได้ จึงทำให้มีปริมาณสารมลพิษสูงโดยเฉพาะในพื้นที่เขตเมือง ทำให้พื้นที่ดังกล่าวประสบปัญหามลพิษทางอากาศ [13] ส่งผลทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยรายเดือนเกินค่ามาตรฐาน (ค่ามาตรฐาน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

ประเทศไทยได้ตระหนักและเตรียมความพร้อมในการรับมือและป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อการทำลายและสร้างความเสื่อมโทรมแก่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยมีการออกมาตรการเพื่อเร่งควบคุมปัญหาฝุ่นละออง โดยมีทั้งมาตรการระยะสั้นและยาว เพื่อเป็นการเตรียมการรับมือและลดความรุนแรงของสถานการณ์ฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่อาจเกิดขึ้นในปีต่อ ๆ ไป

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พ.ศ. 2538 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ได้กำหนดมาตรฐานค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ยรายปี ของ $PM_{2.5}$ ไม่เกิน 50 และ 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งที่ระดับค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ เกินกว่า 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรจะส่งผลกระทบต่อประชาชนทั่วไป เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา จึงควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้งหรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ยิ่งไปกว่านั้นในบุคคลที่ต้องระวังเรื่องสุขภาพเป็นพิเศษ $PM_{2.5}$ อาจทำให้ตาอักเสบ แน่นหน้าอก คลื่นไส้ อ่อนเพลียและควรปรึกษาแพทย์ แต่ในขณะที่องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ได้กำหนดมาตรฐานค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและค่าเฉลี่ยรายปีของ $PM_{2.5}$ คือ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [15]

งานวิจัยทางด้านอากาศส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพในฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กเท่านั้น ในขณะเดียวกันการวิเคราะห์ถึงแนวโน้มมลพิษอื่น ๆ และปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ที่ส่งผลต่อการเกิดฝุ่นละอองนั้นก็มีส่วนสำคัญเช่นเดียวกันโดยคณะผู้จัดทำจึงมีความประสงค์ ที่จะจัดทำโครงงานในการวิเคราะห์แนวโน้มและปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในพื้นที่ที่มีค่าเกินมาตรฐาน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

วิธีการดำเนินงาน

1. การศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลค่าตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2), ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2), ก๊าซโอโซน (O_3) และปริมาณความหนาแน่นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) จากกองจัดการคุณภาพเสียงและอากาศ กรมควบคุมมลพิษ [2] และในส่วนข้อมูลของอุณหภูมิ ความชื้น และความกดอากาศจาก Weather Underground ข้อมูลอนุกรมเวลาของปัจจัยของมลพิษทางอากาศและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ในพื้นที่ที่มีค่าเฉลี่ยรายเดือนเกินกว่า ค่ามาตรฐาน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รวมทั้งสิ้น 61 เดือน จำนวนทั้งหมด 4 สถานี ได้แก่

1) สถานีโรงเรียนยุพราชวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
2) สถานีการประปาส่วนภูมิภาคแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง
3) สถานีสำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 4 อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
4) สถานีโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ได้ข้อมูลอนุกรมเวลาแล้ว ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลา 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาล (Simple Seasonal Exponential Smoothing) และวิธีบอกซ์เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

2.1 วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาล มีขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ดังนี้

1) วิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อตรวจสอบว่ามีแนวโน้มมีความแปรผันของฤดูกาลหรือไม่

2) เลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาและประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์

3) ตรวจสอบตัวแบบโดยทำการตรวจสอบคุณสมบัติของความคลาดเคลื่อน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนค่าเท่ากับศูนย์ ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ และค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

4) นำค่าพยากรณ์ที่ได้เปรียบเทียบกับค่าจริงของค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ตรวจสอบความแม่นยำของค่าพยากรณ์โดยใช้ MAPE ในการตรวจสอบ

2.2 วิธีบอกซ์เจนกินส์ (Box - Jenkins Method) มีขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์ ดังนี้

1) พิจารณาการเคลื่อนไหวของปริมาณค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ในเขตพื้นที่ทั้งหมด ว่าข้อมูลมีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนมีลักษณะคงที่หรือไม่

2) กำหนดตัวแบบ โดยพิจารณาจากลักษณะของข้อมูล

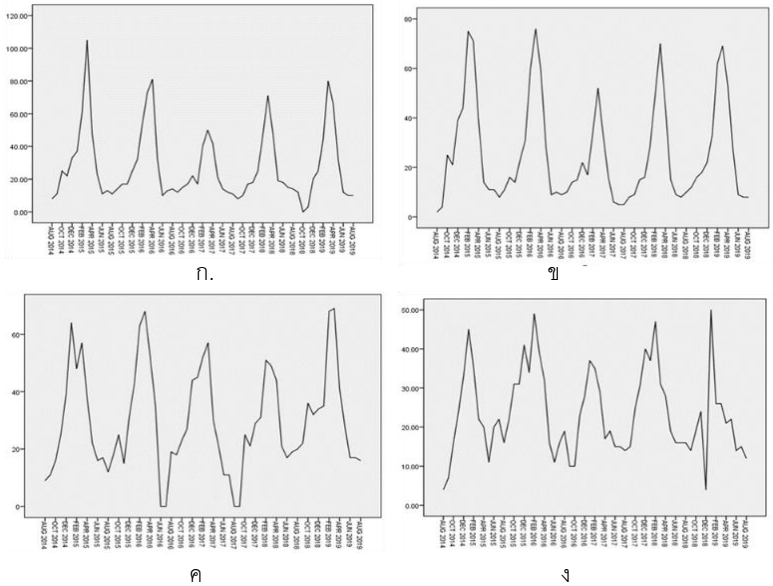
3) ประมาณค่าพารามิเตอร์ เมื่อกำหนดตัวแบบพยากรณ์แล้วค่าประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

4) ตรวจสอบตัวแบบโดยทำการตรวจสอบคุณสมบัติของความคลาดเคลื่อน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับศูนย์ ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ และค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

5) นำค่าพยากรณ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าจริงของค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ตรวจสอบความแม่นยำของค่าพยากรณ์โดยใช้ MAPE ในการตรวจสอบ

ผลการดำเนินงาน

การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม 4 ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ใน 4 พื้นที่ที่ทำการศึกษาในประเทศไทย ด้วยวิธีพยากรณ์ที่แตกต่างกัน 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing Method) และวิธีบอกซ์เจนกินส์ (Box – Jenkins Method)



ก. ข

ค ง

รูปที่ 1 กราฟแสดงการเคลื่อนที่ของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$

รูปที่ 1 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ จำนวน 61 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ.2557 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2562 ใน 4 พื้นที่ในประเทศไทยที่ทำการศึกษา ได้แก่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ รูปที่ 1 (ก), อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง รูปที่ 1 (ข), อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น รูปที่ 1 (ค) และเขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร รูปที่ 1 (ง)

1. ตัวแบบการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ

1.1 วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing Method)

จากลักษณะการเคลื่อนที่ของข้อมูล พบว่าข้อมูลมีลักษณะไม่คงที่คือ ไม่มีแนวโน้มแต่มีความผันแปรตามฤดูกาล จึงเลือกใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบมีฤดูกาล (Seasonal Simple Exponential Smoothing Method)

สมการพยากรณ์ คือ

$$Y_{t+m} = E_t \times \hat{S}_{t+m}$$

ค่า E_t คือ ค่าการปรับให้เรียบของข้อมูลซึ่งเป็นค่าประมาณของ β_0

$$E_t = \begin{cases} \dfrac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + ... + Y_p}{p} & , t = p \\ \dfrac{\alpha Y_t}{E_t} + (1-\delta)\hat{S}_{t-p} & , t < p \end{cases}$$

ค่า E_t ไม่มีค่าเกิดขึ้นเมื่อ t < p

ค่า $\hat{S}_t$ คือค่าดัชนีฤดูกาลซึ่งเป็นค่าประมาณของ S_t

$$\hat{S}_t = \begin{cases} \dfrac{Y_t}{E_p} & , t \le p \\ \dfrac{\delta Y_t}{E_t} + (1-\delta)\hat{S}_{t-p} & , t > p \end{cases}$$

โดยที่ m คือจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

p คือจำนวนฤดูกาล ถ้าข้อมูลเป็นรายเดือน p = 12

α คือค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ และ $0 \le \alpha \le 1$

δ คือค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาลและ $0 \le \delta \le 1$

- อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 1 การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบมีฤดูกาลของข้อมูลปริมาณความหนาแน่น ของฝุ่น PM2.5 ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

Exponential Smoothing Model Parameters

Model			Estimate	SE	t	Sig.
Y-Model_1	No Transformation	Alpha (Level)	.200	.079	2.529	.014
		Delta (Season)	1.450E-5	.166	8.751E-5	1.000

โดยค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาชุดนี้มี 2 ค่า คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ (α) มีค่าเท่ากับ 0.2 ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลกับค่าประมาณฤดูกาล (δ) มีค่าเท่ากับ 1.45×10^{-5}

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาค่า E_t และ $\hat{S}_t$ ในสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบมีฤดูกาลของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

Time	$PM_{2.5}$	Month	Year	E_t	$\hat{S}_t$
50	12	SEP	2561	34.1904	0.347
51	0	OCT	2561	22.1794	0.7591
52	3	NOV	2561	24.7136	0.6717
53	20	DEC	2561	25.6851	1.0084
54	25	JAN	2562	25.7433	1.1166
55	44	FEB	2562	27.2002	1.8428
56	80	MAR	2562	25.4294	3.1882
57	66	APR	2562	35.4699	1.4682
58	32	MAY	2562	36.4188	0.6919
59	12	JUN	2562	39.0498	0.3325
60	10	JUL	2562	32.9083	0.387
61	10	AUG	2562	45.1283	0.1865

ดังนั้นตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ คือ $Y_{61+m} = 41.128 \times \hat{S}_{61+m}$

โดยที่ E_{61} คือ ค่าการทำให้เรียบของข้อมูลซึ่งเป็นค่าประมาณของ β_0 ณ เวลาที่ t = 61

Y_{61+m} คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลาที่ 61+m

m คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

$\hat{S}_{61+m}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ณ เวลาที่ 61+m

- อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

ตารางที่ 3 การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบมีฤดูกาลของข้อมูลปริมาณ ค ว า ม

Exponential Smoothing Model Parameters

Model			Estimate	SE	t	Sig.
PM.2.5-Model_1	No Transformation	Alpha (Level)	.900	.132	6.816	.000
		Delta (Season)	6.607E-008	.672	9.838E-008	1.000

หนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

โดยค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาชุดนี้มี 2 ค่า คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ (α) มีค่าเท่ากับ 0.9 ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลกับค่าประมาณฤดูกาล (δ) มีค่าเท่ากับ 6.607×10^{-8}

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์หาค่า E_t และ $\hat{S}_t$ ในสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบมีฤดูกาลของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

Time	$PM_{2.5}$	Month	Year	E_t	$\hat{S}_t$
50	12	SEP	2561	86.1919	0.1348
51	16	OCT	2561	18.2242	0.8427
52	18	NOV	2561	25.0039	0.7079
53	22	DEC	2561	16.3253	1.3146
54	33	JAN	2562	21.8478	1.4831
55	62	FEB	2562	23.9609	2.5281
56	69	MAR	2562	28.8068	2.3933
57	53	APR	2562	39.5663	1.3146
58	27	MAY	2562	54.7165	0.4719
59	9	JUN	2562	24.2033	0.3708
60	8	JUL	2562	21.5084	0.3708
61	61	AUG	2562	120.9486	0.0674

ดังนั้นตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ คือ $Y_{61+m} = 120.949 \times \hat{S}_{61+m}$

โดยที่ E_{61} คือ ค่าการทำให้เรียบของข้อมูลซึ่งเป็นค่าประมาณของ β_0 ณ เวลาที่ t = 61

Y_{61+m} คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลาที่ 61+m

m คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

$\hat{S}_{61+m}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ณ เวลาที่ 61+m

- อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ตารางที่ 5 การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล แบบมีฤดูกาลของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

Exponential Smoothing Model Parameters

Model			Estimate	SE	t	Sig.
PM2.5-Model_1	No Transformation	Alpha (Level)	.200	.080	2.485	.016
		Delta (Season)	6.232E-006	.140	4.447E-005	1.000

โดยค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาชุดนี้มี 2 ค่า คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ (α) มีค่าเท่ากับ 0.3 ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลกับค่าประมาณฤดูกาล (δ) มีค่าเท่ากับ 3.313×10^{-6}

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์หาค่า E_t และ $\hat{S}_t$ ในสมการพยากรณ์ ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบมีฤดูกาลของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

Time	$PM_{2.5}$	Month	Year	E_t	$\hat{S}_t$
50	22	SEP	2561	38.4033	0.3646
51	36	OCT	2561	50.6185	0.5304
52	32	NOV	2561	33.3453	0.8287
53	34	DEC	2561	28.2263	1.2928
54	35	JAN	2562	20.6573	2.1215
55	68	FEB	2562	35.0951	1.5912
56	69	MAR	2562	32.0563	1.8895
57	41	APR	2562	32.7029	1.2597
58	28	MAY	2562	35.2082	0.7293
59	17	JUN	2562	28.7824	0.5304
60	17	JUL	2562	25.5706	0.5635
61	16	AUG	2562	44.6872	0.2983

ดังนั้นตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ คือ $Y_{61+m} = 44.687 \times \hat{S}_{61+m}$

โดยที่ E_{61} คือ ค่าการทำให้เรียบของข้อมูลซึ่งเป็นค่าประมาณของ β_0 ณ เวลาที่ t = 61

Y_{61+m} คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลาที่ 61+m

m คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

$\hat{S}_{61+m}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ณ เวลาที่ 61+m

- เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 7 การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบมีฤดูกาลของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในเขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

Exponential Smoothing Model Parameters

Model			Estimate	SE	t	Sig.
Y-Model_1	No Transformation	Alpha (Level)	.200	.072	2.785	.007
		Delta (Season)	3.986E-5	.150	.000	1.000

โดยค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาชุดนี้มี 2 ค่า คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ (α) มีค่าเท่ากับ 0.2 ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลกับค่าประมาณฤดูกาล (δ) มีค่าเท่ากับ 3.986×10^{-5}

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์หาค่า E_t และ $\hat{S}_t$ ในสมการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบมีฤดูกาลของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในเขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

Time	$PM_{2.5}$	Month	Year	E_t	$\hat{S}_t$
50	14	SEP	2561	41.0706	0.3243
51	19	OCT	2561	33.4037	0.7413
52	24	NOV	2561	31.2038	1.112
53	4	DEC	2561	25.6222	1.5289
54	50	JAN	2562	26.4326	2.0849
55	26	FEB	2562	26.9209	1.6216
56	26	MAR	2562	30.5785	1.0193
57	21	APR	2562	28.8272	0.9267
58	22	MAY	2562	36.2741	0.5097
59	14	JUN	2562	22.5955	0.9266
60	15	JUL	2562	20.737	1.0193
61	12	AUG	2562	61.0705	0.1854

ดังนั้นตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ คือ $Y_{61+m} = 61.071 \times \hat{S}_{61+m}$

โดยที่ E_{61} คือ ค่าการทำให้เรียบของข้อมูลซึ่งเป็นค่าประมาณของ β_0 ณ เวลาที่ t = 61

Y_{61+m} คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลาที่ 61+m

m คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

$\hat{S}_{61+m}$ คือ ค่าดัชนีฤดูกาล ณ เวลาที่ 61+m

1.2 วิธีบอกซ์เจนกินส์ (Box – Jenkins Method)

ตัวแบบที่นิยมใช้กับอนุกรมเวลาดังกล่าวจะเป็นตัวแบบในลักษณะตัวแบบการคูณของอนุกรมเวลาที่มีฤดูกาลและไม่มีฤดูกาล (Seasonal and Nonseasonal Multiplication Models) หลักการสร้างตัวแบบดังกล่าวจะประกอบด้วยตัวแบบ 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งได้แก่ ตัวแบบ ARIMA(p,d,q) ซึ่งเป็นตัวแบบที่ใช้อนุกรมเวลาที่มีแนวโน้ม ส่วนที่สองได้แก่ SARIMA(p,d,q) ซึ่งเป็นตัวแบบที่ใช้อนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาล ตัวแบบนี้สามารถจะเขียนในรูปของ backward operator ได้ดังนี้

$$(1 - B)^{d}(1 - B^{L})^{D}(1- \Phi_1 B^{L} - \phi_2 B^{2L} - \dots - \phi_p B^{pL})(1- \phi_L B^{L} - \phi_{2L} B^{2L} - \dots - \phi_{PL} B^{PL})y_t$$
$$= \theta_0 + (1- \theta_1 B - \theta_2 B^{2} - \dots - \theta_q B^{q})\,(1- \theta_1 B^{L} - \theta_{2L} B^{2L} - \dots - \theta_{qL} B^{qL})\varepsilon_t$$

สัญลักษณ์ที่ใช้กับตัวแบบนี้คือ ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)$_L$ หรือ ARIMA((p,d,q)×(P,D,Q)$_L$ ในหนังสือบางเล่มใช้ SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)$_L$ หรือ SARIMA((p,d,q)×(P,D,Q)$_L$)

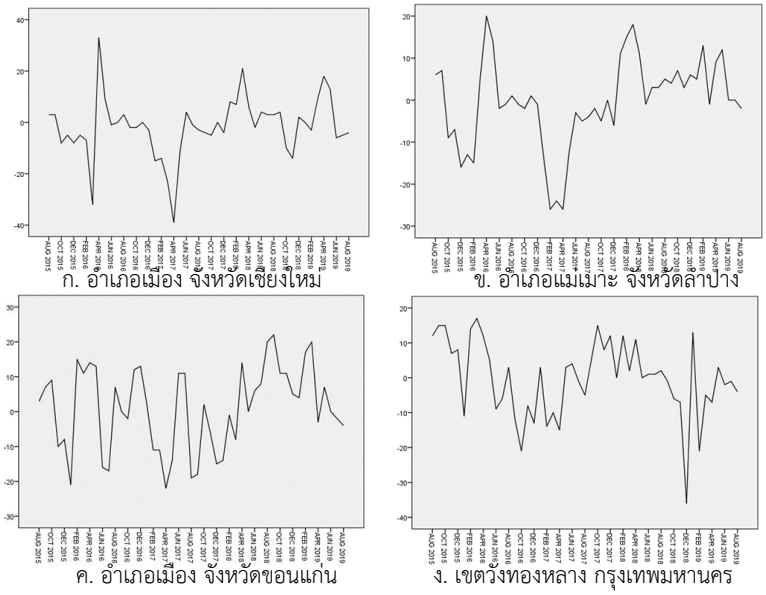
เมื่อ B เรียกว่า backshift โดยที่ $B^{p}y_t = y_{t-p}$ และ $B^{q}\varepsilon_t = \varepsilon_{t-q}$

θ_0 คือค่าคงที่

ϕ_i คือค่าพารามิเตอร์ของ AR ตัวที่ i, i = 1, 2, 3, ..., p

θ_i คือค่าพารามิเตอร์ของ MA ตัวที่ i, i = 1, 2, 3, ..., q

เนื่องจากลักษณะข้อมูลมีลักษณะไม่คงที่ คือ ไม่มีแนวโน้มแต่มีความผันแปรตามฤดูกาล จึงทำการกำจัดอิทธิพลฤดูกาลโดยการหาผลต่างหนึ่งครั้ง



ก. อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ข. อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

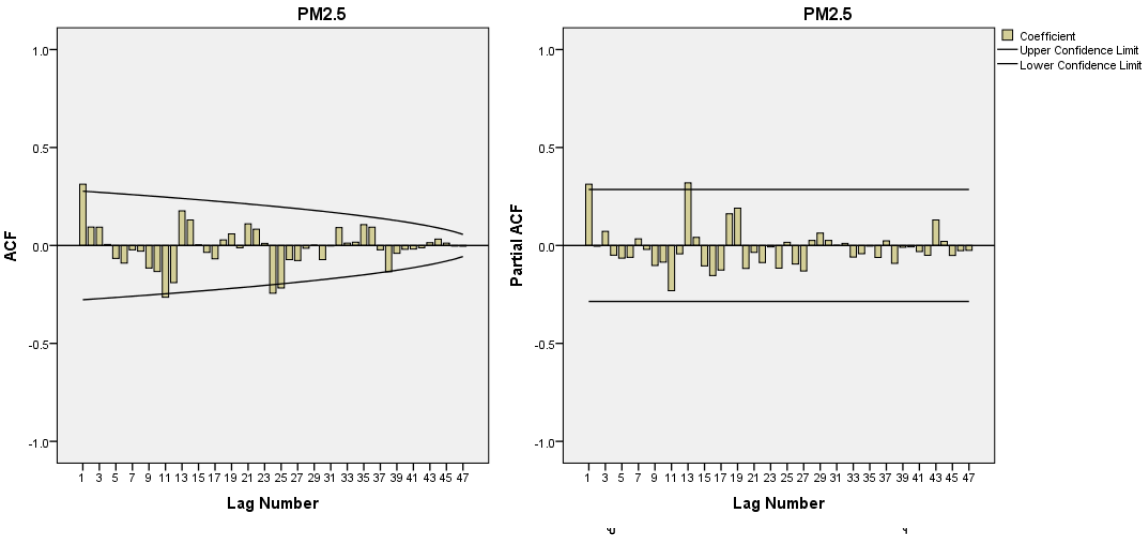
ค. อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ง. เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

รูปที่ 2 กราฟแสดงลักษณะข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$

รูปที่ 2 แสดงลักษณะข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ใน 4 พื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยวิธีบอกซ์เจนกินส์ ดังแสดงในรูปที่ 2 (ก) อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่, รูปที่ 2 (ข) อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง, รูปที่ 2 (ค) อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และรูปที่ 2 (ง) เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

- อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

การพิจารณาตัวแบบ



เมือง จังหวัดเชียงใหม่ คือ ARIMA(0,0,0)(2,1,0)$_{12}$

ตารางที่ 9 การประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวแบบ ของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น PM$_{2.5}$ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีบอกซ์เจนกินส์

ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ARIMA (0,0,0)(2,1,0)$_{12}$ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

ARIMA Model Parameters

					Estimate	SE	t	Sig.
PM2.5-Model_1	PM2.5	No Transformation	Constant		-1.946	.687	-2.832	.007
			AR, Seasonal	Lag 1	-.568	.145	-3.920	.000
				Lag 2	-.714	.100	-7.104	.000
			Seasonal Difference		1			

$$\left(1- B^{12}\right)(1- \phi_{12}B^{12}+ \phi_{12}B^{24}+ \phi_{24}B^{36})y_t = \theta_0$$

จะได้

$$y_t = \theta_0 + \phi_{12}y_{t-12} - y_{t-12} + \phi_{12}y_{t-12}y_{t-12} + \phi_{24}y_{t-12}y_{t-12} + \phi_{24}y_{t-12}y_{t-12}y_{t-12}$$

โดยค่าประมาณของ $\theta_0 = -1.946$

$\phi_{12} = -0.568$

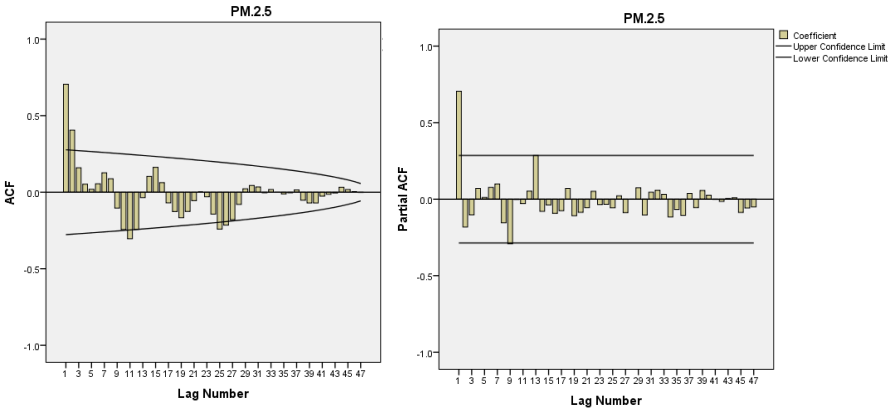
$\phi_{24} = -0.714$

ดังนั้นตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น PM$_{2.5}$ ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ARIMA(0,0,0)(2,1,0)$_{12}$ ซึ่งมีตัวแบบการพยากรณ์ ดังนี้

$$y_t = -1.946 - 0.568y_{t-12} + y_{t-12} - 0.568y_{t-12}y_{t-12}$$
$$- 0.714y_{t-12}y_{t-12} - 0.714y_{t-12}y_{t-12}y_{t-12}$$

- อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

พิจารณาตัวแบบ



รูปที่ 4 กราฟ ACF และ PACF ของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

จากกราฟ ACF และ PACF แล้วได้ตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง คือ ARIMA$(1,0,0)(1,1,0)_{12}$

ตารางที่ 10 การประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวแบบ ของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปางโดยวิธีบอกซ์เจนกินส์

ARIMA Model Parameters

					Estimate	SE	t	Sig.
PM.2.5-Model_1	PM.2.5	No Transformation	AR	Lag 1	.712	.102	6.979	.000
			AR, Seasonal	Lag 1	-.369	.146	-2.519	.015
			Seasonal Difference		1			

ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ARIMA $(1,0,0)(1,1,0)_{12}$ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$(1 - B^{12})(1 - \phi_1 B)(1 - \phi_{12} B^{12})y_t = \theta$$

จะได้

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_1 y_{t-1} y_{t-12} + \phi_{12} y_{t-12} - y_{t-12} - \phi_{12} y_{t-12} y_{t-12} - \phi_1 \phi_{12} y_{t-1} y_{t-12} + \phi_1 \phi_{12} y_{t-1} y_{t-12} y_{t-12}$$

โดยค่าประมาณของ $\theta_0 = 0$ เนื่องจากตัดพจน์ของค่าคงที่ (Constant)

$$\phi_{12} = 0.712$$

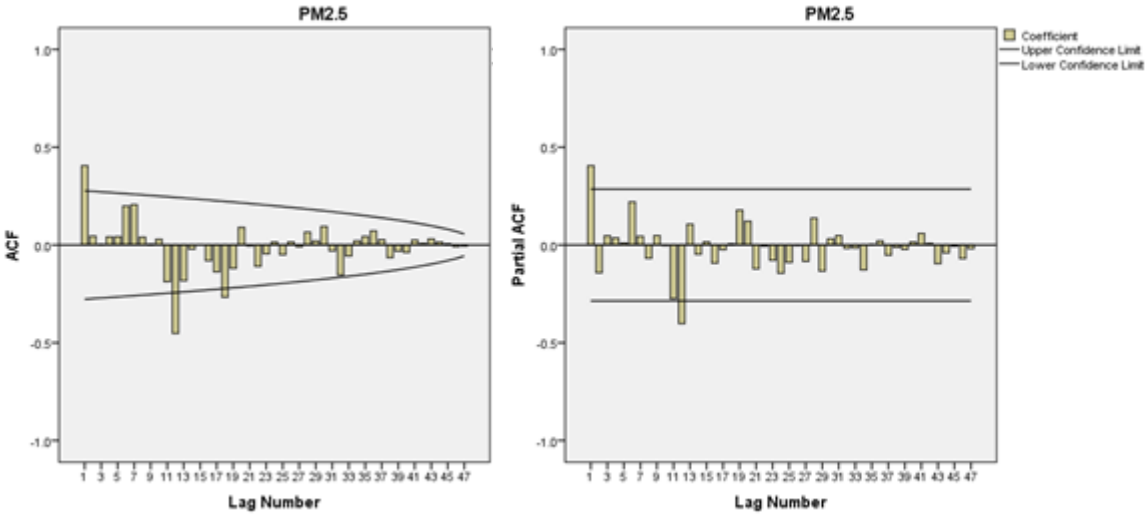
$$\phi_{24} = -0.369$$

ดังนั้นตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ARIMA$(1,0,0)(1,1,0)_{12}$ ซึ่งมีตัวแบบการพยากรณ์ ดังนี้

$$y_t = 0.712y_{t-1} + 0.712y_{t-1}y_{t-12} + 0.712y_{t-12} - y_{t-12} - 0.712y_{t-12}y_{t-12} + (0.712)(-0.369)y_{t-1}y_{t-12} + (0.712)(-0.369)y_{t-1}y_{t-12}y_{t-12}$$

- อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

พิจารณาตัวแบบ



รูปที่ 5 กราฟ ACF และ PACF ของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

จากกราฟ ACF และ PACF แล้วได้ตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น คือ ARIMA$(1,0,0)(1,1,0)_{12}$

ตารางที่ 10 การประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวแบบ ของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยวิธีบอกซ์เจนกินส์

ARIMA Model Parameters

					Estimate	SE	t	Sig.
PM2.5-Model_1	PM2.5	No Transformation	AR	Lag 1	.415	.136	3.044	.004
			AR, Seasonal	Lag 1	-.613	.115	-5.350	.000
			Seasonal Difference		1			

ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ARIMA $(1,0,0)(1,1,0)_{12}$ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$(1- B^{12})(1- \phi_1 B)(1- \phi_{12} B^{12})y_t = \theta$$

จะได้

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_1 y_{t-1} y_{t-12} + \phi_{12} y_{t-12} - y_{t-12} - \phi_{12} y_{t-12} y_{t-12} - \phi_1 \phi_{12} y_{t-1} y_{t-12} + \phi_1 \phi_{12} y_{t-1} y_{t-12} y_{t-12}$$

โดยค่าประมาณของ $\theta_0 = 0$ เนื่องจากตัดพจน์ของค่าคงที่ (Constant)

$$\phi_{12} = 0.415$$

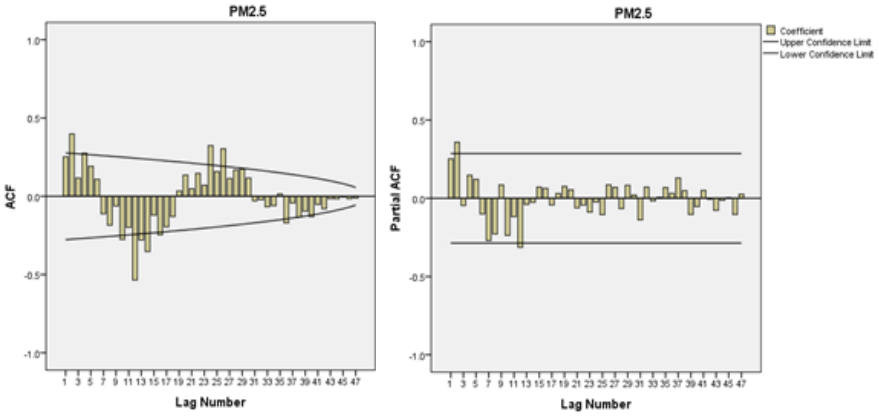
$$\phi_{24} = -0.613$$

ดังนั้นตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ARIMA$(1,0,0)(1,1,0)_{12}$ ซึ่งมีตัวแบบการพยากรณ์ ดังนี้

$$y_t = 0.415y_{t-1} - y_{t-12} + 0.415y_{t-1}y_{t-12} - 0.613y_{t-12} - 0.613y_{t-12}y_{t-12} + (0.415)(-0.613)y_{t-1}y_{t-12} + (0.415)(-0.613)y_{t-12}y_{t-12}$$

- เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

พิจารณาตัวแบบ



รูปที่ 6 กราฟ ACF และ PACF ของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในเขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

จากกราฟ ACF และ PACF แล้วได้ตัวแบบที่เหมาะสมกับข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในเขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร คือ ARIMA$(0,0,0)(1,1,0)_{12}$

ตารางที่ 11 การประมาณค่าพารามิเตอร์ตัวแบบ ของข้อมูลปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในเขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร โดยวิธีบอกซ์เจนกินส์

ARIMA Model Parameters

					Estimate	SE	t	Sig.
PM2.5-Model_1	PM2.5	No Transformation	AR, Seasonal	Lag 1	-.824	.085	-9.748	.000
			Seasonal Difference		1			

ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ARIMA $(0,0,0)(1,1,0)_{12}$ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$(1- B^{12})(1- \phi_{12}B^{12})y_t = \theta_0$$

จะได้

$$y_t = y_{t-12} + \phi_{12}y_{t-12} - \phi_{12}y_{t-12}y_{t-12}$$

โดยค่าประมาณของ $\theta_0 = 0$

$\phi_{12} = -0.824$

ดังนั้นตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ARIMA$(0,0,0)(1,1,0)_{12}$ ซึ่งมีตัวแบบการพยากรณ์ ดังนี้

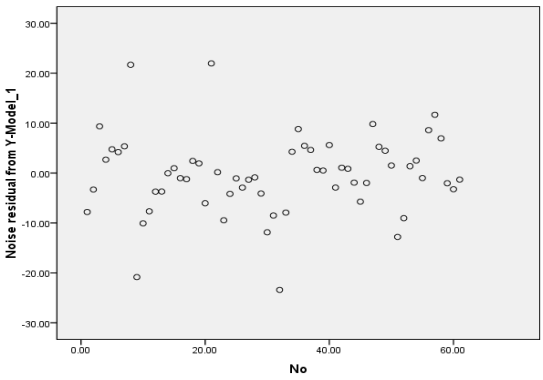
$$y_t = y_{t-12} - 0.824y_{t-12} + 0.824y_{t-12}y_{t-12}$$

2. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

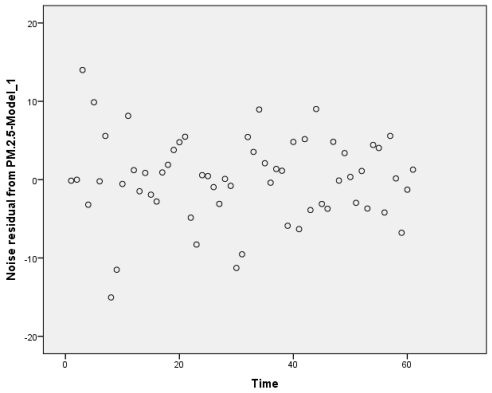
ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบทั้งหมดที่ได้จากวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing Method) และวิธีบอกซ์เจนกินส์ (Box – Jenkins Method) ในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา ซึ่งการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบนั้นประกอบไปด้วย

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบสำหรับวิธีวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลแบบมีฤดูกาล

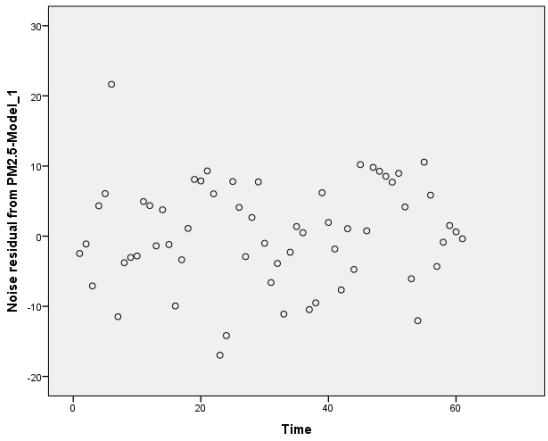
1) ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน



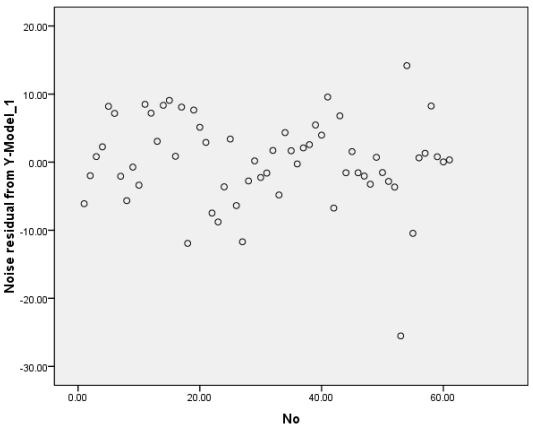
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่



อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง



อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

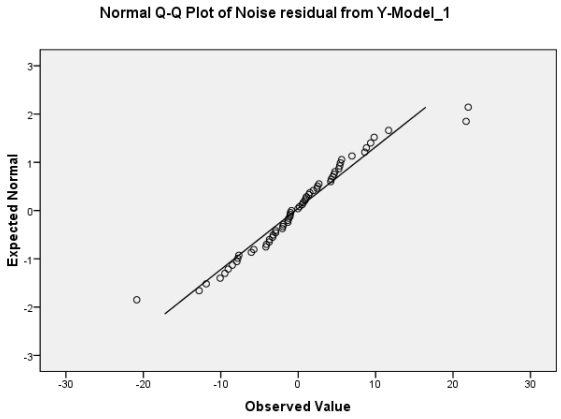


เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

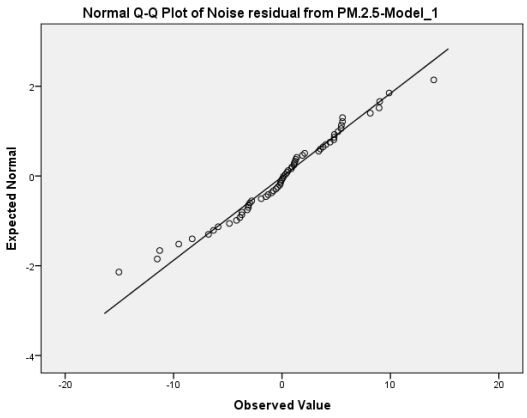
รูปที่ 7 ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน

ลักษณะการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อนพบว่าการกระจายอยู่รอบ ๆ ศูนย์ จึงสรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงท

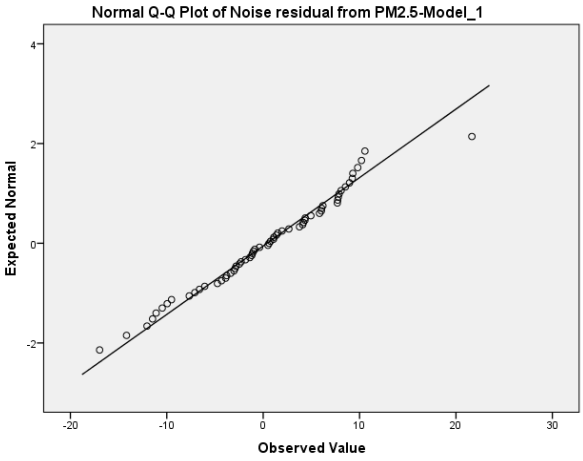
2) การแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ



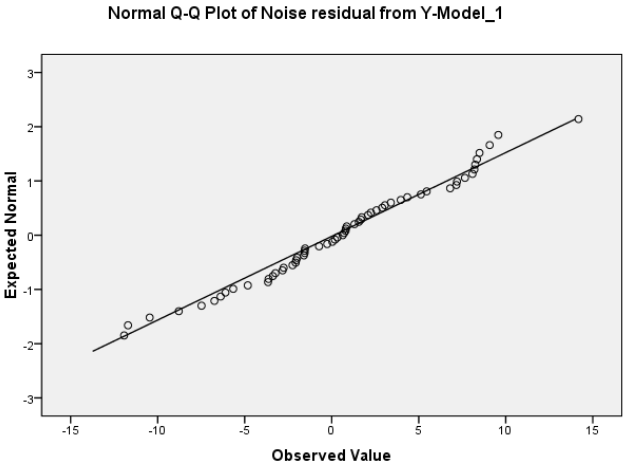
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่



อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง



อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

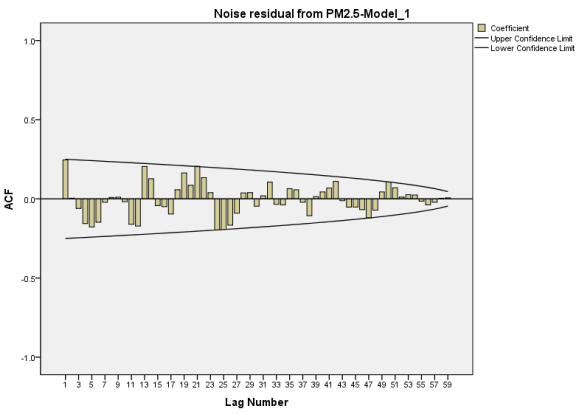


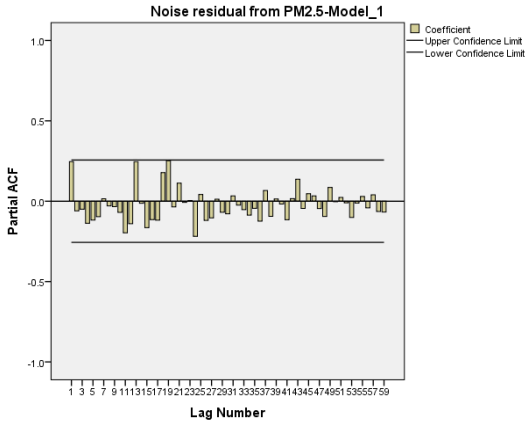
เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

รูปที่ 8 การแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ

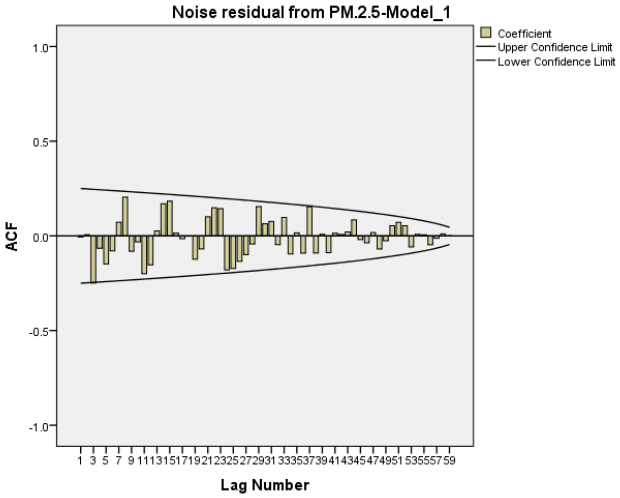
จากแผนภาพเมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่อยู่ในแนวเส้นตรง 45 องศา จึงยอมรับสมมติฐานหลักนั้น คือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ

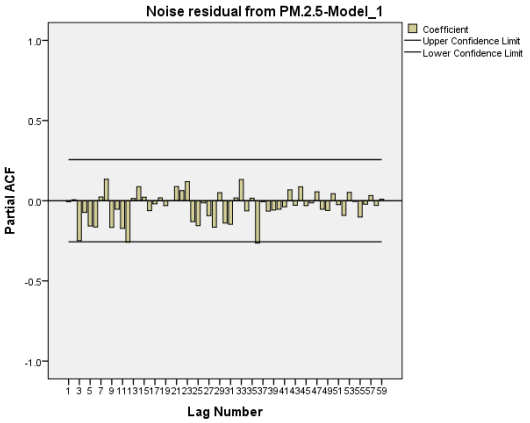
3) ความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน



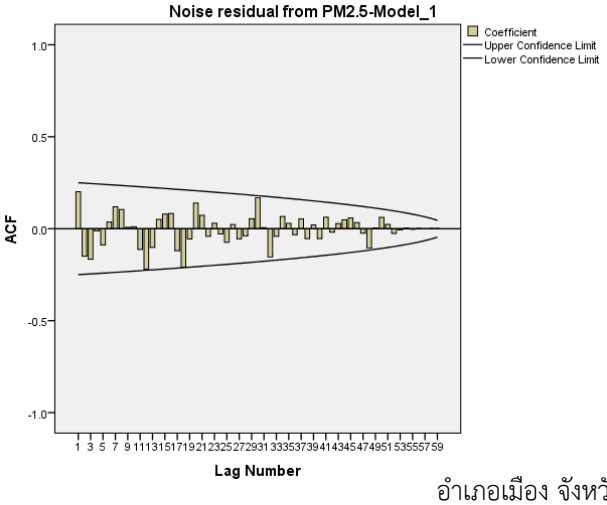


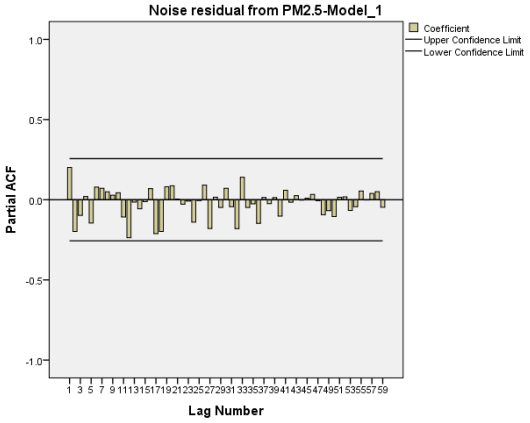
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่



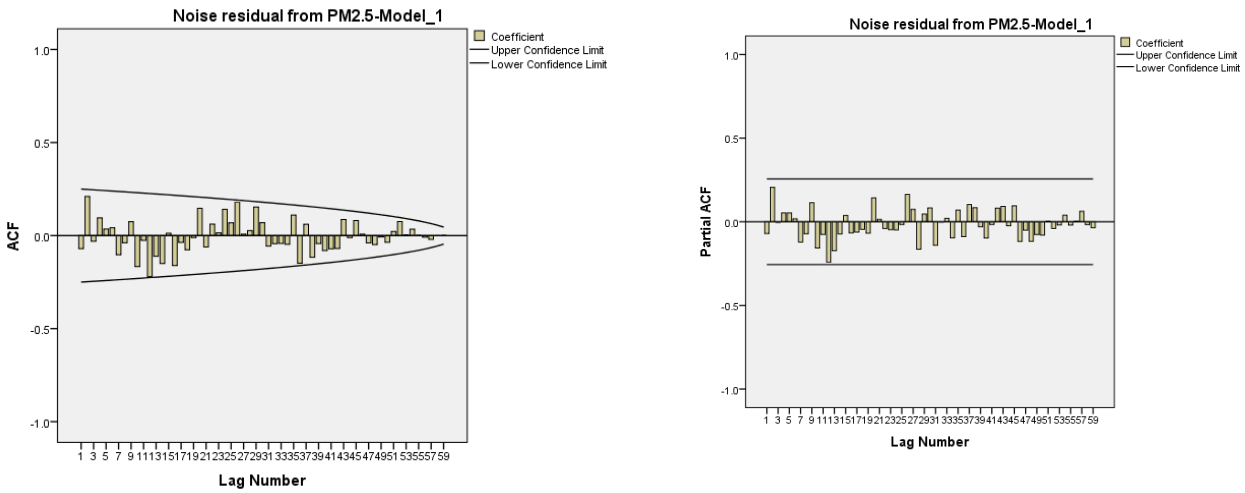


อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง





อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น



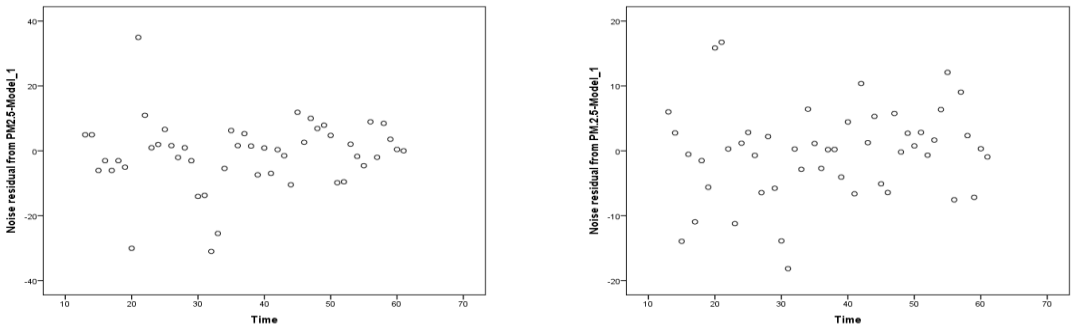
เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

รูปที่ 9 ความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน

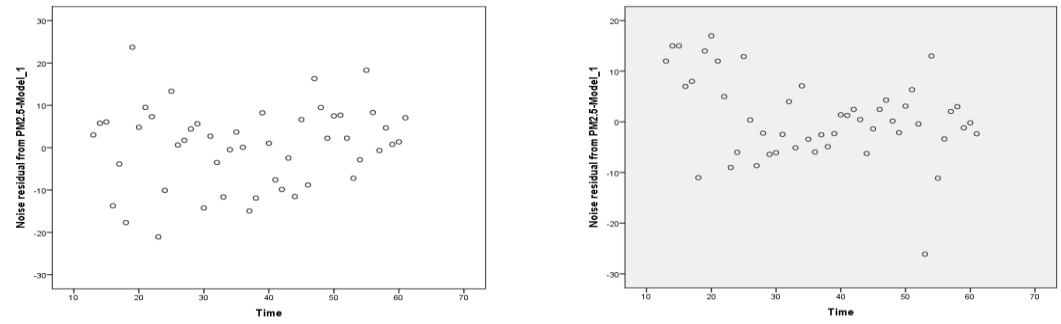
เมื่อพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF พบว่า ในแต่ละ Lag มีค่าไม่เกินขอบเขต ดังนั้นจึงสรุปว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบสำหรับวิธีบอกซ์เจนกินส์

1) ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน



อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

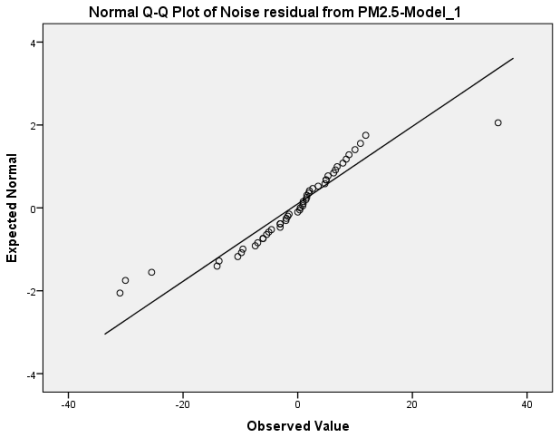


อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

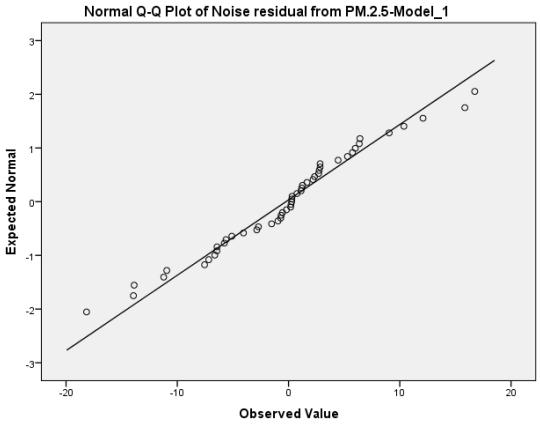
รูปที่ 10 ค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อน

จากลักษณะการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อนพบว่าการกระจายอยู่รอบ ๆ ศูนย์ จึงสรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์ และความแปรปรวนคงที่

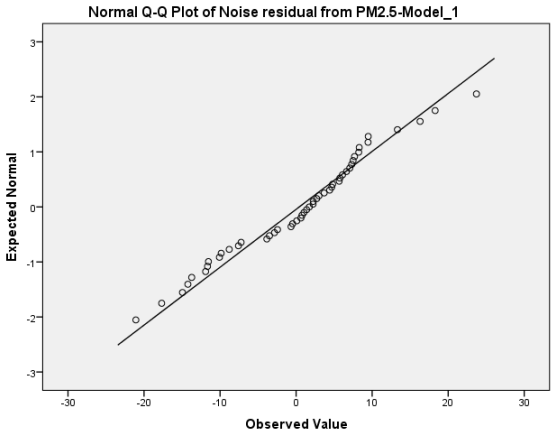
2) การแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ



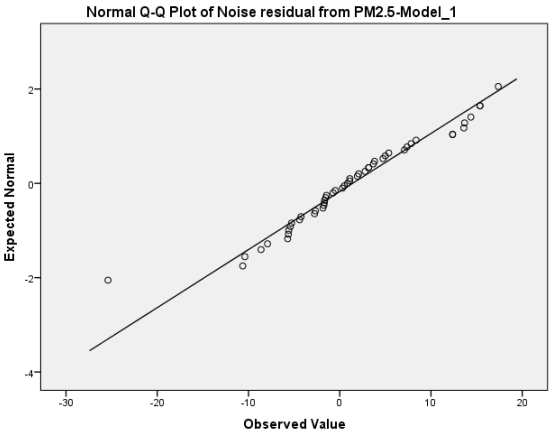
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่



อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง



อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

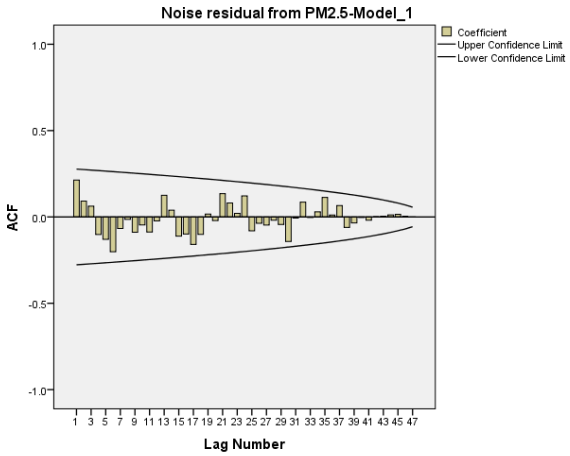


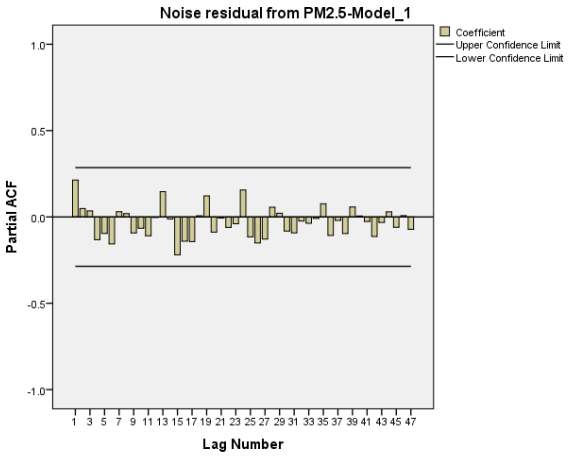
เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

รูปที่ 11 การแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ

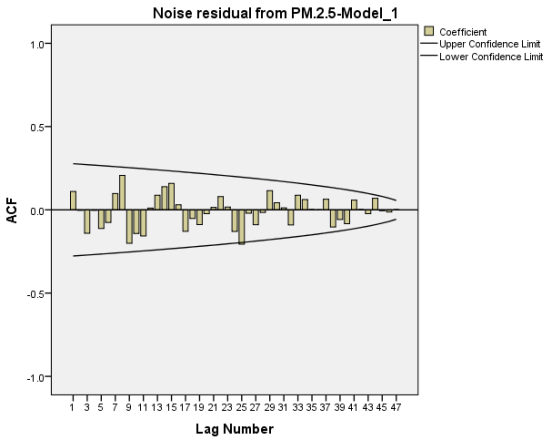
จากแผนภาพเมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่อยู่ในแนวเส้นตรง 45 องศา จึงยอมรับสมมติฐานหลักนั้น คือ ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ

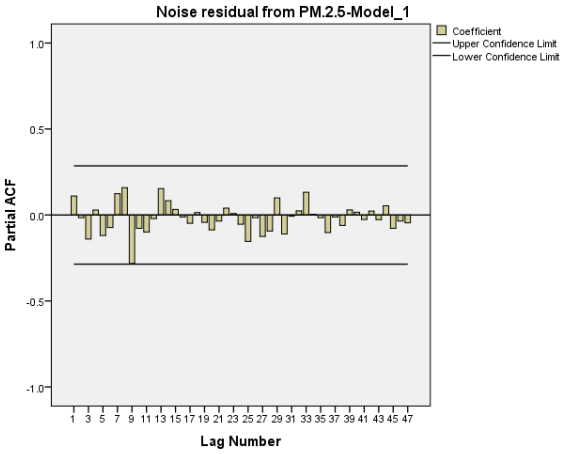
3) ความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน



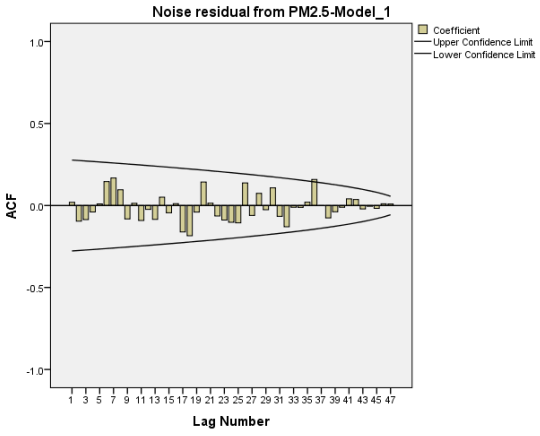


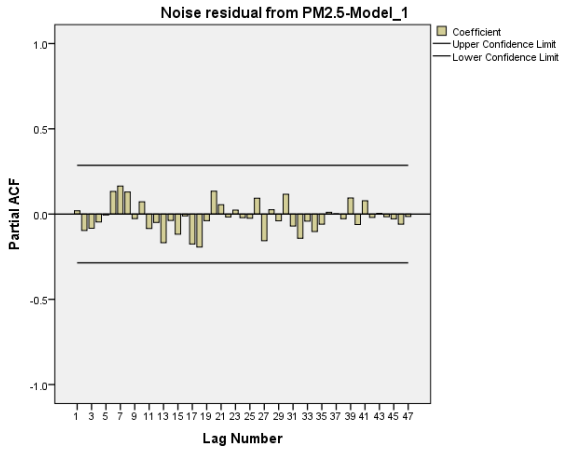
อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่



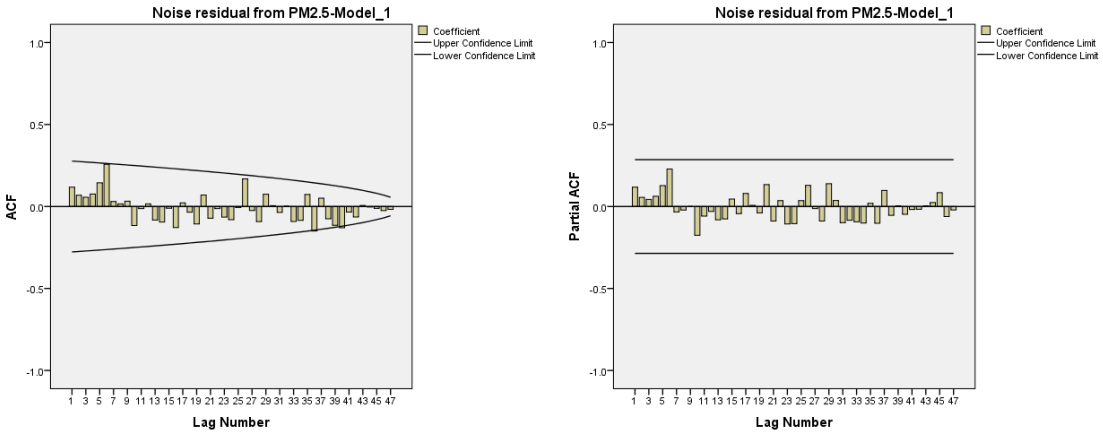


อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง





อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

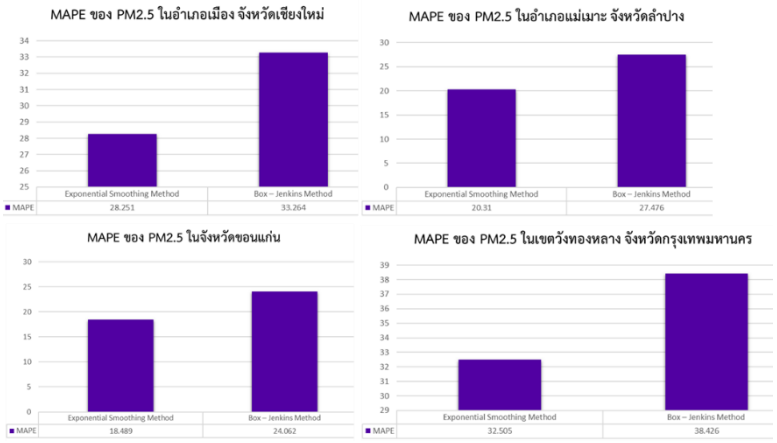


เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

รูปที่ 12 ความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน

เมื่อพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF พบว่า ในแต่ละ Lag มีค่าไม่เกินขอบเขต ดังนั้นจึงสรุปว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

หลังจากการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ พบว่าตัวแบบที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing Method) และวิธีบอกซ์เจนกินส์ (Box – Jenkins Method) มีความเหมาะสม



รูปที่ 13 การเปรียบเทียบค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE)

รูปที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ซึ่งจะนำมาเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ในแต่ละวิธี โดยตัวแบบใดให้ค่าของ MAPE ต่ำที่สุด จะเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$

3. การวิเคราะห์แนวโน้มและความสัมพันธ์ของปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$

Spearman's rho

	Correlation Coefficient	Sig.(2-tailed)
Temperature	.038	.770
Pressure	.380**	.003
Humidity	-.690**	.000
SO2	.377**	.003
NO2	.817**	.000
O3	.780**	.000
PM10	.892**	.000

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ก. อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

Spearman's rho

	Correlation Coefficient	Sig.(2-tailed)
Temperature	-.049	.710
Pressure	.558**	.000
Humidity	-.580**	.000
SO2	.302*	.018
NO2	.911**	.000
O3	.810**	.000
PM10	.905**	.000

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ข. อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

Spearman's rho

	Correlation Coefficient	Sig.(2-tailed)
Temperature	-.160	.217
Pressure	.617**	.000
Humidity	-.680**	.000
SO2	.400**	.001
NO2	.583**	.000
O3	.613**	.000
PM10	.839**	.000

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ค. อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

Spearman's rho

	Correlation Coefficient	Sig.(2-tailed)
Temperature	-.378**	.003
Pressure	.707**	.000
Humidity	-.459**	.000
SO2	.338**	.008
NO2	.387**	.002
O3	.644**	.000
PM10	.799**	.000

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ง. เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

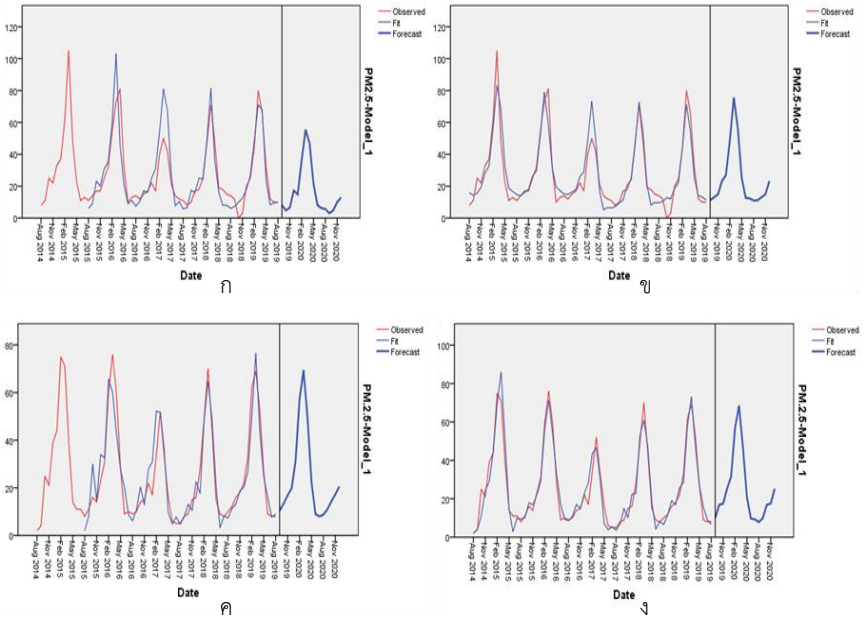
รูปที่ 14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมน

รูปที่ 14 แสดงการทำการทดสอบความสัมพันธ์โดยใช้การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียร์แมน (Spearman's rho test) เพื่อพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างประมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิ ความกดอากาศและความชื้น และค่ามลพิษอื่น ๆ คือ SO_2, NO_2, O_3 และ PM_{10} ใน 4 พื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้แก่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ รูปที่ 14 (ก), อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง รูปที่ 14 (ข), อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น รูปที่ 14 (ค) และเขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร รูปที่ 14 (ง)

วิจารณ์และสรุปผลการดำเนินงาน

ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบพยากรณ์วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาลเหมาะสมที่จะนำมาพยากรณ์ปริมาณของฝุ่น $PM_{2.5}$ ทั้ง 4 พื้นที่ที่ทำการศึกษา ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่, อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง, อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และเขตวังทองหลาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีตัวแบบการพยากรณ์ ดังนี้ $y_{t+m} = 45.128 \times \hat{s}_{t+m}$, $y_{t+m} = 120.949 \times \hat{s}_{t+m}$, $y_{t+m} = 44.687 \times \hat{s}_{t+m}$ และ $y_{t+m} = 61.071 \times \hat{s}_{t+m}$ ตามลำดับ โดยผลการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ของแต่ละวิธีจากเกณฑ์ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ของแต่ละวิธีการพยากรณ์ซึ่งตัวแบบที่ดีที่สุดจะได้ค่าต่ำที่สุด ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่ได้จากตัวแบบการพยากรณ์วิธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบฤดูกาล มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 15 ซึ่งรูปที่ 15 (ก, ข, ค, และ ง) คือ ข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่, อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง, อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น และเขตวังทองหลาง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลำดับที่ของสเปียรแมน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความหนาแน่นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและค่ามลพิษอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่าในจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง และขอนแก่น

อุณหภูมิไม่มีความสัมพันธ์แต่ปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์เชิงลบและความกดอากาศ, SO_2, NO_2, O_3 และ PM_{10} มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณความหนาแน่นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในขณะที่กรุงเทพมหานคร อุณหภูมิและปริมาณความชื้นมีความสัมพันธ์เชิงลบและความกดอากาศ, SO_2, NO_2, O_3 และ PM_{10} มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณความหนาแน่นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน



รูปที่ 15 กราฟข้อมูลพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$

รูปที่ 15 แสดงข้อมูลการพยากรณ์ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2563 ใน 4 พื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้แก่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ รูปที่ 15 (ก), อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง รูปที่ 15 (ข), อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น รูปที่ 15 (ค) และเขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร รูปที่ 5 (ง)

1. มาตรการในการรับมือกับฝุ่น $PM_{2.5}$

รัฐบาลได้มีมาตรการในการรับมือกับฝุ่น $PM_{2.5}$ ทั้งมาตรการระยะกลาง (พ.ศ. 2562 - 2564) อย่างการประกาศใช้มาตรฐานน้ำมันเชื้อเพลิงให้มีกำมะถันไม่เกิน 10 ppm เป็นการกำหนดมาตรฐาน EURO-5 ให้มีการจำหน่ายน้ำมันดีเซลที่มีส่วนผสมไบโอดีเซล เพื่อช่วยลดมลพิษฝุ่นละอองขนาดเล็ก $PM_{2.5}$ ทำให้ระบบเผาไหม้ของเครื่องยนต์สะอาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในการลดฝุ่นละอองจากท่อไอเสียของยานยนต์ และการพิจารณาเพิ่มภาษีรถยนต์เก่า การลดภาษีรถยนต์ไฟฟ้า ในส่วนของมาตรการระยะยาว (พ.ศ. 2565 - 2567) กำหนดให้มีการติดตั้ง Diesel Particulate Filter (DPF) หรืออุปกรณ์กรองเขม่าไอเสียในเครื่องยนต์ดีเซลในรถดีเซลเพิ่มเติม ทำการกำหนดมาตรฐานระบายอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมให้เทียบเท่า EU และ USA

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 งานวิจัยนี้เป็นการพยากรณ์เชิงสถิติจากข้อมูลในอดีต เพื่อพยากรณ์ปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่เกิดขึ้นในอนาคตหากมีการใช้มาตรการในการแก้ไขปัญหาฝุ่น $PM_{2.5}$ อาจส่งผลให้ค่าพยากรณ์แตกต่างไปจากค่าที่เกิดขึ้นจริง

2.2 ข้อจำกัดของโครงงานพิเศษนี้เป็นการพยากรณ์ในระยะยาวจึงจำเป็นต้องใช้ปริมาณข้อมูลที่ค่อนข้างมาก แต่ข้อมูลที่ได้มานั้นในบางพื้นที่อาจจะมีข้อมูลไม่ครบถ้วนหรือไม่ต่อเนื่องจากในบางคาบเวลานั้นมีเครื่องตรวจวัดที่ชำรุดทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลมาใช้ได้ หรือในบางพื้นที่นั้นอาจมีการเพิ่งเริ่มติดตั้งเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กทำให้ในพื้นที่นั้นมีข้อมูลที่ไม่เพียงพอสำหรับการพยากรณ์ในระยะยาว

2.3 ในงานวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรศึกษาหาวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ที่นอกเหนือจากวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบตัวแบบของการพยากรณ์ที่ดีที่สุด

2.4 ผู้วิจัยควรเลือกทำข้อมูลที่มีความน่าสนใจในปัจจุบัน และมีจำนวนข้อมูลที่มากเพียงพอ สำหรับการพยากรณ์ซึ่งจะทำให้ได้ค่าพยากรณ์ที่มีความเหมาะสม และมีความใกล้เคียงกับค่าจริง

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, เกร็ดความรู้เรื่องฝุ่นละออง, สืบค้นวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2563, จาก http://www.pcd.go.th/info_ serv/air_dust.htm

[2] จินตนา ประชุมพันธ์, $PM_{2.5}$ ฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ กับวิกฤตสุขภาพที่คนไทยจะต้องแลก, สืบค้นวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://thestandard.co/pm-2-5-environmental-nano-pollutants/

[3] จินตพร หนิ้วอินปั่น, บุญอ้อม โฉมที และประสิทธิ์ พยัคฆพงษ, การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 4 วิธี สำหรับความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ในภาคกลาง ของประเทศไทย, สืบค้นวันที่ 14 มีนาคม 2563, จาก https://gsbooks.gs.kku.ac.th/55/cdgrc13/files/pmo15.pdf

[4] ดาว สงวนรังศิริกุล, หรรษา เชี่ยวอนันตวานิช และ มณีรัตน์ แสงเกษม, “การศึกษาเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยที่เป็นโรคเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาในกรุงเทพมหานคร”, วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ, ปีที่ 38, ฉบับที่ 1, หน้า 35-55 (2558)

[5] บีบีซี นาวิเกชัน, ฝุ่น: เหตุใดสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็ก จึงพุ่งสูงขึ้นมาอีกครั้ง, สืบค้นวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.bbc.com/thai/thailand-46643980

[6] _____, ฝุ่น $PM_{2.5}$ กลับมาวิกฤต รัฐบาลทำอะไรไปแล้วบ้างหลังประกาศเป็นวาระแห่งชาติ, สืบค้นวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.bbc.com/thai/thailand-51030236

[7] ติณห์ ทองธรรมชาติ, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในกรุงเทพมหานคร ช่วงเวลา 10 ปี และการประเมินคุณภาพอากาศ, วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561.

[8] ยุพาภรณ์ อารีพงษ์, การพยากรณ์ทางธุรกิจ, กรุงเทพมหานคร : สาขาวิชาสาขาวชาสถิติธุรกิจและการประกันภัย ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (2560)

[9] รพีพัฒน์ เกริกไกวัล, องค์ประกอบธาตุในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนในเขตกรุงเทพมหานคร, วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543

[10] วรางคณา กีรติวิบูลย์, “การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน”, วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ, ปีที่ 38, ฉบับที่ 3, หน้า 211-223 (2558)

[11] ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์, เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ: การวิเคราะห์อนุกรมเวลา, นครปฐม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล. (2556)

[12] ศิวัช พงษ์เพียจันทร์ และคณะ, คู่มือเตรียมหน้าวิกฤตฝุ่นพิษ $PM_{2.5}$ มัจจุราชเงียบ, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์บ้านพระอาทิตย์. (2562)

[13] เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล และคณะ, “การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในบรรยากาศด้วยเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองไร้สายในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย”, วารสารเทคโนโลยีนวัตกรรม, ปีที่ 1, ฉบับที่ 2, หน้า 65-78 (2561)

[14] สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน, ข้อเสนอเชิงนโยบายการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนอย่างยั่งยืน, กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2562)

[15] World Health Organization, WHO guidelines for air quality, cited 13 March 2020, Available from : URL : http://www.who.int/inffs/en/fact187.html

ความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

STUDENT'S SATISFACTION IN FACULTY OF SCIENCE ON THE INTERNET SERVICE USAGE IN MAEJO UNIVERSITY, CHIANG MAI PROVINCE

อภัชญา คำสืบ[1,*] และ รุ่งกานต์ ใจวงค์ยะ[1]

Apatchaya Khamseub[1,*] and Rungkarn Jaiwongya[1]

สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อภัชญา คำสืบ อีเมล: lux_1111111111@hotmail.com

บทคัดย่อ:

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 2) ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อระดับความพึงพอใจในการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 207 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามออนไลน์ ผลการศึกษาพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็น เพศหญิง เรียนอยู่ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ใช้งานอินเทอร์เน็ต 1 วันต่อสัปดาห์ โดยใช้บริการเวลา 8.00 – 12.00 น. ส่วนระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ผลการทดสอบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในภาพรวม และด้านระบบการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตพบว่าทุกปัจจัย ได้แก่ เพศ สาขาวิชา ชั้นปีที่ศึกษา ความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์ และช่วงเวลาที่มักจะใช้บริการ ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาด้านระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พบว่า ปัจจัยความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์ มีความสัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ : ความพึงพอใจ, การใช้บริการ, อินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

Abstract:

The purposes of this research were to study the level of satisfaction of the Internet services usage of students of the Faculty of Science Maejo University Chiang Mai. The samples were a students enrolled with Faculty of Science in the second semester of academic year 2019, totally 207 persons. A questionnaire onlines were applied for the data collection. The study found that the most respondents were female, studying in the third year , studying of Computer Science program, the Internet services usage for 1 days per week and in time period during 8.00 – 12.00 a.m. The satisfaction level of students were at a high level.

The results of the factors testing relating to satisfaction of the Internet services usage of students of the Faculty of Science Maejo University found that gender, curriculum program, year of education, frequency of Internet usage per week and the time period of Internet usage had no significantly relate to the level of the satisfaction of the Internet services usage of students in whole aspect and the aspect of the system to access the internet. While the frequency of Internet usage per week had significantly relate to satisfaction of the Internet services usage of students in the aspect of the wireless network (Wireless) of the University.

Keywords: satisfaction, service usage, internet of Maejo University

บทนำ:

ยุคปัจจุบันนอกจากจะเป็นยุคโลกาภิวัฒน์แล้ว ยังเป็นยุคแห่งสารสนเทศไร้พรมแดน และเป็นยุคที่เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตเริ่มก้าวเข้ามามีบทบาทสำคัญทั้งในภาคธุรกิจและภาคการศึกษา ทำให้วิถีชีวิตเราทันสมัยและทันเหตุการณ์อยู่เสมอ และเป็นแหล่งสารสนเทศสำคัญสำหรับทุกคนเพราะสามารถค้นหาสิ่งที่ตนสนใจได้ในทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลาเดินทางไปค้นคว้าในห้องสมุด อินเทอร์เน็ตจึงมีความสำคัญกับวิถีชีวิตของคนเราในปัจจุบันเป็นอย่างมากในทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นบุคคลที่อยู่ในวงการธุรกิจ การศึกษา ต่างก็ได้รับประโยชน์จากอินเทอร์เน็ตด้วยกันทั้งนั้น ในด้านการศึกษา สามารถใช้เป็นแหล่งค้นคว้าหาข้อมูล ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทางวิชาการ ข้อมูลด้านการบันเทิง ด้านการแพทย์ และอื่น ๆ ที่น่าสนใจ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะทำหน้าที่เปรียบเสมือนเป็นห้องสมุดขนาดใหญ่ เพื่อค้นหาข้อมูลที่กำลังศึกษาอยู่ได้ ทั้งข้อมูลที่เป็นข้อความเสียง และภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ

ในส่วนของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ นักศึกษาสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้สะดวก เชื่อมต่อได้ทั้งคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา ทำให้อินเทอร์เน็ตเป็นเรื่องที่ง่ายต่อการใช้งาน ทั้งในด้านความบันเทิง ใช้สนทนาออนไลน์ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือติดต่อสื่อสารระหว่างเพื่อนและอาจารย์ นักศึกษาได้ให้ความสำคัญในการใช้อินเทอร์เน็ตค่อนข้างมากในหลาย ๆ ด้าน อินเทอร์เน็ตจึงเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยนักศึกษาสามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและสะดวกมากยิ่งขึ้น และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการให้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษา และการใช้งานในด้านต่าง ๆ

มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

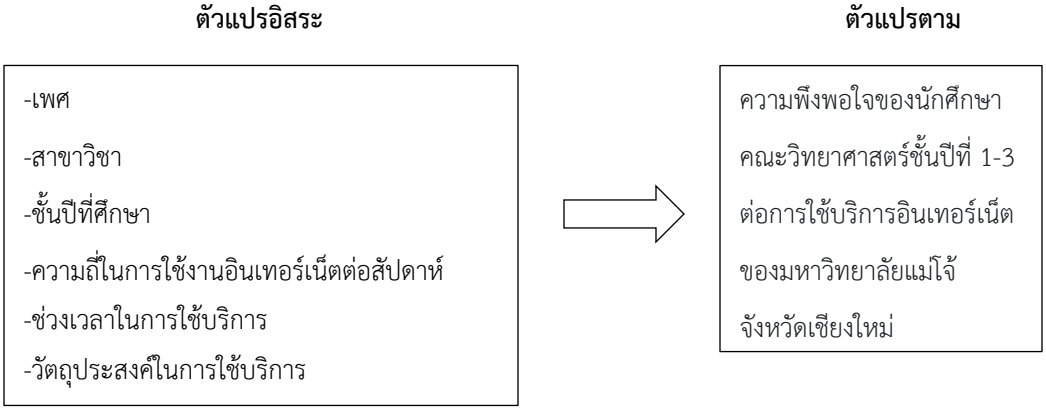
วัตถุประสงค์:

1. เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยเพศ สาขาวิชา ชั้นปีที่ศึกษา ความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์ ช่วงเวลาในการใช้บริการอินเทอร์เน็ต และวัตถุประสงค์ในการใช้บริการอินเทอร์เน็ต ที่มีต่อระดับความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

วิธีการดำเนินงาน:

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง:

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ชั้นปีที่ 1-3 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ระดับปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 688 คน [2]

คำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์กำหนดเป็นร้อยละในการประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากร [4] ดังนี้

ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักร้อย ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 25%
ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักพัน ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 10%
ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักหมื่น ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 5%
ถ้าขนาดประชากรเป็นหลักแสน ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1%

ในงานวิจัยครั้งนี้มีขนาดประชากรหลักร้อย ดังนั้นจะใช้เกณฑ์ 30%

จากสูตร $$n = \frac{N}{100} \times 30$$

เมื่อ n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N คือ ขนาดของประชากร

จะได้จำนวนตัวอย่างที่คำนวณได้ดังนี้

$$n = \frac{688}{100} \times 30$$

$$n = 206.4 \approx 207 \text{ คน}$$

ดังนั้น จะใช้ตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 207 ตัวอย่าง โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิโดยให้สาขาวิชาเป็นชั้นภูมิ โดยมีขนาดประชากรและขนาดตัวอย่าง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดประชากรและขนาดตัวอย่างจำแนกตามสาขาวิชา

สาขาวิชา	ขนาดประชากร (คน)	ขนาดตัวอย่าง (คน)
สถิติ	27	8
เทคโนโลยีชีวภาพ	85	26
เทคโนโลยีสารสนเทศ	105	32
เคมี	100	30
คณิตศาสตร์	74	22
วิทยาการคอมพิวเตอร์	235	70
ฟิสิกส์ประยุกต์	23	7
วัสดุศาสตร์	39	12
รวม	**688**	**207**

สำหรับวิธีการสุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิจะใช้วิธีการสุ่มแบบลูกโซ่ (Snow ball) โดยส่ง Link แบบสอบถามให้นักศึกษาแต่ละสาขาวิชาแล้วให้นักศึกษาดังกล่าวส่ง Link ต่อให้เพื่อนและน้องในสาขาวิชาของตนโดยหากมีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามครบในแต่ละชั้นภูมิแล้วจะปิดการรับแบบสอบถาม

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล:

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) คือ ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

2. ข้อมูลระดับความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 1-3 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และ

ด้านระบบการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต โดยใช้สถิติพรรณนา คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Means) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 1-3 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

กำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

(พรพิมล คงฉิม,2554)

3. ทดสอบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อระดับความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 1-3 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้การทดสอบไคกำลังสอง (chi-squared test)

4. หาระดับความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ต่อระดับความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ชั้นปีที่ 1-3 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยวิธีคราเมอร์สวี (Crame’s V Coefficient)

ผลการวิจัย:

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 207 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 127 คน คิดเป็นร้อยละ 61.40 และเป็นเพศชาย จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 38.60 โดยเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 37.68 และเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 70 คน คิดเป็นร้อยละ 33.82 โดยความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์ ช่วงเวลาที่มักจะใช้บริการอินเทอร์เน็ต และวัตถุประสงค์ในการใช้บริการอินเทอร์เน็ต เป็นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์	**207**	**100.00**
1 วัน/สัปดาห์	69	33.33
2 วัน/สัปดาห์	53	25.61
3 วัน/สัปดาห์	39	18.84
มากกว่า 3 วัน/สัปดาห์	46	22.22
ช่วงเวลาที่มักจะใช้บริการอินเทอร์เน็ต	**207**	**100.00**
8.00 – 12.00 น.	73	35.27
12.01 – 13.00 น.	33	15.94
13.01 – 16.00 น.	67	32.37
16.01 – 20.00 น.	16	7.73
20.01 – 24.00 น.	15	7.25
หลังเวลา 24.00 น.	3	1.44
วัตถุประสงค์ในการใช้บริการอินเทอร์เน็ต		
ค้นหาข้อมูล	182	87.92
ติดต่อสื่อสารผ่านสังคมออนไลน์	182	87.92
อ่านข่าวสารที่เป็นสาระความรู้	150	72.46
ดาวน์โหลดข้อมูล	125	60.39
ฟังเพลง	74	35.75
ดูหนัง	67	32.37
หมายเหตุ : คำถามข้อนี้ตอบได้หลายคำตอบคำตอบคิดร้อยละจาก 207 คน		

จากตารางที่ 2 พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ต 1 วัน/สัปดาห์ จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ใช้บริการอินเทอร์เน็ตบ่อยที่สุดเวลา 8.00 – 12.00 น. จำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 35.27 มีวัตถุประสงค์ในการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้เพื่อค้นหาข้อมูล และติดต่อสื่อสารผ่านสังคมออนไลน์ จำนวน 182 คน คิดเป็นร้อยละ 87.92

2. ความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ในส่วนนี้จะศึกษาระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ใน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และด้านระบบการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต ผลการศึกษาเป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ รายด้าน

ประเด็น	จำนวน (ร้อยละ)					$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
ด้านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้						**3.70**	**0.500**	**มาก**
1. การใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้มีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ	-	151 (72.95)	53 (25.60)	3 (1.45)	-	3.71	0.484	มาก
2. ระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีคุณภาพพร้อมใช้งาน	-	154 (74.40)	53 (25.60)	-	-	3.74	0.438	มาก
3. การมีเสถียรภาพของระบบเครือข่าย (Wireless) สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้อย่างต่อเนื่อง	-	155 (74.88)	51 (24.64)	1 (0.48)	-	3.74	0.448	มาก
4. ระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ให้บริการได้ครอบคลุมและทั่วถึง	-	136 (65.70)	60 (28.99)	11 (5.31)	-	3.60	0.589	มาก
ด้านระบบการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต						**4.04**	**0.547**	**มาก**
1. การกำหนดสิทธิ์ (Username Account) ในการเข้าใช้งานมีความเหมาะสม	104 (50.24)	103 (49.76)	-	-	-	4.50	0.501	มากที่สุด
2. การเข้าสู่ระบบการใช้งานอินเทอร์เน็ตมีความสะดวกและรวดเร็ว	-	149 (71.98)	53 (25.60)	5 (2.42)	-	3.70	0.511	มาก

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ประเด็น	จำนวน (ร้อยละ)					$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
3. มีบุคลากรให้ความช่วยเหลือเมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้งาน	-	52 (25.12)	83 (40.10)	51 (24.64)	21 (10.14)	2.80	0.932	ปานกลาง
4. ข้อจำกัดระยะเวลาในการใช้อินเทอร์เน็ตแต่ละครั้ง	36 (17.39)	164 (79.23)	7 (3.38)	-	-	4.14	0.435	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจด้านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.70 , S.D. = 0.500) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีความพึงพอใจในระดับมากทุกข้อ ได้แก่ การใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้มีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ($\bar{x}$ = 3.71 , S.D. = 0.484) ระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีคุณภาพพร้อมใช้งาน ($\bar{x}$ = 3.74 , S.D. = 0.438) การมีเสถียรภาพของระบบเครือข่าย (Wireless) สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้อย่างต่อเนื่อง ($\bar{x}$ = 3.74 , S.D. = 0.448) และระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ให้บริการได้ครอบคลุมและทั่วถึง ($\bar{x}$ = 3.60 , S.D. = 0.589)

ในด้านระบบการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.04 , S.D. = 0.547) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดในประเด็นการกำหนดสิทธิ์ (Username Account) ในการเข้าใช้งานมีความเหมาะสม ($\bar{x}$ = 4.50 , S.D. = 0.501) ส่วนประเด็นที่มีความพึงพอใจในระดับมาก ได้แก่ การเข้าสู่ระบบการใช้งานอินเทอร์เน็ตมีความสะดวกและรวดเร็ว ($\bar{x}$ = 3.70 , S.D. = 0.511) และประเด็นข้อจำกัดระยะเวลาในการใช้อินเทอร์เน็ตแต่ละครั้ง ($\bar{x}$ = 4.14 , S.D. = 0.435) และมีความพึงพอใจในระดับปานกลางประเด็นมีบุคลากรให้ความช่วยเหลือเมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้งาน ($\bar{x}$ = 2.80 , S.D. = 0.932)

3. การทดสอบปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อระดับความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ในส่วนนี้จะศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อระดับความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ในด้านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ด้านระบบการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต และภาพรวมของทั้งสองด้าน โดยใช้การทดสอบไคกำลังสอง และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยวิธีคราเมอร์สวี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยวิธีคราเมร์สวี อธิบายโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

ช่วงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	การแปลผล
0.81 – 1.00	มีความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก
0.61 – 0.80	มีความสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างสูง
0.41 – 0.60	มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง
0.21 - 0.40	มีความสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างต่ำ
0.01 - 0.20	มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก (แสงเดือน วนิชดำรงศักดิ์, 2555)

ผลการศึกษาเป็นดังตารางที่ 4 - 6 ดังนี้

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ต่อความพึงพอใจในภาพรวม

ปัจจัย		**ค่าสถิติไคกำลังสอง**	**P-Value**
เพศ	ชาย	1.147	0.284
	หญิง		
กลุ่มสาขาวิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ เทคโนโลยีชีวภาพ วัสดุศาสตร์ และเคมี	0.000	1.000
	วิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ คณิตศาสตร์ และสถิติ		
ชั้นปีที่ศึกษา	ปีที่ 1 และ ปีที่ 2	0.174	0.676
	ปีที่ 3		
ความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์	ไม่เกิน 2 วันต่อสัปดาห์	1.014	0.314
	ตั้งแต่ 3 วันต่อสัปดาห์เป็นต้นไป		
ช่วงเวลาที่มักจะใช้บริการ	8.00 – 16.00 น.	0.222	0.637
	16.01 – 7.59 น.		

หมายเหตุ : มีการยุบรวมกลุ่มเนื่องจากมีจำนวนเซลที่มีความถี่คาดหวังที่น้อยกว่า 5 เกิน 20%

จากตาราง 4 พบว่า ทุกปัจจัย ได้แก่ เพศ กลุ่มสาขาวิชา ชั้นปีที่ศึกษา ความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์ และช่วงเวลาที่มักจะใช้บริการ ไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับความพึงพอใจในภาพรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ต่อความพึงพอใจด้านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปัจจัย		ค่าสถิติไคกำลังสอง	P-Value	Cramer' s V
เพศ	ชาย	0.000	1.000	-
	หญิง			
กลุ่มสาขาวิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ เทคโนโลยีชีวภาพ วัสดุศาสตร์ และเคมี	0.358	0.550	-
	วิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ คณิตศาสตร์ และสถิติ			
ชั้นปีที่ศึกษา	ปีที่ 1 และ ปีที่ 2	0.941	0.332	-
	ปีที่ 3			
ความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์	ไม่เกิน 2 วัน/สัปดาห์	6.128	0.013*	0.184
	ตั้งแต่ 3 วัน/สัปดาห์เป็นต้นไป			
ช่วงเวลาที่มักจะใช้บริการ	8.00 – 16.00 น.	1.445	0.229	-
	16.01 – 7.59 น.			

หมายเหตุ : * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

: มีการยุบรวมกลุ่ม เนื่องจากมีจำนวนเซลที่มีความถี่คาดหวังที่น้อยกว่า 5 เกิน 20%

: Cramer's V จะหาเฉพาะกรณีที่การทดสอบมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตาราง 5 พบว่า ปัจจัยความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์ มีความสัมพันธ์ต่อระดับความพึงพอใจในด้านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก (Cramer' s V = 0.184) ส่วนปัจจัยเพศ กลุ่มสาขาวิชา ชั้นปีที่ศึกษา และช่วงเวลาที่มักจะใช้บริการ ไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับความพึงพอใจด้านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ต่อความพึงพอใจด้านระบบการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต

ข้อมูลทั่วไป		ค่าสถิติไคกำลังสอง	P-Value
เพศ	ชาย	0.000	0.988
	หญิง		
กลุ่มสาขาวิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์ เทคโนโลยีชีวภาพ วัสดุศาสตร์ และเคมี	0.000	1.000
	วิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ คณิตศาสตร์ และสถิติ		
ชั้นปีที่ศึกษา	ปีที่ 1 และ ปีที่ 2	0.006	0.939
	ปีที่ 3		
ความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์	ไม่เกิน 2 วัน/สัปดาห์	1.176	0.278
	ตั้งแต่ 3 วัน/สัปดาห์เป็นต้นไป		
ช่วงเวลาที่มักจะใช้บริการ	8.00 – 16.00	0.000	1.000
	16.01 – 7.59		

หมายเหตุ : มีการยุบรวมกลุ่มเนื่องจากมีจำนวนเซลที่มีความถี่คาดหวังที่น้อยกว่า 5 เกิน 20%

จากตาราง 6 พบว่า ทุกปัจจัย ได้แก่ เพศ กลุ่มสาขาวิชา ชั้นปีที่ศึกษา ความถี่ในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อสัปดาห์ และช่วงเวลาที่มักจะใช้บริการ ไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับความพึงพอใจในด้านระบบการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปและอภิปรายผลวิจัย:

จากการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับความพึงพอใจในภาพรวมในระดับมาก และมีความพึงพอใจในด้านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และด้านระบบการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตในระดับมากเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับคณะกรรมการวิจัยสถาบัน มหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติจังหวัดนครศรีธรรมราช (2554) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องความพึงพอใจในการใช้บริการเทคโนโลยีสารสนเทศของนักศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจในการใช้บริการเทคโนโลยีสารสนเทศของมหาวิทยาลัย

รามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติจังหวัดนครศรีธรรมราชในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้บริการเทคโนโลยีสารสนเทศด้านระบบการให้บริการ ด้านขั้นตอนการใช้บริการ และด้านบุคลากรผู้ให้บริการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับระดับมาก

2. ผลการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ชั้นปีที่ศึกษา และสาขาวิชา ไม่มีความสัมพันธ์ต่อความพึงพอใจด้านระบบการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต ซึ่งอาจเป็นเพราะนักศึกษาทุกชั้นปี และทุกสาขาวิชา มีความต้องการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ในลักษณะเดียวกัน โดยผลการศึกษาสอดคล้องกับ วยาซีเราะห์ เจะหลง และคณะ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาในการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่พบว่า นักศึกษาที่มีเพศ อายุ ต่างกัน มีความพึงพอใจในการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย:

ถึงแม้ว่าผลการศึกษาพบว่า นักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้มีความพึงพอใจต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ในภาพรวมและรายด้านทั้ง 2 ด้าน อยู่ในระดับมาก แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็นคำถามยังพบว่ายังมีกลุ่มตัวอย่างบางส่วนที่มีระดับความพึงพอใจในระดับน้อย และน้อยที่สุด ดังนั้นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการดูแลระบบเครือข่าย (Wireless) ควรพิจารณาปรับปรุงการให้บริการในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ด้านระบบเครือข่าย (Wireless) ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ควรพิจารณาประสิทธิภาพการมีเสถียรภาพ ความเร็วของอินเทอร์เน็ต และจุดที่ให้บริการบางจุดเป็นพื้นที่ให้บริการแต่ไม่สามารถเข้าระบบได้
2. ด้านระบบการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ต ควรจัดให้มีบุคลากรที่คอยให้ความช่วยเหลือเมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้บริการอินเทอร์เน็ต และตอบข้อซักถามได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป:

จากการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาชั้นปีที่ 1-3 คณะวิทยาศาสตร์ต่อการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ เท่านั้น ซึ่งยังไม่ครอบคลุมผู้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ทั้งหมด ในการทำวิจัยในครั้งต่อไปอาจจะต้องศึกษาความคิดเห็นหรือความพึงพอใจของนักศึกษาทุกชั้นปี นักศึกษาจากคณะอื่น เจ้าหน้าที่ คณาจารย์ และบุคลากรที่มาใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้บริการทุกกลุ่มได้ครบถ้วนยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง:

[1] คณะกรรมการวิจัยสถาบัน มหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติจังหวัดนครศรีธรรมราช, ความพึงพอใจในการใช้บริการเทคโนโลยีสารสนเทศของนักศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติจังหวัดนครศรีธรรมราช, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2554.

[2] งานทะเบียนนักศึกษา, สืบค้นเมื่อ 28 กุมภาพันธ์ 2563, จาก http://www.education.mju.ac.th/www/studentList.aspx

[3] พรพิมล คงฉิม, การศึกษาความพึงพอใจและความต้องการของลูกค้าที่ได้รับบริการจากบริษัท เอ็ม.เอช.อี - ดีแมก (ที) จำกัด, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2554.

[4] มารยาท โยทองยศ และปราณี สวัสดิสรรพ, การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อการวิจัย, สืบค้นเมื่อ 4 มีนาคม 2563, จาก http://www.fsh.mi.th/km/wp-content/uploads/2014/04/resch.pdf

[5] วยาซีเราะห์ เจะหลง และคณะ, ความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาในการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, 2556.

[6] แสงเดือน วนิชดำรงศักดิ์, การรับรู้ภาพลักษณ์และคุณภาพบริการ : กรณีศึกษา ธนาคารเกียรตินาคิน สาขากรุงเทพมหานครและปริมณฑล, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2555.

การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวอินเดียและเกาหลีที่เดินทางมาเยี่ยมเยือนประเทศไทย

FORECASTING THE NUMBER OF INDIAN AND KOREAN TOURISTS IN THAILAND

อาวิกา สายทอง[1], พรชิตา ธนากร[2,*], ชุตินันท์ นพกาศ[3], นิโลบล กัลปหา[4] และแสงดาว วงค์สาย[5]

Arwika Saitong[1], Pornchita Thanakorn[2], Chutinun Noppagard[3], Nilobol Kallapaha[4] and Sangdao Wongsai[5]

[1,2,3,4,5]*หน่วยวิจัยด้านการเรียนรู้ข้อมูลแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12120 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: พรชิตา ธนากร อีเมล: pornchita.thanakorn@gmail.com

บทคัดย่อ:

ปัจจุบันนักท่องเที่ยวถือเป็นกลุ่มเป้าหมายสำคัญของประเทศไทย เนื่องจากการท่องเที่ยวเป็นแหล่งอุตสาหกรรมที่มีผลต่อความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นแหล่งที่มาของเงินตราต่างประเทศที่สำคัญที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและชาวเกาหลี ที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทย โดยประยุกต์ใช้ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์ จากข้อมูลรายเดือนของกรมการท่องเที่ยวและกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 และตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบด้วยค่าเฉลี่ยของค่าสัมบูรณ์เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบพยากรณ์ SARIMA มีความแม่นยำสูง จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียที่เข้ามาในประเทศไทยจะมีมากที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคม และจำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลีที่เข้ามาในประเทศไทยจะมีจำนวนมากที่สุดในช่วงเดือนมกราคมของทุกปี

คำสำคัญ : การท่องเที่ยวขาเข้า, ผู้มาเยือนขาเข้า, ลักษณะของนักท่องเที่ยว, พฤติกรรมของนักท่องเที่ยว, ตัวแบบการพยากรณ์

Abstract:

At present, tourists are an important target group of Thailand because tourism is an industry that affects economic and social progress. It is an important source of foreign currency that brings revenue into the country. The objective of this research was to study the suitable model for forecasting the number of tourist arrivals in Thailand based on the data collected from the Department of Tourism and the Ministry of Tourism & Sports. A forecasting technique with the Box-Jenkins method was applied to model the monthly data of the number of Indian and Korean visitors from January 2014 to December 2018. The accuracy of the model was determined by a Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Our results showed that the number of tourists in both countries tends to increase in a straight line. The number of Indian tourist's arrivals in Thailand was found to reach its

highest number during May and the number of Korean tourist's arrivals in Thailand was at the maximum number during the month of January every year.

Keywords: inbound tourism, inbound visitor, tourist profile, tourist behavior, predictive model

บทนำ:

ในปัจจุบันรัฐบาลได้มีนโยบายในการส่งเสริมและพัฒนาการท่องเที่ยวของประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการท่องเที่ยวไทยมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศอย่างมาก เพราะการท่องเที่ยวถือได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทยที่มีผลต่อความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นแหล่งที่มาของเงินตราต่างประเทศที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละหลายแสนล้านบาท [1]

ข้อมูลจากศูนย์วิจัยกสิกรไทยมองว่าตลาดนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เดินทางมาเที่ยวไทยปี พ.ศ. 2562 จะยังมีทิศทางที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยตลาดนักท่องเที่ยวต่างชาติที่คาดว่าจะเติบโตได้ดี ได้แก่ นักท่องเที่ยวจากภูมิภาคอาเซียน อินเดีย เกาหลีใต้ และญี่ปุ่น ทั้งนี้ศูนย์วิจัยกสิกรไทย คาดว่าในปี พ.ศ. 2562 จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติเที่ยวไทยจะมีประมาณ 39.00 - 39.80 ล้านคน เติบโตขึ้นร้อยละ 2.1 - 4.1 จากปีพ.ศ. 2561 จำนวน 38.12 ล้านคน หรือขยายตัวร้อยละ 7.1 ขณะที่การใช้จ่ายของนักท่องเที่ยวต่างชาติสู่ภาคธุรกิจท่องเที่ยวในไทยน่าจะมีมูลค่าประมาณ 2.16-2.20 ล้านล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.9-8.9 จากปี พ.ศ. 2561 [2] ในปัจจุบันนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและเกาหลีเริ่มเดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น และมีการขยายตัวของนักท่องเที่ยวสูงกว่าประเทศอื่น ๆ หากเปรียบเทียบจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและชาวเกาหลีในไทยในไตรมาสแรกของปี พ. ศ. 2561 และพ. ศ. 2562 พบว่ามีการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 20 และ 9.7 ตามลำดับ นอกจากนี้นักท่องเที่ยวชาวอินเดียและเกาหลียังมีปริมาณการจับจ่ายโดยเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าประเทศอื่น ๆ อีกด้วย [3, 4] จะเห็นได้ว่านักท่องเที่ยวชาวต่างชาติสร้างรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นอย่างมาก และถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้การท่องเที่ยวของไทยเติบโตอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการวางแผนเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวจึงจำเป็นต้องทราบถึงจำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่จะเดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทย การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวจะช่วยให้ทราบช่วงเวลาและการเปลี่ยนแปลงจำนวนนักท่องเที่ยวในช่วงเดือนต่าง ๆ ทำให้สามารถวางแผนการท่องเที่ยวได้อย่างเหมาะสม ในการศึกษาครั้งนี้ จึงได้ศึกษาการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและชาวเกาหลีที่เดินทางเข้ามาเที่ยวในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2557-2561 [4] โดยประยุกต์ใช้ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์

วิธีการวิจัย:

หลักการสร้างตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์ การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น และการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ตัวแบบ SARIMA เป็นตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ของวิธีบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Techniques) ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดย George E.P. Box และ Gwilym M. Jenkins ในปี ค.ศ. 1976 โดยมีข้อสมมติว่า ค่าปัจจุบันของค่าสังเกตเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าสังเกตและค่าคลาดเคลื่อนสุ่มในอดีต ซึ่งตัวแบบ SARIMA สามารถใช้ได้กับข้อมูลทุกประเภท และมีความถูกต้องสูง เนื่องจากได้กำหนดตัวแบบโดยพิจารณาตรวจสอบคุณสมบัติของฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) ฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย (Partial Autocorrelation Function: PACF) ซึ่งพิจารณาภายใต้อนุกรมเวลาที่คงที่

(Stationary) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยคงที่และความแปรปรวนคงที่ โดยตัวแบบ SARIMA ย่อมาจากคำว่า Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average Model of order (p,d,q)(P,D,Q) เขียนแทนด้วย SARIMA (p,d,q)(P,D,Q)$_S$

แสดงตัวแบบ SARIMA (p,d,q)(P,D,Q)$_S$ ดังนี้

$$(1-\emptyset_1 B-\emptyset_2 B^2-\cdots-\emptyset_p B^p)(1-\Phi_1 B^S-\Phi_2 B^{2S}-\cdots-\Phi_P B^{PS})(1-B)^d(1-B^S)^D Y_t$$
$$=(1-\theta_1 B-\theta_2 B^2-\cdots-\theta_q B^q)(1-\Theta_1 B^S-\Theta_2 B^{2S}-\cdots-\Theta_{QS} B^{QS})\varepsilon_t$$

โดยที่ Y_t คือ ข้อมูล ณ เวลาที่ t

B คือ ตัวดำเนินการย้อนหลังเวลาที่ t (Backshift Operator) โดยที่ $B^S Y_t = Y_{t-S}$

ε_t คือ ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ณ เวลาที่ t , $\varepsilon_t \sim Nid(0,\sigma^2)$

S คือ ความยาวของฤดูกาลใน 1 รอบ

$\emptyset_1, \emptyset_2, \dots, \emptyset_p$ คือ พารามิเตอร์แสดงค่าของ Nonseasonal Autoregressive Process อันดับที่ 1, 2, ...,p ตามลำดับ

$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ คือ พารามิเตอร์แสดงค่าของ Nonseasonal Moving Average Process อันดับที่ 1, 2, ...,q ตามลำดับ

$\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_P$ คือ พารามิเตอร์แสดงค่าของ Seasonal Autoregressive Process อันดับที่ 1, 2, ...,P ตามลำดับ

$\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_Q$ คือ พารามิเตอร์แสดงค่าของ Seasonal Moving Average Process อันดับ 1, 2, ...,Q ตามลำดับ

p คือ อันดับที่ p ของAutoregressive Process แบบ Nonseasonal

d คือ อันดับที่ d ของการหาผลต่างแบบ Nonseasonal

q คือ อันดับที่ q ของ Moving Average Process แบบ Nonseasonal

P คืออันดับที่ P ของAutoregressive Process แบบ Seasonal

D คือ อันดับที่ D ของการหาผลต่างแบบ Seasonal

Q คือ อันดับที่ Q ของMoving Average Process แบบ Seasonal

2. การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์และค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ใกล้เคียงกับค่าจริงของพารามิเตอร์แล้ว $\hat{e}_t = Y_t - \hat{Y}_t$ ซึ่งเป็นค่าประมาณของ e_t ควรมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

2.1. การตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนสุ่มแต่ละค่าไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง โดยใช้ t-test

H_0 : ความคลาดเคลื่อนสุ่มของตัวแบบที่พิจารณาไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง ณ Lag ที่ k ; k = 1, 2, 3,..., $\frac{n}{4}$

H_1 : ความคลาดเคลื่อนสุ่มของตัวแบบที่พิจารณามีสหสัมพันธ์ในตัวเอง ณ Lag ที่ k

สถิติทดสอบ $t = \frac{r_{e_t}(k)}{s_{r_{e_t}}(k)}$

โดยที่ $r_{e_t}(k) = \frac{\sum_{t=k+1}^{n}(e_t-\bar{e})(e_{t-k}-\bar{e})}{\sum_{t=1}^{n}(e_t-\bar{e})^2}$, $s_{r_{e_t}}(k) \approx \frac{1}{\sqrt{n}}$

$r_{e_t}(k)$ คือ สหสัมพันธ์ในตัวเองของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ณ Lag ที่ k , $-1 \leq r_{e_t}(k) \leq 1$

$s_{r_{e_t}}(k)$ คือ Standard Error ของ $r_{e_t}(k)$

k คือ ช่วงเวลาที่จะพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ในตัวเองของความคลาดเคลื่อนสุ่ม ; $k = 1,2, \ldots, \frac{n}{4}$

เกณฑ์การตัดสินใจ

ปฏิเสธ H_0 ถ้า $|t| > t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ หรือ p-values $< \alpha$

ยอมรับ H_0 ถ้า $|t| \leq t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ หรือ p-values $\geq \alpha$

2.2. การตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนสุ่มมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างไปจากศูนย์ โดยใช้ t-test

H_0 : ความคลาดเคลื่อนสุ่มของตัวแบบที่พิจารณามีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์

H_1 : ความคลาดเคลื่อนสุ่มของตัวแบบที่พิจารณามีค่าเฉลี่ยแตกต่างจากศูนย์

สถิติทดสอบ $t = \frac{\bar{e}}{s_{\bar{e}}}$

โดยที่ $\bar{e}$ คือ ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของความคลาดเคลื่อนสุ่ม

$s_{\bar{e}}$ คือ Standard Error ของ $\bar{e}$; $s_{\bar{e}} = \frac{s_e}{\sqrt{n}}$

s_e คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคลาดเคลื่อนสุ่ม

n คือ จำนวนของความคลาดเคลื่อนสุ่ม

เกณฑ์การตัดสินใจ

ปฏิเสธ H_0 ถ้า $|t| > t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ หรือ p-values $< \alpha$

ยอมรับ H_0 ถ้า $|t| \leq t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ หรือ p-values $\geq \alpha$

2.3. การตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนสุ่มมีการแจกแจงปกติ โดยใช้วิธีการของ Kolmogorov-Smirnov

H_0 : ความคลาดเคลื่อนสุ่มของตัวแบบที่พิจารณามีการแจกแจงปกติ

H_1 : ความคลาดเคลื่อนสุ่มของตัวแบบที่พิจารณาไม่มีการแจกแจงปกติ

สถิติทดสอบ $\mathrm{K-S} = D_n = max(D_n^+, D_n^-) = \max\left[max\left|\frac{i}{n} - F(e)\right|, max\left|F(e) - \frac{(i-1)}{n}\right|\right]$; i = 1, 2,..., n

โดยที่ $F(e)$ คือ ความน่าจะเป็นสะสมของความคลาดเคลื่อน

$D_{n,\alpha}$ คือ ค่าจากตารางสถิติ Kolmogorov-Smirnov

เกณฑ์การตัดสินใจ

ปฏิเสธ H_0 ถ้า $D_n > D_{n,\alpha}$ หรือ p-values $< \alpha$

ยอมรับ H_0 ถ้า $D_n \leq D_{n,\alpha}$ หรือ p-values $\geq \alpha$

2.4. การตรวจสอบว่าความคลาดเคลื่อนสุ่มมีความแปรปรวนคงที่ โดยใช้วิธีการของ Spearman

H_0 : ความคลาดเคลื่อนสุ่มกับเวลาของตัวแบบที่พิจารณามีความสัมพันธ์กัน (ความแปรปรวนคงที่)

H_1 : ความคลาดเคลื่อนสุ่มกับเวลาของตัวแบบที่พิจารณาไม่มีความสัมพันธ์กัน (ความแปรปรวนไม่คงที่)

สถิติทดสอบ $t = \frac{r_s\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}}$

โดยที่ r_s คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Spearman

$$r_s = 1 - 6\left[\frac{\sum_{t=1}^{n} d_t^2}{n(n^2-1)}\right]$$

d_t คือ ความแตกต่างระหว่างลำดับจากการเรียงค่า $|e_t|$ กับเวลาจากน้อยไปมากหรือมากไปน้อย

$|e_t|$ คือ ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนจาก $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

เกณฑ์การตัดสินใจ

ปฏิเสธ H_0 ถ้า $|t| > t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ หรือ p-values $< \alpha$

ยอมรับ H_0 ถ้า $|t| \leq t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ หรือ p-values $\geq \alpha$

3. การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ ในการเลือกวิธีพยากรณ์ที่ดีที่สุดและมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ สามารถพิจารณาได้จากค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยค่าคลาดเคลื่อนจะต้องมีค่าน้อยที่สุด โดยค่าที่ใช้วัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ สามารถคำนวณได้ [5] ดังนี้

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t}\right|}{n} \times 100$$

โดยที่ Y_t คือ ข้อมูล ณ เวลาที่ t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ของข้อมูล ณ เวลาที่ t

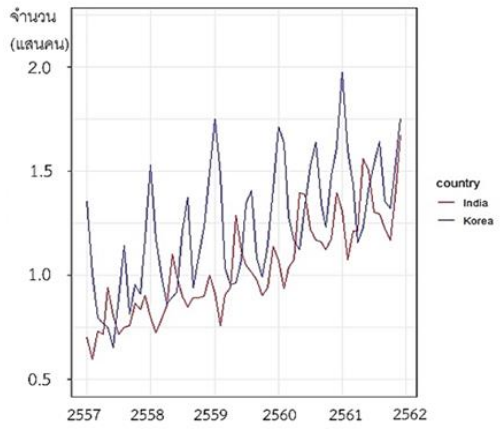
n คือ ขนาดขอมูลตัวอย่าง

ผลการวิจัย:

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและชาวเกาหลีที่เข้ามาในประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบ SARIMA และคัดเลือกตัวแบบที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและชาวเกาหลีที่เข้ามาในประเทศไทย โดยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูล ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 60 เดือน โดยเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ของแต่ละตัวแบบด้วย MAPE เพื่อหาข้อสรุปว่าวิธีการพยากรณ์ข้อมูลด้วยอนุกรมเวลาวิธีใดให้ค่า MAPE ต่ำสุด ซึ่งจะแสดงผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

1. การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวอินเดีย

เมื่อนำข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวอินเดีย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ไปสร้างกราฟเทียบกับเวลา เพื่อศึกษาลักษณะทั่วไปของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวอินเดีย (รูปที่ 1) พบว่าอนุกรมเวลามีฤดูกาลมาเกี่ยวข้อง เนื่องจากมีรอบของการเกิดฤดูกาลซ้ำกันในทุก ๆ ปี และจำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวอินเดียมีมากสุดในเดือนพฤษภาคมของทุกปี เนื่องจากกราฟมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวอินเดียมากที่สุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 มีจำนวน 167,694 คน และน้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 โดยมีจำนวน 59,927 คน

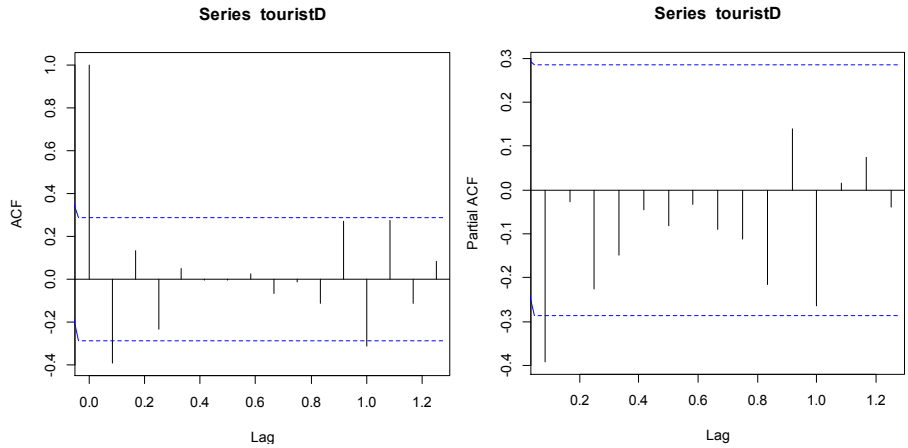


รูปที่ 1 จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและชาวเกาหลีที่เดินทางมาเยี่ยมเยือนประเทศไทย ระหว่าง ปี พ.ศ. 2557-2561

จากตารางที่ 1 แสดงผลการตรวจสอบความคงที่โดยใช้การทดสอบยูนิทรูท จากการพิจารณาพบว่า สถิติ ADF Test มีค่าเท่ากับ 1.083 และ p-value เท่ากับ 0.997 นั้นคือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียไม่คงที่ เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 1 ร่วมด้วยจะพบว่า จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีความแปรปรวนไม่คงที่และมีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยขนาดของฤดูกาลแปรผันตามเวลา ดังนั้นจึงแปลงข้อมูลด้วย Natural Logarithms (แทนด้วย ln Y) หาผลต่างอันดับที่ 1 แบบ Nonseasonal (d=1) และหาผลต่างอันดับที่ 1 แบบ Seasonal (D=1) เพื่อทำให้อนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่

รายละเอียด	อินเดีย
ADF Test	1.083
p-value	0.997

ตารางที่ 1 การตรวจสอบความคงที่ของข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียโดยใช้การทดสอบยูนิทรูท จากการพิจารณา ADF Test และ p-value



รูปที่ 1 กราฟ ACF และ PACF ของ ln Y ที่มี d=1 และ D=1

จากรูปที่ 2 พบว่าอนุกรมเวลา ln Y ที่ได้จากการหาผลต่าง d=1 และ D=1 มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง ณ Lag ที่ 1 และ 12 และมีสหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย ณ Lag ที่ 1 เมื่อพิจารณากราฟ ACF และกราฟ PACF เพื่อทำการกำหนดตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดีย มีตัวแบบที่เป็นไปได้สำหรับการพยากรณ์ทั้งหมด 3 ตัวแบบ คือ SARIMA(0,1,1) $(0,1,0)_{12}$, SARIMA(1,1,0) $(0,1,0)_{12}$ และ SARIMA(1,1,1) $(0,1,0)_{12}$

โดยจากการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบ SARIMA ทำให้ได้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดีย คือ SARIMA(1,1,0)$(0,1,0)_{12}$ และมีค่าประมาณพารามิเตอร์ $\hat{\phi}_1$ เท่ากับ -0.391 ดังแสดงในตารางที่ 2

รายละเอียด	**อินเดีย**
ตัวแบบ	SARIMA(1,1,0)(0,1,0) Take lnY with Noconstant
ค่าประมาณพารามิเตอร์	$\hat{\phi}_1$ = - 0.391

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียด้วยตัวแบบ SARIMA

2. การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวเกาหลี

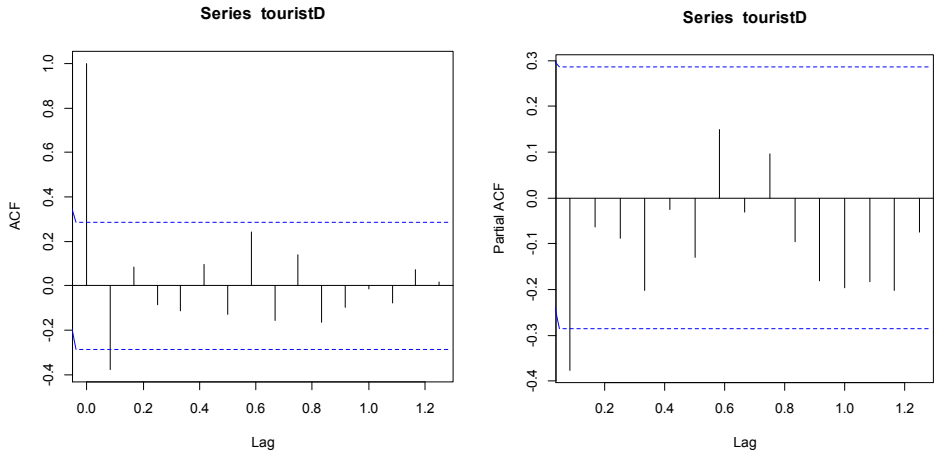
เมื่อนำข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวเกาหลี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 ไปสร้างกราฟเทียบกับเวลา เพื่อศึกษาลักษณะทั่วไปของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวเกาหลี แสดงได้ดังรูปที่ 1

จากกราฟแสดงจำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวอินเดียและชาวเกาหลี พบว่าจำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลีมีจำนวนเพิ่มขึ้นมากกว่าชาวอินเดีย และพบว่าอนุกรมเวลาของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลีมีฤดูกาลมาเกี่ยวข้อง เนื่องจากมีรอบการฤดูกาลซ้ำกันในทุก ๆ ปี พบว่าจำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวเกาหลีมีมากในเดือนมกราคมคมและธันวาคมของทุกปี โดยจำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวเกาหลีมากที่สุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 มีจำนวน 197,620 คน และน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 โดยมีจำนวน 65,534 คน

ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจสอบความคงที่โดยใช้การทดสอบยูนิทรูท จากการพิจารณาพบว่า สถิติ ADF Test มีค่าเท่ากับ -1.242 และ p-value เท่ากับ 0.648 นั่นคือ ข้อมูลอนุกรมเวลาของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลีไม่คงที่ เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 1 ร่วมด้วยจะพบว่า จำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลีที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ความแปรปรวนไม่คงที่และมีฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยขนาดของฤดูกาลแปรผันตามเวลา ดังนั้นจึงแปลงข้อมูลด้วย Natural Logarithms (แทนด้วย ln Y) หาผลต่างอันดับที่ 1 แบบ Nonseasonal (d=1) และหาผลต่างอันดับที่ 1 แบบ Seasonal (D=1) เพื่อทำให้อนุกรมเวลามีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่

รายละเอียด	**เกาหลี**
ADF Test	-1.242
p-value	0.648

ตารางที่ 3 การตรวจสอบความคงที่ของข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลีโดยใช้การทดสอบยูนิทรูท จากการพิจารณา ADF Test และ p-value



รูปที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของ ln Y ที่มี d=1 และ D=1

จากรูปที่ 3 พบว่าอนุกรมเวลา ln Y ที่ได้จากการหาผลต่าง d=1 และ D=1 มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง ณ Lag ที่ 1 และมีสหสัมพันธ์ในตัวเองส่วนย่อย ณ Lag ที่ 1 เมื่อพิจารณากราฟ ACF และกราฟ PACF เพื่อทำการกำหนดตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลี มีตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด 3 ตัวแบบ คือ SARIMA(0,1,1) $(0,1,0)_{12}$, SARIMA(1,1,0) $(0,1,0)_{12}$, และ SARIMA(1,1,1) $(0,1,0)_{12}$

โดยจากการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบ SARIMA ทำให้ได้ตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลี คือ SARIMA(1,1,0)$(0,1,0)_{12}$ และมีค่าประมาณพารามิเตอร์ $\hat{\phi}_1$ เท่ากับ 0.370 ดังแสดงในตารางที่ 4

รายละเอียด	**เกาหลี**
ตัวแบบ	SARIMA(1,1,0)(0,1,0) Take lnY with Noconstant
ค่าประมาณพารามิเตอร์	$\hat{\phi}_1$ = 0.370

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลีด้วยตัวแบบ SARIMA

เมื่อพิจารณาตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและชาวเกาหลีในประเทศไทยด้วยตัวแบบ SARIMA พบว่าทั้งตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและชาวเกาหลีในประเทศไทย คือ SARIMA(1,1,0)$(0,1,0)_{12}$โดยให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด ซึ่งมีค่า 0.33% และ 0.45% ตามลำดับ และเมื่อตรวจสอบคุณสมบัติของความคลาดเคลื่อนสุ่มของทั้ง 2 ตัวแบบ พบว่ามีคุณสมบัติครบทุกข้อตามทฤษฎี ได้แก่ ค่าคลาดเคลื่อนสุ่มไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง มีการแจกแจงปกติ ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ และมีความแปรปรวนคงที่ ดังแสดงในตารางที่ 5

รายละเอียด	อินเดีย	เกาหลี
1.1 ความเป็นอิสระ H_0: ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง	✓ ไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง ตั้งแต่ Lag ที่ 1 ถึง 15	✓ ไม่มีสหสัมพันธ์ในตัวเอง ตั้งแต่ Lag ที่ 1 ถึง 15
1.2 การแจกแจงปกติ H_0: ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มมีการแจกแจงปกติ	✓ Z = 0.564, P-value = 0.908	✓ Z = 0.592, P-value = 0.875
1.3 ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ H_0: ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มไม่แตกต่างจากศูนย์	✓ t = 0.109, P-value = 0.914	✓ t = -0.166, P-value = 0.869
1.4 ความแปรปรวนคงที่ H_0: ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มมีความแปรปรวนคงที่	✓ t = 1.155, P-value = 0.256	✓ t = 0.327, P-value = 0.749

ตารางที่ 5 การตรวจสอบคุณสมบัติความคลาดเคลื่อนสุ่มของตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและชาวเกาหลีด้วยตัวแบบ SARIMA

ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบด้วยสถิติ Q พบว่าทั้ง 2 ตัวแบบมีความเหมาะสม โดยตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียในประเทศไทยมี Q = 13.460 และ p-value = 0.567 และตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลีในประเทศไทยมี Q = 12.597 และ p-value = 0.633 ดังแสดงในตารางที่ 6

รายละเอียด	อินเดีย	เกาหลี
1.ตัวแบบ	SARIMA(1,1,0)(0,1,0) Take lnY with Noconstant	SARIMA(1,1,0)(0,1,0) Take lnY with Noconstant
2.ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น 2.1. ความเป็นอิสระ 2.2. การแจกแจงปกติ 2.3 ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างจากศูนย์ 2.4. ความแปรปรวนคงที่	✓ คุณสมบัติครบทุกข้อ	✓ คุณสมบัติครบทุกข้อ
3.ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ	✓ Q = 13.460, P-value = 0.567	✓ Q = 12.597, P-value = 0.633
4.ความแม่นยำของตัวแบบ	MAPE = 0.33%	MAPE = 0.45%

ตารางที่ 6 การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เข้ามาในประเทศไทยชาวอินเดียและชาวเกาหลีโดยวิธีพยากรณ์ SARIMA

เมื่อนำพารามิเตอร์ที่ได้มาเขียนสมการพยากรณ์ได้สมการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียในประเทศไทย คือ

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} - 0.3913Y_{t-1} + 0.3913Y_{t-2} + 0.3913Y_{t-13} - 0.3913Y_{t-14} \quad \text{โดยที่ } Y_t = ln\ Y_t$$

และสมการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลีในประเทศไทย คือ

$$\hat{Y}_t = Y_{t-1} + Y_{t-12} - Y_{t-13} - 0.3698Y_{t-1} + 0.3698Y_{t-2} + 0.3698Y_{t-13} - 0.3698Y_{t-14} \quad \text{โดยที่ } Y_t = ln\ Y_t$$

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย:

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและชาวเกาหลีที่เข้ามาในประเทศไทย โดยใช้ตัวแบบ SARIMA และคัดเลือกตัวแบบที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์แนวโน้มจำนวนนักท่องเที่ยวชาวอินเดียและชาวเกาหลีที่เข้ามาในประเทศไทย โดยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลตั้งแต่มกราคม พ.ศ.2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 จำนวน 60 เดือน และเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์แต่ละตัวแบบด้วยค่า MAPE เพื่อหาข้อสรุปว่าตัวแบบพยากรณ์อนุกรมเวลาใดให้ค่า MAPE ต่ำสุด ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

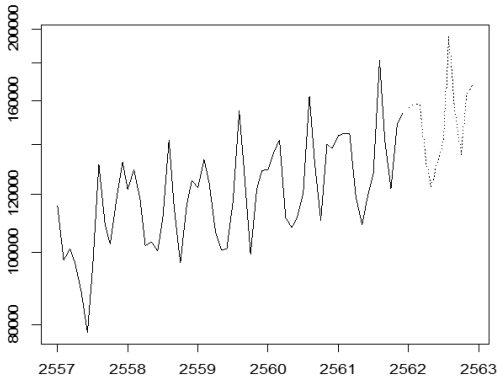
1. แนวโน้มของจำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เข้ามาในประเทศไทยชาวอินเดียและชาวเกาหลี ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้ง 2 ประเทศ โดยจำนวนนักท่องเที่ยวชาวเกาหลีจะเพิ่มขึ้นมากกว่านักท่องเที่ยวชาวอินเดีย

2. เมื่อพิจารณาฤดูกาลพบว่าจำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เข้ามาในประเทศไทยชาวอินเดียจะมีจำนวนมากที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคม (Low season) ในขณะที่นักท่องเที่ยวชาวเกาหลีจะมีจำนวนมากที่สุดในช่วงเดือนมกราคม (High season) ของทุกปี

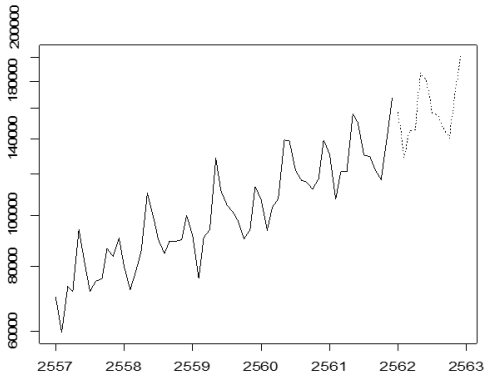
3. ตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เข้ามาในประเทศไทยชาวอินเดียและชาวเกาหลี คือ SARIMA(1,1,0)(0,1,0)$_{12}$ ให้ค่า MAPE เท่ากับ 0.33% และ 0.45% ตามลำดับ ซึ่งเป็นตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำสุด เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติของความคลาดเคลื่อนสุ่มของตัวแบบดังกล่าวพบว่า มีคุณสมบัติตรงตามทฤษฎีทุกข้อและตัวแบบมีความเหมาะสมเมื่อทดสอบด้วยสถิติ Q ของ Box-Ljung

4. เมื่อทำการพิจารณาค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เข้ามาในประเทศไทยชาวอินเดียและชาวเกาหลี ในปี พ.ศ. 2562 พบว่าทั้ง 2 ประเทศ มีแนวโน้มที่จำนวนนักท่องเที่ยวจะเพิ่มขึ้น (รูปที่ 2 และ 3)

5. จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เข้ามาในประเทศไทยชาวอินเดียและชาวเกาหลี คือ SARIMA(1,1,0)(0,1,0)$_{12}$ เนื่องจากให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ต่ำที่สุด



รูปที่ 4 พยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวอินเดีย ระหว่าง ปี พ.ศ. 2557-2562



รูปที่ 5 พยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในประเทศไทยชาวเกาหลี ระหว่าง ปี พ.ศ. 2557-2562

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากกรมการท่องเที่ยว กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา และได้รับคำชี้แนะในการวิเคราะห์ข้อมูลจากหน่วยวิจัยด้านการเรียนรู้ข้อมูลแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

[1] ณัฏฐพร วัฒนกุล, 2556, การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบ SARIMA, X-12-ARIMA, และ TRAMO/SEATS : กรณีศึกษาการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เดินทางมาประเทศไทย, วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[2] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2562, จับชีพจรนักท่องเที่ยวต่างชาติปี 62, K SME Analysis, 1-6.

[3] ธนาคารกรุงเทพ, 2562, อินเดีย โจทย์ใหม่ธุรกิจท่องเที่ยวไทย, แหล่งที่มา : https://www.bangkokbanksme.com/en/indian-thailand-tourism-business

[4] กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2562, สถิตินักท่องเที่ยว, แหล่งที่มา : https://www.mots.go.th/more_news.php?cid=411, 1 สิงหาคม 2562

[5] นิฉา แก้วหาวงษ์, 2562, การพยากรณ์อนุกรมเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยใช้ตัวแบบ ARIMA โดยวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Techniques), (พิมพ์โรเนียว)

ภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กรณีศึกษาโรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่

DEPRESSION OF HISH SCHOOL STUDENTS A CASE STUDY OF DOI TAO WITTHAYAKOM SCHOOL, DOI TAO, CHIANG MAI, THAILAND

ดาราวรรณ ยศศรี, สุมิตรา ศรีชูชาติ

Darawan Yossri, Sumitra Srichuchat

สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ดาราวรรณ ยศศรี อีเมล: 58143931@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ:

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภาวะซึมเศร้า และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการวิจัย ประกอบไปด้วยเครื่องมือ 6 ชนิด ได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบประเมินภาวะซึมเศร้า (ของสถาบันสุขภาพจิตแห่งสหรัฐอเมริกา) แบบประเมินภาวะความเครียด (กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข) แบบวัดการรับรู้การมีคุณค่าในตัวเอง (Rosenberg) แบบวัดความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อน (Bulimester) และแบบวัดความผูกพันในครอบครัว (Resnick) โดยมีประชากรคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม สุ่มตัวอย่างแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional Study) จากนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2562 ทั้งหมด จำนวน 420 คน (ณ เดือนกันยายน 2562) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ สถิติที่พรรณนา ใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติอนุมานที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของระดับภาวะซึมเศร้าของนักเรียน ได้แก่ t-test F-test และ Welch test การเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยใช้ Fisher's least significant difference (LSD) และ Dunnett's T3 และสร้างสมการพยากรณ์ภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร คือ ความเครียด ความรู้สึกมีคุณค่าในตัวเอง ความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อน และความผูกพันกับครอบครัว โดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบเป็นทีละขั้น (Stepwise Multiple Regression Analysis)

ผลการศึกษา พบว่า มีนักเรียนที่มีภาวะซึมเศร้าจำนวน 157 คน คิดเป็นร้อยละ 37.38 และจากนักเรียนที่มีภาวะซึมเศร้า 157 คน กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ร้อยละ 28.66 ปีที่ 5 ร้อยละ 40.76 และปีที่ 6 ร้อยละ 30.57 โดยส่วนใหญ่จะศึกษาในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์สุขภาพ ร้อยละ 23.57 รองลงมาคือแผนการเรียนศิลป์ทั่วไป-กีฬา ร้อยละ 21.66 ซึ่งนักเรียนที่มีภาวะซึมเศร้าส่วนใหญ่จะมีความเครียด ความรู้สึกมีคุณค่าในตนเอง ความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อน และความผูกพันในครอบครัว ในระดับปานกลาง ร้อยละ 42.20, 57.96, 49.68 และ 68.79 ตามลำดับ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้า คือ ความเครียด (X_1) และความผูกพันในครอบครัว (X_4) ซึ่งสมการถดถอยที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้พยากรณ์ถูกต้องประมาณ 40.89 เปอร์เซ็นต์ ได้รูปแบบสมการพยากรณ์ ดังนี้

$$\hat{Y} = 3.890 + 0.175X_1 - 0.007X_4$$

คำสำคัญ : ปัจจัยที่มีอิทธิพล / ภาวะซึมเศร้า

Abstract:

This research is a survey research. Aimed to study depression and factors affecting depressing of upper secondary school students Doi Tao Witthayakhom School. The research instrument consist of 6 tool which are 1) Personal Questionnaire created by the researcher. 2) Depression assessment. Form the amerrcar institute of Mental Health. 3) Stress Assessment Form (Department of Mental Health. Ministry of public Health). 4) Perception test of self-worth (Rosenberg). 5) Form to measuring close relationships with friend (Bulimester) and family ties (Resnick). The population were student who study in Doi Tao Witthayakhom school. Samples were selected by cross-section study from 420 student who wer studying in the academic year 2019.

The statistics use for data analysis are descriptive statistics, percentage, mean, S.D., Inferential statistics. Used to test the difference of student's depression were T-test, F-test, and Welch-test Comparisons were performed using Fisher's least significant difference (LSD) and Dunnett's T3 and the depression prediction equation. Of upper secondary school students By stepwise multiple regression analysis

The study foond that therear The results showed that there were 157 students with depression representing 37.38% and from 157 depression in Mattayom 4. 28.66%, Year 5, 40.76% and Year 6 30.57% Most of them study in the health science program 23.57 percent, followed by general arts - sports plan 21.66 percent. In which most depressed students have stress, Self-esteem, Close attachment to friends And family ties at a Moderate level about 42.20%, 57.96%, 49.68% and 68.79% respectively. Factors that influence depression are stress (X_1) and family attachment (X_4). The regression model which can be used for predicting is accurate to about 40.89%. The predicting model is as follows:

$$\hat{Y} = 3.890 + 0.175X_1 - 0.007X_4$$

Keywords : Influencing Factors / Depression

บทนำ:

โรคซึมเศร้า (Depression) เป็นโรคความผิดปกติทางอารมณ์ที่ผู้ป่วยอาจรู้สึกเศร้า สิ้นหวัง ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ หรือรู้สึกว่าตนด้อยค่า แม้ความรู้สึกและอารมณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นได้กับทุกคนเป็นครั้งคราว แต่อาการของโรคซึมเศร้านั้นมีความรุนแรงและยาวนานกว่ามากจนถึงขั้นส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตในด้านต่าง ๆ ของผู้ที่เป็นโรคซึมเศร้า โรคซึมเศร้าเกิดขึ้นได้กับคนทุกเพศทุกวัย แต่โดยมากมักเริ่มตั้งแต่ช่วงอายุ 20-30 ปี โรคความผิดปกติทางอารมณ์ส่วนใหญ่จะเริ่มพัฒนามาจากช่วงวัยรุ่นที่มีความเครียดและความวิตกกังวลสูง ดังนั้น ยิ่งในช่วงวัยรุ่นประสบกับความกังวลมากเท่าไหร่ ก็ยิ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคซึมเศร้าในวัยผู้ใหญ่มากขึ้นเท่านั้น (พบแพทย์, 2560) [1]

สถานการณ์โรคซึมเศร้าในสังคม ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญทางสุขภาพ และเป็นโรคใกล้ตัวที่สามารถรักษาให้หายขาดได้ หากไม่ได้รับการรักษาอาจรุนแรงจนนำไปสู่การฆ่าตัวตายได้ จากข้อมูลสถิติขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) พบว่า ในปี พ.ศ.2560 ระบุว่า มีผู้ป่วยโรคซึมเศร้าทั่วโลกประมาณ 322 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ

4.4 ของประชากรโลก และในประเทศไทย มีข้อมูลการสำรวจความชุกของโรคซึมเศร้า พ.ศ.2551 พบว่า มีคนไทยป่วยซึมเศร้า 1.5 ล้านคน หากพิจารณาตามเพศและอายุของผู้ป่วยโรคซึมเศร้า พบว่า ผู้หญิงเสี่ยงป่วยมากกว่าผู้ชาย 1.7 เท่า โดยผู้ป่วยส่วนใหญ่อยู่ในวัยทำงานอายุ 25-59 ปี ร้อยละ 62 รองลงมาเป็นวัยสูงอายุ 60 ปีขึ้นไป ร้อยละ 26.5 และเป็นเยาวชนอายุ 15-24 ปี ร้อยละ 11.5 ทั้งนี้แม้ว่าในกลุ่มเยาวชนจะมีโอกาสที่จะเกิดโรคซึมเศร้าน้อยกว่าในกลุ่มวัยทำงาน แต่นับเป็นปัญหาที่ต้องให้ความสำคัญและต้องเร่งแก้ไข เนื่องจากวัยรุ่นเป็นทรัพยากรที่มีค่าในการพัฒนาประเทศในอนาคต ซึ่งมีแนวโน้มการฆ่าตัวตายเพิ่มขึ้น และพบว่า ในปี 2560 กลุ่มเยาวชนอายุ 20-24 ปี มีอัตราการฆ่าตัวตายที่ 4.94 ต่อประชากรแสนคน ในปี 2561 เพิ่มขึ้นเป็น 5.33 ต่อประชากรแสนคน (เกียรติภูมิ วงศ์รจิต, 2560) [2] และประเทศไทยพบวัยรุ่นอายุ 10-19 ปี มีความเสี่ยงเป็นโรคซึมเศร้าสูงร้อยละ 44 หรือประมาณ 3 ล้านกว่าคน จากจำนวนวัยรุ่นทั้งหมดประมาณ 8 ล้านคน อัตราป่วยร้อยละ 18 ซึ่งคาดว่าป่วยแล้วกว่า 1 ล้านคน (สุวรรณี พุทธิศรี, 2561) [3]

จากที่กล่าวมาข้างต้นชี้ให้เห็นว่าภาวะซึมเศร้าเป็นปัญหาสุขภาพจิตที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะเมื่อเกิดกับวัยรุ่นซึ่งเป็นวัยแห่งการปรับตัวหรือวัยเชื่อมต่อระหว่างการเป็นเด็กกับการเป็นผู้ใหญ่ ดังนั้นจึงต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่นมีอาการทางคลินิกแตกต่างจากผู้ใหญ่ คือวัยรุ่นอาจไม่แสดงออกในลักษณะของอาการซึมเศร้าชัดเจน แต่อาจจะแสดงออกในทางพฤติกรรมก้าวร้าว เกเร มั่วสุม สูบบุหรี่ ดื่มเหล้า ติดสารเสพติด และมีพฤติกรรมที่คลุมเครือ ซึ่งอาการเหล่านี้เป็นความซึมเศร้าแฝง (Masked Depression) (อรวรรณ หนูแก้ว, 2536) [4] จึงถูกมองข้ามจนกระทั่งกลายเป็นปัญหารุนแรงส่งผลกระทบต่อการเรียน การปรับตัวทางสังคม และเมื่อมีภาวะซึมเศร้าถึงระดับรุนแรงจะทำให้บุคคลมีความคิดทำร้ายผู้อื่น และมีความคิดทำร้ายตนเอง ซึ่งนำไปสู่การฆ่าตัวตายในที่สุด (จันทนา เทศวัฒนา, 2546) [5]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจและเห็นความสำคัญของการศึกษาการศึกษาภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้เทคนิคกาวิเคราะห์การถดถอยเชิงส้นตรงแบบพหุ (Multiple Linear Regression) ปัจจัยที่นำมาศึกษา ได้แก่ ภาวะความเครียด การรับรู้การมีคุณค่าในตัวเอง ความผูกพันใกล้ชิดกับพื่อน และความผูกพันในครอบครัว เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อภาวะซึมเศร้าของวัยรุ่น และใช้เป็นแนวทางในการในการป้องกัน แก้ไข และช่วยเหลือวัยรุ่นที่อยู่ในภาวะซึมเศร้าได้

วัตถุประสงค์:

2.1 เพื่อศึกษาภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.2 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

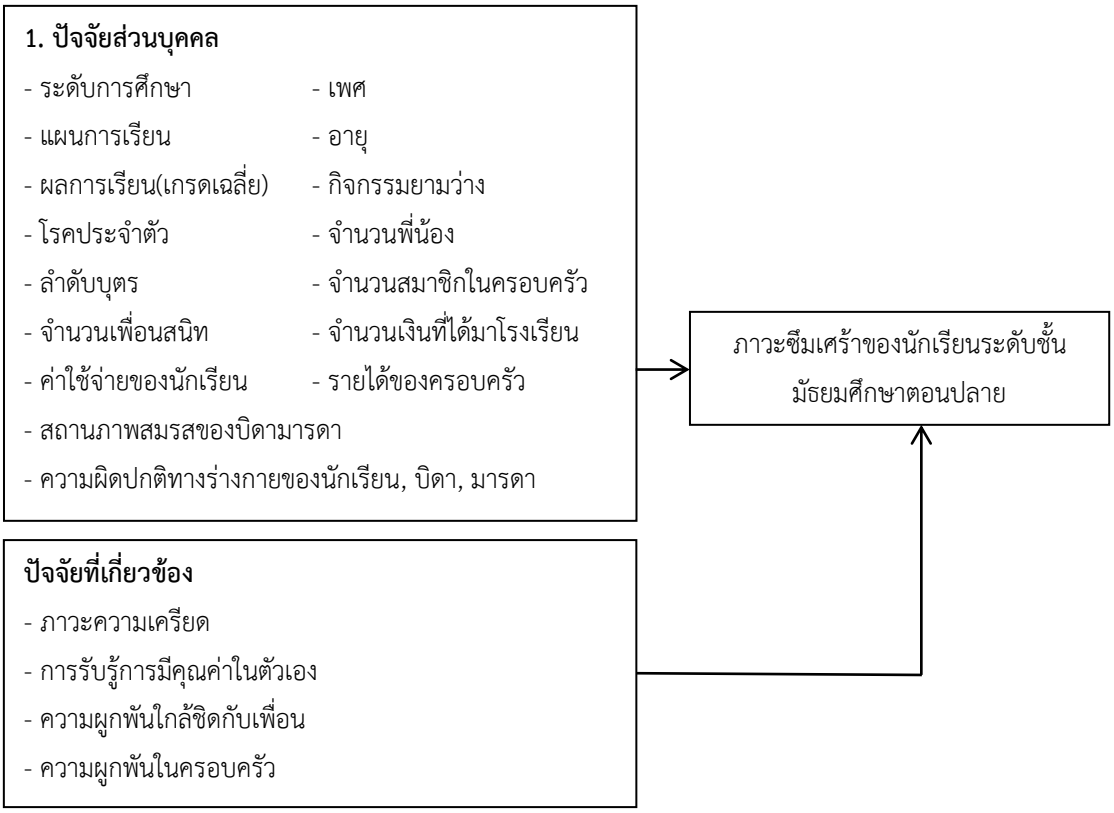
2.3 เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

สมมุติฐานการวิจัย:

3.1 ปัจจัยส่วนบุคคลที่แตกต่างกันมีผลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแตกต่างกัน

3.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง มีผลต่อระดับภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กรอบแนวคิด



วิธีดำเนินการวิจัย:

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยมีประชากรคือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม สุ่มตัวอย่างแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional Study) จากนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2562 ทั้งหมด จำนวน 420 คน (ณ เดือนกันยายน 2562)

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีจำนวน 6 ชุด ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในด้านปัจจัยส่วนบุคคล คือ ระดับการศึกษา เพศ แผนการเรียน อายุ เกรดเฉลี่ย กิจกรรมยามว่าง โรคประจำตัว จำนวนพี่น้อง ลำดับบุตร จำนวนสมาชิกในครอบครัว จำนวนเพื่อนสนิท ความผิดปกติของร่างกาย จำนวนเงินที่ได้มาโรงเรียน ค่าใช้จ่ายของนักเรียน สถานภาพสมรสของบิดามารดา อาชีพของบิดาและมารดา รายได้ของครอบครัว ความผิดปกติทางร่างกายของบิดามารดา

2. แบบประเมินภาวะซึมเศร้า CES-D (สถาบันสุขภาพจิตแห่งสหรัฐอเมริกา ปรับปรุงรวบรวมมาจากแบบสอบถามภาวะซึมเศร้ามาของ Beck (1961) , Raskin (1969) , Zung (1965) แปลเป็นภาษาไทยโดยศาสตราจารย์แพทย์หญิงอุมาพร ตรังคสมบัติ (2540) [7] เป็นเครื่องมือประเภทให้เด็กตอบเอง (Self-report) ประกอบด้วยข้อความ 20 ข้อ แต่ละข้อมีตัวเลือก 4 ระดับ คือ ไม่เคย(0) นานๆ ครั้ง(1) บ่อยๆ(2) ตลอดเวลา(3) โดยมีเกณฑ์การตัดสินภาวะซึมเศร้า คือ คะแนนรวมได้มากกว่าหรือเท่ากับ 22 คะแนน ถือว่ามีภาวะซึมเศร้า (โดยมีการตัดสินภาวะซึมเศร้าตามเกณฑ์สถาบันสุขภาพจิตแห่งสหรัฐอเมริกา คือ คะแนนรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 22 คะแนน ถือว่ามีภาวะซึมเศร้า)

3. แบบประเมินความเครียด (ST-5) จากกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข ใช้ประเมินความเครียดด้วยตนเอง มีจำนวน 5 ข้อคำถาม ซึ่งแบบประเมินนี้ใช้วัดความเครียดที่แสดงออกในช่วง 2-4 สัปดาห์ที่ผ่านมา แต่ละข้อมีตัวเลือก 4 ระดับ คือ แทบไม่มี(0) เป็นบางครั้ง(1) บ่อยครั้ง(2) และเป็นประจำ(3) โดยกรมสุขภาพจิตกำหนดเกณฑ์การตัดสินระดับความเครียดแต่ละบุคคล คือ ระดับความเครียดน้อย (คะแนน 0-4) ระดับความเครียดปานกลาง (คะแนน 5-7) ระดับความเครียดมาก (คะแนน 8-9) และระดับความเครียดมากที่สุด (คะแนน 10-15)

4. การรับรู้การมีคุณค่าในตัวเอง ใช้แบบวัด Rosenberg Self-Esteem Scale (RSES) (1965) [8] ของ Morris Rosenberg แปลเป็นฉบับภาษาไทยโดย ฐปนีย์ ตั้งจิตภักดีสกุล (2545) ความเชื่อถือของแบบวัดมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.86 แบบวัดนี้ใช้วัดความรู้สึกต่อตนเองและความรู้สึกมีคุณค่าในตัวเอง โดยมีทั้งข้อความเชิงบวกและเชิงลบโดย

ข้อความเชิงบวก มีระดับคะแนน เห็นด้วยอย่างยิ่ง(4) เห็นด้วย(3) ไม่เห็นด้วย(2) และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง(1)

ข้อความเชิงลบ มีระดับคะแนน เห็นด้วยอย่างยิ่ง(1) เห็นด้วย(2) ไม่เห็นด้วย(3) และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง(4)

โดยมีคะแนนรวมตั้งแต่ 10-40 คะแนน วัดจากค่าคะแนนที่ยิ่งมากยิ่งบ่งบอกระดับความรู้สึกภาคภูมิใจในตนเองที่สูง เกณฑ์การตัดสินความรู้สึกมีคุณค่าในตัวเองมี 3 ระดับ คือ มีความภาคภูมิใจในตนเองอยู่ในระดับสูง (>32) มีความภาคภูมิใจในตนเองอยู่ในระดับปาน(26-32) และมีความภาคภูมิใจในตนเองอยู่ในระดับต่ำ (<26)

5. ความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อน ใช้แบบวัด Friendship Intimacy (FI) ของเบอร์เมสเตอร์ (Bulimester, 1990) [9] จึงประกอบไปด้วยข้อคำถาม 12 ข้อ เป็นการประเมินการรับรู้เกี่ยวกับความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อนในลักษณะของการมีมิตรภาพ การเปิดเผยตนเอง การสนับสนุนทางอารมณ์ และความพึงพอใจในสัมพันธภาพ แบบสอบถามฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบ ความถูกต้องของเนื้อหา และนำไปหาค่าความเที่ยงตรงในกลุ่มวัยรุ่น มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของ Cronbach 0.85 (มัณฑนา นทีธาร, 2546) [10] การแปลผลคะแนนรวม ทำโดยการรวมคะแนนของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยแต่ละข้อมีตัวเลือก 4 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง(1) เห็นด้วย(2) ไม่เห็นด้วย(3) และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง(4) ซึ่งมีค่าคะแนนรวมอยู่ระหว่าง 12-60 คะแนน คะแนนมี 3 ระดับ คือ มีความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อนในระดับต่ำ (คะแนน 12-28) มีความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อนในระดับปานกลาง (คะแนน 29-44) และมีความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อนในระดับสูงบางครั้ง (คะแนน 45-60)

6. ความผูกพันในครอบครัว ใช้แบบประเมินความผูกพันในครอบครัวของเรชนิค และคณะ (Resnick et al, 1997) [11] ซึ่งแปลและดัดแปลงโดย พิสมัย นพรัตน์ (2543) [12] แบบประเมินประกอบด้วยคำถาม 12 ข้อ โดยมีทั้งข้อความเชิงบวกและเชิงลบโดย

ข้อความเชิงบวก มีระดับคะแนน เห็นด้วยอย่างยิ่ง(5) เห็นด้วยค่อยข้างมาก(4) เห็นด้วยปานกลาง(3) เห็นด้วยเล็กน้อย(2) และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง(1)

ข้อความเชิงลบ มีระดับคะแนน เห็นด้วยอย่างยิ่ง(1) เห็นด้วยค่อยข้างมาก(2) เห็นด้วยปานกลาง(3) เห็นด้วยเล็กน้อย(4) และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง(5)

การแปลผลคะแนนรวม ทำโดยการรวมคะแนนของแบบสอบถามทั้งฉบับซึ่งมีค่าคะแนนรวมอยู่ระหว่าง 12-60 คะแนน คะแนนมี 3 ระดับ คือ มีความผูกพันในครอบครัวในระดับต่ำ (คะแนน12-28) มีความผูกพันในครอบครัวระดับปานกลาง (คะแนน 29-44) และมีความผูกพันในครอบครัวในระดับสูง (คะแนน 45-60)

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยนำแบบสอบถามไปทำการเก็บข้อมูลนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2562 จำนวน 420 คน ในวันที่ 2–13 กันยายน 2562

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) สถิติ t-test F-test Wlech test และสถิติการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณด้วยวิธีทีละขั้น (Stepwise multiple regression)

(1) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยใช้สถิติ t-test (T-test for Independent-Samples)

กรณีที่ 1 เมื่อความแปรปรวนของประชากร σ_1^2 และ σ_2^2 เท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$)
สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{S_p^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

เมื่อ $$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$, d.f. = n_1+ n_2-2

กรณีที่ 2 เมื่อความแปรปรวนของประชากร σ_1^2 และ σ_2^2 ไม่เท่ากัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$)
สถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}, \quad d.f. = \frac{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

(2) การวิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูลจำแนกทางเดียว (One-wey Anova)

เป็นการทดสอบหรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม ที่มีตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป
ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

1) กลุ่มตัวอย่างถูกสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ

2) ประชากรแต่ละกลุ่มเป็นอิสระกัน

3) ความเท่ากันของความแปรปรวนแต่ละประชากร

4) ข้อมูลเป็นข้อมูลในมาตราอันตราภาค หรือมาตราอัตราส่วน

ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบ Assumption

1) สุ่มตัวอย่างแต่ละชุดสุ่มอย่างเป็นอิสระ จากการวางแผนเก็บข้อมูล

2) สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ

3) ทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโดยใช้สถิติ Levene's test

ขั้นที่ 2 ทดสอบค่าเฉลี่ยแบบ One-way Anova

1) สถิติทดสอบ F-test (F) เมื่อทดสอบพบว่า $\sigma_i^2 = \sigma_j^2$

สถิติทดสอบ $$F = \frac{MSB}{MSE}$$

2) สถิติทดสอบ Welch Test (F_w) เมื่อทดสอบพบว่ามีอย่างน้อย 2 กลุ่มที่ $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$

สถิติทดสอบ $$F_w = \frac{\frac{1}{k-1}\sum_{j=1}^{k} w_j(\bar{x}_j - \bar{x}')^2}{1+\frac{2(k-2)}{k^2-1}\sum_{j=1}^{k}\left(\frac{1}{n_j-1}\right)\left(1-\frac{w_j}{w}\right)^2}$$

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Mutiple Comparrisons) เมื่อขั้นตอนที่ 2 ปฏิเสธ H_0

1) กรณีตรวจสอบพบว่าประชากร $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = ... = \sigma_i^2$ ใช้ Fisher's least significant difference

2) กรณีตรวจสอบพบว่าประชากร $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ ใช้ Dunnett's T3

(3) การวิเคราะห์สมการถดถอย (Multiple Linear Regression)

การวิเคราะห์การถดถอยเพื่อสร้างสมการพยากรณ์ภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (Y) จากตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร คือ

ความเครียด(X_1)

ความรู้สึกมีคุณค่าในตัวเอง(X_2)

ความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อน(X_3)

ความผูกพันในครอบครัว(X_4)

โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions) การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ

1) ตัวแปรตาม มีการแจกแจงปกติ (Normality)

2) ความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระต้องเป็นเชิงเส้นตรง (Linearity)

3) ตัวแปรตามจะต้องเป็นอิสระต่อกันทุกค่าสังเกต

4) ตัวแปรอิสระนั้นจะต้องไม่มีความสัมพันธ์กันเอง หรือเรียกว่า ตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบพหุ (Multicollinearity)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ มีดังนี้

1) ตรวจสอบข้อมูลตัวแปรตาม มีการแจกแจงปรกติ โดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov normality test

2) ตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระต้องเป็นเชิงเส้นตรงโดยใช้สถิติ t-test

3) สร้างสมการพยากรณ์ สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของกลุ่มตัวอย่าง

$$\hat{Y} = b_0+b_1X_1+b_2X_2+...+b_kX_k$$

4) การตรวจสอบข้อกำหนดหลังการวิเคราะห์การถดถอย

4.1) ตรวจสอบการแจกแจงปรกติของค่าคลาดเคลื่อนโดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov normality test พบว่า ตัวแปรตามไม่มีการแจกแจงปกติ ผู้วิจัยได้ทำการปรับค่าของตัวแปรโดยการใช้รากที่สอง(Y_2) และนำไปทดสอบการแจกแจงอีกครั้ง พบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงใกล้เคียงการแจงแจกปกติ จึงนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4.2) ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นตรงโดยใช้สถิติ Ramsey's RESET test

4.3) ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนของแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระกันโดยใช้สถิติ Durbin-Watson test

4.4) ตรวจสอบความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่โดยใช้สถิติ Breusch-Pagan test

4.5) ตรวจสอบการเกิดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระโดยใช้สถิติ Variance Inflation Factor (VIF) ถ้าค่า VIF ของตัวแปรอิสระต่างๆ มากกว่า 4 จะถือว่าตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นๆ สูง หรือเกิด Multicollinearity

ผลการวิจัย:

5.1 การศึกษาภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามภาวะซึมเศร้า

ภาวะซึมเศร้า	จำนวน	ร้อยละ
ไม่มีภาวะซึมเศร้า	263	62.62
มีภาวะซึมเศร้า	157	37.38
รวมทั้งหมด	**420**	**100.00**

จากตารางที่ 1 นักเรียนทั้งหมด 420 คน พบว่า มีนักเรียนที่มีภาวะซึมเศร้าอยู่ 157 คน คิดเป็นร้อยละ 37.38 และนักเรียนที่ไม่มีภาวะซึมเศร้าอยู่ 263 คน คิดเป็นร้อยละ 62.62

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคลที่ส่งผลต่อภาวะซึมเศร้า

ปัจจัยส่วนบุคคล	ผลการวิเคราะห์		สถิติที่ใช้
	มี	ไม่มี	
ระดับการศึกษา		✓	F-test
เพศ		✓	t-test
แผนการเรียน		✓	F-test
อายุ		✓	Welch-test
ผลการเรียน(เกรดเฉลี่ย)		✓	F-test
กิจกรรมยามว่าง		✓	t-test
โรคประจำตัว	✓		t-test
จำนวนพี่น้อง		✓	t-test
ลำดับบุตร		✓	t-test
จำนวนสมาชิกในครอบครัว		✓	F-test
จำนวนเพื่อนสนิท		✓	F-test
จำนวนเงินที่ได้มาโรงเรียน		✓	t-test
ค่าใช้จ่ายของนักเรียน		✓	t-test
รายได้ของครอบครัว		✓	F-test
สถานภาพสมรสของบิดามารดา		✓	Welch-test
ความผิดปกติทางร่างกายของนักเรียน	✓		t-test

จากตารางที่ 2 พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียน มี 2 ปัจจัย คือ โรคประจำตัว และความผิดปกติทางร่างกายของนักเรียน

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนภาวะซึมเศร้าของนักเรียนจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล

ปัจจัยส่วนบุคคล	คะแนนภาวะซึมเศร้า		t-test	p-value
	ค่าเฉลี่ย	S.D.		
โรคประจำตัวนักเรียน				
ไม่	26.96	4.71	-3.16	<0.001**
มี	31.00	4.69		
ความผิดปกติทางร่างกายนักเรียน				
ไม่	27.17	4.74	-2.15	0.03*
มี	31.14	5.90		

จากตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนภาวะซึมเศร้าของนักเรียนจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล ผลจากการทดสอบทางสถิติโดยใช้ t-test พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อระดับภาวะซึมเศร้าแตกต่างกัน คือ โรคประจำตัวนักเรียน และความผิดปกติทางร่างกายนักเรียน

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนภาวะซึมเศร้าของนักเรียนจำแนกตามปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะซึมเศร้า

ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	คะแนนภาวะซึมเศร้า		ค่าสถิติทดสอบ	p-value
	ค่าเฉลี่ย	S.D.		
ภาวะความเครียด				
น้อย	25.27	3.74	F_w=10.45	<0.001**
ปานกลาง	25.93	3.07		
มาก	28.32	4.58		
มากที่สุด	32.82	6.54		
ความรู้สึกมีคุณค่าในตนเอง				
สูง	25.20	2.17	F_w=5.65	0.02*
ปานกลาง	26.41	3.94		
ต่ำ	28.92	5.76		
ความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อน				
ต่ำ	27.43	5.20	F=0.03	0.98
ปานกลาง	27.26	4.53		
สูงบางครั้ง	27.50	4.95		
ความผูกพันในครอบครัว				
ต่ำ	31.50	6.99	F_w=8.06	<0.001**
ปานกลาง	27.55	4.82		
สูง	25.41	2.86		

จากตารางที่ 4 พบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ส่งผลต่อระดับภาวะซึมเศร้ามี 3 ปัจจัย คือ ภาวะความเครียด ความรู้สึกมีคุณค่าในตนเอง และความผูกพันในครอบครัว

5.2 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้า และสร้างสมการพยากรณ์ภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม

ในการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อพยากรณ์ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียน ผู้วิจัยได้คัดเลือกเฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะซึมเศร้า จำนวน 157 คน เพื่อหาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระทั้ง 4 ตัว ที่มีต่อตัวแปรตาม (ในที่นี้ คือ Y2 : ตัวแปรตามที่มีการปรับค่าแล้ว) สรุปผลได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์การแจกแจงปรกติของตัวแปรตาม โดยใช้สถิติ Kolmogorov-Smirnov normality test

ตัวแปร	Kolmogorov-Smirnov	p-value
Y_2	0.057804	0.0019

จากตารางที่ 5 พบว่า ตัวแปรตาม (Y_1) ไม่มีการแจกแจงปกติ จึงแก้ไขตัวแปรตามโดยใช้รากที่สอง ใช้สูตร $Y_2 = \sqrt{Y_1}$ เมื่อแก้ไขตัวแปรตามแล้ว พิจารณาว่าตัวแปร Y_2 มีการแจกแจงใกล้เคียงปกติมากกว่าตัวแปร Y_1 แต่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ข้อมูลยังไม่เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าตัวแปร Y_2 มีการแจกแจงปกติ จึงดำเนินการวิเคราะห์ Y_2 ต่อไปได้ และจะใช้การตรวจสอบค่าส่วนเหลือมีการแจกแจงปกติ หลังการคัดเลือกตัวแปรอิสระได้สมการถดถอยแล้ว

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระต้องเป็นเชิงเส้นตรงโดยใช้สถิติ t-test

ตัวแปร	t-test	p-value	ค่าสหสัมพันธ์
Y_2 and X_1	16.874	2.2e-16*	0.637
Y_2 and X_2	-8.150	4.264e-15*	-0.370
Y_2 and X_3	2.150	0.032*	0.105
Y_2 and X_4	-6.202	1.34e-9*	-0.290

จากตารางที่ 6 พบว่า ตัวแปรอิสระทุกตัวมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงต่อตัวแปรตาม

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่

ตัวแปร	b	SE_b	t	R^2	R^2_{adj}
Constant	3.890	0.212	18.385		
X_1	0.175	0.012	15.133	0.4089	0.4061
X_4	-0.007	0.004	-1.623		

จากตารางที่ 7 พบว่า มีตัวแปรอิสระที่เข้าสมการพยากรณ์ทั้งหมด 2 ตัวแปร คือ ภาวะความเครียด (X_1) มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.175 ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณ 0.012 และความผูกพันในครอบครัว (X_4) มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ -0.007 ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณ 0.004 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y} = 3.890 + 0.175X_1 - 0.007X_4$$

โดยสามารถอธิบายอิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่มีผลต่อตัวแปรตาม ดังนี้ เมื่อคะแนนภาวะความเครียด (X_1) มีคะแนนเพิ่มขึ้น 1 คะแนน มีผลทำให้คะแนนภาวะซึมเศร้ามีคะแนนเพิ่มขึ้น 0.175 คะแนน ในขณะที่ตัวแปรอื่นมีค่าคงที่ และเมื่อคะแนนความผูกพันในครอบครัว (X_4) มีคะแนนเพิ่มขึ้น 1 คะแนน ผลทำให้คะแนนภาวะซึมเศร้ามีคะแนนลดลง 0.007 คะแนน ซึ่งสมการถดถอยที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้พยากรณ์ถูกต้องประมาณ 40.89 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการวิจัย:

6.1 ในการศึกษาภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 420 คน เป็นนักเรียนที่มีภาวะซึมเศร้าจำนวน 157 คน คิดเป็นร้อยละ 37.38 และจากนักเรียนที่มีภาวะซึมเศร้า 157 คน คิดเป็นเพศชาย ร้อยละ 29.30 เพศหญิง ร้อยละ 70.70 กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ร้อยละ 28.66 ปีที่ 5 ร้อยละ 40.76 และปีที่ 6 ร้อยละ 30.57 โดยส่วนใหญ่จะศึกษาในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์สุขภาพ ร้อยละ 23.57 รองลงมาคือแผนการเรียนศิลป์ทั่วไป-กีฬา ร้อยละ 21.66 ซึ่งนักเรียนที่มีภาวะซึมเศร้าส่วนใหญ่จะมีภาวะความเครียด ความรู้สึกมีคุณค่าในตนเอง ความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อน และความผูกพันในครอบครัว ในระดับปานกลาง ร้อยละ 42.68, 57.96, 49.68 และ 68.79 ตามลำดับ

การศึกษาความแตกต่างของภาวะซึมเศร้ากับปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ จากการทดสอบทางสถิติโดยใช้ t-test พบว่า โรคประจำตัวนักเรียน และความผิดปกติทางร่างกายนักเรียน ที่แตกต่างกันมีผลต่อระดับภาวะซึมเศร้าแตกต่างกัน จากการทดสอบทางสถิติโดยใช้ Welch test พบว่า ภาวะความเครียด ความรู้สึกมีคุณค่าในตนเอง และความผูกพันในครอบครัว ที่แตกต่างกันมีผลตอระดับภาวะซึมเศร้าแตกต่างกัน

6.2 วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้า คือ ภาวะความเครียด (X_1) และความผูกพันในครอบครัว (X_4) ซึ่งสามารถร่วมกันอธิบายความผันแปรของภาวะซึมเศร้าได้ 40.89 เปอร์เซ็นต์ หรือสมการถดถอยที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้พยากรณ์ถูกต้องประมาณ 40.89 เปอร์เซ็นต์

6.3 สร้างสมการพยากรณ์ภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ได้สมการพยากรณ์ปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y} = 3.890 + 0.175X_1 - 0.007X_4$$

.

อภิปรายผลการวิจัย:

การศึกษาภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่ ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษามาอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

เพื่อศึกษาภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่า จังหวัดเชียงใหม่

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 420 คน มีนักเรียนที่มีภาวะซึมเศร้าจำนวน 157 คน คิดเป็นร้อยละ 37.38 และจากนักเรียนที่มีภาวะซึมเศร้า 157 คน ซึ่งจากการศึกษาของ Sullivan & Engin (1986) [13] ที่พบว่าในวัยรุ่นชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 4-5 จำนวน 103 คน มีความชุกของภาวะซึมเศร้าร้อยละ 50 และการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยด้านสัมพันธภาพระหว่างบุคคลต่อภาวะซึมเศร้าของวัยรุ่นตอนปลายที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 265 คน ของ

สุนัน เสียงเสนาะ (2560) [14] พบว่ามีภาวะซึมเศร้าคิดเป็นร้อยละ 46.40 ชี้ให้เห็นว่า ภาวะซึมเศร้าเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้มากในเด็กวัยรุ่น

เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้า และสร้างสมการพยากรณ์ภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม

ผลการศึกษาพบว่า ความเครียด และความผูกพันในครอบครัว สามารถร่วมทำนายภาวะซึมเศร้าในกลุ่มตัวอย่างได้ร้อยละ 40.89 ซึ่งสามารถอภิปรายได้ดังนี้

ความเครียด มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าในทางบวกและสามารถทำนายภาวะซึมเศร้าได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของโสภิณ แสงอ่อน (2561) [15] พบว่า ความเครียดมีความสัมพันธ์ทางบวกและเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงสุดในการทำนายภาวะซึมเศร้า (β =0.33, $p<0.001$) ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้เป็นไปตามทฤษฎีทางสังคมวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาวะซึมเศร้า ที่อธิบายความเชื่อมโยงระหว่างความเครียดกับการเกิดภาวะซึมเศร้า ซึ่งมองว่าการที่บุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพและทางสังคมซึ่งเป็นสิ่งเร้าที่เข้ามาคุกคามส่งผลทำให้บุคคลเสียสมดุล ซึ่งหากบุคคลไม่สามารถปรับตัวกับสิ่งเร้าที่เข้ามาคุกคามได้ก็จะเกิดความเครียด และนำไปสู่ภาวะซึมเศร้าได้ (Hammen, 2005; Kessler, 1997) [16]

ความผูกพันในครอบครัว สามารถทำนายภาวะซึมเศร้าได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของมัณฑนา นทีธาร ได้ศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 4-6 จำนวน 610 คน พบว่าความผูกพันในครอบครัวสามารถทำนายได้ร้อยละ 3.1 จากการศึกษาในครั้งนี้อธิบายได้ว่า ถ้ามีความผูกพันในครอบครัวสูง กลุ่มตัวอย่างจะมีความรู้สึกว่าบิดามารดารักตนเอง ได้รับความสนใจ และความเอาใจใส่ทำให้เด็กวัยรุ่นรู้สึกอบอุ่นใจ มีความคิดที่ดีต่อตนเองและครอบครัว (สาวิตรี ทยานศิลป์, 2544) [17]

ส่วนการรับรู้การมีคุณค่าในตัวเอง และความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อน ไม่สามารถทำนายภาวะซึมเศร้าได้ อาจเนื่องมาจากการรับรู้การมีคุณค่าในตัวเอง และความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อนมีความสัมพันธ์ทางลบกับภาวะซึมเศร้าในระบบต่ำมาก ซึ่ง Burns & Grobe กล่าวว่า ความสามารถในการทำนายของตัวแปลอิสระที่มีต่อตัวแปรตามนั้น ตัวแปรอิสระแต่ละตัวควรมีความสัมพันธ์ที่สูงกับตัวแปลตาม แต่ต้องมีค่าความสัมพันธ์ที่ต่ำกับตัวแปรอิสระอื่น ๆ ดังนั้น การรับรู้การมีคุณค่าในตัวเอง และความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อนจึงไม่สามารถร่วมกับความเครียดกับความผูกพันในครอบครัวในการทำนายภาวะซึมเศร้าได้

สรุปได้ว่า ความเครียด และความผูกพันในครอบครัว มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม โดยกลุ่มตัวอย่างที่มีความเครียดต่ำ และมีความผูกพันในครอบครัวที่ดี จะทำให้ไม่มีภาวะซึมเศร้า ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ความเครียด และความผูกพันในครอบครัว สามารถร่วมทำนายภาวะซึมเศร้าในกลุ่มตัวอย่างได้ ร้อยละ 40.89 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการรับรู้การมีคุณค่าในตัวเอง และความผูกพันใกล้ชิดกับเพื่อนไม่สามารถทำนายภาวะซึมเศร้าของกลุ่มตัวอย่างได้

ข้อเสนอแนะ:

8.1 ควรมีการศึกษาการเปรียบเทียบในหลายโรงเรียนที่เป็นระดับโรงเรียนขนาดเดียวกัน หลายพื้นที่เขตการศึกษา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากยิ่งขึ้นในการวิเคราะห์ผลการวิจัย

8.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เช่น ปัจจัยเหตุการณ์ในชีวิตปัจจุบัน เป็นต้น

8.3 ควรมีการศึกษาหารูปแบบกิจกรรม หรือโปรแกรมที่สามารถลดภาวะซึมเศร้าของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมุ่งเน้นกิจกรรมที่ลดความเครียด และส่งเสริมความผูกพันในครอบครัว

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบพระคุณนักเรียนระดับชั้นมอปลาย โรงเรียนดอยเต่าวิทยาคม อำเภอดอยเต่าจังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2562 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามรวมไปถึงการเก็บข้อมูลให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] พบแพทย์, ภาวะซึมเศร้า, สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2562 , จาก https://www.pobpad.com/โรคซึมเศร้า.

[2] เกียรติภูมิ วงศ์รจิต, สถานการณ์โรคซึมเศร้าในสังคม, สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2562 , จาก http://www.prdmh.com.

[3] สุวรรณี พุทธิศรี, โรคซึมเศร้ากับวัยรุ่น, สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2562 , จาก https://www.thairath.co.th/lifestyle /life /1276727.

[4] อรวรรณ หนูแก้ว, ความชุกของภาวะซึมเศร้า และความสัมพันธ์ด้านปัจจัยจิต สังคมการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเด็กวัดสระแก้วกับเด็กในครอบครัวปกติ, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาสุขภาพจิต, บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

[5] จันทนา เทศวัฒนา, อิทธิพลของความรู้สึกเห็นคุณค่าในตนเอง การควบคุมความโกรธ พฤติกรรมการจัดการกับปัญหา และทัศนคติต่อการใช้ความรุนแรงต่อพฤติกรรมก้าวร้าวของเด็กวัยรุ่นชายไทย.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.

[6] ปริยศ กิตติธีระศักดิ์, ภาวะซึมเศร้า, สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2562 , จาก http://www.nurse.tu.ac.th.

[7] อุมาพร ตรังคสมบัติ, “การใช้ CES-D ในการคัดกรองภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่น”, วารสารสุขภาพจิตและการพยาบาลจิตเวช, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, (2540)

[8] Rosenberg, M. (1965). Society and the adolescent self-image. Princeton: Princeton University Press.

[9] Buhrmester, D. (1990). Intimacy of friendship, interpersonal competence, and adjustment during preadolescence and adolescence. Child Development, 61, 1101-1111.

[10] มัณฑนา นทีธาร, ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าของเด็กวัยรุ่นในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

[11] Resnick, M. D., Bearman, P. S., Blum, R. W., Bauman, K. E., Harris, K. M., Jone, J., Tabor, J., Beuhring, T., Siering, R. E., Shew, M., Ierland, M., Bearinger, L. H., & Udry, J. R. (1997). Protecting adolescents from harm. Journal of America Medical Association, 178, 823-832

[12] พิสมัย นพรัตน์, ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนมัธยมศึกษาและอาชีวศึกษา, วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพยาบาลอายุรศาสตร์และศัลยศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2543.

[13] Sullivan, W. O., & Engin, A. W. (1986). Adolescent depression : Its prevalence in high school students. Journal of School Psychology, 24, 103-109.

[14] สุนันท์ เสียงเสนาะ, “อิทธิพลของปัจจัยด้านสัมพันธภาพระหว่างบุคคลต่อภาวะซึมเศร้าของวัยรุ่นตอนต้น”, วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี, ปีที่ 33, ฉบับที่ 3, หน้า 59-67 (2017)

[15] โสภิณ แสงอ่อน, “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะซึมเศร้าในวัยรุ่นด้อยโอกาสไทยในจังหวัดหนึ่งในภาคกลาง”, วารสารการพยาบาลจิตเวชและสุขภาพจิต, ปีที่ 32 ฉบับที่ 2, หน้า 13-28 (2561)

[16] Hammen, C. (2005). Stress and depression. Annual Review of Clinical Psychology, 1(1), 293-319

[17] สาวิตรี ทยานศิลป์, “อิทธิพลของครอบครัวต่อความภาคภูมิใจในตนเองของวัยรุ่น”, วารสารประชากรและสังคม, ปีที่10, ฉบับที่ 1, หน้า 43-68 (2544)

ประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และ Mixed CUSUM - EWMA เมื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการที่ข้อมูลมีการแจกแจงที่สมมาตรและไม่สมมาตร

PERFORMANCE CHART MIXED EWMA - CUSUM AND MIXED CUSUM - EWMA FOR DETECTING A CHANGE OF PROCESS DATA WITH THE SYMMETRIC AND ASYMMETRIC DISTRIBUTIONS

ประภัสสร ปานหุ่น[1], ศตบงกช ชนะกิตติรุ่งเรือง[1], ศิรัญญา ทศน้อย[1,*] และ รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิตนนท์ จารุโรจน์กีรติ
Prapussorn Panhoon[1], Satabongkot Chanakittirungrueang[1], Siranya Thodnoi[1,*] and Assoc. Prof. Dr.Thitanon Charurotkeerati

[1] *สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ศิรัญญา ทศน้อย อีเมล: tutututood@gmail.com

บทคัดย่อ:

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมผสม 2 แผนภูมิ ได้แก่ แผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM (MEC) และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA (MCE) โดยกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ (λ) เท่ากับ 0.05, 0.1 และ 0.25 เพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการเมื่อข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบสมมาตรและไม่สมมาตร (เบ้ซ้ายและเบ้ขวา) โดยกำหนดข้อมูลให้มีการแจกแจงลอจิสติก, การแจกแจงไวบูล และการแจกแจงแกมมาตามลำดับ และมีขนาดตัวอย่างย่อย (n) เท่ากับ 5, 7 และ 10 ซึ่งการศึกษาประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมทั้งสองแผนภูมิ เมื่อกระบวนการการผลิตมีระดับของการเปลี่ยนแปลงในค่าเฉลี่ย (δ) เท่ากับ 0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.15, 0.20 และ 0.25 เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมคือ ค่าความยาววิ่งเฉลี่ย (Average Run Length : ARL) โดยการจำลองข้อมูลซ้ำ 100,000 ครั้งด้วยเทคนิคการจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulations) จากผลการวิจัยข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบสมมาตรพบว่าแผนภูมิควบคุม MCE มีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการขนาดเล็กตลอดจนถึงขนาดใหญ่ได้ดีกว่าแผนภูมิควบคุม MEC และข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่สมมาตรพบว่าแผนภูมิควบคุม MEC มีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการขนาดเล็กตลอดจนถึงขนาดใหญ่ได้ดีกว่าแผนภูมิควบคุม MCE ในทุกขนาดตัวอย่างย่อย

คำสำคัญ : แผนภูมิควบคุมผสมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบชี้กำลังของผลรวมสะสม, แผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเลขชี้กำลัง, ค่าความยาววิ่งเฉลี่ย, การจำลองมอนติคาร์โล

Abstract:

The purpose of this research is to study the effective of two mixed control charts by comparing the two charts. There are Mixed EWMA-CUSUM (MEC) and Mixed CUSUM-EWMA (MCE) controls charts. In this research, the smoothing coefficient (λ) is 0.05, 0.1 and 0.25 to detect change of process data when symmetric distributions and asymmetrically skewed in a manner skewed left and right. The information will be distributed in Logistic Distribution, Weibull Distribution and Gamma Distribution, respectively, and a small

sample size (n) equal to 5, 7 and 10, which studies the performance of the two control chart, when the manufacturing process has to change in the average (δ) are equal to 0.01, 0.03, 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 and 0.25 of the criteria. They are used to compare the performance of the control chart called Average Run Length (ARL) by replicating data over 100,000 times with a technical of Monte Carlo Simulations. The results of the MCE showed that the effective in detecting changes from small to large scale of the process with symmetric distribution are better than the MEC. But, the MEC showed that the effective in detecting changes from small to large scale of the process with asymmetric distribution are better than MCE for all of the sample size.

Keywords: Mixed EWMA - CUSUM control charts (MEC), Mixed CUSUM - EWMA control charts (MCE), Average Run Length, Monte Carlo Simulations

บทนำ:

ปัจจุบันการควบคุมคุณภาพมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม เนื่องจากกระบวนการผลิตย่อมมีความผันแปรของคุณภาพสินค้าเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา กระบวนการผลิตอาจมิได้อยู่ภายใต้การควบคุม (Out of control process) หรือค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตได้เปลี่ยนแปลงไปจากที่ควรจะเป็น และอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพสินค้าและระบบการผลิตได้ ดังนั้นการควบคุมคุณภาพจึงถูกนำมาใช้ควบคุมความผันแปรของคุณภาพผลิตภัณฑ์และกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตเพื่อควบคุมการผลิตให้อยู่ภายใต้การควบคุม (In of control process) เพื่อกระบวนการผลิตมีมาตรฐานผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ มีความน่าเชื่อถือ และเป็นที่พึงพอใจต่อผู้บริโภค [2]

แผนภูมิควบคุม Shewhart ถูกนำเสนอครั้งแรกในปี ค.ศ.1924 พบว่า มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบความผิดปกติของกระบวนการได้ช้ากว่าแผนภูมิควบคุมอื่น ๆ เมื่อกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงที่มีขนาดเล็กถึงกลาง จึงมีการพัฒนาแผนภูมิควบคุมคุณภาพแบบอื่นที่มีประสิทธิภาพดีกว่าแผนภูมิควบคุม Shewhart เช่น ในปี ค.ศ.1954 Page [6] ได้นำเสนอแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม (Cumulative sum: CUSUM) ในปี ค.ศ.1959 Roberts [7] ได้นำเสนอแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเลขชี้กำลัง (Exponentially Weighted Moving Average Control Chart: EWMA) พบว่าแผนภูมิควบคุม EWMA ซึ่งมีประสิทธิภาพคล้ายกับแผนภูมิควบคุม CUSUM ในปี ค.ศ.2012 Abbas และคณะ [4] ได้นำเสนอแผนภูมิควบคุม ผสมค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบชี้กำลังของผลรวมสะสม (Mixed EWMA - CUSUM: MEC) ซึ่งทำให้การตรวจจับค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการดีขึ้น และในปี ค.ศ.2014 Zaman และคณะ [9] ได้นำเสนอแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ถ่วงน้ำหนักแบบเลขชี้กำลัง (Mixed CUSUM - EWMA: MCE) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบจับข้อมูลพารามิเตอร์ตำแหน่ง พบว่าทั้งสองแผนภูมิที่กล่าวมาขั้นต้นมีประสิทธิภาพในการตรวจจับดี กว่าแผนภูมิควบคุม EWMA และแผนภูมิควบคุม CUSUM ต่อมาในปี ค.ศ.2017 ได้มีการนำเสนอการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแผนภูมิควบคุม MCE แผนภูมิควบคุม MEC และแผนภูมิควบคุม Shewhart เมื่อข้อมูลที่มีการแจกแจงปรกติพบว่าแผนภูมิควบคุม MEC มีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงขนาดเล็กได้ดีกว่าแผนภูมิควบคุม MCE และแผนภูมิควบคุม Shewhart และเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่แผนภูมิควบคุม MCE มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบจับการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ได้ดีกว่า แผนภูมิควบคุม MEC และแผนภูมิควบคุม Shewhart แต่ในความเป็นจริงข้อมูลในกระบวนการผลิตอาจมีการแจกแจงในรูปแบบอื่น เช่น การแจกแจงเลขชี้กำลัง การแจกแจงไวบูล ฯลฯ (Wang และคณะ, 2017 [8]) และในปีค.ศ.2018

การะเกด สิริวรามาศ และคณะ [1] ได้จัดทำโครงงานพิเศษในหัวข้อประสิทธิภาพแผนภูมิควบคุม EWMA – CUSUM สำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ ทางคณะผู้จัดทำจึงสนใจและนำมาประยุกต์เป็นแนวทางในการจัดทำงานวิจัยนี้

ในงานวิจัยนี้ใช้ค่าความยาววิ่งเฉลี่ย (Average Run Length : ARL) เป็นเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพของแผนภูมิ ซึ่งค่า ARL เป็นค่าวัดความสามารถของแผนภูมิควบคุมในการตรวจพบความผิดปกติของกระบวนการผลิต ซึ่งมีค่าคือ ARL_0 และ ARL_1 นั่นคือ ARL_0 ควรมีค่ามากเมื่อกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม และ ARL_1 ควรมีค่าน้อยเมื่อกระบวนการผลิตอยู่นอกการควบคุม จึงจะถือว่าแผนภูมิควบคุมมีประสิทธิภาพดี คณะผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมี3การแจกแจงดังต่อไปนี้

1. เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติกที่มีพารามิเตอร์ตำแหน่ง (μ) เท่ากับ 6 และพารามิเตอร์ขนาด (s) เท่ากับ 2 (การแจกแจงแบบสมมาตร)
2. เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไวบูลที่พาราเตอร์ขนาด (α) เท่ากับ 1 และพารามิเตอร์รูปร่าง (β) เท่ากับ 10 (การแจกแจงแบบเบ้ซ้าย)
3. เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมาที่มีพารามิเตอร์รูปร่าง (α) เท่ากับ 10 และพารามิเตอร์ขนาด (β) เท่ากับ 5 (การแจกแจงแบบเบ้ขวา)

วิธีการดำเนินงานวิจัย:

1. ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.1 ศึกษาเกี่ยวกับแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และ Mixed CUSUM - EWMA

1.2 กำหนดค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจกต่างของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และ Mixed CUSUM - EWMA

1.3 จำลองข้อมูลให้มีแบบสมมาตรและไม่สมมาตร ได้แก่ การแจกแจงลอจิสติก การแจกแจงไวบูลและการแจกแจงแกมมา ตามลำดับ

1.4 สร้างแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และ Mixed CUSUM - EWMA

1.5 คำนวณค่า UCL, LCL และ Run Length ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และ Mixed CUSUM - EWMA

1.6 กำหนดจำนวนรอบของการทำการจำลองข้อมูลซ้ำเท่ากับ 100,000 ครั้ง

1.7 คำนวณค่า Average Run Length (ARL)

1.8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และ Mixed CUSUM EWMA โดยพิจารณาจากแผนภูมิควบคุมที่ให้ค่าต่ำสุด

1.9 สรุปผลการวิจัย

2. ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

2.1 กำหนดให้ข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติกมีค่าพารามิเตอร์ $\mu = 6$ และ $s = 2$ ข้อมูลมีการแจกไวบูลมีค่าพารามิเตอร์ $\alpha = 1$ และ $\beta = 10$ และข้อมูลมีการแจกแกมมามีค่าพารามิเตอร์ $\alpha = 5$ และ $\beta = 10$ กำหนดขนาดตัวอย่าง (n) เท่ากับ 5, 7 และ 10 เมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงไปให้ค่าพารามิเตอร์ $\beta_1 = \beta_0 + \beta_0\delta$ โดยที่ δ หมายถึงระดับของการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0, 0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2 และ 0.25 ตามลำดับและกำหนดค่าคงที่ปรับเรียบ (λ) เท่ากับ 0.05, 0.1 และ 0.25 โดยการทำซ้ำ 100,000 ครั้ง

2.2 นำข้อมูลที่ได้จากการจำลองมาสร้างแผนภูมิควบคุม 2 แผนภูมิ ดังต่อไปนี้

2.2.1 แผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM เป็นแผนภูมิที่ทำงานร่วมกันระหว่างแผนภูมิควบคุม EWMA และแผนภูมิควบคุม CUSUM โดยนำค่าสถิติของแผนภูมิควบคุม EWMA คือ

$$Z_t = (1-\lambda)\,\mathrm{Z}_{t-1} + \lambda \bar{X}_t$$

นำค่าสถิติ Z_t ใส่ในแผนภูมิควบคุม CUSUM ซึ่งจะได้ค่าสถิติของแผนภูมิควบคุม MEC ดังนี้

$$MEC_t^+ = \max(0, (\mathrm{Z}_t - \mu_0) - K_t + MEC_{t-1}^+$$

$$MEC_t^- = \max(0, -(\mathrm{Z}_t - \mu_0) - K_t + MEC_{t-1}^-$$

เมื่อ $K_t = k\sigma_{\bar{X}}\sqrt{\dfrac{\lambda}{2-\lambda}[1-(1-\lambda)^{2t}]}$

ค่าขีดจำกัดควบคุมบน คือ $H = h\sigma_{\bar{X}}\sqrt{\dfrac{\lambda}{2-\lambda}[1-(1-\lambda)^{2t}]}$

2.2.2.2 แผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เป็นแผนภูมิที่ทำงานร่วมกันระหว่างแผนภูมิควบคุม CUSUM และแผนภูมิควบคุม EWMA โดยนำค่าสถิติของแผนภูมิควบคุม CUSUM คือ

$$C_t^+ = \max[0, \left(\overline{X}_t - \mu_0\right) - K + C_{t-1}^+]$$

$$C_t^- = \max[0, \left(\overline{X}_t - \mu_0\right) - K + C_{t-1}^-]$$

นำค่า C_t^+ และ C_t^- ใส่ในแผนภูมิควบคุม CUSUM ซึ่งจะได้ค่าสถิติ ของแผนภูมิควบคุม MEC ดังนี้

$$MCE_t^+ = (1-\lambda)MCE_{t-1}^+ + \lambda C_t^+$$
$$MCE_t^- = (1-\lambda)MCE_{t-1}^- + \lambda C_t^-$$

โดยค่าเริ่มต้นของสถิตินี้คือ $MCE_0^+ = MCE_0^- = \mu_0$

เมื่อ $K = k\sigma_0$

$$\mu_c = Mean(C_t^+) = Mean(C_t^-)$$

$$\sigma_c^2 = Var(C_t^+) = VAR(C_t^-)$$

ค่าขีดจำกัดควบคุมบนคือ $UCL = \mu_c + L\sigma_c\sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}[1-(1-\lambda)^{2t}]}$

2.2.3 สร้างชุดข้อมูลกรณีค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการเปลี่ยนแปลงไปเป็น $\beta_1 = \beta_0 + \beta_0\delta$ แล้วนำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิควบคุมทั้ง 2 แผนภูมิ ซึ่งสร้างจากข้อ 2.2.2 โดยการทำซ้ำ 100,000 ครั้ง

2.2.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมทั้ง 2 แผนภูมิ เมื่อตรวจพบการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของกระบวนการ โดยพิจารณาค่าความยาววิ่งเฉลี่ย (ARL) พิจารณาว่าแผนภูมิควบคุมใดให้ค่าความยาววิ่งเฉลี่ยเมื่อกระบวนการผลิตออกนอกการควบคุม เมื่อ $ARL_1 = \frac{1}{1-\beta}$ เมื่อ β คือความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 2 (Type II error) ให้ค่าต่ำสุดแสดงว่าแผนภูมิควบคุมนั้นมีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยค่า $ARL_0 = 370$

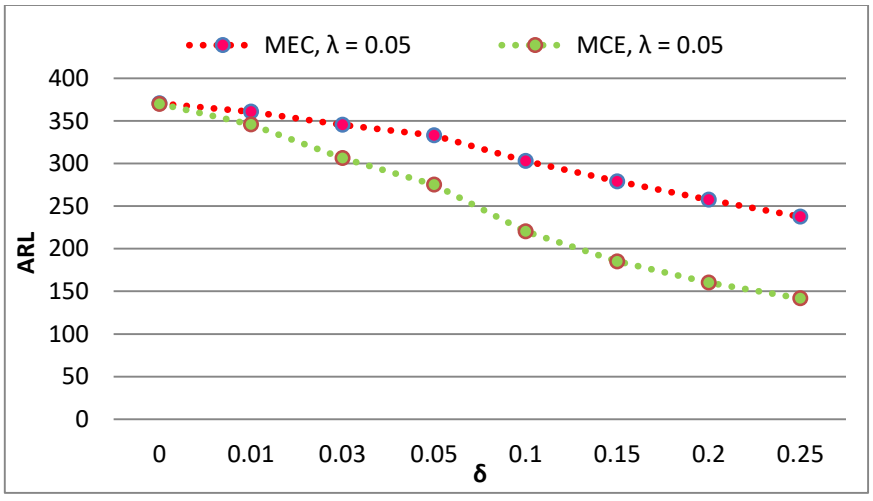
ผลการวิจัย:

1. **การเปรียบเทียบค่าความยาววิ่งเฉลี่ยเมื่อกระบวนการไม่อยู่ภายใต้การควบคุม (ARL_1) กรณีข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก (Logistic Distribution)**

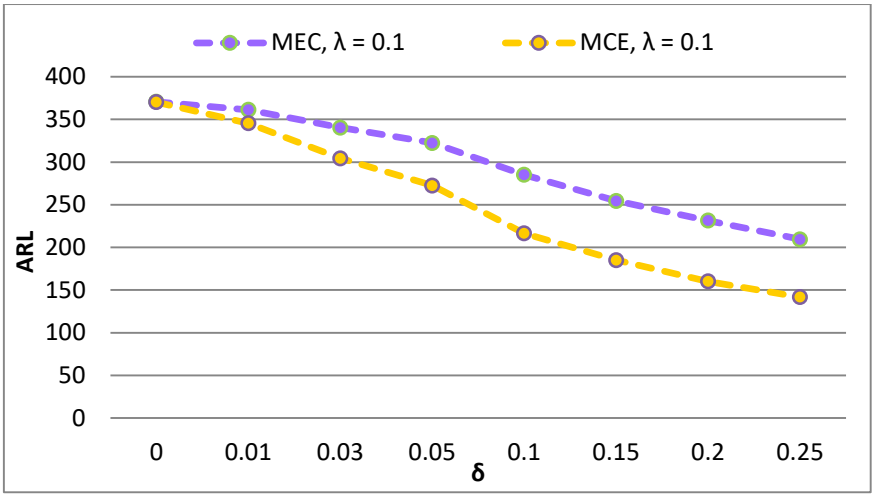
ตารางที่ 1 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก ในกรณีที่ $n = 5$

Δ	การแจกแจงลอจิสติก					
	λ = 0.05		λ = 0.1		λ = 0.25	
	L = 26.175	L = 500	L = 21.957	L = 359	L = 13.81	L = 221.5
	MEC	MCE	MEC	MCE	MEC	MCE
0	370.61042	370.01899	370.7491	370.2892	370.37708	370.17494
0.01	360.77526	345.68687*	361.34473	345.58083*	353.83666	344.94464*
0.03	345.43434	306.21732*	340.4828	304.52668*	328.59176	303.36476*
0.05	332.95597	275.14653*	322.46351	272.53701*	304.08097	271.03756*
0.1	302.9142	220.36468*	285.14107	216.44992*	253.27812	214.01619*
0.15	278.98998	185.12974*	254.60095	185.07771*	219.93395	176.80253*
0.2	257.47842	160.24411*	231.51304	160.17712*	190.54375	150.82895*
0.25	237.62219	141.78364*	209.49392	141.77408*	168.57871	131.55549*

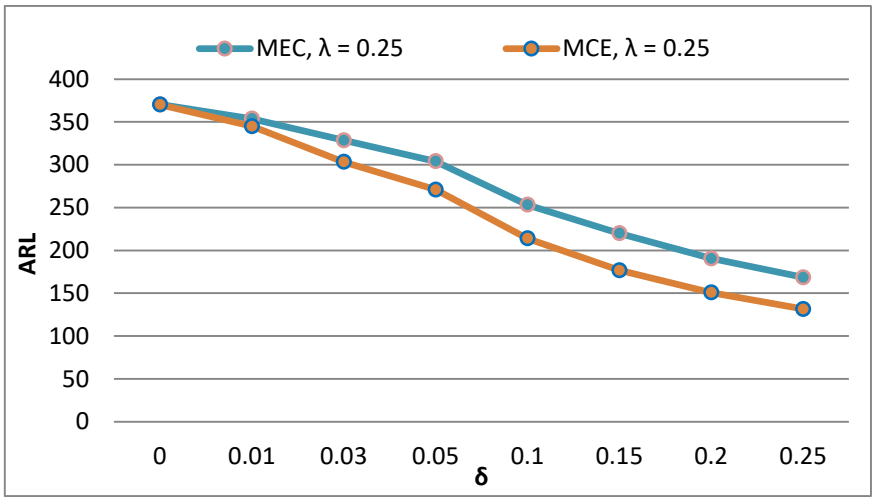
* แสดงค่า ARL ที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผนภูมิควบคุม MEC และ MCE



ภาพที่ 1 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก ในกรณีที่ $n = 5$ และ λ = 0.05



ภาพที่ 2 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก ในกรณีที่ $n = 5$ และ λ = 0.1

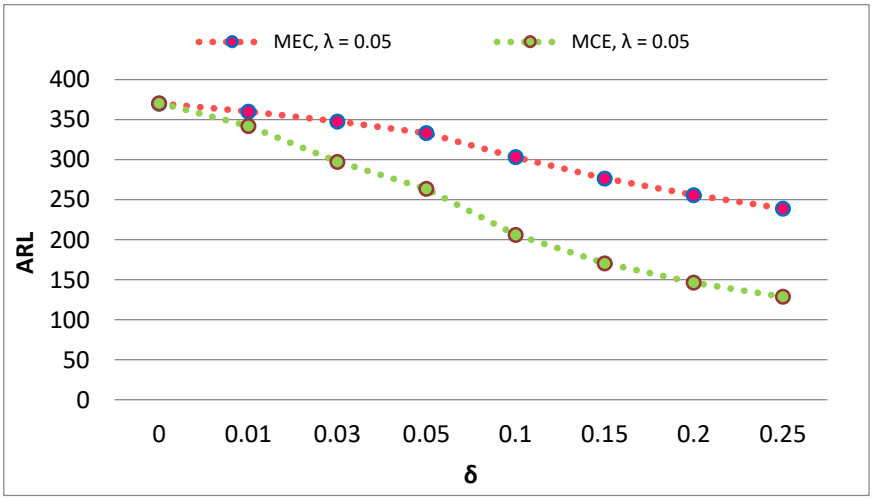


ภาพที่ 3 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก ในกรณีที่ $n = 5$ และ λ = 0.25

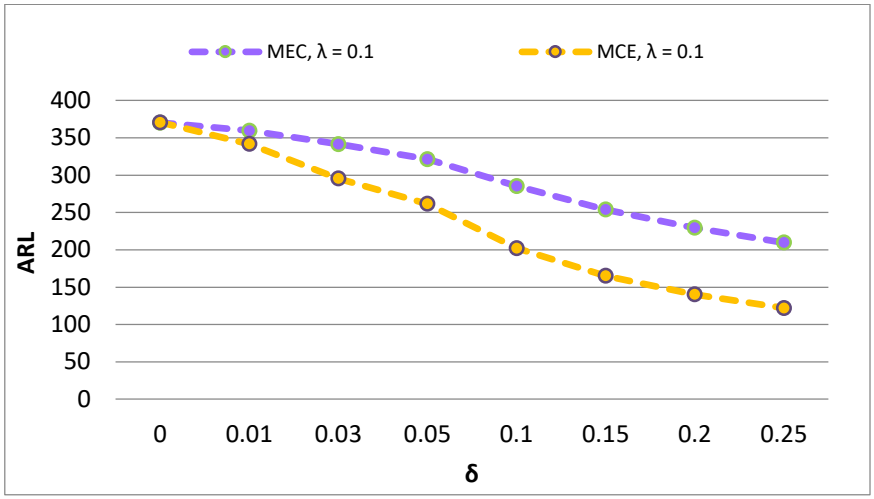
ตารางที่ 2 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก ในกรณีที่ $n = 7$

δ	การแจกแจงลอจิสติก					
	λ = 0.05		λ = 0.1		λ = 0.25	
	L = 26.2	L = 424	L = 21.92	L = 304	L = 13.822	L = 188
	MEC	MCE	MEC	MCE	MEC	MCE
0	370.18956	370.67896	370.22019	370.76645	370.2172	370.49973
0.01	360.17966	342.31839*	359.49084	341.70338*	354.8635	340.87381*
0.03	347.76131	297.51738*	341.5447	295.46461*	327.63459	293.91318*
0.05	333.17036	263.61236*	321.45206	261.50857*	304.22352	258.646*
0.1	303.29042	206.26909*	285.32714	202.31555*	255.18353	198.72205*
0.15	276.57569	170.65671*	253.79189	165.13557*	219.61939	161.61901*
0.2	255.86317	146.48887*	229.36925	140.18047*	190.7371	136.21679*
0.25	239.08878	128.8748*	209.66421	122.13328*	168.32847	117.87251*

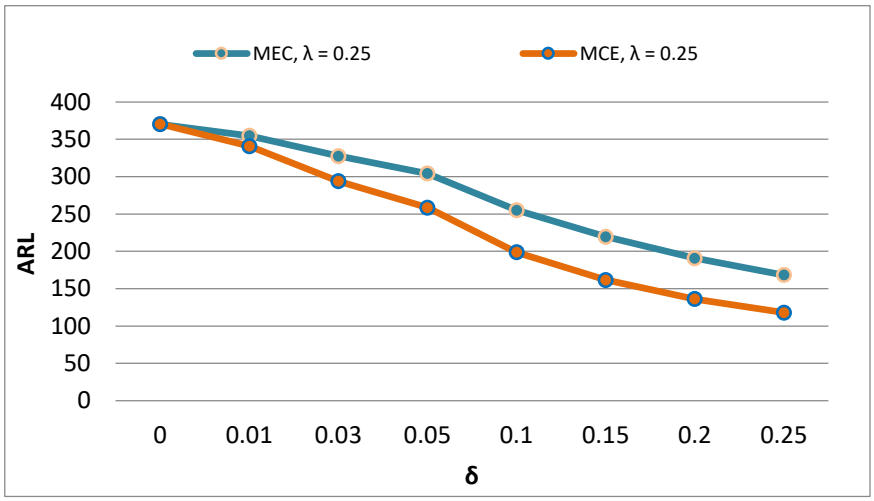
* แสดงค่า ARL ที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผนภูมิควบคุม MEC และ MCE



ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติกในกรณีที่ $n = 7$ และ λ = 0.05



ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติกในกรณีที่ $n = 7$ และ λ = 0.1

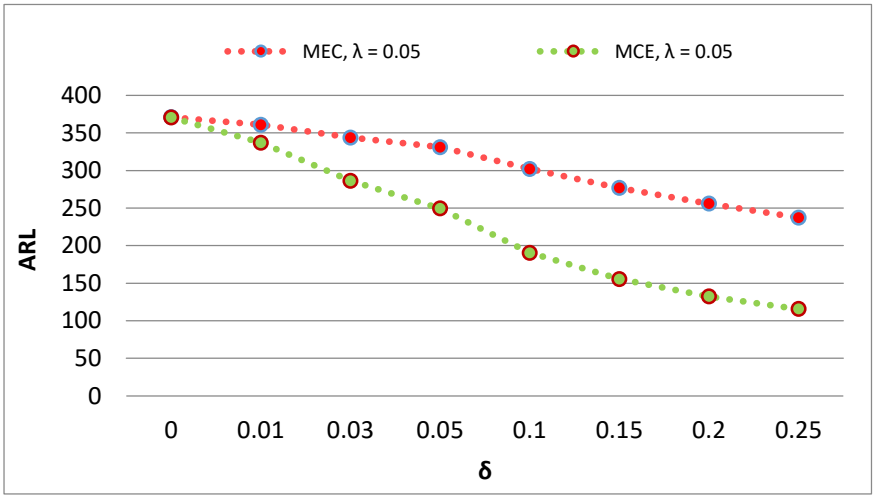


ภาพที่ 6 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติกในกรณีที่ $n = 7$ และ λ = 0.1

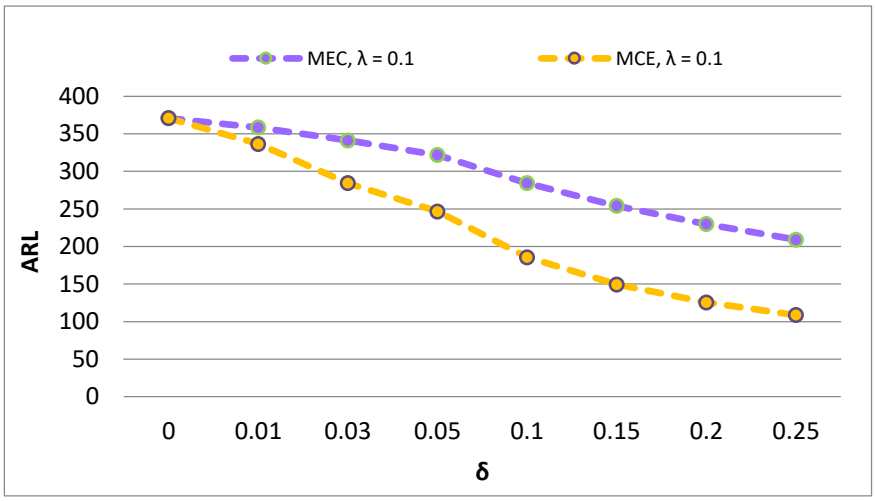
ตารางที่ 3 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก ในกรณีที่ $n = 10$

δ	การแจกแจงลอจิสติก					
	λ = 0.05		λ = 0.1		λ = 0.25	
	L = 26.1	L = 357	L = 21.92	L = 256.3	L = 13.809	L = 158
	MEC	MCE	MEC	MCE	MEC	MCE
0	370.78688	370.44415	370.78771	370.7323	370.08992	370.53721*
0.01	360.89828	336.95423*	358.43918	336.51201*	356.2343	335.78946*
0.03	343.7096	286.27615*	341.08178	284.23043*	327.99868	282.61762*
0.05	330.96463	249.37881*	321.67744	246.46207*	303.95426	244.04395*
0.1	301.96731	190.42676*	284.30481	185.48641*	254.34165	182.41242*
0.15	276.65656	155.40298*	253.87852	149.37378*	218.99995	145.71746*
0.2	255.81777	132.25296*	229.74067	125.54075*	189.6634	121.45429*
0.25	237.23155	115.74182*	209.08989	108.60113*	167.09718	104.22756*

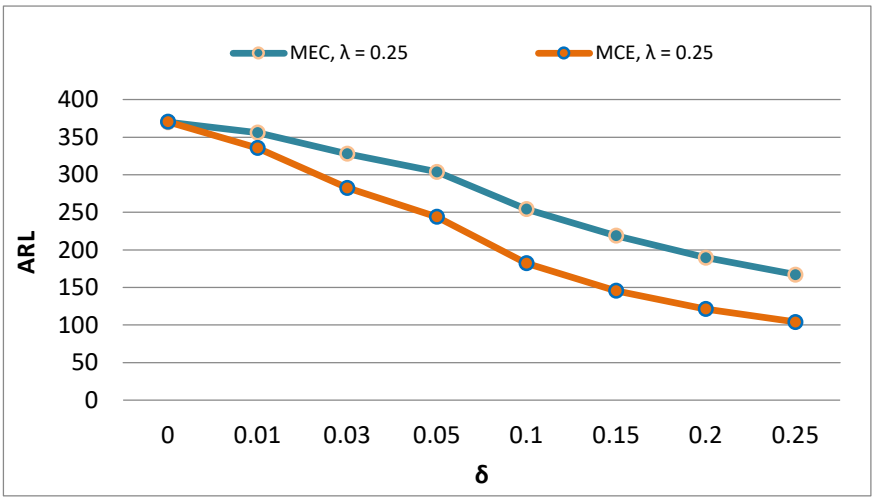
* แสดงค่า ARL ที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผนภูมิควบคุม MEC และ MCE



ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก ในกรณีที่ $n = 10$ และ λ = 0.05



ภาพที่ 8 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก ในกรณีที่ $n = 10$ และ λ = 0.1



ภาพที่ 9 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก ในกรณีที่ $n = 10$ และ λ = 0.25

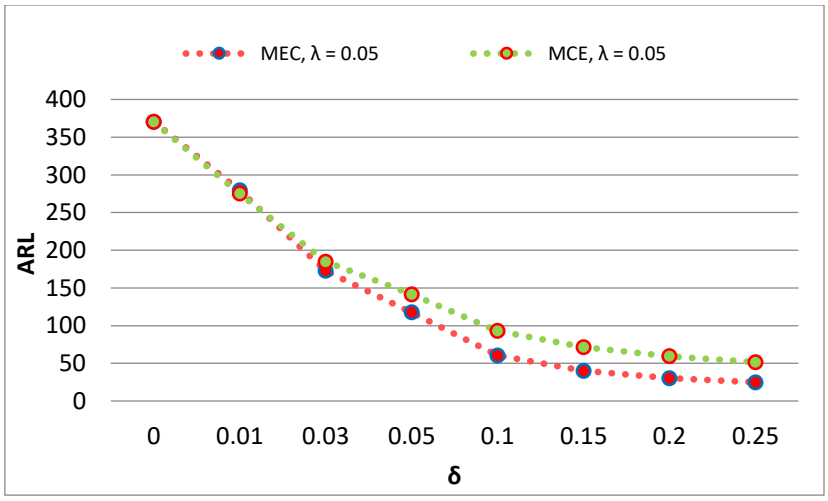
จากตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 3 และภาพที่ 1 ถึงภาพที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA กรณีข้อมูลที่มีการแจกแจงลอจิสติก(แบบสมมาตร) พบว่าแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA มีค่า ARL น้อยกว่าแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM ในทุกระดับการการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย (δ) และทุกขนาดตัวอย่าง (n) จึงสรุปได้ว่าว่าแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA มีประสิทธิภาพในการตรวจจับได้ดีกว่าแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก โดยมีค่าพารามิเตอร์ $\mu = 6$ และพารามิเตอร์ $s = 2$

2. การเปรียบเทียบค่าความยาววิ่งเฉลี่ยเมื่อกระบวนการไม่อยู่ภายใต้การควบคุม (ARL_1) กรณีข้อมูลมีการแจกแจงไวบูล (Weibull Distribution)

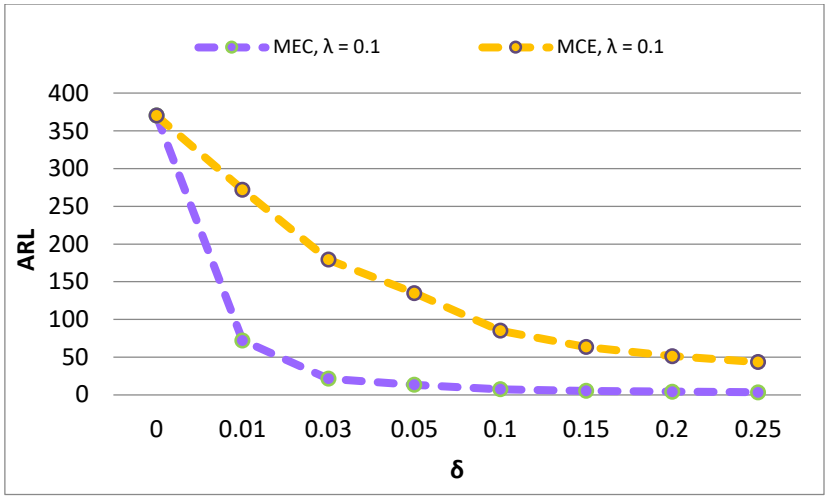
ตารางที่ 4 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 5$

δ	การแจกแจงไวบูล					
	λ = 0.05		λ = 0.1		λ = 0.25	
	L = 26.85	L = 542.2	L = 21.6	L = 387.9	L = 13.44	L = 239.27
	MEC	MCE	MEC	MCE	MEC	MCE
0	370.34094	370.23693	370.32154	370.33135	370.10335	370.29664
0.01	279.40294	275.12181*	72.17828*	272.12822	76.05862*	270.84851
0.03	172.69587*	184.80636	21.50113*	179.42554	18.71815*	176.54859
0.05	117.49105*	141.53997	13.37687*	134.90353	10.38862*	131.20333
0.1	60.43407*	92.92402	7.43011*	85.12656	5.23196*	80.45595
0.15	40.03521*	71.59136	5.29438*	63.4115	3.58591*	58.41208
0.2	30.37025*	59.42827	4.14176*	51.30579	2.72165*	46.09754
0.25	24.76273*	51.46245	3.38638*	43.52308	2.18297*	38.20323

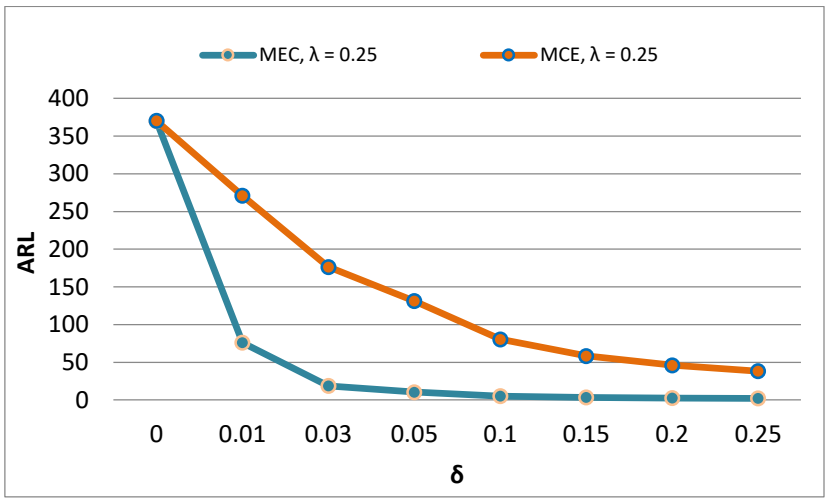
* แสดงค่า ARL ที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผนภูมิควบคุม MEC และ MCE



ภาพที่ 10 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 5$ และ λ = 0.05



ภาพที่ 11 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 5$ และ λ = 0.1

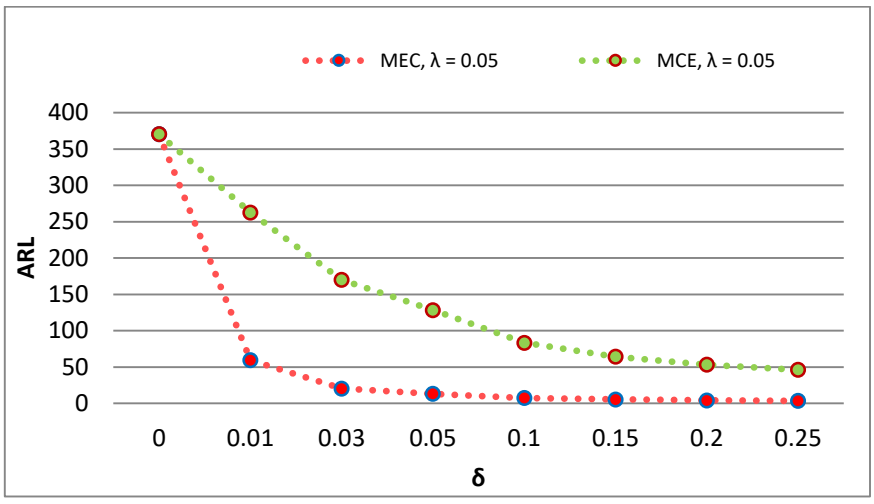


ภาพที่ 12 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 5$ และ λ = 0.25

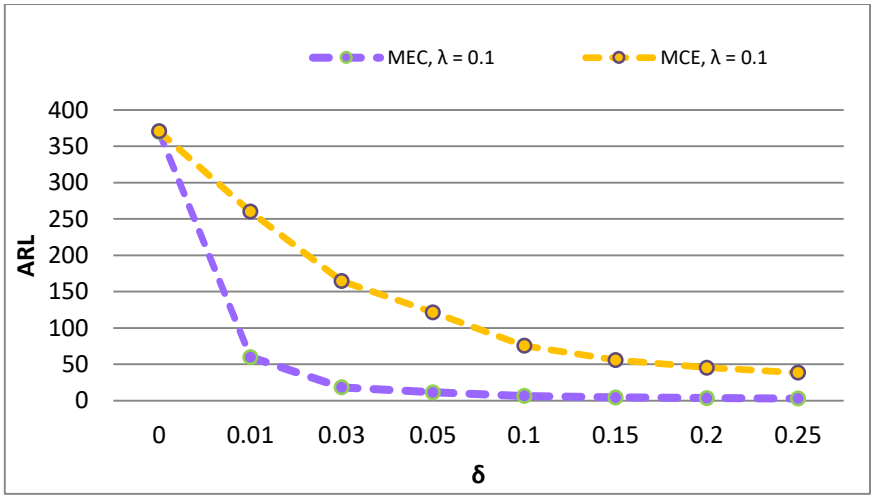
ตารางที่ 5 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 7$

δ	การแจกแจงไวบูล					
	λ = 0.05		λ = 0.1		λ = 0.25	
	L = 26.05	L = 466	L = 21.635	L = 334	L = 13.5	L = 205.8
	MEC	MCE	MEC	MCE	MEC	MCE
0	370.36503	370.38716	370.13167	370.71514	370.01494	370.7093
0.01	59.40368*	262.68348	60.11491*	260.21863	62.48952*	258.36491
0.03	20.39674*	170.05699	18.30681*	164.65378	15.28385*	161.32991
0.05	13.24068*	128.37932	11.54874*	121.6895	8.73939*	117.60359
0.1	7.54891*	83.40671	6.46207*	75.54448	4.48524*	70.67791
0.15	5.39691*	64.19934	4.59298*	56.12273	3.06943*	50.93473
0.2	4.226*	53.32202	3.56141*	45.39104	2.29528*	40.05694
0.25	3.44238*	46.2188	2.94635*	38.55794	1.90698*	33.16857

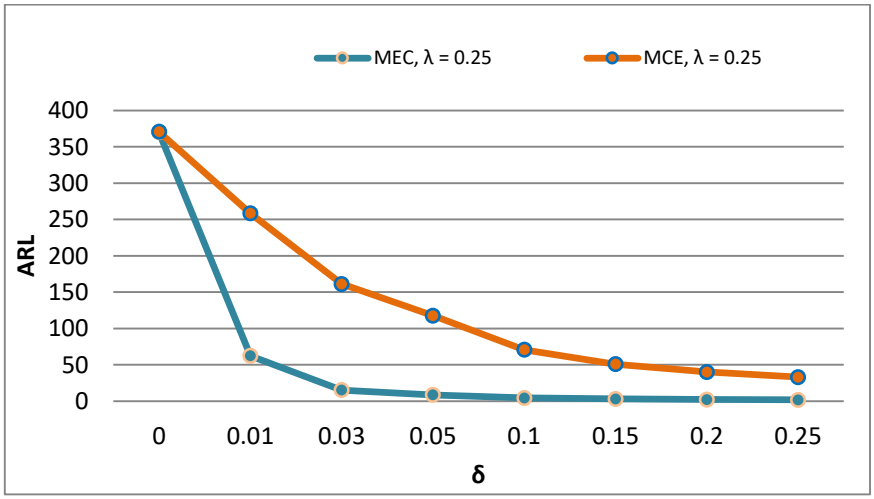
* แสดงค่า ARL ที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผนภูมิควบคุม MEC และ MCE



ภาพที่ 13 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 7$ และ λ = 0.05



ภาพที่ 14 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 7$ และ λ = 0.1

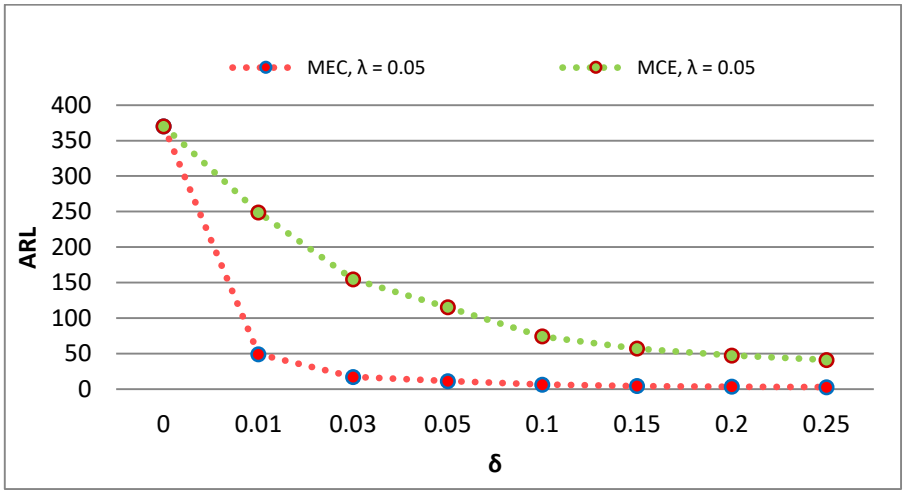


ภาพที่ 15 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 7$ และ λ = 0.25

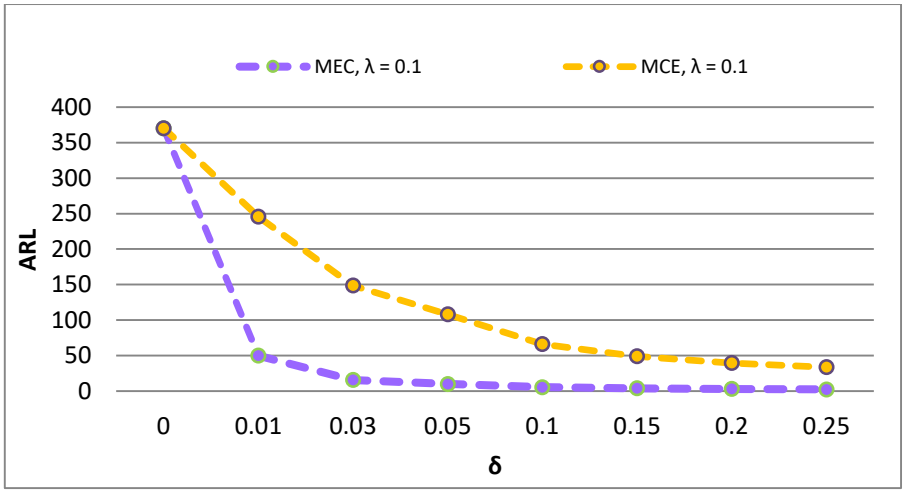
ตารางที่ 6 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 10$

δ	การแจกแจงไวบูล					
	λ = 0.05		λ = 0.1		λ = 0.25	
	L = 26	L = 398.2	L = 22.24	L = 285	L = 13.55	L = 175.4
	MEC	MCE	MEC	MCE	MEC	MCE
0	370.15182	370.23549	370.03665	370.23501	370.11205	370.01494
0.01	**49.41105***	248.92104	**50.00458***	245.62857	**50.22611***	243.27424
0.03	**17.45524***	154.85325	**15.75616***	148.79628	**12.50849***	145.07755
0.05	**11.43488***	115.28209	**10.1005***	108.15102	**7.31772***	103.74235
0.1	**6.50497***	74.3658	**5.67844***	66.25587	**3.80672***	61.17227
0.15	**4.63435***	57.24572	**4.02741***	49.12669	**2.57471***	43.80659
0.2	**3.59508***	47.60396	**3.11162***	39.7959	**1.98532***	34.37775
0.25	**2.98243***	41.30026	**2.49522***	33.8733	**1.48891***	28.4448

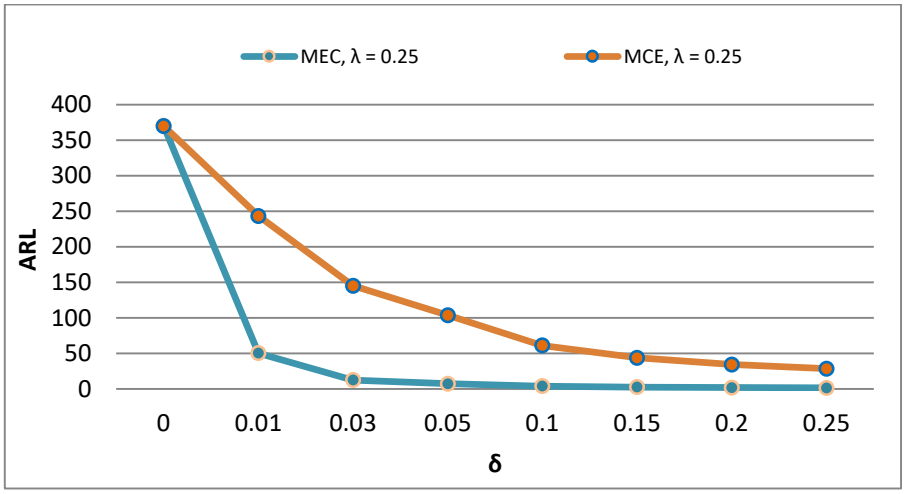
* แสดงค่า ARL ที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผนภูมิควบคุม MEC และ MCE



ภาพที่ 16 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 10$ และ λ = 0.05



ภาพที่ 17 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 10$ และ λ = 0.1



ภาพที่ 18 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไวบูล ในกรณีที่ $n = 10$ และ λ = 0.25

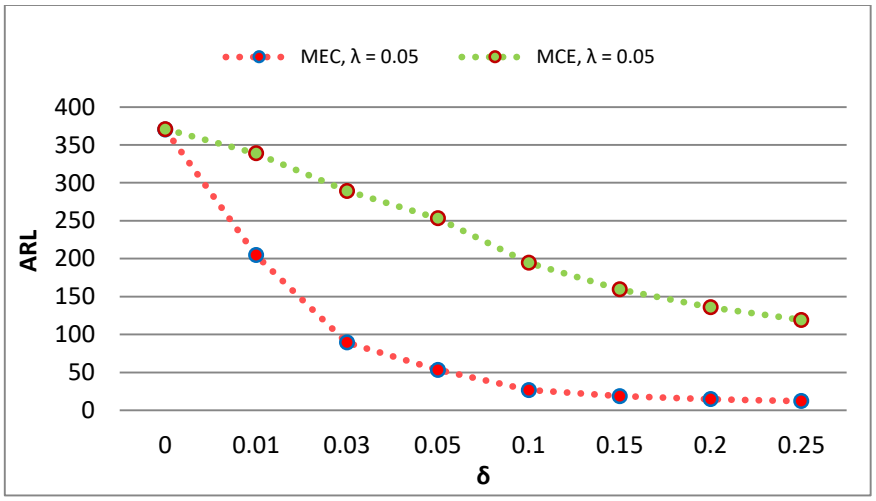
จากตารางที่ 4 ถึงตารางที่ 6 และ ภาพที่ 4 ถึงภาพที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA กรณีข้อมูลมีการแจกแจงไวบูลในทุกระดับการการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย (δ) และทุกขนาดตัวอย่าง (n) ยกเว้นกรณีที่ $n = 5$ และ $\lambda = 0.05$ ที่ซึ่งพบว่าแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA มีค่า ARL น้อยกว่าแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM แต่ในกรณีอื่น ๆ นั้นพบว่าแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM มีค่า ARL น้อยกว่าแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA จึงสรุปได้ว่าส่วนใหญ่แล้วแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM มีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงไวบูล โดยมีค่าพารามิเตอร์ $\alpha = 1$ และพารามิเตอร์ $\beta = 10$

3. การเปรียบเทียบค่าความยาววิ่งเฉลี่ยเมื่อกระบวนการไม่อยู่ภายใต้การควบคุม (ARL_1) กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา (Gamma Distribution)

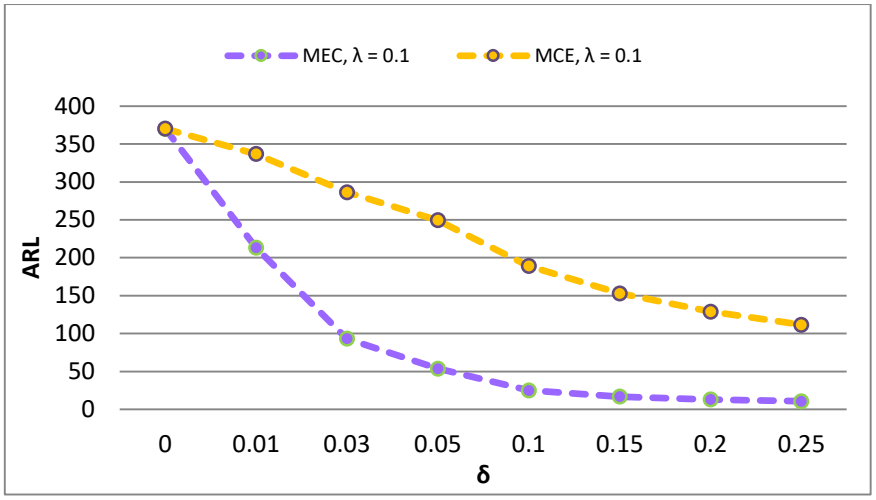
ตารางที่ 7 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 5$

δ	การแจกแจงแกมมา					
	λ = 0.05		λ = 0.1		λ = 0.25	
	L = 26.5454	L = 504.4	L = 22.365	L = 361	L = 14.285	L = 223
	MEC	MCE	MEC	MCE	MEC	MCE
0	370.2056	370.72054	370.01091	370.14619	370.26538	370.35772
0.01	204.53502*	338.83227	213.32776*	336.95455	224.43274*	336.90219
0.03	89.27656*	289.33973	93.34497*	286.41239	100.87921*	285.50213
0.05	53.17734*	253.23037	53.74343*	249.43359	55.91363*	247.90814
0.1	26.7422*	194.58923	24.98034*	189.15705	22.89214*	186.45175
0.15	18.67947*	159.44212	16.7457*	152.98511	14.00803*	149.61518
0.2	14.65922*	135.84813	12.968*	128.92045	10.2019*	125.07992
0.25	12.21027*	119.05545	10.70356*	111.70857	8.13694*	107.60906

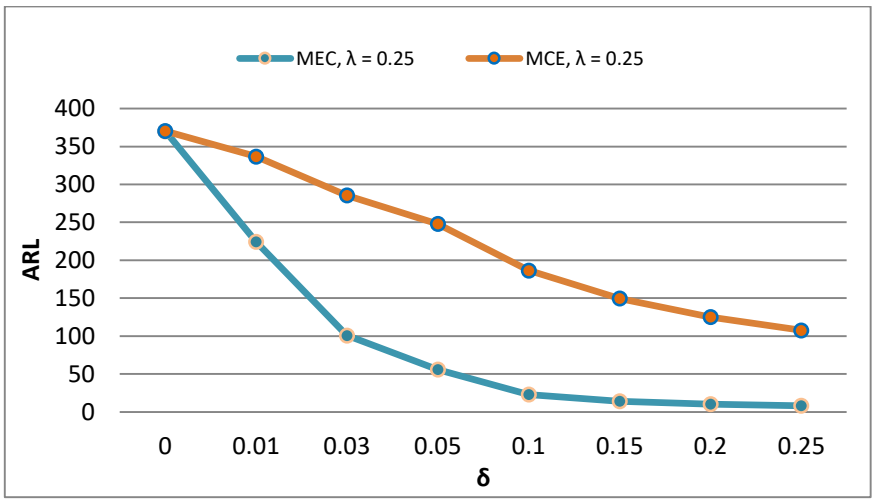
* แสดงค่า ARL ที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผนภูมิควบคุม MEC และ MCE



ภาพที่ 19 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 5$ และ λ = 0.05



ภาพที่ 20 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 5$ และ λ = 0.1

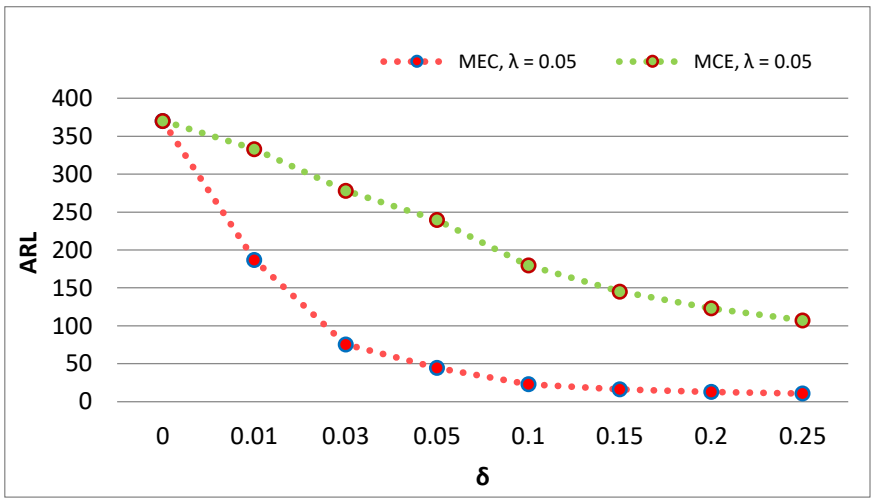


ภาพที่ 21 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 5$ และ λ = 0.25

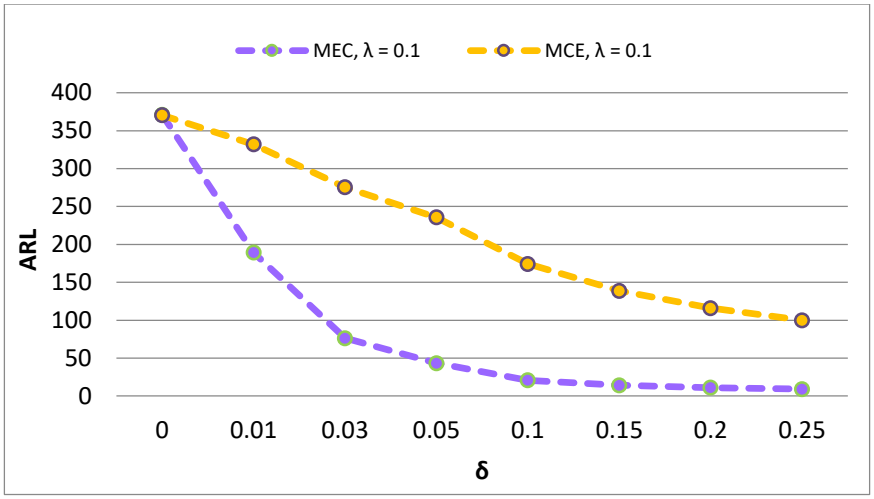
ตารางที่ 8 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 7$

δ	การแจกแจงแกมมา					
	λ = 0.05		λ = 0.1		λ = 0.25	
	L = 26.55	L = 428.1	L = 21.7	L = 307	L = 14.235	L = 189.3
	MEC	MCE	MEC	MCE	MEC	MCE
0	370.05031	370.34843	370.9499	370.47266	370.22001	370.07957
0.01	187.06597*	333.14678	189.25984*	332.0932	208.29353*	330.9715
0.03	75.42121*	278.3208	76.2159*	275.45599	84.73581*	273.85999
0.05	44.51405*	239.58207	43.28135*	235.77686	45.17871*	233.59524
0.1	22.8789*	179.64727	20.60932*	174.20607	18.42514*	170.87924
0.15	16.1433*	145.28042	14.10036*	138.85257	11.54889*	134.98138
0.2	12.74883*	122.93858	10.96656*	115.90931	8.55001*	111.70307
0.25	10.634*	107.27942	9.09107*	99.8428	6.8592*	95.35969

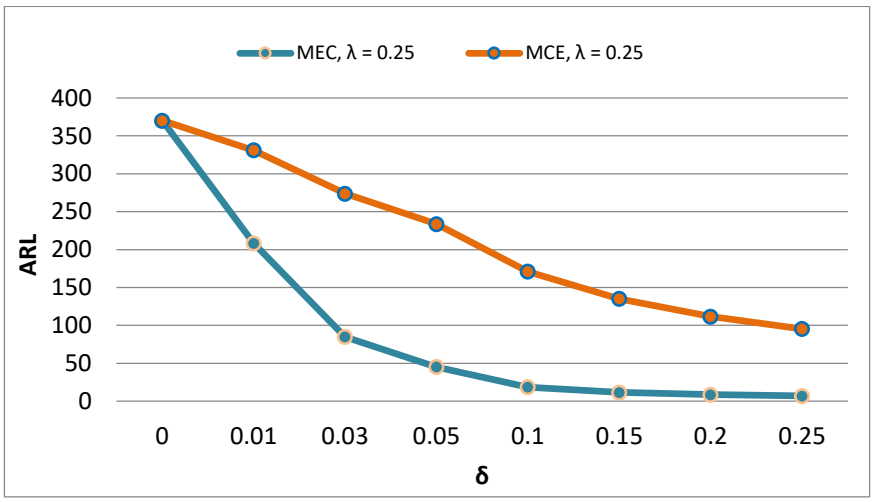
* แสดงค่า ARL ที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผนภูมิควบคุม MEC และ MCE



ภาพที่ 22 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 7$ และ λ = 0.05



ภาพที่ 23 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 7$ และ λ = 0.1

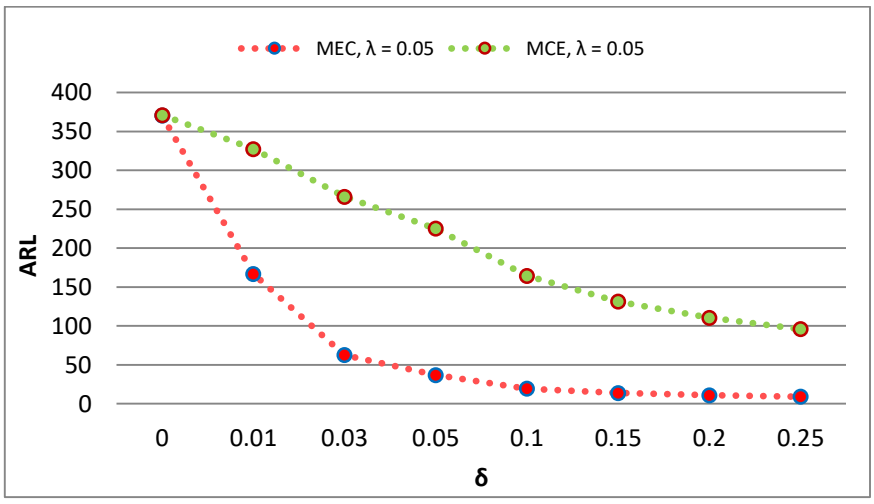


ภาพที่ 24 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 7$ และ λ = 0.25

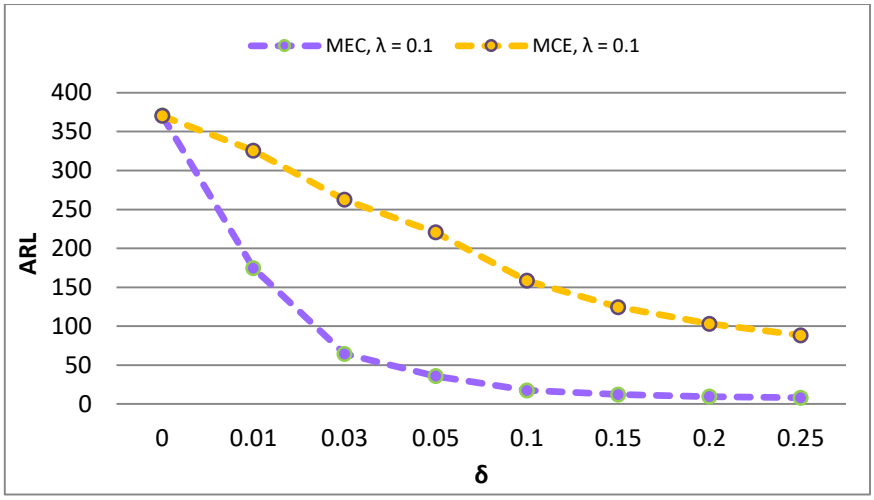
ตารางที่ 9 ค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 10$

δ	การแจกแจงแกมมา					
	λ = 0.05		λ = 0.1		λ = 0.25	
	L = 26.41	L = 361	L = 22.26	L = 258.6	L = 14.19	L = 159.4
	MEC	MCE	MEC	MCE	MEC	MCE
0	370.38116	370.85653	370.56868	370.19454	370.44481	370.30844
0.01	166.96764*	327.32628	174.65646*	325.71501	188.35738*	324.72481
0.03	62.65513*	265.95365	64.37632*	262.4583	68.48234*	260.8172
0.05	36.98851*	225.02327	35.90126*	220.50136	35.62462*	217.9161
0.1	19.46699*	164.40071	17.59408*	158.46296	14.84251*	154.85166
0.15	13.86928*	131.32511	12.20885*	124.41785	9.48752*	120.28769
0.2	10.96831*	110.45398	9.58195*	102.99444	7.11495*	98.52237
0.25	9.15128*	96.01759	7.97367*	88.26627	5.76528*	83.54419

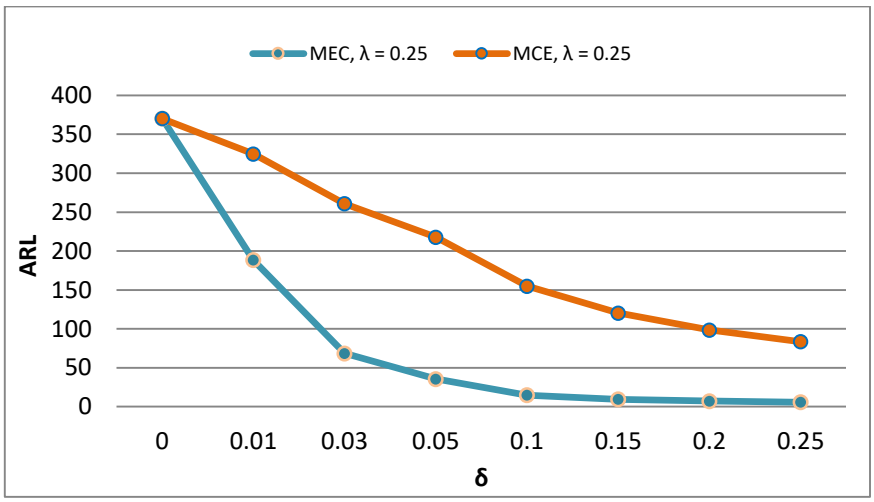
* แสดงค่า ARL ที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแผนภูมิควบคุม MEC และ MCE



ภาพที่ 25 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 10$ และ λ = 0.05



ภาพที่ 26 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 10$ และ λ = 0.01



ภาพที่ 27 กราฟแสดงค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา ในกรณีที่ $n = 10$ และ λ = 0.25

จากตารางที่ 7 ถึงตารางที่ 9 และ ภาพที่ 7 ถึงภาพที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบค่า ARL ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA กรณีข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา พบว่าแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM มีค่า ARL น้อยกว่า แผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA ในทุกระดับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย (δ) และทุกขนาดตัวอย่าง (n) จึงสรุปได้ว่าแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM มีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงได้ดีกว่าแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงแกมมา โดยมีค่าพารามิเตอร์ $\alpha = 5$ และพารามิเตอร์ $\beta = 10$

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากวัตุประสงค์ของวิจัยเพื่อเปรียบเทียบเมื่อแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก การแจกแจงไวบูลและการแจกแจงแกมมา เมื่อพิจารณาจากขนาดตัวอย่าง (n) ค่าคงที่ปรับเรียบ (λ) และระดับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย (δ) ของแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA พบว่าเมื่อขนาดตัวอย่าง $n=10$ นั้นทำให้ค่า ARL ต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกันในกันทั้งในแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA และเมื่อพิจารณาจากค่าคงที่ปรับเรียบ (λ) ที่ทำให้ค่า ARL ต่ำสุด คือ $\lambda=0.25$ เช่นเดียวกันกับเมื่อพิจารณาจากระดับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย (δ) ที่ทำให้ค่า ARL ต่ำสุด คือ $\delta=0.25$ สามารถสรุปได้ว่าค่า ARL ของแผนภูมิต่าง ๆ แปรผันตามขนาดตัวอย่าง (n) ค่าคงที่ปรับเรียบ (λ) และระดับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย (δ) ฉะนั้นหากค่า n, λ และ δ มีค่ามากจะส่งผลทำให้ได้ค่า ARL ที่ต่ำที่สุด ทำให้แผนภูมิควบคุมมีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น และพบว่าแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM - EWMA จะมีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ดีกว่าแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM ทุกขนาดตัวอย่าง (n) ค่าคงที่ปรับเรียบ (λ) และระดับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ย (δ) ในกรณที่ข้อมูลมีการแจกแจงลอจิสติก และแผนภูมิควบคุม Mixed EWMA - CUSUM จะมีประสิทธิภาพในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ดีกว่าแผนภูมิควบคุม Mixed CUSUM – EWMA ในกรณที่ข้อมูลมีการแจกแจงไวบูลและการแจกแกมมา

กิตติกรรมประกาศ:

ประสิทธิภาพของแผนภูมิควบคุมผสม EWMA - CUSUM และแผนภูมิควบคุมผสม CUSUM - EWMA สำหรับตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ชี้แนะแนวทางและความช่วยเหลือจากรองศาสตราจารย์ ดร.ฐิตนนท์ จารุโรจน์กีรติ รวมถึงรุ่นพี่ภาควิชาสถิติประยุกต์ทุกท่านที่ให้ความรู้ ความเข้าใจและคำแนะนำ จนกระทั่งนำมาปรับปรุงแก้ไขทำให้โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตลอดการทำการโครงงานพิเศษนี้เสร็จสมบูรณ์ ซึ่งทางคณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง:

[1] การะเกด สิริวรามาศ และคณะ. ประสิทธิภาพแผนภูมิควบคุม EWMA – CUSUM สำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ, วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2561.

[2] ธิดาเดียว มยุรีสวรรค์. การควบคุมคุณภาพในอุตสาหกรรม(Industrial Quality Control). พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2560

[3] วรุสมี แวเย็ง และคณะ, การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous Probability Distribution). สืบค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.slideshare.net/100001670216735/ss-53548794

[4] Abbas, N. , Riaz, M. , and Does, R. J. M. M. Mixed Exponentially Weighted Moving Average Cumulative Sum control charts for process Monitoring. Quality and Reliability Engineering International, 2012; 29:345-356.

[5] Logistic Distribution, (2019, Nov). สืบค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2563,

จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_distribution

[6] Page E.S. (1954). Continuous Inspection Schemes. Biometrika, vol. 41, no. 1, pages 100–115

[7] Robert, S. W. (1959). Control chart tests based on geometric moving average. Technometrics 1: 239-250

[8] Wang, F – W, Bizuneh, B and Abebe, H. comparison study of control charts for Weibull distributed time between events Quality and Reliability Engineering International, 2017; 33:2747 – 2759.

[9] Zaman, B. , Riaz, M. , Abbas, N. , and Does, R.J.M.M. (2014). Mixed Cumulative Sum–Exponentially Weighted Moving Average Control Charts: An Efficient way of Monitoring Process Location. Quality and Reliability Engineering International.DOI:10.1002/qre.1678

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนในจังหวัดพะเยา เมื่อช่วงเวลาโลกมีการเปลี่ยนแปลง
RAINFALL COMPARISON IN PHAYAO PROVINCE AS GLOBAL CLIMATE CHANGE

รัตนา ฤทธิแสง[1*], พรภรณ์ บุญยู่ฮง[2] , ขวัญจิรา จังขันธ์[2] และ มานัดถุ์ คำกอง[3]
Ruttana Rittisaeng[1], Pornporn Boonyuhong[2], Khwanchira Changkhan[2] and Manad Khamkong[3]
[1] *สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000 ประเทศไทย*
[2] *โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000 ประเทศไทย*
[3]*สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย*
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: รัตนา ฤทธิแสง อีเมล: tikky2123@hotmail.com

บทคัดย่อ:

นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ามนุษย์เป็นตัวการหลักที่ทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น ส่งผลให้โลกประสบกับปัญหาภาวะโลกร้อน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกที่มีผลต่อปริมาณน้ำฝนของจังหวัดพะเยา จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดพะเยา ซึ่งในปี 2553 และปี 2554 ทางกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดพะเยาไม่ได้ทำการบันทึกข้อมูล เนื่องจากจังหวัดพะเยาประสบกับปัญหาภัยแล้ง และน้ำท่วมหนัก ตามลำดับ จึงทำให้ได้ข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปี 2540 – 2561 รวม 20 ปี จากสถิติภูมิอากาศย้อนหลังคาบ 20 ปี ตั้งแต่ปี 2524 – 2553 มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 25.2 องศาเซลเซียส ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยทั้งปีที่สูงกว่า 25.2 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ปี 2555 เป็นต้นมา แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของจังหวัดพะเยามีแนวโน้มสูงขึ้น สอดคล้องกับอุณหภูมิโลกที่กำลังสูงขึ้น จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งก่อนและหลังภาวะโลกร้อน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นไม่ได้เป็นปัจจัยเพียงอย่างเดียวที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาถึงพื้นดิน จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยต่อปีและจำนวนวันที่มีฝนตกเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ทำให้ได้ว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา มากไปกว่านั้นในอนาคตอาจจะทำให้เกิดการเลื่อนของฤดูฝน ฝนไม่ตกต้องตามฤดู การศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้ทราบถึงปัญหาภาวะโลกร้อนที่กำลังส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิโดยเฉลี่ยในจังหวัดพะเยา

คำสำคัญ : ภาวะโลกร้อน, ปริมาณน้ำฝน, อุณหภูมิ

Abstract:

Scientists believe that human is the main cause of global warming. The purpose of this research is to study the global temperature trend that affects rainfall in Phayao province. According to Phayao meteorological department (2010 – 2011), there is no collection of data because Phayao has flood and drought as the lead information between the year 1997 - 2018, which 20 years in total. The results reveal that the temperature of Phayao from the year 2012 onward shows that the temperature increase to approximately 25.2 degrees Celsius throughout the year which is higher than the last 20 years (1981 - 2010). This means that the Phayao temperature is the same as global warming. It is found that the average amount of rain before and after shows that global warming doesn't directly affect the rain but according to the study from the relationship between the average rainfall and the date during the raining season the increase in temperature starts to affect the amount of rainfall, which may cause the changes of the raining season. Therefore, the research shows the problem of global warming affects the rain and temperature in Phayao.

Keywords : Global warming, rainfall, temperature

บทนำ:

ปัจจุบันโลกได้อยู่ในสภาวะโลกร้อนซึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์ทั้งการตัดไม้ทำลายป่า การเผาวัสดุเหลือใช้จากกิจกรรมของมนุษย์ การกำจัดขยะอย่างไม่ถูกวิธี ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นสาเหตุหลักในการเกิดก๊าซเรือนกระจกส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งทำให้โลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ เช่น ฝนไม่ตกตามฤดูกาล น้ำแข็งขั้วโลกละลาย ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เป็นต้น และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนเป็นอีกหนึ่งการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมมนุษย์ในหลายด้าน เช่น การทำเกษตรกรรม การทำประมง การใช้น้ำในการอุปโภคบริโภค เป็นต้น ยังกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต และอาจส่งผลทำให้เกิดภัยธรรมชาติ เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม เป็นต้น และในปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบกับสภาวะโลกร้อน ซึ่งจังหวัดพะเยาก็เป็นจังหวัดที่ได้รับผลกระทบเป็นอย่างมาก ทำให้การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนส่งผลให้เกิดผลกระทบด้านการใช้น้ำ ซึ่งน้ำที่ใช้ในจังหวัดพะเยาส่วนใหญ่มาจากกว๊านพะเยาที่จะได้มาจากการเก็บรวบรวมจากน้ำฝนที่ตกลงมา ดังนั้นปริมาณน้ำที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนในปีนั้นและอุณหภูมิก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนด้วยเช่นกัน ซึ่งในบางปีที่มีฝนตกชุก ทำให้มีน้ำป่าไหลหลากอาจทำให้เกิดน้ำท่วมในจังหวัดพะเยาได้ เนื่องจากไม่สามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี ดังนั้นจึงทำให้ไม่สามารถวางแผนจัดการน้ำได้อย่างเหมาะสม

วนิดา สุขสุวรรณ (2550) ได้ศึกษาสภาวะโลกร้อนกับการผันแปรภูมิอากาศในประเทศไทย ซึ่งในการศึกษาทำให้ได้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิมีแนวโน้มจะสูงขึ้นเนื่องจากเกิดสภาวะแก๊สเรือนกระจกซึ่งเกิดจากพฤติกรรมมนุษย์ ส่งผลให้เกิดผลกระทบมากมายเช่น การเกิดภัยพิบัติที่รุนแรงขึ้น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่รวดเร็ว เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ - ลานีญา การเกิดโรคระบาดและมีพาหะนำโรคมากขึ้น ซึ่งการเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดนี้เรียกว่าสภาวะโลกร้อน

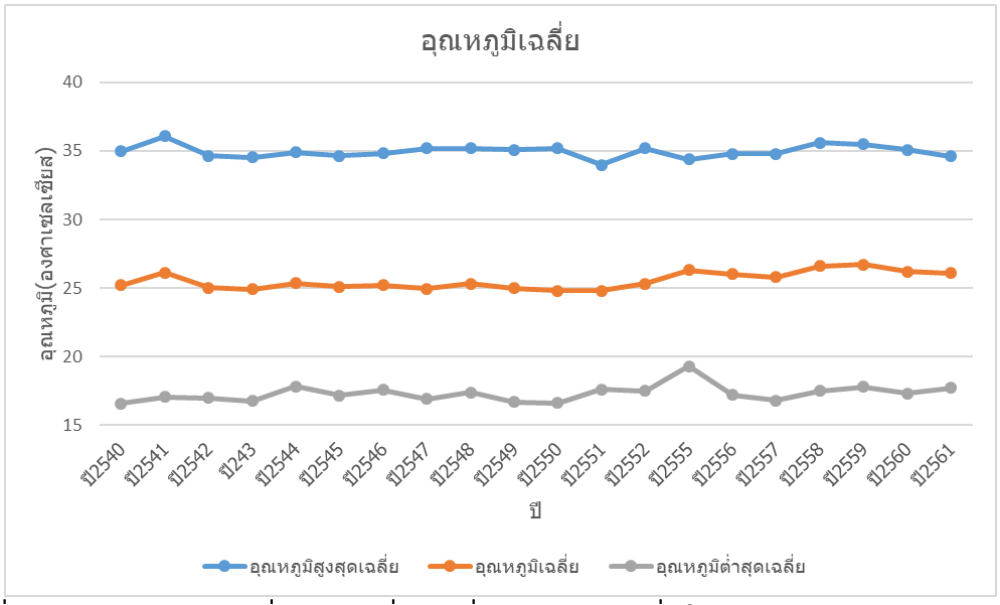
N. Choosakul (2012) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศและปริมาณน้ำฝนในรอบ 30 ปี ต่อการปลูกข้าว ของประเทศไทย ซึ่งในการศึกษาทำให้ทราบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิส่งผลโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน และการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนได้ส่งผลต่อการปลูกข้าวของเกษตรกร ซึ่งอุณหภูมิของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากมีการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ช่วงเวลาในฤดูฝนมีเวลาน้อยลง และทำให้ช่วงเวลาในฤดูร้อนมีเวลามากขึ้น แต่ปริมาณน้ำฝนยังคงเท่าเดิมทำให้น้ำที่กักเก็บไว้ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนส่งผลกระทบต่อการปลูกข้าวของเกษตรกรในประเทศไทย

วิธีการทดลอง:

การเก็บรวบรวมข้อมูล การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกที่มีผลต่อปริมาณน้ำฝนของจังหวัดพะเยา จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดพะเยา ซึ่งในปี 2553 และปี 2554 ทางกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดพะเยาไม่ได้ทำการบันทึกข้อมูล เนื่องจากจังหวัดพะเยาประสบกับปัญหาภัยแล้ง และน้ำท่วมหนักตามลำดับ จึงทำให้ได้ข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปี 2540 – 2561 รวม 20 ปี ซึ่งข้อมูลประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำระเหย

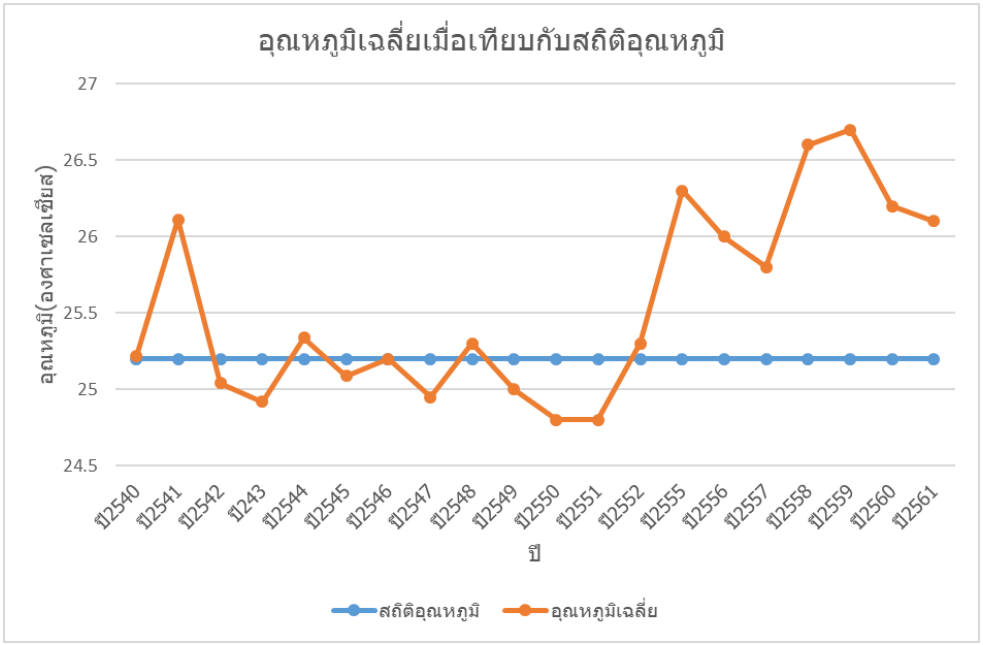
การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาจัดเรียงและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นด้วยโปรแกรม Microsoft office 365 และจากสถิติภูมิอากาศย้อนหลังของจังหวัดพะเยา คาบ 20 ปี ตั้งแต่ปี 2524 – 2553 มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 25.2 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งช่วงของข้อมูล ออกเป็นช่วงเวลาก่อนเกิดภาวะโลกร้อน (พ.ศ. 2540 – 2552) และช่วงเวลาหลังเกิดภาวะโลกร้อน (พ.ศ. 2555 – 2561) และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS V.26 รหัสเลขลิขสิทธิ์ c964cd7e7c88f78b7ce7

ผลการทดลอง:



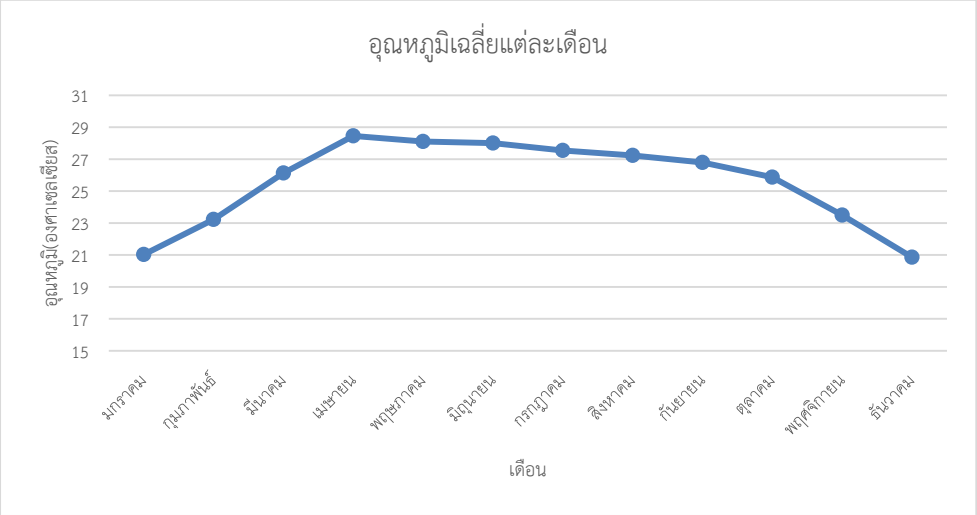
รูปที่ 1 กราฟอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิเฉลี่ย ในรอบ 20 ปี (พ.ศ. 2540 - 2561)

รูปที่ 1 แสดงอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิเฉลี่ย ในรอบ 20 ปี (พ.ศ. 2540 - 2561) เมื่อพิจารณากราฟแสดงอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยทั้งปี พบว่าปี 2541 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 36.08 องศาเซลเซียส และแสดงอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยทั้งปี พบว่าปี 2555 มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุด ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 19.3 องศาเซลเซียส และแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี พบว่าปี 2555 มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีสูงที่สุด ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.9 องศาเซลเซียส จากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปีตั้งแต่ปี 2555 เป็นต้นมา มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปีอื่น ๆ ย้อนหลัง ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิโลกที่สูงขึ้น



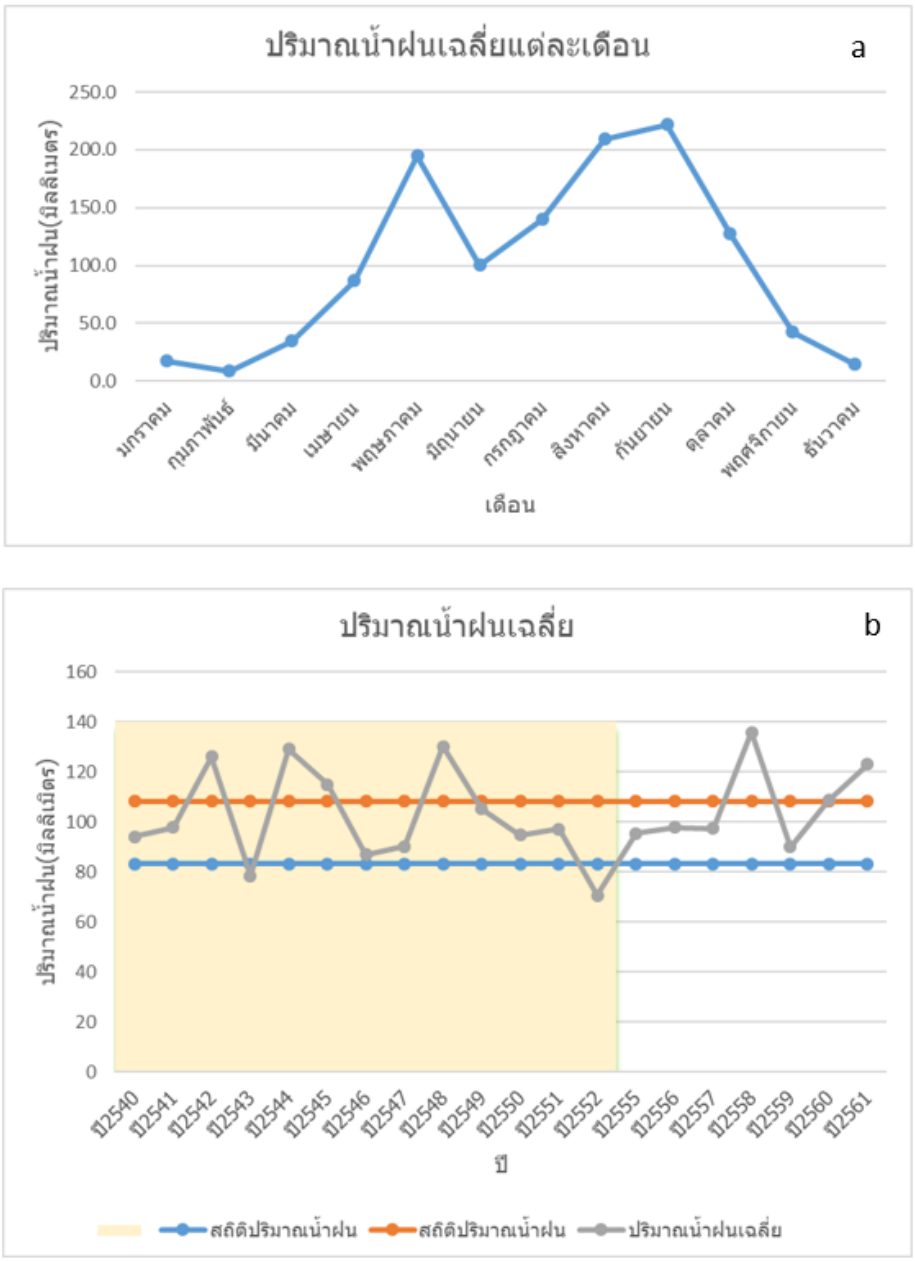
รูปที่ 2 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยเทียบกับสถิติภูมิอากาศย้อนหลังของจังหวัดพะเยา คาบ 20 ปี (พ.ศ. 2524 - 2553) ซึ่งมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 25.2 องศาเซลเซียส

รูปที่ 2 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยตั้งแต่ปี 2540 - 2561 เทียบกับสถิติภูมิอากาศย้อนหลังของจังหวัดพะเยาตั้งแต่ปี 2524 - 2553 พบว่าตั้งแต่ปี 2540 - 2552 มีอุณหภูมิเฉลี่ยใกล้เคียงกับสถิติภูมิอากาศย้อนหลังของจังหวัดพะเยา และตั้งแต่ปี 2555 เป็นต้นมา จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าสถิติภูมิอากาศย้อนหลังของจังหวัดพะเยา จึงทำให้ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งช่วงของข้อมูล ซึ่งจะมีอยู่ 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงเวลาก่อนเกิดภาวะโลกร้อน ตั้งแต่ปี 2540 - 2552 และช่วงหลังเกิดภาวะโลกร้อน ตั้งแต่ปี 2555 – 2561 โดยการแบ่งช่วงเวลาด้วยการเติมสีพื้นหลังของกราฟดังรูปที่ 4b และ 5b



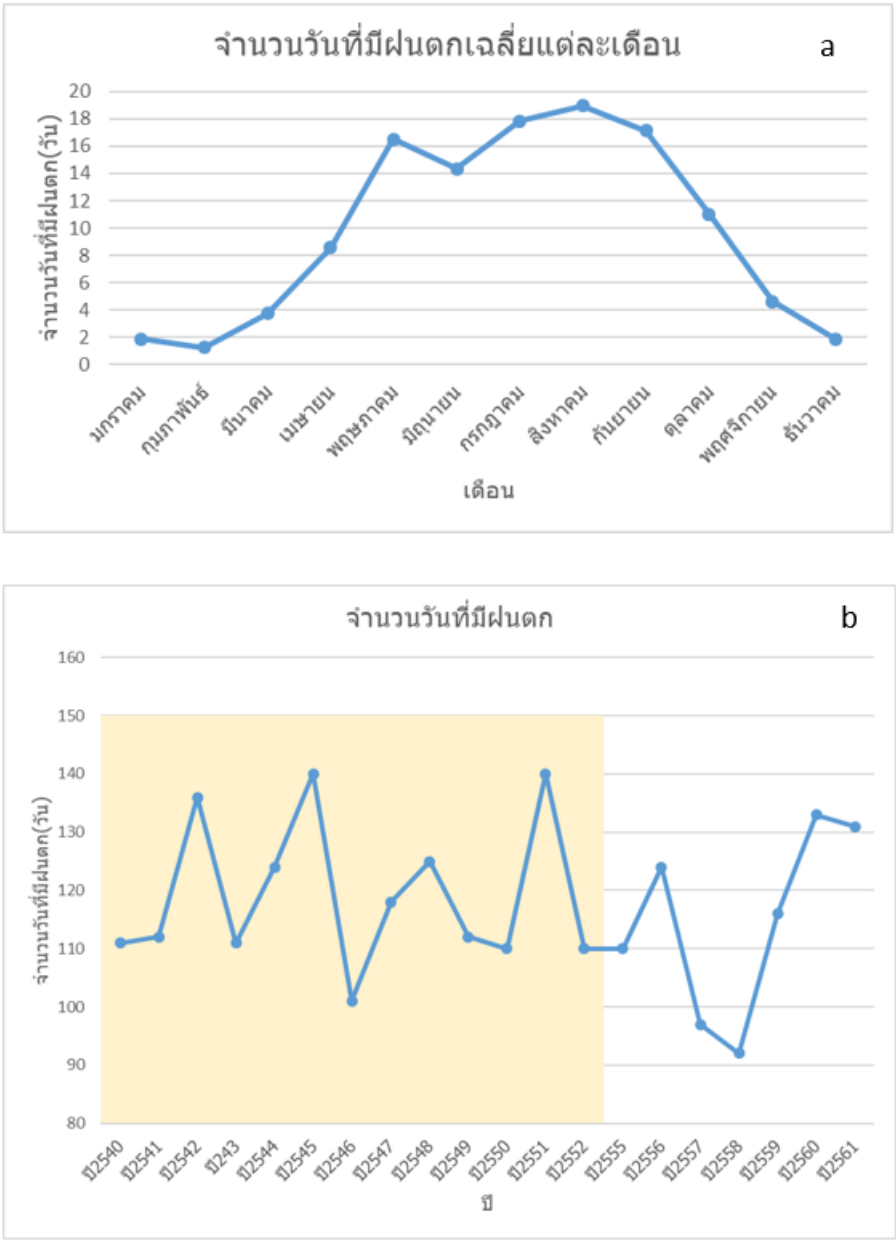
รูปที่ 3 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของจังหวัดพะเยา ในรอบ 20 ปี (พ.ศ. 2540 - 2561)

รูปที่ 3 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของพะเยา ในรอบ 20 ปี (พ.ศ. 2540 - 2561) พบว่าเดือนเมษายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดซึ่งตรงกับฤดูร้อนของประเทศไทย มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.46 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาเดือนเมษายนของทุกปี พบว่าปี 2559 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.25 องศาเซลเซียส ส่วนเดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุดคือเดือนธันวาคมซึ่งตรงกับฤดูหนาวของประเทศไทย มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 20.86 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาเดือนธันวาคมของทุกปี พบว่าปี 2542 มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุด ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 17.70 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4 กราฟแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีของจังหวัดพะเยา ในรอบ 20 ปี (พ.ศ. 2540 - 2561)

รูปที่ 4 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีของจังหวัดพะเยา ในรอบ 20 ปี (พ.ศ. 2540 - 2561) จากรูป 4a แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน พบว่าเดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงที่สุด เพราะเป็นช่วงฤดูฝนของประเทศไทย ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 221.99 มิลลิเมตร จากรูป 4b แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี พบว่าปี 2558 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงที่สุด ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 135.8 มิลลิเมตร รองลงมาคือปี 2548 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 130.3 มิลลิเมตร และปี 2552 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำที่สุด ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 70.6 มิลลิเมตร และจากสถิติปริมาณน้ำฝนย้อนหลังของจังหวัดพะเยา คาบ 20 ปี (พ.ศ. 2524 - 2553) จังหวัดพะเยามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 83.3 – 108.3 มิลลิเมตร จากรูป 4b จะเห็นได้ว่ามีหลายปีที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยน้ำฝนย้อนหลัง



รูปที่ 5 กราฟแสดงจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยรายเดือน และจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยรายปีของจังหวัดพะเยา ในรอบ 20 ปี (พ.ศ. 2540 - 2561)

รูปที่ 5 แสดงจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยรายเดือน และจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยรายปีของจังหวัดพะเยา ในรอบ 20 ปี (พ.ศ. 2540 - 2561) จากรูป 5a แสดงจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยรายเดือน พบว่าเดือนสิงหาคมเป็นเดือนที่มีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งจะเริ่มมีฝนตกมากในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งสอดคล้องกับช่วงฤดูฝนของประเทศไทย จากรูป 5b แสดงจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยทั้งปี พบว่าปี 2545 และปี 2551 มีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย มากที่สุด ส่วนปี 2558 มีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยน้อยที่สุด

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังภาวะโลกร้อน

รายการ	N	$\bar{x}$	SD	t	P-value
อุณหภูมิเฉลี่ยก่อนภาวะโลกร้อน	13	25.39	0.839	-2.766	0.013
อุณหภูมิเฉลี่ยหลังภาวะโลกร้อน	7	26.329	0.407		

* ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยก่อนภาวะโลกร้อน (พ.ศ. 2540 - 2552) และหลังภาวะโลกร้อน (พ.ศ. 2555 - 2561) พบว่าค่า t = -2.766 และค่า P-value = 0.013 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ตั้งไว้ แสดงว่าอุณหภูมิเฉลี่ยก่อนและหลังภาวะโลกร้อนมีค่าแตกต่างกัน ที่ ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังภาวะโลกร้อน

รายการ	n	$\bar{x}$	SD	t	P-value
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยก่อนภาวะโลกร้อน	13	94.315	30.407	-0.479	0.638
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยหลังภาวะโลกร้อน	7	105.443	18.045		

* ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยก่อนภาวะโลกร้อน (พ.ศ. 2540 - 2552) และหลังภาวะโลกร้อน (พ.ศ. 2555 - 2561) พบว่าค่า t = -0.479 และค่า P-value = 0.638 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ตั้งไว้ แสดงว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยก่อนและหลังภาวะโลกร้อนมีค่าไม่แตกต่างกัน ที่ ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนระหว่างก่อนและหลังภาวะโลกร้อน

รายการ	N	$\bar{x}$	SD	T	P-value
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนก่อนภาวะโลกร้อน	13	170.311	30.527	0.912	0.374
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนหลังภาวะโลกร้อน	7	156.771	33.882		

* ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนก่อนภาวะโลกร้อน (พ.ศ. 2540 - 2552) และหลังภาวะโลกร้อน (พ.ศ. 2555 - 2561) พบว่าค่า t = 0.912 และค่า P-value = 0.374 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ตั้งไว้ แสดงว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนก่อนและหลังภาวะโลกร้อนมีค่าไม่แตกต่างกัน ที่ ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 4 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ย

รายการ	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ม.ม.)	ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ย (ม.ม.)
อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	1			
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)	0.069	1		
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (ม.ม.)	-0.012	0.031	1	
ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ย (ม.ม.)	0.143	-0.157	0.090	1

* ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย และปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ย พบว่าค่า Correlation = 0.143 แสดงว่าอุณหภูมิกับน้ำระเหยมีความสัมพันธ์กันน้อย ในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและจำนวนวันที่มีฝนตกเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน

รายการ	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย	จำนวนวันที่มีฝนตกเฉลี่ย
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย	1	
จำนวนวันที่มีฝนตกเฉลี่ย	0.723	1

* ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและจำนวนวันที่มีฝนตกเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน พบว่าค่า Correlation = 0.723 แสดงว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนมีความสัมพันธ์กันมากในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่มีแนวโน้มสูงขึ้นอันเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักในการเกิดก๊าซเรือนกระจกส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน จากการศึกษาอุณหภูมิของจังหวัดพะเยา พบว่าตั้งแต่ปี 2555 อุณหภูมิของจังหวัดพะเยามีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับสถิติภูมิอากาศย้อนหลังของจังหวัดพะเยา คาบ 20 ปี ตั้งแต่ปี 2524 - 2553 ซึ่งมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 25.2 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของจังหวัดพะเยามีแนวโน้มสูงขึ้น สอดคล้องกับอุณหภูมิโลกที่กำลังสูงขึ้น จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยก่อนและหลังภาวะโลกร้อน พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน และจากการศึกษาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนก่อนและหลังภาวะโลกร้อน พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจะไม่ได้ส่งผลให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาถึงพื้นดินมากนัก แต่จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยต่อปีและจำนวนวันที่มีฝนตกเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ทำให้ได้ว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา ซึ่งในบางปีมีจำนวนวันฝนน้อยที่สุด แต่มีปริมาณน้ำฝนสูงที่สุด ซึ่งจะเห็นได้จากปี 2558 ที่มีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยน้อยที่สุด แต่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงที่สุด หากเกิดเหตุการณ์แบบนี้ก็อาจจะทำให้มีน้ำป่าไหลหลาก ซึ่งอาจทำให้เกิดน้ำท่วมในจังหวัดพะเยาได้ มากไปกว่านั้นในอนาคตอาจจะทำให้เกิดการเลื่อนของฤดูฝน ฝนไม่ตกต้องตามฤดู การศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้ทราบถึงปัญหาภาวะโลกร้อนที่กำลังส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิโดยเฉลี่ยในจังหวัดพะเยาเพื่อจะช่วยให้สามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี และสามารถวางแผนจัดการน้ำได้อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบด้านการใช้น้ำในการดำรงชีพ

กิตติกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการสนับสนุนการจัดตั้งห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โดยการกำกับดูแลของมหาวิทยาลัย (โครงการ วมว.) โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา และได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดพะเยา

เอกสารอ้างอิง

[1] วนิดา สุขสุวรรณ, สภาวะโลกร้อนกับการผันแปรภูมิอากาศในประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร กรมอุตุนิยมวิทยา, 2550.

[2] ศูนย์ภูมิอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา, ภูมิอากาศจังหวัดพะเยา, สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2562, จาก http://climate.tmd.go.th/data/province/เหนือ/ภูมิอากาศพะเยา.pdf

[3] N. Choosakul, “Variations of Weather and Precipitation in the Period of 30 Years on the Rice Farming of Thailand”, Science and Technology RMUTT Journal, 2(1), Page 17-28 (2012)

การพยากรณ์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร

FORECASTING THE NUMBER OF NEW VEHICLE REGISTRATIONED IN BANGKKOK

ภานุมาศ สายปัญญา*[1], ปรารถนา มินเสน*[2]

Panumat Saipanya*, Pradthana Minsan

[1,2] *ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ภานุมาศ สายปัญญา อีเมล: winpanumat@gmail.com

บทคัทย่อ:

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาและเปรียบเทียบรูปแบบสมการในการพยากรณ์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร โดยวิธีอนุกรมแบบคลาสสิก วิธีปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ และวิธีบอกซ์ – เจนกินส์ โดยพิจารณาจากค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Eror: RMSE) ที่ให้ค่าน้อยที่สุดเพื่อหารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากสำนักงานขนส่งทางบก ซึ่งเป็นข้อมูลเป็นรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม พ. ศ. 2557 ถึงเดือนกันยายน พ. ศ. 2562 รวมระยะเวลา 69 เดือน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุดคือชุดแรกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ. 2561 รวมระยะเวลา 60 เดือน ใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างรูปแบบพยากรณ์ และชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ. ศ. 2562 ถึงเดือนกันยายน พ. ศ. 2562 รวมระยะเวลา 9 เดือน ใช้สำหรับการตรวจสอบผลของรูปแบบพยากรณ์แต่ละรูปแบบที่สร้างขึ้นจากข้อมูลชุดแรก จากการศึกษาพบว่าข้อมูลดังกล่าวมีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง และจากผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีการพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอกซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีของวินเตอร์เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานครมากที่สุด โดยให้ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) น้อยที่สุด

คำสำคัญ: รถที่จดทะเบียนใหม่, วิธีอนุกรมแบบคลาสสิก, วิธีปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ วิธีบอกซ์ – เจนคินส์

Abstract:

This article aimed to study and compare the three forecasting methods including Classical model Winters' triple exponential smoothing method and Box-Jenkin to model the number of new vehicle registration in Bangkok. The criteria to consider method the model accuracy were based on the minimum value of root mean squared error (RMSE). In this study time series data collected from the Department of Land Transport (DLT), during January 2014 to September 2019 of 69 months were used and divided into two series. The first 60 months from January 2014 until December 2017 were used for creating the models. The last 9 months from January until September 2018 were used for checking the results of each forecasting model from the first data set. The result show that the data have trend and seasonality components, when comparing the models, it was found Winters' triple exponential smoothing method is the most appropriate for forecasting the number of new vehicle registration in Bangkok, with the minimum Root Mean Square Error (RMSE)

Keywords: new vehicle registration, Classical model, Winters' triple exponential smoothing method Box-Jenkin

บทนำ:

นโยบายการคืนภาษีสำหรับรถยนต์คันแรกที่ออกมาในวันที่ 13 กันยายน 2554 เป็นประเด็นที่ได้มีการพูดถึงกันอย่างกว้างขวางตลอดตั้งแต่ช่วงกลางปี 2554 ที่ผ่านมา เนื่องจากเป็นนโยบายที่จะมีผลโดยตรงต่อการตัดสินใจซื้อรถของผู้บริโภค และการวางแนวทางการทำตลาดของค่ายรถยนต์เพื่อให้สอดคล้องกับประโยชน์ที่จะได้รับจากนโยบาย อย่างไรก็ตามทิศทางเศรษฐกิจโลกที่ยังคงมีความไม่แน่นอนสูง และมีโอกาสที่จะชะลอตัวลงได้ ซึ่งจะกระทบต่อการผลิตภาคอุตสาหกรรม การส่งออกและการท่องเที่ยวของไทย แม้กระทั่งกรุงเทพมหานครเมืองหลวงของประเทศไทยที่มีการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ประชาชนจากทั่วประเทศได้หลั่งไหลกันเข้ามาอยู่อาศัยและลงทุนเกี่ยวกับธุรกิจเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้คนในกรุงเทพฯและปริมณฑลจำเป็นจะต้องใช้ยานพาหะนะในการเดินทาง ก่อให้เกิดปัญหาสำคัญประการหนึ่งของสังคมไทยที่รัฐบาลแต่ละยุคสมัยต่างๆพยายามหาทางแก้ไขอย่างต่อเนื่องคือปัญหาการจราจรติดขัดในกรุงเทพฯ ปริมณฑลและเมืองใหญ่ต่าง ๆ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงขีดความสามารถของไทยที่ยังไม่เข้าใจต้นตอของปัญหาอย่างแท้จริง [4]

สถิติการจดทะเบียนสะสมของยานพาหนะ ณ วันที่ 31 มกราคม 2561 มีจำนวนรถที่จดทะเบียนสะสมในกรุงเทพฯ กว่า 9.8 ล้านคัน แบ่งเป็น รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ประมาณ 4.2 ล้านคัน, รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล

(Van & Pick Up) ประมาณ 1.3 ล้านคัน, รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน (Urban Taxi) 77,867 คัน, รถจักรยานยนต์ส่วนบุคคล มีประมาณ 3.5 ล้านคัน และ รถจักรยานยนต์สาธารณะเกือบ 100,000 คัน นอกจากนี้รถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พบรถโดยสารทั้งประจำทาง ไม่ประจำทาง และส่วนบุคคล ประมาณ 43,000 คัน และรถบรรทุก มีประมาณ 440,000 คัน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณยานพาหะนะทั่วประเทศ จะเห็นได้ว่ายานพาหะนะที่จดทะเบียนในกรุงเทพฯมีมากถึง 1 ใน 4 ของยานพาหะนะทั่วประเทศและยังทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดอีกด้วย [5]

เพราะฉะนั้นผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลทั้งหมดนี้และได้เกิดแนวคิดที่จะพยากรณ์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นข้อมูลในอดีตมาสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลการจดทะเบียนรถป้ายรถสะสมในกรุงเทพมหานครตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2557 ถึงเดือนกันยายน ปี 2562 ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบอย่างง่าย วิธีการทำให้เรียบและวิธีอนุกรมเวลาแบบบอกซ์-เจนกินส์ โดยใช้เกณฑ์เปรียบเทียบ คือ ค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) ที่ให้ค่าต่ำสุดเป็นรูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมและเพื่อใช้ในการพยากรณ์การจดทะเบียนรถสะสมในกรุงเทพมหานครในช่วงเดือนเดือนมกราคม ปี 2557 ถึงเดือนกันยายน ปี 2562 อีกทั้งรูปแบบสมการและผลการพยากรณ์ที่ได้ สามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับวิเคราะห์ เพื่อประกอบการตัดสินใจในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้

นิยามศัพท์

รถที่จดทะเบียนใหม่ หมายถึง รถทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นรถเก่าหรือรถใหม่ป้ายแดงที่ได้จากวิธีการต่างๆทุกวิธี เช่น รถที่ซื้อมาจากการขายทอดตลาดของทางราชการโดยไม่มีทะเบียนหรือไม่สามารถตรวจสอบทะเบียนที่แท้จริงได้ รถที่ประกอบจากชิ้นส่วนอุปกรณ์รถเก่าหรือชิ้นส่วนอุปกรณ์รถเก่าบางส่วน รถที่เคยจดทะเบียนตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก รถใหม่ที่ได้มาจากการขายทอดตลาดของกรมศุลกากร

วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาตัวแบบการพยากรณ์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร โดยใช้วิธีพยากรณ์โดยวิธีอนุกรมเวลาแบบคลาสสิก วิธีปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ กรณีศึกษาจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานครจากเว็ปไซต์กรมขนส่งทางบก [1] ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลไว้แล้ว ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงกันยายน พ.ศ. 2562 ที่มีการเก็บข้อมูลโดยนับเป็นรายเดือน ทั้งหมด 69 เดือน จากนั้นแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมพ.ศ. 2557 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2561 รวมระยะเวลา 5 ปี หรือ 60 เดือน ใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างรูปแบบการพยากรณ์ ข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2562 รวมระยะเวลา 9 เดือน ใช้สำหรับการตรวจสอบผลของรูปแบบการพยากรณ์แต่ละรูปแบบที่สร้างขึ้นจากข้อมูลชุดที่ 1 โดยใช่ค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE)

1. การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

1.1 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีแบบคลาสสิก

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิก เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่เน้นการแยกแต่ละส่วนประกอบของอนุกรมเวลาออกจากกัน ซึ่งแต่ละส่วนประกอบที่แยกออกมาทำให้ทราบถึงลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาและสามารถนำไปสร้างตัวแบบการพยากรณ์ต่อไปได้ [1, 2] การพยากรณ์ระยะสั้นเป็นการพยากรณ์ข้อมูลที่มีช่วงเวลาที่สั้นกว่า 1 ปี ส่วนประกอบของอนุกรมเวลาที่มีอิทธิพลต่อค่าพยากรณ์ระยะสั้น คือ แนวโน้ม (Trend) และความผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal) สำหรับความผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical) และความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติ (Irregular) จะไม่นิยมนำมาพิจารณาเนื่องจากไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาใด [1] โดยตัวแบบพยากรณ์อาจอยู่ในรูปแบบบวกหรือรูปแบบคูณขึ้นอยู่กับลักษณะการกระจายของอนุกรมเวลา กล่าวคือ ถ้าอนุกรมเวลามีการกระจายตัวคงที่รูปแบบที่เหมาะสมคือรูปแบบบวก แต่ถ้าอนุกรมเวลามีการกระจายตัวไม่คงที่ ควรให้รูปแบบคูณ [7, 8, 9] สำหรับงานวิจัยนี้ครั้งนี้ได้ใช้ตัวแบบการคูณและตัวแบบพยากรณ์ดังต่อไปนี้

$$\hat{Y} = \hat{T} \times \hat{S} \qquad (1)$$

เมื่อ $\hat{Y}$ คือ ค่าพยากรณ์

$\hat{T}$ คือ ค่าแนวโน้ม

$\hat{S}$ คือ ค่าความผันแปรตามฤดูกาล

1.2 วิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ (Winters)

เทคนิคทำให้เรียบหมายถึงการใช้ข้อมูลหรือค่าสังเกตในอดีตส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดในการสร้าง สมการพยากรณ์ โดยน้ำหนักที่ให้กับค่าสังเกตแต่ละค่าแตกต่างกัน เหตุผลสำคัญที่มีการใช้เทคนิคการทำให้เรียบ เนื่องมาจากในข้อมูลอนุกรมเวลามักจะมีความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติจะทำให้เราไม่สามารถเห็นส่วนประกอบอื่นๆ การกำจัดอิทธิพลของความผันแปรเนื่องจากเหตุการณ์ที่ผิดปกติจะทำให้สามารถเห็นส่วนประกอบอื่นๆ ของอนุกรมเวลาได้ และสามารถจะพยากรณ์ค่าอนุกรมเวลาในอนาคตได้ [1]

สำหรับรูปแบบคูณจะมีตัวแบบเป็น $Y_t = (\beta_0 + \beta_1 t) S_t \varepsilon_t$ (2)

เมื่อ Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

β_0, β_1 คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

S_t คือ ค่าความผันแปรตามฤดูกาล ณ เวลา t

สำหรับสมการที่ใช้ในการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_{t+m} = \begin{cases} (a_t + b_t(m))\hat{S}_t & ;t \le p \\ (a_t + b_t(m))\hat{S}_t & ;t > p \end{cases} \quad (3)$$

ค่า a_t คือ ระดับของข้อมูลหรือส่วนที่เป็นการทำให้เรียบ

$$a_t = \begin{cases} \frac{\alpha y_t}{\hat{S}_t} + (1-\alpha)[a_{t-1} + b_{t-1}] & ;t \le p \\ \frac{\alpha y_t}{\hat{S}_{t-p}} + (1-\alpha)[a_{t-1} + b_{t-1}] & ;t > p \end{cases} \quad (4)$$

ค่า b_t คือ ส่วนที่เป็นแนวโน้ม

$$b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1} \quad (5)$$

ค่า $\hat{S}_t$ คือ ส่วนที่เป็นฤดูกาล

$$\hat{S}_t = \frac{\delta Y_t}{a_t} + (1-\delta)\hat{S}_{t-p} \qquad (6)$$

โดยที่ m คือ จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า

p คือ จำนวนฤดูกาลกาลถ้า p = 4เมื่อข้อมูลเป็นรายไตรมาส p = 7 เมื่อข้อมูล เป็นรายวัน และp = 12 เมื่อข้อมูลเป็นรายเดือน

α คือ ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์ และ $0 \leq \alpha \leq 1$

γ คือ ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณของแนวโน้ม และ $0 \leq \gamma \leq 1$

δ คือ ค่าคงที่การทำให้เรียบระหว่างค่าฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล และ $0 \leq \delta \leq 1$

1.3 วิธีบอกซ์-เจนกินส์

เป็นวิธีที่ใช้สำหรับเลือกรูปแบบที่เหมาะสมให้กับอนุกรมเวลา โดยพิจารณาจากสหสัมพันธ์ระหว่าง Y ที่คาบเวลา t (Y_t) และที่คาบเวลาที่ผ่านมา (Y_{t-1}, Y_{t-2}, ...) เมื่อได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้วจะใช้ตัวแบบนี้ในการพยากรณ์ Y_{t+1},Y_{t+2},... ในอนาคต อนุกรมเวลาที่จะกำหนดรูปแบบโดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ จะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่อยู่ในสภาวะนิ่ง (Stationary data series) เท่านั้น ซึ่งหมายถึงคงที่ในค่าเฉลี่ย ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม ไม่แปรผันตามเวลาขั้นตอนของวิธีพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์ที่สำคัญประกอบด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ [3]

(1) ตรวจสอบสภาวะนิ่งโดยพิจารณาจากกราฟของอนุกรมเวลา และจากกราฟฟังก์ชันอัตสหสัมพันธ์ตัวอย่าง (Sample Autocorrelation Function: SACF) แทนด้วย r_k

(2) ถ้าตรวจสอบแล้วพบว่าอนุกรมเวลาไม่อยู่ในสภาวะคงที่ในค่าเฉลี่ย จะทำการแปลงเป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ $\{W_t\}$ ที่มีลักษณะคงที่ในค่าเฉลี่ย โดยการหาผลต่างของอนุกรมเวลา และถ้าไม่คงที่ในความแปรปรวน จะแปลงอนุกรมเวลาด้วยลอการิทึมธรรมชาติ หรือรากที่สอง เป็นต้น

(3) กำหนดตัวแบบที่คาดว่าจะเหมาะสมให้กับอนุกรมเวลาโดยพิจารณากราฟ SACF และ SPACF (Sample Partial Autocorrelation Function: SPACF) แทนด้วย r_{kk}

(4) ประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการที่เลือกไว้ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary least Squares)

(5) ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบจากกราฟ SACF และ SPACF ของส่วนตกค้าง

$$\text{Residuals} : e_t = Y_t - \hat{Y}_t \tag{7}$$

จากวิธีของบอกซ์-เจนกินส์จะได้ตัวแบบอนุกรมเวลาที่เรียกว่า ตัวแบบ ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average) และตัวแบบที่ศึกษาในครั้งนี้เป็นตัวแบบ ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)$_L$ มีรูปแบบดังนี้

$$\begin{aligned}&(1-B)^d(1-B^L)^D(1-\phi_1 B-\phi_2 B^2-\ldots-\phi_p B^p)(1-\phi_L B^L-\phi_{2L} B^{2L}-\ldots-\phi_{PL} B^{PL})y_t \\ &=\theta_0+(1-\theta_1 B-\theta_2 B^2-\ldots-\theta_q B^q)(1-\theta_L B^L-\theta_{2L} B^{2L}-\ldots-\theta_{QL} B^{QL})\varepsilon_t\end{aligned} \tag{8}$$

2. ค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์

ความถูกต้องของการพยากรณ์เป็นสิ่งที่ผู้ใช้ค่าพยากรณ์ต้องการ ความถูกต้องของการพยากรณ์จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่าได้พยากรณ์ค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากหรือน้อยหรือค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ (Forecast Error : e_t) มีค่ามากหรือน้อย นั่นคือ ถ้าค่าจริงแตกต่างจากค่าพยากรณ์มาก ค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์จะมีค่าสูง และจะมีค่าต่ำถ้าค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าจริง [2]

ค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ เป็นฟังก์ชันของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยไม่คำนึงถึงทิศทาง นั่นคือ พิจารณาค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อน $|e_t|$ หรือค่ากำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน (e_t^2) หรือสัดส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าจริง $\left(\frac{e_t}{Y_t}\right)$ แทนการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน (e_t) [2]

สำหรับการวัดค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์มีหลายวิธี วิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ

MSE (Mean Square Error) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากขนาดของ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ได้จากกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน โดย

$$\text{MSE} = \sum e_t^2 / n \tag{9}$$

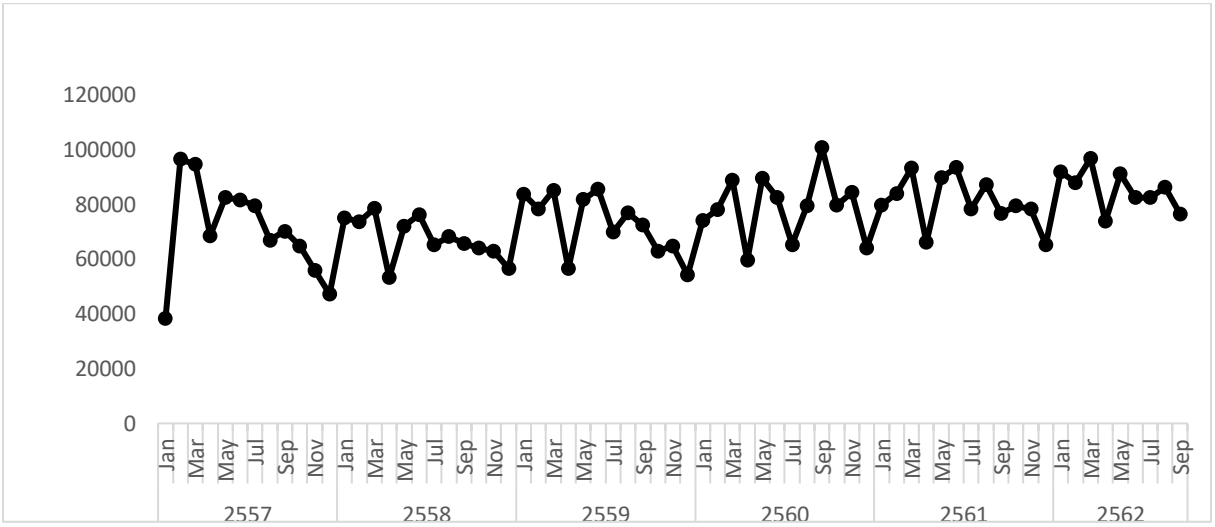
ค่า MSE จะไวต่อค่าความคลาดเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่ แทนการใช้ค่า MSE บางครั้งผู้พยากรณ์ใช้รากที่สองของค่า MSE ที่เรียกว่า RMSE (Root Mean Square Error) ซึ่งมีหน่วยเดียวกับค่าสังเกตแทนโดย

$$\text{RMSE} = \sqrt{\text{MSE}} \tag{10}$$

ผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

นำข้อมูลจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร มาตรวจสอบรูปแบบลักษณะการเคลื่อนไหว โดยพิจารณาจากราฟแสดงการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาว่าอนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวในลักษณะใด



ภาพที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานครตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 (คัน:เดือน)

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีอนุกรมแบบคลาสสิก

ผลการวิเคราะห์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร จากการพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบคลาสสิก ได้ค่า MSE เท่ากับ 139,508,523.17 คัน^2 และค่า RMSE เท่ากับ 11,811.37 หรือประมาณ 11,811 คัน

ได้สมการพยากรณ์ คือ $\hat{Y} = (75{,}576.812 + 246.110t) \cdot \hat{S}$

จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร

เดือน	ค่าจริง (Y)	ค่าพยากรณ์ ($\hat{Y}$)	e^2
มกราคม 62	91,828	89,325.65909	6,261,710.021
กุมภาพันธ์ 62	87,966	101,744.2709	189,840,750.2
มีนาคม 62	96,702	109,316.1754	159,117,420.2
เมษายน 62	73,750	76,798.16368	9,291,301.837
พฤษภาคม 62	91,043	102,885.5969	140,247,101.7
มิถุนายน 62	82,424	102,041.4944	384,846,087.3
กรกฎาคม 62	82,376	89,596.06194	52,129,294.36
สิงหาคม 62	86,165	94,133.83023	63,502,255.19
กันยายน 62	76,508	93,776.1113	298,187,667.9
	MSE		144,824,843.20
	RMSE		12,034.32

ตารางที่ 1 ค่าพยากรณ์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร(คัน:เดือน) จากการวิเคราะห์วิธีอนุกรมเวลาแบบคลาสสิก

จากตารางที่ 1 แสดงจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานครจริงและจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานครจากการพยากรณ์ ด้วยวิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาอนุกรมเวลาแบบคลาสสิก ได้ค่า MSE = 144,824,843.20 คัน^2 และค่า RMSE = 12,034.32 หรือประมาณ 12,035 คัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ (Winters)

ผลการวิเคราะห์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร จากการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ (Winters) ได้ค่า MSE เท่ากับ 54,090,593.23 คัน^2 และค่า RMSE เท่ากับ 7,354.63หรือประมาณ 7,355 คัน

จากการ วิเคราะห์โดยใช้รูปแบบการคูณ และกำหนด α , γ และ δ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ได้ค่าพารามิเตอร์ α , γ และ δ ที่ให้ได้ RMSE น้อยที่สุด คือ α = 0.024 γ = 0.09 และ δ = 0.206

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

ผลการวิเคราะห์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร จากการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ได้ค่า MSE เท่ากับ 63,549,831.04 คัน^2 และค่า RMSE เท่ากับ 7,971.81 หรือประมาณ 7,972 คัน

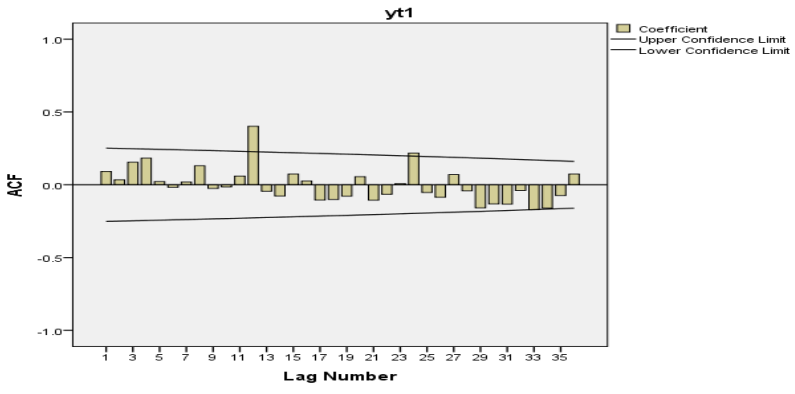
รูปแบบพยากรณ์ คือ ARIMA(1,1,0)$(0,1,0)_{12}$

ได้สมการพยากรณ์ คือ

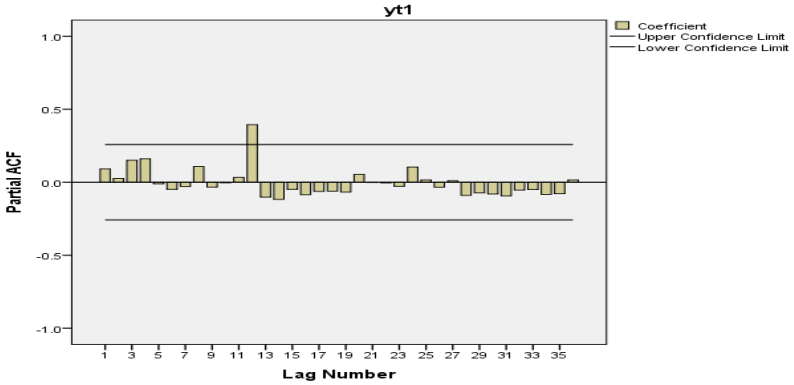
$Y_t = Y_{t-1} - 0.429Y_{t-1} - 0.429Y_{t-2} + Y_{t-12} - Y_{t-13} + 0.429Y_{t-13}$

ขั้นตอนการใช้วิธีบอกซ์และเจนกินส์ มีดังนี้

1. พิจารณาว่าอนุกรมเวลามีสมบัติคงที่หรือไม่ โดยพิจารณาจากคอเรลโลแกรมของกราฟ ACF (Autocorrelation Function : r_k)

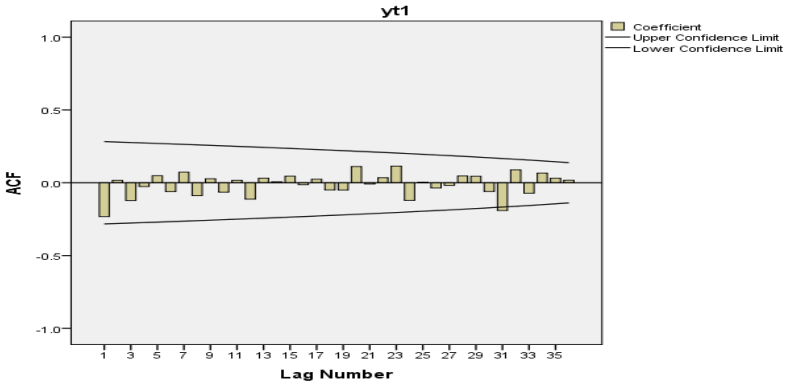


ภาพที่ 2 กราฟ ACF (r_k) ของจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร

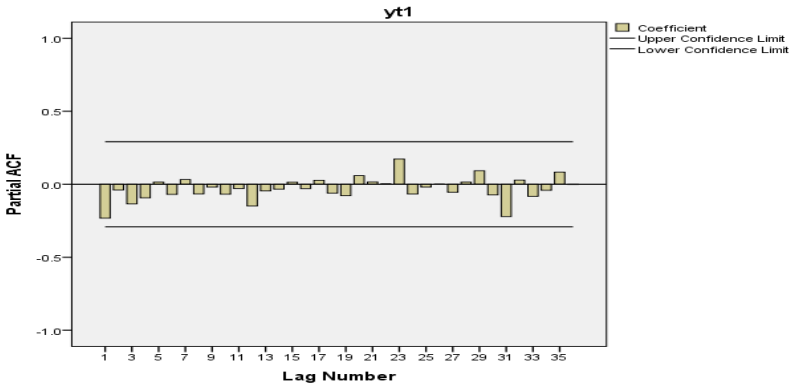


ภาพที่ 3 กราฟ PACF (r_{kk}) ของจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร

จากแผนภาพที่ 4.3 และแผนภาพที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานครมีแนวโน้ม และมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง เพราะค่าดังกล่าวมีการเคลื่อนไหวเป็นลูกคลื่น ดังนั้น ข้อมูลอนุกรมเวลาชุดที่มีคุณสมบัติไม่คงที่ จึงต้องแปลงอนุกรมเวลาชุดนี้ให้มีคุณสมบัติคงที่ก่อน โดยทำการแปลงอนุกรมเวลา (Y_t) จากการหาผลต่างฤดูกาล 1 ครั้ง เพื่อกำจัดความผันแปรตามฤดูกาล แสดงดังแผนภาพที่ 4.5 และ 4.6



ภาพที่ 4 กราฟ ACF (r_k) ของจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานครที่กำจัดแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล



ภาพที่ 5 กราฟ PACF (r_{kk}) ของจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานครที่กำจัดความผันแปรตามฤดูกาล

2. การกำหนดรูปแบบ

จากกราฟ ACF และ PACF ที่ได้จากแผนภาพที่ 4.5 และ 4.6 นำไปใช้ในการหาตัวแบบ ARIMA$(p,d,q)(P,D,Q)_L$ ที่คาดว่าจะเหมาะสมของอนุกรมเวลาที่ทำให้ค่า RMSE ต่ำที่สุด

ตารางที่ 2 แสดงค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) สำหรับการพยากรณ์จำนวนการจดทะเบียนรถใหม่ในกรุงเทพมหานคร

รูปแบบ	RMSE
ARIMA$(1,1,0)(0,1,0)_{12}$	12,670.215
ARIMA$(1,1,0)(0,1,1)_{12}$	12,885.841
ARIMA$(1,1,0)(0,1,2)_{12}$	12,848.250
ARIMA$(1,1,0)(1,1,0)_{12}$	12,822.30
ARIMA$(2,1,0)(0,1,0)_{12}$	12,785.426

เปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบสำหรับการพยากรณ์จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร ของวิธีบอกซ์และเจนกินส์ โดยใช้เกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) น้อยที่สุด จากตาราง เมื่อพิจารณาค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) น้อยที่สุดจะได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ ARIMA$(1,1,0)(0,1,0)_{12}$

3. การประมาณค่าพารามิเตอร์

พารามิเตอร์	ค่าประมาณ	SE	ค่าสถิติ t	Sig.
Constant	-428.910	1242.914	-0.345	0.732
AR1	-0.429	0.135	-3.186	0.003

ตารางที่ 3 ค่าประมาณของพารามิเตอร์รูปแบบ ARIMA$(1,1,0)(0,1,0)_{12}$

จากตารางที่ 3 รูปแบบ ARIMA(1,1,0)(0,1,0)$_{12}$ พบว่า ϕ_1 มีค่า Sig. เท่ากับ 0.003 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 นั่นคือ ค่า ϕ_1 ไม่เป็นค่าคงที่ ซึ่งปฏิเสธสมมติฐาน $H_0 : \phi_1 = 0$ ดังนั้น จึงไม่ตัดค่า ϕ_1 ในรูปแบบออก และค่าพารามิเตอร์สำหรับรูปแบบ ARIMA(1,1,0)(0,1,0)$_{12}$ เหมาะสมแล้ว

4. การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ

ทดสอบวิธีของ Box และ Pierce ซึ่งเป็นการทดสอบว่า

$H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \ldots = \rho_m(e_t) = 0$

$H_1 : \rho_K(e_t)$ สำหรับ K=1,2,...,m อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เท่ากับ 0

โดยใช้ตัวทดสอบสถิติ คือ $Q = n\sum_{K=1}^{m} r_K^2(e_t)$

กำหนดให้ n คือ ขนาดของอนุกรม

m คือ Leg สูงที่สุดที่ต้องการทดสอบ

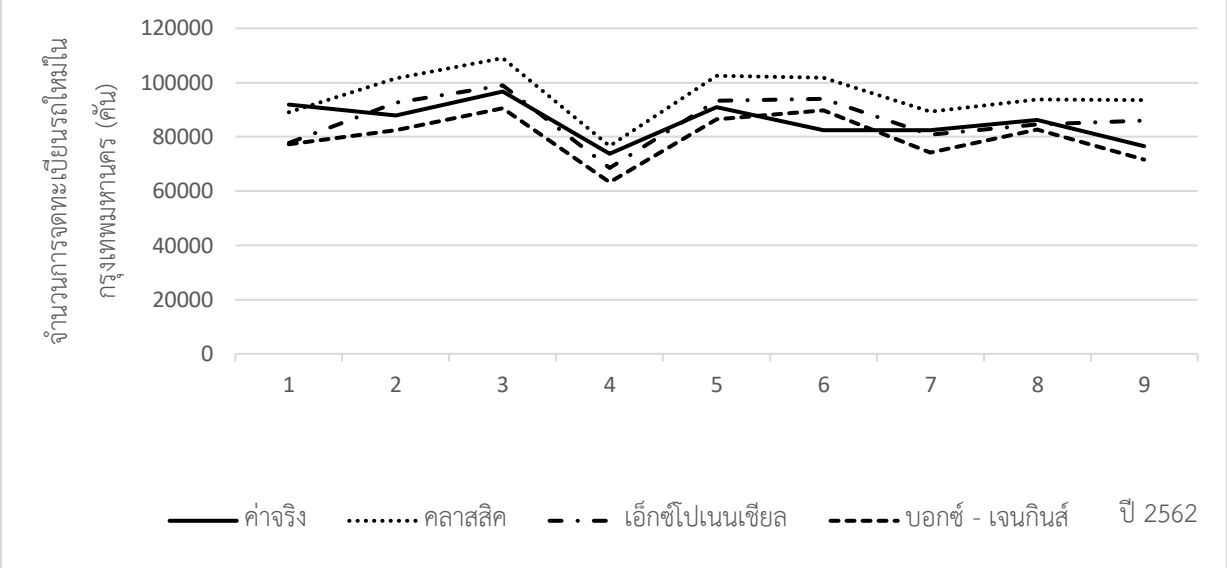
a คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ประมาณขึ้นในตัวแบบ

จะยอมรับ H0 เมื่อ $Q \leq \chi^2_{\alpha,\, m-a}$ แสดงว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์เป็นอิสระกัน หรือ ตัวแบบที่กำหนดเหมาะสมดีแล้ว

ตารางที่ 4 ค่าสถิติ Box-Pierce (Ljung-Box)

Leg	**36**
Chi-Square	22.278
DF	36
Sig.	0.964

จากตารางที่ 4 ค่าสถิติ Box-Pierce (Ljung-Box) พบว่า Q_{36} = 22.278 (Sig. = 0.964) ซึ่งค่า Sig. มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \rho_1(e_t) = \rho_2(e_t) = \ldots = \rho_{36}(e_t) = 0$ ดังนั้น ค่า e_t เป็นอิสระต่อกัน หรือรูปแบบ ARIMA(1,1,0)(0,1,0)$_{12}$ เหมาะสมแล้ว



ภาพที่ 2 กราฟแสดงจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานครตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 จริงและค่าพยากรณ์จากวิธีอนุกรมเวลาแบบคลาสสิก วิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอกซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์

จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่าพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรตามฤดูกาลแบบเอกซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีของวินเตอร์มีค่าใกล้กับค่าจริงมากที่สุด

3. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่า RMSE แต่ละวิธีการพยากรณ์

วิธีการพยากรณ์	คลาสสิค	วินเตอร์	บอกซ์ - เจนกินส์
RMSE	12,034.32	7,354.63	7,971.81

จากตารางที่ 1 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบเฉพาะวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีแล้ว ค่า RMSE ที่น้อยที่สุด ได้จากการพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ (Winters) 7,354.63 คัน รองลงมาคือการพยากรณ์ด้วยวิธี

อนุกรมเวลาแบบบอกซ์-เจนกินส์ 7,971.81 คัน และสุดท้ายการพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบคลาสสิก 12,034.32 คัน ตามลำดับ ซึ่งค่า RMSE การพยากรณ์วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ (Winters) น้อยกว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบบอกซ์-เจนกินส์ 617.18 คัน และการพยากรณ์ด้วยวิธีอนุกรมเวลาแบบคลาสสิก 4,456.74 คัน ตามลำดับ นั่นคือ การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ (Winters) เหมาะสมกว่าอีก 2 วิธี ดังกล่าว

ดังนั้น พยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ (Winters) เหมาะสมในการพยากรณ์ยอดการจดทะเบียนรถใหม่ในกรุงเทพมหานคร มากที่สุด

อภิปรายผลการศึกษา

โดยปกติการจดทะเบียนรถใหม่มักมีอิทธิพลของฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง อันเป็นผลมาจากเศรษฐกิจในปีนั้นๆ สำหรับในการศึกษารูปแบบสมการในการพยากรณ์จำนวนการจดทะเบียนรถใหม่ในกรุงเทพมหานคร ได้แสดงให้เห็นว่าจำนวนการจดทะเบียนรถใหม่ในกรุงเทพมหานครมีแนวโน้มและอิทธิพลของฤดูกาล ซึ่งอิทธิพลของฤดูกาลเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา และจากการศึกษาในอดีต เช่น การเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณรถยนต์จดทะเบียนใหม่ในจังหวัดชลบุรีระหว่างวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล [10] การพยากรณ์ปริมาณรถยนต์ที่ผ่านด่านในเขตทางพิเศษเฉลิมมหานครและเขตทางพิเศษศรีรัช โดยใช้วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลวิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีการพยากรณ์รวม [11] ต่างก็สอดคล่องตรงกันว่าจำนวนรถมักเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอิทธิพลของฤดูกาลทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โปเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ (Winters) เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนรถที่จดทะเบียนรถใหม่ในกรุงเทพมหานครมากที่สุด สอดคล้องกับผลการศึกษาของ [10] ที่ได้พยากรณ์ปริมาณรถยนต์จดทะเบียนใหม่ในจังหวัดชลบุรีโดยการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 2 วิธีคือ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ และวิธีปรับเรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล โดยใช้อนุกรมเวลารายเดือนจากกองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก ตั้งแต่เดือนมกราคม 2542 ถึงเดือนธันวาคม 2558 สำหรับการพยากรณ์ 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนมิถุนายน 2559 โดยใช้เกณฑ์รากกำลังสองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง พบว่าวิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล(แบบการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในเชิงบวกของวินเตอร์) มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากกว่าวิธีอารีมา แต่วิธีการพยากรณ์การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลแตกต่างกัน เนื่องจากอนุกลมเวลาที่ศึกษาอยู่มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าจำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพมหานคร ในเดือนมีนาคมมากที่สุด ดังนั้น ในช่วงเวลาดังกล่าวผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น กรมขนส่งทางบก กองบังคับการตำรวจจราจร กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม กองบังคับการตำรวจทางหลวงและหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้อง ควรร่วมกันวางแผนและเตรียมความพร้อมเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างราบรื่นที่สุด

2. ควรมีการนำข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมาใช้ในการปรับปรุงตัวแบบอยู่เสมอ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ ที่มีความเหมาะสมและแม่นยำสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตมากยิ่งขึ้น และทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สามารถนำตัวเลขที่ได้จากการพยากรณ์ไปวางแผนแก้ไขและป้องกันได้มีประสิทธิภาพ ต่อไป

3. การพยากรณ์วิธีอนุกรมเวลาแบบบอกซ์-เจนกินส์ การเลือกรูปแบบโดยการพิจารณาจากฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน ต้องพิจารณาอย่างละเอียด เนื่องจากข้อมูลจริง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันอาจได้ผลไม่ตรงตามทฤษฎีอย่างเคร่งครัด ทำให้การเลือกรูปแบบผิดพลาดไป จากรูปแบบจริง ๆ ที่ควรจะเป็นของอนุกรมเวลาชุดนั้น

4. การผลการศึกษาพยายามอธิบายว่าการใช้เครื่องมือในการพยากรณ์ข้อมูลหนึ่ง ๆ จะมีความเหมาะสมในการพยากรณ์แตกต่างกันไปตามแต่ข้อมูลที่นำมาใช้ในการพยากรณ์

5. การศึกษานี้พิจารณาปัจจัยเวลาเพียงปัจจัยเดียวสำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ปริมาณรถยนต์ที่จดทะเบียนใหม่ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรนำปัจจัยอื่นมาพิจารณาในการสร้างตัวแบบด้วยเช่น ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

[1] สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. **เทคนิคการพยากรณ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุงใหม่. มหาวิทยาลัยทักษิณ. (2548)

[2] ทรงศิริ แต้สมบัติ. **การพยากรณ์เชิงปริมาณ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2549)

[3] Box, G. E. P., Jenkins, G.M., & Reinsel, G. C. **Time series analysis: Forecasting and control (3rded)**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice–Hall. (1994)

[4] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. **นโยบายรถยนต์คันแรกแรงกระตุ้นตลาดรถยนต์ที่สำคัญปี 54 และ 55 (มองเศรษฐกิจฉบับที่ 3175)**, สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2563, แหล่งที่มา https://kasikornresearch.com/th/analysis/k-econ/business/Pages/27471.aspx

[5] PPTVOnline. **กรุงเทพฯรถล้นพื้นที่รถยนต์ 4.2 ล้าน - จยย. 3.5 ล้าน**, สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2562,แหล่งที่มา https://www.pptvhd36.com/news/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%A3%E0%B9%89E0%B8%AD%E0%B8%99/75872

[6] กลุ่มสถิติการขนส่ง กรมการขนส่งทางบก. **จำนวนรถจดทะเบียนใหม่**, สืบค้นเมื่อ 10 กันยายน 2562, แหล่งที่มา https://web.dlt.go.th/statistics/

[7] Bowerman, B. L., and OuConnell, R. T. Forecasting and Time Series: An Applied Approach. 3rd Edition. California. Duxbury Press. (1993)

[8] Keerativibool, W., Waewsak, J., and Kanjnasamranwong, P. 2011. Short-Term Forecast of Wind Speed at Chana District, Songkhla Province, Thailand. Proceedings of the 2011 International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economies. 25-28 May 2011. Hat Yai. Thailand. p. 343-350.

[9] วรางคณา กีรติวิบูลย์ และ เจ๊ะอัฐฟาน. **ตัวแบบพยากรณ์ความเร็วลมตามแนวชายฝั่งจังหวัดสงขลา**. วารสารวิจัยพลังงาน 8(3): 63-72 (2554)

[10] ประภัสสร คาสวัสดิ์. **การเปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณรถยนต์จดทะเบียนใหม่ในจังหวัดชลบุรีระหว่างวิธีอารีมา วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล**. มหาวิทยาลัยศรีปทุม ชลบุรี. (2560)

[11] อรณัญช์ ขำบางพูน. **การพยากรณ์ปริมาณรถยนต์ที่ผ่านด่านในเขตทางพิเศษเฉลิมมหานครและเขตทางพิเศษศรีรัช โดยใช้วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์และวิธีการพยากรณ์รวม**. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2560)

การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

THE CAUSAL ANALYSIS OF POWER OUTAGES IN THE SERVICE AREA OF PROVINCIAL ELECTRICITY AUTHORITY, SAN SAI DISTRICT CHIANG MAI PROVINCE

ศิริวัน วีระจิตต์[1,*] และ รุ่งกานต์ ใจวงค์ยะ[1]

Siriwan Weerajit[1] and Rungkarn Jaiwongya[1]

[1]*สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ศิริวัน วีระจิตต์ อีเมล: srwwrj@gmail.com

บทคัดย่อ:

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาสาเหตุของกระแสไฟฟ้าขัดข้อง และเปรียบเทียบระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องในเขตพื้นที่การให้บริการของไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างคือ ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้อง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 1,609 ครั้ง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิ ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องเมื่อสภาพอากาศปกติ คิดเป็นร้อยละ 76.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง พบว่าเกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น งู นก และคน คิดเป็นร้อยละ 44.3 และส่วนใหญ่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องบริเวณตำบลสันทรายน้อย ตำบลสันทรายหลวง ตำบลหนองแหย่ง และตำบลเมืองเล็น คิดเป็นร้อยละ 37.70 โดยมีมัธยฐานของระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้อง 30 นาที

ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้อง ในเขตพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า สภาพอากาศที่แตกต่างกัน และสาเหตุที่แตกต่างกัน มีมัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องแตกต่างกัน ส่วนสถานที่ตั้งที่แตกต่างกันมีมัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : กระแสไฟฟ้าขัดข้อง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอสันทราย

Abstract

The objectives of this study were to determine the cause of the power outages and to compare the time length of power outages in the service area of Provincial Electricity Authority, San Sai District Chiang Mai Province. The sample were the event of power outages during January 2019 to December 2019. The number of 1,609 collected data from secondary sources. The event of power outages occurred while the normal weather situation 76.3 percent. The cause of power outages came from organisms such as snakes, birds and human was 44.3 percent, mainly due to power outages occurred in Sub District ; San Sai Noi , San Sai Luang, Nong Yaeng and Mueang Len 37.70 percent, by the duration of power outages had the median time 30 minutes.

The result of the comparison of the time period of power outages in the service area of Provincial Electricity Authority , San Sai District Chiang Mai Province found that the weather situation and organisms had a median of the time period of power outages were different. While the place had a median of the time period of power outages were not different.

Keywords**:** Power outages, Provincial Electricity Authority San Sai District

บทนำ:

ไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน และเป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ การเพิ่มผลผลิตทั้งภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรมที่ทันสมัย การกระจายรายได้ และการสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันในด้านการผลิตและการขายสินค้า ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ ราชบัณฑิตยสถานได้ให้ความหมายของ “ไฟฟ้า” ไว้ว่า “ไฟฟ้าคือพลังงานรูปหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับการแยกตัวออกมา หรือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน หรือโปรตอน หรืออนุภาคอื่นที่มีสมบัติแสดงอำนาจคล้ายคลึงกับอิเล็กตรอนหรือโปรตอน ใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดพลังงานอื่น เช่น ความร้อน แสงสว่าง การเคลื่อนที่” ไฟฟ้าเป็นพลังงานชนิดหนึ่งที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง นอกจากจะให้แสงสว่างเวลาค่ำคืนแล้ว ยังทำให้เกิดความร้อนเพื่อใช้ในการหุงต้ม รีดผ้า ทำให้เกิดการหมุนของมอเตอร์ เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องปั่นน้ำผลไม้ เครื่องทำความเย็น เป็นต้น ไฟฟ้าจึงมีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตในด้านคมนาคม ด้านเศรษฐกิจ ด้านอุตสาหกรรม ด้านเกษตรกรรม ด้านบริการและด้านคุณภาพชีวิต การใช้พลังงานไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีตามอัตราการเพิ่มจำนวนประชากรและความเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ จะเกิดความเสียหายโดยตรงเมื่อเกิดเหตุไฟฟ้าขัดข้อง เช่น การสูญเสียในผลผลิตอุตสาหกรรม วัตถุดิบเสียหาย ผลกระทบต่อความสะดวกสบาย ผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สิน สำหรับผลโดยอ้อมนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากผลต่อเนื่องที่เกิดไฟฟ้าขัดข้อง เช่น การโจรกรรมในระหว่างไฟฟ้าขัดข้อง ดังนั้นหากเกิดการขัดข้อง (Contingency) หรือ เกิดความผิดปกติ (Abnormal) ขึ้นในระบบไฟฟ้า ทำให้ไม่สามารถส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังผู้ใช้ไฟได้ไม่ว่ากรณีใดก็ตามย่อมส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟ ส่วนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคย่อมสูญเสียรายได้ที่หายไปในช่วงที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง จึงต้องมีการตรวจสอบและปรับปรุงตลอดเวลา เพื่อไม่ให้เกิดไฟฟ้าขัดข้องหรือทำให้กระแสไฟฟ้าที่ขัดข้องเกิดขึ้นน้อยลง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง เพื่อเป็นข้อมูลให้กับหน่วยงาน เพื่อนำไปใช้ในการเตรียมความพร้อมในการแก้ไขปัญหากระแสไฟฟ้าขัดข้อง หรือให้เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องเป็นระยะเวลาน้อยที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย:

1. เพื่อหาสาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

2. เพื่อเปรียบเทียบมัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

สมมติฐานการวิจัย

สภาพอากาศ (X_1) สาเหตุอื่นๆ (X_2) และสถานที่ตั้ง (X_3) มีมัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องแตกต่างกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วสันต์ เรืองศร (2549) ได้ศึกษาเรื่องวิเคราะห์สาเหตุกระแสไฟฟ้าขัดข้องของ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี พบว่ามีกระแสไฟฟ้าขัดข้องทั้งหมดจำนวน 1,712 ครั้ง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วยความถี่ และร้อยละ ทำการทดสอบสมมติฐานโดยการใช้สถิติทดสอบเพียร์สัน-ไคสแควร์ (Pearson Chi-Square) ผลการศึกษาวิจัยพบว่าวงจรที่มีสถิติกระแสไฟฟ้าขัดข้องบ่อยครั้งมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ (1) วงจรที่ 8 สถานี

ไฟฟ้าองครักษ์ (2) วงจรที่ 1 สถานีไฟฟ้าธัญบุรี และ(3) วงจรที่ 1 สถานีไฟฟ้าคลองเจ็ด พบว่าสาเหตุของกระแสไฟฟ้าขัดข้องบ่อยครั้ง 3 ลำดับแรก คือ (1) สาเหตุเกิดจากสัตว์ เช่น นก งู กระรอก และแมว (2) สาเหตุเกิดจากสภาพสิ่งแวดล้อม และ (3) สาเหตุเกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุด เมื่อทดสอบสมมติฐานความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง พบว่าสาเหตุต่าง ๆ เหล่านี้มีระดับความสัมพันธ์กับการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาต้นตอของสาเหตุการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง โดยใช้กระบวนการ RCA (Root Cause Analysis) พร้อมเสนอแนวทางการแก้ไขและป้องกันเพื่อลดจำนวนครั้งของการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง

วิสูตร จันทร์นิล (2550) ได้ศึกษาเรื่องวิเคราะห์สาเหตุกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 ภาค 3 จ.พระนครศรีอยุธยา โดยพิจารณาข้อมูลสถิติกระแสไฟฟ้าขัดข้องสะสมระหว่างปี 2548-2550 พบว่ามีกระแสไฟฟ้าขัดข้องทั้งหมด จำนวน 1,651 ครั้ง นำวงจรที่มีจำนวนครั้งการทำงานมากที่สุด 3 อันดับแรก มาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องมีผลมาจากฤดูกาลและสภาพอากาศ โดยทำการทดสอบด้วยวิธีสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way Analysis of Variance: One Way ANOVA) ผลการศึกษาวิจัยพบว่าวงจรที่มีการทำงานบ่อยครั้งมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ สถานีไฟฟ้านนทรี วงจรที่ 2 วงจรที่ 1 และวงจรที่ 3 ตามลำดับ โดยสาเหตุส่วนใหญ่ ทั้ง 3 วงจรมาจากสภาพแวดล้อมเป็นอันดับแรกจะเกิดปัญหาในช่วงเวลาที่มีฝนตกฟ้าคะนอง ดังนั้นควรหาแนวทางการแก้ไขปัญหาฟ้าผ่าด้วยการวางแผนปรับปรุงระบบจำหน่ายติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า และตรวจสอบค่ากราวด์ สาเหตุอันดับ 2 คือ สัตว์ เกิดมาจาก งู และ นก สามารถเกิดขึ้นได้ทุกฤดูกาล ดังนั้นควรหาแนวทางการแก้ไขด้วยการติดตั้ง Snake Guard และ Bird Guard สาเหตุอันดับที่ 3 คือ ต้นไม้ จะเริ่มมีปัญหาตั้งแต่ต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน ดังนั้นควรกำหนดระยะเวลาในการตัดต้นไม้อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง คือในช่วงเดือนพฤษภาคมและเดือนพฤศจิกายน

อณัณตชัย พงศ์ถาวรสวัสดิ์ (2553) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาระบบตรวจจับเหตุการณ์สายจ่ายไฟฟ้าขาดด้วยวิธีวัดกระแสสายกรุงเทพมหานคร จากผลการทดลองที่ได้ทั้ง 2 รูปแบบ พบว่ากระแสสายจ่ายไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดของกระแสจ่ายไฟฟ้า และเวลาของสัญญาณกระแสจ่ายไฟฟ้า โดยกระแสจ่ายไฟฟ้าจะมีการเลื่อนเวลาต่างไปจาก 20 มิลลิวินาที เมื่อเกิดความผิดพร่องแบบสายจำหน่าย ไฟฟ้าขาดแล้วตกลงมาสัมผัสพื้นด้านภาระ และอุปกรณ์ตรวจจับความผิดพร่องฯ ที่ทดลองในชุดระบบจำหน่ายไฟฟ้าก็ได้ส่งสัญญาณแจ้งเตือนออกมา โดยอุปกรณ์ตรวจจับเฟส A ใช้เวลาในการตรวจจับความผิดพร่องอยู่ที่ 18.33 มิลลิวินาที เฟส B ใช้เวลาตรวจจับความผิดพร่อง 17.27 มิลลิวินาที และเฟส C ใช้เวลาตรวจจับความผิดพร่อง 13.83 มิลลิวินาที

วิทิตา ค้าผล (2556) ได้ศึกษาเรื่องการพยากรณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้องโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษาการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 3 ภาคกลาง จากการศึกษาได้ทำการพยากรณ์การเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง โดยผู้ศึกษาวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย จากข้อมูลสถิติกระแสไฟฟ้าขัดข้องระหว่างปี 2555-2557 ซึ่งมีการวิเคราะห์ข้อมูลร่วมกันโดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่ม (Cluster Analysis) ด้วยวิธี Kmean ในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งกลุ่มตัวแบบพยากรณ์ได้ 7 กลุ่มเนื่องมาจากการแบ่งกลุ่มข้อมูลตัวอย่างมีขนาดเล็กหรือไม่หลากหลายเกินไป ทำให้ผลจากการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถนำไปใช้วาง แผนระบบไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้อย่างแม่นยำขึ้น และการจำแนกประเภท (Classification) ด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ (Decision tree) เพื่อให้ตัวแบบพยากรณ์มีประสิทธิภาพสูงสุดอีกทั้งยังรวบรวมข้อมูลตามกรอบการพัฒนาเหมืองข้อมูลแบบ CRISPDM ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ข้อมูลกระแสไฟฟ้าขัดข้องมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

ชนม์นิภา กุลชาติสถาพร และเลิศชัย ระตะนะอาพร (2562) ได้ศึกษาเรื่องการวิเคราะห์หาสาเหตุและมาตรการป้องกันสายไฟฟ้าแรงสูงขาด ในเมืองพัทยา พบว่าข้อมูลสถิติการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องในพื้นที่เมืองพัทยาช่วงปี พ.ศ. 2558-2559 และออกสำรวจพื้นที่ศึกษาเฉพาะคือพัทยาใต้วงจรที่ 3 บริเวณถนนเกษตรสินบนเขาพระตำหนัก รวมระยะทาง 7.96 วงจร-กิโลเมตร พบว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้สายไฟฟ้าแรงสูงขาดสูงสุด 3 ลำดับ ได้แก่ สายไฟเกิดการอาร์ค ลัดวงจรเนื่องจากสัตว์ และต้นไม้ทับสายไฟฟ้า จึงทำการวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขและป้องกันด้วยการกำหนดให้มีการตรวจสอบอุปกรณ์ในระบบจำหน่ายด้วยการถ่ายภาพจุดร้อน การติดตั้งลูกถ้วยแบบ TR-202 พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันสัตว์ และให้มีการตัดกิ่งไม้เป็นระยะ ๆ ตามลำดับ จากการติดตามผลช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2561 พบว่าจำนวนครั้งของกระแสไฟฟ้าขัดข้องลดลงจาก 0.67 ครั้ง/เดือนโดยเฉลี่ย เหลือต่ำกว่า 0.33 ครั้ง/เดือนโดยเฉลี่ย และสายไฟฟ้าขาดลดลงจาก 1.5 ครั้ง/ปีโดยเฉลี่ย จนถึงปัจจุบันยังไม่พบมีเหตุการณ์สายไฟฟ้าขาด

นิยามคำศัพท์เฉพาะ:

เหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้องจากธรรมชาติ หมายถึง เหตุการณ์ที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องที่เกิดจากฝนตก พายุคะนอง ฟ้าผ่าลงสายส่งหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า ไฟป่า เป็นต้น ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ทำให้ฟิวส์หรืออุปกรณ์ป้องกันบางอย่างไม่ทำงานหรือชำรุด

เหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้องจากสิ่งมีชีวิต หมายถึง เหตุการณ์ที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องที่เกิดจากคนหรือสัตว์หลายชนิด ที่เป็นสาเหตุให้เกิดไฟฟ้าในสถานีไฟฟ้าแรงสูง เช่น คนขับรถชนเสาไฟฟ้า งูเลื้อยขึ้นไปบนเสาไฟฟ้า แมวหรือตุ๊กแกปีนขึ้นสู่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ หรือนกเกาะลูกถ้วยแล้วเกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจรไหลผ่านตัวนกลงสู่ดินส่งผลให้อุปกรณ์ไม่ทำงานทำให้ไฟดับ

เหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้องจากอุปกรณ์ หมายถึง เหตุการณ์ที่ไฟฟ้าขัดข้องจากอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์จากเสาไฟฟ้าบางส่วนหมดอายุการใช้งานเกิดการชำรุดหรือได้รับความเสียหาย

วิธีการดำเนินการวิจัย:

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรตาม
สภาพอากาศ - อากาศปกติ - ฝนตก - ฝนตก ลมแรง ฟ้าคะนอง **สถานที่ตั้ง** - ตำบลสันทรายน้อย ตำบลสันทรายหลวง ตำบลหนองแหย่ง และตำบลเมืองเล็น - ตำบลแม่แฝก ตำบลแม่แฝกใหม่ ตำบลหนองหาร และตำบลป่าไผ่ - ตำบลสันพระเนตร ตำบลสันนาเม็ง และตำบลสันป่าเปา **สาเหตุอื่น ๆ** - สิ่งมีชีวิต - อุปกรณ์ - ธรรมชาติ	ระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้อง ในเขตพื้นที่การให้บริการการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้แก่ ตำบลสันทรายน้อย ตำบลสันทรายหลวง ตำบลหนองแหย่ง ตำบลเมืองเล็น ตำบลแม่แฝก ตำบลแม่แฝกใหม่ ตำบลหนองหาร ตำบลป่าไผ่ ตำบลสันพระเนตร ตำบลสันนาเม็ง และตำบลสันป่าเปา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ข้อมูลการเกิดเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้อง จำนวน 1,609 ครั้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 ซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่เก็บรวบรวมโดยสำนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป โดยใช้จำนวน ร้อยละ ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด
2. การเปรียบเทียบมัธยฐานของระยะเวลาการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทดสอบครัสคัล-วอลลีส เนื่องจากระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องค่าต่ำสุดค่าสุงสุดมีความแตกต่างกันมาก ทำให้ข้อมูลระยะเวลาการ

เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องไม่ได้มีการแจกแจงปรกติ ซึ่งทำการทดสอบได้ค่าสถิติโคโมลโกรอฟ-สเมอร์นอฟ เท่ากับ 0.478และค่า P-value เท่ากับ 0.000

ผลการวิจัย:

ผลการวิจัยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลทั่วไป และ 2) การเปรียบเทียบมัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกรแสไฟฟ้าขัดข้อง จำแนกตามปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ สภาพอากาศ สถานที่ตั้ง และสาเหตุอื่น ๆ โดยมีผลวิจัยดังนี้

1) ข้อมูลทั่วไป

สาเหตุการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2562 ที่ได้เก็บรวบรวมจากข้อมูลทุติยภูมิจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เป็นตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของสาเหตุการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง

สาเหตุการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง	จำนวน	ร้อยละ
สภาพอากาศ	**1,609**	**100.00**
อากาศปกติ	1,228	76.30
ฝนตก	276	17.20
ฝนตก ลมแรง ฟ้าคะนอง	105	6.50
สถานที่ตั้ง	**1,609**	**100.00**
ตำบลสันทรายน้อย ตำบลสันทรายหลวง ตำบลหนองแหย่ง และตำบลเมืองเล็น	607	37.70
ตำบลแม่แฝก ตำบลแม่แฝกใหม่ ตำบลหนองหาร และตำบลป่าไผ่	549	34.10
ตำบลสันพระเนตร ตำบลสันนาเม็ง และตำบลสันป่าเปา	453	28.20
สาเหตุอื่น ๆ	**1,609**	**100.00**
สิ่งมีชีวิต	712	44.30
อุปกรณ์	554	34.40
ธรรมชาติ	343	21.30

จากตารางที่ 1 พบว่า การเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องส่วนใหญ่จะเกิดเมื่อสภาพอากาศปกติ จำนวน 1,228 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 76.30 รองลงมาเกิดเมื่อมีฝนตก จำนวน 276 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 17.20 และเกิดเมื่อมีฝนตก ลมแรง ฟ้าคะนอง จำนวน 105 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 6.50

การเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องจะเกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่จำนวนใกล้เคียงกัน โดยจะเกิดในพื้นที่บริเวณตำบลสันทรายน้อย ตำบลสันทรายหลวง ตำบลหนองแหย่ง และตำบลเมืองเล็น จำนวน 607 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 37.70 รองลงมาเกิดบริเวณตำบลแม่แฝก ตำบลแม่แฝกใหม่ ตำบลหนองหาร และตำบลป่าไผ่ จำนวน 549 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 34.10 และเกิดบริเวณตำบลสันพระเนตร ตำบลสันนาเม็ง และตำบลสันป่าเปา จำนวน 453 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 28.20

สาเหตุที่ทำให้การเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องมากที่สุด คือ สาเหตุที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตจำนวน 712 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 44.30 รองลงมา คือ สาเหตุที่เกิดจากอุปกรณ์ จำนวน 554 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 34.40 และสาเหตุที่เกิดจากธรรมชาติ จำนวน 343 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 21.30

ตารางที่ 2 มัธยฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด ของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง

สาเหตุการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง	มัธยฐาน (นาที)	ค่าต่ำสุด (นาที)	ค่าสูงสุด (นาที)
สภาพอากาศ			
อากาศปกติ	30.00	1	40,480
ฝนตก	30.00	1	23,733
ฝนตก ลมแรง ฟ้าคะนอง	40.00	1	280
สถานที่ตั้ง			
ตำบลสันทรายน้อย ตำบลสันทรายหลวง ตำบลหนองแหย่ง และตำบลเมืองเล็น	30.00	1	40,480
ตำบลแม่แฝก ตำบลแม่แฝกใหม่ ตำบลหนองหาร และตำบลป่าไผ่	30.00	1	18,866
ตำบลสันพระเนตร ตำบลสันนาเม็ง และตำบลสันป่าเปา	30.00	1	31,048
สาเหตุอื่น ๆ			
สิ่งมีชีวิต	34.00	1	23,733
อุปกรณ์	30.00	1	40,480
ธรรมชาติ	30.00	1	5,248

จากตารางที่ 2 พบว่าเมื่อสภาพอากาศปกติ มัธยฐานของระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องเท่ากับ 30.00 นาที โดยที่ระยะเวลากระแส ไฟฟ้าขัดข้องต่ำสุด 1 นาที และระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องสูงสุดเท่ากับ 40,480 นาที ในขณะที่ฝนตก มัธยฐานของระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องเท่ากับ 30.00 นาที โดยที่ระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องต่ำสุด 1 นาที และระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องสูงสุดเท่ากับ 23,733 นาที และในขณะที่ฝนตก ลมแรง ฟ้าคะนอง มัธยฐานของระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องเท่ากับ 40.00 นาที โดยที่ระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องต่ำสุดเท่ากับ 1 นาที และระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องสูงสุดเท่ากับ 280 นาที

ในส่วนของสถานที่ตั้งจะพบว่าทุกแห่ง ได้แก่ ตำบลสันทรายน้อย ตำบลสันทรายหลวง ตำบลหนองแหย่ง และตำบลเมืองเล็น, ตำบลแม่แฝก ตำบลแม่แฝกใหม่ ตำบลหนองหาร และตำบลป่าไผ่ และตำบลสันพระเนตร ตำบลสันนาเม็ง และตำบลสันป่าเปา จะมีมัธยฐานของระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องเท่ากับ 30.00 นาที โดยที่ระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องต่ำสุดเท่ากับ 1 นาที และระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องสูงสุดเท่ากับ 40,480 นาที 18,866 และ 31,048 นาที ตามลำดับ

ในสวนของสาเหตุอื่น ๆ จะพบว่าสาเหตุที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต มีมัธยฐานของระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องเท่ากับ 34.00 นาที โดยที่ระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องต่ำสุด 1 นาที และระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องสูงสุดเท่ากับ 23,733 นาที สาเหตุที่เกิดจากอุปกรณ์ มีมัธยฐานของระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องเท่ากับ 30.00 นาที โดยที่ระยะเวลากระแสไฟฟ้า

ขัดข้องต่ำสุดเท่ากับ 1 นาที และระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องสูงสุดเท่ากับ 40,480 นาที และสาเหตุที่เกิดจากธรรมชาติมีมัธยฐานของระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องเท่ากับ 30.00 นาที โดยที่ระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องต่ำสุดเท่ากับ 1 นาที และระยะเวลากระแสไฟฟ้าขัดข้องสูงสุดเท่ากับ 5,248 นาที

2) การเปรียบเทียบมัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกรแสไฟฟ้าขัดข้อง จำแนกตามปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ สภาพอากาศ สถานที่ตั้ง และสาเหตุอื่น ๆ ผลการศึกษาดังตารางที่ 3 ถึง 5

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบมัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง จำแนกตามสภาพอากาศ

สภาพอากาศ	จำนวน (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ยอันดับ	Chi-square	P-value
อากาศปกติ	1,228	802.73	9.340*	0.009
ฝนตก	276	708.10		
ฝนตก ลมแรง ฟ้าคะนอง	105	928.57		

หมายเหตุ : * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่าสภาพอากาศที่แตกต่างกัน ทำให้มัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบมัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง จำแนกตามสถานที่ตั้ง

สถานที่ตั้ง	จำนวน (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ยอันดับ	Chi-square	P-value
ตำบลแม่แฝก ตำบลแม่แฝกใหม่ ตำบลหนองหาร และตำบลป่าไผ่	549	816.47	0.860	0.650
ตำบลสันทรายน้อย ตำบลสันทรายหลวง ตำบลหนองแหย่ง และตำบลเมืองเล็น	607	791.88		
ตำบลสันพระเนตร ตำบลสันนาเม็ง และตำบลสันป่าเปา	453	808.68		

จากตารางที่ 4 พบว่าสถานที่ตั้งที่แตกต่างกัน ทำให้มัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบมัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง จำแนกตามสาเหตุอื่น ๆ

สาเหตุอื่น ๆ	จำนวน (ครั้ง)	ค่าเฉลี่ยอันดับ	Chi-square	P-value
อุปกรณ์	554	859.58	16.109*	0.000
สิ่งมีชีวิต	713	796.69		
ธรรมชาติ	343	734.08		

หมายเหตุ : * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 5 พบว่า สาเหตุอื่น ๆ ได้แก่อุปกรณ์ สิ่งมีชีวิต และธรรมชาติ ทำให้มัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปผลการทดลอง:

การเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องส่วนใหญ่เกิดขึ้นเมื่อสภาพอากาศปกติ คิดเป็นร้อยละ 76.30 สาเหตุที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง พบว่าส่วนใหญ่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น งู นก และคน คิดเป็นร้อยละ 44.30 และส่วนใหญ่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องบริเวณตำบลสันทรายน้อย ตำบลสันทรายหลวง ตำบลหนองแหย่ง และตำบลเมืองเล็น คิดเป็นร้อยละ 37.70 โดยมีมัธยฐานของระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้อง 30 นาที

ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าขัดข้องในเขตพื้นที่ให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า สภาพอากาศที่แตกต่างกันและสาเหตุอื่น ๆ ได้แก่ อุปกรณ์ สิ่งมีชีวิต และธรรมชาติ ทำให้มัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องแตกต่างกัน ส่วนสถานที่ตั้งที่แตกต่างกันทำให้มัธยฐานของระยะเวลาที่เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย:

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้องในเขตพื้นที่การให้บริการของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จากผลการศึกษาสาเหตุที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง พบว่าส่วนใหญ่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น งู นก และคน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวสันต์ เรืองศรี (2549) ที่พบว่าสาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ลำดับแรกคือสาเหตุเกิดจากสัตว์ เช่น งู นก กระรอกและแมว สอดคล้องกับงานวิจัยของวิสูตร จันทร์นิล (2550) ที่พบว่าสาเหตุของการเกิดกระแสไฟฟ้าขัดข้อง ลำดับ 2 คือ งู และ นก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนม์นิภา กุลชาติสถาพร และเลิศชัย ระตะนะอาพร (2562) ที่พบว่าสาเหตุของการเกิดไฟฟ้าแรงสูง ลำดับ 3 คือ ลัดวงจรเนื่องจากสัตว์

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย:

1. เนื่องจากกระแสไฟฟ้าขัดข้องเกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น นก งู และคน ร้อยละ 44.30 ดังนั้นหน่วยงานควรพิจารณาแก้ไขปัญหา โดยเพิ่มจุดที่จะติดตั้ง Snake Guard และ Bird Guard

2. หน่วยงานควรพิจารณาปรับแผนการปฏิบัติงาน เช่น จัดแบ่งหน้าที่แต่ละคนให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน

3. หน่วยงานควรมีการประกาศแจ้งเตือนข้อมูลต่าง ๆ อย่างทั่วถึง และมีช่องทางการรับฟังข้อเสนอแนะที่หลากหลาย เช่น เว็บไซต์ของสำนักงาน เพจเฟสบุ๊ค เป็นต้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการปฏิบัติงานของหน่วยงาน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาปัจจัยต่าง ๆ เพิ่มเติม เช่น ระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาการเกิดและกระแสไฟฟ้าขัดข้อง เพื่อที่จะได้แก้ไขและปรับปรุงกระบวนการขั้นตอนที่ใช้เวลานานให้ดีขึ้น

กิตกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากสำนักงานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

[1] ชนม์นิภา กุลชาติสถาพร และ เลิศชัย ระตะนะอาพร, การวิเคราะห์หาสาเหตุและมาตรการป้องกันสายไฟฟ้าแรงสูงขาดในเมืองพัทยา, *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 2562.

[2] ราชบัณฑิตยสถาน, การใช้พลังงานไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน, ความหมายและความสำคัญของไฟฟ้า, สืบค้นวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2563, จาก http://life1g1.blogspot.com/2016/06/1.html.

[3] วสันต์ เรืองศรี, วิเคราะห์สาเหตุกระแสไฟฟ้าขัดข้องของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี, งานวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2549.

[4] วิสูตร จันทร์นิล, วิเคราะห์สาเหตุกระแสไฟฟ้าขัดข้องในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 ภาค 3 จ.พระนครศรีอยุธยา, งานวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2550.

[5] วิทิตา ค้าผล, การพยากรณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้องโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษาการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 3 ภาคกลาง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556.

[6] อณัณตชัย พงศ์ถาวรสวัสดิ์, การพัฒนาระบบตรวจจับเหตุการณ์สายจ่ายไฟฟ้าขาดด้วยวิธีวัดกระแสสายกรุงเทพมหานคร, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทย

DESIGNING POLICY FOR SIAMESE ROSEWOOD OF THAI FARMERS

ปิยปราณ ศิกษมัต[1,*], รตวรรณ ยุติธรรม[1] และ นนทวัฒน์ นุกูลประทีป[1]

Piyapran Siksamat[1], Rattawan Yutithum[1] and Nontawat Nukulpratheep[1]

[1] *สาขาวิชาสถิติธุรกิจและการประกันภัย คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ปิยปราณ ศิกษมัต อีเมล: Piyapran@gmail.com

บทคัดย่อ:

ปัจจุบันได้มีการแก้ไขกฎหมายการปลูกไม้มีค่าในที่ดินกรรมสิทธิ์ การทำไม้ได้โดยไม่ต้องขออนุญาต โดยไม้มีค่าสามารถใช้เป็นทรัพย์สิน เพื่อเป็นหลักประกันทางธุรกิจได้ ซึ่งไม้พะยูงจัดเป็นไม้มีค่าที่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรเนื่องจากเป็นไม้ที่มีราคาแพงในตลาดโลก งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและการออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูง โดยให้ความคุ้มครองไม้พะยูงที่ปลูกในพื้นที่เพาะปลูกที่เอาประกันภัย และผู้รับประกันภัยตกลงที่จะจ่ายค่าสินไหมทดแทนให้แก่ผู้เอาประกันภัย โดยให้ความคุ้มครองความสูญเสียหรือความเสียหายต่อพื้นที่ปลูกไม้พะยูง ซึ่งได้รับความเสียหายอันเกิดขึ้นจากภัยธรรมชาติ โดยการประกันภัยชนิดนี้เหมาะสำหรับเกษตรกรที่ทำการปลูกไม้พะยูงเพื่อจำหน่าย โดยทำการประกันในช่วง 1 - 15 ปี ก่อนเกิดมูลค่าในระดับราคาที่ต้องการเพื่อจำหน่าย โดยงานวิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และคณิตศาสตร์ประกันชีวิตโดยกำหนดค่าอัตราการรอดชีวิต (Survival Rate) เท่ากับ 0.928 และอัตราดอกเบี้ย (Interest Rate) เท่ากับ 0.04 เพื่อนำมาคำนวณเบี้ยประกันภัยแบบชั่วระยะเวลา โดยแบ่งความคุ้มครองเป็น 2 แบบ คือ แบบ 1 คุ้มครอง ปีที่ 5-10 และแบบ 2 คุ้มครอง ปีที่ 5-15 ซึ่งมีเกณฑ์ในการกำหนดทุนประกันภัยเท่ากับ 500,000 บาท/ไร่ ผลการศึกษาพบว่า ค่าเบี้ยประกันภัยที่คำนวณได้ แสดงให้เห็นว่าการทำประกันภัยสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูงหากเกิดความเสียหาย สามารถลดความเสี่ยงทางการลงทุนให้กับเกษตรกรในการปลูกไม้โตช้าในช่วงเวลาที่ไม่เกิดมูลค่าในการจำหน่าย อีกทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนากรมธรรม์ประกันภัยกับไม้มีค่าชนิดอื่น

คำสำคัญ : เบี้ยประกันภัยแบบชั่วระยะเวลา ความเสียหายจากภัยธรรมชาติ คณิตศาสตร์ประกันชีวิต

Abstract:

Currently, there is an amendment to the law on planting precious trees on proprietary land, stating that the landowners can grow precious trees without prior permission and these trees can be used as assets as business collateral. Siamese Rosewood (Dalbergia cochinchinensis Pierre) is a precious tree that has received considerable attention among farmers for its price in the world market. In this study, an insurance policy was studied and developed for Siamese Rosewood growers to provide coverage to Siamese Rosewood grown in the insured plantation area. For this insurance policy, the insurer agrees to pay compensation to the insured by providing coverage for any loss or damage to Siamese Rosewood plantation area caused by natural disaster. This insurance policy is therefore suitable for the farmers who grow Siamese Rosewood for sale. The insurance shall be made 1 – 15 years before the desired price for sale. In this study, the data was collected by using expert inquiry, related data and actuarial science. The term premium was calculated at the survival rate of 0.928 and interest rate of 0.04. This insurance policy consists of 2 plans: Plan 1 provides coverage in year 5-10 and Plan 2 provides coverage in year 5-15 at the sum insured of 500,000 Baht/Rai. According to the calculated insurance premium, it shows that this insurance policy for Siamese Rosewood growers can reduce the investment risk of growing slow-growing tree during the period of no value. In addition, it can be used as a guideline for the development of insurance policies for other precious trees.

Keywords: term premium, damage caused by natural disaster, actuarial science

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การเพาะปลูกเป็นการผลิตที่สำคัญของระบบเศรษฐกิจไทย เกินกว่าครึ่งของแรงงานไทยมีอาชีพหลักคือเกษตรกรรม รายได้หลักของเกษตรกรรมย่อมมาจากการเกษตรเป็นหลัก ซึ่งไม้พะยูงจัดเป็นพืชผลอย่างหนึ่งที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรผู้ปลูกได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามการปลูกไม้พยุงจัดได้ว่ามีความเสี่ยงที่สูงในระดับหนึ่ง เพราะด้วยระยะเวลาที่จะสามารถนำผลผลิตไปขายได้ต้องใช้ระยะเวลานาน และแรงงานในภาคเกษตรกรรมต้องประสบกับการผันแปรต่าง ๆ ของผลผลิตและรายได้อันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติและภัยอื่น ๆ เช่น น้ำท่วม ฝนแล้ง และแมลงศัตรูพืช เป็นต้น นอกเหนือไปจากการสูญเสียผลผลิตและการขาดรายได้จากผลผลิตแล้ว การเกิดภัยแต่ละครั้งยังเป็นสาเหตุทำให้เงินทุนของเกษตรกรสูญเสียไปและอาจทำให้เกิดหนี้สินตามมาอีกด้วยและผู้จัดทำจึงเห็นว่าควรมีการรับผลเกี่ยวกับความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้ภายหลังจากการปลูกไม้พะยูงซึ่งในปัจจุบันการปลูกไม้พะยูงเป็นการปลูกแบบถูกกฎหมายตาม พ.ร.บ. ป่าไม้ (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2562 ภาครัฐจึงได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการให้ความช่วยเหลือเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูง โดยการให้ความช่วยเหลือด้านเมล็ดพันธุ์ พันธุ์พืช และมีการให้เงินดูแลประมาณ 5 ปีแรกที่เกษตรกรเริ่มปลูกแต่เมื่อเวลาผ่านไปแล้วไม้พะยูงเริ่มมีมูลค่าแล้วรัฐเริ่มไม่คุ้มครองเราจึงมองว่าการทำประกันให้กับไม้พะยูงที่ปลูกมีความสำคัญมากขึ้น อย่างไรก็ตามมูลค่าความช่วยเหลือของรัฐยังน้อยไปสำหรับรายรับที่เกษตรกรควรจะได้รับ โดยคณะผู้จัดทำจึงเกิดแนวคิดที่จะช่วยเหลือเกษตรกรเพื่อบรรเทาความเดือดร้อนอันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติ อย่างไรก็ตามรัฐบาลจำเป็นต้องเข้ามามีบทบาทในการดำเนินงานการประกันไม้พะยูง เนื่องจากภาคการเกษตรมีความสำคัญต่อความมั่นคงทางการเงินและเศรษฐกิจของชาติ
(สุธี, 2562.: ออนไลน์)

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงเห็นประโยชน์ของการประกันไม้พะยูงที่เห็นได้ชัดคือ ช่วยทำให้เกษตรกรมีความมั่นใจในการปลูกและขยายผลผลิตมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีตัวช่วยในการลดความเสี่ยง อีกทั้งยังเพิ่มการใช้วิทยาการใหม่ๆในการดำเนินงาน ตลอดจนเป็นแรงชักนำให้เกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูงมีแรงจูงในการลงทุนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการลดความเสี่ยงให้กับสถาบันการเงินที่ให้เกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูงกู้ยืมเงิน เช่น ธนาคารต่าง ๆ เนื่องจากเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูงสามารถใช้กรมธรรม์เป็นหลักในการกู้ยืมเงินได้ การประกันนี้ยังเป็นเครื่องมือสนับสนุนนโยบายต่าง ๆ ของรัฐบาลทำให้เกิดการเติบโตของเศรษฐกิจและสร้างรายได้ให้กับประเทศมากยิ่งขึ้นซึ่งเรียกว่า “การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทย” จึงเป็นวิธีการช่วยแก้ปัญหาที่น่าสนใจ เพราะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาที่เกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูงประสบพบเจออยู่ในปัจจุบันได้อีกทางหนึ่งและการทำประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทยจะเป็นเครื่องมือที่จะช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตและยกระดับการครองชีพของเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูงซึ่งถือเป็นภาคการเกษตรที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาและออกแบบกรมธรรม์การประกันภัยสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูง

1.2.2 เพื่อคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงและเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการประกันภัยในอนาคต

1.3 ขอบเขตของโครงงานพิเศษ

โครงงานพิเศษนี้ ได้ทำการศึกษาการออกแบบกรมธรรม์กรมธรรม์การประกันภัยสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูงภายใต้ขอบเขตดังต่อไปนี้

1.3.1 กำหนดให้ศึกษาอัตราการรอดชีวิตของไม้พะยูง โดยกำหนดให้พื้นที่การปลูกเป็น 1 ไร่

1.3.2 กำหนดให้จำนวนไม้พะยูงต่อพื้นที่ 1 ไร่ โดยจะเว้นระยะการปลูก 2 *X* 4 ตารางเมตรหรือประมาณ 200 ต้น

1.3.3 กำหนดให้มูลค่าของไม้พะยูงตามจำนวนปี

ตารางที่ 1-1 ตารางมูลค่าของไม้พะยูงตามจำนวนปี

อายุ (ปี)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	ปริมาตร (ตร.ม./ต้น)	มูลค่า		
			บาท/ตร.ม.	บาท/ต้น	บาท/ไร่
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	1	0	1,760.00	0.40	10.00
4	3.9	0	2,070.00	9.80	245.00
5	6.3	0.01	2,380.00	33.00	828.00
6	8.2	0.03	2,690.00	71.00	1,774.00
7	9.7	0.04	3,000.00	123.00	3,084.00
8	11.1	0.06	4,275.00	246.00	6,140.00
9	12.3	0.07	5,550.00	416.00	10,392.00
10	13.4	0.09	6,825.00	636.00	15,891.00
11	14.4	0.11	8,100.00	907.00	22,664.00
12	15.3	0.13	9,375.00	1,229.00	30,723.00
13	16.1	0.15	10,650.00	1,603.00	40,071.00

ตารางที่ 1-1 ตารางมูลค่าของไม้พะยูงตามจำนวนปี (ต่อ)

อายุ (ปี)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซ.ม.)	ปริมาตร (ตร.ม./ต้น)	มูลค่า		
			บาท/ตร.ม.	บาท/ต้น	บาท/ไร่
14	16.3	0.17	11,925.00	2,028.00	50,701.00
15	17.6	0.19	13,200.00	2,504.00	62,605.00
16	18.3	0.21	14,475.00	3,031.00	75,772.00
17	18.9	0.23	15,750.00	3,607.00	90,185.00
18	19.5	0.25	17,025.00	4,233.00	105,831.00
19	20.1	0.27	18,300.00	4,908.00	122,629.00
20	20.6	0.29	18,630.00	5,358.00	133,957.00
21	21.1	0.31	18,960.00	5,820.00	145,490.00
22	21.6	0.33	19,290.00	6,291.00	157,284.00
23	22	0.35	19,620.00	6,773.00	169,330.00
24	22.5	0.36	19,950.00	7,265.00	181,623.00
25	22.9	0.38	20,280.00	7,766.00	194,156.00
26	23.3	0.4	20,610.00	8,277.00	206,924.00
27	23.7	0.42	20,940.00	8,797.00	219,992.00
28	24.1	0.44	21,270.00	9,326.00	233,146.00
29	24.4	0.46	21,600.00	9,864.00	246,591.00
30	24.8	0.47	21,930.00	10,410.00	260,225.00

หมายเหตุ : มูลค่าเป็นราคาประเมินจากไม้ท่อนและคำนวณจากต้นไม้ 25 ต้น/ไร่ ที่มา : สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (2561)

1.3.4 กำหนดให้อัตราดอกเบี้ย (i) มีค่าเท่ากับร้อยละ 4

1.3.5 ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยที่แท้จริง

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

กรมธรรม์ประกันภัย (Policy) หมายถึง เอกสารที่แสดงข้อตกลง เงื่อนไขต่าง ๆ ของสัญญาประกันภัย ในกรมธรรม์จะประกอบไปด้วย รายละเอียดต่าง ๆ มากมาย อันเป็นเงื่อนไขและข้อตกลงต่าง ๆระหว่างผู้เอาประกันภัยและผู้รับประกันภัย

ผู้รับประกันภัย (Insurer) หมายถึง คู่สัญญาซึ่งตกลงจะชดใช้ค่าสินไหมทดแทน หรือชดใช้เงินจำนวนหนึ่งให้ผู้เอาประกันภัยหรือผู้รับประโยชน์

ผู้เอาประกันภัย (Insured) หมายถึง คู่สัญญาซึ่งตกลงจะส่งเบี้ยประกันภัยจำนวนหนึ่งให้ผู้รับประกันภัย เมื่อเกิดมีภัยขึ้น ผู้รับประกันภัยจึงจะจ่ายค่าสินไหมทดแทนให้แก่ผู้เอาประกันภัย

เบี้ยประกันภัย (Premium) หมายถึง จำนวนเงินที่ผู้เอาประกันภัยจะต้องจ่ายให้แก่ผู้รับประกันภัยตามสัญญาประกันภัย ซึ่งการจ่ายอาจจะจ่ายเป็นรายปี ราย 6 เดือน ราย 3 เดือน รายเดือน แล้วแต่จะระบุไว้ในกรมธรรม์ประกันภัย

ทุนประกันหรือจำนวนเงินเอาประกัน (Sum Insured) หมายถึง จำนวนเงินที่ตกลงกันว่า ผู้รับประกันภัยจะต้องจ่ายให้ผู้เอาประกันภัยหรือผู้รับประโยชน์ ตามที่ระบุไว้ในกรมธรรม์ประกันภัย เมื่อเกิดภัยหรือความเสียหายเกิดขึ้นแก่ผู้เอาประกันตามเงื่อนไขในสัญญาหรือกรมธรรม์

เบี้ยประกันภัยแท้จริง (Pure Premium) หมายถึง เบี้ยประกันภัยที่เป็นส่วนของการเสี่ยงภัยที่แท้จริง ไม่รวมค่าใช้จ่ายส่วนแรก หรือกำไร

เบี้ยประกันภัยสุทธิ (Net premium) หมายถึง เบี้ยประกันภัยที่รวมค่าใช้จ่ายต่างๆ และกำไร

ค่าเสียหายส่วนแรก (Deductible) หมายถึง จำนวนค่าสินไหมทดแทนส่วนแรกที่ผู้เอาประกันต้องรับภาระตามข้อตกลงของการประกันภัย

สภาวะด้านศีลธรรม (Moral Hazard) หมายถึง เหตุแห่งภัยที่เกิดจากความไม่ซื่อตรง หรือความไม่สุจริตใจของผู้เอาประกันภัย เช่น การลอบวางเพลิงเพื่อหวังเอาเงินประกันภัย การทุจริตเพื่อหวังค่าสินไหมทดแทน

ความเสียหายโดยสิ้นเชิง (Total Loss) หมายถึง ความเสียหายที่มีผลกระทบต่อต้นพะยูงจนไม่สามารถนำมาใช้งานหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงานพิเศษ

1.5.1 ได้กรมธรรม์ประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทยเพื่อช่วยบรรเทาความเสียหายของเกษตรกรที่ผู้ปลูกไม้พะยูงจากภัยธรรมชาติ

1.5.2 ทราบอัตราเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงและอัตราเบี้ยประกันภัยสุทธิของประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทย

1.5.3 บริษัทประกันภัยสามารถเป็นแนวทางพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยเพื่อนำไปใช้ในอนาคต

1.5.4 ได้กรมธรรม์ประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทยเพื่อเป็นแนวทางในการช่วยเหลือเกษตรกรที่ปลูกไม้พะยูง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้เป็นการพัฒนาการประกันภัยไม้พะยูง เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ มูลค่าของไม้พะยูง อัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตเฉลี่ยของไม้พะยูง คณะผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและสามารถนำไปเพื่อเป็นการวิจัยพัฒนารูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยไม้พะยูง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 รายละเอียดที่สำคัญเกี่ยวกับไม้พะยูง

2.1.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญ

ต้นพะยูงเป็นพันธุ์ไม้พระราชทานเพื่อปลูกเป็นมงคลของจังหวัดหนองบัวลำภู ต้นพะยูงจัดเป็นไม้มงคลนามตามชื่อที่พ้องกับคำว่า “พยุง” จึงมีความเชื่อว่าหากบ้านใดปลูกต้นพะยูงไว้เป็นไม้ประจำบ้านจะทำให้บุคคลในบ้านมีแต่ความเจริญ มีฐานะดีขึ้น ช่วยทำให้ชีวิตไม่ตกต่ำ ช่วยพยุงให้โชคดีมีชัย และต้นพะยูงยังจัดเป็นไม้มงคลที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารหรือก่อฐานประดิษฐ์วัตถุต่าง ๆ และยังจัดเป็น 1 ใน 9 ของไม้มงคลไทยอีกด้วย ซึ่งประกอบไปด้วย ราชพฤกษ์, ชัยพฤกษ์, ขนุน, ทองหลาง, ทรงบาดาล, ไผ่สีสุก, สัก, กันเกรา, และพะยูง *(กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2562.: ออนไลน์)*

ไม้พะยูงนั้นขึ้นชื่อว่าเป็นไม้ที่ “ปลูกง่ายแต่ตัดยาก” เพราะจัดเป็นไม้หวงห้ามประเภท ก. หรือไม้หวงห้ามธรรมดา ตามพระราชบัญญัติป่าไม้ พุทธศักราช พ.ศ. 2484 ที่มีจำนวนกว่า 158 ชนิด โดยไม้เหล่านี้เป็นพันธุ์ไม้ที่ให้เนื้อไม้มีคุณภาพดี ใช้ก่อสร้างอาคารบ้านเรือนได้ แต่ทางการจะยอมให้ตัดและชักลากออกมาทำสินค้าได้ ต้องได้รับอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่ก่อน และไม่อนุญาตให้ส่งออก แต่ในปัจจุบันราชกิจจานุเบกษาได้เผยแพร่ พ.ร.บ. ป่าไม้ (ฉบับที่ 8) พ.ศ. 2562 ซึ่งมีสาระสำคัญอยู่ที่การปรับแก้ พ.ร.บ. ป่าไม้ฯ มาตรา 7 เป็นการลดขั้นตอนการอนุญาตให้ทั้งผู้ประกอบการและประชาชนที่มีไม้ในบัญชีหวงห้าม เช่น พะยูง ชิงชัน สัก ยางนา ฯลฯ ที่ขึ้นอยู่ในที่ดินเอกสารสิทธิของตัวเอง สามารถปลูกหรือตัดไม้หวงห้ามบนที่ดินกรรมสิทธิ์ได้และหากผู้ใดประสงค์จะขอหนังสือรับรองไม้ผลิตภัณฑ์ไม้ และถ่านไม้ เพื่อการค้าหรือการส่งออกไปนอกราชอาณาจักร ให้ยื่นคำขอต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ และเสียค่าใช้จ่ายในการออกหนังสือรับรองตามที่กรมป่าไม้กำหนด องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ได้ส่งเสริมให้ชาวเกษตรกรไทย มีการปลูกไม้เศรษฐกิจในที่ดินกรรมสิทธิ์ของตัวเอง หรือที่ดินที่มีสิทธิ์ในการครอบครอง โดยใช้ประโยชน์ทางด้านกฎหมาย โดยไม้ที่ปลูกนั้นก็จะเป็นประเภทไม้โตเร็วและไม้โตช้า สำหรับ “ไม้โตช้า” หมายถึง ไม้ที่มีอายุรอบตัดฟันมากกว่า 10 ปี เช่น สัก ประดู่ป่า ยางนา ตะเคียน เป็นต้น ทั้งนี้ ในการปลูกซึ่งเกษตรกรสามารถ ปลูกเป็นแปลง ปลูกบนคันนา ขอบแปลง ปลูกแทรก หรือปลูกเสริมในพื้นที่ทำการเกษตรในรูปแบบต่าง ๆ ได้ จำนวน 100 ต้น/ไร่ โดยสนับสนุนค่าใช้จ่ายเงินลงทุนในการปลูกและบำรุงรักษาไม้โตช้า ในอัตรา 5,940 บาท (ปีที่ 1 3,900 บาท ปีที่ 2 และ 3 ปีละ 1,020 บาท*) (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2562.: ออนไลน์)*

2.1.2 มูลค่าของไม้พะยูง

ไม้พะยูงจัดว่าเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งไม้มีค่าทางเศรษฐกิจ หมายถึง ไม้ยืนต้นทุกชนิดรวมถึงไม้ที่ปลูกขึ้นเองตามธรรมชาติ และอยู่นอกเขตป่าอนุรักษ์ที่มีการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้หรือผลิตผลอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เนื้อไม้เพื่อการค้า ดังนั้นอาจกล่าวโดยรวมได้ว่าไม้มีค่าทางเศรษฐกิจเป็นไม้ที่สามารถนำมาสร้างมูลค่าหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ รวมทั้งให้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่ผู้ปลูก เช่น ไม้ฟืน ไม้ใช้สอย ไม้ก่อสร้าง ไม้เพื่อพืชอาหาร หรือไม้เพื่อน้ำยาง เป็นต้น

มูลค่าของเนื้อไม้ในการปลูกไม้มีค่าทางเศรษฐกิจนั้นจะผันแปรไปตามชนิด ขนาด อายุ คุณภาพเนื้อไม้และความต้องการของตลาด ทั้งนี้ผู้ปลูกไม้มีค่าทางเศรษฐกิจจะต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์และความต้องการของตนว่ามีความต้องการในการได้รับผลตอบแทนทางเศรษฐกิจแบบใด โดยทั่วไปแล้วไม้ที่มีการเติบโตเร็วจะมีมูลค่าของเนื้อไม้ต่ำกว่าไม้ที่มีการเติบโตปานกลาง และไม้ที่มีการเติบโตช้า โดยไม้พะยูงจัดเป็นไม้ที่มีการเติบโตช้า ดังนั้นไม้กลุ่มที่มีอัตราการเติบโตช้ามาก จึงไม่ค่อยนิยมปลูกกันมากนักแม้ว่ามูลค่าของเนื้อไม้จะสูงมากก็ตาม ยิ่งถ้าลักษณะของเนื้อไม้มีความสวยงามมากเท่าใดจะทำให้มูลค่าเนื้อไม้จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก เมื่อไม้มีขนาดใหญ่ขึ้นสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างและเฟอร์นิเจอร์ชั้นสูง รวมทั้งเหมาะสำหรับการปลูกเพื่ออนุรักษ์ เนื่องจากมีอายุยืนยาว *(องค์ความรู้ในการส่งเสริมการปลูกไม้มีค่าทางเศรษฐกิจ, 2562)*

ตารางที่ 2-1 ตารางการประเมินมูลค่าของไม้พะยูงตามจำนวนปี

อายุ (ปี)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	ปริมาตร (ตร.ม./ต้น)	มูลค่า		
			บาท/ตร.ม.	บาท/ต้น	บาท/ไร่
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	1	0	1,760.00	0.40	10.00
4	3.9	0	2,070.00	9.80	245.00
5	6.3	0.01	2,380.00	33.00	828.00

ตารางที่ 2-1 ตารางการประเมินมูลค่าของไม้พะยูงตามจำนวนปี (ต่อ)

อายุ (ปี)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	ปริมาตร (ตร.ม./ต้น)	มูลค่า		
			บาท/ตร.ม.	บาท/ต้น	บาท/ไร่
6	8.2	0.03	2,690.00	71.00	1,774.00
7	9.7	0.04	3,000.00	123.00	3,084.00
8	11.1	0.06	4,275.00	246.00	6,140.00
9	12.3	0.07	5,550.00	416.00	10,392.00
10	13.4	0.09	6,825.00	636.00	15,891.00
11	14.4	0.11	8,100.00	907.00	22,664.00
12	15.3	0.13	9,375.00	1,229.00	30,723.00
13	16.1	0.15	10,650.00	1,603.00	40,071.00
14	16.3	0.17	11,925.00	2,028.00	50,701.00
15	17.6	0.19	13,200.00	2,504.00	62,605.00
16	18.3	0.21	14,475.00	3,031.00	75,772.00
17	18.9	0.23	15,750.00	3,607.00	90,185.00
18	19.5	0.25	17,025.00	4,233.00	105,831.00
19	20.1	0.27	18,300.00	4,908.00	122,629.00

20	20.6	0.29	18,630.00	5,358.00	133,957.00
21	21.1	0.31	18,960.00	5,820.00	145,490.00
22	21.6	0.33	19,290.00	6,291.00	157,284.00
23	22	0.35	19,620.00	6,773.00	169,330.00
24	22.5	0.36	19,950.00	7,265.00	181,623.00
25	22.9	0.38	20,280.00	7,766.00	194,156.00
26	23.3	0.4	20,610.00	8,277.00	206,924.00
27	23.7	0.42	20,940.00	8,797.00	219,992.00
28	24.1	0.44	21,270.00	9,326.00	233,146.00
29	24.4	0.46	21,600.00	9,864.00	246,591.00
30	24.8	0.47	21,930.00	10,410.00	260,225.00

หมายเหตุ : มูลค่าเป็นราคาประเมินจากไม้ท่อนและคำนวณจากต้นไม้ 25 ต้น/ไร่

ที่มา : สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (2561)

2.1.3 อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตเฉลี่ยของไม้พะยูง

ไม้พะยูงจัดเป็นไม้โตช้า มีอัตราการเติบโตของเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 0.8 เซนติเมตร/ปี รอบตัดฟันไม้ประมาณ 20 - 30 ปี

ตารางที่ 2-2 การรอดตายและการเติบโตเฉลี่ยของไม้พะยูงในช่วงเวลา 5 ปี 10 ปี และ 15 ปี

จำนวนปีที่ปลูก	ระยะปลูก (ม.)	จำนวนต้น/ไร่	อัตราการรอดตาย (%)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)	ราคา/ต้น	ราคา/ไร่
5	2x4	200	92.8	6.3	33.00	6,624.00
10	2x4	200	92.8	13.4	636.00	127,128.00
15	2x4	200	92.8	17.6	2,504.00	62,605.00
5	2x2	400	85	6.3	33.00	6,624.00
10	2x2	400	85	13.4	636.00	127,128.00
15	2x2	400	85	17.6	2,504.00	62,605.00

ที่มา : สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ลำเภา-ลำทราย อ.เมือง จ.กาญจนบุรี

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 มูลค่าปัจจุบัน

$$Z=\begin{cases}(K+1)v^{K+1}, K=0,1,2,\ldots,n-1\\ 0, K=n, n+1,\ldots\end{cases} \quad (2\text{-}1)$$

โดยที่ K คือ ความยาวนานของชีวิตที่เป็นจำนวนปีเต็ม

$v=(1+i)^{-1}$ เมื่อ i คือ อัตราดอกเบี้ยต่อปี

*** หมายเหตุ การจ่ายเบี้ยประกันสำหรับไม้พะยูงนั้นมีอัตราเบี้ยประกันคงที่ตลอดระยะเวลาในการรับประกัน ดังนั้น จาก (2-1)*

จะได้ $$z=\begin{cases} v^{K+1}, K=0,1,2,\ldots,n-1 \\ 0, K=n, n+1, \ldots \end{cases} \quad (2\text{-}2)$$

2.2.2 ความคาดหวังมูลค่าปัจจุบัน

$$(IA)^{1}_{x:\overline{n}|} = \sum_{k=0}^{n-1}(k+1)v^{k+1}\,{}_{k}p_x q_{x+k} + nv^{n}\,{}_{n}p_x = \frac{1}{l_x}\sum_{k=0}^{n-1}(k+1)v^{k+1}d_{x+k} \quad (2\text{-}3)$$

เมื่อ k คือ ค่าเริ่มต้นของระยะเวลาการคุ้มครองจากปีที่ 0 ถึง $n-1$

p_x คือ อัตราการรอดชีวิต

q_x คือ อัตราการตาย

n คือ ระยะเวลาคุ้มครอง

l_x คือ จำนวนที่มีอายุ x

d_x คือ จำนวนที่ชดเชยตามสัดส่วนการรับประกันภัย

จากสมการที่ (2-3) สามารถจัดรูปของสมการใหม่ได้ดังนี้

$$(IA)^{1}_{x:n\overline{l}} = A_x + {}_{1|}A_x + {}_{2|}A_x + \ldots + {}_{n-1|}A_x - n\,{}_{n|}A_x \quad (2\text{-}4)$$

ให้ แทน EPV (ความคาดหวังมูลค่าปัจจุบัน) สำหรับการประกันชีวิตแบบชั่วระยะเวลาคุ้มครอง n ปี จากสูตร

$$\begin{aligned} A^{1}_{x:\overline{n}|} &= E(Z) = E(v^{K+1}) \\ &= \sum_{k=0}^{n-1} v^{K+1}\,{}_{K}p_x q_{x+K} \\ &= \frac{1}{l_x}\sum_{K=0}^{n-1} v^{K+1} d_{x+K} \end{aligned} \quad (2\text{-}5)$$

** หมายเหตุ : การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัย โดยกำหนดมูลค่าราคาทุนประกันขององไม้พะยูง 500,000 บาทต่อไร่ โดยมีอัตราการรอดชีวิต 0.928 อัตราการตาย 0.072 และคิดดอกเบี้ย 0.04*

วิธีการดำเนินงาน

ในการศึกษาโครงงานพิเศษนี้ เป็นการศึกษาที่ต้องการออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยไม้พะยูงให้เหมาะสมกับเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูง โดยเพื่อคุ้มครองความเสี่ยงที่จะกระทบต่อเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูง ซึ่งวิธีการดำเนินงานการวิจัยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

โครงงานพิเศษนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลมาจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ และเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูง รวมทั้งการเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์ต่างๆและหน่วยงานกรมป่าไม้

3.2 การวิเคราะห์การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัย

การวิเคราะห์การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยนี้ได้พิจารณาจากกรมธรรม์ประกันชีวิตและเงื่อนไขความคุ้มครองจากกรมธรรม์ประกันชีวิต ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยเป็น 2 แบบ คือ

1) กรมธรรม์ประกันภัยแบบที่ 1

คุ้มครองปีที่ 5-10 มี 2 แผนการจ่ายเบี้ยประกันภัย

- แผนการจ่ายเบี้ยประกันภัยแผนที่ 1 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-5 ปี
- แผนการจ่ายเบี้ยประกันภัยแผนที่ 2 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-10 ปี

2) กรมธรรม์ประกันภัยแบบที่ 2

คุ้มครองปีที่ 5-15 มี 3 แผนการจ่ายเบี้ยประกันภัย

- แผนการจ่ายเบี้ยประกันภัยแผนที่ 1 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-5 ปี
- แผนการจ่ายเบี้ยประกันภัยแผนที่ 2 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-10 ปี
- แผนการจ่ายเบี้ยประกันภัยแผนที่ 3 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-15 ปี

3.3 รูปแบบความคุ้มครอง

เป็นรูปแบบรายปี หากเกิดความเสียหายภายหลังช่วงระยะเวลารอคอยแล้วผู้รับประกันจะจ่ายเงินให้กับผู้เอาประกันภัยตามช่วงอายุของไม้พะยูงที่กำหนดไว้

3.4 เงื่อนไขการรับประกัน

3.4.1 ผู้เอาประกันต้องมีอาชีพเป็นเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูง

3.4.2 ความเสียหายที่เกิดต่อต้นพะยูงต้องเป็นความเสียหายสิ้นเชิงเท่านั้น

3.4.3 ความเสียหายที่สืบเนื่องจากอุทกภัยที่เป็นเหตุให้ต้นไม้พะยูงเกิดความเสียหายโดยสิ้นเชิง สามารถเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนได้

3.4.4 ความเสียหายจากอัคคีภัยอันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติ (ไฟป่า) โดยภัยนี้ไม่ได้เกิดจากผู้เอาประกันภัยโดยผู้เอาประกันภัยสามารถเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนจากผู้รับประกันภัยได้

3.4.5 ความเสียหายอันเนื่องมาจากวาตภัย เช่น ลม พายุ และเกิดความเสียหายโดยสิ้นเชิง สามารถเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนได้

3.4.6 สามารถเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนได้ก็ต่อเมื่อพ้นระยะเลารอคอย 15 วัน นับตั้งแต่วันที่สัญญาเริ่มต้นให้ความคุ้มครอง

3.5 ข้อยกเว้นการจ่ายผลประโยชน์

3.5.1 ความเสียหายใดก็ตามที่เกิดในช่วงระยะเวลารอคอย (15วัน) ไม่สามารถเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนได้

3.5.2 ความเสียหายที่มีมูลค่าน้อยกว่า 100,000 บาทต่อต้น ไม่สามารถเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนได้

3.5.3 ความเสียหายที่เกิดจากโรคของพืช หรือภัยธรรมชาติอื่นที่กรมธรรม์ไม่ได้ระบุ และภัยอื่นๆ ที่กรมธรรม์ไม่ได้ระบุ ไม่สามารถเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนได้

3.5.5 กรมธรรม์จะสิ้นสุดความคุ้มครอง

3.5.5.1 จะสิ้นสุดกรมธรรม์การคุ้มครองเมื่อบริษัทได้จ่ายเงินคุ้มครองให้แก่ผู้เอาประกันเมื่อได้รับความเสียหายจามที่อยู่ในเงื่อนไขกรมธรรม์

3.5.5.2 การกระทำที่เกิดขึ้นเพื่อหวังเอาเงินประกันที่มีเจตนาชัดเจน

3.5.5.3 เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาเอาประกัน

3.6 การจ่ายค่าสินไหมทดแทน

3.6.1 ผู้ที่จะได้รับค่าสินไหมทดแทนจะต้องเป็นผู้อาประกันภัยหรือผู้รับผลประโยชน์

3.6.2 ต้องมีหลักฐานหรือต้องได้รับการตรวจสอบจากผู้รับประกันภัยก่อน เพื่อประเมินค่าสินไหมทดแทน

3.6.3 ต้องมีวันเวลาระบุที่ชัดเจนพร้อมทั้งหลักฐาน เพื่อเป็นหลักฐานยืนยันเวลาเริ่มเกิดความเสียหายและระยะเวลาความเสียหาย

3.6.4 หลักฐานทุกชิ้นต้องได้รับการรับรองจากหน่วยงานรัฐหรือผู้ดำรงตำแหน่งในพื้นที่ให้การรับรอง

3.6.5 ประกันภัยนี้จะไม่จ่ายค่าสินไหมทดแทนเกินจำนวนทุนประกันภัย

3.7 จุดเด่นของประกันภัย

ไม่จำกัด อายุ เพศ วุฒิการศึกษา อายุงาน ของเกษตรกรที่ต้องการทำประกันภัยและเพื่อบรรเทาความเสียหายของเกษตรกรที่จะได้รับจากภัยที่ไม่อาจคาดการณ์ได้เพื่อลดความเสี่ยงและความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับเกษตรกรโดยไม่ขาดคิด

ผลการวิจัย

จากการศึกษาเรื่อง การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทยคณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวมรวมข้อมูล โดยการสอบถามจากเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูงและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณเบี้ยประกันภัย โดยได้แบ่งหัวข้อออกเป็น 2 ส่วน คือ 4.1 วิธีการคำนวณเบี้ยประกันภัย และ 4.2 ตารางสรุปราคาเบี้ยประกันภัย โดยมีรายละเอียดดังนี้ 4.1 วิธีการคำนวณเบี้ยประกันภัย

4.1.1 กรณีที่ 1 คุ้มครอง ปีที่ 5-10 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-5 ปี

4.1.2 กรณีที่ 2 คุ้มครอง ปีที่ 5-10 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-10 ปี

4.1.3 กรณีที่ 3 คุ้มครอง ปีที่ 5-15 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-5 ปี

4.1.4 กรณีที่ 4 คุ้มครอง ปีที่ 5-15 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-10 ปี

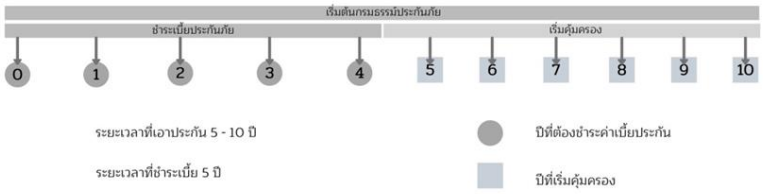
4.1.5 กรณีที่ 5 คุ้มครอง ปีที่ 5-15 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-15 ปี

4.2 ตารางสรุปราคาเบี้ยประกัน

4.1 วิธีการคำนวณเบี้ยประกันภัย

4.1.1 กรณีที่ 1 คุ้มครอง ปีที่ 5-10 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-5 ปี

แสดงแผนภาพได้ดังนี้



รูปที่ 4-1 แผน 1 จ่ายเบี้ยประกัน 1-5 ปี

จากสมการที่ $\frac{1}{l_x}\sum_{K=0}^{n-1} v^{K+1} d_{x+K}$ จาก (2-5) จะได้

$$A^{1}_{\overline{x:n}|} = \frac{1}{0.928}[(1.04)^{-5}(0.742)+(1.04)^{-6}(0.688)+(1.04)^{-7}(0.639)+(1.04)^{-8}(0.593)$$
$$+(1.04)^{-9}(0.55)+(1.04)^{-10}(0.51)]$$
$$= 0.202$$

มูลค่าทุนประกันภัย = 500,000 X 0.202

= 100,915.016 บาท

และ PV ของการจ่ายเบี้ยประกัน

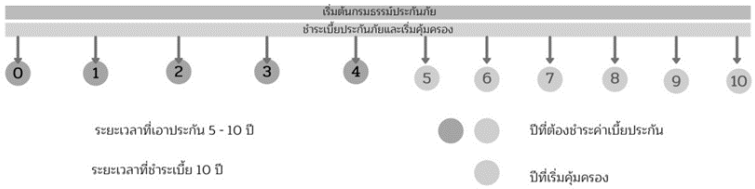
$$PV(PAY) = \left[(0.928)^{0}(1.04)^{0}+(0.928)^{1}(1.04)^{-1}+(0.928)^{2}(1.04)^{-2}+\ldots+(0.928)^{5}(1.04)^{-5}\right]$$

= 4.033

ดังนั้น เบี้ยประกันภัยเท่ากับ 2,090 บาทต่อเดือน ในกรณีชำระครั้งเดียวเท่ากับ 1,920 บาทต่อปี

4.1.2 กรณีที่ 2 คุ้มครอง ปีที่ 5-10 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-10 ปี

แสดงแผนภาพได้ดังนี้



รูปที่ 4-2 แผน 2 จ่ายเบี้ยประกัน 1-10 ปี

จากสมการ $\frac{1}{l_x}\sum_{K=0}^{n-1} v^{K+1} d_{x+K}$ จาก (2-5) จะได้

$$A^{1}_{x:n|} = \frac{1}{0.928}[(1.04)^{-5}(0.742) + (1.04)^{-6}(0.688) + (1.04)^{-7}(0.639) + (1.04)^{-8}(0.593) + (1.04)^{-9}(0.55) + (1.04)^{-10}(0.51)]$$

$$= 0.202$$

มูลค่าทุนประกันภัย = 500,000 X 0.202

= 100,915.016 บาท

และ PV ของการจ่ายเบี้ยประกัน

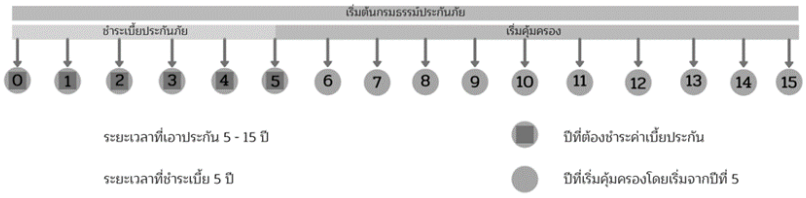
$$PV(PAY) = \left[(0.928)^{0}(1.04)^{0} + (0.928)^{1}(1.04)^{-1} + (0.928)^{2}(1.04)^{-2} + \ldots + (0.928)^{10}(1.04)^{-10}\right]$$

= 6.314

ดังนั้น เบี้ยประกันภัยเท่ากับ 1,335 บาทต่อเดือน ในกรณีชำระครั้งเดียวเท่ากับ 1,225 บาทต่อปี

4.1.3 กรณีที่ 3 คุ้มครอง ปีที่ 5-15 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-5 ปี

แสดงแผนภาพได้ดังนี้



รูปที่ 4-3 แผน 1 จ่ายเบี้ยประกัน 1-5 ปี

จากสมการ $\frac{1}{l_x}\sum_{K=0}^{n-1} v^{K+1} d_{x+K}$ จาก (2-5) จะได้

$$A^{1}_{x:n|} = \frac{1}{0.928}\left[(1.04)^{-5}(0.742) + (1.04)^{-6}(0.688) + \ldots + (1.04)^{-15}(0.351)\right]$$

$$= 0.291$$

มูลค่าทุนประกันภัย = 500,000 X 0.291

= 145,587.243 บาท

และ PV ของการจ่ายเบี้ยประกัน

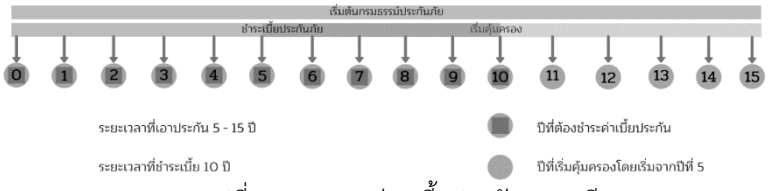
$$PV(PAY) = \left[(0.928)^{0}(1.04)^{0} + (0.928)^{1}(1.04)^{-1} + (0.928)^{2}(1.04)^{-2} + \ldots + (0.928)^{5}(1.04)^{-5} \right]$$

= 4.033

ดังนั้น เบี้ยประกันภัยเท่ากับ 3,010 บาทต่อเดือน ในกรณีชำระครั้งเดียวเท่ากับ 2,760 บาทต่อปี

4.1.4 กรณีที่ 4 คุ้มครอง ปีที่ 5-15 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-10 ปี

แสดงแผนภาพได้ดังนี้



รูปที่ 4-4 แผน 2 จ่ายเบี้ยประกัน 1-10 ปี

จากสมการ $\frac{1}{l_x}\sum_{K=0}^{n-1} v^{K+1} d_{x+K}$ จาก (2-5) จะได้

$$A^{1}_{\ x:\overline{n}|} = \frac{1}{0.928}\left[(1.04)^{-5}(0.742) + (1.04)^{-6}(0.688) + \ldots + (1.04)^{-15}(0.351) \right]$$

= 0.291

มูลค่าทุนประกันภัย = 500,000 X 0.291

= 145,587.243 บาท

และ PV ของการจ่ายเบี้ยประกัน

$$PV(PAY) = \left[(0.928)^{0}(1.04)^{0} + (0.928)^{1}(1.04)^{-1} + (0.928)^{2}(1.04)^{-2} + \ldots + (0.928)^{10}(1.04)^{-10} \right]$$

= 6.314

ดังนั้น เบี้ยประกันภัยเท่ากับ 1,925 บาทต่อเดือน ในกรณีชำระครั้งเดียวเท่ากับ 1,765 บาทต่อปี

4.1.5 กรณีที่ 5 คุ้มครอง ปีที่ 5-15 จ่ายเบี้ยประกันภัย 1-15 ปี

แสดงแผนภาพได้ดังนี้



รูปที่ 4-5 แผน 3 จ่ายเบี้ยประกัน 1-15 ปี

จากสมการ $\frac{1}{l_x}\sum_{K=0}^{n-1} v^{K+1} d_{x+K}$ จาก (2-5) จะได้

$$A^{1}_{\ x:n|} = \frac{1}{0.928}\left[(1.04)^{-5}(0.742) + (1.04)^{-6}(0.688) + \ldots + (1.04)^{-15}(0.351)\right]$$

= 0.291

มูลค่าทุนประกันภัย = 500,000 X 0.291

= 145,587.243 บาท

และ PV ของการจ่ายเบี้ยประกัน

$$PV(PAY) = \left[(0.928)^{0}(1.04)^{0} + (0.928)^{1}(1.04)^{-1} + (0.928)^{2}(1.04)^{-2} + \ldots + (0.928)^{15}(1.04)^{-15}\right]$$

= 7.605

ดังนั้น เบี้ยประกันภัยเท่ากับ 1,600 บาทต่อเดือน ในกรณีชำระครั้งเดียวเท่ากับ 1,470 บาทต่อปี

4.2 ตารางสรุปราคาเบี้ยประกันภัย

จากผลการคำนวณข้างต้นจะทำให้ทราบถึงทุนประกันภัยในอัตราร้อยละ 100, ร้อยละ 30, ร้อยละ 50 และร้อยละ 70 ตามลำดับของกรมธรรม์ประกันภัยไม้พะยูงฉบับนี้ ซึ่งจะแสดงผลในกรณีจ่ายเบี้ยประกันภัยรายเดือนและรายปีตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-1 กรณีจ่ายเบี้ยประกันรายเดือน

แบบแผนการรับประกัน	ทุนประกันเต็มจำนวน (บาทต่อเดือน)	ทุนประกันร้อยละ 30 (บาทต่อเดือน)	ทุนประกันภัยร้อยละ 50 (บาทต่อเดือน)	ทุนประกันภัยร้อยละ 70 (บาทต่อเดือน)
กรณีจ่ายเบี้ย1-10 ปี คุ้มครอง 5-10 ปี	1,335	340	670	935
กรณีจ่ายเบี้ย 1-10 ปี คุ้มครอง5-15 ปี	1,925	580	965	1,345
กรณีจ่ายเบี้ย 1-5 ปี คุ้มครอง5-10 ปี	2,090	630	1,045	1,460
กรณีจ่ายเบี้ย 1-5 ปี คุ้มครอง 5-15 ปี	3,010	905	1,505	2,110
กรณีจ่ายเบี้ย 1-15 ปี คุ้มครอง 5-15 ปี	1,600	480	800	1,120

ตารางที่ 4-2 กรณีจ่ายเบี้ยประกันรายปี

แบบแผนการรับประกัน	ทุนประกันเต็มจำนวน (บาทต่อปี)	ทุนประกันร้อยละ 30 (บาทต่อปี)	ทุนประกันภัยร้อยละ 50 (บาทต่อปี)	ทุนประกันภัยร้อยละ 70 (บาทต่อปี)
กรณีจ่ายเบี้ย1-10 ปี คุ้มครอง 5-10 ปี	1,225	315	615	860
กรณีจ่ายเบี้ย 1-10 ปี คุ้มครอง5-15 ปี	1,765	535	885	1,235
กรณีจ่ายเบี้ย 1-5 ปี คุ้มครอง5-10 ปี	1,920	580	960	1,340
กรณีจ่ายเบี้ย 1-5 ปี คุ้มครอง 5-15 ปี	2,760	830	1,380	1,935
กรณีจ่ายเบี้ย 1-15 ปี คุ้มครอง 5-15 ปี	1,470	440	735	1,030

ตารางที่ 4-3 ตารางมรณะของไม้พะยูง

$ปี$	l_x	d_x	p_x	q_x	$ปี$	l_x	d_x	p_x	q_x
0	10000	720.00	0.928	0.072	61	105	7.55	0.928	0.072
1	9280	668.16	0.928	0.072	62	97	7.00	0.928	0.072
2	8612	620.05	0.928	0.072	63	90	6.50	0.928	0.072
3	7992	575.41	0.928	0.072	64	84	6.03	0.928	0.072
4	7416	533.98	0.928	0.072	65	78	5.60	0.928	0.072
5	6882	495.53	0.928	0.072	66	72	5.19	0.928	0.072
6	6387	459.85	0.928	0.072	67	67	4.82	0.928	0.072
7	5927	426.74	0.928	0.072	68	62	4.47	0.928	0.072
8	5500	396.02	0.928	0.072	69	58	4.15	0.928	0.072
9	5104	367.51	0.928	0.072	70	54	3.85	0.928	0.072
10	4737	341.05	0.928	0.072	71	50	3.57	0.928	0.072
11	4396	316.49	0.928	0.072	72	46	3.32	0.928	0.072
12	4079	293.70	0.928	0.072	73	43	3.08	0.928	0.072
13	3786	272.56	0.928	0.072	74	40	2.86	0.928	0.072

ตารางที่ 4-3 ตารางมรณะของไม้พะยูง (ต่อ)

$ปี$	l_x	d_x	p_x	q_x	$ปี$	l_x	d_x	p_x	q_x
14	3513	252.93	0.928	0.072	75	37	2.65	0.928	0.072
15	3260	234.72	0.928	0.072	76	34	2.46	0.928	0.072

16	3025	217.82	0.928	0.072	77	32	2.28	0.928	0.072
17	2807	202.14	0.928	0.072	78	29	2.12	0.928	0.072
18	2605	187.58	0.928	0.072	79	27	1.97	0.928	0.072
19	2418	174.08	0.928	0.072	80	25	1.82	0.928	0.072
20	2244	161.54	0.928	0.072	81	24	1.69	0.928	0.072
21	2082	149.91	0.928	0.072	82	22	1.57	0.928	0.072
22	1932	139.12	0.928	0.072	83	20	1.46	0.928	0.072
23	1793	129.10	0.928	0.072	84	19	1.35	0.928	0.072
24	1664	119.81	0.928	0.072	85	17	1.26	0.928	0.072
25	1544	111.18	0.928	0.072	86	16	1.17	0.928	0.072
26	1433	103.18	0.928	0.072	87	15	1.08	0.928	0.072
27	1330	95.75	0.928	0.072	88	14	1.00	0.928	0.072
28	1234	88.85	0.928	0.072	89	13	0.93	0.928	0.072
29	1145	82.46	0.928	0.072	90	12	0.86	0.928	0.072
30	1063	76.52	0.928	0.072	91	11	0.80	0.928	0.072
31	986	71.01	0.928	0.072	92	10	0.74	0.928	0.072
32	915	65.90	0.928	0.072	93	10	0.69	0.928	0.072
33	849	61.15	0.928	0.072	94	9	0.64	0.928	0.072
34	788	56.75	0.928	0.072	95	8	0.59	0.928	0.072
35	731	52.66	0.928	0.072	96	8	0.55	0.928	0.072
36	679	48.87	0.928	0.072	97	7	0.51	0.928	0.072
37	630	45.35	0.928	0.072	98	7	0.48	0.928	0.072
38	585	42.09	0.928	0.072	99	6	0.44	0.928	0.072
39	542	39.06	0.928	0.072	100	6	0.41	0.928	0.072
40	503	36.25	0.928	0.072	101	5	0.38	0.928	0.072
41	467	33.64	0.928	0.072	102	5	0.35	0.928	0.072

ตารางที่ 4-3 ตารางมรณะของไม้พะยูง (ต่อ)

ปี	l_x	d_x	p_x	q_x	ปี	l_x	d_x	p_x	q_x
42	434	31.21	0.928	0.072	103	5	0.33	0.928	0.072
43	402	28.97	0.928	0.072	104	4	0.30	0.928	0.072
44	373	26.88	0.928	0.072	105	4	0.28	0.928	0.072
45	346	24.95	0.928	0.072	106	4	0.26	0.928	0.072
46	322	23.15	0.928	0.072	107	3	0.24	0.928	0.072
47	298	21.48	0.928	0.072	108	3	0.23	0.928	0.072
48	277	19.94	0.928	0.072	109	3	0.21	0.928	0.072
49	257	18.50	0.928	0.072	110	3	0.19	0.928	0.072
50	238	17.17	0.928	0.072	111	2	0.18	0.928	0.072
51	221	15.93	0.928	0.072	112	2	0.17	0.928	0.072
52	205	14.79	0.928	0.072	113	2	0.15	0.928	0.072
53	191	13.72	0.928	0.072	114	2	0.14	0.928	0.072
54	177	12.73	0.928	0.072	115	2	0.13	0.928	0.072
55	164	11.82	0.928	0.072	116	2	0.12	0.928	0.072
56	152	10.97	0.928	0.072	117	2	0.11	0.928	0.072
57	141	10.18	0.928	0.072	118	1	0.11	0.928	0.072
58	131	9.44	0.928	0.072	119	1	0.10	0.928	0.072
59	122	8.76	0.928	0.072	120	1	0.09	0.928	0.072
60	113	8.13	0.928	0.072	121	1	0.09	0.928	0.072
					122	1	0.08	0.928	0.072
					123	1	0.07	0.928	0.072
					124	0	0.00	0.928	0.072

สรุปผลการวิจัยและอภิปราย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและการออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทยเพื่อช่วยบรรเทาความเสียหายที่เกษตรกรได้รับจากภัยธรรมชาติ และคำนวณอัตราเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการประกันภัยในอนาคต

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โดยผู้วิจัยเล็งเห็นว่าไม้พะยูงเป็นไม้ที่มีการแพร่หลายในการปลูกอีกทั้งยังมีมูลค่าค่อนข้างสูง แต่ต้องใช้ระยะเวลานานประมาณ 10-30 ปี ในการตัดต้นไม้พะยูงให้ได้ราคาสูงสุดแต่ในระหว่างนี้หากเกิดความเสียหายต่างๆ จนทำให้ต้นไม้พะยูงตาย เช่น เป็นโรค ศัตรูพืช ภัยทางธรรมชาติเป็นต้น จะทำให้สูญเสียรายได้ที่มีมูลค่าสูงไปในทันที จึงทำให้มีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดความเสียหายเนื่องจากระยะเวลาเจริญเติบโตนานก่อนจะได้รับผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง อีกทั้งในตอนนี้ทางรัฐบาลได้ออกกฎหมายให้ไม้พะยูงสามารถซื้อขายได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย (พ.ศ.2562) ซึ่งทำให้มีแนวโน้มที่จะมีการปลูกไม้พะยูงเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ทางคณะผู้วิจัยได้มีการเล็งเห็นถึงความสำคัญของเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูง จึงได้จัดทำโครงงานพิเศษ เรื่อง “การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับไม้พะยูงของเกษตรกรไทย” โดยทางคณะผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ และเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูง รวมทั้งการเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์ต่างๆและหน่วยงานกรป่าไม้ ที่มีข้อมูลเกี่ยวกับไม้พะยูง และการคิดเบี้ยประกันภัย แล้วทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณเบี้ยประกันภัย โดยมีการทำแผนประกันภัยในช่วง 1 - 15 ปี ก่อนเกิดมูลค่าในระดับราคาที่ต้องการ โดยได้ค่าอัตราการรอดชีวิต (Survival Rate) เท่ากับ 0.928 และอัตราดอกเบี้ย (Interest Rate) เท่ากับ 0.04 เพื่อนำมาคำนวณเบี้ยประกันภัยแบบชั่วระยะเวลา โดยแบ่งความคุ้มครองเป็น 2 แบบ คือ กรมธรรม์ประกันภัยแบบที่ 1) คุ้มครอง ปีที่ 5-10 และกรมธรรม์ประกันภัยแบบที่ 2) คุ้มครอง ปีที่ 5-15 โดยจะมีการจ่ายเงินทุนประกันภัยเมื่อพบความเสียหายอยู่ด้วยกัน 4 กรณี คือ 1) ทุนประกันเต็มจำนวน 2) ทุนประกันร้อยละ 30 3) ทุนประกันร้อยละ 50 4) ทุนประกันร้อยละ 70 ซึ่งมีเกณฑ์ในการกำหนดทุนประกันภัยเท่ากับ 500,000 บาท/ไร่ และแบ่งเป็นการจ่ายเบี้ยประกันภัย 2 กรณี โดยการจ่ายแบบรายเดือนและจ่ายรายปี โดยการจ่ายเบี้ยแบบรายเดือนจะมีเบี้ยประกันภัยที่แพงกว่าการจ่ายเบี้ยประกันภัยแบบรายปี

5.2 การอภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบว่า ค่าเบี้ยประกันภัยที่คำนวณได้ แสดงให้เห็นว่าการทำประกันภัยสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกไม้พะยูงหากเกิดความเสียหาย สามารถลดความเสี่ยงทางการลงทุนให้กับเกษตรกรในการปลูกไม้โตช้าในช่วงเวลาที่ไม่เกิดมูลค่าในการจำหน่าย อีกทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนากรมธรรม์ประกันภัยกับไม้มีค่าชนิดอื่น

บรรณานุกรม

กรมป่าไม้. 2561. คู่มือการจัดการสวนป่าไม้. เศรษฐกิจอย่างยั่งยืน. สำนักรับรองป่าไม้ กรมป่าไม้.

กรมป่าไม้. มปป. กระบวนการปลูกป่าเอกชน-คู่มือสำหรับประชาชน. แหล่งที่มา;
http://www.forest.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id =5592&lang=th,
20 มากราคม พ.ศ.2563.

กรมป่าไม้. พะยูงกับการตัดสินใจของเกษตรกรที่จะเลือกปลูก. แหล่งที่มา;
http://forprod.forest.go.th/forprod/techtransfer/document,
20 มกราคม พ.ศ. 2563.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธ์พืช. ไม้พะยูง. แหล่งที่มา;
http://www.dnp.go.th/mfcd3/interesttrees.htm?fbclid=IwAR01Hhr-xGL3IW2f9CKCDNP-2zdqtl8H7CYPtLVN3S4ygMwWbuokiqkLh6g,
15 ธันวาคม พ.ศ.2562

คณะวนศาสตร์. 2560. ยุทศาสตร์และแผนงานการส่งเสริมไม้เศรษฐกิจแบบครบวงจร
(พ.ศ.2561-2579). รายงานฉบับสมบูรณ์. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงศ์โสโน. 2561. กลสมบัติไม้. (อัดสำเนา). กองค้นคว้า,กรมป่าไม้,กรุงเทพฯ.กรมป่าไม้

ราตรี อยู่ยืน. 2556. การประเมินความหลากหลายและโครงสร้างทางพันธุกรรมของไม้พะยูง
โดยใช้ข้อมูลดีเอ็นเอของคลอโรพลาสจีโนม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ส่วนปลูกป่าเอกชน สำนักส่งเสริมการปลูกป่า. 2553.พะยูง. (เอกสารเผยแพร่). กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สำนักงานส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้. 2561. องค์ความรู้ในการส่งเสริมการปลูกไม้มีค่า
ทางเศรษฐกิจ. (เอกสารเผยแพร่). กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

The Analysis of Factors Influencing Physical and Mental Health of Secondary School Student Under The Chiang Mai Secondary Educational Sevice Area Office 34 and Special Educational School in Mae Hong Son Province

สุดารัตน์ ทองขาว[1] และ พิชญ์สินี ชมภูคำ[2]

Sudarat Tongkhow[1] and Phichsinee Chomphucome[2]

1. นักศึกษาหลักสูตร วท.บ.(สถิติประยุกต์) ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

2.อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สุดารัตน์ ทองขาว อีเมล: 59143910@gmail.ac.th

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านบุคคล ด้านครอบครัว ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมกับสุขภาพกายและสุขภาพจิต และสร้างสมการทำนายสุขภาพกายและสุขภาพจิต เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้แบบสอบถาม ขนาดตัวอย่าง 490 คน เลือกแบบแบ่งชั้นภูมิ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test F-test และ Welch test การเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยใช้ Scheffe's Test และ Dunnett's T3 สร้างสมการทำนายสุขภาพกาย โดยการวิเคราะห์การถดถอยไม่เชิงเส้น และแปลงคะแนนสุขภาพจิต โดยวิธีการ Box–Cox Transformation แล้วสร้างสมการทำนาย โดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงเส้นพหุคูณ ตรวจสอบตัวแบบสมการโดยใช้ Shapiro-Wilk normality test, Ramsey's RESET Test, Durbin-Watson test, Breusch-Pagan test และ Variance inflation Factor (VIF) ผลการศึกษา พบว่า

1. ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ เพศ งานอดิเรก ปัญหาส่วนตัวของนักเรียน ปัจจัยด้านครอบครัว ได้แก่ ลักษณะครอบครัวที่มีการสูบบุหรี่/สารเสพติด สุขภาพทางกายทางจิตของมารดา ระดับการศึกษาของบิดา อาชีพของมารดา และความสัมพันธ์ในครอบครัว ปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ สภาพมลภาวะที่อยู่อาศัย คือ กลิ่นเหม็น ฝุ่นละออง เสียงดัง การให้บริการด้านสุขภาพส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของสุขภาพกายแตกต่างกัน

2. ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ เพศ งานอดิเรก ปัญหาส่วนตัวของนักเรียน ปัจจัยด้านครอบครัว ได้แก่ ลักษณะครอบครัวที่มีการสูบบุหรี่ ระดับการศึกษาของบิดา อาชีพของมารดา และความสัมพันธ์ในครอบครัว ปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ สภาพมลภาวะที่อยู่อาศัย คือ ฝุ่นละออง เสียงดัง การให้บริการด้านสุขภาพ ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของสุขภาพจิตแตกต่างกัน

3. ปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ ความเครียด เป็นตัวแปรที่มีผลต่อสุขภาพกายของนักเรียน ได้สมการทำนาย $\hat{Y} = 5.8931 + 0.0496X - 0.0164X^2$ สามารถทำนายสุขภาพกายของนักเรียนได้ประมาณร้อยละ 6.16 และตัวแปรในปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพจิตของนักเรียน คือ น้ำหนัก (X_1) จำนวนพี่น้อง (X_2) เกรดเฉลี่ยสะสม (X_3) การนอนหลับพักผ่อน(X_4) การออกกำลังกาย (X_5) รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครอบครัว (X_6) คะแนนการช่วยเหลือ ดูแล อบรม ให้ความอบอุ่น(X_7) ฝุ่นละอองจากแหล่งการคมนาคม การก่อสร้างหรือจากอื่น ๆ (X_8) การเข้าร่วมกิจกรรมกับสังคมของครอบครัว(X_9) คะแนนความสุขเวลาอยู่กับเพื่อน (X_{10}) คะแนนเข้ากับเพื่อนในห้องเรียน(X_{11}) และคะแนนความเครียด (X_{12}) สามารถร่วมกันทำนายสุขภาพจิตของนักเรียนได้ประมาณร้อยละ 28.30 ได้สมการทำนาย ดังนี้ $\hat{Y}_1 = 33.65005 - 0.111X_1 - 0.49412X_2 + 1.96599X_3 + 0.30701X_4 + 0.10879X_5 + 0.00004X_6 + 0.72504X_7 - 1.45417X_8 + 0.14392X_9 - 0.27759X_{10} + 0.60179X_{11} - 0.66964X_{12}$

คำสำคัญ: สุขภาพกาย, สุขภาพจิต, การวิเคราะห์การถดถอยไม่เชิงเส้น, การวิเคราะห์การถดถอยแบบเชิงเส้นพหุคูณ

Abstract:

This research aims to study the factors Influencing physical and mental health of Secondary School Student Under The Chiang Mai Secondary Educational Sevice Area Office 34 and Special Educational School in Mae Hong Son Province. Analyze the relationship between personal factors, family factors, society and environment factors and predicting equation of physical and mental health. A questionnaires was used as a research instrument to collect a sample of 490 students using the stratified sampling scheme. Statistical methods for analyzing data are percentage, mean, standard deviation, t-test, F-test, Welch test multiple comparisons by Scheffe's and Dunnett's T3. Non - linear regression analysis for physical equation prediction. Transform mental health scores by Box – Cox transformation and create predictive equations by using multiple linear regression analysis The Shapiro-Wilk normality test, Ramsey's RESET test, Durbin-Watson test, Breusch-Pegan test and Variance inflation Factor (VIF) The study results are as follows:

1. At 0.05 level of significance, personal factors, i.e. gender, hobby, a student's personal problem, family factors, i.e. families with cigarettes/drugs, mother's mental physical health, father's education level, mother's occupation, family relationships, society and environment factors, i.e. living pollution is bad smells, dust and noise, health services result in the average rating of different mental health.

2. At 0.05 level of significance, personal factors, i.e. gender, hobby, a student's personal problem, family factors, i.e. families with cigarettes, father's education level, mother's occupation, family relationships, society and environment factors, i.e. living pollution is dust and noise, health services results in the average rating of different mental health.

3. The stress score(X) is a variable in personal factors that affect student of the equation $\hat{Y} = 5.8931 + 0.0496X - 0.0164X^2$ to predict the student's physical health for approximately 6.16 percent and the variables in factors affecting the student's mental health are the weight (X_1) number of siblings (X_2) average grade(X_3) restful sleep(X_4) fitness (X_5) monthly average revenue of the family (X_6) help with warm training(X_7) dust from sources of transportation, construction, or other (X_8) participation in family social activities(X_9) happy score with friends (X_{10}) points to your friends in the classroom(X_{11}) and stress score (X_{12}). Able to forecast students ' mental health at approximately 28.30 percent the equation for the prediction $\hat{Y}_1 = 33.65005 - 0.111X_1 - 0.49412 X_2 + 1.96599 X_3 + 0.30701X_4 + 0.10879X_5 + 0.00004 X_6 + 0.72504 X_7 - 1.45417X_8 + 0.14392 X_9 - 0.27759 X_{10} + 0.60179 X_{11} - 0.66964 X_{12}$

Keyword: Physical health, Mental health, Non-linear regression analysis, Multiple linear regression analysis

บทนำ:

การพัฒนาประเทศให้เจริญรุ่งเรืองจำเป็นต้องพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นอันดับแรกเพราะมนุษย์เป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุด พื้นฐานสำคัญในการพัฒนามนุษย์ คือองค์ประกอบในด้านการศึกษา และด้านสุขภาพทั้งร่างกายและจิตใจ การศึกษาจะช่วยพัฒนาศักยภาพของบุคคลในด้านความรู้ ความคิด ตลอดจนทักษะต่าง ๆ ส่วนสุขภาพกายและสุขภาพจิตนั้นจะช่วยสนับสนุนให้บุคคลประกอบกิจกรรมตามความสามารถและสภาพของแต่ละบุคคล ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ สุขภาพกาย สุขภาพจิตจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นคุณภาพของบุคคล เมื่อประเทศไทยมีความเจริญรุ่งเรืองทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และอุตสาหกรรม ทำให้วิถีชีวิตของคนเปลี่ยนแปลงไป มีการแข่งขันทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ ฯลฯ มากขึ้น ทำให้การปรับตัวตามกระแสของสังคมในสภาวะเช่นนี้ถ้าบุคคลไม่สามารถเผชิญเหตุการณ์หรือปัญหาได้ ย่อมก่อให้เกิดความเครียดและปัญหาสุขภาพกายและสุขภาพจิตได้

เยาวชนคือวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพร่างกายและจิตใจ และเป็นวัยที่ต้องการหาเอกลักษณ์ของตน อยากรู้อยากลอง ต้องการอิสระจากครอบครัวต้องการการยอมรับจากกลุ่มเพื่อน แต่ขณะเดียวกันต้องการความอบอุ่น และข้อแนะนำ

จากครอบครัวประสบการณ์ความเข้าใจที่ดีและถูกต้องที่ได้รับ จะมีส่วนเสริมสร้างให้เขามีความมั่นใจในตัวเอง และสามารถดำเนินชีวิตในแบบที่งดงามเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ในสภาพปัจจุบันจะพบว่าปัญหาเยาวชน มีความรุนแรงและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการควบคุมอารมณ์ตนเองไม่ได้ หรือการแก้การตัดสินใจแก้ปัญหาในทางที่ไม่ถูกต้อง ปัญหาของเยาวชนนอกจากจะเกิดจากการพัฒนาการของวัยแล้ว ยังเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่เป็นไปอย่างรวดเร็วได้ ทำให้เยาวชนมีปัญหาที่อาจจะส่งผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิต [1]

จากที่กล่าวข้างต้นทำให้ผู้ศึกษามีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทั้งในด้านข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลครอบครัว/เพื่อน ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการแนะแนว และการวางแผนการจัดการศึกษาเพื่อลดปัญหาสุขภาพกายและสุขภาพจิตของเด็กนักเรียน ระดับมัธยมศึกษา ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

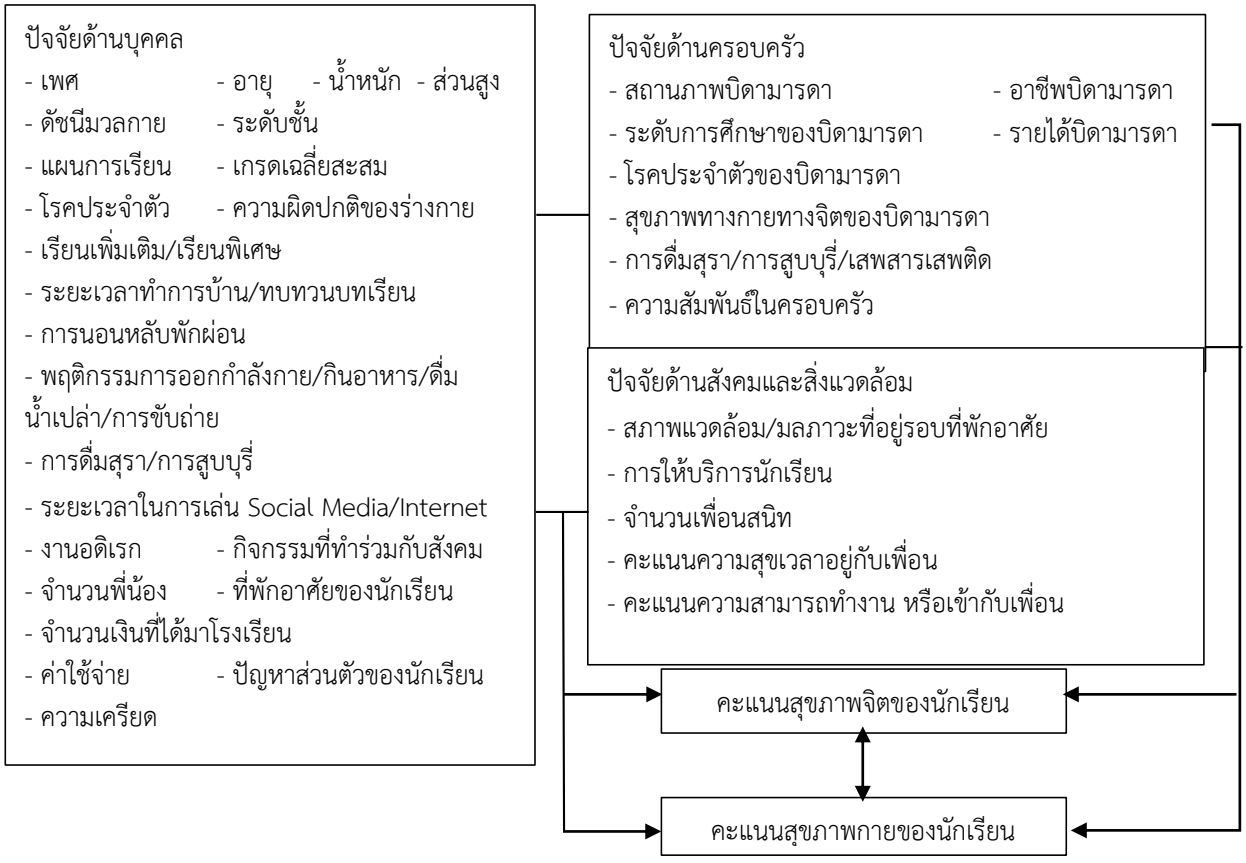
2) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านบุคคล ปัจจัยด้านครอบครัว/เพื่อน กับสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

3) เพื่อสร้างสมการทำนายสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

สมมุติฐานการวิจัย

ปัจจัยด้านบุคคล ด้านครอบครัว ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันส่งผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดแม่ฮ่องสอน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย:

ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนนักระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ทั้งหมด 3 โรงเรียน จำนวน 3,942 คน

ตัวอย่าง คือ ในการวิเคราะห์การถดถอยในรูปแบบวิจัย แบบสหสัมพันธ์ ดังนั้นขนาดตัวอย่างต้องขึ้นอยู่กับตัวแปรและตัวแปรที่นำมาใช้วิเคราะห์ไม่น้อยกว่า 10 ตัวแปร จึงใช้กฎของ Rules of thumb (Green : 1991) อ้างใน [2] โดยมีสูตรหาตัวอย่าง $n \geq 50 + 8m$

เมื่อ n คือ ขนาดตัวอย่าง

m คือ จำนวนตัวแปร ทั้งนี้ตามกรอบแนวคิดเบื้องต้นมีจำนวนตัวแปร 49 ตัวแปร

แทนค่าได้ $n \geq 442$

ได้ขนาดตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 442 คน ผู้วิจัยจึงเพิ่มขนาดตัวอย่างเป็น 490 คน เพื่อให้ตัวอย่างสามารถเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรมากขึ้น โดยหลักการหาตัวอย่างทำให้การวิจัยน่าเชื่อถือมากขึ้น ทำการเลือกตัวอย่างตามสัดส่วนขนาดของตัวอย่างในแต่ละโรงเรียน จำนวน 3 โรงเรียน โดยเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม (Questionnaires) ครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคล ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ระดับชั้นแผนการเรียน เกรดเฉลี่ยสะสม โรคประจำตัว ความผิดปกติของร่างกาย เรียนเพิ่มเติม/เรียนพิเศษ ระยะเวลาทำการบ้าน/ทบทวนบทเรียน การพักผ่อน พฤติกรรมการออกกำลังกาย/กินอาหาร/ดื่มน้ำเปล่า/การขับถ่าย การดื่มสุรา การสูบบุหรี่ ระยะเวลาในการเล่น Social Media/Internet งานอดิเรก กิจกรรมที่ทำร่วมกับสังคม จำนวนพี่น้อง ที่พักอาศัย จำนวนเงินที่ได้มาโรงเรียน ค่าใช้จ่าย ปัญหาของนักเรียน ข้อมูลครอบครัว ได้แก่ สถานภาพบิดามารดา อาชีพบิดามารดา ระดับการศึกษาของบิดามารดา รายได้บิดามารดา โรคประจำตัวของบิดามารดา สุขภาพทางกายทางจิตของบิดามารดา การดื่มสุรา/การสูบบุหรี่/เสพสารเสพติด ความสัมพันธ์ในครอบครัว ความ และข้อมูลด้านสังถม/สิ่งแวดเล้อม ได้แก่สภาพแวดล้อม/มลภาวะที่อยู่รอบที่พักอาศัย การให้บริการนักเรียน จำนวนเพื่อนสนิท คะแนนความสุขเวลาอยู่กับเพื่อน คะแนนความสามารถทำงาน หรือเข้ากับเพื่อน

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเครียด เครื่องมือวัดของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณะสุข พ.ศ.2543 (อ้างใน [3]) จำนวน 5 ข้อ มีลักษณะแบบสอบถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ คือ ไม่เป็น เป็นบางครั้ง บ่อยครั้ง และเป็นประจำ

เกณฑ์การให้คะแนน

0	หมายถึง	ไม่เป็น	1	หมายถึง	เป็นบาครั้ง
2	หมายถึง	บ่อยครั้ง	3	หมายถึง	เป็นประจำ

ตอนที่ 3 แบบประเมินสุขภาพกาย

ส่วนที่ 1 เป็นข้อคำถามทั่วไปเกี่ยวกับสุขภาพกาย ได้แก่ข้อคำถามที่ 1-3 ลักษณะนคำถามเลือกตอบ 3 ตัวเลือก

เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อส่วนที่ 1

ตัวเลือกที่ 1 ได้ 3 คะแนน ตัวเลือกที่ 2 ได้ 2 คะแนน ตัวเลือกที่ 3 ได้ 1 คะแนน

เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนรวม

1 - 3 คะแนนแสดงว่า ไม่สามารถทำงาน หรือช่วยเหลือตัวเองในกิจวัตรประจำวัน

4 – 6 คะแนนแสดงว่า สามารถทำงานได้ตามปกติ แต่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยเหลือในกิจวัตรประจำวัน

7 – 9 คะแนนแสดงว่า สามารถทำงาน หรือช่วยเหลือตัวเองในกิจวัตรประจำวัน ได้ตามปกติ

ส่วนที่ 2 เป็นข้อคำถามที่ใช้ประเมินตนเอง ได้แก่ ข้อคำถามข้อที่ 4

เกณฑ์การให้คะแนนส่วนที่ 2

ให้ประเมินตนเองเกี่ยวกับความแข็งแรงสมบูรณ์ของร่างกาย ซึ่งมีคะแนนอยู่ 10 คะแนน โดยมีความหมายคือ แข็งแรงน้อยที่สุดไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ไปจนถึงแข็งแรงมากที่สุดสามารถทำงานหนักได้และไม่ป่วย ตามลำดับคะแนน

ตอนที่ 4 แบบประเมินสุขภาพจิต เครื่องมือวัดของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณะสุข พ.ศ.2543 จำนวน 15 ข้อ มีลักษณะคำถามที่ให้ประเมินตนเองว่ามี อาการ ความคิดเห็นและความรู้อยู่ในระดับใด โดยคำตอบมี 4 ตัวเลือก คือ ไม่เลย

เล็กน้อย มาก และมากที่สุด โดยลักษณะคำถามเป็นทั้งคำถามเชิงบวกและเชิงลบ ซึ่ง ข้อคำถามเชิงบวก ได้แก่ข้อคำถามที่ 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 และ 15 และ ข้อคำถามเชิงลบ ได้แก่ ข้อคำถามข้อที่ 3, 4 และ 5 แล้วแปลงตัวเลือกของคำตอบเป็นคะแนนแต่ละข้อ ดังนี้

	คะแนน	
คำตอบ	ข้อคำถามเชิงบวก	ข้อคำถามเชิงลบ
มากที่สุด	4	1
มาก	3	2
เล็กน้อย	2	3
ไม่เลย	1	4

เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนรวม

1-43 คะแนนแสดงว่า มีสุขภาพจิตต่ำกว่าคนทั่วไป

44-50 คะแนนแสดงว่า มีสุขภาพจิตเท่ากับคนทั่วไป

51-60 คะแนนแสดงว่า มีสุขภาพจิตดีกว่าคนทั่วไป

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1) นำแบบสอบถามที่ได้ทำการสร้างขึ้นให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2) แก้ไขปรับปรุงแบบสอบถามตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3) นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตอนที่ 1 (Index of Item-Objective Congruence : IOC) ได้ค่า IOC เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 0.5 ทุกข้อ

4) แก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบถามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5) ความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเนื่องจากใช้แบบประเมินที่เป็นมาตรฐานของกรมสุขภาพจิต ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแล้ว

การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลโดยการส่งแบบสอบถามส่งทางไปรษณีย์โดยขอความอนุเคราะห์โรงเรียนซึ่งมอบหมายให้ครูแนะแนวของโรงเรียนเก็บข้อมูลโดยผู้วิจัยได้ชี้แจงวิธีการสุ่มโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น โดยแต่ละชั้นจะทำการเลือกตัวอย่างแบบสุ่มอย่างง่าย สุ่มนักเรียนให้กระจายอยู่ทุกห้องเรียนให้ได้ตามขนาดตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ประสานงานกับครูแนะแนวของแต่ละโรงเรียนติดตามแบบสอบถามเป็นระยะ และกำหนดวันส่งแบบสอบถามส่งกลับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป คือโปรแกรม R ประมวลผลและดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิต โดยใช้สถิติพรรณนาได้แก่ วิเคราะห์ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standarad Deviation: S.D.)

2) วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิต เมื่อนักเรียนปัจจัยด้านบุคคล ปัจจัยด้านครอบครัวและปัจจัยสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันโดยใช้สถิติอนุมาน ได้แก่ t-test F-test (F) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อนใช้ Scheffe's Test และWelch test (F_w) และทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อนใช้ Dunnett's T3 โดยก่อนจะใช้ F-test หรือ Welch test (F_w) จะทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนโไช้สถิติ Levene's test

3) ใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีมาตราวัดอันตรภาคขึ้นไป โดยใช้ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

4) สร้างสมการทำนายสุขภาพกาย โดยการวิเคราะห์การถดถอยไม่เชิงเส้น รูปแบบของพหุนาม โดยใช้ตัวแบบการถดถอยพหุนาม ดีกรีสอง ของประชากร $\mu_{y|x,x^2} = \alpha_0 + \alpha_1 X + \alpha_2 X^2$ ทั้งนี้ก่อนจะใช้ตัวแบบสมการถดถอยไม่เชิงเส้น ได้วิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นก่อนแล้วตรวจสอบตัวแบบการถดถอย ตามวิธีการที่ [4] เสนอไว้ดังที่กล่าวในข้อ 5)

5) สร้างสมการทำนายสุขภาพจิต โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ คัดเลือกตัวแปรอิสระโดยวิธีการถดถอยแบบทีละขั้น (Stepwise Regression) และตรวจสอบตัวแบบสมการถดถอย ตามวิธีการที่ [4] เสนอไว้ดังนี้

5.1) ตรวจสอบข้อมูลตัวแปรตาม มีการแจกแจงปรกติ โดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk normality test

5.2) ตรวจสอบการแจกแจงปรกติของส่วนเหลือ โดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk normality test

5.3) ตรวจสอบตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นโดยใช้สถิติ Ramsey's RESET test

5.4) ตรวจสอบส่วนเหลือแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระกันโดยใช้สถิติ Durbin-Watson test

5.5) ตรวจสอบภาวะความแปรปรวนเท่ากันของส่วนเหลือโดยใช้สถิติ Breusch-Pagan test 5.6) ตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุโดยใช้สถิติ Variance Inflation Factor (VIF) ถ้าค่า VIF ของตัวแปรอิสระต่างๆ มากกว่า 4 จะถือว่าตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นๆ สูง หรือเกิด Multicollinearity

ผลการวิจัย:

1. ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้ผลการศึกษาปัจจัยด้านบุคคล ตารางที่ 1 ปัจจัยด้านครอบครัว ตารางที่ 2 และปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียน ในปัจจัยด้านบุคคล

ปัจจัยด้านบุคคล	%(n)	คะแนนสุขภาพกาย		คะแนนสุขภาพจิต	
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
1) เพศ					
ชาย	28.57(140)	7.64	1.18	47.51	7.16
หญิง	71.43(350)	6.54	2.01	46.14	6.29
ค่าสถิติทดสอบ		t = 6.033***		t = 2.102**	
2) งานอดิเรก					
อ่านหนังสือ	28.16(138)	6.26	2.10	47.02	6.146
ปักผ้า	3.88(19)	6.63	2.45	46.05	5.622
เล่นกีฬา	40.82(200)	7.27	1.64	46.36	6.431
วาดรูป	8.78(43)	6.40	2.00	44.42	5.368
เล่นดนตรี	10.41(51)	6.88	1.83	46.25	5.264
อื่นๆ	7.96(39)	7.44	0.91	48.62	10.452
ค่าสถิติทดสอบ		F_W = 6.915***		F = 1.911*	
3) ปัญหาส่วนตัวของนักเรียนเกี่ยวกับ					
สุขภาพ	7.76 (38)	6.37	2.02	46.84	5.25
การเรียน	38.98(191)	7.17	1.61	46.93	6.81
อุปกรณ์การเรียน	9.18(45)	7.44	1.37	49.18	9.32
เครื่องนุ่งห่ม	0.82(4)	3.50	0.58	42.75	2.22
ที่อยู่อาศัย	6.94(34)	6.44	2.36	44.79	5.75
ค่าใช้จ่าย	31.22(153)	6.60	2.01	46.45	5.29
โรงเรียน	1.20(5)	6.60	2.19	42.60	3.58
เพื่อน	2.24(11)	7.27	1.56	44.27	5.73
ครอบครัว	1.84(9)	6.22	2.28	38.11	7.56
ค่าสถิติทดสอบ		F_W=17.030***		F = 3.880***	

จากข้อมูลตารางที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 71.43 และจากเกณฑ์ที่กำหนดคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิตอยู่ในเกณฑ์สามารถทำงาน หรือช่วยเหลือตัวเองในกิจวัตรประจำวันได้ตามปกติ และสุขภาพจิตเท่ากับคนทั่วไป ผลการทดสอบสมมุติฐานความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิต โดยใช้สถิติ t-test พบว่าเพศชายและเพศหญิง มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิตแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

นักเรียนทำงานอดิเรกมากที่สุด คือ เล่นกีฬา คิดเป็นร้อยละ 40.40 จากผลการทดสอบคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกาย โดยใช้สถิติ F_w ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และทดสอบคะแนนเฉลี่ยสุขภาพจิตของนักเรียน โดยใช้สถิติ F-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 พบว่ามีอย่างน้อย 1 กลุ่มงานอดิเรก มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิตแตกต่างจากกลุ่มอื่น

ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่เป็นเรื่องการเรียน มีจำนวน 191 คน คิดเป็นร้อยละ 38. เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิต โดยใช้สถิติ F_w และ F-test พบว่ามีอย่างน้อย 1 กลุ่มปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิต แตกต่างจากกลุ่มอื่นกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียน ในปัจจัยด้านครอบครัว

ปัจจัยด้านครอบครัว	%(n)	สุขภาพกาย		สุขภาพจิต	
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
1) การสูบบุหรี่ในครอบครัว					
ไม่มีการสูบบุหรี่	60.61(297)	7.08	1.64	46.93	7.06
มีการสูบบุหรี่	39.39(196)	6.51	2.15	45.91	5.71
ค่าสถิติทดสอบ		t = 3.338***		t = 1.683*	
2) การเสพสารเสพติดในครอบครัว					
ไม่มีการเสพสารเสพติด	96.73(474)	6.89	1.85	46.52	6.63
มีการเสพสารเสพติด	3.27 (16)	5.81	2.43	46.75	4.71
ค่าสถิติทดสอบ		t = 2.270**		t = -0.136	
3) ระดับการศึกษาบิดาหรือผู้ปกครอง					
ประถมศึกษา	30.20(148)	6.26	2.33	46.68	6.27
มัธยมศึกษาตอนต้น	11.63 (57)	6.35	2.04	44.88	5.18
มัธยมศึกษาตอนปลาย	16.12 (79)	7.23	1.45	47.66	7.88
ปวช.	1.43 (7)	7.57	0.79	45.86	7.86
ปวส.	4.49 (22)	7.50	1.26	46.91	4.76
ปริญญาตรี	11.84 (58)	7.31	1.39	48.67	7.30
ปริญญาโท	5.10 (25)	7.24	0.97	45.12	4.99
ปริญญาเอก	0.61 (3)	9.00	0.00	52.67	1.53
อื่นๆ	1.43 (7)	7.71	0.49	50.14	1.46
ไม่ทราบ	17.14 (84)	7.10	1.64	44.70	6.44
ค่าสถิติทดสอบ		F_w = 5.17***		F_w= 9.9594***	
4) อาชีพของมารดา					
เกษตรกร	37.55(184)	5.88	2.37	46.27	5.65
รับจ้างทั่วไป	32.86(161)	7.29	1.24	46.63	7.07
รับราชการ	12.65(62)	7.76	0.86	46.31	6.69
ค้าขาย	10.41(51)	7.57	0.98	45.53	6.56
ธุรกิจส่วนตัว	5.31(26)	7.35	1.20	49.96	7.88
รัฐวิสาหกิจ	0.61(3)	8.33	1.15	50.67	1.53
หน่วยงานเอกชน	0.61(3)	7.33	2.89	44.67	14.43
ค่าสถิติทดสอบ		F_w = 11.684***		F_w = 4.080**	
5) ความสัมพันธ์ในครอบครัว					
รักใคร่ปองดอง	74.08(363)	6.81	1.98	47.45	6.37
ขัดแย้งเล็กน้อย	19.94(83)	7.06	1.47	43.84	6.08
ต่างคนต่างอยู่	7.14(35)	6.63	1.78	44.51	6.48
ทะเลาะกันบ่อย	1.84(9)	7.67	0.87	42.00	9.50
ค่าสถิติทดสอบ		F_w = 3.053**		F= 10.051***	

จากข้อมูลตารางที่ 2 ปัจจัยด้านครอบครัวของนักเรียนที่มีการสูบบุหรี่ มีจำนวน 196 คน และไม่สูบบุรี่ จำนวน 297 คน ทดสอบคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิตของครอบครัวนักเรียนที่ไม่สูบบุรี่ จากการทดสอบโดยใช้สถิติ t-test พบว่า

ครอบครัวที่สูบบุรี่และไม่สูบบุรี่มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และคะแนนสุขภาพจิต แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ และ 0.10

ครอบครัวของนักเรียนที่ไม่มีการเสพสารเสพติดมีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ96.73 ซึ่งมากกว่า ครอบครัวของนักเรียนที่มีการเสพสารเสพติด ทดสอบคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิต โดยใช้สถิติ t-test พบว่า นักเรียนที่ครอบครัวเสพสารเสพติดและไม่เสพสารเสพติด มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ระดับการศึกษาของบิดาของนักเรียนที่มีจำนวนมากที่สุดคือ ประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 30.20 เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิต โดยใช้สถิติ F_w พบว่ามีอย่างน้อย 1 กลุ่มระดับการศึกษาของบิดาที่มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

อาชีพของมารดาของนักเรียนที่มีจำนวนมากที่สุดคือ เกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 37.55 โดยนักเรียนที่มารดามีอาชีพรัฐวิสาหกิจ มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิตสูงสุด เท่ากับ 8.33 และ 50.36 เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิต โดยใช้สถิติ F_w พบว่ามีอย่างน้อย 1 กลุ่มอาชีพของมารดาที่มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกาย แตกต่างกันจากอาชีพอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 และสุขภาพจิต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ความสัมพันธ์ในครอบครัวของนักเรียนที่มีจำนวนมากที่สุดคือ รักใคร่ปองดอง คิดเป็นร้อยละ 74.08 เมื่อทดสอบคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกาย โดยใช้สถิติ F_w พบว่ามีอย่างน้อย 1 กลุ่มของลักษณะความสัมพันธ์ในครอบครัวแตกต่างกับครอบครัวอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และใช้สถิติ F-test พบว่า คะแนนเฉลี่ยสุขภาพจิตมีอย่างน้อย 1 กลุ่มของลักษณะความสัมพันธ์ในครอบครัวแตกต่างกับครอบครัวอื่นที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียน ในปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

ปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม	%(n)	สุขภาพกาย		สุขภาพจิต	
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
1) กลิ่นเหม็น					
ไม่มีกลิ่นเหม็น	89.39(438)	6.94	1.80	46.67	6.38
มีกลิ่นเหม็น	10.41(51)	6.16	2.34	45.22	8.01
ค่าสถิติทดสอบ		t = 2.825***		t = 1.498	
2) ฝุ่นละอองจากแหล่งการคมนาคม การก่อสร้างหรือจากอื่น ๆ					
ไม่มี	83.67(410)	7.03	1.72	46.82	6.37
มี	16.33(80)	5.98	2.34	45.03	7.38
ค่าสถิติทดสอบ		t = 4.685***		t = 2.249**	
3) เสียงดัง					
ไม่มีเสียงดัง	67.55(331)	7.08	1.70	46.99	6.64
มีเสียงดัง	32.45(159)	6.39	2.13	45.57	6.34
ค่าสถิติทดสอบ		t = 3.858***		t = 2.261**	
4) การให้บริการด้านสุขภาพ					
ไม่มีการให้บริการ	47.76(234)	6.82	1.93	45.80	6.68
มีการให้บริการ	52.24(256)	6.88	1.83	47.20	6.41
ค่าสถิติทดสอบ		t = 0.342		t = 2.366**	

จากข้อมูลตารางที่ 3 ปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม พบว่า นักเรียนอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีกลิ่นเหม็น ร้อยละ 89.39 ทดสอบคะแนนเฉลี่ยของสุขภาพกาย พบว่า สภาพแวดล้อมของนักเรียนที่ไม่มีกลิ่นเหม็นและมีกลิ่นเหม็น มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกาย แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

นักเรียนอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีฝุ่นละอองจากแหล่งการคมนาคม ร้อยละ 83.67 จากการทดสอบโดยใช้สถิติ t-test พบว่า สภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นละอองและไม่มีฝุ่นละออง มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกาย แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01และคะแนนเฉลี่ยสุขภาพจิต แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ที่ไม่มีเสียงดัง ร้อยละ 67.55 มี ทดสอบทางสถิติโดยใช้สถิติ t-tese พบว่า สภาพแวดล้อมที่มีเสียงดัง และไม่มีเสียงดัง คะแนนเฉลี่ยสุขภาพกาย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และสุขภาพจิตแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

นักเรียนที่อาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีหน่วยบริการด้านสุขภาพ ร้อยละ 52.24 จากผลการทดสอบทางสถิติโดยใช้สถิติ t-test พบว่า สภาพแวดล้อมที่มีและไม่มีหน่วยบริการคะแนนเฉลี่ยสุขภาพจิตแตกต่างกัน ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านบุคคล ด้านครอบครัว ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม กับสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้ผลการศึกษาดังตาราง ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของคะแนนสุขภาพกายและสุขภาพจิตกับปัจจัยด้านบุคคล ด้านครอบครัว และด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม

ปัจจัย	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์			
	สุขภาพกาย	ระดับความสัมพันธ์	สุขภาพจิต	ระดับความสัมพันธ์
ด้านบุคคล				
อายุ (ปี)	-0.095*	ต่ำมาก	-0.027	ต่ำมาก
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	0.237**	ต่ำมาก	-0.067	ต่ำมาก
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	0.294**	ต่ำมาก	0.059	ต่ำมาก
ดัชนีมวลกาย (BMI)	0.126**	ต่ำมาก	-0.107*	ต่ำมาก
เกรดเฉลี่ยสะสม (GPA)	-0.123**	ต่ำมาก	0.195**	ต่ำมาก
เวลาในการเล่นกีฬา/ออกกำลังกาย (ชั่วโมง/สัปดาห์)	0.035	ต่ำมาก	0.128**	ต่ำมาก
เวลาในการใช้ Social Media/Internet/TV (ชั่วโมง/วัน)	0.309**	ต่ำ	0.015	ต่ำมาก
เวลาในการทำกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ร่วมกับชุมชม/สังคม (ชั่วโมง/เดือน)	-0.027	ต่ำมาก	0.116*	ต่ำมาก
จำนวนพี่น้อง (คน)	-0.332**	ต่ำ	-0.111*	ต่ำมาก
จำนวนเงินที่ได้มาโรงเรียน (บาท/วัน)	0.153**	ต่ำมาก	0.029	ต่ำมาก
ค่าใช้จ่าย (บาท/วัน)	0.365**	ต่ำ	0.035	ต่ำมาก
คะแนนความเครียด	0.248**	ต่ำมาก	-0.330**	ต่ำมาก
ด้านครอบครัว				
รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ปกครอง (บาท)	0.128**	ต่ำมาก	0.122**	ต่ำมาก
คะแนนการให้ความดูแล ช่วยเหลือ อบรม	-0.018	ต่ำมาก	0.264**	ต่ำมาก
ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม				
จำนวนเพื่อนสนิทที่สามารถปรึกษาปัญหาชีวิตได้	-0.492**	ต่ำ	-0.071	ต่ำมาก
คะแนนความสุขเวลาอยู่กับเพื่อน	-0.032	ต่ำ	0.105*	ต่ำมาก
คะแนนความสามารถทำงาน หรือเข้ากับเพื่อน	0.397**	ต่ำ	0.247**	ต่ำมาก

จากตารางที่ 4 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านบุคคล ต่อสุขภาพกายหรือสุขภาพจิต และมี 12 ตัวแปรส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านครอบครัวต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิต มี 2 ตัวแปร ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านครอบครัวต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตมี 3 ตัวแปร ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือ 0.10

3. ผลการสร้างสมการทำนายสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณคะแนนสุขภาพกาย เมื่อตรวจสอบส่วนเหลือพบว่าสมการทำนายมีตัวแบบไม่เป็นชิงเส้น เมื่อแก้ไขตัวแปรตามโดยใช้วิธีการ Log หรือ Box – Cox Transformation ดังที่ [4] แนะนำไว้ สมการทำนายมีตัวแบบการถดถอยไม่เชิงเส้น (non – linear regression model) จึงได้ทำการวิเคราะห์แผนภาพการกระจาย พบว่าคะแนนสุขภาพกายกับคะแนนความเครียด เส้นการถดถอยมีแนวโน้มตามตัวแบบโพลิโนเมียล กำหนด X แทน คะแนนความเครียด เพื่อแก้ปัญหาการเกิด Multicollinearity กำหนดตัวแปรใหม่ $X_1 = X - 4.25$ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยและการทดสอบ

ตัวแปร	b	SE_b	t	R^2
ค่าคงที่	6.9960	0.1062	65.8460	
X_1	0.1898	0.0330	5.7460	0.0616
X_1^2	-0.0164	0.0084	-1.9480	

จากข้อมูลตารางที่ 5 ได้ตัวแบบสมการทำนายคะแนนสุขภาพกาย

$$\hat{Y} = 6.9960 + 0.1898X_1 - 0.0164X_1^2$$

เพื่อสะดวกในการนำไปใช้ แทนค่า $X_1 = X - 4.25$ จะได้ตัวแบบสมการทำนายที่ประมาณได้

$$\hat{Y} = 5.8931 + 0.0496X - 0.0164X^2$$ โดย ตัวแปรความเครียดสามารถนำไปใช้ทำนายคะแนนสุขภาพกายได้ถูกต้องประมาณ 6.16 เปอร์เซ็นต์

ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ พบว่าตัวแปรในปัจจัยที่มีส่วนในการอธิบายความผันแปรของคะแนนสุขภาพจิตในสมการทำนายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01, 0.05 และ 0.10 ดังนี้ ปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ ตัวแปรน้ำหนัก (X_1) จำนวนพี่น้อง (X_2) มี เกรดเฉลี่ยสะสม (X_3) การนอนหลับพักผ่อน(X_4) การออกกำลังกาย (X_5) คะแนนความเครียด (X_{12}) ปัจจัยด้านครอบครัว ได้แก่ รายได้เฉลี่ยของครอบครัว คะแนนการช่วยเหลือ ดูแล อบรม ให้ความอบอุ่น (X_7) ปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ฝุ่นละอองจากแหล่งการคมนาคม การก่อสร้างหรือจากอื่นๆ (X_8) การเข้าร่วมกิจกรรมกับสังคมของครอบครัว(X_9) คะแนนความสุขเวลาอยู่กับเพื่อน (X_{10}) คะแนนเข้ากับเพื่อนในห้องเรียน(X_{11}) โดยผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 6 - 11

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร

ตัวแปร	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	Y
X_1	-0.061	0.220**	-0.015	0.127**	-0.130**	0.058	0.078	-0.067
X_2	-	0.149**	-0.013	0.037	0.008	0.004	-0.021	0.195**
X_3		-	-0.079	-0.013	-0.079	-0.032	0.047	0.117**
X_4			-	0.774	0.081	0.474	0.296	0.010
X_5				-	-0.026	0.162**	0.048	0.128**
X_6					-	-0.155**	-0.224**	-0.072
X_7						-	0.035	0.247**
X_8							-	-0 .330**
Y								-

จากข้อมูลตารางที่ 6 พบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับ Y ในทิศทางเดียวกัน ได้แก่ X_2 , X_3 , X_4 , X_5 และ X_7 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับ Y ในทิศทางตรงกันข้าม ได้แก่ X_1 , X_6 และ X_8

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยและการทดสอบ

ตัวแปร	b	SE_b	t	R^2
ค่าคงที่	42.94244	2.23742	19.193	
X_1	-0.14744	0.05150	-2.263	
X_2	1.800001	0.46169	3.899	
X_3	0.00004	0.00001	2.920	
X_4	-1.41756	0.70819	-2.002	0.2515
X_5	0.18204	0.03116	2.837	
X_6	-0.21026	0.08512	-2.470	
X_7	0.60174	0.10914	5.514	
X_8	-0.86334	0.09342	-9.242	

จากตาราง 7 ได้ตัวแบบสมการทำนายคะแนนสุขภาพจิต

$$\hat{Y} = 42.94244 - 0.14744X_1 + 1.800001X_2 + 0.00004X_3 - 1.41756X_4 + 0.18204X_5 - 0.21026X_6 + 0.60174X_7 - 0.86334X_8$$

ตารางที่ 8 ผลการตรวจสอบตัวแบบสมการทำนายคะแนนสุขภาพจิต

การตรวจสอบ	**ตัวสถิติ**	**ค่าที่ได้**	**สรุปผล**
1.ตรวจสอบรูปแบบการถดถอยเชิงเส้น (Linearility)	Ramsey's RESET test	p-value= 0.0017	ตัวแบบสมการทำนายไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น
2.ตรวจสอบภาวะความแปรปรวนคงที่(Homoscedasticity)	Breusch-Pagan test	p-value = 0.7027	ภาวะความแปรปรวนคงที่
3.ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนของแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระกัน (Independent)	Durbin-Watson test	p-value = 0.4184	ค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กันเอง
4.ตรวจสอบการแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ	Shapiro–Wilk test	p-value = 0.0948	ค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ
5. ตรวจสอบการเกิดความสัมพันธ์เชิงเส้น (Multicollinearity)	VIF (Variance-inflation factor)	X_1 = 1.0402 X_2 = 1.0317 X_3 = 1.0706 X_4 = 1.0491 X_5 = 1.0437 X_6 = 1.0985 X_7 = 1.0775 X_8 = 1.0687	ตัวแปรอิสระไม่เกิด Multicollinearity

จากข้อมูลตารางที่ 8 การตรวจสอบตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นตรงตามข้อตกลงเบื้องต้น พบว่า ตัวแบบสมการทำนายไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น ภาวะความแปรปรวนคงที่เป็น Homoscedasticity ค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กันเอง ค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ และตัวแปรอิสระไม่เกิด Multicollinearity ซึ่งในแต่ละเงื่อนไขมี 1 เงื่อนไขคือ การตรวจสอบตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่ไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น ดังนั้นจึงทำการแปลงค่า Y เป็น Y_1 โดยใช้ Box – Cox Transformation โดยสมการ คือ $Y = Y_1^{\lambda}$ ผลการวิเคราะห์ได้ $\lambda = 0.9943$ แปลงค่า $Y = Y_1^{0.9943}$ ได้ผลดังตารางที่ 9 - 11

ตารางที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร

ตัวแปร	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	Y
X_1	-0.114*	-0.061	-0.034	0.089*	0.220**	-0.132**	-0.015	0.127**	-0.031	0.058	0.078	-0.067
X_2		0.006	0.042	0.030	-0.166**	0.164**	0.048	-0.073	0.012	-0.129**	-0.038	-0.111*
X_3			-0.043	-0.071	0.149**	-0.027	-0.013	0.037	0.022	0.004	-0.021	0.195**
X_4				0.030	-0.091*	0.098*	0.013	0.012	0.104*	0.120**	-0.108*	0.117**
X_5					0.086	0.033	-0.050	0.083	0.099*	-0.026	-0.114*	0.128**
X_6						-0.089*	-0.079	-0.013	-0.035	-0.032	0.047	0.117**
X_7							-0.004	0.053	0.203**	0.119**	-0.257**	0.268**
X_8								0.042	-0.118**	-0.151**	-0.051	-0.101*
X_9									0.073	0.162**	0.048	0.128**
X_{10}										0.385**	-0.103*	0.105*
X_{11}											0.035	0.247**
X_{12}												-0.330**

จากตารางที่ 9 พบว่า พบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับ Y ในทิศทางเดียวกัน ได้แก่ X_3 , X_4 X_5 , X_6 ,X_7, X_9 , X_{10} และ X_{11} ส่วนตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับ Y ในทิศทางตรงกันข้าม ได้แก่ X_1 , X_2 , X_8 และ X_{12}

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยและการทดสอบ

ตัวแปร	b	beta	SE_b	t	R^2
ค่าคงที่	33.65005	-	2.96541	11.34800	
X_1	-0.11100	-0.6990	0.06253	-1.77500	
X_2	-0.49412	-0.0932	0.21195	-2.33100	
X_3	1.96599	0.1739	0.44206	4.44700	
X_4	0.30701	0.0726	0.16582	1.85200	
X_5	0.10879	0.0799	0.05379	2.02200	
X_6	0.00004	0.1165	0.00002	4.49000	0.283
X_7	0.72504	0.1855	0.16148	-2.14800	
X_8	-1.45417	-0.0846	0.67692	-2.14800	
X_9	0.14392	0.0921	0.06166	2.33400	
X_{10}	-0.27759	-0.0777	0.15269	-1.81800	
X_{11}	0.60179	0.2302	0.11360	5.29700	
X_{12}	-0.66964	-0.2980	0.09101	-7.35800	

จากข้อมูลตารางที่ 10 ค่า b เป็นค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยปกติ beta ป็นค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน SE_b เป็นค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ได้ตัวแบบสมการทำนายคะแนนสุขภาพจิตปกติ

$$\hat{Y}_1 = 33.65005 - 0.111X_1 - 0.49412\ X_2 + 1.96599\ X_3 + 0.30701X_4 + 0.10879X_5 + 0.00004\ X_6 + 0.72504\ X_7 - 1.45417X_8 + 0.14392\ X_9 - 0.27759\ X_{10} + 0.60179\ X_{11} - 0.66964\ X_{12}$$

และตัวแบบสมการทำนายคะแนนสุขภาพจิตมาตรฐาน

$$\hat{Y}_1^* = -0.6990\ X_1^* - 0.0932\ X_2^* + 0.1739\ X_3^* + 0.0726\ X_4^* + 0.0799\ X_5^* + 0.1165\ X_6^* + 0.1855\ X_7^* - 0.0846\ X_8^* + 0.0921\ X_9^* - 0.0777\ X_{10}^* + 0.2302\ X_{11}^* - 0.2980\ X_{12}^*$$

จากสมการทำนายคะแนนสุขภาพจิตปกติ พบว่าค่าคงที่ของคะแนนสุขภาพจิตเริ่มต้นมีผลมาจากปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากปัจจัยที่นำมาคาดหวังในสมการทำนาย เท่ากับ 33.56005 สมการทำนายมีตัวแปรอิสระที่ใช้เป็นตัวแปรทำนายคะแนนสุขภาพจิต 12 ตัวแปร พิจารณาตัวแบบสมการทำนายคะแนนสุขภาพจิตมาตรฐาน พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อคะแนนสุขภาพจิตมากที่สุดคือ น้ำหนักของนักเรียน (X_1) รองลงมา และคะแนนความเครียด(X_{12}) ทั้ง X_1 และ X_{12} ผันแปรผกผันกับคะแนนสุขภาพจิต โดยทั้ง 12 ตัวแปรมีความเหมาะสมที่จะอยู่ในตัวแบบสมการทำนายและตัวแปรทั้งหมดร่วมกันอธิบายความผันแปรในคะแนนสุขภาพจิตได้ประมาณ 28.30 เปอร์เซ็นต์ หรือสมการถดถอยที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ทำนายถูกต้องประมาณ 28.30 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 11 ผลการตรวจสอบตัวแบบสมการทำนายคะแนนสุขภาพจิต

การตรวจสอบ	ตัวสถิติ	ค่าที่ได้	สรุปผล
1.ตรวจสอบรูปแบบการถดถอยเชิงเส้น (Linearility)	Ramsey's RESET test	p-value = 0.0381	ตัวแบบสมการทำนายมีความสัมพันธ์เชิงเส้น
2.ตรวจสอบภาวะความแปรปรวนคงที่(Homoscedasticity)	Breusch-Pagan test	p-value = 0.5742	ภาวะความแปรปรวนคงที่
3.ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนของแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระกัน (Independent)	Durbin-Watson test	p-value = 0.3904	ค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กันเอง
4.ตรวจสอบการแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ	Shapiro–Wilk test	p-value = 0.0754	ค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ
5. ตรวจสอบการเกิดความสัมพันธ์เชิงเส้น (Multicollinearity)	VIF (Variance-inflation factor)	X_1 = 1.0574 X_2 = 1.0923 X_3 = 1.0438 X_4 = 1.0497 X_5 = 1.0669 X_6 = 1.1164 X_7 = 1.1652 X_8 = 1.0578 X_9 = 1.0638 X_{10} = 1.2471 X_{11}= 1.2884 X_{12} = 1.1194	ตัวแปรอิสระไม่เกิด Multicollinearity

จากข้อมูลตารางที่ 11 การตรวจสอบตัวแบบสมการถดถอยเชิงเส้นตรงตามข้อตกลงเบื้องต้น พบว่า ผ่านเงื่อนไขทุกข้อตามข้อตกลงเบื้องต้นของการสร้างตัวแบบการถดถอย ได้ตัวแบบสมการทำนายคะแนนสุขภาพจิต คือ

$\hat{Y}_1 = 33.65005 - 0.111X_1 - 0.49412\ X_2 + 1.96599\ X_3 + 0.30701X_4 + 0.10879X_5 + 0.00004\ X_6 + 0.72504\ X_7 - 1.45417X_8 + 0.14392\ X_9 - 0.27759\ X_{10} + 0.60179\ X_{11} - 0.66964\ X_{12}$ และเมื่อแทนค่า X ได้ค่า $\hat{Y}_1$ แปลงค่ากลับเป็น Y โดย $Y = Y_1^{0.9943}$

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย:

ปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ได้ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ เพศ งานอดิเรก มีอย่างน้อย 2 กลุ่มนักเรียนที่ทำงานอดิเรกต่างกัน มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และคะแนนเฉลี่ยสุขภาพจิตแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 ปัจจัยด้านครอบครัว ได้แก่ การสูบบุหรี่ การเสพสารเสพติดใน

ครอบครัว ระดับการศึกษาบิดาหรือผู้ปกครอง อาชีพของมารดา ความสัมพันธ์ในครอบครัว ผลต่อคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายหรือสุขภาพจิต นัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีกลิ่นเหม็น ฝุ่นละอองจากแหล่งการคมนาคม การก่อสร้างหรือจากอื่น ๆ เสียงดัง และการให้บริการด้านสุขภาพ มีคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายและคะแนนเฉลี่ยสุขภาพจิตแตกต่างกับผู้ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งดังกล่าว แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ความสัมพันธ์ของคะแนนเฉลี่ยสุขภาพกายหรือสุขภาพจิตมีความสัมพันธ์กับตัวแปรในปัจจัยด้านบุคคล ด้านครอบครัว และด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 โดย ปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เกรดเฉลี่ยสะสม เวลาในการเล่นกีฬา/ออกกำลังกาย เวลาในการใช้ Social Media/Internet/TV เวลาในการทำกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ร่วมกับชุมชม/สังคม จำนวนพี่น้อง จำนวนเงินที่ได้มาโรงเรียน ค่าใช้จ่าย และคะแนนความเครียด ปัจจัยด้านครอบครัว ได้แก่ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ปกครอง และคะแนนการให้ความดูแล ช่วยเหลือ อบรม ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ จำนวนเพื่อนสนิทที่สามารถปรึกษาปัญหาชีวิตได้ คะแนนความสุขเวลาอยู่กับเพื่อน และคะแนนความสามารถทำงาน หรือเข้ากับเพื่อน

จากปัจจัยด้านบุคคล ด้านครอบครัว ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่ส่งผลหรือมีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยของสุขภาพจิต บางตัวแปรที่ศึกษาค้นพบดังกล่าวได้สอดคล้องกับ [5] ได้ศึกษาสุขภาพจิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดชัยภูมิ พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับสุขภาพจิต ได้แก่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน บรรยากาศการเรียนการสอน สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู การให้บริการนักเรียน และสิ่งแวดล้อมโรงเรียนโดยรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การสร้างตัวแบบสมการทำนายสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน สรุปได้ว่า ตัวแบบสมการทำนายสุขภาพกายได้สมการถดถอยไม่เชิงเส้น โดยตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรคะแนนสุขภาพกายมีความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้งแบบพหุนามกับความเครียด ทั้งนี้ในการสร้างสมการเพื่อแก้การเกิดปัญหา Multicollinearity ดังที่ [4] ได้กล่าวไว้ จึงกำหนดตัวแปรใหม่ $X_1 = X - 4.25$ เมื่อ X แทน คะแนนความเครียด ได้ $\hat{Y} = 6.9960 + 0.1898X_1 - 0.0164X_1^2$ แล้วแทนค่ากลับให้เป็นค่า X เดิมเพื่อสะดวกในการนำไปใช้ $\hat{Y} = 5.8931 + 0.0496X - 0.0164X^2$ โดย ตัวแปรความเครียดสามารถนำไปใช้ทำนายคะแนนสุขภาพกายได้ถูกต้องประมาณ 6.16 เปอร์เซ็นต์ ถึงแม้ในผลการวิจัยตัวแปรความเครียดสมการนำไปใช้ทำนายคะแนนสุขภาพกายได้ถูกต้องน้อย แต่ควรคำนึงถึงตัวแปรความเครียดเป็นอย่างมาก จากการศึกษาค้นคว้าทางการแพทย์จะพบได้เสมอว่าความเครียดมีผลต่อสุขภาพ ดังเช่น [6] ได้กล่าวว่า ฮอร์โมนสารทุกข์ที่หลั่งในขณะเกิดความเครียดนั้นส่งผลสู่อวัยวะสำคัญๆ ของร่างกาย ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของการทำงาน ของ หัวใจ หลอดเลือด ตับ กล้ามเนื้อ หลอดลม ระบบทางเดินอาหาร นอนไม่หลับ สมรรถภาพทางเพศลดลง และมะเร็ง ดังนั้นผู้เกี่ยวข้อง หรือพัฒนานักเรียนระดับมัธยมศึกษา ควรมีการตระหนักสภาวะหรือสถานการณ์ที่ก่อให้การเกิดความเครียดในนักเรียน

สำหรับตัวแบบสมการทำนายสุขภาพจิต พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย พบว่าตัวแปรคะแนนความสุขเวลาอยู่กับเพื่อน(X_{10}) มีค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เชิงบวกกับตัวแปร คะแนนสุขภาพจิต (Y_1) โดยมีค่า r = 0.105 แต่เมื่อมาสร้างสมการทำนายได้ค่า $b_{10} = -0.277$ ซึ่งในสมการถดถอยพหุคูณ ค่า b_{10} มีอิทธิพลต่อตัวแปร Y_1 ในเชิงลบ ซึ่งจากการศึกษาทฤษฎีความสัมพันธ์ของค่า r กับค่า b เป็นไปได้ถ้าความสัมพันธ์ X_{10} กับ Y_2 เชิงบวก แต่เมื่อสร้างสมการทำนายการถดถอยพหุคุณ ค่า b ของตัวแปร X อาจมีค่าเป็นลบตามสมการ ถ้ามีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ดังที่ [4]

$$b_1 = \frac{r_{y1} - r_{y2}r_{12}}{1 - r_{12}^2} \quad \text{และ} \quad b_2 = \frac{r_{y2} - r_{y1}r_{12}}{1 - r_{12}^2}$$

การสร้างสมการทำนายคะแนนสุขภาพจิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ ได้สมการ $\hat{Y}_1 = 33.65005 - 0.111X_1 - 0.49412X_2 + 1.96599X_3 + 0.30701X_4 + 0.10879X_5 + 0.00004X_6 + 0.72504X_7 - 1.45417X_8 + 0.14392X_9 - 0.27759X_{10} + 0.60179X_{11} - 0.66964X_{12}$ และเมื่อแทนค่า X ได้ค่า $\hat{Y}_1$ แปลงค่ากลับเป็น Y โดย $Y = Y_1^{0.9943}$ ในสมการทำนายมาตรฐานพบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อคะแนนสุขภาพจิตมากที่สุดคือ น้ำหนักของนักเรียน (X_1) รองลงมา และคะแนนความเครียด(X_{12})

สรุปได้ว่า ปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ ตัวแปรน้ำหนัก (X_1) จำนวนพี่น้อง (X_2) มี เกรดเฉลี่ยสะสม (X_3) การนอนหลับพักผ่อน(X_4) การออกกำลังกาย (X_5) คะแนนความเครียด (X_{12}) ปัจจัยด้านครอบครัว ได้แก่ รายได้เฉลี่ยของครอบครัว คะแนน

การช่วยเหลือ ดูแล อบรม ให้ความอบอุ่น(X_7) ปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ฝุ่นละอองจากแหล่งการคมนาคม การก่อสร้างหรือจากอื่นๆ (X_8) การเข้าร่วมกิจกรรมกับสังคมของครอบครัว(X_9) คะแนนความสุขเวลาอยู่กับเพื่อน (X_{10}) คะแนนเข้ากับเพื่อนในห้องเรียน(X_{11}) ซึ่งสอดคล้องกับ [7] ที่ได้ศึกษาสุขภาพจิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา จังหวัดนครปฐม พบว่า ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับสุขภาพจิต ได้แก่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน บรรยากาศการเรียนการสอน สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู การให้บริการนักเรียน โดยที่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับเพื่อน สัมพันธภาพระหว่างนักเรียนกับครู ส่วนบรรยากาศการเรียนการสอน การให้บริการนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากผลการศึกษาจะพบได้ว่า มีตัวแปรในปัจจัยด้านบุคคล ด้านครอบครัว ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมมีผลต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตต่อนักเรียนระดับมัธยมศึกษา และตัวแปรความเครียด เป็นตัวแปรที่อยู่ในสมการทำนายทั้งสุขภาพกายและสุขภาพจิตและเป็นตัวแปรที่ [6] ได้กล่าวไว้ ดังนั้นหน่วยงาน ผู้รับผิดชอบ หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับนักเรียนในวัยนี้ควรตระหนักหรือนำตัวแปรในปัจจัยเหล่านี้ มาศึกษาหาวิธีการป้องกันหรือแก้ไข ส่งเสริมให้นักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี ดังคำกล่าวที่ว่า เยาวชน คือ รากฐานและอนาคตของชาติ ซึ่งจะส่งผลให้ [8] บรรลุตามแผนที่กำหนดไว้

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบคุณผู้บริหารโรงเรียน ครูแนะแนวและนักเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 34 และสังกัดการศึกษาพิเศษ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือด้านข้อมูลจนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง:

[1] กรมสุขภาพจิต, สุขภาพจิตไทย, กรุงเทพฯ: กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2547).

[2] พิชญ์สินี ชมภูคำ, วิธีวิทยาการวิจัย, เชียงใหม่: ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2558).

[3] อัจฉราวดี ศรีแย้ม, ความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาในโรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี, ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, 2552.

[4] พิชญ์สินี ชมภูคำ, การวิเคราะห์การถดถอยพร้อมการใช้โปรแกรม R, ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2561).

[5] วรางคณา แสงวิภาค, การศึกษาสุขภาพจิตของนักเรียนมัธยมศึกษาในเขตเทศบาลเมือง จังหวัดชัยภูมิ, การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนทรวิโรฒ, 2541.

[6] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, ผลของความเครียดต่อสุขภาพ, สืบค้นเมื่อ 5 มกราคม 2563, จาก https://www.thaihealth.or.th/

[7 อุไร ชมมะลิ, สุขภาพจิตของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมแห่งชาติ จังหวัดนครปฐม, การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนทรวิโรฒ, 2542.

[8] คณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาเด็กและเยาวชนแห่งชาติ, แผนพัฒนาเด็กและเยาวชนแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2560-2564, พิมพ์ครั้งที่ 2, โรงพิมพ์ เจ.เอส.การพิมพ์. (2561).

การศึกษาผู้ป่วยที่ได้รับเห็ดพิษในจังหวัดพะเยา จำแนกตามกลุ่มอำเภอที่อยู่หน้าเขาและหลังเขา

A STUDY OF PATIENT MUSHROOM INTOXICATION IN PHAYAO PROVINCE WITH CLASSIFICATION OF LIVING AROUND THE MOUNTAINS

รัตนา ฤทธิแสง[1*], กอหญ้า หอมสมบัติ[2] และ มานัดถุ์ คำกอง[3]
Ruttana Rittisaeng[1], Korya Homsombut[2] and Manad Khamkong[3]
[1] *สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000 ประเทศไทย*
[2] *โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000 ประเทศไทย*
[3] *สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย*
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: รัตนา ฤทธิแสง อีเมล: tikky2123@hotmail.com

บทคัดย่อ:

จังหวัดพะเยามีภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขา มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด เห็ดจึงเป็นอาหารและสินค้าของคนในท้องถิ่น ซึ่งในแต่ละปีจะมีผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากเห็ดพิษที่อาศัยอยู่ในจังหวัดพะเยา จำแนกผู้ป่วยตามรายเดือน รายปี อำเภอ เพศ ช่วงอายุ อาชีพ สถานพยาบาล รวมถึงจำแนกตามกลุ่มผู้ป่วยที่อาศัยอยู่หน้าเขาและหลังเขา โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิของผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากเห็ดพิษจากกระทรวงสาธารณะสุขจังหวัดพะเยา ตั้งแต่ปี 2550 ถึง 2562 จำนวน 343 คน ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่า ในช่วงฤดูฝนจะมีผู้ป่วยมากที่สุด ซึ่งพบมากที่สุดในปี 2554 อำเภอจุนพบผู้ป่วยมากที่สุด ผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ช่วงอายุที่พบมากคืออายุ 50 - 59 ปี อาชีพส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร และเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลเชียงคำมากที่สุด จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยไคกำลังสองพบว่า ผู้ป่วยที่ได้รับเห็ดพิษที่อาศัยอยู่หน้าเขาและ หลังเขามีความสัมพันธ์กับช่วงอายุ และช่วงเวลา และเพศมีความสัมพันธ์กับช่วงอายุ จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับเห็ดพิษกับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละปีพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.68 แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับผู้ป่วยเห็ดพิษในระดับสูง ทำให้ได้ว่าถ้าปีไหนมีฝนตกชุกก็จะส่งผลให้เห็ดออกตามฤดูกาลเยอะ จึงเป็นเหตุให้มีการนำเห็ดมารับประทานมากขึ้น และอาจจะได้รับผลกระทบจากการรับประทานเห็ดพิษเพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ : ผู้ป่วยที่ได้รับเห็ดพิษ, ปริมาณน้ำฝน, การทดสอบไคกำลังสอง, ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

Abstract:

Phayao is mostly mountainous and has a tropical climate which is very suitable for the growth of mushrooms which are the food and local products of the people. Each year there are numerous patients suffers from intoxication due to eating the poisonous mushrooms. This research is to study patients diagnose of poisonous mushrooms intoxication. The patient classification information is according to monthly, yearly, house location, gender, age, career, hospital and the patients living around the mountains. According to the preliminary results of the Phayao Ministry of Health, there are 343 patients from 2007 to 2020 with the high number of patients during the rainy season. The preliminary results show that most of the patients are from Chun District and admits in Chiangkham Hospital, the majority of them are male, mostly farmers, ranging 50 - 59 years old. The data is analyzed using chi-squared test that shows that those patients living around the mountains are intoxicated of poisonous mushrooms correlates with age, season, and gender of poisonous mushrooms correlates with age. The study of the relationship between the number of poisonous mushrooms patients on the amount of rainfall each year shows a correlation coefficient of 0.68 which indicates that rainfall is correlated with the high level of toxic mushroom patients. Therefore, heavy rain results in the growth of seasonal mushrooms that cause danger to the life of the people living in the area.

Keywords: Patient mushroom intoxication, rainfall, chi-squared test, correlation coefficient

บทนำ:

ภาคเหนือ เป็นภูมิภาคที่อยู่ด้านบนสุดของไทย มีลักษณะภูมิประเทศอันประกอบไปด้วยเทือกเขาสลับซับซ้อน การที่มีพื้นที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเล และมีเส้นละติจูดอยู่ตอนบน จึงทำให้สภาพอากาศของภาคเหนือเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอย่างเห็นได้ชัด เช่น มีฤดูหนาวที่หนาวเย็นกว่าภูมิภาคอื่น ๆ และจังหวัดพะเยาเป็นจังหวัดชายแดนที่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดพะเยาเป็นที่ราบสูงและภูเขา และมีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น ซึ่งเหมาะต่อการเจริญเติบโตของเห็ดที่รับประทานได้รวมถึงเห็ดมีพิษ ซึ่งเห็ดมีพิษบางชนิดหากรับประทานเข้าอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย บางรายอาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ วิถีชีวิตตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันของคนภาคเหนือ ในฤดูฝนทุกปีจะมีคนท้องถิ่นออกไปเก็บเห็ดที่เกิดตามธรรมชาติมารับประทาน เห็ดจึงเป็นอาหารและสินค้าของคนในท้องถิ่น โดยทั่วไปเห็ดมีพิษอาจจะมีรูปร่างคล้ายกับเห็ดที่รับประทานได้ จึงทำให้คนส่วนใหญ่แยกเห็ดมีพิษและเห็ดที่รับประทานได้ค่อนข้างยาก ซึ่งในทุก ๆ ปีจะพบว่ามีผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการรับประทานเห็ดพิษเป็นจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษจำแนกตามกลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่หน้าเขาและหลังเขา เนื่องจากจังหวัดพะเยาตั้งอยู่บริเวณหุบเขาจึงมีเทือกเขาดอยผาหม่นเป็นเทือกเขา ซึ่งทำให้จังหวัดพะเยามีความแตกต่างเชิงพื้นที่มาก เพื่อจะช่วยให้ทราบกลุ่มบุคคลหรือพื้นที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ และเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนป้องกันเชิงรุกให้แก่สาธารณสุขจังหวัดพะเยา เพื่อการลดปัญหาการบริโภคเห็ดพิษต่อไป

สำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค (2553) ได้รายงานการเฝ้าระวังโรคว่า ในทุกปีจะพบผู้ป่วยที่เกิดจากการรับประทานเห็ดพิษ โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดในช่วงต้นฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยเป็นเห็ดที่ขึ้นเองตามป่า สวน ไร่ นา และเห็ดที่ขึ้นตามธรรมชาติ

อำพร แจ่มผล และ ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ (2551) ได้รายงานประเภทอาหารที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษในประเทศไทย ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2545 – 2549 โดยสาเหตุการเกิดโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากสารพิษจากธรรมชาติ พบว่า สาเหตุเกิดจากการเก็บเห็ดที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ มารับประทานโดยขาดความรู้ มักเกิดในกลุ่มคนที่อาศัยในครอบครัวเดียวกันและในหมู่เครือญาติ จำนวนผู้ป่วยไม่มากแต่มีความรุนแรงถึงแก่ชีวิตได้ ซึ่งถือว่าเป็นสาเหตุที่มีความรุนแรง พื้นที่ที่มีการระบาดมากคือ พื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กลุ่มพัฒนามาตรฐานและวิจัยงานระบาดวิทยาโรคติดต่อ (2555) ได้รายงานสถานการณ์โรคอาหารเป็นพิษอันเนื่องมาจากการบริโภคเห็ดพิษในประเทศไทย ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 พบผู้ป่วยทั้งสิ้น 400 ราย เสียชีวิต 3 ราย เมื่อเทียบกับค่ามัธยฐานของจำนวนผู้ป่วยย้อนหลัง 5 ปี พบว่า มีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในเดือนพฤษภาคม โดยจะพบผู้ป่วยมากในช่วงฤดูฝนเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคมของทุกปี โดยจะพบผู้ป่วยมากในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่จังหวัดอุบลราชธานี เลย เชียงใหม่ สระบุรี และอุดรธานี กลุ่มผู้ป่วยส่วน ใหญ่อายุประมาณ 35 – 44 ปี

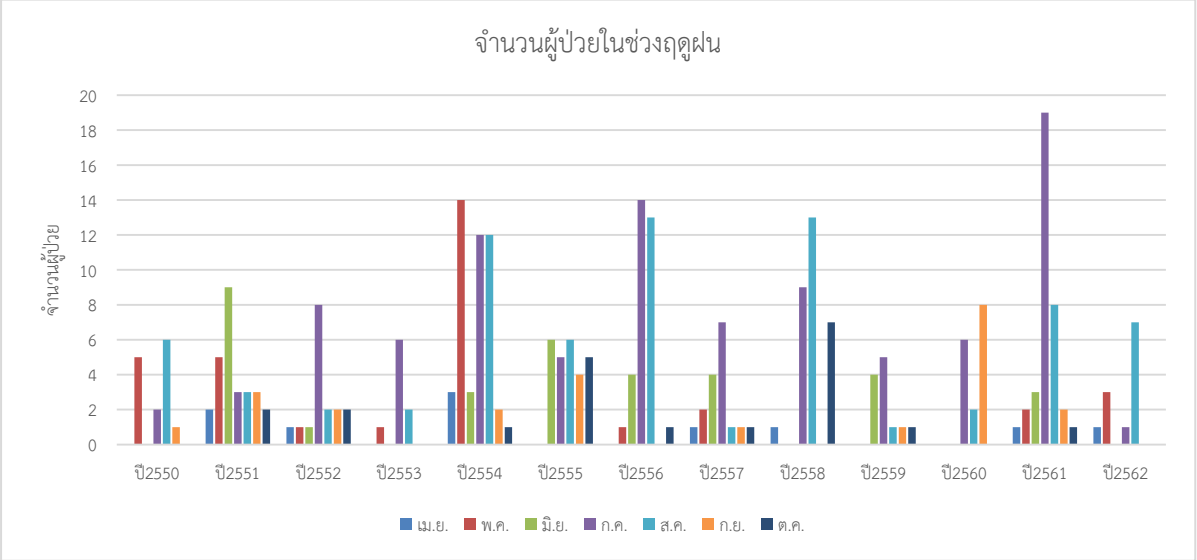
สมพงษ์ จันทร์ขอนแก่น และคณะ (2556) ได้ศึกษาความรู้ การรับรู้ พฤติกรรมของประชาชนเพื่อป้องกันโรคเห็ดพิษในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดอุบลราชธานี ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 386 คน เป็นหญิงร้อยละ 87.8 เป็นชายร้อยละ 12.2 อายุเฉลี่ย 47.6 ปี สาเหตุของการป่วยร้อยละ 82.9 มาจากการรับประทานเห็ด พิษที่มีลักษณะคล้ายเห็ดกินได้ ส่วนใหญ่มีการเจ็บป่วยในเดือนมิถุนายน ร้อยละ 30.8 มีผู้ป่วยเสียชีวิตจากเห็ดระโงกหิน ร้อยละ 40

วิธีการทดลอง:

การเก็บรวบรวมข้อมูล จังหวัดพะเยาประกอบด้วยอำเภอทั้งหมด 9 อำเภอ ซึ่งตั้งอยู่บริเวณหุบเขา จึงมีเทือกเขาดอยผาหม่นเป็นเทือกเขาที่แบ่งกลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่หน้าเขาและหลังเขา ซึ่งอำเภอหน้าเขา ได้แก่ อำเภอแม่ใจ ดอกคำใต้ ภูกามยาว เมืองพะเยา และอำเภอหลังเขา ได้แก่ อำเภอจุน เชียงคำ ปง ภูซาง เชียงม่วน การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากเห็ดพิษที่อาศัยอยู่ในจังหวัดพะเยา จำแนกผู้ป่วยตามรายเดือน รายปี อำเภอ เพศ ช่วงอายุ อาชีพ สถานพยาบาล รวมถึงจำแนกตามกลุ่มผู้ป่วยที่อาศัยอยู่หน้าเขาและหลังเขา โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิของผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากเห็ดพิษจากกระทรวงสาธารณะสุขจังหวัดพะเยา ตั้งแต่ปี 2550 - 2562 รวม 13 ปี ซึ่งพบผู้ป่วยทั้งหมดจำนวน 343 คน

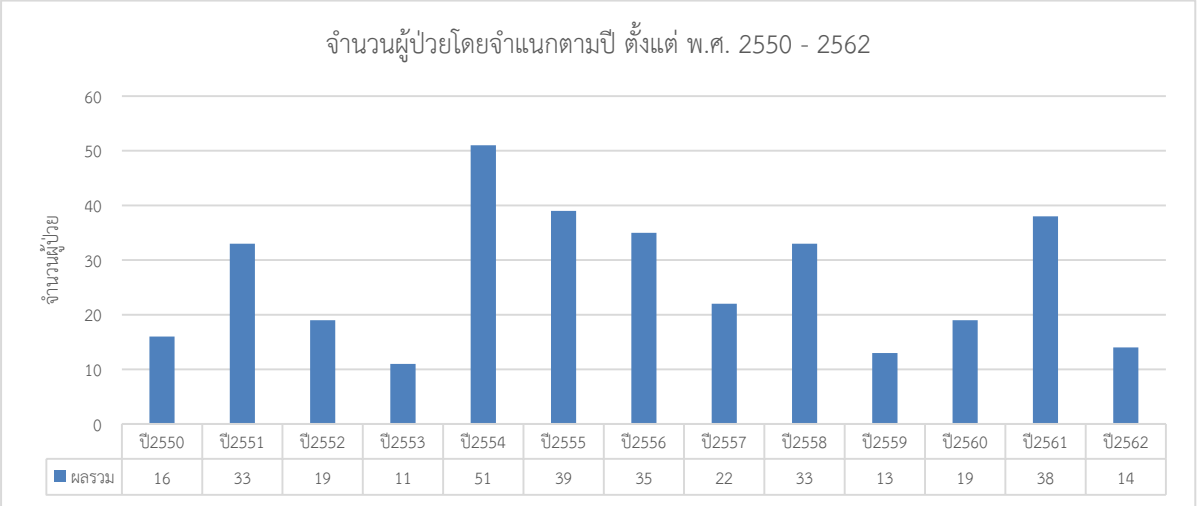
การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาจัดเรียงและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นจำแนกผู้ป่วยตามรายเดือน รายปี อำเภอ เพศ ช่วงอายุ อาชีพ และสถานพยาบาล ด้วยโปรแกรม Microsoft office 365 และวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามกลุ่มผู้ป่วย ที่อาศัยอยู่หน้าเขาและหลังเขาด้วยโปรแกรม SPSS V.26 รหัสเลขลิขสิทธิ์ c964cd7e7c88f78b7ce7

ผลการทดลอง:



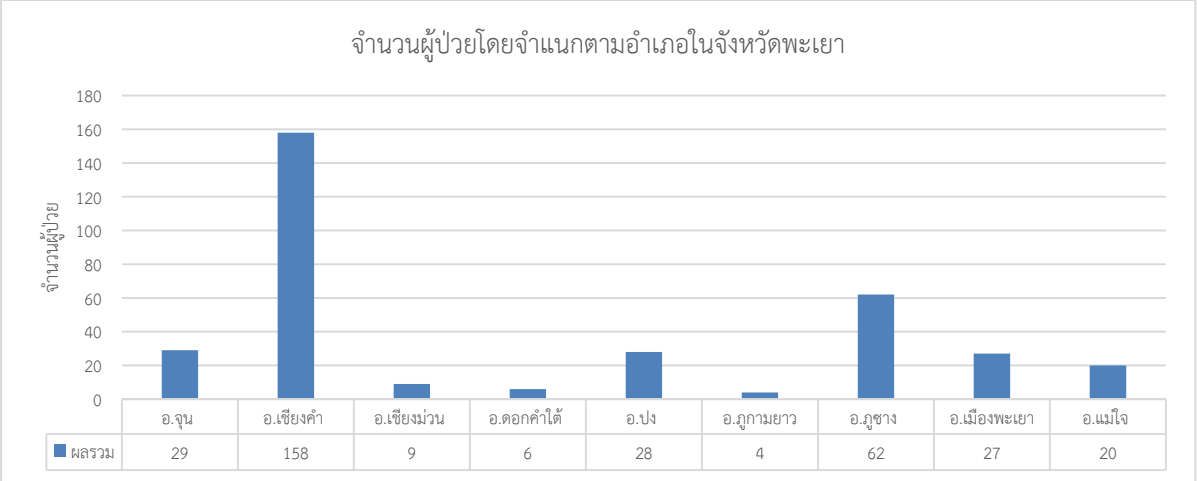
รูปที่ 1 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ ในช่วงฤดูฝน (เดือน พ.ค. – ต.ค.) ในรอบ 13 ปี (พ.ศ. 2550 - 2562)

รูปที่ 1 แสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ ในช่วงฤดูฝน ตั้งแต่ปี 2550 - 2562 พบว่าเดือนกรกฎาคม ปี 2561 มีจำนวนผู้ป่วยมากที่สุด จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 6.64 รองลงมาคือเดือนพฤษภาคม ปี 2554 และเดือนกรกฎาคม ปี 2556 มีจำนวนเท่ากัน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 4.90 และเดือนสิงหาคม ปี 2558 มีจำนวนผู้ป่วยน้อยที่สุด จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 4.55 จากภาพรวมของกราฟจะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่พบผู้ป่วยมากที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคม



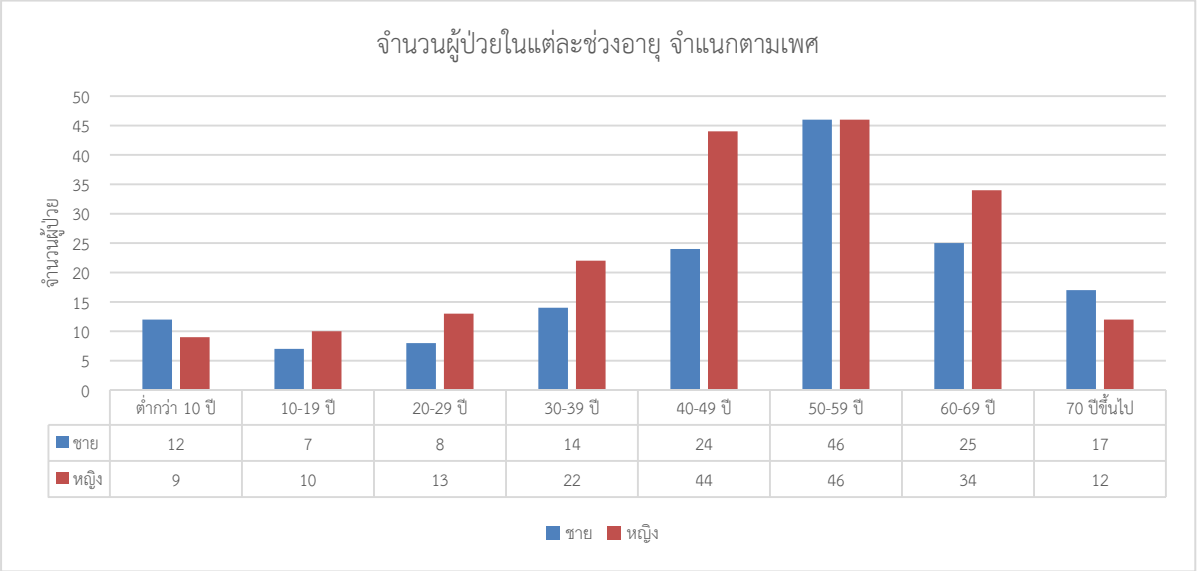
รูปที่ 2 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ ในรอบ 13 ปี (พ.ศ. 2550 - 2562)

รูปที่ 2 แสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ ตั้งแต่ปี 2550 - 2562 พบว่าปี 2554 มีจำนวนผู้ป่วยมากที่สุด จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 14.87 รองลงมาคือปี 2555 มีจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 11.37 และปี 2553 มีจำนวนผู้ป่วยน้อยที่สุด จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 3.21



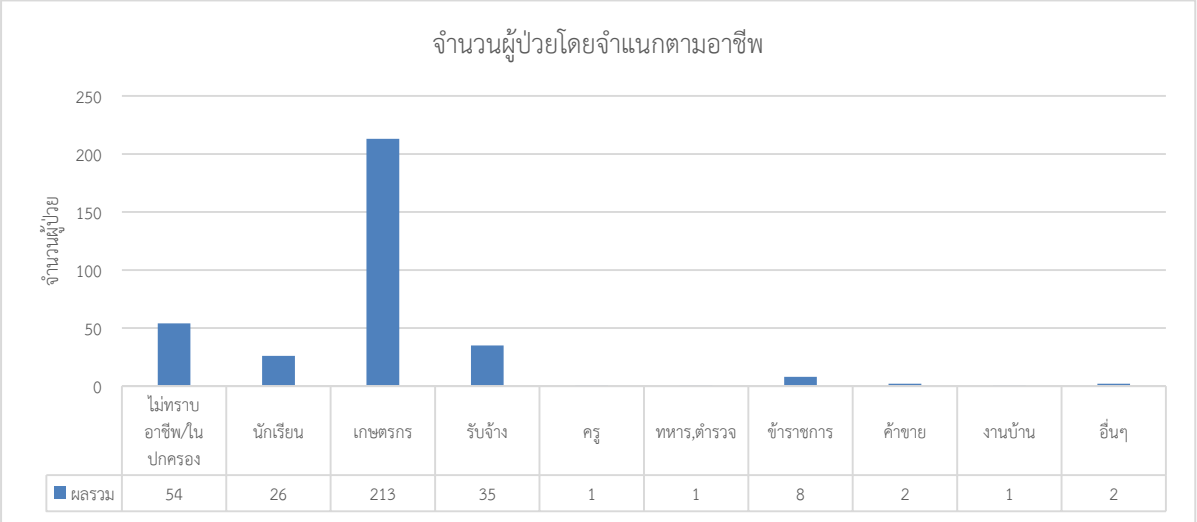
รูปที่ 3 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ แยกตามอำเภอ ในรอบ 13 ปี (พ.ศ. 2550 - 2562)

รูปที่ 3 แสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ ตั้งแต่ปี 2550 - 2562 พบว่าอำเภอจุนมีจำนวนผู้ป่วยมากที่สุด จำนวน 158 คน คิดเป็นร้อยละ 46.06 รองลงมาคืออำเภอภูซาง จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 18.08 และอำเภอภูกามยาวมีจำนวนผู้ป่วยน้อยที่สุด จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 1.1



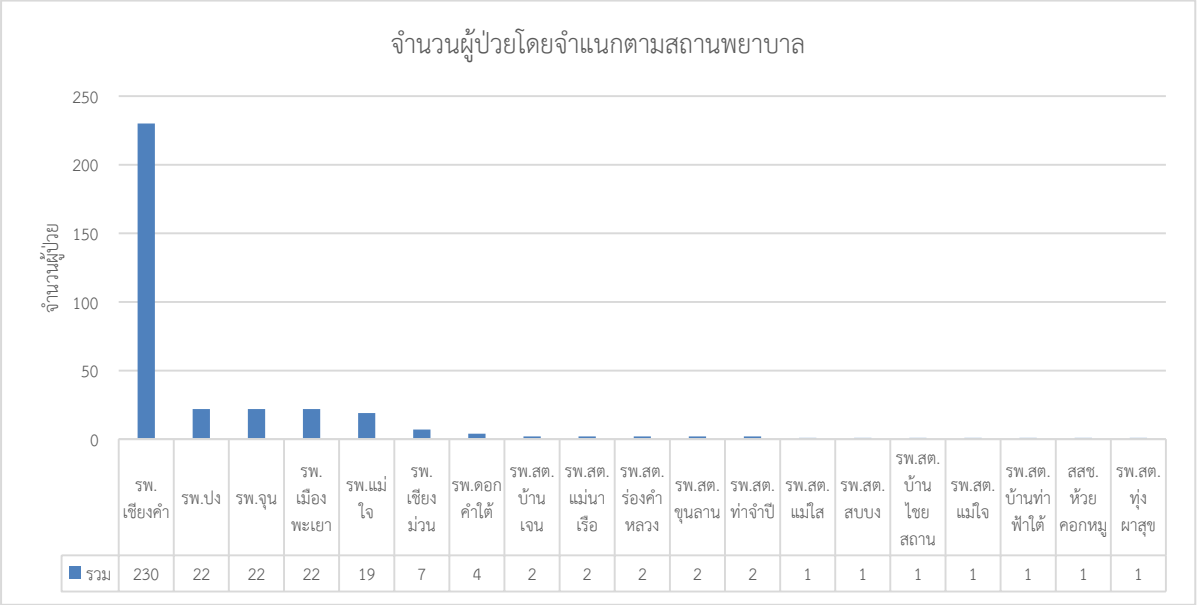
รูปที่ 4 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ ในแต่ละช่วงอายุ แยกตามเพศชาย - หญิง ในรอบ 13 ปี (พ.ศ. 2550 - 2562)

รูปที่ 4 แสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ ตั้งแต่ปี 2550 - 2562 พบว่าช่วงอายุ 50 - 59 ปี มีจำนวนผู้ป่วยมากที่สุด และมีจำนวนเท่ากันทั้งเพศหญิงและเพศชาย จำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 54.90 จากภาพรวมของกราฟจะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่ผู้ป่วยจะเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย และจะพบผู้ป่วยที่มีอายุตั้งแต่ 30 ปีขึ้นไป มากกว่ากลุ่มอายุน้อยกว่า 30 ปี



รูปที่ 5 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ แบ่งตามอาชีพ ในรอบ 13 ปี (พ.ศ. 2550 - 2562)

รูปที่ 5 แสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ ตั้งแต่ปี 2550 - 2562 พบว่าอาชีพเกษตรกรมีจำนวนผู้ป่วยมากที่สุด จำนวน 213 คน คิดเป็นร้อยละ 62.10 รองลงมาคือ ไม่ทราบอาชีพ/ในปกครอง มีจำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 15.74 และอันดับสุดท้าย ครู ทหารตำรวจและงานบ้าน จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.29



รูปที่ 6 กราฟแสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ แยกตามสถานพยาบาลที่ผู้ป่วยเข้ารักษา ในรอบ 13 ปี (พ.ศ. 2550 - 2562)

รูปที่ 6 แสดงจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากการบริโภคเห็ดพิษ ตั้งแต่ปี 2550 - 2562 พบว่าโรงพยาบาลเชียงคำมีจำนวนผู้ป่วยมากที่สุด จำนวน 230 คน คิดเป็นร้อยละ 67.06 รองลงมาคือโรงพยาบาลปง โรงพยาบาลจุน และโรงพยาบาลพะเยา มีจำนวนเท่ากัน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 6.41

ตารางที่ 1 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอำเภอและช่วงอายุ

	กลุ่มอำเภอ	ช่วงอายุ			Chi-Square
		ต่ำกว่า 30 ปี	30-59 ปี	60 ปีขึ้นไป	(Sig.)
หน้าเขา	Count	57	0	0	329.056 (<.001)
	Expected Count	9.8	32.6	14.6	
	% within ช่วงอายุ	96.6%	0.0%	0.0%	
หลังเขา	Count	2	196	88	
	Expected Count	49.2	163.4	73.4	
	% within ช่วงอายุ	3.4%	100.0%	100.0%	

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอำเภอและช่วงอายุ พบว่า ค่าสถิติทดสอบ Chi-square = 329.056 และค่า Sig. <.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ตั้งไว้ แสดงว่ากลุ่มอำเภอหน้าเขาและหลังเขาอายุของผู้ป่วย ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของผู้ป่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอำเภอและช่วงปี

กลุ่มอำเภอ		ช่วงปี			Chi-Square (Sig.)
		2550 - 2553	2554 - 2558	2559 - 2562	
หน้าเขา	Count	79	180	27	316.412 (<.001)
	Expected Count	65.9	150.1	70	
	% within ช่วงปี	100.0%	100.0%	32.1%	
หลังเขา	Count	0	196	88	
	Expected Count	13.1	163.4	73.4	
	% within ช่วงปี	0.0%	0.0%	67.9%	

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอำเภอและช่วงปี พบว่า ค่าสถิติทดสอบ Chi-square = 316.412 และค่า Sig. <.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ตั้งไว้ แสดงว่ากลุ่มอำเภอหน้าเขาและหลังเขาของผู้ป่วยขึ้นอยู่กับช่วงอายุของผู้ป่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเพศและช่วงอายุ

เพศ		ช่วงอายุ			Chi-Square (Sig.)
		ต่ำกว่า 30 ปี	30-59 ปี	60 ปีขึ้นไป	
เพศชาย	Count	59	94	0	145.023 (<.001)
	Expected Count	26.3	87.4	39.3	
	% within ช่วงอายุ	100.0%	48.0%	0.0%	
เพศหญิง	Count	0	102	88	
	Expected Count	32.7	108.6	48.7	
	% within ช่วงอายุ	0.0%	52.0%	100.0%	

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มเพศและช่วงอายุ พบว่า ค่าสถิติทดสอบ Chi-square = 145.023 และค่า Sig. <.001 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ตั้งไว้ แสดงว่ากลุ่มเพศชายและ เพศหญิงของผู้ป่วยขึ้นอยู่กับช่วงอายุของผู้ป่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วย อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

รายการ	จำนวนผู้ป่วย	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย
จำนวนผู้ป่วย	1			
อุณหภูมิเฉลี่ย	0.487	1		
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย	0.560		1	
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย	*0.680			1

* ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วย อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย พบว่าค่า Correlation = 0.68 แสดงว่าจำนวนผู้ป่วยมีความสัมพันธ์กันกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยค่อนข้างมากในทิศทางเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากการศึกษาของผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากเห็ดพิษจากกระทรวงสาธารณะสุขจังหวัดพะเยา ตั้งแต่ปี 2550 ถึง 2562 จำนวน 343 คน ผลการศึกษาเบื้องต้นพบว่า ในช่วงฤดูฝนส่วนใหญ่พบผู้ป่วยมากที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคม และพบมากในเดือนกรกฎาคม ปี 2561 มีจำนวนผู้ป่วย 19 คน คิดเป็นร้อยละ 6.64 และจากข้อมูลย้อนหลัง 13 ปี พบว่าปี 2554 มีจำนวนผู้ป่วยมากที่สุด จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 14.87 อำเภอจุนพบผู้ป่วยมากที่สุด จำนวน 158 คน คิดเป็นร้อยละ 46.06 ผู้ป่วยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 50 - 59 ปี และมีจำนวนเท่ากันทั้งเพศหญิงและเพศชาย จำนวน 84 คน คิดเป็นร้อยละ 54.90 และส่วนใหญ่ผู้ป่วยจะเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย และจะพบผู้ป่วยที่มีอายุตั้งแต่ 30 ปีขึ้นไป มากกว่ากลุ่มอายุน้อยกว่า 30 ปี ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกร มีจำนวน 213 คน คิดเป็นร้อยละ 62.10 และเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลเชียงคำมากที่สุด จำนวน 230 คน คิดเป็นร้อยละ 67.06 จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยไคกำลังสองพบว่า ผู้ป่วยที่ได้รับเห็ดพิษที่อาศัยอยู่หน้าเขาและหลังเขามีความสัมพันธ์กับช่วงอายุ และช่วงเวลา และเพศมีความสัมพันธ์กับช่วงอายุ จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับเห็ดพิษกับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละปี พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.68 แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับผู้ป่วยเห็ดพิษในระดับสูง ทำให้ได้ว่าถ้าปีไหนมีฝนตกชุกก็จะส่งผลให้เห็ดออกตามฤดูกาลเยอะ จึงเป็นเหตุให้มีการนำเห็ดมารับประทานมากขึ้น และอาจจะได้รับผลกระทบจากการรับประทานเห็ดพิษเพิ่มมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการสนับสนุนการจัดตั้งห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน โดยการกำกับดูแลของมหาวิทยาลัย (โครงการ วมว.) โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา และได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจากกระทรวงสาธารณะสุขจังหวัดพะเยา (สสจ.พะเยา) และข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดพะเยา

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค, อาหารเป็นพิษจากเห็ดพิษ, กลุ่มโรคติดต่อทางอาหารและน้ำ สำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค, 2553.

[2] อำพร แจ่มผล และ ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ, ประเภทอาหารที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษในประเทศไทยระหว่างปี 2545 – 2549, กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.

[3] กลุ่มพัฒนามาตรฐานและวิจัยงานระบาดวิทยาโรคติดต่อ, สถานการณ์โรค, สำนักระบาดวิทยา, 2555.

[4] สมพงษ์ จันทร์ขอนแก่น และคณะ, ความรู้ การรับรู้ พฤติกรรมของประชาชนเพื่อป้องกันโรคเห็ดพิษในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดอุบลราชธานี, กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณะสุข, 2556.

อัตราการลู่เข้าของวิธีทำซ้ำพีเอ็มและวิธีทำซ้ำเอส สำหรับฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วงปิด

ON THE RATE OF CONVERGENCE OF PM-ITERATION AND S-ITERATION FOR CONTINUOUS FUNCTIONS ON CLOSED INTERVALS

มุกดา นุ้ยสุข[1,*], พิกุล ศรีดารัตน์[1] และ เยาวลักษณ์ คงธรรม[1]

Mookda Nuisook[1], Phikul Sridarat[1] and Yaowaluck Khongtham[1]

[1] *สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: มุกดา นุ้ยสุข อีเมล: Mookdatuesday@outlook.com

บทคัดย่อ:

ในงานวิจัยนี้ เรานำเสนอวิธีทำซ้ำแบบใหม่เรียกว่า วิธีทำซ้ำพีเอ็ม สำหรับการประมาณค่าจุดตรึงของฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วงปิด จากนั้นเราให้เงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับการลู่เข้าของวิธีทำซ้ำพีเอ็มและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีทำซ้ำพีเอ็มและวิธีทำซ้ำเอส ในส่วนท้าย เราเปรียบเทียบอัตราการลู่เข้าระหว่างวิธีทำซ้ำพีเอ็มและวิธีทำซ้ำเอส รวมทั้งนำเสนอตัวอย่างเชิงตัวเลขสำหรับเปรียบเทียบอัตราการลู่เข้าระหว่างวิธีทำซ้ำทั้งสองวิธี

คำสำคัญ : อัตราการลู่เข้า วิธีทำซ้ำพีเอ็ม วิธีทำซ้ำเอส ฟังก์ชันต่อเนื่อง ช่วงปิด

Abstract:

In this research, we propose a new iteration, called the PM-iteration, for approximating a fixed point of continuous functions on closed interval. Then we give a necessary and sufficient condition for convergence of PM-iteration and study relationship between PM-iteration and S-iteration. Finally, we compare the rate of convergence between PM-iteration and S-iteration. Two numerical examples for comparing the rate of convergence between these two methods are also given.

Keywords: rate of convergence, PM-iteration, S-iteration, continuous functions, closed interval

บทนำ:

เนื่องจากปัญหาต่าง ๆ ในด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเศรษฐศาสตร์ สามารถปรับให้อยู่ในรูปตัวแบบทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบไม่เชิงเส้นของสมการ อสมการ ระบบสมการ หรือระบบอสมการและสิ่งสำคัญที่ต้องการทราบเพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้นก็คือ การมีคำตอบและการสร้างระเบียบวิธีทำซ้ำเพื่อหาหรือประมาณค่าคำตอบ วิธีการทำซ้ำจุดตรึงเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการแก้ปัญหาสมการไม่เชิงเส้น วิธีการทำซ้ำดั้งเดิมถูกใช้เพื่อประมาณจุดตรึงของการส่งไม่เชิงเส้นซึ่งมีหลากหลายการส่ง นิยามและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีจุดตรึงมีดังนี้ ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f: E \to E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง จุด $p \in E$ เป็นจุดตรึงของ f ถ้า $f(p) = p$ เรากำหนดให้ $F(f)$ เป็นเซตของจุดตรึงของ f เป็นที่ทราบกันว่า ถ้า E มีขอบเขตแล้ว $F(f) \neq \emptyset$

วิธีทำซ้ำมานน์ (Mann) [4] ถูกกำหนดโดย $u_1 \in E$ และ

$$u_{n+1} = (1 - \alpha_n)u_n + \alpha_n f(u_n) \tag{1.1}$$

สำหรับทุก $n \geq 1$ ซึ่ง $\{\alpha_n\}_{n=1}^{\infty}$ เป็นลำดับในช่วงปิด $[0,1]$ และวิธีทำซ้ำมานน์จะถูกแทนด้วย $M(u_1, \alpha_n, f)$

วิธีทำซ้ำอิชิกาวา (Ishikawa) [2] ถูกกำหนดโดย $v_1 \in E$ และ

$$\begin{cases} w_n = (1-\beta_n)v_n + \beta_n f(v_n) \\ v_{n+1} = (1-\alpha_n)v_n + \alpha_n f(w_n) \end{cases} \tag{1.2}$$

สำหรับทุก $n \geq 1$ ซึ่ง $\{\alpha_n\}_{n=1}^{\infty}, \{\beta_n\}_{n=1}^{\infty}$ เป็นลำดับในช่วงปิด $[0,1]$ และวิธีทำซ้ำอิชิกาวาจะถูกแทนด้วย $I(v_1, \alpha_n, \beta_n, f)$ ซึ่งวิธีทำซ้ำมานน์เป็นกรณีเฉพาะของวิธีทำซ้ำอิชิกาวา

ในปี ค.ศ. 2013 สมชัย (Somchai) [3] ได้พิสูจน์อัตราการลู่เข้าของวิธีทำซ้ำเอสและวิธีทำซ้ำอิชิกาวา สำหรับฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วงปิด พบว่าวิธีทำซ้ำเอสลู่เข้าสู่จุดตรึง p ของ f ได้เร็วกว่าวิธีทำซ้ำอิชิกาวา

วิธีทำซ้ำเอสเอ็น (SN-iteration) [5] ถูกกำหนดโดย $g_1 \in E$ และ

$$\begin{cases} z_n = (1-\gamma_n)g_n + \gamma_n f(g_n) \\ y_n = (1-\beta_n)f(z_n) + \beta_n f^2(z_n) \\ g_{n+1} = (1-\alpha_n)f(z_n) + \alpha_n f^2(y_n) \end{cases} \tag{1.3}$$

สำหรับทุก $n \geq 1$ ซึ่ง $\{\alpha_n\}_{n=1}^{\infty}, \{\beta_n\}_{n=1}^{\infty}$ และ $\{\gamma_n\}_{n=1}^{\infty}$ เป็นลำดับในช่วงปิด $[0,1]$ และวิธีทำซ้ำเอสเอ็นจะกำหนดโดย $SN(g_1, \alpha_n, \beta_n, \gamma_n, f)$ ปี ค.ศ. 2017 สุภาภรณ์ (Supaporn) และสุเทพ (Suthep) ได้แนะนำและศึกษาวิธีทำซ้ำเอสเอ็นสำหรับการประมาณจุดร่วมของฟังก์ชันต่อเนื่องสองฟังก์ชันบนช่วงปิดที่เป็นสับเซตของเซตจำนวนจริง

ด้วยแรงบันดาลใจจากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น ในบทความนี้ เราให้เงื่อนไขจำเป็นและเพียงพอสำหรับการลู่เข้าของวิธีทำซ้ำพีเอ็ม สำหรับฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วงปิด เรายังพิสูจน์ว่า ถ้าวิธีทำซ้ำเอสลู่เข้าแล้ววิธีทำซ้ำพีเอ็มลู่เข้าด้วย และลู่เข้าเร็วกว่าวิธีทำซ้ำเอส สำหรับคลาสของฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด มากกว่านั้น เรานำเสนอตัวอย่างเชิงตัวเลขสำหรับวิธีทำซ้ำพีเอ็ม เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีทำซ้ำเอส

ความรู้พื้นฐาน:

บทนิยาม 2.1 (เซตที่มีขอบเขต). [1] ให้ S เป็นเซตย่อยที่ไม่ใช่เซตว่างของ $\mathbb{R}$

1. เซต S ถูกเรียกว่าเป็น เซตที่มีขอบเขตบน (bounded above) ถ้ามี $u \in \mathbb{R}$ ซึ่ง $s \leq u$ สำหรับทุก $s \in S, u$ จะถูกเรียกว่าเป็น ขอบเขตบน (upper bound) ของเซต S
2. เซต S ถูกเรียกว่าเป็น เซตที่มีขอบเขตล่าง (bounded below) ถ้ามี $w \in \mathbb{R}$ ซึ่ง $w \leq s$ สำหรับทุก $s \in S, w$ จะถูกเรียกว่าเป็น ขอบเขตล่าง (lower bound) ของเซต S
3. เซตที่มีทั้งขอบเขตบนและขอบเขตล่าง จะเรียกว่าเป็น เซตที่มีขอบเขต (bounded) และถ้าไม่มีขอบเขต จะเรียกว่าเป็น เซตที่ไม่มีขอบเขต (unbounded)

บทนิยาม 2.2 (ขอบเขตบนน้อยสุด). [1] ให้ S เป็นเซตย่อยที่ไม่ใช่เซตว่างของ $\mathbb{R}$

ถ้า S เป็นเซตที่มีขอบเขตบน แล้วจำนวนจริง u จะกล่าวว่าเป็น ขอบเขตบนน้อยสุด (supremum or a least upper bound) ของ S ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไข ดังนี้

1. u เป็นขอบเขตบนของ S และ
2. ถ้า v เป็นขอบเขตบนของ S แล้ว $u \leq v$

ถ้า u เป็นขอบเขตบนที่น้อยที่สุดของ S เขียนแทนด้วย $l.u.b.S = u$ หรือ $sup\ S = u$

บทนิยาม 2.3 (ขอบเขตล่างมากสุด). [1] ให้ S เป็นเซตย่อยที่ไม่ใช่เซตว่างของ $\mathbb{R}$

ถ้า S เป็นเซตที่มีขอบเขตล่าง แล้วจำนวนจริง w จะกล่าวว่าเป็น ขอบเขตล่างมากสุด (infimum or a greatest lower bound) ของ S ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไข

1. w เป็นขอบเขตล่างของ S และ
2. ถ้า t เป็นขอบเขตล่างของ S แล้ว $t \leq w$

ถ้า w เป็นขอบเขตล่างที่มากที่สุดของ S เขียนแทนด้วย $g.l.b.S = w$ หรือ $inf\ S = w$

บทนิยาม 2.4 (ลำดับลู่เข้า). [1] ลำดับ $\{a_n\}$ จะกล่าวว่าเป็นลำดับลู่เข้า (converse) สู่จำนวนจริง L ก็ต่อเมื่อ สำหรับแต่ละ $\varepsilon > 0$ จะมี $m \in \mathbb{N}$ ที่ทำให้ $|a_n - L| < \varepsilon$ ทุก ๆ $n \geq m$ และจะใช้สัญลักษณ์ $\lim_{n\to\infty} a_n = L$ หรือ

$a_n \longrightarrow L$ เมื่อ $n \longrightarrow \infty$

บทนิยาม 2.5 [1] ลำดับ $X = \{x_n\}$ ของจำนวนจริง กล่าวว่า มีขอบเขต (bounded) ถ้ามีจำนวนจริง $M > 0$ ซึ่ง $|x_n| \leq M$ สำหรับทุก $n \in \mathbb{N}$

ทฤษฎีบท 2.6 [1] ลำดับของจำนวนจริงที่ลู่เข้าจะมีขอบเขต

บทนิยาม 2.7 [1] ให้ $X = \{x_n\}$ เป็นลำดับของจำนวนจริง เราเรียก X ว่า ลำดับเพิ่ม (increasing) ถ้า

$$x_1 \leq x_2 \leq \cdots \leq x_n \leq x_{n+1} \leq \cdots$$

เราเรียก X ว่า ลำดับลด (decreasing) ถ้า

$$x_1 \geq x_2 \geq \cdots \geq x_n \geq x_{n+1} \geq \cdots$$

เราเรียก X ว่า ลำดับทางเดียว (monotone) ถ้า X เป็นลำดับเพิ่มหรือลำดับลด

ทฤษฎีบท 2.8 (การลู่เข้าของลำดับทางเดียว) [1] ลำดับทางเดียวของจำนวนจริงลู่เข้าก็ต่อเมื่อลำดับมีขอบเขต

บทนิยาม 2.9 [1] กำหนดให้ $A \subseteq \mathbb{R}$ และ $f : A \longrightarrow \mathbb{R}$ ให้ $c \in A$ เรากล่าวว่า f ต่อเนื่องที่ (continuous at) c ถ้าสำหรับแต่ละ $\varepsilon > 0$ จะมี $\delta > 0$ ซึ่ง x เป็นจุดใด ๆ ของ A สอดคล้องกับ $|x - c| < \delta$ แล้ว$|f(x) - f(c)| < \varepsilon$

ถ้า f ไม่สามารถต่อเนื่องที่ c เราจะกล่าวว่า f ไม่ต่อเนื่องที่ (discontinuous at) c

หมายเหตุ 2.10 [1] ถ้า $c \in A$ เป็นจุดเกาะกลุ่มหรือจุดลิมิต (cluster point or limit point) ของ A แสดงว่า f ต่อเนื่องที่ c ก็ต่อเมื่อ $f(c) = \lim_{x\to c} f(x)$

บทนิยาม 11 [1] ให้ $A \subseteq \mathbb{R}$ และให้ $f : A \longrightarrow \mathbb{R}$ ถ้า B เป็นสับเซตของ A เรากล่าวว่า f ต่อเนื่องบนเซต B ถ้า f ต่อเนื่องทุก ๆ จุดของ B

ทฤษฎีบท 2.12 (เกณฑ์ลำดับสำหรับความต่อเนื่อง) [1] ฟังก์ชัน $f : A \longrightarrow \mathbb{R}$ ต่อเนื่องที่จุด $c \in A$ ก็ต่อเมื่อ สำหรับทุกลำดับ $\{x_n\}$ ใน A ที่ลู่เข้าสู่ c แล้วลำดับ $\{f(x_n)\}$ ลู่เข้าสู่ $f(c)$

บทนิยาม 2.13 [1] ให้ $A \subseteq \mathbb{R}$ แล้ว $f : A \longrightarrow \mathbb{R}$

1. f เป็นฟังก์ชันเพิ่ม ใน A ก็ต่อเมื่อ สำหรับสมาชิก x_1 และ x_2 ใด ๆ ใน A
   ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) \leq f(x_2)$
2. f เป็นฟังก์ชันลด ใน A ก็ต่อเมื่อ สำหรับสมาชิก x_1 และ x_2 ใด ๆ ใน A
   ถ้า $x_1 < x_2$ แล้ว $f(x_1) \geq f(x_2)$

บทนิยาม 2.14 [6] ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริง และ $f : E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง สมมติว่า $\{x_n\}$ และ $\{y_n\}$ เป็นสองวิธีทำซ้ำซึ่งลู่เข้าจุดตรึง p ของ f ดังนั้นจะกล่าวว่า $\{x_n\}$ ลู่เข้าเร็วกว่า $\{y_n\}$ ถ้า

$$|x_n - p| \leq |y_n - p|, \forall n \geq 1$$

ทฤษฎีบท 2.15 [1] ให้ $F \subseteq \mathbb{R}$ แล้วได้ข้อความต่อไปนี้สมมูลกัน

1. F เป็นสับเซตปิดของ $\mathbb{R}$
2. ถ้า $X = \{x_n\}$ เป็นลำดับใด ๆ ใน F ที่ลู่เข้าสู่ a แล้ว a อยู่ใน F

หมายเหตุ 2.16 [1] ถ้า $\emptyset \neq F \subseteq \mathbb{R}$ เป็นเซตปิดที่มีขอบเขตบน แล้ว $supF$ จะอยู่ใน F

วิธีทำซ้ำเอส (S-iteration) [3] ถูกกำหนดโดย $s_1 \in E$ และ

$$\begin{cases} t_n = (1-\beta_n)s_n + \beta_n f(s_n) \\ s_{n+1} = (1-\alpha_n)f(s_n) + \alpha_n f(t_n) \end{cases} \tag{2.1}$$

สำหรับทุก $n \geq 1$ ซึ่ง $\{\alpha_n\}_{n=1}^{\infty}, \{\beta_n\}_{n=1}^{\infty}$ เป็นลำดับในช่วงปิด [0,1] และจะถูกแทนด้วย $S(s_1, \alpha_n, \beta_n, f)$

บทตั้ง 2.17 [3] ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริง และ $f : E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด

ให้ $\{\alpha_n\}, \{\beta_n\}$ เป็นลำดับในช่วง $[0,1]$ สำหรับ $s_1 \in E$ และ $\{s_n\}$ เป็นลำดับที่กำหนดโดย (2.1)

(i) ถ้า $f(s_1) < s_1$ แล้ว $f(s_n) \leq s_n$ สำหรับ $n \geq 1$ และ $\{s_n\}$ เป็นลำดับไม่เพิ่ม

(ii) ถ้า $f(s_1) > s_1$ แล้ว $f(s_n) \geq s_n$ สำหรับ $n \geq 1$ และ $\{s_n\}$ เป็นลำดับไม่ลด

บทตั้ง 2.18 [3] ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f : E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด
ให้$\{\alpha_n\}, \{\beta_n\}$ เป็นลำดับในช่วง $[0,1]$ สำหรับ $u_1 = v_1 = s_1 \in E$ ให้ $\{u_n\}, \{v_n\}$ และ $\{s_n\}$ เป็นลำดับที่กำหนดโดยวิธีทำซ้ำมานน์ วิธีทำซ้ำอิชิกาวาและวิธีทำซ้ำเอส ตามลำดับ
ดังนั้นข้อความต่อไปนี้เป็นจริง

(i) ถ้า $f(u_1) < u_1$ แล้ว $s_n \leq v_n \leq u_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$

(ii) ถ้า $f(u_1) > u_1$ แล้ว $s_n \geq v_n \geq u_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$

ทฤษฎีบทประกอบ 2.19 [3] ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f: E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด ที่ซึ่ง $F(f)$ ไม่เป็นเซตว่างและมีขอบเขต โดยที่ $s_1 > sup\{p \in E: f(p) = p\}$ ให้ $\{\alpha_n\}, \{\beta_n\}$ เป็นลำดับในช่วง $[0,1]$ ถ้า $f(s_1) > s_1$ แล้ว $\{s_n\}$ เป็นลำดับที่กำหนดโดยวิธีการทำซ้ำเอส ไม่ลู่เข้าสู่จุดตรึงของ f

ทฤษฎีบทประกอบ 2.20 [3] ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f: E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด ที่ซึ่ง $F(f)$ ไม่เป็นเซตว่างและมีขอบเขต โดยที่ $s_1 < inf\{p \in E: f(p) = p\}$ ให้ $\{\alpha_n\}, \{\beta_n\}$ เป็นลำดับในช่วง $[0,1]$ ถ้า $f(s_1) < s_1$ แล้ว $\{s_n\}$ เป็นลำดับที่กำหนดโดยวิธีการทำซ้ำเอส ไม่ลู่เข้าสู่จุดตรึงของ f

ผลลัพธ์หลัก:

ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f: E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง ก่อนอื่นเราขอแนะนำวิธีทำซ้ำของเราที่เรียกว่า วิธีทำซ้ำพีเอ็ม (PM-iteration) ดังต่อไปนี้

ให้ $x_1 \in E$ และ

$$\begin{cases} y_n = (1-\beta_n)x_n + \beta_n f(x_n) \\ x_{n+1} = (1-\alpha_n-\lambda_n)f(x_n) + \alpha_n f(y_n) + \lambda_n f^2(y_n) \end{cases} \tag{3.1}$$

สำหรับทุก $n \geq 1$ ที่ซึ่ง $\{\alpha_n\}_{n=1}^{\infty}, \{\beta_n\}_{n=1}^{\infty}, \{\lambda_n\}_{n=1}^{\infty}$ และ $\{\alpha_n + \lambda_n\}$ เป็นลำดับในช่วง $[0,1]$ และจะกำหนดโดย $PM(x_1, \alpha_n, \beta_n, \lambda_n, f)$

เราจะใช้บทตั้งต่อไปนี้ในการพิสูจน์การลู่เข้าของวิธีที่เราเสนอ

บทตั้ง 3.1 ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f: E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด ให้ $\{\alpha_n\}, \{\beta_n\}, \{\lambda_n\}, \{\alpha_n + \lambda_n\}$ เป็นลำดับในช่วง $[0,1]$ สำหรับ $x_1 \in E$ ให้ $\{x_n\}$ เป็นลำดับที่กำหนดโดยวิธีทำซ้ำพีเอ็ม

(i) ถ้า $f(x_1) < x_1$ แล้ว $f(x_n) \leq x_n$ สำหรับ $n \geq 1$ และ $\{x_n\}$ เป็นลำดับไม่เพิ่ม

(ii) ถ้า $f(x_1) > x_1$ แล้ว $f(x_n) \geq x_n$ สำหรับ $n \geq 1$ และ $\{x_n\}$ เป็นลำดับไม่ลด

การพิสูจน์ (i) ให้ $f(x_1) < x_1$ สมมติ $f(x_k) \leq x_k$ สำหรับ $k > 1$

จากสมการ (3.1): $y_k = (1-\beta_k)x_k + \beta_k f(x_k)$ จะได้ว่า

$$f(x_k) = (1-\beta_k)f(x_k) + \beta_k f(x_k) \leq y_k \leq (1-\beta_k)x_k + \beta_k x_k = x_k$$

ดังนั้น $f(x_k) \leq y_k \leq x_k$

เนื่องจาก f เป็นฟังก์ชันไม่ลด เราได้ $f^2(y_k) \leq f^2(x_k) \leq f(y_k) \leq f(x_k) \leq y_k \leq x_k$

โดยนิยามของ $x_{k+1} = (1-\alpha_k-\lambda_k)f(x_k) + \alpha_k f(y_k) + \lambda_k f^2(x_k)$ เราจะได้

$$f^2(y_k) = (1-\alpha_k-\lambda_k)f^2(y_k) + \alpha_k f^2(y_k) \leq x_{k+1} \leq (1-\alpha_k-\lambda_k)f(x_k) + \alpha_k f(x_k) + \lambda_k f(x_k) = f(x_k)$$

เราได้ $f^2(y_k) \leq x_{k+1} \leq f(x_k)$ แบ่งออกเป็น 2 กรณี

กรณี 1: $f^2(y_k) \leq x_{k+1} \leq f(y_k)$ เนื่องจาก f เป็นฟังก์ชันไม่ลด เราได้ $f(x_{k+1}) \leq f^2(y_k) \leq x_{k+1}$

กรณี 2: $f(y_k) \leq x_{k+1} \leq f(x_k)$ เนื่องจาก $x_{k+1} \leq f(x_k) \leq y_k$ และ f เป็นฟังก์ชันไม่ลด เราได้ $f(x_{k+1}) \leq f(y_k) \leq x_{k+1}$ ดังนั้นทั้ง 2 กรณี จะได้ $f(x_{k+1}) \leq x_{k+1}$ โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า $f(x_n) \leq x_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$ และโดยนิยามของ y_n เราจะได้

$$y_n = (1-\beta_n)x_n + \beta_n f(x_n) \leq (1-\beta_n)x_n + \beta_n x_n = x_n$$

ทำให้ได้ว่า $y_n \leq x_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$

จาก f เป็นฟังก์ชันไม่ลด: $f(y_n) \leq f(x_n) \leq x_n$ และ $f^2(y_n) \leq f^2(x_n) \leq f(x_n) \leq x_n$

$$\begin{aligned} x_{n+1} &= (1-\alpha_n-\lambda_n)f(x_n) + \alpha_n f(y_n) + \lambda_n f^2(y_n) \\ &\leq (1-\alpha_n-\lambda_n)x_n + \alpha_n x_n + \lambda_n x_n = x_n \end{aligned}$$

$\therefore x_{n+1} \leq x_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ดังนั้น $\{x_n\}$ เป็นลำดับไม่เพิ่ม

(ii) พิสูจน์ทำนองเดียวกันกับ (i)

ทฤษฎีบท 3.2 ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f: E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด สำหรับ $x_1 \in E$ ให้ $\{x_n\}$ เป็นลำดับที่กำหนดโดยวิธีทำซ้ำพีเอ็ม ซึ่ง $\{\alpha_n\}, \{\beta_n\}, \{\lambda_n\}, \{\alpha_n + \lambda_n\}$ เป็นลำดับในช่วง $[0,1]$ และ $\lim_{n\to\infty} \beta_n = 0, \lim_{n\to\infty} \lambda_n = 0$ ดังนั้น $\{x_n\}$ มีขอบเขต ก็ต่อเมื่อ $\{x_n\}$ ลู่เข้าสู่จุดตรึงของ f

การพิสูจน์ ถ้า $\{x_n\}$ ลู่เข้าแล้ว $\{x_n\}$ มีขอบเขต ต่อมาสมมติให้ $\{x_n\}$ มีขอบเขต เราจะแสดงว่า $\{x_n\}$ ลู่เข้าจุดตรึงของ f

กรณี 1: $f(x_1) = x_1$ จาก (3.1) เราจะได้ $x_2 = x_1$

สามารถแสดงโดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ได้ว่า $x_n = x_1$ สำหรับ $n \geq 1$

ดังนั้น $\{x_n\}$ ลู่เข้าสู่ $x_1 \in F(f)$ ซึ่งเป็นจุดตรึงของ f

กรณี 2: $f(x_1) \neq x_1$ จากบทตั้ง 3.1 เราได้ว่า $\{x_n\}$ เป็นลำดับไม่ลดหรือเป็นลำดับไม่เพิ่ม เนื่องจาก $\{x_n\}$ มีขอบเขต ทำให้ได้ว่า $\{x_n\}$ ลู่เข้า ต่อไปเราจะพิสูจน์ว่า $\{x_n\}$ ลู่เข้าสู่จุดตรึงของ f ให้ $\lim_{n\to\infty} x_n = p$ สำหรับบาง $p \in E$ จากความต่อเนื่องของ f เราได้ $\{f(x_n)\}$ มีขอบเขต จาก (3.1) ได้ $y_n - x_n = \beta_n(f(x_n) - x_n)$ เนื่องจาก $\beta_n \to 0$ เราได้ว่า $y_n - x_n \to 0$ ดังนั้น

$$\begin{aligned} \lim_{n\to\infty}(y_n - x_n) &= 0 \\ \lim_{n\to\infty} y_n - \lim_{n\to\infty} x_n &= 0 \\ \lim_{n\to\infty} y_n &= \lim_{n\to\infty} x_n \\ \lim_{n\to\infty} y_n &= p \end{aligned}$$

ทำให้ $y_n \longrightarrow p$ โดยความต่อเนื่องของ f จะได้ $\lim_{n\to\infty}\big(f(y_n) - f(x_n)\big) = f(p) - f(p) = 0$ จาก (3.1) ได้ว่า

$$x_{n+1} = f(x_n) + \alpha_n(f(y_n) - f(x_n)) + \lambda_n(f^2(y_n) - f(x_n))$$

จาก $\lim_{n\to\infty} \lambda_n = 0$ และความต่อเนื่องของ f จะได้

$$\begin{aligned} p &= \lim_{n\to\infty} x_{n+1} \\ &= \lim_{n\to\infty} f(x_n) + \lim_{n\to\infty} \alpha_n\big(f(y_n) - f(x_n)\big) + \lim_{n\to\infty} \lambda_n(f^2(y_n) - f(x_n)) \\ &= \lim_{n\to\infty} f(x_n) + \lim_{n\to\infty} \alpha_n \cdot \lim_{n\to\infty}\big(f(y_n) - f(x_n)\big) + \lim_{n\to\infty} \lambda_n \cdot \lim_{n\to\infty}\big(f^2(y_n) - f(x_n)\big) \\ &= \lim_{n\to\infty} f(x_n) + \lim_{n\to\infty} \alpha_n(0) + (0)\,(\lim_{n\to\infty} f^2(y_n) - \lim_{n\to\infty} f(x_n)) \\ &= f(p) \end{aligned}$$

สรุปว่า p เป็นจุดตรึงของ f เพราะฉะนั้น $\{x_n\}$ ลู่เข้าสู่จุดตรึงของ f

บทตั้ง 3.3 ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f : E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด สำหรับ $x_1 \in E$ ให้ $\{x_n\}$ เป็นลำดับที่กำหนดโดยวิธีทำซ้ำพีเอ็ม ซึ่ง $\{\alpha_n\},\{\beta_n\},\{\lambda_n\},\{\alpha_n+\lambda_n\}$ เป็นลำดับในช่วง $[0,1]$ ดังนั้นเราได้ข้อความต่อไปนี้เป็นจริง

(i) ถ้า $p \in F(f)$ และ $x_1 > p$ แล้ว $x_n \geq p$ สำหรับ $n \geq 1$

(ii) ถ้า $p \in F(f)$ และ $x_1 < p$ แล้ว $x_n \leq p$ สำหรับ $n \geq 1$

การพิสูจน์ (i) สมมติให้ $p \in F(f)$ และ $x_1 > p$ เนื่องจาก f เป็นฟังก์ชันไม่ลด เราได้ $f(x_1) \geq f(p) = p$ จาก (4.1) เราได้ $y_1 > p$ ทำให้ $f(y_1) \geq f(p) = p$ และ $f^2(y_1) \geq f(p) = p$ ดังนั้น

$$\begin{aligned} x_2 &= (1-\alpha_1-\lambda_1)f(x_1)+\alpha_1 f(y_1)+\lambda_1 f^2(y_1) \\ &\geq (1-\alpha_1-\lambda_1)p+\alpha_1 p+\lambda_1 p \\ &= p-\alpha_1 p-\lambda_1 p+\alpha_1 p+\lambda_1 p = p \qquad \therefore x_2 \geq p \end{aligned}$$

ต่อไปสมมติให้ $x_k \geq p$ ทำให้ $f(x_k) \geq f(p) = p$ ดังนั้น $y_k = (1-\beta_k)x_k + \beta_k f(x_k) \geq (1-\beta_k)p + \beta_k p = p$ ดังนั้น $f(y_k) \geq f(p) = p$ และ $f^2(y_k) \geq f(p) = p$ ทำให้ได้ว่า

$$\begin{aligned} x_{k+1} &= (1-\alpha_k-\lambda_k)f(x_k)+\alpha_k f(y_k)+\lambda_k f^2(x_k) \\ &\geq (1-\alpha_k-\lambda_k)p+\alpha_k p+\lambda_k p = p \end{aligned}$$

โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า $x_n \geq p$ สำหรับทุก $n \geq 1$

(ii) พิสูจน์ทำนองเดียวกันกับ (i)

บทตั้ง 3.4 ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f : E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด ให้$\{\alpha_n\},\{\beta_n\},\{\lambda_n\},\{\alpha_n+\lambda_n\}$ เป็นลำดับในช่วง $[0,1]$ สำหรับ $u_1 = v_1 = s_1 = x_1 \in E$ ให้ $\{u_n\},\{v_n\},\{s_n\}$ และ $\{x_n\}$ เป็นลำดับที่กำหนดโดยวิธีทำซ้ำมานน์ วิธีทำซ้ำอิชิกาวา วิธีทำซ้ำเอสและวิธีทำซ้ำพีเอ็ม ตามลำดับ ดังนั้นข้อความต่อไปนี้เป็นจริง

(iii) ถ้า $f(u_1) < u_1$ แล้ว $x_n \leq s_n \leq v_n \leq u_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$

(iv) ถ้า $f(u_1) > u_1$ แล้ว $x_n \geq s_n \geq v_n \geq u_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$

การพิสูจน์ ให้ $f(u_1) < u_1$ เนื่องจาก $u_1 = v_1 = s_1 = x_1$ เราได้ $f(v_1) < v_1, f(s_1) < s_1$ และ $f(x_1) < x_1$ จาก (2.1) เราได้ $f(s_1) \leq t_1 \leq s_1$ เนื่องจาก f เป็นฟังก์ชันไม่ลด เราจะได้ว่า $f^2(s_1) \leq f(t_1) \leq f(s_1) \leq t_1 \leq s_1$ เนื่องจาก $s_1 = x_1$ เราจะได้ว่า $f(s_1) = f(x_1)$ เราจะแสดงว่า $x_n \leq s_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$ โดย (2.1) และ (3.1) เราได้

$$y_1 - t_1 = (1-\beta_1)(x_1-s_1)+\beta_1\big(f(x_1)-f(s_1)\big) = 0$$

ดังนั้น $y_1 = t_1$ จะได้ $f(y_1) = f(t_1)$ เนื่องจาก $f(y_1) = f(t_1)$ และ $f(t_1) \leq f(s_1)$ เราจะได้ $f(y_1) \leq f(s_1)$ ดังนั้น $f^2(y_1) \leq f^2(s_1) \leq f^2(x_1) \leq f(x_1)$ นั่นคือ $f^2(y_1) - f(x_1) \leq 0$ ส่งผลให้

$$x_2 - s_2 = (1-\alpha_1)\big(f(x_1)-f(s_1)\big)+\alpha_1\big(f(y_1)-f(t_1)\big)+\lambda_1(f^2(y_1)-f(x_1)) \leq 0$$

ดังนั้น $x_2 \leq s_2$ สมมติ $x_k \leq s_k$ ทำให้ $f(x_k) \leq f(s_k)$ โดย (2.1) และ (3.1) เราได้

$$y_k - t_k = (1-\beta_k)(x_k-s_k)+\beta_k(f(x_k)-f(s_k)) \leq 0$$

ทำให้ $y_k \leq t_k$ เนื่องจาก f เป็นฟังก์ชันไม่ลด เราได้ $f(y_k) \leq f(t_k)$

โดยบทตั้ง 2.17(i) เราได้ $f(s_k) \leq s_k$ และบทตั้ง 3.1(i) เราได้ $f(x_k) \leq x_k$
ทำให้ได้ว่า $f(x_k) \leq y_k \leq x_k$ และ $f(y_k) \leq f(x_k) \leq y_k$ อีกทั้ง $f^2(y_k) \leq f^2(x_k) \leq f(y_k) \leq f(x_k)$
จาก (2.1) และ (3.1) จะได้ว่า

$$x_{k+1} - s_{k+1} = (1-\alpha_k)\big(f(x_k) - f(s_k)\big) + \alpha_k\big(f(y_k) - f(t_k)\big) + \lambda_k(f^2(y_k) - f(x_k)) \leq 0$$

ดังนั้น $x_{k+1} \leq s_{k+1}$ โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ เราได้ว่า $x_n \leq s_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$
ในการพิสูจน์ $s_n \leq v_n \leq u_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ดูจากบทตั้ง 2.18(i) สำหรับการพิสูจน์ (ii) พิสูจน์ทำนองเดียวกันกับ (i)

ทฤษฎีบทประกอบ 3.5 ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f : E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด ที่ซึ่ง $F(f)$ ไม่เป็นเซตว่างและมีขอบเขต โดยที่ $x_1 > \sup\{p \in E: f(p) = p\}$ ให้ $\{\alpha_n\}, \{\beta_n\}, \{\lambda_n\}, \{\alpha_n + \lambda_n\}$ เป็นลำดับใน $[0,1]$ ถ้า $f(x_1) > x_1$ แล้ว $\{x_n\}$ เป็นลำดับที่กำหนดโดยวิธีทำซ้ำพีเอ็ม ไม่ลู่เข้าสู่จุดตรึงของ f
การพิสูจน์ จากบทตั้ง 3.1(ii) เราได้ $\{x_n\}$ เป็นลำดับไม่ลด เนื่องจากจุดเริ่มต้น $x_1 > \sup\{p \in E: f(p) = p\}$
ดังนั้น $\{x_n\}$ ไม่ลู่เข้าสู่จุดตรึงของ f
ทฤษฎีบทประกอบ 3.6 ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f : E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด ที่ซึ่ง $F(f)$ ไม่เป็นเซตว่างและมีขอบเขต โดยที่ $x_1 < \inf\{p \in E: f(p) = p\}$ ให้ $\{\alpha_n\}, \{\beta_n\}, \{\lambda_n\}, \{\alpha_n + \lambda_n\}$ เป็นลำดับใน $[0,1]$ ถ้า $f(x_1) < x_1$ แล้ว $\{x_n\}$ เป็นลำดับที่กำหนดโดยวิธีทำซ้ำพีเอ็ม ไม่ลู่เข้าสู่จุดตรึงของ f
การพิสูจน์ จากบทตั้ง 3.1(i) เราได้ $\{x_n\}$ เป็นลำดับไม่เพิ่ม เนื่องจากจุดเริ่มต้น $x_1 < \inf\{p \in E: f(p) = p\}$
ดังนั้น $\{x_n\}$ ไม่ลู่เข้าสู่จุดตรึงของ f
ทฤษฎีบท 3.7 ให้ E เป็นช่วงปิดบนเส้นจำนวนจริงและ $f : E \longrightarrow E$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด ที่ซึ่ง $F(f)$ ไม่เป็นเซตว่างและมีขอบเขต สำหรับ $u_1 = v_1 = s_1 = x_1 \in E$ ให้ $\{u_n\}, \{v_n\}, \{s_n\}$ และ $\{x_n\}$ เป็นลำดับที่กำหนดโดย (1.1), (1.2), (2.1) และ (3.1) ตามลำดับ ถ้าวิธีทำซ้ำเอส $\{s_n\}$ ลู่เข้าสู่จุดตรึง $p \in F(f)$ แล้ววิธีทำซ้ำพีเอ็ม $\{x_n\}$ ลู่เข้าสู่ p นอกจากนั้นจะได้ว่า วิธีทำซ้ำพีเอ็มลู่เข้าเร็วกว่าวิธีทำซ้ำเอส
การพิสูจน์ สมมติวิธีทำซ้ำเอส $\{s_n\}$ ลู่เข้าสู่ $p \in F(f)$ ให้ $l = \inf F(f)$ และ $u = \sup F(f)$ เราแบ่งการพิสูจน์ออกเป็น 3 กรณี
กรณี 1: $s_1 = x_1 > u$ จากทฤษฎีบทประกอบ 2.19 เราได้ $f(s_1) < s_1, f(x_1) < x_1$ และ $f(u_1) < u_1$
โดยบทตั้ง 3.4(i) เราได้ $x_n \leq s_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$ โดยความต่อเนื่องของ f และทฤษฎีบท 2.15 เราได้ว่า $f(u) = u$
ดังนั้น $u = f(u) \leq f(x_1) < x_1$ จาก (3.1) ได้ว่า $f(x_1) \leq y_1 \leq x_1$ ดังนั้น $u \leq y_1 \leq x_1$
เนื่องจาก f เป็นฟังก์ชันไม่ลด ได้ว่า $u = f(u) \leq f(y_1) \leq f(x_1)$ และ $u = f(u) \leq f^2(y_1) \leq f^2(x_1)$
จะได้ว่า $u = (1-\alpha_1-\lambda_1)u + \alpha_1 u + \lambda_1 u \leq (1-\alpha_1-\lambda_1)f(x_1) + \alpha_1 f(y_1) + \lambda_1 f^2(y_1) = x_2$
ดังนั้น $u \leq x_2$
สมมติให้ $u \leq x_k$ ดังนั้น $u = f(u) \leq f(x_k)$ จากบทตั้ง 3.1(i) และนิยามของ y_k ดังนั้น $u \leq f(x_k) \leq y_k \leq x_k$
เนื่องจาก f เป็นฟังก์ชันไม่ลด เราได้ $u = f(u) \leq f(y_k) \leq f(x_k) \leq y_k \leq x_k$ และ $u = f(u) \leq f^2(y_k) \leq f^2(x_k)$ จะได้ว่า $u = (1-\alpha_k-\lambda_k)u + \alpha_k u + \lambda_k u \leq (1-\alpha_k-\lambda_k)f(x_k) + \alpha_k f(y_k) + \lambda_k f^2(y_k) = x_{k+1}$ ดังนั้น $u \leq x_{k+1}$
โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ เราสามารถสรุปได้ว่า $u \leq x_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ทำให้ได้ว่า $p \leq u \leq x_n \leq s_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ดังนั้น $|x_n - p| \leq |s_n - p|$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ทำให้ได้ว่า $x_n \to p$ และวิธีทำซ้ำพีเอ็ม $\{x_n\}$ ลู่เข้าสู่ $p \in F(f)$ เร็วกว่าวิธีทำซ้ำเอส $\{s_n\}$

กรณี 2: $s_1 = x_1 < l$ จากทฤษฎีบท 2.20 เราได้ $f(s_1) > s_1, f(x_1) > x_1$ และ $f(u_1) > u_1$ โดยบทตั้ง 3.1(ii) เราได้ $x_n \geq s_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$ โดยความต่อเนื่องของ f และทฤษฎีบท 2.15 เราสามารถแสดงได้ว่า $F(f)$ เป็นเซตปิด และจากจดหมายเหตุ 2.16 เราจะได้ว่า $l \in F(f)$ จึงได้ $f(l) = l$ ดังนั้น $l = f(l) \geq f(x_1) > x_1$จาก (3.1) ได้ว่า $f(x_1) \geq y_1 \geq x_1$ ดังนั้น $l \geq y_1 \geq x_1$ เนื่องจาก f เป็นฟังก์ชันไม่ลด ได้ว่า $l = f(l) \geq f(y_1) \geq f(x_1)$ และ $l = f(l) \geq f^2(y_1)$

จะได้ว่า $l = (1-\alpha_1-\lambda_1)l + \alpha_1 l + \lambda_1 l \geq (1-\alpha_1-\lambda_1)f(x_1) + \alpha_1 f(y_1) + \lambda_1 f^2(y_1) = x_2$

ดังนั้น $l \geq x_2$ สมมติให้ $l \geq x_k$

ดังนั้น $l = f(l) \geq f(x_k)$

จากบทตั้ง 3.1(ii) และนิยามของ y_k ดังนั้น $l \geq f(x_k) \geq y_k \geq x_k$

เนื่องจาก f เป็นฟังก์ชันไม่ลด เราได้ $l = f(l) \geq f(y_k) \geq f(x_k) \geq y_k \geq x_k$ และ $l = f(l) \geq f^2(y_k)$

จะได้ว่า $l = (1-\alpha_k-\lambda_k)l + \alpha_k l + \lambda_k l \geq (1-\alpha_k-\lambda_k)f(x_k) + \alpha_k f(y_k) + \lambda_k f^2(y_k) = x_{k+1}$

ดังนั้น $l \geq x_{k+1}$

โดยอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ เราสามารถสรุปได้ว่า $l \geq x_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ทำให้ได้ว่า $s_n \leq x_n \leq l \leq p$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ดังนั้น $|x_n - p| \leq |s_n - p|$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ทำให้ได้ว่า $x_n \to p$ และวิธีทำซ้ำพีเอ็ม $\{x_n\}$ ลู่เข้าสู่ $p \in F(f)$ เร็วกว่าวิธีทำซ้ำเอส $\{s_n\}$

กรณี 3: $l \leq s_1 = x_1 \leq u$ สมมติให้ $f(x_1) \neq x_1$ ถ้า $f(x_1) < x_1$ จากบทตั้ง 2.17(i) เราได้ว่า $\{s_n\}$ เป็นลำดับไม่เพิ่มเนื่องจาก $\{s_n\}$ เป็นลำดับทางเดียวที่ลู่เข้า ดังนั้นโดยทฤษฎีบท 2.8 จะได้ $p = \lim_{n\to\infty} s_n = \inf\{s_n\}$ ทำให้ $p \leq s_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ดังนั้น $x_1 = p$ หรือ $x_1 > p$ โดยบทตั้ง 3.3(i) และบทตั้ง 3.4(i) เราได้ว่า $p \leq x_n \leq s_n$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ทำให้ได้ว่า $|x_n - p| \leq |s_n - p|$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ดังนั้นวิธีทำซ้ำพีเอ็ม $\{x_n\}$ ลู่เข้าสู่ $p \in F(f)$ เร็วกว่าวิธีทำซ้ำเอส $\{s_n\}$

ถ้า $f(x_1) > x_1$ จากบทตั้ง 2.17(ii) เราได้ว่า $\{s_n\}$ เป็นลำดับไม่ลด โดยทฤษฎีบท 2.8 จะได้ $p = \lim_{n\to\infty} s_n = \sup\{s_n\}$ ทำให้ $s_n \leq p$ สำหรับทุก $n \geq 1$ จึงได้ $x_1 = s_1 \leq p$ นั่นคือ $x_1 = p$ หรือ $x_1 < p$ โดยบทตั้ง 3.3(ii) และบทตั้ง 3.4(ii) เราได้ว่า $s_n \leq x_n \leq p$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ทำให้ได้ว่า $|x_n - p| \leq |s_n - p|$ สำหรับทุก $n \geq 1$ ดังนั้นวิธีทำซ้ำพีเอ็ม $\{x_n\}$ ลู่เข้าสู่ $p \in F(f)$ เร็วกว่าวิธีทำซ้ำเอส $\{s_n\}$

ตัวอย่าง 3.8 ให้ $f : [0,8] \longrightarrow [0,8]$ ถูกกำหนดโดย $f(x) = \frac{x^2+9}{10}$ ดังนั้น f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด เปรียบเทียบการลู่เข้าของวิธีทำซ้ำมานน์ วิธีทำซ้ำอิชิกาวา วิธีทำซ้ำเอสและวิธีทำซ้ำพีเอ็มลู่เข้าสู่จุดตรึง $p = 1$ ได้ดังตารางต่อไปนี้ด้วยจุดเริ่มต้น $x_1 = s_1 = v_1 = u_1 = 4$ และ $\alpha_n = \beta_n = \lambda_n = \frac{1}{n+1}$

n	Mann		Ishikawa		S-iteration	
	u_n	$\|f(u_n)-u_n\|$	v_n	$\|f(v_n)-v_n\|$	s_n	$\|f(s_n)-s_n\|$
3	2.81875	1.12421484	2.507478614	0.97873371	1.357836606	0.27346458
4	2.537696289	0.99370604	2.233615012	0.83471141	1.07984737	0.06324034
5	2.33895508	0.89188399	2.052314733	0.73111516	1.016063915	0.01282533
6	2.190307748	0.81056295	1.922373683	0.65282163	1.003166268	0.00253201
7	2.074513042	0.74415261	1.824115386	0.59137569	1.00062389	0.00049907
8	1.981493966	0.68886213	1.746890675	0.54172797	1.000123256	9.86E-05

9	1.904953729	0.64206886	1.684402294	0.50068119	1.000024409	1.95E-05
10	1.840746843	0.60191195	1.632672546	0.46611058	1.000004843	3.87E-06

ตารางที่ 1

n	PM-iteration	
	x_n	$\|f(x_n)-x_n\|$
3	1.100623879	0.079486587
4	1.015616466	0.012468785
5	1.002522771	0.00201758
6	1.000424353	0.000339464
7	1.000073524	5.88E-05
8	1.000013014	1.04E-05
9	1.000002341	1.87E-06
10	1.000000426	3.41E-07

ตารางที่ 2

จากตารางที่ 1-2 เราพบว่าวิธีทำซ้ำพีเอ็มลู่เข้าเร็วกว่าวิธีทำซ้ำมานน์ วิธีทำซ้ำอิชิกาวาและวิธีทำซ้ำเอส

ตัวอย่าง 3.9 ให้ $f:[-6,\infty)\longrightarrow[-6,\infty)$ ถูกกำหนดโดย $f(x)=\sqrt{x+6}$ ดังนั้น f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องและไม่ลด เปรียบเทียบการลู่เข้าของวิธีทำซ้ำมานน์ วิธีทำซ้ำอิชิกาวา วิธีทำซ้ำเอสและวิธีทำซ้ำพีเอ็มลู่เข้าสู่จุดตรึง $p=3$ ได้ดังตารางต่อไปนี้ด้วยจุดเริ่มต้น $x_1=s_1=v_1=u_1=9$ และ $\alpha_n=\beta_n=\lambda_n=\frac{1}{n+1}$

n	Mann		Ishikawa		S-iteration	
	u_n	$\|f(u_n)-u_n\|$	v_n	$\|f(v_n)-v_n\|$	s_n	$\|f(s_n)-s_n\|$
3	5.466508127	2.080284843	5.298150065	1.93687797	3.103950161	0.086674874
4	4.946436916	1.637896919	4.795726081	1.51004106	3.016377059	0.01364879
5	4.618857533	1.360198678	4.484461035	1.24648929	3.002637353	0.002197826
6	4.392157753	1.168470772	4.271339404	1.06644636	3.000429353	0.000357795
7	4.225233357	1.027541477	4.115581772	0.93508153	3.000070341	5.86E-05
8	4.096790672	0.919245917	3.996392996	0.83468571	3.000011571	9.64E-06
9	3.994652237	0.833220246	3.902016723	0.75526972	3.000001909	1.59E-06
10	3.911330213	0.763103694	3.825287374	0.69075593	3.000000315	2.63E-07

ตารางที่ 3

n	PM-iteration	
	x_n	$\|f(x_n)-x_n\|$
3	3.031136901	0.025951898

4	3.003789874	0.003158295
5	3.000501756	0.000418131
6	3.000069752	5.81E-05
7	3.000010011	8.34E-06
8	3.000001469	1.22E-06
9	3.000000219	1.83E-07
10	3.000000033	2.76E-08

ตารางที่ 4

จากตารางที่ 3-4 เราพบว่าวิธีทำซ้ำพีเอ็มลู่เข้าเร็วกว่าวิธีทำซ้ำมานน์ วิธีทำซ้ำอิชิกาวาและวิธีทำซ้ำเอส

สรุปผล:

เราได้ศึกษาวิธีทำซ้ำที่เรียกว่า วิธีทำซ้ำพีเอ็ม สำหรับการประมาณค่าจุดตรึงของฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วงปิด เราได้ศึกษาและพบว่ามีเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับการลู่เข้าของวิธีที่เราสนใจนี้ นอกจากนี้เราได้เปรียบเทียบอัตราการลู่เข้าระหว่างวิธีทำซ้ำพีเอ็ม และวิธีทำซ้ำเอส พบว่าวิธีทำซ้ำพีเอ็มลู่เข้าสู่จุดตรึง p ของ f ได้เร็วกว่าวิธีทำซ้ำเอส

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด โดยได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก อาจารย์ ดร.พิกุล ศรีดารัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยและผู้ช่วยศาสตราจารย์เยาวลักษณ์ คงธรรม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ขอบพระคุณกรรมการทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาในทุก ๆ ด้านและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัย ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านและสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ให้การสนับสนุนผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ นักศึกษาปริญญาตรีทุกคน ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือที่ดีมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

[1] R.G. Bartle and D.R. Sherbert, Introduction to Real Analysis, 4th ed. New Jersey: Hamilton Printing. (2011)

[2] S. Ishikawa, “Fixed points by a new iteration method”, Proceedings of the American Mathematical Society, 44, p.147-150 (1974)

[3] S. Kosol, “Rate of convergence of S-iteration and Ishikawa iteration for continuous funtions on closed intervals”, Thai Journal of Mathematics, 3(11), p.703-709 (2013)

[4] W.R. Mann, “Mean value methods in iteration”, Proceedings of the American Mathematical Society, 4, p.506-510 (1953)

[5] S. Nirunruttanakit and S. Suantai, “Some iterative mathod for coincidence points of two continuous functions on closed interval”, Thai Journal of Mathematics, 15(2), p.551-563 (2017)

[6] W. Phuengrattana and S. Suantai, “On the rate of convergence of Mann, Ishikawa, Noor and SP-iterations for continuous functions on an arbitrary interval”, Journal of Computational and Applied Mathematics, 235, p.3006-3014 (2011)

[7] W. Phuengrattana and S. Suantai, “Comparison of ther of convergence of various iteration method for the class of weak contractions in Banach spaces”, Thai Journal of Mathematics, 11(11), p.217-226 (2013)

ภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับการบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่

DEPRESSION OF AMPHETAMINE ADDICT RECEIVING TREATMENT AT THANYARAK CHIANGMAI HOSPITAL

ชนิตา ชัยชนะ[1*] และ กฤษณะ ลาน้ำเที่ยง[1]

Chanita Chaichana[1*] and Krisana Lanumteang[1]

[1] *สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ชนิตา ชัยชนะ อีเมล: cherpreaw141@gmail.com

บทคัดย่อ:

ภาวะซึมเศร้าเป็นปัญหาสุขภาพจิตที่สามารถเกิดขึ้นกับคนปรกติ ผู้ป่วยทางกาย ผู้ป่วยทางจิตเวช และผู้เสพยาเสพติด ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะพบมากในผู้เสพยาเสพติด ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าซึ่งเป็นยาเสพติดที่พบมากในประเทศไทย และทำนายระดับภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้า โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิของผู้ป่วยที่เสพยาบ้า ที่เข้ารับการบำบัดรักษา ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 ถึง 2562 จำนวน 8,873 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบไคกำลังสอง และการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะซึมเศร้า คือ อายุ อาชีพ เชื้อชาติ การศึกษา ภูมิลำเนา การเจ็บป่วยทางจิตเวช ความสัมพันธ์ระหว่างบิดาและมารดา ปริมาณที่เสพ ความถี่ในการเสพต่อสัปดาห์ และสาเหตุการเข้ารับการบำบัด การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มสามารถทำนายระดับภาวะซึมเศร้าได้ถูกต้องร้อยละ 62.8 โดยมีอำนาจจำแนกผู้ป่วยที่ไม่มีภาวะซึมเศร้า ผู้ป่วยที่มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อย และผู้ป่วยที่มีภาวะซึมเศร้าระดับปานกลางถึงรุนแรงได้ถูกต้องร้อยละ 65.4 50.6 และ 33.3 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การทดสอบไคกำลังสอง การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม แบบประเมินโรคซึมเศร้า

Abstract:

Depression is a mental health problem that can occur in normal people, physical patients, psychiatric patients, and drug users. However, this problem might cause highly prevalence in drug users. We studied the factors affecting depression of amphetamine users, which is the most common drugs in Thailand. The prediction of the depression level of amphetamine users was also our interest. We used the secondary data of amphetamine abused patients, who received treatment at Thanyarak Chiang Mai Hospital during the fiscal year 2010 to 2019. A total of 8,873 patients' data was analyzed by using chi-square test and discriminant analysis. The study shows that factors affecting depression are age, occupation, ethnicity, education, domicile, psychiatric illness, the relationship between father and mother, the amount of using, the frequency of using per week, and the reason for receiving treatment. Discriminant analysis model yields 62.8% precision of prediction, which classification accuracy was recorded as non-depression, mild depression and moderate to severe depression as 65.4%, 50.6% and 33.3% respectively.

Keywords: chi-square test, discriminant analysis, patient depression questionnaires

บทนำ:

ปัญหายาเสพติดนับเป็นปัญหาอันดับต้นของประเทศไทย ซึ่งการติดยาเสพติดมีแนวโน้มความรุนแรง และขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันการแพร่ระบาดของยาเสพติดเริ่มปรากฏรุนแรงมากขึ้น ยาเสพติดที่แพร่ระบาดในประเทศไทยประกอบด้วย ฝิ่น เฮโรอีน กัญชา ยาบ้า สารระเหย โคเคน ยาอี และวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตประสาทบางชนิด สถานการณ์การผลิตยาเสพติดสังเคราะห์ที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาในพื้นที่สามเหลี่ยมทองคำทำให้ไทยอยู่ในสถานะพื้นที่แพร่ระบาดและทางผ่านของยาเสพติดเพื่อส่งต่อไปยังประเทศที่สาม เห็นได้จากผลการจับกุมยาเสพติดได้เป็นจำนวนมาก โดยในปีงบประมาณ 2561 สามารถจับยึดยาบ้า 350 ล้านเม็ด ไอซ์ 19,348 กิโลกรัม เฮโรอีน 941 กิโลกรัม และคีตามีน 552 กิโลกรัม [1]

อีกทั้งในปัจจุบันมีข่าวปรากฏผ่านสื่อต่าง ๆ เกี่ยวกับผลกระทบของปัญหายาเสพติดจากผู้ใช้ยาเสพติดเป็นจำนวนมาก สถานการณ์ผู้ใช้สารเสพติดของประเทศไทยพบผู้ใช้สารเสพติดชนิดใดชนิดหนึ่ง ใน 1 ปี จำนวน 1.4 ล้านคน เป็นผู้ใช้สารเสพติดชนิดใดชนิดหนึ่ง จำนวน 1.1 ล้านคน และเป็นผู้ติดสารเสพติด จำนวน 3.2 แสนคน ในจำนวนนี้เข้าสู่ระบบการบำบัดของกรมสุขภาพจิต จำนวน 24,196 คน โดยพบว่า เป็นผู้ป่วยจิตเวชติดสารเสพติดรุนแรง จำนวน 5,757 คน และเป็นผู้ป่วยจิตเวชยาเสพติดที่เสี่ยงต่อการก่อความรุนแรงจำนวน 577 คน นอกจากนี้ ยังพบสถิติผู้ป่วยยาเสพติดที่มีอาการทางจิตเวชก่อเหตุรุนแรงในสังคมเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น 3.92 เท่า ในปี 2561 ผู้ป่วยยาเสพติดที่มีอาการทางจิตเวชก่อเหตุรุนแรง ซึ่งมีลักษณะการก่อความรุนแรงในสังคม พบว่า มีการทำร้ายร่างกายตนเองและผู้อื่นมากที่สุด รองลงมาเป็นการทำร้ายผู้อื่นจนถึงแก่ความตาย และทำลายข้าวของ ตามลำดับ ทั้งนี้ จากรายงานพบว่า ผู้ที่ก่อเหตุรุนแรงในข่าวเป็นผู้ป่วยจิตเวชที่เคยเข้ารับการบำบัด จำนวน 104 คน ซึ่งการสังเกตเฝ้าระวังพฤติกรรมและอาการที่เข้าข่ายเป็นผู้ที่มีความผิดปกติทางจิตที่มีความจำเป็นต้องได้รับการรักษา ได้แก่ หูแว่ว เห็นภาพหลอน หวาดระแวงไร้เหตุผล อยากฆ่าตัวตาย ทำร้ายตนเอง ทำร้ายคนอื่น พูดจาก้าวร้าว พูดจาเพ้อเจ้อ หลงผิด และแต่งกายแปลกกว่าคนปกติ [2]

ยาบ้าเป็นตัวยาเสพติดหลักที่มีการแพร่ระบาดในประเทศไทย และยังคงมีความรุนแรงมากขึ้น ยาบ้าในทางกฎหมายจัดเป็นยาเสพติดให้โทษประเภทที่ 1 ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลางด้วยการกระตุ้นประสาท [3] ส่งผลทำให้เกิดปัญหาทั้งร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ โดยเฉพาะความผิดปกติทางอารมณ์ที่พบได้บ่อยก็คือ ภาวะซึมเศร้าและวิตกกังวล อาการซึมเศร้าเป็นอาการเด่นหนึ่งของอาการขาดยา [4] ยาบ้ามีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการซึมเศร้าในอัตราที่สูงและรุนแรง จะออกฤทธิ์โดยตรงต่อการควบคุมสารสื่อประสาทชนิดโมโนเอมีนในสมองทำให้เกิดอาการของภาวะซึมเศร้าเทียม มีอารมณ์หดหู่ รู้สึกสิ้นหวัง ขาดแรงจูงใจ กระสับกระส่าย ไม่มีสมาธิ อ่อนเพลีย [5] ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อคุณภาพชีวิตและอาจนำไปสู่การฆ่าตัวตายในที่สุด ผู้ป่วยที่มีภาวะซึมเศร้ารุนแรงหรือเป็นโรคซึมเศร้าและไม่ได้รับการรักษาจะจบชีวิตด้วยการฆ่าตัวตาย [6]

จากปัญหาดังกล่าว ประกอบกับผู้วิจัยได้มีโอกาสฝึกสหกิจศึกษาที่ฝ่ายเวชระเบียน โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ซึ่งได้รับมอบหมายหน้าที่หลักเกี่ยวกับการลงทะเบียนข้อมูลพื้นฐานผู้ป่วย การจัดเก็บข้อมูลประวัติการรักษาของผู้ป่วย และรายงานสถิติผู้ป่วยประจำวัน ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับการบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ และเพื่อทำนายระดับความซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้า ซึ่งข้อมูลที่ได้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา เป็นแนวทางในการทำการศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องต่อไปในอนาคต

วิธีการดำเนินการวิจัย:

ผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์หลักของการศึกษาครั้งนี้ คือ 1) การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับการบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ และ 2) ทำนายระดับความซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับการบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลภาคตัดขวางของกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยที่เสพสารเสพติดประเภทยาบ้าจาก

ฐานข้อมูลของกลุ่มงานเทคโนโลยีสารสนเทศและสนับสนุนวิชาการ ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ รวม 10 ปีงบประมาณ (1 ตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2562) กรองข้อมูลเฉพาะผู้ป่วยที่มีข้อมูลสมบูรณ์รวมจำนวนตัวอย่าง 8,873 คน ซึ่งการประเมินภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าได้จากการประเมินตามแบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าของกรมสุขภาพจิต จำนวนข้อคำถามทั้งหมด 9 ข้อ แบ่งระดับภาวะซึมเศร้าออกเป็น 4 ระดับ คือ ไม่มีภาวะซึมเศร้า มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อย ปานกลาง และรุนแรง สำหรับตัวแปรที่ผู้วิจัยคาดว่าจะมีผลต่อภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้า ผู้วิจัยพิจารณาตัวแปรทั้งหมด 15 ตัวแปร ประกอบด้วย 1) ด้านข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพการสมรส การศึกษา อาชีพ ศาสนา เชื้อชาติ สัญชาติ ภูมิลำเนา การเจ็บป่วยทางด้านจิตเวช และความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดา 2) ด้านการใช้ยาเสพติด ได้แก่ ปริมาณการเสพต่อสัปดาห์ และความถี่ในการเสพต่อสัปดาห์ 3) ด้านประวัติการบำบัด ได้แก่ สาเหตุที่เข้ารับการบำบัด และสาเหตุที่เข้ารับการบำบัด

ในการตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1) คือ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับการบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ผู้วิจัยใช้การทดสอบไคกำลังสอง (Chi-Square Test) และสำหรับการตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2) คือ เพื่อทำนายระดับความซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับการบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis)

ผลการวิจัย:

ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่าง

ลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง จากจำนวนผู้เสพยาบ้าตัวอย่างทั้งหมด 8,873 คน พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 7,350 คน (82.8%) ซึ่งมีอายุระหว่าง 26 ถึง 35 ปีมากที่สุด จำนวน 3,411 คน (38.4%) มีสถานภาพโสด จำนวน 4,506 คน (50.8%) ส่วนใหญ่ทำอาชีพรับจ้าง จำนวน 3,691 คน (41.6%) และนับถือศาสนาพุทธจำนวน 8,649 คน (97.5%) อีกทั้งมีสัญชาติไทย จำนวน 8,689 คน (97.9%) และเชื้อชาติไทย จำนวน 8,285 คน (93.4%) ซึ่งผู้เสพยาบ้าส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา จำนวน 4,927 คน (55.5%) โดยมีภูมิลำเนาอยู่ภาคเหนือมากที่สุด จำนวน 7,761 คน (87.5%) และเป็นผู้ป่วยที่ไม่มีการเจ็บป่วยทางด้านจิตเวช จำนวน 2,609 คน (29.4%) ซึ่งความสัมพันธ์ภายในครอบครัวที่มีบิดามารดาอยู่ด้วยกันมากที่สุด จำนวน 4,918 คน (55.4%) ด้านการใช้ยาเสพติด โดยส่วนใหญ่ผู้เสพยาบ้านั้นมีการใช้ยาบ้าในปริมาณต่ำกว่า 10 เม็ดมากที่สุด จำนวน 6,740 คน (76%) ซึ่งความถี่ในการเสพนั้นจะมีการใช้ยาบ้าต่ำกว่า 10 ครั้งต่อสัปดาห์จำนวน 7,090 คน (79.9%) และส่วนมากเหตุผลในการใช้ครั้งแรกเพราะอยากลอง จำนวน 5,428 คน (61.2%) โดยผู้เสพยาบ้านั้นเข้ารับการบำบัดเพราะโดนบังคับบำบัดมากที่สุด จำนวน 5,540 คน (62.4%) และในด้านการประเมินภาวะซึมเศร้า พบว่าผู้เสพยาบ้าไม่มีภาวะซึมเศร้า จำนวน 3,200 คน (83.4%) มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อย 518 คน (13.5%) มีภาวะซึมเศร้าระดับปานกลางถึงรุนแรง จำนวน 118 คน (3.1%) รายละเอียดดังภาคผนวก (ตารางที่ ผ.1-ผ.3)

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้า

จากการประเมินภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าตามแบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าของกรมสุขภาพจิต จำนวนข้อคำถามทั้งหมด 9 ข้อ ซึ่งแบ่งระดับภาวะซึมเศร้าออกเป็น 4 ระดับ คือ 1) ไม่มีภาวะซึมเศร้า 2) มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อย 3) มีภาวะซึมเศร้าระดับปานกลาง และ 4) มีภาวะซึมเศร้าระดับรุนแรง เนื่องจากจำนวนผู้ป่วยที่มีภาวะซึมเศร้าในระดับปานกลางและรุนแรงมีจำนวนน้อยเพียง 3.1% ผู้วิจัยจึงรวมกลุ่มดังกล่าวด้วยกัน และจำแนกระดับภาวะซึมเศร้าออกเป็น 3 ระดับ คือ 1) ไม่มีภาวะซึมเศร้า 2) มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อย และ 3) ปานกลางและรุนแรง

ผลการการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ทั้ง 15 ตัวแปรที่คาดว่าจะเป็นปัจจัยมีผลต่อภาวะซึมเศร้าด้วยสถิติทดสอบไคกำลังสอง พบว่ามี 1 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้แก่ อายุ และพบว่ามี 9 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ได้แก่ เชื้อชาติ ภูมิลำเนา การศึกษา อาชีพ การ

เจ็บป่วยทางด้านจิตเวช ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดา ปริมาณที่เสพต่อสัปดาห์ ความถี่ในการเสพต่อสัปดาห์ และสาเหตุที่เข้ารับการบำบัด แต่ทั้ง 10 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้านั้น มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าในระดับต่ำหรือน้อยมาก โดยตัวแปรที่มีระดับความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้ามากที่สุด 3 อันดับ ซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Cramer's *V* คือ สาเหตุที่เข้ารับการบำบัด ความถี่ในการเสพต่อสัปดาห์ และปริมาณที่เสพ โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.196 0.192 และ 0.162 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 1 และรูปที่ ผ.1-ผ.10 (ภาคผนวก)

ตารางที่ 1 ค่าสถิติทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับภาวะซึมเศร้า

ตัวแปร	df	สถิติทดสอบไคกำลังสอง	*p*-Value	Cramer's *V*
อายุ	6	13.554	0.035*	0.042
อาชีพ	6	65.157	0.000**	0.092
เชื้อชาติ	2	11.201	0.004**	0.054
การศึกษา	4	38.329	0.000**	0.071
ภูมิลำเนา	2	12.799	0.002**	0.058
การเจ็บป่วยทางด้านจิตเวช	2	31.063	0.000**	0.112
ความสัมพันธ์ระหว่างบิดาและมารดา	4	18.568	0.001**	0.049
ปริมาณที่เสพต่อสัปดาห์	2	101.024	0.000**	0.162
ความถี่ในการเสพต่อสัปดาห์	2	141.544	0.000**	0.192
สาเหตุที่เข้ารับการบำบัด	4	9.031	0.000**	0.196

หมายเหตุ : * มีนัยสำคัญที่ 0.05 และ ** มีนัยสำคัญที่ 0.01

การทำนายระดับความซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้า

ในการทำนายระดับความซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) ซึ่งเป็นการศึกษาถึงการใช้สมการการจำแนกกลุ่มในการพยากรณ์ความถูกต้องในการจัดกลุ่มผู้ป่วยภาวะซึมเศร้า เมื่อพิจารณาตัวแปรอิสระทั้งหมด 15 ตัวแปร ผลการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม พบว่า มี 7 ตัวแปรที่ใช้ในสมการจำแนกกลุ่ม ได้แก่ สถานภาพโสด (X_1), อาชีพ: นักเรียน/นักศึกษา (X_2), อาชีพ: ว่างงาน (X_3), การเจ็บป่วยทางด้านจิตเวช (X_4), ปริมาณที่เสพ (X_5), สาเหตุที่ใช้ครั้งแรก: อยากลอง (X_6) และสาเหตุที่เข้ารับการบำบัด (X_7) ซึ่งจะได้สมการ/ตัวแบบปัจจัยการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มของกลุ่มผู้เสพยาบ้าที่มีภาวะซึมเศร้าตัวแบบปัจจัย Fisher's linear discriminant functions ดังนี้

ตัวแบบกลุ่มผู้เสพยาบ้าที่ไม่มีภาวะซึมเศร้า คือ

$$D_1 = -2.441 + 1.442\,X_1 + 0.007\,X_2 + 0.461\,X_3 + 0.160\,X_4 + 0.015\,X_5 + 2.453\,X_6 + 0.921\,X_7 \qquad (1)$$

ตัวแบบกลุ่มผู้เสพยาบ้าที่มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อย คือ

$$D_2 = -3.269 + 1.140\,X_1 + 0.825\,X_2 + 0.982\,X_3 + 0.620\,X_4 + 0.033\,X_5 + 2.093\,X_6 + 2.233\,X_7 \qquad (2)$$

ตัวแบบกลุ่มผู้เสพยาที่มีภาวะซึมเศร้าระดับปานกลางถึงรุนแรง คือ

$$D_3 = -3.019 + 0.627 X_1 + 1.870 X_2 + 1.216 X_3 + 2.993 X_4 + 0.020 X_5 + 1.659 X_6 + 2.139 X_7 \quad (3)$$

ซึ่งตัวแบบข้างต้นหากนำไปใช้ในการพยากรณ์ว่าผู้เสพยาบ้าควรจัดอยู่กลุ่มภาวะซึมเศร้าระดับใด จะแทนค่าตัวแปรอิสระทั้ง 7 ตัวแปรของผู้เสพยาบ้าลงในสมการดังกล่าว (สมการที่ (1) – (3)) ถ้าสมการใดมีค่ามากที่สุด จะจัดกลุ่มให้ผู้เสพยาบ้าอยู่ในกลุ่มสมการระดับภาวะซึมเศร้านั้น และตัวแบบข้างต้นมีอำนาจจำแนกกลุ่มผู้เสพยาบ้าตามภาวะซึมเศร้าในภาพรวมได้ถูกต้องร้อยละ 62.8 จำแนกเป็นผู้เสพยาบ้าที่ไม่มีภาวะซึมเศร้าได้ถูกต้องร้อยละ 65.4 จำแนกผู้เสพยาบ้าที่มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อยได้ถูกต้องร้อยละ 50.6 และจำแนกผู้เสพยาบ้าที่มีภาวะซึมเศร้าระดับปานกลางถึงรุนแรงได้ถูกต้องร้อยละ 33.3 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของผู้ป่วยที่จำแนกกลุ่มได้ถูกต้องเมื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่างผู้เสพยาบ้า 2,465 คน

ตัวแบบ	จำนวนที่จำแนกถูกต้อง	ร้อยละที่จำแนกถูกต้อง
ไม่มีภาวะซึมเศร้า	1,369	65.4
มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อย	164	50.6
มีภาวะซึมเศร้าระดับปานกลางถึงรุนแรง	16	33.3
รวม	1,549	62.8

หมายเหตุ: ในการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม ผู้วิจัยใช้ข้อมูลตัวอย่างผู้เสพยาบ้าเพียง 2,465 คน จากตัวอย่างทั้งหมด 8,873 คน เนื่องจากกรองเฉพาะตัวอย่างที่มีข้อมูลสมบูรณ์ครบทุกตัวแปร

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย:

ผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับการบำบัด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 ถึง พ.ศ. 2562 เมื่อคัดกรองด้วยแบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าของกรมสุขภาพจิต จำนวนข้อคำถามทั้งหมด 9 ข้อ พบว่าผู้เสพยาบ้าไม่มีภาวะซึมเศร้า 83.4% มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อย 13.5% และมีภาวะซึมเศร้าระดับปานกลางถึงรุนแรง 3.1% ปัจจัยที่มีผลกับภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้า คือ อายุ เชื้อชาติ ภูมิลำเนา การศึกษา อาชีพ การเจ็บป่วยทางด้านจิตเวช ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดา ปริมาณที่เสพ ความถี่ในการเสพต่อสัปดาห์ และสาเหตุที่เข้ารับการบำบัด แต่ทั้ง 10 ตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับภาวะซึมเศร้าในระดับต่ำ

เมื่อพิจารณาด้านปัจจัยส่วนบุคคล ที่ผลการวิจัยพบว่า อายุ เชื้อชาติ ภูมิลำเนา การศึกษา อาชีพ การเจ็บป่วยทางด้านจิตเวช ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดา มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้านั้น ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ [7] ซึ่งพบว่า การเริ่มเสพเมื่ออายุน้อย การมีปัญหาสุขภาพ ความเข้มแข็งของครอบครัว เป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับอาการโรคซึมเศร้าในวัยรุ่นที่เสพยาบ้า นอกจากนี้ผลการศึกษาปัจจัยด้านการใช้ยาเสพติด ซึ่งผู้วิจัยพบว่า ปริมาณที่เสพต่อสัปดาห์ และความถี่ในการเสพต่อสัปดาห์ มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้า ก็สอดคล้องกับผลการศึกษาใน [7] ที่สรุปว่าการเสพยาบ้าอย่างรุนแรงในปริมาณและความถี่ที่สูง เป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับอาการโรคซึมเศร้า

ผลการศึกษาครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่า ยาบ้าซึ่งมีการแพร่ระบาดเป็นอย่างมากในสังคม ซึ่งผู้ใช้สารเมทแอมเฟตามีนหรือยาบ้าส่วนใหญ่จะใช้ยาในการลดปัญหาที่เกิดจากภาวะเครียดจากแรงกดดันในครอบครัวหรือสังคม ซึ่งผู้เสพเหล่านั้นอาจจะไม่ทราบว่าเป็นการซ้ำเติมปัญหา อาจทำให้กลายเป็นผู้ป่วยโรคจิตเวชได้ง่าย โดยผู้ที่เลือกใช้ยาบ้าส่วนใหญ่นั้น จะใช้ยาเป็นตัวช่วยในการช่วยงานอาชีพ ซึ่งเหมาะกับวัยทำงานผู้ที่ใช้แรงงานด้านพละกำลังมากกว่าผู้ที่ทำงานด้านวิชาการ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้ร่างกายทำงานได้ทนทาน เมื่อผู้ป่วยเสพในปริมาณที่ค่อนข้างมาก และใช้บ่อยจนเกินแรงต้านจากร่างกาย

จะทำให้ผู้ป่วยเกิดภาวะโรคร่วมจิตเวชสารเสพติด มีพฤติกรรมรุนแรงมีการทำร้ายตนเอง ทำร้ายบุคคลใกล้ชิด จึงจำเป็นต้องได้รับการบำบัดรักษา โดยส่วนมากจะถูกสำนักงานคุมประพฤติจับกุมแล้วนำตัวส่งต่อรักษาในสถานบำบัดรักษาที่ใกล้เคียงเมื่อถูกบังคับให้บำบัดรักษา ร่วมกับมีอาการร่วมจากการเสพยาบ้า ซึ่งออกฤทธิ์โดยตรงต่อสื่อระบบประสาทชนิดโมโนเอมีน จึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเกิดภาวะซึมเศร้า

การทำนายระดับความซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้าด้วยการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม พบว่า สมการจำแนกกลุ่มสามารถทำนายภาวะซึมเศร้าในภาพรวมได้ถูกต้องร้อยละ 62.8 โดยจำแนกเป็นผู้เสพยาบ้าที่ไม่มีภาวะซึมเศร้าได้ถูกต้องร้อยละ 65.4 ผู้เสพยาบ้าที่มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อยได้ถูกต้องร้อยละ 50.6 และผู้เสพยาบ้างที่มีภาวะซึมเศร้าระดับปานกลางถึงรุนแรงได้ถูกต้องร้อยละ 33.3 ทั้งนี้ผลการทำนายถูกต้องยังอยู่ในระดับปานกลาง (สมการจำแนกกลุ่มสามารถทำได้ถูกต้องร้อยละ 62.8) ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้มีกลุ่มตัวอย่างของผู้เสพยาบ้าที่มีภาวะซึมเศร้าที่เข้ารับการบำบัดน้อยมาก ซึ่งมีจำนวน 372 คน คิดเป็นร้อยละ 15.1 โดยการวิเคราะห์จำแนกกลุ่มจะเหมาะสมในกรณีที่สัดส่วนหรือร้อยละของตัวอย่างที่ศึกษาในแต่ละกลุ่มนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งในการศึกษาครั้งต่อไปอาจจะเลือกใช้เทคนิคทางสถิติอื่น ๆ ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการทำนายระดับภาวะซึมเศร้าของผู้เสพยาบ้า

เอกสารอ้างอิง:

[1] สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด, รายงานผลการดำเนินงานป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติดประจำปีงบประมาณ 2561. (2561)

[2] กรมสุขภาพจิต, เผยสถิติ 1.4 ล้านคน ทาสยาเสพ, สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2562, จาก https://www.thaihealth.or.th/Content/

[3] กรมสุขภาพจิต, รู้ทันยาบ้า, กรุงเทพฯ : สำนักงานกิจการโรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์. (2558)

[4] กรมสุขภาพจิต, ยาบ้า, สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2562, จาก https://www.hfocus.org/content/2016/06/12285

[5] กรมสุขภาพจิต, เสพยาเสี่ยงโรคซึมเศร้า, สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2562, จาก https://www.bangkokbiznews.com/news

[6] นันทิรา หงส์ศรีสุวรรณ์, “ภาวะซึมเศร้า”, วารสาร มฉก. วิชาการ, ปีที่ 19, ฉบับที่ 38, หน้า 105-118 (2559).

[7] เพ็ญพักตร์ อุทิศ, สุนิศา สุขตระกูล, กงจักร สอนลา และ มะลิ แสวงผล, “ปัจจัยที่สัมพันธ์กับอาการของโรคซึมเศร้าในวัยรุ่นที่เสพยาบ้า”, วารสารวิชาการสาธารณสุข, ปีที่ 27, ฉบับที่ 6, หน้า 965-977 (2561).

ภาคผนวก:

ตารางที่ ผ.1 จำนวนและร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล (ขนาดตัวอย่างรวม 8,873)

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ	ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ			**ศาสนา**		
ชาย	7,350	82.8	พุทธ	8,649	97.5
หญิง	1,523	17.2	อื่น ๆ	224	2.5
อายุ			**สถานภาพ**		
ต่ำกว่า 26 ปี	3,234	38.6	โสด	4,506	50.8
ตั้งแต่ 26 ถึง 35 ปี	3,411	38.4	สมรส	3,043	34.3
ตั้งแต่ 36 ถึง 45 ปี	1,419	16.0	หย่า	9,62	10.8
อายุ 46 ปีขึ้นไป	619	7.0	อื่น ๆ	362	4.1

ตารางที่ ผ.1 (ต่อ)

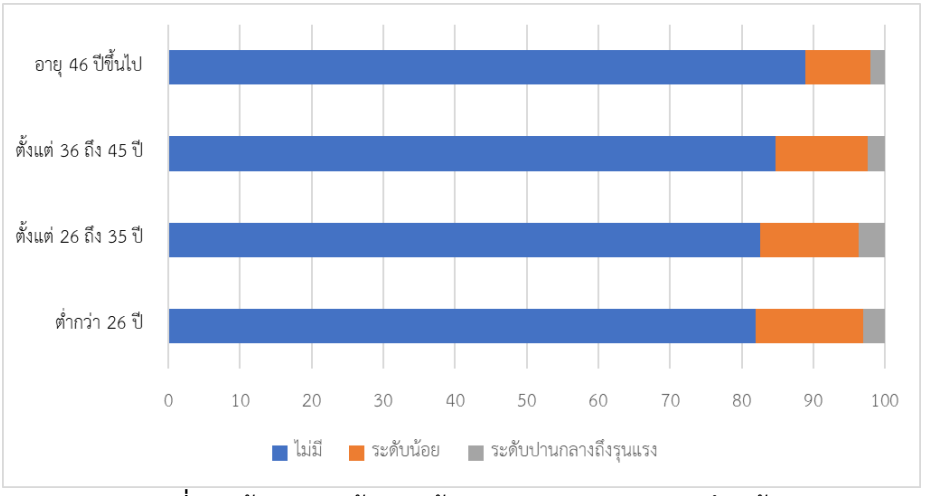
ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ	ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
อาชีพ			**สัญชาติ**		
การเกษตร	858	9.7	ไทย	8,689	97.9
นักเรียน/นักศึกษา	726	8.2	อื่น ๆ	184	2.1
การค้าขาย	835	9.4	**เชื้อชาติ**		
รับจ้าง	3,691	41.6	ไทย	8,285	93.4
อื่น ๆ	2,763	31.1	อื่น ๆ	588	6.6
การเจ็บป่วยทางด้านจิตเวช			**การศึกษา**		
มี	130	1.5	ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	2,969	33.5
ไม่มี	2,609	29.4	มัธยมศึกษา	4,927	55.5
ไม่ประเมิน	6,134	69.1	ปริญญาตรีขึ้นไป	977	11.0
ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดา			**ภูมิลำเนา**		
อยู่ด้วยกัน	4,918	55.4	ภาคเหนือ	7,761	87.5
บิดา/มารดาเสียชีวิต หรือทั้งคู่	2,642	29.8	อื่น ๆ	1,112	12.5
หย่า, แยกกันอยู่	1,313	14.8			

ตารางที่ ผ.2 จำนวนและร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามการใช้ยาและประวัติการรักษา (ขนาดตัวอย่างรวม 8,873)

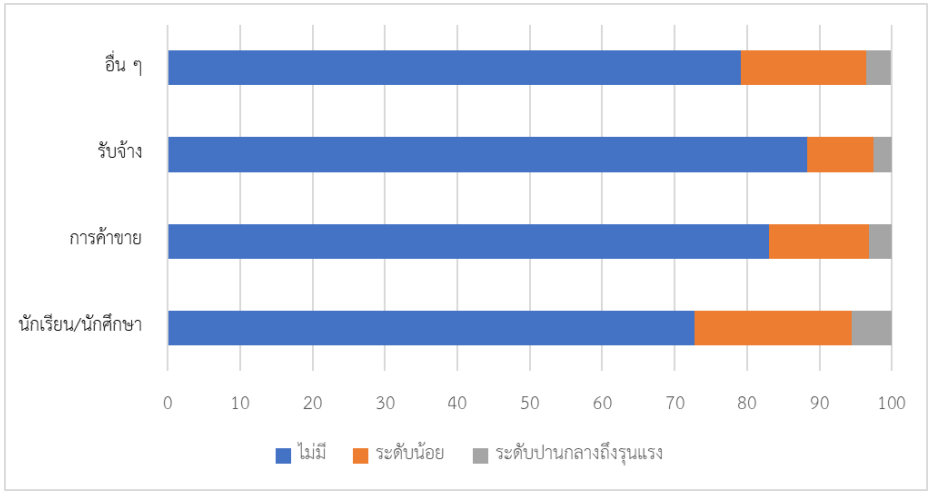
ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ	ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
ปริมาณที่เสพต่อสัปดาห์			**ความถี่ในการเสพต่อสัปดาห์**		
ต่ำกว่า 10 เม็ด	6,740	76.0	ต่ำกว่า 10 ครั้ง	7,090	79.9
10 เม็ดขึ้นไป	2,133	24.0	10 ครั้งขึ้นไป	1,783	20.1
สาเหตุที่ใช้ครั้งแรก			**สาเหตุที่เข้ารับการบำบัด**		
อยากลอง	5,428	61.2	สมัครใจ	2,970	33.5
เพื่อนชวน	2,726	30.7	บังคับบำบัด	5,540	62.4
ช่วยงานอาชีพ	319	3.6	อื่น ๆ	363	4.1
อื่น ๆ	400	4.5			

ตารางที่ ผ.3 จำนวนและร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกภาวะซึมเศร้า (ขนาดตัวอย่างรวม 8,873)

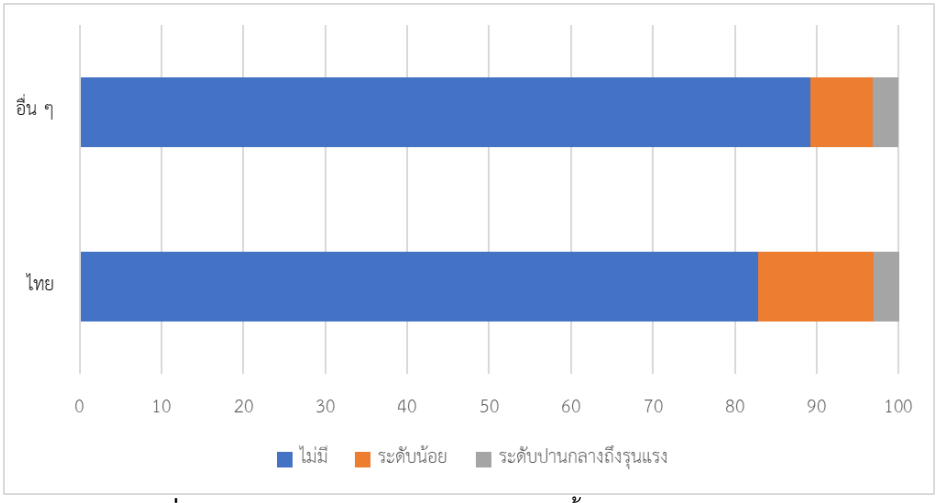
ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
การประเมินภาวะซึมเศร้า		
ไม่มีภาวะซึมเศร้า	3,200	36.1
มีภาวะซึมเศร้าระดับน้อย	518	5.8
มีภาวะซึมเศร้าระดับปานกลางถึงรุนแรง	118	1.3
ไม่ได้รับการประเมิน	5,037	56.8



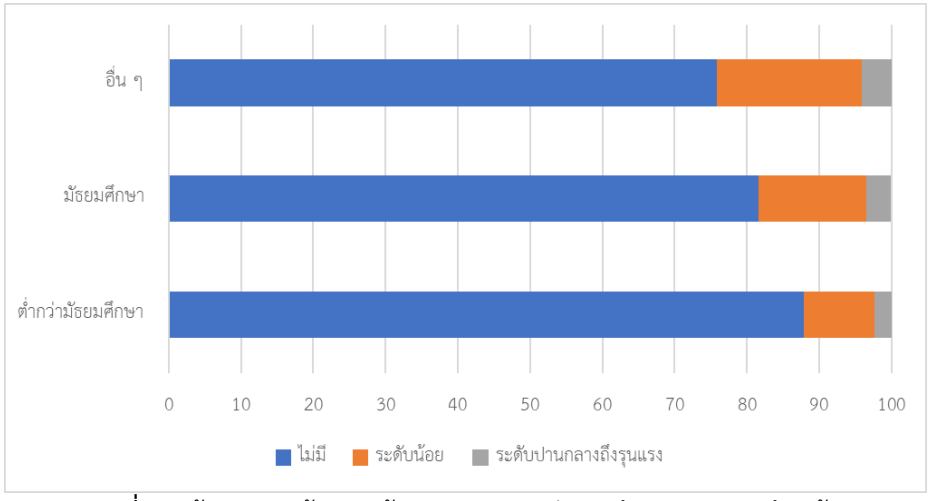
รูปที่ ผ.1 ร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามอายุและภาวะซึมเศร้า



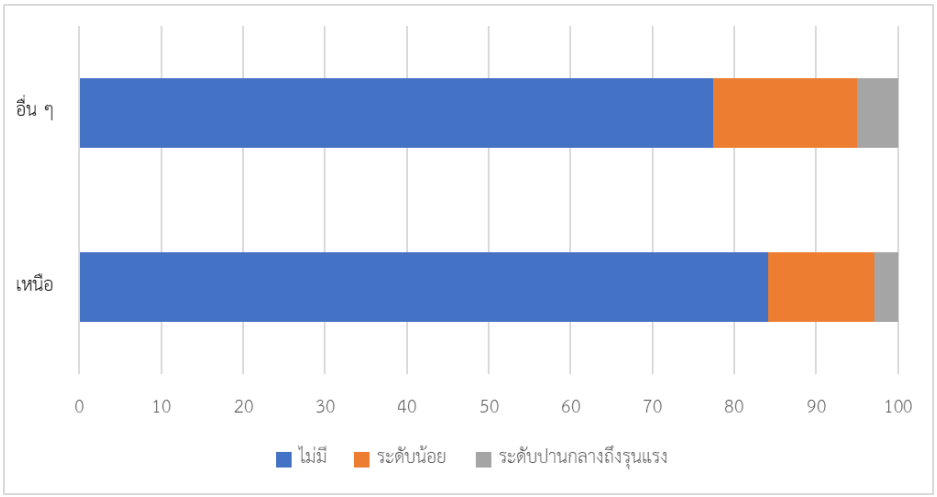
รูปที่ ผ.2 ร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามอาชีพและภาวะซึมเศร้า



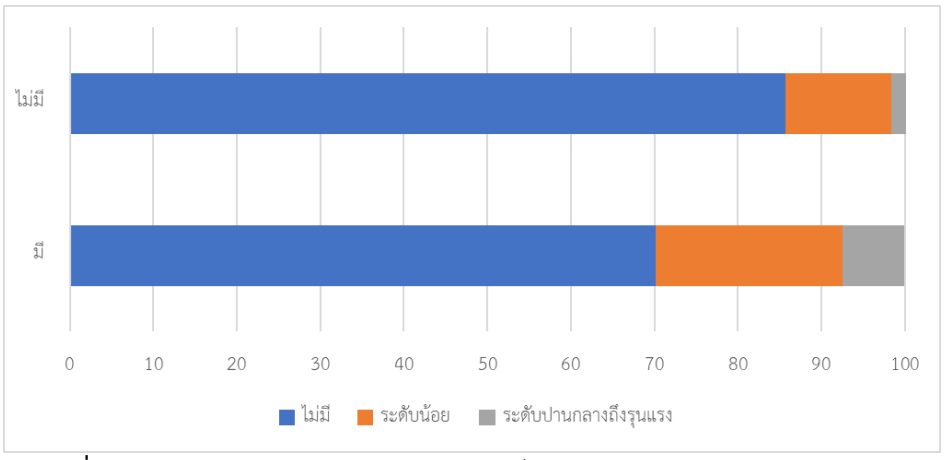
รูปที่ ผ.3 ร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามเชื้อชาติและภาวะซึมเศร้า



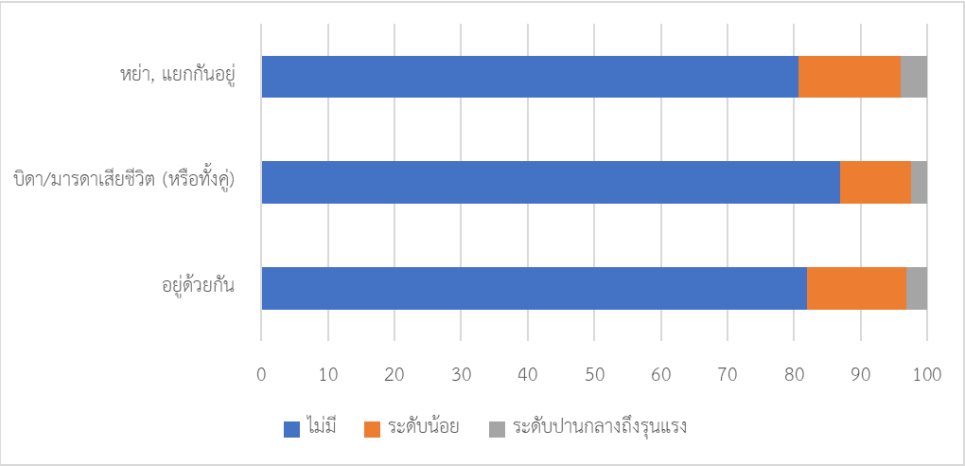
รูปที่ ผ.4 ร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามระดับการศึกษาและภาวะซึมเศร้า



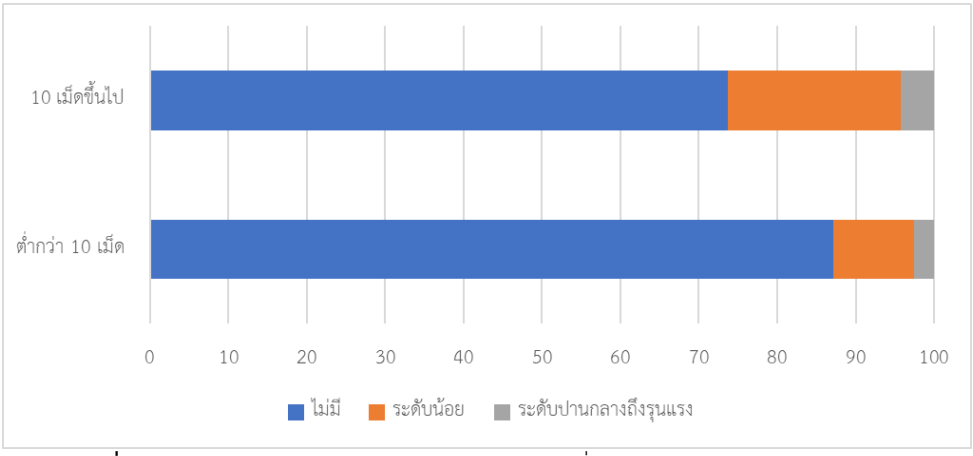
รูปที่ ผ.5 ร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามภูมิลำเนาและภาวะซึมเศร้า



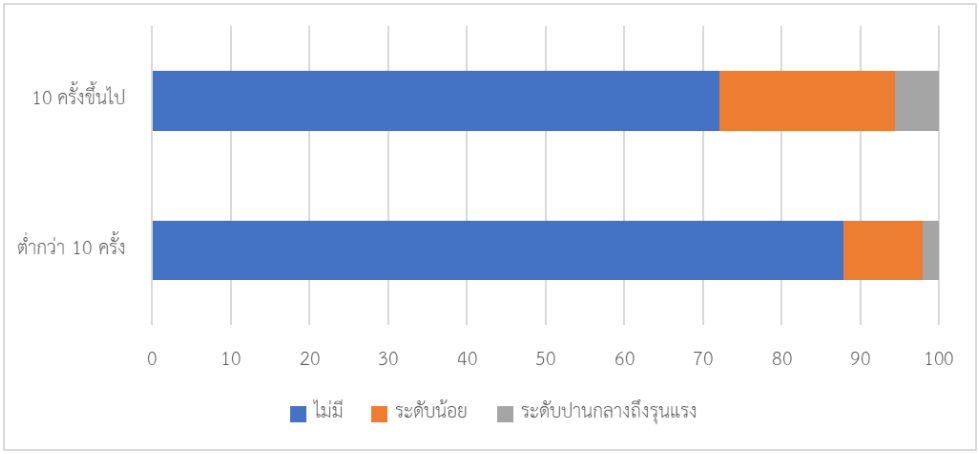
รูปที่ ผ.6 ร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามการเจ็บป่วยทางด้านจิตเวชและภาวะซึมเศร้า



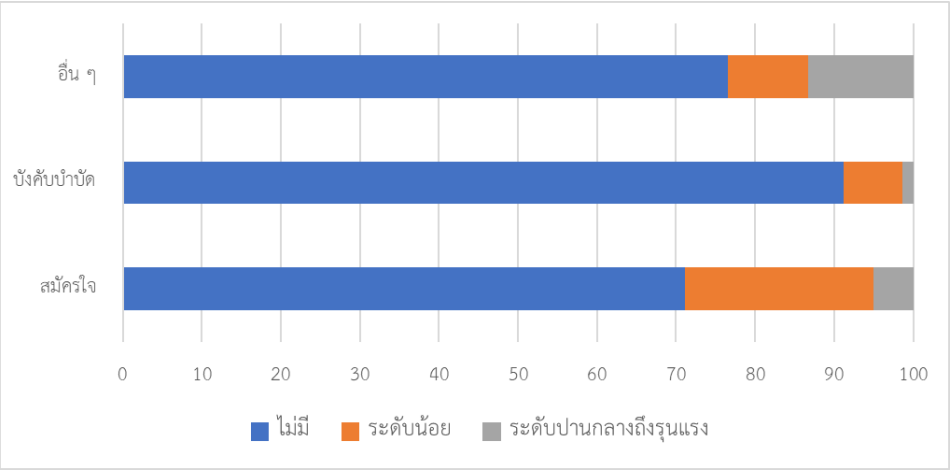
รูปที่ ผ.7 ร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดาและภาวะซึมเศร้า



รูปที่ ผ.8 ร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามปริมาณที่เสพต่อสัปดาห์และภาวะซึมเศร้า



รูปที่ ผ.9 ร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามความถี่ในการเสพต่อสัปดาห์และภาวะซึมเศร้า



รูปที่ ผ.10 ร้อยละของผู้เสพยาบ้าจำแนกตามสาเหตุที่เข้ารับการบำบัดและภาวะซึมเศร้า

การกำหนดราคาประกันภัยรถยนต์ของบริษัทประกันวินาศภัยในประเทศไทยโดยใช้ตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไป

MOTOR INSURANCE PRICING OF NON-LIFE INSURANCE COMPANY IN THAILAND WITH GENERALIZED LINEAR MODELS

อภิษฎา เสริมศาสตร์[1], อัญชุลีพร ไทยทอง[1,*], ณัชชา ลาภเวธี[1] และ กอบกุล รวีสวัสดิ์[1]
Apisada Sermsart[1], Aunchuleeporn Thaithong[1], Nutcha Lapvetee[1] and Kobkun Raweesawat[1]
[1]*สาขาวิชาสถิติธุรกิจและการประกันภัย คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800 ประเทศไทย*
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อัญชุลีพร ไทยทอง อีเมล: s5904052630460@email.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ:

ปัจจุบันธุรกิจประกันภัยมีการแข่งขันกันสูงในสงครามราคาเพื่อรักษาเบี้ยประกันภัยให้ได้ตามที่คาดหวังไว้ ธุรกิจประกันภัยรถยนต์ก็เช่นเดียวกัน การกำหนดเบี้ยประกันภัยที่เหมาะสมมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องคำนึงถึงเพื่อให้บริษัทมีความเสี่ยงเพียงพอที่สามารถรับได้และธุรกิจยังดำเนินต่อไปได้ โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อประยุกต์ใช้ตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไปในการประมาณเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงของการประกันภัยรถยนต์โดยใช้ข้อมูลกรมธรรม์การประกันภัยรถยนต์ประเภท 1 ของบริษัทประกันภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย ซึ่งพบว่า อายุรถยนต์, ลักษณะการใช้งาน, กลุ่มรถยนต์จำแนกตามยี่ห้อและรุ่น และร้อยละของค่าบำเหน็จ เป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อค่าประมาณเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ: การประกันภัยรถยนต์ เบี้ยประกันภัยที่แท้จริง ตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไป ปัจจัยเสี่ยง การแจกแจงปัวซง การแจกแจกแจงแกมมา

Abstract:

At present, there is high competition in the insurance industry in order to maintain the expected premium as well as a motor insurance business. Therefore, specification of premium pricing properly is drastically important in order to consider to support risks and thrive the business. The purpose of this research is to apply Generalized Linear Models to estimate the pure premium written of motor insurance by applying data of the non-life insurance company in Thailand's first-class motor insurance policy.

The result of this study indicates that the actual risk factors are significantly related to pure premium at the 0.05 level which is vehicle age, voluntary code, cars classified by brands and models, percentage of commission.

Keywords: Motor insurance, Pure premium, Generalized Linear Models, Risk factors, Poisson distribution, Gamma distribution

1. บทนำ

การประกันภัย เป็นการบริหารความเสี่ยงภัยวิธีหนึ่งซึ่งเป็นการให้ความคุ้มครองทางด้านการเงินโดยใช้วิธีการโอนความเสี่ยงภัย (Risk Transfer) จากผู้เอาประกันภัยไปสู่บริษัทรับประกันภัย เมื่อมีความเสียหายเกิดขึ้นบริษัทประกันภัยจะชดใช้ค่าสินไหมทดแทนตามที่ความคุ้มครองที่ได้ระบุไว้ในกรมธรรม์ประกันภัยให้แก่ผู้เอาประกันภัย โดยที่ผู้เอาประกันภัยเป็นผู้ชำระค่าเบี้ยประกันภัย (Premium) ให้แก่บริษัทประกันภัยตามที่ได้ตกลงกันไว้ โดยการประกันภัยไม่ได้ทำให้ความเสี่ยงหรืออุบัติเหตุหายไปแต่การประกันภัยเป็นการช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายทางการเงินแก่ผู้เอาประกันภัยได้

ในปัจจุบันบริษัทประกันภัยมีการแข่งขันกันจำนวนมากทั้งในเรื่องของการให้ความคุ้มครอง ค่าสินไหมทดแทน และเบี้ยประกันภัย ซึ่งแต่ละบริษัทได้มีการใช้กลยุทธ์ในการลดเบี้ยประกันภัยเพื่อเพิ่มยอดผู้เอาประกันภัย ถึงแม้บริษัทประกันภัยจะสามารถเพิ่มยอดผู้เอาประกันภัยได้แต่กำไรอาจเท่าเดิมหรือลดลง ดังนั้นบริษัทจะต้องคำนวณเบี้ยประกันภัยให้เพียงพอต่อความเสี่ยงที่บริษัทสามารถรับไว้ได้ เนื่องจากผู้เอาประกันภัยในแต่ละรายมีความเสี่ยงไม่เท่ากันทำให้ต้องมีการกำหนดเบี้ยประกันภัยให้ตรงกับความเสี่ยง การคำนวณเบี้ยประกันภัยต้องใช้ข้อมูลในอดีตมาวิเคราะห์และใช้วิธีการทางสถิติเพื่อคาดการณ์เบี้ยประกันภัยที่เหมาะสมในอนาคต ดังนั้นถ้าบริษัททราบถึงปัจจัยเสี่ยงที่มีผลกระทบกับค่าเบี้ยประกันภัย และสามารถสร้างตัวแบบในการกำหนดราคาประกันภัยที่เหมาะสมกับความเสี่ยงที่บริษัทรับไว้ได้ โดยการคำนวณเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงจะประกอบไปด้วย ความถี่ (Claim Frequency) และค่าใช้จ่าย (Claim Cost) ที่เกิดจากการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน โดยมีการนำตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Models: GLMs) ซึ่งเป็นวิธีการทางสถิตินำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างตัวแบบความเสี่ยงโดยเฉพาะในการประกันวินาศภัย มีการศึกษาโดย Mihaela David ในปี ค.ศ. 2015 ได้พัฒนาวิธีการกำหนดเบี้ยประกันภัยของข้อมูลประกันภัยรถยนต์ของประเทศฝรั่งเศส โดยใช้ GLMs ในการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อเบี้ยประกันภัยที่แท้จริง [1] สำหรับในประเทศไทย ชนกนาต สุขประยูรและคณะ ได้ศึกษาตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไปในการประมาณค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงของการประกันภัยรถยนต์ โดยใช้ข้อมูลกรมธรรม์รถยนต์ประเภท 1 ของบริษัทประกันภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย ซึ่งข้อมูลจำนวนครั้งของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนอยู่ในตัวแบบถดถอยแบบทวินามลบ และข้อมูลสินไหมทดแทนเป็นตัวแบบแกมมา [2] และปริญญา เสงี่ยมสุนทรและคณะ ได้ศึกษาการคำนวณเบี้ยประกันภัยการต่ออายุกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ภาคสมัครใจ โดยใช้ตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไปจากข้อมูลประวัติการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนย้อนหลัง 1 ปีถึง 3 ปี ในการสร้างตัวแบบคำนวณเบี้ยประกันภัยได้จัดกลุ่มลูกค้าโดยจำแนกตามทุนประกัน และอัตราส่วนความเสียหาย [3]

ในงานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ GLMs เพื่อคำนวณเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงที่เหมาะสมและเพียงพอกับความเสี่ยงในอนาคตที่บริษัทประกันภัยควรเรียกจากผู้เอาประกันภัยแต่ละรายอย่างเป็นธรรมและเหมาะสม ทดสอบประสิทธิภาพของการแจกแจงปัวซงและแกมมาโดยใช้วิธี GLMs ในการเปรียบเทียบการประมาณค่าเบี้ยประกันภัยรถยนต์ และข้อมูลที่นำมาศึกษานี้เป็นข้อมูลกรมธรรม์การประกันภัยรถยนต์ประเภทชั้น 1 ของบริษัทประกันภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลกรมธรรม์ประเภทรถยนต์นั่ง ที่เริ่มสัญญาในปี พ.ศ.2560 ระยะเวลาสัญญา 1 ปี จำนวน 25,073 กรมธรรม์

2. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ได้กำหนดตัวแปรปัจจัยเสี่ยงที่ใช้ศึกษาจากข้อมูลกรมธรรม์ประกันภัยชั้น 1 ของบริษัทประกันภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2-1 ข้อมูลที่เป็นแบบกลุ่ม

ข้อมูลที่เป็นแบบกลุ่ม			
ปัจจัย	ตัวแปร (X)	คำอธิบาย	ร้อยละของหน่วยเสี่ยงภัย
1.ลักษณะการใช้งาน	- ตัวแปรอ้างอิง - $X_{Voluntary\ Code120}$	การใช้ส่วนบุคคล (รหัส 110) การใช้เพื่อการพาณิชย์ (รหัส 120)	75.208% 24.792%
2.กลุ่มรถยนต์จำแนกตามยี่ห้อและรุ่น	- $X_{Car\ Group1}$ - $X_{Car\ Group2}$ - $X_{Car\ Group3}$ - $X_{Car\ Group4}$ - ตัวแปรอ้างอิง	- กลุ่มที่ 1 - กลุ่มที่ 2 - กลุ่มที่ 3 - กลุ่มที่ 4 - กลุ่มที่ 5	0.251% 3.095% 39.612% 8.687% 48.355%
4.ร้อยละของค่าบำเหน็จ	- $X_{Commission\ Class1}$ - $X_{Commission\ Class2}$ - ตัวแปรอ้างอิง - $X_{Commission\ Class4}$	จำนวนชั้นของค่าบำเหน็จเมื่อเทียบกับจำนวนเงินเอาประกันภัยที่ได้รับ	36.617% 0.782% 43.430% 19.172%

ตารางที่ 2-2 ข้อมูลที่เป็นค่าตัวเลข

ข้อมูลที่เป็นค่าตัวเลข			
ปัจจัย	ตัวแปร (X)	คำอธิบาย	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
1.ค่าใช้จ่ายในการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน	Claim Paid	จำนวนเงินที่บริษัทประกันภัยจ่ายให้กับผู้รับประกันภัย	27,335.509 (121,346.602)
2.ความถี่ในการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน	Claim Count	จำนวนครั้งของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน (กำหนดให้ 0 คือไม่เกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน และ 1 คือเกิดการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน)	0.454 (0.498)
3.อายุการใช้งานรถยนต์	Vehicle Age		4.297 (2.098)

[4] การวิเคราะห์ GLMs ในการศึกษาตัวแปรปัจจัยเสี่ยงที่มีผลกระทบกับเบี้ยประกันภัยและตัวแบบการประมาณค่าเบี้ยประกันภัยนั้นจะพิจารณาทั้งตัวแบบการประมาณความถี่ในการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนและตัวแบบค่าใช้จ่ายในการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนด้วยวิธีการวิเคราะห์ตัวแบบถดถอยปัวซงและตัวแบบถดถอยแกมมาตามลำดับ ซึ่งในการศึกษานี้ใช้โปรแกรม SPSS (Statistical Package for Social Science) ในการวิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผล

2.1 ตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Models: GLMs)

[5-6] ได้นำ GLMs ไปใช้ในงานคณิตศาสตร์ประกันภัย เป็นการศึกษาตัวแปรตาม (Dependent variable: Y) ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระ (Independent variable: X) โดยที่ตัวแปรตามจะต้องมีการแจกแจงอยู่ในกลุ่มวงศ์เลขชี้กำลัง (Exponential family) มีฟังก์ชันเชื่อมโยง (Link function) เป็นตัวเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระโดยมีรูปแบบสมการดังนี้

$$E[Y]=\eta^{-1}\left(\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\cdots+\beta_kX_k\right) \quad (1)$$

โดยที่ Y คือ ตัวแปรตาม

X คือ ตัวแปรอิสระหรือปัจจัยเสี่ยง

β_i คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยของปัจจัยเสี่ยง $i=0,1,2,\ldots,k$

η คือ ฟังก์ชันเชื่อมโยง (Link function)

k คือ จำนวนตัวแปรอิสระ

สำหรับการคำนวณเบี้ยประกันภัยที่แท้จริง (Pure Premium) พิจารณาจากค่าคาดหวังทางคณิตศาสตร์ของค่าใช้จ่ายในการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทนรายปีที่แจ้งโดยผู้ถือกรมธรรม์ ซึ่งได้มาจากของสององค์ประกอบคือความถี่การเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน (Claim Frequency) และค่าใช้จ่ายของค่าสินไหมทดแทน (Claim Cost) ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน

$$Pure\ premium=E[Y]_{freq}\times E[Y]_{cost} \quad (2)$$

โดยที่ $E[Y]_{freq}$ คือ ตัวแบบความถี่ของการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน (Claim Frequency)

$E[Y]_{cost}$ คือ ตัวแบบค่าใช้จ่ายของค่าสินไหมทดแทน (Claim Cost)

เมื่อใช้ GLMs ในการประมาณค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงได้สมการดังนี้

$$Pure\ premium=E(Y_i)_{freq}\,E(Y_i)_{cost}=e^{\left(\beta_{freq}{}^t x_i\right)}e^{\left(\beta_{cost}{}^t x_i\right)};\quad i=1,2,3,\ldots 25073 \quad (3)$$

โดยที่ β_{freq} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความถี่ในการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน

β_{cost} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการเรียกร้องค่าสินไหมทดแทน

ซึ่งประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย(β)ของปัจจัยเสี่ยงด้วยวิธีภาวะความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Method)

3. ผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่ามีปัจจัยเสี่ยงอายุรถยนต์ (Vehicle Age) ปัจจัยเสี่ยงลักษณะการใช้งาน (Voluntary Code) ปัจจัยเสี่ยงกลุ่มรถยนต์จำแนกตามยี่ห้อและรุ่น (Car Group) และปัจจัยเสี่ยงร้อยละของค่าบำเหน็จ (Percent of Commission) มีผลกระทบต่อเบี้ยประกันภัยที่แท้จริง เมื่อให้ตัวแปรปัจจัยเสี่ยงอื่นๆมีค่าคงที่ พบว่าค่าปัจจัยเสี่ยงอายุรถยนต์ (Vehicle Age) จะส่งผลกระทบให้ค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงมีค่าเป็น $e^{-0.056(1)}=0.946$ ซึ่งหมายถึง จะมีค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงลดลง 5% ปัจจัยเสี่ยงลักษณะการใช้งาน (Voluntary Code) จะส่งผลกระทบให้ค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงมีค่าเป็น $e^{0.010(1)}=1.010$ หมายถึง จะมีค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงเพิ่มขึ้น 1% ปัจจัยเสี่ยงกลุ่มรถยนต์จำแนกตาม

ยี่ห้อและรุ่น (Car Group) จะส่งผลกระทบให้ค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงมีค่าเป็น $e^{-0.178(1)} = 0.837$ หมายถึง จะมีค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงลดลง 16% และปัจจัยเสี่ยงร้อยละของค่าบำเหน็จ (Percent of Commission) จะส่งผลกระทบให้ค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงมีค่าเป็น $e^{0.166(1)} = 1.181$ หมายถึง จะมีค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงเพิ่มขึ้น 18% และจากตารางที่ 3-1 ได้แสดงตัวแบบประมาณเบี้ยประกันภัยที่แท้จริง ดังนี้

$$Pure\ premium = e^{9.759 - 0.056 X_{VehicleAge_i} + 0.010 X_{VoluntaryCode_i} - 0.178 X_{CarGroup_i} + 0.166 X_{PercentOfCommission_i}}$$

ตารางที่ 3-1 ผลการวิเคราะห์ GLMs กับการประมาณค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริง

ปัจจัยเสี่ยง		Intercept	Vehicle Age	Voluntary Code	Car Group	Percent of Commission
ตัวแบบ ถดถอยปัวซง	$\hat{\beta}_{freq}$	-1.097	-	-	0.050	0.041
	$SE(\hat{\beta}_{freq})$	0.0448	-	-	0.0093	0.0081
	p−value	0.000	-	-	0.000	0.000
ตัวแบบ ถดถอยแกมมา	$\hat{\beta}_{cost}$	10.856	-0.056	0.010	-0.228	0.125
	$SE(\hat{\beta}_{cost})$	0.417	0.0063	0.0035	0.0121	0.0129
	p−value	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000
ตัวแบบเบี้ยประกันภัยที่แท้จริง	$\hat{\beta}_{freq} + \hat{\beta}_{cost}$	9.759	-0.056	0.010	-0.178	0.166

จากตัวแบบข้างต้น สามารถประมาณเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้ จากข้อมูลในรายกรมธรรม์ผู้เอาประกันภัยมีค่า อายุรถยนต์ (Vehicle Age) เท่ากับ 2 ปี ลักษณะการใช้งาน (Voluntary Code) เท่ากับ 0 (รหัส 110 คือ การใช้รถส่วนบุคคล) กลุ่มรถยนต์จำแนกตามยี่ห้อและรุ่น (Car Group) เท่ากับ 5 และร้อยละของค่าบำเหน็จ (Percent of Commission) เท่ากับ 3 (ค่าบำเหน็จอยู่ในช่วง 25% เมื่อเทียบกับเบี้ยประกันภัยที่ถือเป็นรายได้จึงอยู่ในอันตรภาคชั้นที่ 3) จะได้ค่าเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงรายปีที่ต้องจ่ายให้บริษัทประกันภัย คือ

$$Pure\ premium = e^{9.759 - 0.056(2) + 0.010(0) - 0.178(5) + 0.166(3)} = 10{,}456.719 \text{ บาท}$$

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ GLMs ในการประมาณค่าเบี้ยประกันภัยรถยนต์กับข้อมูลกรมธรรม์การประกันภัยรถยนต์ประเภทชั้น 1 ของบริษัทประกันภัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย จะได้สมการดังนี้

$$Pure\ premium = e^{9.759 - 0.056 X_{VehicleAge_i} + 0.010 X_{VoluntaryCode_i} - 0.178 X_{CarGroup_i} + 0.166 X_{PercentOfCommission_i}}$$

โดยมีปัจจัยเสี่ยงอายุรถยนต์ (Vehicle Age) ลักษณะการใช้งาน (Voluntary Code) กลุ่มรถยนต์จำแนกตามยี่ห้อและรุ่น (Car Group) และร้อยละของค่าบำเหน็จ (Percent of Commission) ที่ส่งผลกระทบต่อเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นการกำหนดค่าเบี้ยประกันภัยควรคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าว

จากการศึกษาการกำหนดเบี้ยประกันภัยที่แท้จริงของงานวิจัยนี้สามารถนำเป็นแนวทางการกำหนดราคาประกันภัยให้กับบริษัทประกันภัยได้ โดยสามารถขยายการศึกษานี้ไปยังการประกันภัยอื่นๆ และประยุกต์ใช้การแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูลนั้นๆ ทั้งนี้ในงานวิจัยมีข้อจำกัดในเรื่องของข้อมูลที่ได้มาซึ่งยังคงมีปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อการกำหนดราคาประกันภัยรถยนต์

เอกสารอ้างอิง

[1] Mihaela David, " Auto Insurance Premium Calculation Using Generalized Linear Models", Procedia Economics and Finance, pages 147-156 (2015)

[2] ชนกนาต สุขประยูร, ตวงพร พัฒนบัณฑิต, ภัทรพงศ์ สกุลวโรภาส และอุไรวรรณ เจริญกีรติกุล, "การใช้ตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไปในการประมาณค่าเบี้ยประกันภัยรถยนต์", วารสารคณิตศาสตร์ MJ-MATh, ปีที่ 1, ฉบับที่ 1, หน้า 31-38 (2560).

[3] ปริญญา เสงี่ยมสุนทร, พิรพรรณ สัมฤทธ์ และสุภาณี อ่ำสำอาง, "การกำหนดหลักเกณฑ์การคำนวณเบี้ยประกันภัยและการต่ออายุกรมธรรม์ประกันภัยรถยนต์ภาคสมัครใจ", วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง, ปีที่ 28, ฉบับที่ 2, หน้า 72-83 (2562).

[4] Cyprian Ondieki Omari, Shalyne Gathoni Nyambura and Joan Martha Wairimu Mwangi, "Modeling the Frequency and Severity of Auto Insurance Claims Using Statistical Distributions", Journal of Mathematical Finance, pages 137-160 (2018)

[5] Rob Kass, Marc Goovaerts, Jan Dhaene and Michel Denuit, "Modern Actuarial Risk Theory: Using R", Springer, 2nd ed., pages 297-305 (2009)

[6] สำนักงานอัตราเบี้ยประกันวินาศภัย, คู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานด้านคณิตศาสตร์ประกันภัย: การสร้างตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไป, สืบค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.tgia.org/upload/file_group/3/download_861.pdf

การพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูน
FORCASTING THE NUMBER OF ELDER IN LAMPHUN

ทัศนาภรณ์ ปาลี[1,*] และ รัชนีวรรณ วงศ์พระจันทร์[1]
Thasanaporn Palee[1] and Ratchaneewan Wongprachan[1]

[1]สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย
*ผู้วิทยานิพนธ์ประสานงาน: รัชนีวรรณ วงศ์พระจันทร์ อีเมล: ratchaneewan@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

โครงสร้างประชากรของไทยที่เปลี่ยนไปเข้าสู่การเป็นสังคมผู้สูงวัยและมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่ามีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป เป็นสัดส่วนที่สูงกว่าร้อยละ 10 ของประชากรไทยทั้งหมด ดังนั้นการวางแผนเตรียมการสำหรับสังคมผู้สูงวัยจึงมีความสำคัญ เช่น การขยายอายุเกษียณ การสนับสนุนการจ้างการผู้สูงอายุ การเพิ่มทักษะและการจัดหางานให้เหมาะสมกับแรงงาน การยกระดับคุณภาพชีวิต รวมถึงการมีส่วนร่วมและการประสานงานของหน่วยงานต่าง ๆ จึงเป็นแนวทางในการรับมือกับสิ่งที่เกิดขึ้น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุของจังหวัดลำพูน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูน โดยเก็บรวมรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลกรมการปกครอง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 ถึงปี พ.ศ.2562 รวมทั้งสิ้น 27 ปี ในการศึกษาครั้งนี้เทคนิควิธีการพยากรณ์ทั้งหมด 3 วิธี ถูกนำมาศึกษาเปรียบเทียบ ได้แก่ วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลเส้นตรง และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ โดยพิจารณาความแม่นยำจากค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์เฉลี่ย ผลการศึกษาพบว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,2,0) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูงสุด

คำสำคัญ: วิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลเส้นตรง วิธีบอกซ์-เจนกินส์ ค่าร้อยละของค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยสัมบูรณ์

Abstract

The population structure of Thailand, which has changed into an aging society and has continuously increased. It found that a proportion of the population aged older than 60 years higher than 10 percent of the total Thai population. Therefore, planning for an aging society is important such as extending the retirement age, supporting the employment of the elderly, increasing skills and finding suitable employment for workers, improving the quality of life and the participating and coordinating of various departments. The objective of this study is to predict the number of elder in Lamphun for planning life quality of people in Lamphun. The data of this studies are collected 27 years, between 1993 and 2019, from data base of department of provincial administration. In this study, three forecasting techniques including double moving average (DMA), linear exponential smoothing (LES) and Box's Jenkin method are considered. The accuracy of the model is measured using mean absolute percentage error (MAPE). The results indicate that Box's Jenkin method with ARIMA (1,2,0) performs well when compare to others with the minimum MAPE.

Keywords: double moving average method, linear exponential smoothing method, Box's Jenkin method and mean absolute percentage error

บทนำ:

สถานการณ์ปัจจุบันแนวโน้มผู้สูงอายุของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยผู้สูงวัยถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอายุระหว่าง 60-69 ปี คือผู้ที่เริ่มย่างเข้าสู่วัยผู้สูงอายุส่วนใหญ่ยังมีสุขภาพแข็งแรงดี อาจจะมีโรคประจำตัวบ้าง เช่น เบาหวาน ความดัน ดังนั้นควรเน้นการป้องกันหรือประเมินหาความเสี่ยงของโรค กลุ่มอายุระหว่าง 70-85 ปี เป็นช่วงที่อายุที่เริ่มมีโรคประจำตัวมากขึ้น ช่วยเหลือตัวเองได้น้อยลง ขณะเดียวกันผู้สูงอายุกลุ่มนี้ก็อยากจะพึ่งพาตัวเองให้ได้มาก

ที่สุด ดังนั้นต้องทำให้ผู้สูงอายุคงคุณภาพชีวิตที่ดี ด้วยการดูแลสุขภาพร่างกาย และกลุ่มอายุตั้งแต่ 86 ปีขึ้นไป เป็นกลุ่มผู้สูงอายุที่พึ่งตัวเองได้ลดลงและต้องการการดูแลจากลูกหลานญาติพี่น้อง พยาบาลหรือผู้ดูแลพิเศษ ในปี พ.ศ. 2561 ที่ผ่านมาจากข้อมูลของกรมสถิติแห่งชาติพบว่าประเทศไทยมีสัดส่วนคนสูงวัยมากถึงร้อยละ 16.1 หรือคิดเป็นจำนวนประชากร 10.67 ล้านคน จากจำนวนประชากรทั้งประเทศทั้งสิ้น 66.41 ล้านคน และคาดว่าจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2564 นั่นคือมีจำนวนผู้สูงอายุถึงร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมด จากจำนวนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง หน่วยงานภาครัฐจึงให้ความสำคัญในเรื่องนี้ และมีการรณรงค์ให้ทุกคนตระหนักเข้าใจ พร้อมดูแลผู้สูงอายุให้ทัดเทียมเช่นเดียวกับการดูแลประชากรในกลุ่มอายุอื่น

ภาวะเจริญพันธุ์ที่ลดลงส่งผลให้อัตราการเกิดลดลง ในขณะที่วิทยาการทางการแพทย์ที่ดีขึ้นก็ส่งผลให้อัตราการตายลดลง จึงเป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลต่อจำนวนผู้สูงอายุที่เพิ่มขึ้น ปัญหาของผู้สูงอายุที่พบในปัจจุบัน ได้แก่ ปัญหาไร้เงินออมไม่มีรายได้ ปัญหาด้านสุขภาพ ปัญหาด้านการดูแลเนื่องจากลูกหลานไม่มีความพร้อมทางการเงินและเวลา รวมถึงปัญหางบประมาณด้านสวัสดิการสำหรับผู้สูงอายุของภาครัฐที่ยังไม่เพียงพอ แนวทางการรับมือกับสังคมผู้สูงอายุจึงเป็นประเด็นสำคัญที่หน่วยงานภาครัฐและสถาบันครอบครัวควรให้ความสำคัญ สถาบันครอบครัวยังคงเป็นสถาบันหลักในการเกื้อหนุนผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตามภาวะวิกฤติทางเศรษฐกิจในปัจจุบัน อาจส่งผลกระทบต่อความสามารถของครอบครัวในการเกื้อหนุนผู้สูงอายุได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาวะสุขภาพของผู้สูงอายุ เป็นประเด็นหนึ่งที่น่าห่วงใย ทำอย่างไรจึงจะทำให้ประชากรที่มีอายุยืนยาวขึ้น มีสุขภาพแข็งแรง ไม่เป็นภาระของบุตรหลาน ช่วยเหลือตนเองได้ทั้งทางสังคม และเศรษฐกิจ ส่วนกระทรวงสาธารณสุข คงมีบทบาทอย่างสำคัญในการส่งเสริม และดูแลสุขภาพของผู้สูงอายุ สำหรับคนที่เข้าใกล้วัยสูงอายุนั้นควรรณรงค์ให้มีการเตรียมตัวก่อนเป็นผู้สูงอายุ โดยเฉพาะด้านสุขภาพและเศรษฐกิจ การเตรียมการนี้ควรส่งเสริมทั้งในด้านการรักษาสุขภาพให้แข็งแรง เช่น การออกกำลังกาย การกินอยู่ การตรวจสุขภาพ การเตรียมการด้านเศรษฐกิจ ตลอดจนที่อยู่อาศัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาแนวโน้มจำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูนโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในอนาคตและเพื่อเป็นประโยชน์ให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องวางแผนรองรับการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุต่อไป

วัตถุประสงค์:

1. เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูน
2. เพื่อพยากรณ์จำนวนผู้อายุในจังหวัดลำพูนในอนาคต

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง:

1. การพยากรณ์ด้วยวิธีการเฉลี่ยเคลื่อนที่สองครั้ง (Double moving average method : DMA) เป็นวิธีการสร้างสมการพยากรณ์สำหรับอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวแนวโน้มเส้นตรง และเหมาะสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น ข้อมูลที่จะใช้ในการคำนวณควรจะมีอย่างน้อย 4 ค่าขึ้นไป วิธีการนี้จะมีการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายซ้ำกัน 2 ครั้ง โดยมีเงื่อนไขว่าการเฉลี่ยเคลื่อนที่ทั้ง 2 ครั้ง จำนวนข้อมูลที่นำมาเฉลี่ยต้องเท่ากัน มีจุดตัดแกนตั้ง β_0 และค่าความลาดชัน β_1 เป็นพารามิเตอร์ สำหรับตัวแบบของข้อมูลที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงจะมีตัวแบบเป็น $Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$ เมื่อกำหนดให้ Y_t คือ ค่าพยากรณ์หรือค่าสังเกต ณ เวลา t, β_0, β_1 คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ และ ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t ดังนั้นจะได้ค่าพยากรณ์สำหรับ m ช่วงเวลาล่วงหน้าจากคาบเวลา t อยู่ในรูปสมการเส้นตรงดังนี้ [3]

$$\hat{Y}_{t+m} = \hat{\beta}_0(t) + \hat{\beta}_1(t)\, m$$

โดยที่ $\hat{\beta}_0(t)$ คือ ค่าคงที่หรือค่าที่ตัดแกนตั้ง ณ เวลา t หาได้จาก $\hat{\beta}_0(t) = 2M'_t - M''_t$

$\hat{\beta}_1(t)$ คือ ความชัน ณ เวลา t หรือเป็นอัตราการเพิ่มหรือลดลง หาได้จาก $\hat{\beta}_1(t) = \frac{2}{(K-1)}(M'_t - M''_t)$

M'_t คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายครั้งที่ 1 หาได้จาก $M'_t = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \cdots + Y_{t-K+1}}{K}$

M''_t คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายครั้งที่ 2 หาได้จาก $M''_t = \frac{M'_t + M'_{t-1} + M'_{t-2} + \cdots + M'_{t-K+1}}{K}$

K คือจำนวนข้อมูลที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

m คือจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า

2. การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลเส้นตรง (Linear exponential smoothing method: LES) เป็นการสร้างสมการพยากรณ์ของอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเส้นตรง ใช้หลักการเดียวกับวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนน

เชียลซ้ำสองครั้ง (DES) แต่ต่างกันที่จะมีค่าปรับให้เรียบ 2 ค่า โดย α เป็นค่าปรับให้เรียบของ $\hat{\beta}_0(t)$ ส่วน γ เป็นค่าปรับให้เรียบของ $\hat{\beta}_1(t)$ โดย $0 \leq \alpha \leq 1$ และ $0 \leq \gamma \leq 1$ สำหรับตัวแบบ (model) ของข้อมูลคือ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t$ และได้ค่าพยากรณ์สำหรับ m ช่วงเวลาล่วงหน้าจากคาบเวลา t อยู่ในรูปสมการดังนี้ [3]

$$\hat{Y}_{t+m} = \hat{\beta}_0(t) + \hat{\beta}_1(t)(m)$$

การหาค่า $\hat{\beta}_0(t)$ และ $\hat{\beta}_1(t)$ สามารถหาได้ 2 แบบ คือ

1. วิธีแบบปรับให้เรียบ
$$\hat{\beta}_0(t) = \alpha Y_t + (1-\alpha)\hat{Y}_t$$
$$\hat{\beta}_1(t) = \gamma\left[\hat{\beta}_0(t) - \hat{\beta}_0(t-1)\right] + (1-\gamma)\hat{\beta}_1(t-1)$$
2. วิธีแบบปรับด้วยความคลาดเคลื่อน
$$\hat{\beta}_0(t) = \hat{Y}_t + \alpha e_t$$
$$\hat{\beta}_1(t) = \hat{\beta}_0(t-1) + \alpha\gamma e_t$$
$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

กำหนดให้ค่าเริ่มต้นของ $\hat{\beta}_0(t)$ และ $\hat{\beta}_1(t)$ เป็นดังนี้

วิธีที่ 1 $\hat{\beta}_0(1) = Y_1$ และ $\hat{\beta}_1(1) = 0$ เพื่อนำไปหา $\hat{\beta}_0(t)$ และ $\hat{\beta}_1(t)$ ตัวถัดไป

วิธีที่ 2 $\hat{\beta}_0(1) = Y_1,\ \hat{\beta}_1(1) = 0, \hat{\beta}_1(2) = Y_2 - Y_1,\ \hat{\beta}_1(3) = \frac{Y_3 - Y_1}{2}$ และ $\hat{\beta}_1(4) = \frac{(Y_2 - Y_1) + (Y_4 - Y_3)}{2}$ เพื่อนำไปหา $\hat{\beta}_0(t)$ และ $\hat{\beta}_1(t)$ ตัวถัดไป

3. การพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins method) เป็นวิธีการสร้างสมการพยากรณ์อนุกรมเวลาโดยกำหนดรูปแบบ ARIMA ซึ่งเป็นรูปแบบที่อธิบายลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกตมีสหสัมพันธ์กันแบบออโตและคงที่ สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวทุกประเภท และให้ผลการพยากรณ์ค่อนข้างแม่นยำกว่าวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ สำหรับการพยากรณ์ระยะสั้นวิธีการของบอกซ์-เจนกินส์ มีขั้นตอนดังนี้ [3]

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบข้อมูลเพื่อพิจารณาว่าอนุกรมเวลามีเป็นสเตชันนารีหรือไม่ โดยพิจารณาจากกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัว (Autocorrelation Function : ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (Partial Autocorrelation Function : PACF) ของอนุกรมเวลา Y_t (ถ้ามีลักษณะคงที่จะได้กราฟที่มีลักษณะขึ้นลงรอบศูนย์อย่างสม่ำเสมอ) ในกรณีที่อนุกรมเวลาไม่คงที่ต้องแปลงให้เป็นอนุกรมเวลาชุดใหม่ที่คงที่ เช่น การหาผลต่าง การหาผลต่างฤดูกาลการแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึม เป็นต้น ซึ่งการแปลงอนุกรมเวลาขึ้นอยู่กับลักษณะของอนุกรมเวลาที่สนใจศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณากำหนดรูปแบบการพยากรณ์ ARIMA(p,d,q) ที่คาดว่าเหมาะสมโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF

ขั้นตอนที่ 3 ประมาณค่าพารามิเตอร์ของรูปแบบที่กำหนดด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบที่กำหนดโดยพิจารณาจากกราฟ ACF และ PACF ของ e_t หรือจากการทดสอบสหสัมพันธ์ในตัวของ Box-Ljung เมื่อพบว่ารูปแบบมีความเหมาะสมจะสร้างสมการพยากรณ์จากรูปแบบดังกล่าว แต่หากพบว่ารูปแบบที่กำหนดไม่เหมาะสมต้องเริ่มต้นกำหนดรูปแบบในขั้นตอนที่ 2 ใหม่

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อผ่านขั้นตอนที่ 4 จะได้สมการพยากรณ์และค่าประมาณพารามิเตอร์สำหรับการพยากรณ์

ตัวแบบ ARIMA(p,d,q) มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนได้แก่ Auto regressive AR : (p), Integrated (I) และ Moving average MA : (q) สำหรับ AR (p) เป็นรูปแบบที่แสดงว่าค่าสังเกต Y_t ขึ้นอยู่กับค่าของ $Y_{t-1}, \ldots Y_{t-p}$ หรือค่าสังเกตที่เกิดขึ้นก่อนหน้า p ค่า ส่วนรูปแบบ MA (q) เป็นรูปแบบที่แสดงว่าค่าสังเกต Y_t ขึ้นอยู่กับค่าความคลาดเคลื่อน $\varepsilon_{t-1}, \ldots \varepsilon_{t-p}$ หรือความคลาดเคลื่อนที่อยู่ก่อนหน้า q ค่า ส่วน Integrated (I) เป็นการหาผลต่าง (Difference) ของอนุกรมเวลาเขียนในรูปของ Back shift operator ได้ดังนี้

$$(1-B)^d\left(1 - \varphi_1 B - \varphi_2 B^2 - \cdots - \varphi_p B^p\right)Y_t = \varphi_0 + (1 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \cdots - \omega_q B^q)\varepsilon_t$$

โดยที่ $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_p, \omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_q$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย

d คือ จำนวนครั้งของการทำผลต่างของแนวโน้ม

p คือ อันดับของตัวแบบการถดถอยของแนวโน้ม

q คือ อันดับของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของแนวโน้ม

B คือ ตัวดำเนินการถอยหลังเวลา (Back shift operator)

4. การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ด้วยค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ในการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์การเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการพยากรณ์ที่ต่างกัน อาจพิจารณาเปรียบเทียบความเอนเอียงของค่าพยากรณ์หรือเปรียบเทียบความแม่นของค่าพยากรณ์ ได้ดังนี้ [2]

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{e_t}{Y_t}\right| \times 100}{n}$$

โดยที่ e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา t , $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

Y_t คือ ค่าข้อมูลจริง ณ เวลา t

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา t

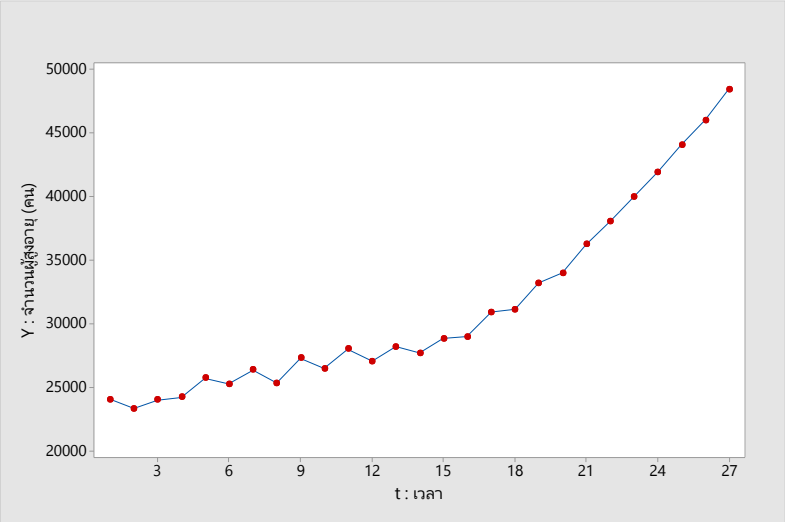
n คือ จำนวนข้อมูลอนุกรมเวลาทั้งหมด

วิธีการดำเนินการวิจัย:

1. การจัดเตรียมข้อมูล โดยรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้สูงอายุของจังหวัดลำพูนรายปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 ถึงปี พ.ศ. 2562 จากฐานข้อมูลกรมการปกครอบ รวมทั้งสิ้นจำนวน 27 ปี
2. ศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้มของข้อมูลอนุกรมเวลา โดยพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาในเบื้องต้นจากกราฟปริมาณจำนวนผู้สูงอายุกับเวลา และสถิติทดสอบลักษณะการเคลื่อนไหวของอิทธิพลแนวโน้มด้วยวิธีของ Kendall
3. สร้างตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูน ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ 3 วิธี
   - 3.1 DMA โดยทำการเฉลี่ยครั้งละ 3
   - 3.2 LES โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ α = 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 และ γ = 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9
   - 3.3 Box's Jenkin
4. ตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์
5. พยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในปี พ.ศ. 2563 โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมและมีความแม่นยำสูงสุด

ผลการวิจัย:

จากการพิจารณาจำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูนในรูปที่ 1 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 ถึงปี พ.ศ.2562 รวมทั้งสิ้นจำนวน 27 ปี พบว่าจำนวนผู้สูงอายุมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จาก 24,011 คน ในปี พ.ศ. 2536 เป็น 48,448 คน ในปี พ.ศ. 2562 ดังแสดงในรูปที่ 1 และเมื่อทำการทดสอบลักษณะการเคลื่อนไหวจากอิทธิพลของแนวโน้มโดยใช้สถิติทดสอบด้วยวิธีของ Kendall พบว่าจำนวนผู้สูงอายุมีอิทธิพลเนื่องจากส่วนประกอบของแนวโน้ม อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงดังตารางที่ 1

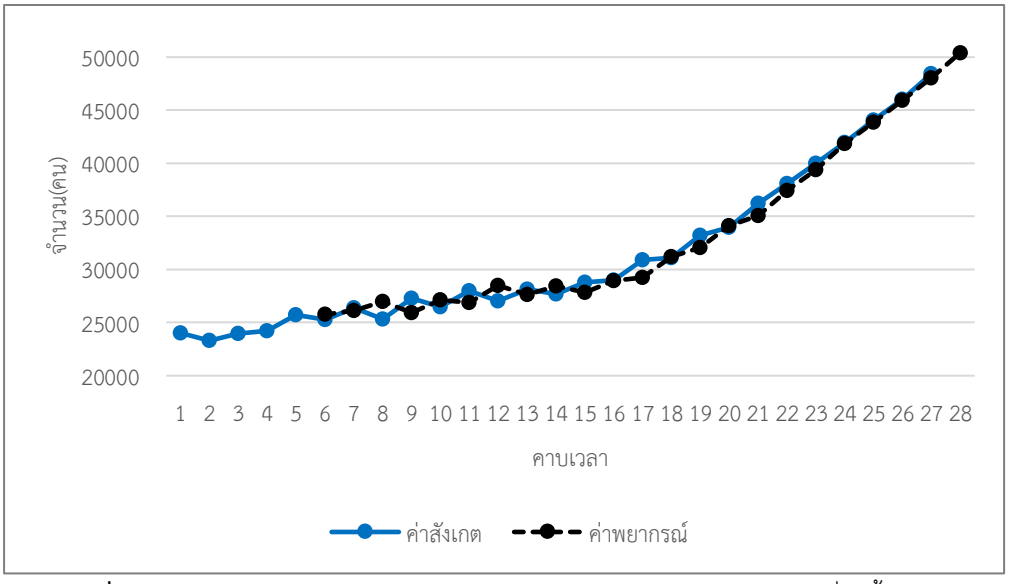


รูปที่ 1 การเคลื่อนไหวของจำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 ถึงปี พ.ศ.2562

ตารางที่ 1 การทดสอบแนวโน้มด้วยวิธี Kendall

n	N_u	τ	$Z-test$
27	345	0.966	7.07*

หมายเหตุ * คือ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($\pm Z_{0.025} = \pm 1.96$)

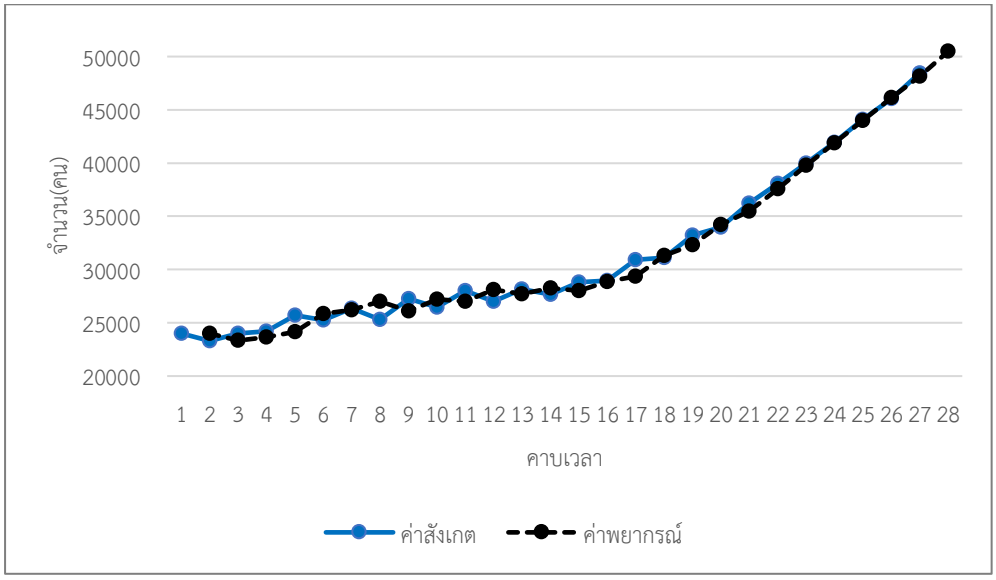


รูปที่ 2 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูนด้วยวิธี DMA โดยทำการเฉลี่ยครั้งละ 3

รูปที่ 2 แสดงการพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูนด้วยวิธี DMA โดยทำการเฉลี่ยครั้งละ 3 โดยค่าพยากรณ์แทนด้วยเส้นประสีดำ และค่าสังเกตแทนด้วยเส้นตรงสีฟ้า จากผลการวิเคราะห์ได้ตัวแบบพยากรณ์ดังนี้

$$\hat{Y}_{27+m} = 48301.22 + 2118.22(m)$$

เมื่อ m คือคาบเวลาที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า ($m = 1,2,3, \ldots$) จากตัวแบบที่ได้เมื่อตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ พบว่าได้ค่า MAPE 2.36 สำหรับตัวแบบ DMA เหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้น เมื่อนำมาพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุ ปี พ.ศ. 2563 ได้ค่าเท่ากับ 50,419 คน



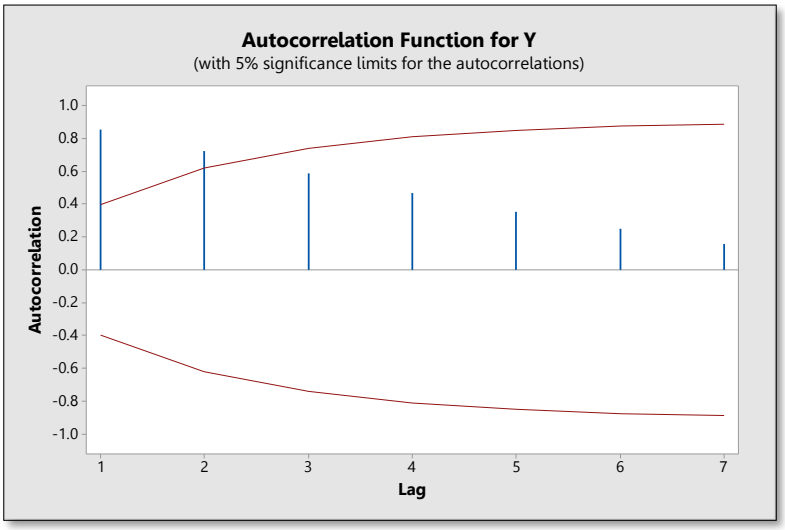
รูปที่ 3 ค่าพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูนด้วยวิธี LES

รูปที่ 3 แสดงการพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูนด้วยวิธี LES จากค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ศึกษา เมื่อพิจารณาความแม่นยำของตัวแบบจากค่า MAPE พบว่าค่าพารามิเตอร์ที่นำมาสร้างตัวแบบที่ดีที่สุดคือ α =0.5 และ γ=0.9 ได้ตัวแบบพยากรณ์ดังนี้

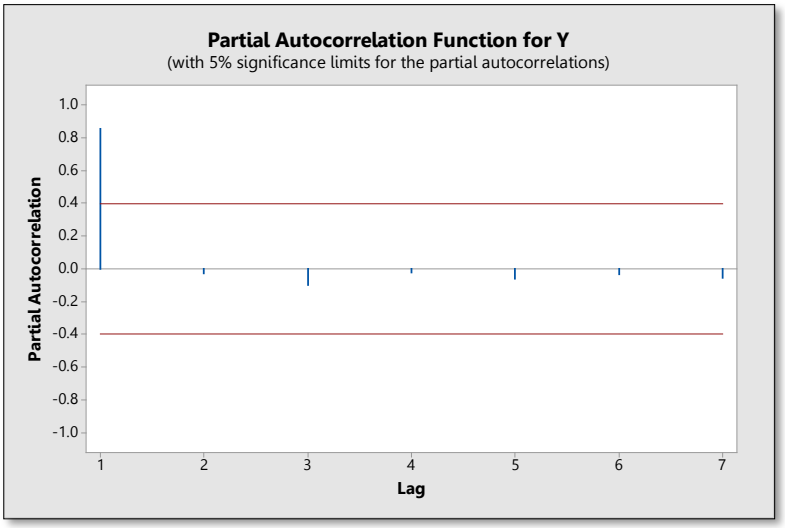
$$\hat{Y}_{27+m} = 48{,}285.30 + 2{,}197.52(m)$$

เมื่อ m คือคาบเวลาที่ต้องการพยากรณ์ล่วงหน้า ($m = 1,2,3, \ldots$) จากตัวแบบที่ได้เมื่อตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ พบว่าได้ค่า MAPE 2.31 สำหรับตัวแบบ LES เหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้นเช่นเดียวกัน เมื่อนำมาพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุ ปี พ.ศ. 2563 ได้ค่าเท่ากับ 50,483 คน

เมื่อนำข้อมูลอนุกรมเวลานี้มาสร้างกราฟฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัว (ACF) และฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) แสดงดังรูปที่ 4 และ 5 โดยกราฟ ACF มีลักษณะลดลงอย่างช้า ๆ และกราฟ PACF มีค่าสูงในคาบเวลาที่ 1 ประกอบกับข้อมูลอนุกรมเวลานี้ยังไม่คงที่ จึงต้องปรับข้อมูลให้คงที่ก่อนจะนำมาสร้างตัวแบบ ดังนั้นตัวแบบ ARIMA(1,2,0) จึงถูกเลือกมาศึกษาเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์



รูปที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของค่าสังเกต



รูปที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนของของค่าสังเกต

ตารางที่ 2 ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์ของตัวแบบ ARIMA(1,2,0)

ค่าพารามิเตอร์	ค่าประมาณ	ค่าความคลาดเคลื่อน	ค่าสถิติที	P-value
AR1	-0.9704	0.0598	-16.22	0.000
Constant	181.02	99.4	1.82	0.082

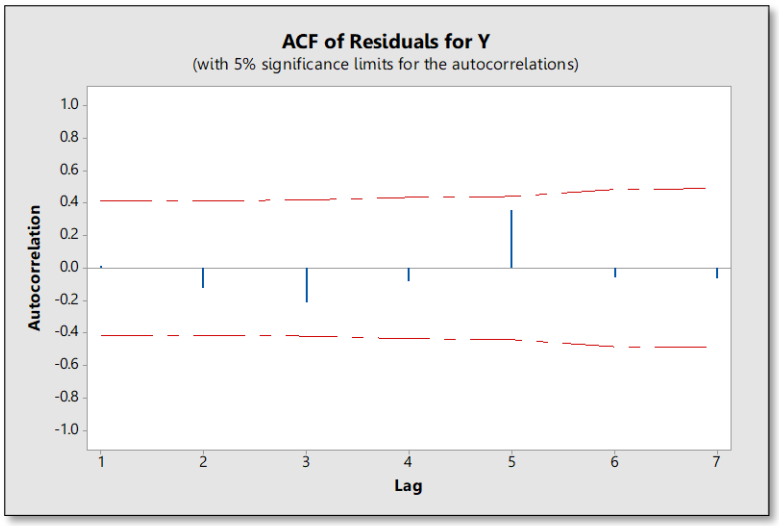
จากตารางที่ 2 พบว่าการทดสอบพารามิเตอร์ของ AR1 มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าพารามิเตอร์ของ AR1 มีผลต่อ $\hat{Y}_t$ จะได้ตัวแบบของอนุกรมเวลาวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ARIMA(1,2,0) สำหรับการพยากรณจำนวนผู้สูงอายุดังนี้

$$\hat{Y}_t = 181.02 + 1.0296Y_{t-1} + 0.9408Y_{t-1} - 0.9704Y_{t-3} + \varepsilon_t$$

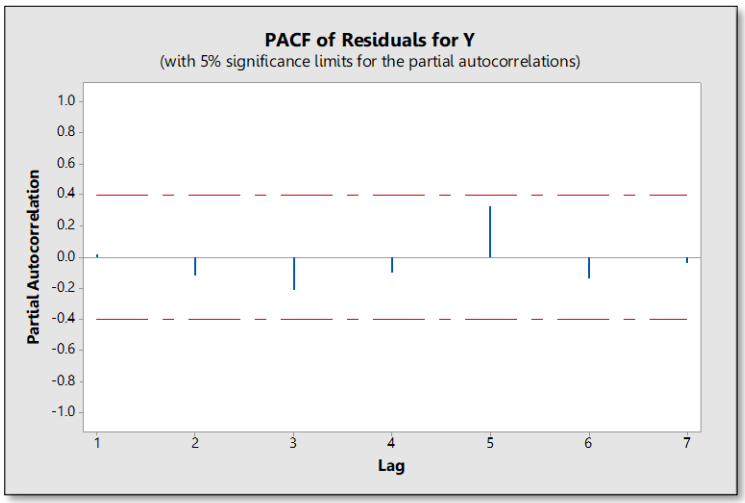
ตารางที่ 3 สถิติ Box-Pierce ของตัวแบบ ARIMA(1,2,0)

Lag	12	24
Chi-Square	13.18	22.12
df	10	22
P-value	0.214	0.453

จากตารางที่ 3 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ ARIMA(1,2,0) พบว่าการทดสอบช่วงห่างของคาบเวลาที่ 12 และ 24 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value > 0.05) สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระ นั่นคือรูปแบบ ARIMA(1,2,0) มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่ศึกษา



รูปที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ ARIMA(1,2,0)



รูปที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนของของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ ARIMA(1,2,0)

รูปที่ 6 และรูปที่ 7 แสดงฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวและฟังก์ชันสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนของความคลาดเคลื่อน พบว่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นทุกคาบเวลา นั่นก็คือความ

คลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,2,0) มีความเหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้ จากตัวแบบที่ได้เมื่อตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ พบว่าได้ค่า MAPE เท่ากับ 1.24 และนำมาพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุ ปี พ.ศ. 2563 ได้ค่าเท่ากับ 50,807 คน

ตารางที่ 4 ความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์

เทคนิคการพยากรณ์	DMA	LES	Box's Jenkin
MAPE	2.36	2.31	1.24

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี พบว่า การพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ให้ค่า MAPE ได้ต่ำที่สุดเท่ากับ 1.24 แสดงว่าตัวแบบให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำมากกว่า DMA และ LES ดังนั้นการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ARIMA(1,2,0) จึงเป็นตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับการพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูนมากที่สุด

สรุปผลการทดลอง:

การพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ด้วยตัวแบบ ARIMA(1,2,0) มีความแม่นยำในการพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูน โดยให้ค่าความแม่นยำจาก MAPE ที่ให้ค่าต่ำสุด เมื่อนำมาพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในจังหวัดลำพูนในปี พ.ศ. 2563 จะมีจำนวนผู้สูงอายุประมาณ 50,807 คน ซึ่งคาดว่าจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2562 จำนวน 2,359 คน การพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์นั้นยังไม่พบผู้ศึกษา แต่พบว่ามีทิศทางการพยากรณ์ที่เพิ่มขึ้นในลักษณะเดียวกันกับผลการศึกษาของ [1] ที่ได้ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้สูงอายุในกรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ.2553-2558 ด้วยวิธีการถดถอย การศึกษาครั้งนี้เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลรายปี จึงศึกษาเฉพาะลักษณะการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้ม การเพิ่มจำนวนข้อมูลในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ จะสามารถพัฒนาตัวแบบให้มีประสิทธิภาพที่ดีและแม่นยำสูงขึ้นได้ การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบ DMA และ LES ซึ่งเป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับแนวโน้มเชิงเส้น ดังนั้นการพิจารณาตัวแบบที่มีลักษณะแนวโน้มแบบเอกโพเนนเชียล จึงเป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจนำมาพิจารณา

กิตติกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และสำนักงานสถิติจังหวัดลำพูน

เอกสารอ้างอิง:

[1] วีรพา ฐานะปรัชญ์, ตัวแบบพยากรณ์จำนวนประชากรผู้สูงอายุในกรุงเทพมหานครระหว่างปี พ.ศ.2553 – 2558, รายงานการวิจัย, คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 2553.

[2] รัชนีวรรณ วงศ์พระจันทร์, การวิเคราะห์อนุกรมเวลาและการพยากรณ์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2562)

[3] สมเกตุ เกียรติเอี่ยม, เทคนิคการพยากรณ์, พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา : นำศิลป์หาดใหญ่. (2548)

การพยากรณ์มูลค่านำเข้าด่านศุลกากรเชียงแสนจังหวัดเชียงราย

FORECASTING THE VALUE OF IMPORT IN CHAING SAEN CUSTOM HOUSE, CHAINGRAI

กอบกุล นันติ[1,*] , รัชนีวรรณ วงศ์พระจันทร์[1]

Kobkul Nunti[1,*] , Ratchaneewan Wongprachan[1]

[1]*สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

[*]ผู้นิพนธ์ประสานงาน: รัชนีวรรณ วงศ์พระจันทร์ อีเมล: ratchaneewan@mju.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจัยหลาย ๆ อย่างไม่ว่าจะเป็นความมั่นคงของประเทศ เศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง การเก็บภาษีที่เพิ่มขึ้น และรวมไปถึงการแข็งตัวของค่าเงินบาท มีส่วนทำให้มูลค่านำเข้าสินค้าของไทยผันผวนได้ ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการนำเข้าสินค้าด่านศุลกากรเชียงแสน จังหวัดเชียงราย เนื่องจากเป็นด่านการนำเข้าทางแม่น้ำโขงที่สำคัญของประเทศไทย โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบของเอกซ์โพเนนเชียลแบบวินเตอร์ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้มาจากฐานข้อมูลของสำนักงานศุลกากรภาคที่ 3 โดยผู้วิจัยได้เลือกทำการศึกษามูลค่าการนำเข้าสินค้าของด่านศุลกากรเชียงแสน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2557 ถึง กันยายน 2562 รวมทั้งสิ้น 60 เดือน และตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ผลการศึกษาพบว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์มูลค่านำเข้าของด่านเชียงแสน

คำสำคัญ : วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบของเอกซ์โพเนนเชียลแบบวินเตอร์ วิธีของบอกซ์-เจนกินส์

Abstract

Currently, many factors such as national security, economics, politics, taxation, the appreciation of Thai baht etc. Cause the import value of Thailand. Here, the data used in the study is obtained from data base of the Customs Office Region 3 from October 2014 to year 2019 for a total of 60 months. The objective of this study is to develop the model of the import value in Chiang Saen Customs House, Chiang Rai, which is one of important customs house by the Mekong river. Three forecasting Techniques including decomposition method, exponential smoothing with Winter method and Box-Jenkins' method are compared and measured an accuracy using the mean absolute percentage error (MAPE). The results show that Box's Jenkin method is the best predicting for the import value of Chiang Saen customs house.

Keywords: Decomposition method, exponential smoothing with Winter method, Box-Jenkins' method

บทนำ

กรมศุลกากร คือองค์กรที่คอยดูแลในเรื่องการเก็บภาษีอากรจากของที่นำเข้ามาในและส่งออกไปนอกราชอาณาจักร เพื่อนำไปพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศและดูแลป้องกัน ปราบปรามการลักลอบหนีศุลกากรเพื่อให้การจัดเก็บภาษีอากรเป็นไปตามเป้าหมายและเกิดความเป็นธรรมแก่ผู้ประกอบการที่สุจริต การนำเข้าส่งออกสินค้าเป็นแหล่งเศรษฐกิจที่เติบโตได้อย่างรวดเร็ว และทำรายได้ให้กับรัฐบาลไทยได้อย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นการนำเข้าส่งออกผ่านการขนส่งทางน้ำทางบกหรืออากาศ ก่อนที่จะ

นำเข้าหรือส่งออกได้ของผลิตภัณฑ์สิ่งแรกที่ต้องผ่านก็คือต้องผ่านพิธีศุลกากร เพื่อตรวจและลงใบขนอย่างถูกต้องตามกฎหมายก่อนนำผลิตภัณฑ์นั้นส่งออกหรือนำเข้าไปยังประเทศต่าง ๆ หรือเข้ามาในประเทศไทย

การนำเข้าที่ผ่านกรมศุลกากรนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 สังกัดหรือ 4 ภาคใหญ่ ๆ ได้แก่ศุลกากรภาคที่ 1 2 3 และ 4 โดยแต่ละสำนักงานก็จะแจกแจงด่านการตรวจออกไปอีกมากมาย การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาในส่วนของสำนักงานศุลกากรภาคที่ 3 โดยมีด่านที่สังกัดที่อยู่ภายใต้เขตรับผิดชอบ อยู่ทั้งหมด 9 ด่านได้แก่ ด่านแม่สายด่านเชียงแสน ด่านเชียงของ ด่านแม่ฮ่องสอน ด่านแม่สะเรียง ด่านเชียงดาว ด่านเชียงใหม่ ด่านแม่สอด และ ด่านทุ่งช้าง โดยแต่ละด่านก็จะมีสินค้านำเข้าส่งออกปริมาณและมูลค่าแตกต่างกันแตกต่างกันไป ซึ่งมูลค่าการนำเข้าส่งออกนั้นเป็นดัชนีบ่งบอกได้ว่าในปีนั้นเศรษฐกิจการค้าขายของประเทศไทยนั้นเป็นอย่างไร และ ยังเป็นตัวชี้วัดอีกตัวหนึ่งที่สามารถบ่งบอกได้ถึงการค้าขายเศรษฐกิจเงินหมุนเวียนของแต่ละจังหวัด ซึ่งมองดูจากแต่ละด่านที่อยู่ประจำแต่ละจังหวัดได้เบื้องต้นอีกด้วย ในปัจจุบันแต่ละจังหวัดมีการพัฒนาเศรษฐกิจการลงทุนการเพาะปลูกการทำเกษตรกรรมและผลิตภัณฑ์หลากหลายเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการเติบโตขยายตัวอย่างต่อเนื่องในเรื่องของการส่งออกหรือนำเข้าวัสดุ จึงส่งผลทำให้การนำเข้าส่งออกในพื้นที่ในความรับผิดชอบของสังกัดศุลกากรภาคที่ 3 มีปริมาณการเปลี่ยนแปลงตามสภาพของเศรษฐกิจและสังคมอย่างชัดเจนและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวแบบการพยากรณ์มูลค่าการน้ำเข้า กรณีศึกษาด่านเชียงแสน ซึ่งเป็นด่านที่มีการขนส่งหลักมาจากการขนส่งทางน้ำซึ่งขนส่งตรงมาจากจีน มีสถิติการนำเข้าสินค้าในปี พ.ศ. 2557 จำนวน 683.7 ล้านบาท และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 712.4 ล้านบาท ในปี พ.ศ. 2561 โดยมีมูลค่าการนำเข้าในเดือนกันยายนสูงสุดในแต่ละปี เทคนิคการพยากรณ์ที่นำมาศึกษากับข้อมูลอนุกรมเวลานี้ ได้แก่ วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบของเอกซ์โพเนนเชียลวิธีวินเตอร์แบบคูณ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ตัวแบบทั้งสามจะถูกนำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการนำเข้าส่งออกของด่านแสนเชียงสำนักงานศุลกากรภาคที่ 3 ตัวแบบที่ได้จะนำมาตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์และพยากรณ์มูลค่าการนำเข้าในอนาคต ผลการศึกษาที่ได้จะเป็นแนวทางในการตัดสินใจให้กับผู้ลงทุน และเพื่อประโยชน์ต่อการเตรียมการวางแผนในด้านต่าง ๆ เช่น ฝ่ายงานของแผนนโยบายฝ่ายงานการควบคุม ต่อไป

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาแนวโน้มมูลค่านำเข้าของด่านเชียงแสนที่อยู่ภายใต้สังกัดศุลกากรภาคที่ 3
2. เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับใช้พยากรณ์มูลค่านำเข้าของด่านเชียงแสน
3. เพื่อพยากรณ์มูลค่าสินค้านำเข้าของด่านเชียงแสนสำนักงานศุลกากรภาคที่ 3

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วิธีการพยากรณ์ทางสถิติถูกนำมาศึกษาเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ในศึกษามากมาย เพื่อนำมาพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาต่าง ๆ เช่น [1] ได้ใช้วิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบของเอกซ์โพเนนเชียลวิธีวินเตอร์แบบคูณ และวิธีของบอกซ์-เจนกินส์ ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์, [5] ใช้วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์และวินเตอร์ในการพยากรณ์ปริมาณการนำเข้ากุ้งแช่แข็งของสหรัฐเอมริกา เป็นต้น สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกวิธีการพยากรณ์ 3 วิธีมาศึกษาดังนี้

1. การพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ

เป็นวิธีที่แยกส่วนประกอบต่าง ๆ ของอนุกรมเวลา ออกจากกัน โดยที่จะทำให้พบการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาและนำไปสร้างตัวแบบพยากรณ์ได้ ส่วนประกอบของอนุกรมเวลาประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ แนวโน้ม(trend) ความผันแปรของฤดูกาล (Seasonal) ความผันแปรตามวัฏจักร (Cyclical) และส่วนประกอบที่ผิดปกติหรือความคลาดเคลื่อน (Irregular or error) วิธีแยกส่วนประกอบสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี วิธีแยกส่วนประกอบในรูปแบบการบวก (Additive decomposition) ซึ่งเหมาะกับลักษณะอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของฤดูกาลคงที่ และ วิธีแยกส่วนประกอบในรูปแบบการคูณ (Multiplicative Decomposition) ซึ่งเหมาะกับลักษณะอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของฤดูกาลที่ไม่คงที่ เนื่องจากมูลค่าการนำเข้าของด่าน

เชียงแสน มีส่วนประกอบของแนวโน้มและมีความผันแปรตามฤดูกาลทีมีค่าไม่คงที่ ดังนั้นวิธีแยกส่วนประกอบในรูปแบบการคูณจึงถูกนำมาพิจารณา และมีตัวแบบดังสมการ [2]

$$Y_t = \beta_0 \beta_1^t S_t \varepsilon_t$$

กำหนดให้ Y_t แทนข้อมูลของอนุกรมเวลา ณ เวลา t, β_0 คือค่าคงที่, β_1 คือสัดส่วนที่บอกว่าค่าสังเกตมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงต่อหนึ่งหน่วยเวลา และ S_t แทนดัชนีฤดูกาลของค่าสังเกต ณ เวลา t ที่ตรงกับฤดูกาลที่ $i = 1,2,\dots,L$ $(\sum_{i=1}^{L} S_i = L)$ โดยมีรูปแบบสมการการพยากรณ์คือ

$$\hat{Y}_t = b_0 b_1^t \hat{S}_t$$

มีขั้นตอนการสร้างสมการดังนี้

ก. แปลงอนุกรมเวลาในอยู่ในรูป logarithm; $Y_t' = ln(Y_t)$

ข. หาค่าความชัน b_1^* ของสมการถดถอยระหว่างค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาแต่ละปี กับเวลา (ปี)

ค. หาค่าเฉลี่ยปรับแนวโน้มฤดูกาลที่ i

$\bar{Y}_i(adj) = \bar{Y}_i - (i-1)\, b_1^*$ เมื่อ $\bar{Y}_i$ คือ ค่าเฉลี่ยฤดูกาลที่ i

ง. หาดัชนีฤดูกาลปรับแนวโน้มของฤดูกาลที่ i

$\hat{S}_i' = \bar{Y}_i'(adj) - \bar{Y}_i(adj)$ เมื่อ $\bar{Y}_i'(adj) = \dfrac{\sum_{i=1}^{L} \bar{Y}_i(adj)}{L}$

จ. หาอนุกรมเวลาที่ปรับฤดูกาลแล้ว โดยการหา $Y_t' - \hat{S}_i'$

ฉ. นำอนุกรมเวลาที่ปรับฤดูกาลแล้วไปสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อหาส่วนของแนวโน้ม $b_0' + b_1' t$ ดังนั้นจะได้สมการพยากรณ์อนุกรมเวลา คือ $\hat{Y}_t' = (b_0' + b_1' t) + S_i'$

ช. เนื่องจากสมการพยากรณ์ของอนุกรมเวลาใน ฉ. เป็นอนุกรมเวลาที่ค่าสังเกตถูกแปลงให้อยู่ในรูป logarithm ดังนั้นการหาสมการพยากรณ์ $\hat{Y}_t = b_0 b_1^t \hat{S}_t$ จึงต้องแปลงค่าพารามิเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบเดิม โดยที่ $b_0 = \exp(b_0')$, $b_1 = \exp(b_1')$ และ $\hat{S}_t = \exp(\hat{S}_i')$

2. การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์

วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลที่มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล และใช้พยากรณ์ระยะสั้นจนถึงปานกลาง ข้อมูลไม่ควรเป็นรายปีเพราะจะทำให้ไม่สามารถแยกอิทธิพลของฤดูกาลได้ ข้อมูลควรอยู่ในรูป รายเดือน ($k = 12$) รายสัปดาห์ ($k = 52$) รายไตรมาส ($k = 4$) เป็นต้น วิธีการของวินเตอร์ให้ค่าน้ำหนักข้อมูลโดยใช้หลักการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง คือ ให้น้ำหนักกับข้อมูลไม่เท่ากันและมีค่าคงที่ปรับให้เรียบ 3 ค่า ได้แก่ α คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับระดับ $(0 \le \alpha \le 1)$, γ คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับแนวโน้ม $(0 \le \gamma \le 1)$ และ δ คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับฤดูกาล $(0 \le \delta \le 1)$ [4]

ตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีวินเตอร์ มีทั้งรูปแบบการบวกและการคูณ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณารูปแบบการคูณ ซึ่งเหมาะกับลักษณะอนุกรมเวลาที่มีความผันแปรของฤดูกาลที่ไม่คงที่ มีสมการดังนี้

$$Y_t = (\mu_t + \beta_t t) S_t + \varepsilon_t$$

เมื่อ Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t, α_t และ β_t คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ, S_t คือค่าวัดอิทธิพลของค่าสังเกต ณ เวลา t ที่อยู่ในฤดูกาลที่ $i = 1,2,\dots,L$ (L คือ จำนวนฤดูกาล) และ ε_t คือค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t สามารถเขียนสมการตัวแบบพยากรณ์ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t(p) = \begin{cases} [\hat{\mu}_t + \hat{\beta}_t p]\hat{S}_t & \text{เมื่อ } t \le L \\ [\hat{\mu}_t + \hat{\beta}_t p]\hat{S}_{t+p-L} & \text{เมื่อ } t \le L \end{cases}$$

โดยที่ $\hat{\mu}_t = \begin{cases} \alpha\left(\frac{Y_t}{\hat{S}_t}\right) + (1-\alpha)\left[\hat{\mu}_{t-1} + \hat{\beta}_{t-1}\right] & \text{เมื่อ } t \le L \\ \alpha\left(\frac{Y_t}{\hat{S}_{t-L}}\right) + (1-\alpha)\left[\hat{\mu}_{t-1} + \hat{\beta}_{t-1}\right] & \text{เมื่อ } t > L \end{cases}$ และกำหนดค่าเริ่มต้นที่ $\hat{\mu}_0 = \overline{Y_L}$

$\hat{\beta}_t = \gamma[\hat{\mu}_t - \hat{\mu}_{t-1}] + (1-\gamma)\hat{\beta}_{t-1}$ และกำหนดค่าเริ่มต้น $\hat{\beta}_0 = \frac{(Y_{L+1}-Y_1)+(Y_{L+2}-Y_2)+\cdots+(Y_{2L}-Y_L)}{L^2}$

$\hat{S}_t = \begin{cases} \frac{\delta Y_t}{\hat{\mu}_t} & \text{เมื่อ } t \le L \\ \frac{\delta Y_t}{\hat{\mu}_t} + (1-\delta)\hat{S}_{t-L} & \text{เมื่อ } t > L \end{cases}$

3. การพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอกซ์และเจนกินส์ เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบบอกซ์-เจนกินส์เรียกตัวแบบ SARIMA ซึ่งย่อมาจากคำว่า Autoregressive Integrated Moving Average ตัวแบบ SARIMA มีข้อสมมติว่าค่าปัจจุบันของค่าสังเกตเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของค่าสังเกตและค่าคลาดเคลื่อนสุ่มในอดีตสามารถเขียนตัวแบบได้ดังนี้ [1], [3]

$$(1-B)^d(1-B^L)^D(1-\varphi_1 B-\varphi_2 B^2-\ldots-\varphi_p B^p)(1-\phi_L B^L-\phi_{2L}B^{2L}-\ldots-\phi_{PL}B^{PL})\,Y_t$$
$$=\varphi_0+(1-\omega_1 B-\omega_2 B^2-\ldots-\omega_q B^q)(1-\theta_L B^L-\theta_{2L}B^{2L}-\ldots-\theta_{QL}B^{QL})\varepsilon_t$$

โดยที่

Y_t	คือ ค่าสังเกต ณ เวลา $t = 1,2,\ldots,n$
φ_0	คือ ค่าคงที่
$\varphi_1,\varphi_2,\ldots,\varphi_p$	คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอย (autoregressive coefficient)
$\omega_1,\omega_2,\ldots,\omega_q$	คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (moving average coefficient)
$\phi_L,\phi_{2L},\ldots,\phi_{PL}$	คือ ค่าพารามิเตอร์ของการถดถอยฤดูกาล (seasonal autoregressive coefficients)
$\theta_L,\theta_{2L},\ldots,\theta_{QL}$	คือ ค่าพารามิเตอร์ของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ฤดูกาล (seasonal moving average coefficients)
B	คือ ตัวดำเนินการถอยหลังเวลา (backward shift operator) นั่นคือ $B^L Y_t = Y_{t-L}$
L	คือ จำนวนฤดูกาล (อนุกรมเวลารายเดือน $L = 12$)
ε_t	คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลาที่ t เป็นตัวแปรสุ่มอิสระ $\varepsilon_t \sim Nid(0,\sigma^2)$
p	คือ อันดับของตัวแบบการถดถอย
d	คือ จำนวนครั้งของการทำผลต่างเพื่อทำให้อนุกรมเวลาคงที่
q	คือ อันดับของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่
P	คือ อันดับของตัวแบบการถดถอยฤดูกาล
D	คือ จำนวนครั้งของการทำผลต่างฤดูกาล
Q	คือ อันดับในส่วนของตัวแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ในส่วนที่มีฤดูกาล

4. การตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์

สามารถพิจารณาเปรียบเทียบความเอนเอียงของค่าพยากรณ์หรือเปรียบเทียบความแม่นของค่าพยากรณ์โดยใช้ค่าวัดความคลาดเคลื่อน ด้วยค่าร้อยละความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error, MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n}\left|\frac{e_t}{Y_t}\times 100\right|}{n}$$

โดยที่ e_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ณ เวลา t และ t = 1,2,3,..., n และ Y_t คือ ค่าข้อมูลจริง ณ เวลาที่ t

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การจัดเตรียมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลของสำนักงานศุลกากรภาคที่ 3 โดยผู้วิจัยได้เลือกทำการศึกษามูลค่าการนำเข้าของด่านเชียงแสน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือน กันยายน พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 60 เดือน

2. ศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

3. สร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์

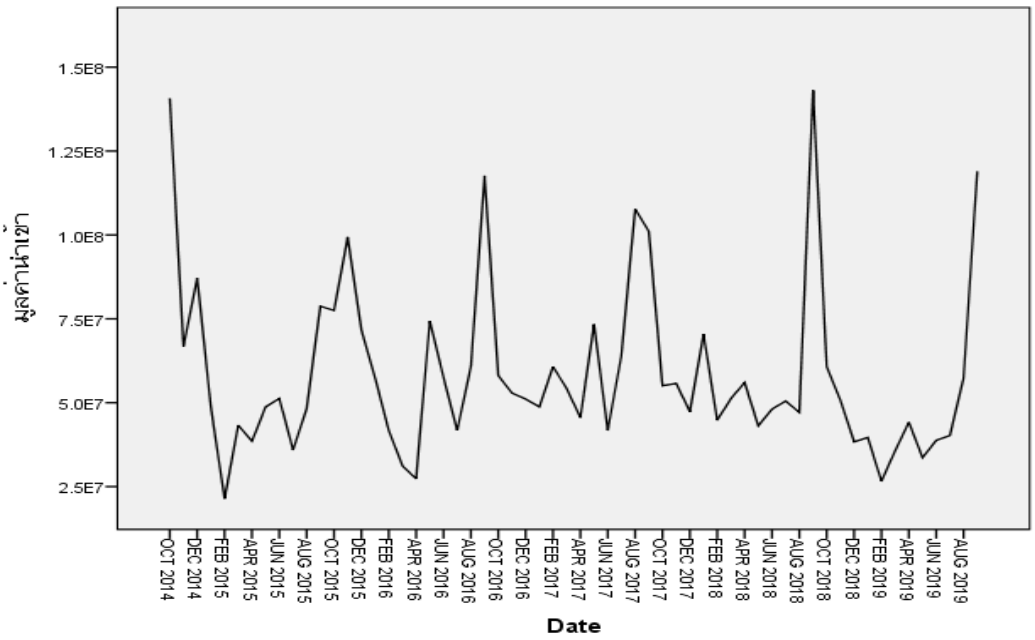
4. เปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์โดยพิจารณาจากค่า MAPE ต่ำสุด

5. ตรวจสอบคุณลักษณะของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ได้แก่ การแจกแจงปรกติของความคลาดเคลื่อน ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนคงที่ และความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

6.พยากรณ์มูลค่านำเข้าปีงบประมาณ 2563 ตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2563 โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่าความแม่นยำมากที่สุด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

รูป 1 แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูลมูลค่านำเข้าของศุลกากรด่านเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2562 พบว่า จำนวนมูลค่านำเข้าของศุลกากรด่านเชียงแสนมีมูลค่าสูงในช่วงฤดูฝน โดยเฉพาะช่วงเดือนกันยายน จะมีมูลค่าการนำเข้าสูงสุดทุกปี โดยเดือนกันยายน ปีพ.ศ. 2562 มีมูลค่าการนำเข้า 119,017,207 บาท ในขณะที่เดือนกุมภาพันธ์ที่มีมูลค่าการนำเข้าน้อยที่สุด ในปีพ.ศ.2562 มีมูลค่าการนำเข้าเพียง 26,603,184 บาท



ภาพที่ 1 มูลค่าการนำเข้าของศุลกากรด่านเชียงแสนจังหวัดเชียงราย ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562

1. วิธีแยกส่วนประกอบ

การสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ สำหรับมูลค่านำเข้าของศุลกากรด่านเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ได้ผลวิเคราะห์ดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์จากวิธีแยกส่วนประกอบในรูปแบบการคูณ (multiplicative decomposition)

ค่าประมาณพารามิเตอร์		ตัวแบบพยากรณ์
b_0	54,298,111.21	$\hat{Y}_t = 54{,}298{,}111.21 \times 0.999^t \times \hat{S}_t$
b_1	0.999	(จุดกำเนิด $t = 0$: 15 กันยายน 2557)
$\hat{s}_1$	1.33	$\hat{S}_1$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนตุลาคม
$\hat{s}_2$	1.13	$\hat{S}_2$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนพฤศจิกายน
$\hat{s}_3$	1.01	$\hat{S}_3$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนธันวาคม
$\hat{s}_4$	0.93	$\hat{S}_4$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนมกราคม
$\hat{s}_5$	0.65	$\hat{S}_5$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนกุมภาพันธ์
$\hat{s}_6$	0.75	$\hat{S}_6$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนมีนาคม
$\hat{s}_7$	0.73	$\hat{S}_7$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนเมษายน
$\hat{s}_8$	0.91	$\hat{S}_8$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนพฤษภาคม
$\hat{s}_9$	0.82	$\hat{S}_9$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนมิถุนายน
$\hat{s}_{10}$	0.79	$\hat{S}_{10}$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนกรกฎาคม
$\hat{s}_{11}$	1.06	$\hat{S}_{11}$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนสิงหาคม
$\hat{s}_{12}$	1.89	$\hat{S}_{12}$ คือ ดัชนีฤดูกาลเดือนกันยายน
ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย		MAPE = 23.52

ผลการวิเคราะห์พบว่า ฤดูกาลที่ส่งผลต่อมูลค่าการนำเข้าสูงสุด คือเดือนกันยายน ($\hat{s}_{12}$ = 1.89) และฤดูกาลที่ส่งผลต่อมูลค่าการน้ำเข้าน้อยที่สุด ($\hat{s}_5$ = 0.65) คือเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อตรวจสอบความแม่นยำในการพยากรณ์ พบว่า ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการนำเข้ามีค่า MAPE เท่ากับ 23.52

2. วิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์

เมื่อนำข้อมูลมาสร้างตัวแบบด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ด้วยตัวแบบรูปแบบการคูณ ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับแนวโน้ม α เท่ากับ 0.017 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับความชัน γ เท่ากับ 0.001 และค่าประมาณพารามิเตอร์ของค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับฤดูกาล δ เท่ากับ 0.334 และตัวแบบนี้ไปตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ พบว่าให้ค่า MAPE เท่ากับ 27.23 (ตาราง 2)

ตาราง 2 การประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีวินเตอร์ด้วยรูปแบบการคูณ

พารามิเตอร์	ค่าประมาณพารามิเตอร์	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE)
α	0.017	0.020
γ	0.001	0.010
δ	0.334	0.125
MAPE = 27.23		

3. วิธีบอกซ์-เจนกินส์

ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ในรูปแบบต่าง ๆ ถูกนำมาคัดเลือกหาตัวแบบที่เหมาะสม ผลการศึกษาพบว่าตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับวิธีบอก-เจนกินส์ คือตัวแบบพยากรณ์ SARIMA$(0,1,1)(1,0,0)_{12}$ ได้ผลผลวิเคราะห์ดังตารางที่ 2 สามารถเขียนตัวแบบพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 0.916Y_{t-12} + Y_{t-1} - 0.916Y_{t-13} - 0.9570\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

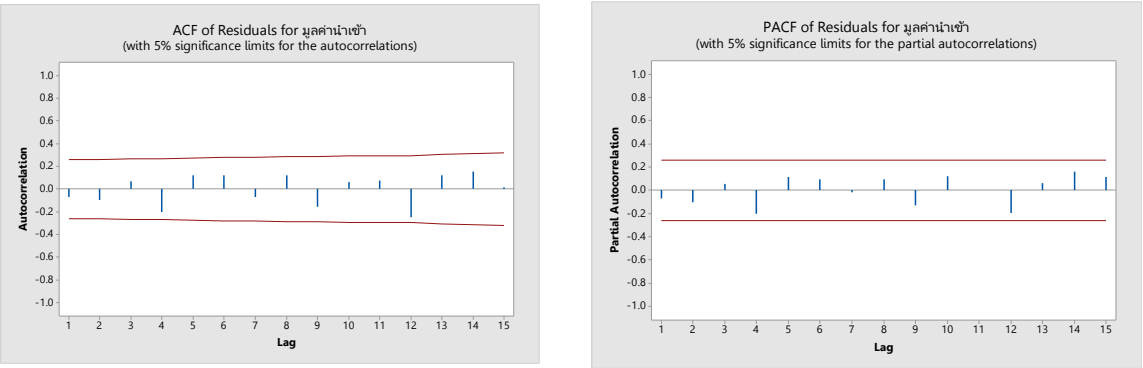
จากการพิจารณาความแม่นยำของตัวแบบ พบว่าตัวแบบพยากรณ์ SARIMA$(0,1,1)(1,0,0)_{12}$ ให้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย 34.83 และเมื่อตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบนี้ โดยพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ในตัว (ACF) และค่าสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) แสดงดังภาพที่ 2 พบว่าความคลาดเคลื่อนตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นทุกคาบเวลา และการทดสอบสถิติ Box-Pierce ในตารางที่ 3 พบว่าช่วงห่างของคาบเวลาที่ 12, 24, 36 และ48 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value > 0.05) แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ SARIMA$(0,1,1)(1,0,0)_{12}$ มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์มูลค่าการนำเข้าของศุลกากรด่านเชียงแสนจังหวัดเชียงรายได้

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์ตัวแบบ SARIMA$(0,1,1)(1,0,0)_{12}$

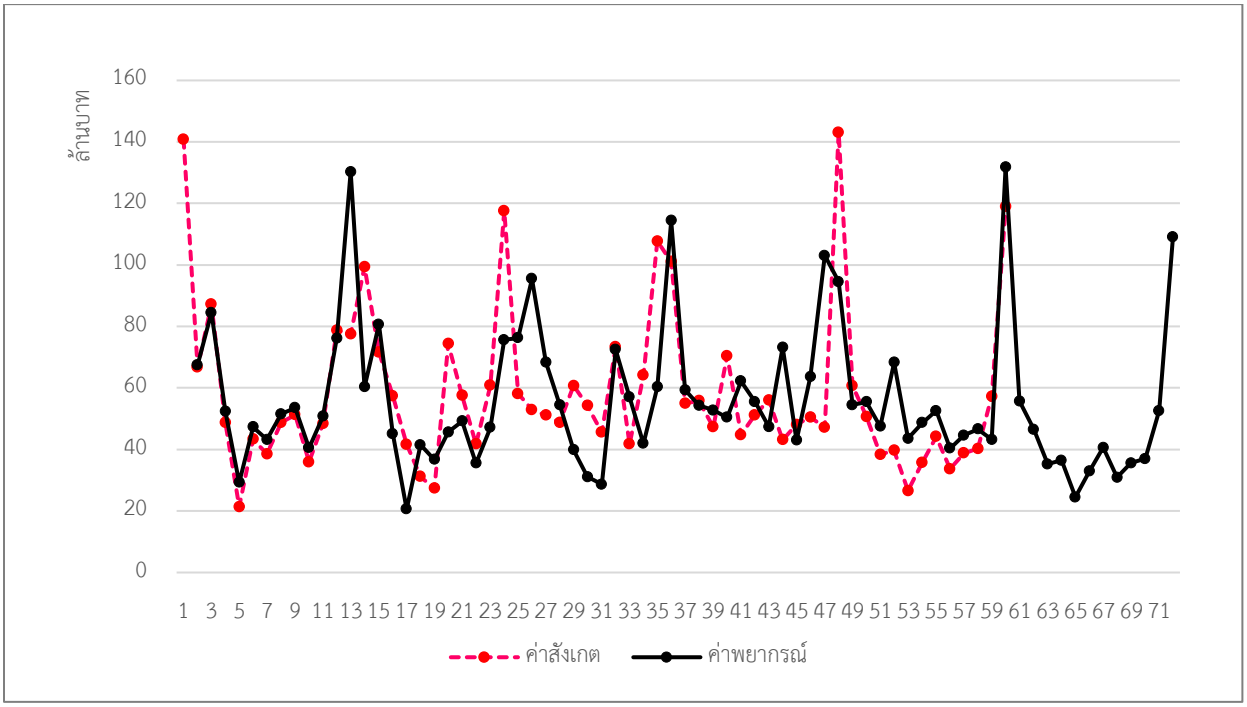
Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
SAR 12	0.916	0.107	8.59	0.000
MA 1	0.9570	0.0583	16.41	0.000
MAPE = 26.79				

ตารางที่ 3 สถิติ Box-Pirece ของตัวแบบ SARIMA$(0,1,1)(1,0,0)_{12}$

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	14.34	29.12	45.43	48.33
DF	10	22	34	46
P-Value	0.158	0.142	0.091	0.379



ภาพที่ 2 ACF และ PACF ของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ SARIMA (0,1,1)(1,0,0)



ภาพที่ 3 กราฟเปรียบเทียบค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ด้วยตัวแบบ SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)_{12}$

ตารางที่ 4 ค่าพยากรณ์มูลค่าการนำเข้าของศุลกากรด่านเชียงแสนจังหวัดเชียงราย ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2562 - กันยายน 2563

เดือน	ค่าพยากรณ์	เดือน	ค่าพยากรณ์
ตุลาคม	55,728,369	เมษายน	40,587,237
พฤศจิกายน	46,533,867	พฤษภาคม	30,934,570
ธันวาคม	35,230,771	มิถุนายน	35,612,925
มกราคม	36,435,844	กรกฎาคม	36,973,509
กุมภาพันธ์	24,487,357	สิงหาคม	52,596,167
มีนาคม	32,860,687	กันยายน	**109,114,384**

จากผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี พบว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีแยกส่วนประกอบ มีค่า MAPE ต่ำสุด แต่เมื่อตรวจสอบข้อสมมติของค่าความคลาดเคลื่อนพบว่าไม่เป็นไปตามข้อสมมติ $\varepsilon_t \sim Nid(0,\sigma^2)$ จึงไม่สามารถเลือกให้เป็นตัวแบบพยากรณ์ได้ ดังนั้นตัวแบบที่มีความแม่นยำรองลงมาก็คือ ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)_{12}$ จึงเป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อพยากรณ์มูลค่าการนำเข้าของศุลกากรด่านเชียงแสนจังหวัดเชียงรายในอนาคต 12 เดือนล่วงหน้า ดังตารางที่ 4 พบว่า ค่าพยากรณ์เดือนกันยายน 2563 มีมูลค่าการนำเข้าสูงสุดประมาณ 109,114,384 บาท และมีค่าพยากรณ์ต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2563 เท่ากับ 24,487,357 บาท

อภิปรายผลการวิจัย

มูลค่านำเข้าของศูลกากรด่านเชียงแสน จังหวัดเชียงราย มีการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้มและฤดูการเข้ามาเกี่ยวข้อง ตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์จึงเป็นตัวแบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ดี เนื่องจากสามารถเลือกรูปแบบการเคลื่อนไหวของข้อมูลได้หลากหลาย จากการคัดเลือกรูปแบบในการศึกษาครั้งนี้ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ SARIMA $(0,1,1)(1,0,0)_{12}$ เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์มูลค่านำเข้าของศุลกากรด่านเชียงแสน จังหวัดเชียงรายมากที่สุด ถึงแม้ว่ามีความแม่นยำรองลงมาจากวิธีแยกส่วนประกอบ แต่วิธีแยกส่วนประกอบได้ตัวแบบที่ไม่เป็นไปตามข้อสมมติของความคลาดเคลื่อน จึงทำให้วิธี

บอกซ์-เจนกินส์สามารถนำมาใช้พยากรณ์ได้ดีกว่า การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวน 60 เดือนเท่านั้น สำหรับการพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ในอนาคต การเพิ่มจำนวนข้อมูลสามารถทำให้เห็นลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น นำไปสู่การคัดเลือกตัวแบบที่ดีกว่า นอกจากวิธีบอกซ์-เจนกินส์แล้ว ยังมีวิธีการพยากรณ์แบบอื่น ๆ ที่สามารถนำมาศึกษาเพื่อพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ในอนาคตได้ เช่น วีปรับให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแดม วิธีพยากรณ์รวม เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ชม ปานตา และยุภาวดี สำราญฤทธิ์, “การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ทางสถิติ”, วารสารวิชาการ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, ปีที่ 9 ฉบับที่ 10, หน้า 127 – 142 (2560)

[2] มัลลิกา ราชกิจ, อนุกรมเวลาและการพยากรณ์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2559)

[3] วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล, “การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของสถานีอุตุนิยมวิทยาและสถานีอากาศเกษตรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปีที่ 17, ฉบับที่ 2, หน้าที่ 1 - 12 (2552)

[4] สมเกตุ เกียรติเอี่ยม, เทคนิคการพยากรณ์, พิมพ์ครั้งที่ 2. สงขลา : นำศิลป์หาดใหญ่. (2548)

[5] สุกัญญา ยองประยูร และพรธิภา องค์คุณารักษ์. การพยากรณ์ปริมาณนำเข้ากุ้งขาวแช่แข็งของประเทศสหรัฐอเมริกาด้วยเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลา, การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, 3 – 6 กุมภาพันธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้าที่ 516 – 522 (2553).

การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล
FORECASTING THE NUMBER OF TOURISTS IN DOI KHUNTAN NATIONAL PARK

ศศิกิติ์ ย้อยดี [1*] รัชนีวรรณ วงศ์พระจันทร์ [2]
SASIKIT YOIDEE [1*] RATCHANEEWAN WONGPRACHAN [2]
[1,2] *สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: รัชนีวรรณ วงศ์พระจันทร์ อีเมล: ratchaneewan@mju.com

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลและเพื่อพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ประจำปีงบประมาณ 2563 เป็นรายเดือน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ จากฐานข้อมูลของสำนักอุทยานแห่งชาติ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 72 เดือน ทำการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ โดยพิจารณาความแม่นยำจากค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) ที่มีค่าต่ำที่สุด ในการศึกษานี้ได้แบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 จำนวน 60 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 สำหรับการการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ ส่วนข้อมูลชุดที่ 2 จำนวน 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ ผลการวิจัยพบว่า วิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ คือ วิธีบอกซ์และเจนกินส์ด้วยตัวแบบ $SARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$

คำสำคัญ : เทคนิคการพยากรณ์ วีธีการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของวินเตอร์ วิธีของบอกซ์-เจนกินส์

Abstract

The objective of this research is to create a model and forecast the number of tourists in Doi Khuntan National Park in 2020. The data was collected 72 months in term of secondary data from the database of the National Park of Thailand between October 2013 and September 2019. Winter and Box-Jenkins method have been investigated for forecasting and the models are measured the accuracy using Mean Absolute Percentage Error (MAPE). In this study, the data was divided into 2 sets. First set, from October 2013 to September 2018, is used for developing the models. Second set, from October 2018 to September 2019 is used for checking the accuracy. The results of the study show Box-Jenkins approach with the model $SARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$ gives the best performance for forecasting the number of tourists in Doi Khuntan National Park.

Keywords: Forecasting technique, exponential smoothing with Winter method, Box-Jenkins method

บทนำ:

ปัจจุบันการท่องเที่ยวมีส่วนทำให้มนุษย์ได้เรียนรู้ในประสบการณ์จากกิจกรรมนันทนาการ ทำให้มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก จนเกิดเป็นอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวที่มีการจ้างแรงงาน การสร้างผลิตภัณฑ์และการบริการ ฯลฯ ทำให้เกิดเงินหมุนเวียนในประเทศ และมีเงินตราต่างประเทศที่เข้ามามากมาย

การท่องเที่ยวนับเป็นอุตสาหกรรมการบริการอย่างหนึ่งของประเทศไทยที่มีศักยภาพสูง มีแหล่งท่องเที่ยวที่หลากหลายทั้งที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวประวัติศาสตร์ แหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมและประเพณี และแหล่งท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ ซึ่งมีความแตกต่างในแต่ละภูมิภาค ภูมิประเทศ และภูมิอากาศ ในการจัดกิจกรรมท่องเที่ยวต่าง ๆ ต้องมี

การสอดคล้องกับฤดูกาลท่องเที่ยว ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้นักท่องเที่ยวออกมาท่องเที่ยวมากขึ้น โดยกิจกรรมจะต้องมีจุดขายเป็นที่ดึงดูดที่ทำให้เกิดความหลากหลายที่เป็นทางเลือกให้นักท่องเที่ยวได้เยี่ยมชม

แหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติเป็นสถานที่ท่องเที่ยวภายใต้ขีดจำกัดความสามารถของธรรมชาติ เน้นให้นักท่องเที่ยวได้สัมผัส ประสบการณ์ ความประทับใจ การเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมธรรมชาติโดยตรง และการมีความรับผิดชอบต่อสถานที่โดยไม่ก่อให้เกิดการรบกวนหรือความเสียหายแก่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างความตระหนักและปลูกจิตสำนึกที่ถูกต้องต่อนักท่องเที่ยว

อุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลเป็นอุทยานแห่งชาติลำดับที่ 10 ของประเทศไทย มีพื้นที่ครอบคลุมอยู่ในพื้นที่อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน และอำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ลักษณะภูมิประเทศตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาขุนตาล เป็นเทือกเขาที่แบ่งระหว่างที่ราบลุ่มเชียงใหม่และที่ราบลุ่มลำปาง สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 325 – 1,373 เมตร สภาพพื้นที่เป็นป่าอุดมสมบูรณ์เต็มไปด้วยพันธุ์ไม้นานาชนิด เป็นแหล่งต้นน้ำสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำปิง และแม่น้ำวัง มีเส้นทางการศึกษาธรรมชาติ ย.1 – ย.4 ซึ่งเป็นแหล่งศึกษาประวัติศาสตร์และธรรมชาติ โดย ย.1 ในปี 2460 การรถไฟแห่งประเทศไทยสร้างบ้านพักใช้เป็นที่ประทับแรมของกรมพระกำแพงเพชรอัครโยธิน เมื่อครั้งเสด็จมาเป็นแม่งานในการก่อสร้างอุโมงค์รถไฟขุนตาน ในปัจจุบันเป็นบ้านพักของการรถไฟแห่งประเทศไทยเป็นผู้ดูแลและเปิดบริการให้นักท่องเที่ยวเข้าพักได้ สูงจากระดับน้ำทะเล 900 เมตร

ในอดีตพื้นที่เป็นที่พักของบริษัททำไม้ ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ม.ร.ว.คึกฤทธิ์ ปราโมช อดีตนายกรัฐมนตรี ได้ซื้อพื้นที่บริเวณดังกล่าวเพื่อทำสวน และสร้างบ้านพัก ต่อมาในปี พ.ศ.2512 และ พ.ศ.2516 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ฯ พร้อมด้วยพระบรมวงศานุวงศ์ ได้เคยเสด็จประพาสเป็นการส่วนพระองค์มายังบริเวณ ย.2 สูงจากระดับน้ำทะเล 1,035 เมตร ย.3 หลังจากสร้างทางรถไฟเสร็จเรียบร้อยแล้ว คณะมิชชันนารีอเมริกัน คริสตจักรได้มาทำการสร้างบ้านพักในบริเวณนี้ และจะมาพักผ่อนทุกเดือนเมษายนของทุกปี ในปัจจุบันบ้านพักดังกล่าวได้อยู่ในความดูแลของมหาวิทยาลัยพายัพและเปิดให้บริการแก่ผู้มาท่องเที่ยว สูงจากระดับน้ำทะเล 1,225 เมตร และ ย.4 เป็นยอดเขาที่สูงที่สุดของเทือกเขาขุนตาลสูง 1,373 เมตรจากระดับน้ำทะเล ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นที่ส่องกล้อง ซึ่งเรียกว่า ม่อนส่องกล้อง สามารถมองเห็นทัศนียภาพตัวเมืองลำปางได้อย่างชัดเจน ในบริเวณไม่ห่างไกลมีเจดีย์ที่สร้างในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 พ.ศ.2489 หลังจากเสร็จสิ้นสงคราม พระที่ไปปฏิบัติธรรมเผยแพร่พระพุทธศาสนาก็อพยพกลับ เนื่องจากเส้นทางทุรกันดารและขาดแคลนน้ำในการอุปโภคบริโภค อีกทั้งยังมีเส้นแบ่งพรมแดนระหว่างจังหวัดลำปาง และลำพูน ทำให้เป็นอุทยานแห่งชาติแห่งเดียวที่สามารถเที่ยว 2 จังหวัดได้เพียงก้าวเดียว และอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลยังใกล้กับสถานีรถไฟขุนตาน ซึ่งเป็นสถานีรถไฟที่มีอุโมงค์รถไฟยาวที่สุดในประเทศไทย ถือเป็นอุทยานแห่งชาติที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวไทยและต่างประเทศเป็นอย่างมาก

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจเกี่ยวกับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล เพื่อจะได้ทราบถึงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล และนำผลที่ได้จากการพยากรณ์มาวางแผนและตัดสินใจในการดำเนินพัฒนาอุทยานแห่งชาติให้สามารถดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลเพิ่มมากขึ้น วิธีการพยากรณ์ทางสถิติได้แก่ วิธีปรับให้เรียบเอกโพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์ และวิธีบอกซ์-เจนกินส์ ถูกนำมาศึกษาเปรียบเทียบ และตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย:

1. เพื่อสร้างตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล
2. เพื่อพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยว ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 (ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2562 – เดือนกันยายน พ.ศ.2563)

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง:

1. การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกโพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์

วิธีวินเตอร์เป็นการพยากรณ์ข้อมูลที่ลักษณะการเคลื่อนไหวเนื่องจากแนวโน้มและฤดูกาล เหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้นจนถึงปานกลาง วิธีการของวินเตอร์ใช้หลักการปรับให้เรียบแบบเลขชี้กำลัง คือให้น้ำหนักกับข้อมูลไม่เท่ากัน และมีค่าคงที่ปรับให้เรียบ 3 ค่า [1], [4] คือ

α (Alpha) = ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างข้อมูลกับค่าพยากรณ์, $0 \leq \alpha \leq 1$

γ (Gamma) = ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างแนวโน้มจริงกับค่าประมาณแนวโน้ม, $0 \leq \gamma \leq 1$

δ (Delta) = ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างฤดูกาลจริงกับค่าประมาณฤดูกาล , $0 \leq \delta \leq 1$

โดยกำหนดให้ค่า Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ คาบเวลา t ($t = 1,2,\ldots,n$), μ_t คือ ค่าพารามิเตอร์แทนระดับของข้อมูลหรือค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลา, β_t คือ ค่าพารามิเตอร์วัดค่าอิทธิพลของแนวโน้ม, S_t คือ ค่าพารามิเตอร์วัดอิทธิพลของฤดูกาล และ ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลา t ที่มีการแจกแจงปรกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา สำหรับตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีวินเตอร์ มี 2 รูปแบบ ได้แก่

กรณีที่ 1 รูปแบบการคูณ $Y_t = [\beta_0 + \beta_1 t]S_t\varepsilon_t$

สมการการพยากรณ์ p ช่วงเวลาล่วงหน้าที่เวลา t คือ $\hat{Y}_t(p) = [\hat{\beta}_0(t) + t\hat{\beta}_1(t)]\hat{S}_t$ เมื่อ $t \leq L$

$= [\hat{\beta}_0(t) + t\hat{\beta}_1(t)]\hat{S}_{t+p-L}$ เมื่อ $t > L$

โดยที่ L คือ จำนวนฤดูกาล (อนุกรมเวลารายเดือน $L = 12$)

$$\hat{\beta}_0(t) = \alpha\left(\frac{Y_t}{\hat{S}_t}\right) + (1-\alpha)\left[\hat{\beta}_0(t-1)+\hat{\beta}_1(t-1)\right] \quad \text{เมื่อ } t \leq L$$

$$= \alpha\left(\frac{Y_t}{\hat{S}_{t-L}}\right) + (1-\alpha)\left[\hat{\beta}_0(t-1)+\hat{\beta}_1(t-1)\right] \quad \text{เมื่อ } t > L \quad \text{และกำหนดค่าเริ่มต้นที่ } \hat{\beta}_0(0) = \bar{Y}_L$$

$$\hat{\beta}_1(t) = \gamma\left[\hat{\beta}_0(t)-\hat{\beta}_0(t-1)\right] + (1-\gamma)\hat{\beta}_1(t-1)$$

และกำหนดค่าเริ่มต้น $\hat{\beta}_1(0) = \dfrac{(Y_{L+1}-Y_1)+(Y_{L+2}-Y_2)+\ldots+(Y_{2L}-Y_L)}{L^2}$

$$\hat{S}_t = \frac{Y_t}{\hat{\beta}_0(t)} \quad \text{เมื่อ } t \leq L \quad \text{และ} \quad \hat{S}_t = \frac{\delta Y_t}{\hat{\beta}_0(t)} + (1-\delta)\hat{S}_{t-L} \quad \text{เมื่อ } t > L$$

กรณีที่ 1 รูปแบบการบวก $Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + S_t + \varepsilon_t$

สมการการพยากรณ์ p ช่วงเวลาล่วงหน้าที่เวลา t คือ $\hat{Y}_t(p) = \hat{\beta}_0(t) + t\hat{\beta}_1(t) + \hat{S}_t$ เมื่อ $t \leq L$

$= \hat{\beta}_0(t) + t\hat{\beta}_1(t) + \hat{S}_{t+p-L}$ เมื่อ $t > L$

โดยที่ $\hat{\beta}_0(t) = \alpha\left(Y_t+\hat{S}_t\right) + (1-\alpha)\left[\hat{\beta}_0(t-1)+\hat{\beta}_1(t-1)\right]$ เมื่อ $t \leq L$

$= \alpha\left(Y_t+\hat{S}_{t-L}\right) + (1-\alpha)\left[\hat{\beta}_0(t-1)+\hat{\beta}_1(t-1)\right]$ เมื่อ $t > L$ และกำหนดค่าเริ่มต้นที่ $\hat{\beta}_0(0) = \bar{Y}_L$

$$\hat{\beta}_1(t) = \gamma\left[\hat{\beta}_0(t)+\hat{\beta}_0(t-1)\right] + (1-\gamma)\hat{\beta}_1(t-1)$$

และกำหนดค่าเริ่มต้น $\hat{\beta}_1(0) = \dfrac{(Y_{L+1}-Y_1)+(Y_{L+2}-Y_2)+\ldots+(Y_{2L}-Y_L)}{L^2}$

$$\hat{S}_t = Y_t - \hat{\beta}_0(t) \quad \text{เมื่อ } t \leq L \quad \text{และ} \quad \hat{S}_t = \delta\left(Y_t - \hat{\beta}_0(t)\right) + (1-\delta)\hat{S}_{t-L} \quad \text{เมื่อ } t > L$$

2. การพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์และเจนกินส์ (Box's Jenkin method) เป็นการพยากรณ์เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการพยากรณ์ให้กับอนุกรมเวลาโดยการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัว (Autocorrelation Function: ACF) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ว่าข้อมูลอนุกรมเวลาที่ศึกษาคงที่หรือไม่ หากไม่เป็นจะต้องแปลงข้อมูลให้มีลักษณะการเคลื่อนไหวคงที่โดยการหาผลต่าง เมื่อกำหนดให้ p เป็นอันดับของ AR q เป็นอันดับของ MA, d เป็นจำนวนครั้งที่หาผลต่างเพื่อให้อนุกรมเวลาคงที่, P เป็นอันดับของ SAR, Q เป็นอันดับของ

SMA และ D เป็นจำนวนครั้งที่หาผลต่างฤดูกาล สมการตัวแบบอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาล สามารถเขียนในรูปแบบของ Backshift Operator ได้ดังนี้

$$(1-B)^d(1-B^L)^D(1-\varphi_1 B-\varphi_2 B^2-\ldots-\varphi_p B^p)(1-\phi_L B^L-\phi_{2L}B^{2L}-\ldots-\phi_{PL}B^{PL})\,Y_t$$
$$=\varphi_0+(1-\omega_1 B-\omega_2 B^2-\ldots-\omega_q B^q)(1-\theta_L B^L-\theta_{2L}B^{2L}-\ldots-\theta_{QL}B^{QL})\varepsilon_t$$

โดยที่ Y_t คือ ข้อมูลอนุกรมเวลา ณ คาบเวลาที่ $t=1,2,\ldots,n$

φ_0 คือ ค่าคงที่

$\phi_L,\phi_{2L},\ldots,\phi_{PL}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยฤดูกาล

$\theta_L,\theta_{2L},\ldots,\theta_{QL}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ฤดูกาล

$\varphi_1,\varphi_2,\ldots,\varphi_p$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย

$\omega_1,\omega_2,\ldots,\omega_q$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

B คือ ตัวดำเนินการถอยหลังเวลา โดยที่ $B^L Y_t = Y_{t-L}$

L คือ จำนวนฤดูกาล (อนุกรมเวลารายเดือน $L=12$)

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ คาบเวลาที่ t ที่มีการแจกแจงปรกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

3. การตรวจสอบความแม่นยำในการพยากรณ์ คือ การพิจารณาตัวแบบการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูงสุด นั่นคือการหาตัวแบบที่ทำให้ค่าผิดพลาดในการพยากรณ์ต่ำที่สุด เมื่อกำหนดให้ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$ ในการศึกษาครั้งนี้ ได้พิจารณาจากค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ดังนี้

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{e_t}{Y_t}\right|\times 100}{n}$$

วิธีดำเนินการวิจัย:

1. ขอบเขตเนื้อหา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการวิเคราะห์ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ด้วยการปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์วิธีบอกซ์และเจนกินส์ และการตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ ด้วยค่า MAPE

2. ขอบเขตประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล จากฐานข้อมูลสำนักอุทยานแห่งชาติ

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ คือ จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2562 จำแนกเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 จำนวนทั้งสิ้น 72 เดือน

4. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ได้จากรายงานจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล จากฐานข้อมูลสำนักอุทยานแห่งชาติ จำแนกเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึง กันยายน พ.ศ. 2562 จำนวนทั้งสิ้น 72 เดือน โดยใช้เครื่องมือคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติและเก็บรวบรวมข้อมูล

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจำนวนจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล จากฐานข้อมูลสำนักอุทยานแห่งชาติ จำแนกเป็นรายเดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 จำนวนทั้งสิ้น 72 เดือน มาทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ แบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 จำนวน 60 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 สำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวแบบการพยากรณ์ ส่วนข้อมูลชุดที่ 2 จำนวน 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 สำหรับการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ โดยผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูล

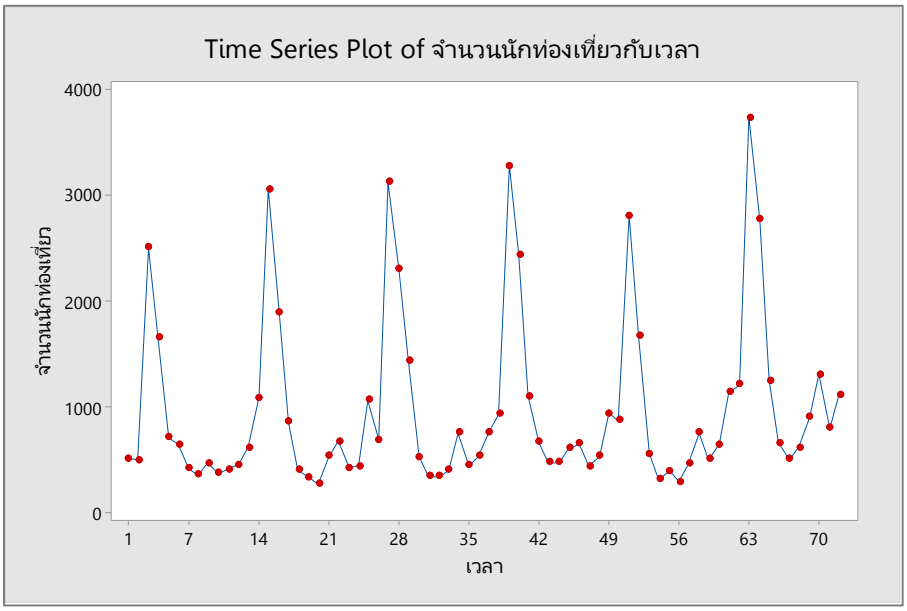
ขั้นตอนที่ 2 สร้างตัวแบบพยากรณ์

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ โดยพิจารณาจากแผนภาพสหสัมพันธ์ในตัว (ACF) และสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วน (PACF) ค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนเท่ากับศูนย์ ความแปรปรวนของค่าคลาดเคลื่อนคงที่และค่าคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกัน

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมที่สุด และทำการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวในปีงบประมาณ 2563 (เดือนตุลาคม พ.ศ.2562 - เดือนกันยายน พ.ศ.2563)

ผลการวิจัย:

การศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึง กันยายน พ.ศ. 2562 จำนวนทั้งสิ้น 72 เดือน พบว่ามีลักษณะการเคลื่อนไหวดังรูปที่ 1 พบว่า ข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลมีลักษณะการเคลื่อนไหวที่มีส่วนประกอบความผันแปรตามฤดูกาล โดยจำนวนฤดูกาล เท่ากับ 12 จากข้อมูลที่เก็บรวบรวม พบว่าจำนวนนักท่องเที่ยวสูงสุดอยู่ในช่วงฤดูหนาว โดยเฉพาะเดือนธันวาคมจะมีนักท่องเที่ยวสูงสุด ในขณะที่ จำนวนนักท่องเที่ยวจะมีจำนวนน้อยในช่วงฤดูร้อน โดยเฉพาะเดือนเมษายนและพฤษภาคม ของแต่ละปี



รูปที่ 1 การเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึง กันยายน พ.ศ. 2562

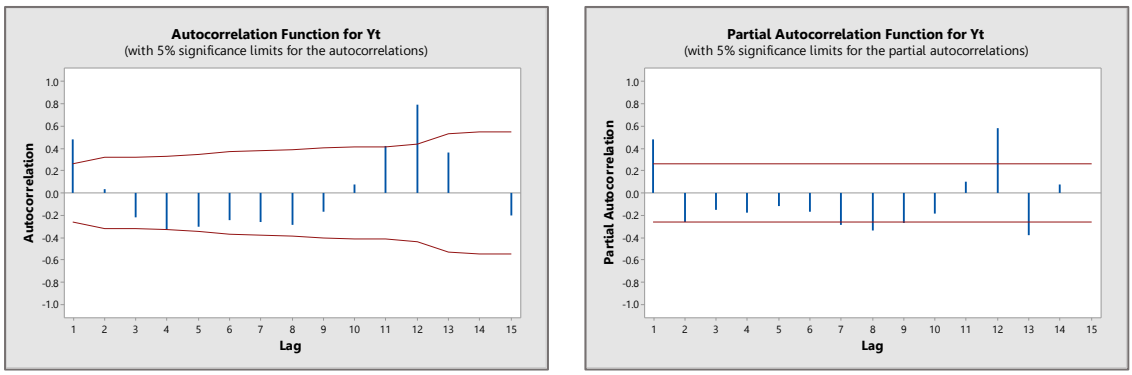
1. การพยากรณ์ด้วยวิธีปรับให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีวินเตอร์

จากการศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ด้วยวิธีของวินเตอร์ด้วยตัวแบบคูณ ผลการวิเคราะห์พบว่า ตัวแบบพยากรณ์ที่ค่าประมาณพารามิเตอร์มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด โดยคัดเลือกตัวแบบด้วยวิธีวินเตอร์จากค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Mean Square Error) ที่ต่ำที่สุด ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับแนวโน้ม (α) เท่ากับ 0.254 ค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับความชัน (γ) เท่ากับ 0.550 และค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับฤดูกาล (δ) เท่ากับ 0.319 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าประมาณพารามิเตอร์สำหรับตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีวินเตอร์ด้วยตัวแบบคูณ

Parameter	Estimate	SE	t-test	P-value
α	0.254	0.039	6.578	0.000
γ	0.550	0.093	5.899	0.000
δ	0.319	0.064	5.021	0.000

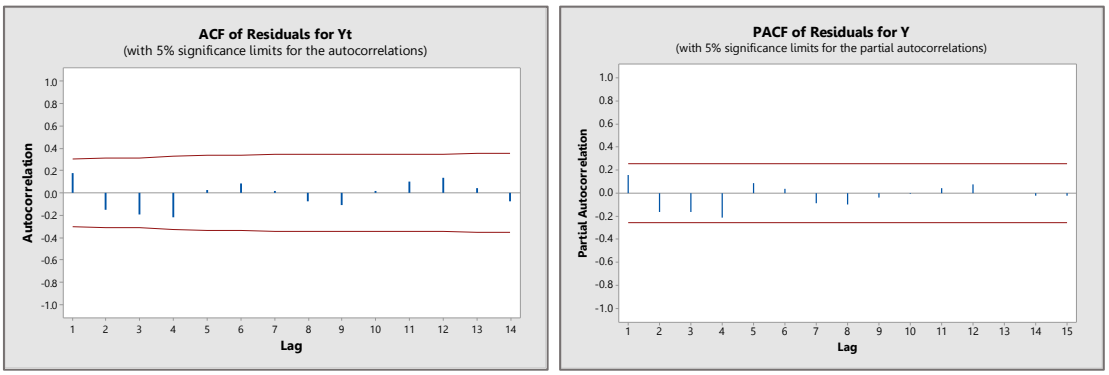
2. การพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์



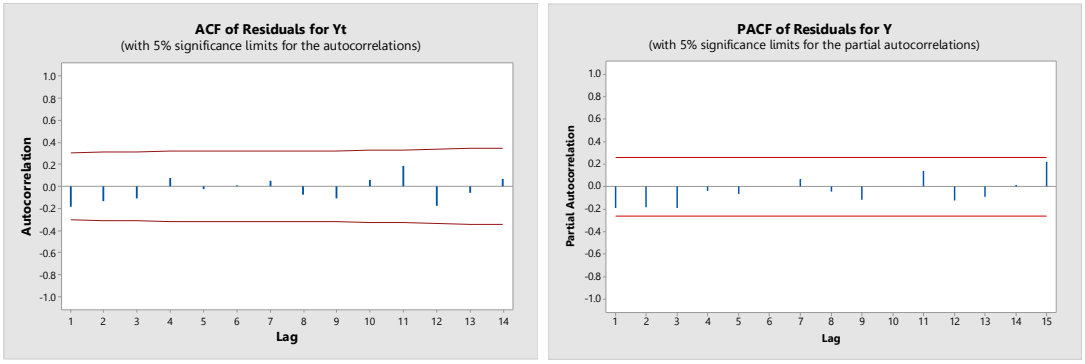
รูปที่ 2 กราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function : ACF) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function : PACF)

ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ตั้งแต่เดือนเดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 แสดงกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function : ACF) และกราฟฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function : PACF) ดังรูปที่ 2 พบว่า อนุกรมเวลายังไม่คงที่ เนื่องจากมีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล ดังนั้นจึงทำการแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างฤดูกาลลำดับที่ 1

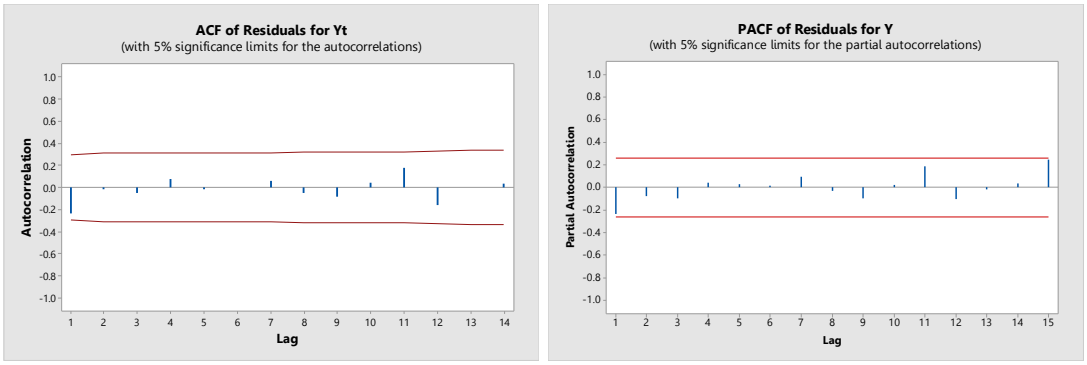
จากรูปที่ 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเองบางส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้สำหรับวิธีบอกซ์และเจนกินส์ 4 รูปแบบ ได้แก่ $SARIMA(0,1,0)(2,1,1)_{12}$, $SARIMA(1,1,0)(0,1,1)_{12}$, $SARIMA(1,0,0)(0,1,1)_{12}$ และ $SARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$ จากการพิจารณากราฟ ACF และ PACF ของค่าความเคลื่อนจากการพยากรณ์ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในตัวเองและค่าสัมประสิทธิ์ในตัวเองบางส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ตกอยู่ในขอบเขตความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้นรูปแบบทั้ง 4 รูปแบบเป็นตัวแบบที่สามารถนำไปใช้ได้



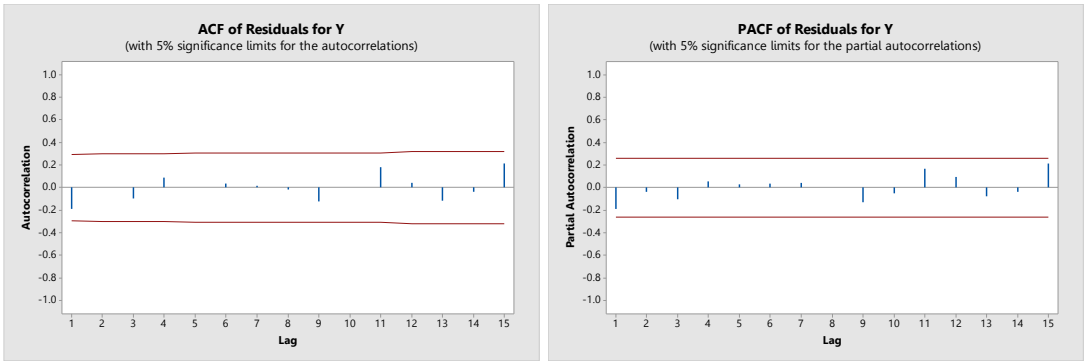
$SARIMA(0,1,0)(2,1,1)_{12}$



$SARIMA(1,1,0)(0,1,1)_{12}$



$SARIMA(1,0,0)(0,1,1)_{12}$



$SARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$

รูปที่ 3 แผนภาพสหสัมพันธ์ในตัวและสหสัมพันธ์ในตัวบางส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบพยากรณ์

3. การคัดเลือกตัวแบบพยากรณ์

เมื่อพิจารณาความแม่นยำของตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ด้วยค่าร้อยละของค่า MAPE ในขั้นตอนนี้จะพิจารณาความแม่นยำจากข้อมูลชุดที่ 2 จำนวน 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 25561 ถึงเดือนกันยายน 2562 ผลการศึกษาในตารางที่ 2 พบว่า ตัวแบบ $SARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$ มีความแม่นยำในการพยากรณ์สูงสุด ได้ค่า MAPE เท่ากับ 20.14 และได้ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบพยากรณ์แสดงในตารางที่ 3 สามารถเขียนตัวแบบพยากรณ์ $SARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$ ได้ดังนี้

$$\hat{Y}_t = 30.47 + 0.501Y_{t-12} + 0.571Y_{t-1} - 0.286Y_{t-13} + 0.499Y_{t-24} - 0.285Y_{t-25} + \varepsilon_t - 0.885\varepsilon_{t-12}$$

ตารางที่ 2 ค่า MAPE สำหรับการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล

Forecast Technique	Model	MAPE
Winter	$\alpha = 0.254, \gamma = 0.550, \delta = 0.319$	49.21
Box's Jenkin	$SARIMA(0,1,0)(2,1,1)_{12}$	20.76
	$SARIMA(1,1,0)(0,1,1)_{12}$	22.60
	$SARIMA(1,0,0)(0,1,1)_{12}$	21.26
	$SARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$	20.14

ตารางที่ 3 ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแบบ $SARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$

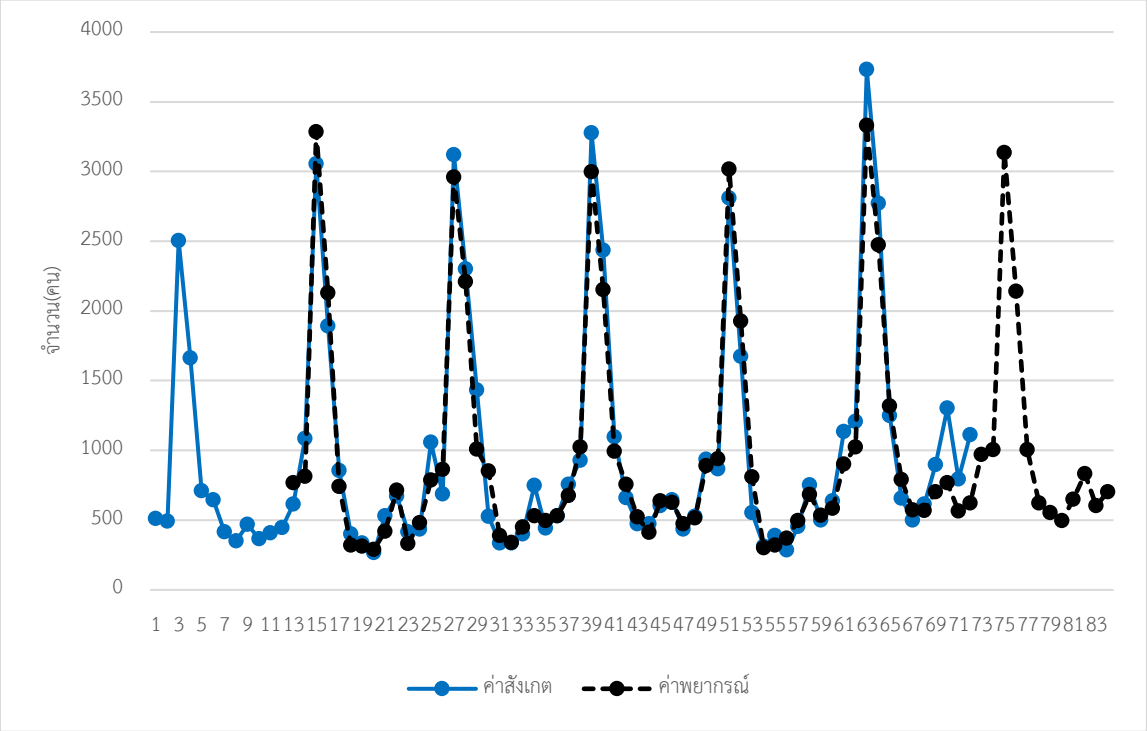
Parameter	β	SEB	t	P-value
AR 1	0.571	0.128	4.46	0.000
SAR 12	-0.499	0.158	-3.16	0.003
SMA 12	0.885	0.146	6.08	0.000
CONSTANT	30.47	3.86	7.90	0.000

ตารางที่ 4 สถิติ Box-Pierce ของตัวแบบ $SARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$

Lag	12	24	36
Chi-Square	3.67	21.81	25.71
df	8	20	32
P-value	0.886	0.351	0.776

ตารางที่ 4 แสดงการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบ พบว่าการทดสอบช่วงห่างของเวลาที่ 12, 24 และ 36 ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน (P-value > 0.05)

เมื่อนำมาพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลล่วงหน้า ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2563 ได้ผลการพยากรณ์ 12 เดือนล่วงหน้า (คาบเวลาที่ 73-84) ดังรูปที่ 4 และจากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 5 ได้ค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลมากที่สุดในเดือนธันวาคม 2562 จำนวน 3,333 คน และจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2563 จำนวน 497 คน



รูปที่ 4 ค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ด้วยตัวแบบ $SARIMA(1,0,0)(1,1,1)_{12}$

ตารางที่ 5 ค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ.2562 - กันยายน พ.ศ. 2563

เดือน	ค่าพยากรณ์	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	
		ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน
ตุลาคม	970.06	568.44	1371.68
พฤศจิกายน	1006.43	598.96	1413.9
ธันวาคม	3133.91	2724.56	3543.27
มกราคม	2140.83	1730.86	2550.79
กุมภาพันธ์	1005.79	595.62	1415.95
มีนาคม	620.86	210.63	1031.09
เมษายน	551.76	141.51	962.01
พฤษภาคม	497.26	87.01	907.52
มิถุนายน	649.16	238.9	1059.43
กรกฎาคม	830.57	420.31	1240.83
สิงหาคม	604.24	193.97	1014.5
กันยายน	701.16	290.89	1111.42

สรุปผลการวิจัย:

การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ด้วยตัวแบบบอกซ์-เจนกินส์ เป็นตัวแบบที่มีความยืดหยุนสามารถใช้พยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาได้ทุกลักษณะการเคลื่อนไหว สำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล มีลักษณะการเคลื่อนไหวที่มีแนวโน้มและมีฤดูกาล ทั้งนี้การเคลื่อนไหวจากแนวโน้มมีลักษณะเพิ่มขึ้น และมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากฤดูกาลเข้ามามีอิทธิพล การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล พบว่าในช่วงฤดูร้อน ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม จะมีจำนวนนักท่องเที่ยว

ที่เดินทางมาท่องเที่ยวลดลง แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูหนาว ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นจากช่วงฤดูร้อนอย่างมาก การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทย [2] และตัวแบบการพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวจีนที่เดินทางมาในประเทศไทย [3] ซึ่งตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์สามารถพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวได้แม่นยำเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นที่ศึกษา

สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์พยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลในครั้งนี้ ได้นำเสนอเพียงตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีวินเตอร์และวิธีบอกซ์-เจนกินส์บางรูปแบบ การพัฒนาตัวแบบพยากรณ์ในอนาคตสามารถเลือกรูปแบบ $SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_L$ อื่น ๆ หรือเทคนิคการพยากรณ์วิธีอื่น ๆ เช่น วิธีการพยากรณ์รวม เป็นต้น นอกจากนี้การเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนมากขึ้นจะทำให้เห็นการเคลื่อนไหวของข้อมูลได้ชัดเจนขึ้นสามารถช่วยพัฒนาตัวแบบในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบคุณสาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง:

[1] เฉลิมชาติ ธีระวิริยะ, “การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์สำหรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าจังหวัดนครพนม”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครพนม, ปีที่ 25, ฉบับที่ 4, หน้า 124-137 (2560)

[2] สมฤดี พงษ์เสนา, การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทย, รายงานวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2560.

[3] ณัฏฐนันท์ มุขา และคณะ, “การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวชาวจีนที่เดินทางมาในประเทศไทย”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , ปีที่ 26, ฉบับที่ 3, หน้าที่ 417-428 (2561)

[4] สมเกตุ เกียรติเอี่ยม, เทคนิคการพยากรณ์, พิมพ์ครั้งที่ 2, สงขลา : นำศิลป์หาดใหญ่. (2548)

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยเทคนิคทางสถิติ

WATER QUALITY ANALYSIS OF CHAO PRAYA RIVER USING STATISTICAL TECHNIQUES

พรรณพักตร์ แก้วน้อย[1,*], ทิพย์เกษร คนเพียร[1] , ณัฐภัทร สิงห์สูง[1] และ รองศาสตราจารย์ ดร.สอาด นิวิศพงศ์
Phanphak Kaewnoi[1], Tipkesorn Konpian[1] , Nattapat Singsoong[1] and Associate Prof.Dr.Sa-Aat Niwitpong
[1] *สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพ ฯ 10800 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: พรรณพักตร์ แก้วน้อย อีเมลล์: s5904051616129@email.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้ศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยเทคนิคทางสถิติ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณภาพน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร (MANOVA) ศึกษาองค์ประกอบร่วมของตัวแปรแต่ละตัวที่มีความสัมพันธ์ร่วมกัน โดยวิธีการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) และแบ่งกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างตามระดับคุณภาพน้ำ โดยวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) รวบรวมข้อมูลคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษ เก็บข้อมูลเป็นจำนวน 8 เดือน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 จากผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร (MANOVA) พบว่าตัวแปร อุณหภูมิ (Tempw) , ความขุ่นของน้ำ (tur) , ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3-N) และ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3N) มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในแต่ละสถานี และในตัวแปรที่เหลือมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ความนำไฟฟ้า (Cond) เป็นต้น ในส่วนวิธีการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) สามารถสร้างตัวแปรใหม่ได้ 3 ตัวแปร ได้แก่ 1.ปัจจัยด้านน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม 2.ปัจจัยด้านน้ำเสียจากแหล่งชุมชน และ 3.ปัจจัยด้านน้ำเสียจากการทำการเกษตร ซึ่งจะสามารถใช้อธิบายค่าความแปรปรวนของตัวแปรทั้ง 14 ตัวได้ 78.38% และจากการแบ่งกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างน้ำโดยวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) สามารถแบ่งกลุ่มสถานีได้ทั้งหมด 10 กลุ่ม ซึ่งมีเกณฑ์คุณภาพน้ำอยู่ในระดับพอใช้ถึงเสื่อมโทรม ตามค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (WQI) กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ ดังนั้นเพื่อที่รักษาระดับคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น จึงควรมีหน่วยงานตรวจสอบมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งให้ครอบคลุมพื้นที่อุตสาหกรรม พร้อมทั้งให้องค์ความรู้แก่คนในชุมชนในการดูแลรักษาแหล่งน้ำ

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป เทคนิคทางสถิติ การวิเคราะห์หลายตัวแปร

Abstract:

In this project, studied about water quality analysis of Chao Praya River using statistical techniques. The objective are compare means of water quality in each station by using MANOVA, study in co-factor which have correlation between them by using Factor Analysis and classify each station by

follow the General Water Quality Index (WQI) defined by Pollution Control Department using Cluster Analysis. Gathering data from Pollution Control Department for 8 months between February 2018 and August 2019. The result of MANOVA found that mean of Temperature W, Turbidity, Nitrate Nitrogen (NO_3-N) and Ammonia Nitrogen (NH_3N) didn't different in each station but other variables had different mean in each station such as pH and Conductivity. Factor Analysis identified three factors accounting for 78.38% include 1.waste water from industry factor 2.waste water from community factor and 3.waste water from agriculture factor. And Cluster Analysis identified ten groups of stations which had WQI in fair – decay level. For the higher water quality treatment we could have waste water standard verification department in extensive area especially industry area along with provide knowledge about how to attendant the river to the community.

Keywords: Water Quality, General Water Quality Index, Statistical Techniques, Multivariate Analysis

บทนำ:

แม่น้ำเจ้าพระยา มีจุดกำเนิดอยู่ที่อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ โดยการรวมกันของแม่น้ำปิงและแม่น้ำน่าน แม่น้ำทั้งสองรับน้ำมาจากทิวเขาถนนธงชัยและทิวเขาผีปันน้ำ ที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยามีพื้นที่ 20,125 ตารางกิโลเมตร และมีความยาว 372 กิโลเมตร โดยแยกออกเป็นแม่-น้ำท่าจีน (คลองมะขามเฒ่า) ที่จังหวัดชัยนาท การไหลของน้ำได้เริ่มที่จังหวัดนครสวรรค์ จากนั้นไหลลงไปทางทิศใต้ ผ่านจังหวัด อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี และกรุงเทพมหานคร ก่อนออกสู่อ่าวไทยที่ปากน้ำ ซึ่งอยู่ระหว่างเขตตำบลท้ายบ้าน ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมืองสมุทรปราการ และตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ด้วยความที่แม่น้ำเจ้าพระยามีความสำคัญในภาคกลาง ทั้งในด้านการเดินทางและวิถีชีวิต นอกจากจะมีการสร้างสะพานและท่าน้ำจำนวนมากแล้ว ยังมีลำน้ำสาขา คลองธรรมชาติ และคลองขุด ซึ่งเชื่อมโยงแม่น้ำเจ้าพระยากับพื้นที่ภายใน ให้สามารถติดต่อถึงกันได้ และแม่น้ำเจ้าพระยายังเป็นแหล่งผลิตน้ำประปาที่สำคัญของการประปาส่วนภูมิภาคในพื้นที่ภาคกลาง ส่วนเขตจังหวัดนนทบุรี กรุงเทพมหานคร และจังหวัดสมุทรปราการ

การตรวจสอบและการวิเคราะห์ผลคุณภาพน้ำคือสิ่งสำคัญในการรักษาน้ำ โดยเฉพาะในแม่น้ำที่จำเป็นสำหรับมนุษย์ มลพิษต่าง ๆที่มนุษย์สร้างไม่เพียงแค่ทำลายสิ่งแวดล้อมแต่ยังทำลายสุขภาพโดยรวมของทุก ๆคน ในการประเมินผลคุณภาพน้ำจะเป็นการวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ ที่ไม่ได้บอกที่มาของการปนเปื้อน การใช้วิธีการวิเคราะห์หลายตัวแปรจึงเป็นทางเลือกในการประเมินคุณภาพและสถานะของสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ศึกษาโดยจัดการกับข้อมูลที่มีหลายตัวแปรด้วย Cluster Analysis และ Factor Analysis เพื่อกำหนดศักยภาพของแหล่งที่มาของคุณภาพน้ำ การนำวิธีต่าง ๆมาใช้งานจะต้องเหมาะสมและสามารถควบคุมได้ และเพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ในระยะทางและช่วงเวลาที่ต่างกันของตัวแปรที่วัดคุณภาพน้ำ เป็นสิ่งสำคัญในการจำแนกและวิเคราะห์ผลคุณภาพน้ำ

จากที่กล่าวมาข้างต้นคณะผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการกระจายของพื้นที่ปนเปื้อน และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของสารเคมีกับปัจจัยต่าง ๆในแหล่งน้ำ ให้ทราบถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง เพื่อทราบถึงกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างตามระดับคุณภาพน้ำ และเป็นแนวทางในการศึกษาหัวข้อที่เกี่ยวข้องในด้านคุณภาพน้ำต่อไป

วิธีการดำเนินงาน:

1.เตรียมข้อมูลโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ของตัวแปรคุณภาพน้ำแบบรายเดือนย้อนหลังเป็นระยะเวลา 8 เดือน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562

2.ศึกษาข้อมูลตัวแปรคุณภาพน้ำแบบรายเดือนย้อนหลังเป็นระยะเวลา 8 เดือน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ซึ่งมีสถานีเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 19 สถานีตลอดแม่น้ำเจ้าพระยาและให้คำนิยามของตัวแปรทุกตัวดังนี้

Tempw คือ อุณหภูมิ

pH คือ ความเป็นกรด-ด่าง

tur คือ ความขุ่นของน้ำ

Cond คือ ความนาไฟฟ้า

Salinity คือ ความเค็มของน้ำ

DO คือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

BOD คือ ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์

Total Coli คือ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด

Fecal Coli คือ ปริมาณแบคทีเรียในรูปฟีคอลโคลิฟอร์ม

TP คือ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด

NO_3-N คือ ไนเตรท-ไนโตรเจน

NO_2-N คือ ไนไตรท์-ไนโตรเจน

NH_3-N คือ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน

SS คือ ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ

TS คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมด

TDS คือ ปริมาณของแข็งละลายน้ำ

Hard คือ ความกระด้างของน้ำ

3.ศึกษาการวิเคราะห์หลายตัวแปร (Multivariate Analysis) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร (MANOVA)

4.ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนร่วมของตัวแปรคุณภาพน้ำแต่ละตัวโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร(MANOVA)

5.ทดสอบความตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่เพื่อหาค่าเฉลี่ยคู่ที่แตกต่าง

6.สร้างตัวแปรใหม่จากความสัมพันธ์ของตัวแปรคุณภาพน้ำ โดยการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) โดยทำการ standardized ข้อมูลและตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้เทคนิควิเคราะห์ปัจจัยก่อน ซึ่งประกอบด้วยวิธีต่อไปนี้

1)ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Correlation Index) ตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกคู่กับค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป ถ้าตัวแปรคู่ใดมีค่ามาก(ใกล้ +1 หรือ -1) แสดงว่าตัวแปรคู่นั้นมีความสัมพันธ์กันมาก หรือมีส่วนร่วมกันมากในปัจจัยเดียวกัน ทำให้ปัจจัยร่วมสามารถอธิบายตัวแปรกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กันมากได้ดี แต่หากมีค่าเข้าใกล้ 0 จะทำการตัดตัวแปรนั้นทิ้งไป

2)ใช้สถิติ Kaiser – Meyer – Olkin (KMO) วัดความเหมาะสมของข้อมูล ว่าควรจะใช้การวิเคราะห์ปัจจัยหรือไม่ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ควรใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัยถ้าได้ค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

3)ใช้ Bartlette's Sphericity Test ตรวจสอบเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร p ตัว สามารถแบ่งเป็นกลุ่มที่มีความสัมพันธ์ร่วมกันได้หรือไม่

สมมติฐานการทดสอบ

H_0: ตัวแปรต่าง ๆไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1: ตัวแปรต่าง ๆมีความสัมพันธ์กัน

พิจารณาจากค่า p-value หากมากกว่าหรือเท่ากับระดับนัยสำคัญ(α) : 0.05 จะยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 หมายความว่าตัวแปรต่าง ๆ ของคุณภาพน้ำไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่ถ้าค่า p-value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ(α) : 0.05 จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 หมายความว่าตัวแปรต่าง ๆ ของคุณภาพน้ำมีความสัมพันธ์กัน จึงต้องใช้การวิเคราะห์ปัจจัยต่อไป

7.สร้างสมการถดถอยจากค่าสัมประสิทธิ์คะแนนปัจจัยจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่วิเคราะห์ได้โดยใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบลำดับขั้น (Stepwise Selection)

8.การแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็นกลุ่มย่อยซึ่งจะทำการ standardized ข้อมูลก่อน และใช้การวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) รวมกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างที่มีลักษณะที่สนใจเหมือนกันหรือคล้ายกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน ในสถานีที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่ต่างกันโดยใช้การวิเคราะห์กลุ่มขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis) ด้วยเทคนิค Agglomeration และวิธีการรวมกลุ่มแบบ Average Linkage Between Group ใช้การวัดระยะห่างด้วยวิธีระยะห่างยุคลิดกำลังสอง (Square Euclidean distance)

9.ตรวจสอบระดับคุณภาพน้ำตามกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General Water Quality Index : WQI) คำนวณค่า WQI ได้ที่เว็บไซต์ของกรมควบคุมมลพิษ http://hydrology.rid.go.th ซึ่งใช้เกณฑ์ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปดังนี้

เกณฑ์ WQI	ช่วงคะแนน WQI
เสื่อมโทรมมาก	0-30
เสื่อมโทรม	31-60
พอใช้	61-70
ดี	71-90
ดีมาก	91-100

ผลการดำเนินงาน:

ตารางที่ 1 (ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของตัวแปรคุณภาพน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง โดยสัญลักษณ์ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันจะมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน

สถานี	Tempw	pH	tur(NTU)	Cond(µS)	Sal(ppt)	DO(mg/l)	BOD(mg/l)	Total Coli(MPN/100ml)	Fecal Coli(MPN/100ml)	TP(mg/l)	NO_3-N(mg/l)	NO_2-N(mg/l)	NH_3-N(mg/l)	SS(mg/l)	TS(mg/l)	TDS(mg/l)	Hard(mg/l)
1	30.31 ± 1.65	7.42 ± 0.18^{a}	150.33 ± 150.86	19484.29 ± 9916.61	14.41 ± 5.47^{a}	3.11 ± 1.41^{a}	2.54 ± 1.10^{a}	7557.14 ± 4502.02^{a}	4784.29 ± 5291.22^{a}	0.5 ± 03	0.39 ± 0.20	0.75 ± 0.29^{a}	1.55 ± 0.56^{a}	185.76 ± 220.21	12532.50 ± 6858.32	14551.31 ± 7321.13	1847.71 ± 885.58
3	30.29 ± 1.67	7.41 ± 0.17^{b}	149.04 ± 143.15	12351.71 ± 9564.17	8.15 ± 6.02	2.85 ± 1.54^{b}	9.44 ± 1.79^{ab}	24342.86 ± 16769.94	11942.86 ± 10700.31	0.82 ± 0.24^{a}	0.40 ± 0.22	0.64 ± 0.12^{b}	1.90 ± 0.62^{b}	176.83 ± 174.91	10062.86 ± 7212.71	8949.74 ± 6523.35	1188.29 ± 602.77
6	29.71 ± 1.48	7.27 ± 0.21^{c}	110.37 ± 101.77	9381.71 ± 7714.03	5.32 ± 4.57	2.32 ± 1.25^{c}	4.83 ± 2.75^{b}	68714.29 ± 54494.34	53314.29 ± 54902.11	0.40 ± 0.22	1.15 ± 1.21	0.25 ± 0.20	1.45 ± 0.98	80.5 ± 91.81	7862.21 ± 6473.25	7781.71 ± 6532.92	865.67 ± 366.70
8	29.60 ± 1.59	7.25 ± 0.21^{d}	67.60 ± 85.74	4181.43 ± 4407.71	2.30 ± 2.58	1.93 ± 0.67^{d}	4.21 ± 1.92^{b}	29428.57 ± 5924.70^{ab}	10914.2 ± 6768.50^{b}	0.24 ± 0.10^{a}	1.25 ± 1.37	0.24 ± 0.24	1.19 ± 0.77	32.39 ± 16.56	2948.93 ± 3051.58	1969.22 ± 2126.28	483.20 ± 299.74
10	29.66 ± 1.60	7.26 ± 0.19^{e}	71.17 ± 97.14	2448.71 ± 2911.62	1.30 ± 1.68^{a}	1.52 ± 0.43^{a}	4.23 ± 1.87^{b}	26085.71 ± 28463.13	29900.00 ± 4402.60^{abc}	0.21 ± 0.08^{a}	1.20 ± 1.25	0.19 ± 0.18^{b}	0.85 ± 0.48	31.09 ± 18.06	1679.07 ± 1933.48	1370.84 ± 1421.26	366.91 ± 310.51
12	29.63 ± 1.68	7.19 ± 0.25^{f}	53.74 ± 55.67	1189.71 ± 1414.58	0.56 ± 0.77^{a}	1.45 ± 0.64^{f}	2.61 ± 0.93^{b}	23285.71 ± 8119.01^{c}	10057.14 ± 6651.50^{c}	0.18 ± 0.07^{ab}	1.13 ± 1.12	0.09 ± 0.07^{b}	0.39 ± 0.19^{b}	26.16 ± 10.39	774.57 ± 907.51	540.90 ± 479.74	172.37 ± 77.49
15	29.29 ± 1.40	7.44 ± 0.29^{g}	70.34 ± 74.05	460.00 ± 222.94	0.15 ± 0.12^{a}	3.34 ± 1.18^{g}	1.24 ± 0.14^{b}	8314.29 ± 6713.19^{b}	2335.71 ± 2459.49^{c}	0.12 ± 0.07^{ac}	1.03 ± 0.54	0.01 ± 0.01^{ab}	0.27 ± 0.19^{ab}	25.91 ± 6.46^{a}	299.64 ± 92.94	262.37 ± 69.00	123.21 ± 24.70
16.1	29.67 ± 1.14	7.46 ± 0.23^{h}	64.53 ± 68.59	336.29 ± 37.95^{a}	0.07 ± 0.05^{a}	4.36 ± 0.74^{defh}	0.93 ± 0.29^{b}	5957.14 ± 3238.10^{b}	1364.29 ± 1501.14^{c}	0.09 ± 0.07^{ad}	0.75 ± 0.35	0.01 ± 0.01^{ab}	0.66 ± 0.58	20.86 ± 3.68	225.00 ± 17.48^{a}	209.33 ± 7.04^{a}	108.86 ± 8.81^{a}
17	29.91 ± 1.30	7.50 ± 0.13^{h}	57.54 ± 50.09	310.14 ± 24.16^{b}	0.07 ± 0.05^{a}	4.68 ± 1.07^{defg}	0.96 ± 0.21^{b}	2650.00 ± 2397.17^{bc}	487.14 ± 94.37^{c}	0.09 ± 0.07^{ad}	0.68 ± 0.38	0.01 ± 0.01^{ab}	0.24 ± 0.21^{ab}	21.46 ± 4.99	221.00 ± 22.07^{b}	204.13 ± 17.74^{b}	117.13 ± 6.22^{b}
18	30.14 ± 1.50	7.60 ± 0.31^{cdefij}	56.69 ± 32.30	328.43 ± 40.24^{c}	0.09 ± 0.04^{a}	4.66 ± 0.74^{defi}	1.19 ± 0.24^{b}	3428.57 ± 3993.62^{bc}	747.14 ± 847.38^{c}	0.09 ± 0.08^{ad}	0.58 ± 0.35	0.01 ± 0.01^{ab}	0.30 ± 0.16^{b}	25.21 ± 13.81	232.00 ± 34.22	209.16 ± 16.29^{a}	114.39 ± 14.57^{b}
20	30.48 ± 1.66	7.60 ± 0.27^{cdefk}	61.76 ± 46.55	292.29 ± 34.44^{d}	0.03 ± 0.05^{a}	4.98 ± 0.70^{defj}	1.37 ± 0.42^{b}	11200.00 ± 5106.58^{b}	3028.57 ± 1859.89^{c}	0.08 ± 0.07^{ad}	0.56 ± 0.40	0.06 ± 0.11^{ab}	0.41 ± 0.27^{b}	31.07 ± 8.14^{b}	214.71 ± 28.94	186.80 ± 19.23^{d}	92.65 ± 3.63^{b}
21	29.57 ± 1.49	7.61 ± 0.35^{cdefl}	67.06 ± 35.65	214.86 ± 15.30^{dfe}	0.01 ± 0.03^{a}	6.76 ± 0.47^{abcdefghij}	1.20 ± 0.26^{b}	3367.14 ± 2841.71^{bc}	466.14 ± 409.28^{c}	0.08 ± 0.07^{ab}	0.87 ± 0.67	0.01 ± 0.01^{ab}	0.32 ± 0.16^{b}	34.47 ± 10.67^{c}	177.86 ± 28.62	143.46 ± 24.39^{abc}	87.51 ± 7.94^{b}
21.1	29.49 ± 1.50	7.64 ± 0.35^{cdef}	55.59 ± 26.24	248.57 ± 14.03^{dfe}	0.01 ± 0.03^{a}	6.10 ± 0.96^{cdef}	1.10 ± 0.22^{b}	1330.00 ± 873.56^{bc}	237.00 ± 185.65^{c}	0.08 ± 0.07^{ad}	0.43 ± 0.19	0.01 ± 0.01^{ab}	0.32 ± 0.16^{b}	29.73 ± 11.58	187.00 ± 22.01	155.98 ± 20.14	84.82 ± 5.11^{ab}
24	30.30 ± 1.69	7.58 ± 0.36^{cdefm}	61.43 ± 24.05	211.39 ± 17.74^{dfeil}	0.01 ± 0.02^{a}	6.60 ± 0.65^{abcdefghi}	1.20 ± 0.21^{b}	6104.29 ± 11819.90	581.43 ± 441.15^{c}	0.09 ± 0.09^{ad}	0.54 ± 0.31	0.02 ± 0.02^{ab}	1.44 ± 2.77	38.33 ± 14.26	166.57 ± 30.63	125.23 ± 22.35^{abcd}	92.79 ± 12.35
25	30.43 ± 1.64	7.70 ± 0.23^{cdef}	57.00 ± 2.30	205.97 ± 13.73^{dfeilo}	0.01 ± 0.02^{a}	6.76 ± 0.56^{abcdefghij}	1.00 ± 0.14^{b}	3214.29 ± 1375.74^{bc}	1112.86 ± 444.80^{c}	0.07 ± 0.08^{ab}	0.50 ± 0.29	0.01 ± 0.01^{ab}	0.32 ± 0.27^{b}	32.33 ± 14.16	166.31 ± 37.94	136.70 ± 35.38	88.96 ± 10.14^{b}
27	30.34 ± 1.44	7.72 ± 0.20^{bcdef}	55.50 ± 29.36	198.14 ± 10.07^{dfeilo}	0.01 ± 0.02^{a}	6.50 ± 0.53^{cdefgh}	1.09 ± 0.39^{b}	1648.57 ± 1135.90^{bc}	354.29 ± 146.18^{c}	0.08 ± 0.08^{ad}	0.45 ± 0.36	0.02 ± 0.01^{ab}	0.32 ± 0.37^{b}	25.00 ± 9.99	146.00 ± 42.38	121.26 ± 37.62^{ac}	88.67 ± 9.87^{b}
28	30.21 ± 1.89	7.69 ± 0.19^{cdef}	57.74 ± 23.89	200.59 ± 11.32^{dfeilo}	0.01 ± 0.02^{a}	6.12 ± 0.74^{cdefg}	1.09 ± 0.30^{b}	1855.71 ± 1048.43^{bc}	339.00 ± 241.44^{c}	0.08 ± 0.08^{abcd}	0.46 ± 0.31	0.01 ± 0.01^{ab}	0.26 ± 0.19^{ab}	25.74 ± 11.47	162.86 ± 20.64^{ab}	136.51 ± 14.23^{abcd}	85.83 ± 9.01^{b}
30	30.24 ± 2.05	7.93 ± 0.48^{abcdefghijklm}	52.44 ± 23.84	299.19 ± 130.63	0.07 ± 0.09^{a}	5.71 ± 0.78^{cdef}	2.20 ± 1.73^{b}	4185.71 ± 2449.74^{bc}	771.43 ± 384.39^{c}	0.50 ± 0.18	0.18 ± 0.11	0.02 ± 0.01^{ab}	0.25 ± 0.15^{ab}	10.29 ± 8.58	185.00 ± 44.47	133.43 ± 47.53	82.46 ± 10.90^{b}
32	29.97 ± 2.47	7.94 ± 0.27^{abcdefghijklm}	57.76 ± 26.66	238.37 ± 40.14	0.02 ± 0.04^{a}	5.77 ± 0.73^{cdef}	2.33 ± 1.23^{b}	9471.43 ± 9690.45	1871.43 ± 1447.87^{c}	0.54 ± 0.14^{bcdefghijklm}	0.16 ± 0.09	0.01 ± 0.01^{ab}	0.20 ± 0.13^{ab}	7.86 ± 5.74^{abc}	163.29 ± 23.25^{a}	114.14 ± 10.58^{abcd}	79.23 ± 6.53^{abc}

ตารางที่ 2 การทดสอบความแปรปรวนร่วมของตัวแปรตาม

Box's M	93.778
F	0.847
df1	78
df2	3038
Sig.	0.827

ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรคุณภาพน้ำกับค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป

Correlation

	Tempw	pH	tur	Cond	Sal	DO	BOD	TotalColi	FecalColi	TP	NO3N	NO2N	NH3N	SS	TS	TDS	Hard
WQI	-0.045	0.319	-0.850	-0.710	-0.696	0.778	-0.770	-0.711	-0.722	-0.716	-0.212	-0.876	-0.709	-0.717	-0.844	-0.777	-0.838

ตารางที่ 4 อธิบายความผันแปรของตัวแปรใหม่ที่สร้าง

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	6.619	47.276	47.276	6.619	47.276	47.276	5.741	41.004	41.004
2	2.754	19.674	66.951	2.754	19.674	66.951	2.644	18.886	59.890
3	1.600	11.430	78.380	1.600	11.430	78.380	2.589	18.490	78.380
4	0.824	5.884	84.264						
5	0.590	4.217	88.481						
6	0.561	4.004	92.485						
7	0.326	2.331	94.815						
8	0.298	2.127	96.942						
9	0.185	1.320	98.262						
10	0.106	0.754	99.016						
11	0.077	0.553	99.568						
12	0.038	0.275	99.843						
13	0.016	0.113	99.957						
14	0.006	0.043	100.000						

ตารางที่ 5 องค์ประกอบของตัวแปรใหม่

Rotated Component Matrix			
ตัวแปร	Component		
	1	2	3
Cond	0.983		
TDS	0.977		
Sal	0.972		
TS	0.952		
Hard	0.924		
NO2N	0.838	0.328	
NH3N	0.484		
SS		0.900	
tur		0.821	
TP		0.729	
BOD		0.591	0.556
TotalColi			0.941
FecalColi			0.933
DO		-0.319	-0.596

ตารางที่ 6 สัมประสิทธิ์คะแนนปัจจัย

Component Score Coefficient Matrix			
ตัวแปร	Component		
	1	2	3
tur	-0.053	0.378	-0.112
Cond	0.188	-0.056	-0.022
Sal	0.184	-0.026	-0.048
DO	0.017	-0.045	-0.22
BOD	-0.022	0.174	0.156
TotalColi	-0.039	-0.116	0.424
FecalColi	-0.039	-0.127	0.426
TP	-0.012	0.296	-0.039
NO2N	0.137	0.075	-0.042
NH3N	0.073	-0.010	0.073
SS	-0.063	0.402	-0.084
TS	0.176	-0.049	0.001
TDS	0.187	-0.075	-0.004
Hard	0.172	-0.015	-0.043

ตารางที่ 7 ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรใหม่และค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป

Correlations					
		WQI	Factor1	Factor2	Factor3
WQI	Pearson Correlation	1	-0.461	-0.564	-0.690
	Sig. (2-tailed)		0.000	0.000	0.000
	N	133	133	133	133
Factor1	Pearson Correlation	-0.461	1	0.302	0.242
	Sig. (2-tailed)	0.000		0.000	0.005
	N	133	133	133	133
Factor2	Pearson Correlation	-0.564	0.302	1	0.359
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000		0
	N	133	133	133	133
Factor3	Pearson Correlation	-0.690	0.242	0.359	1
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.005	0.000	
	N	133	133	133	133

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise Selection

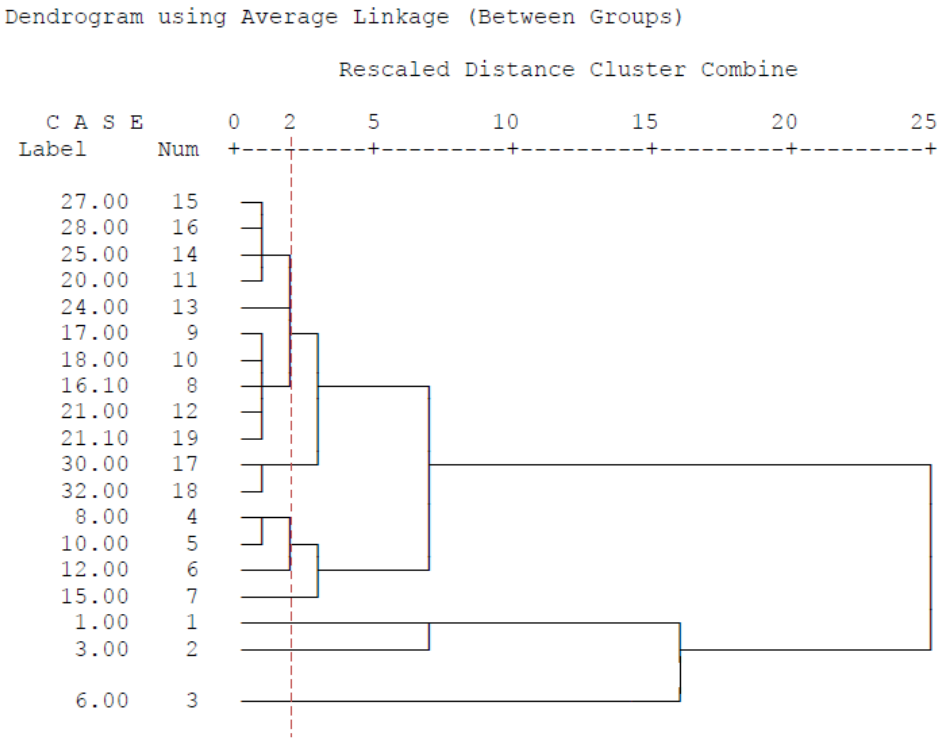
Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.690	0.477	0.473	12.539
2	0.769	0.591	0.585	11.122
3	0.802	0.644	0.636	10.423

ตารางที่ 9 ANOVA

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	18760.412	1	18760.412	119.328	0.000
	Residual	20595.377	131	157.217		
	Total	39355.789	132			
2	Regression	23274.640	2	11637.320	94.076	0.000
	Residual	16081.150	130	123.701		
	Total	39355.789	132			
3	Regression	25341.423	3	8447.141	77.755	0.000
	Residual	14014.367	129	108.639		
	Total	39355.789	132			

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์

Coefficients						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	59.263	1.087		54.508	0.000
	Factor3	-12.529	1.147	-0.690	-10.924	0.000
2	(Constant)	59.263	0.964		61.450	0.000
	Factor3	-10.162	1.090	-0.560	-9.320	0.000
	Factor2	-6.109	1.011	-0.363	-6.041	0.000
3	(Constant)	59.263	0.904		65.572	0.000
	Factor3	-9.487	1.033	-0.523	-9.180	0.000
	Factor2	-5.099	0.976	-0.303	-5.227	0.000
	Factor1	-4.107	0.942	-0.243	-4.362	0.000



รูปที่ 1 แผนภาพเดนโดรแกรมการจำแนกกลุ่ม

จากตารางที่ 2 การทดสอบความแปรปรวนร่วมของตัวแปรตาม พบว่าความแปรปรวนร่วมของตัวแปรตามไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมีค่า p-value = 0.827 ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงในการใช้เทคนิค MANOVA

จากตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่าตัวแปร 14 ตัวที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป คือ tur, Cond, Sal, DO, BOD, TotalColi, FecalColi, TP, NO_2N, NH_3N, SS, TS, TDS และ Hard ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะถูกนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย โดยทำการหมุนแกนแบบ Orthogonal ด้วยวิธี Varimax

จากตารางที่ 4 การอธิบายความผันแปรของตัวแปรใหม่ โดยมีตัวแปรที่มีค่าไอเก็นมากกว่า 1 อยู่ 3 ตัวแปร จึงมีตัวแปรใหม่ 3 ตัวแปร โดยหลังจากการหมุนแกนด้วยวิธี Varimax แล้วตัวแปรใหม่ตัวที่ 1 นั้นสามารถอธิบายความผันแปรทั้งหมดได้ 41.004% ตัวแปรใหม่ตัวที่ 2 สามารถอธิบายความผันแปรทั้งหมดได้ 18.886% และตัวแปรที่ 3 สามารถอธิบายความผันแปรทั้งหมดได้ 18.490% โดยค่าร้อยละสะสมของทั้ง 3 ตัวแปรเท่ากับ 78.38 หมายถึง ตัวแปรที่ 1-3 สามารถอธิบายค่าความผันแปรของตัวแปรทั้ง 14 ตัวได้ร้อยละ 78.38

จากตารางที่ 5 องค์ประกอบของตัวแปรใหม่

ปัจจัยที่ 1 ประกอบไปด้วย 7 ตัวแปร ดังนี้

- Cond : ความนำไฟฟ้า
- TDS : ปริมาณของแข็งละลายน้ำ
- Sal : ความเค็มของน้ำ
- TS : ปริมาณของแข็งทั้งหมด
- Hard : ความกระด้างของน้ำ
- NO_2N : ไนไตรท์-ไนโตรเจน
- NH_3N : แอมโมเนีย-ไนโตรเจน

จากตัวแปรที่กล่าวมานี้สามารถเรียกปัจจัยที่ 1 ได้ว่า “ปัจจัยด้านน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม”

ปัจจัยที่ 2 ประกอบไปด้วย 4 ตัวแปร ดังนี้

- SS : ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ
- tur : ความขุ่นของน้ำ
- TP : ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด
- BOD : ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์

จากตัวแปรที่กล่าวมานี้สามารถเรียกปัจจัยที่ 2 ได้ว่า “ปัจจัยด้านน้ำเสียจากแหล่งชุมชน”

ปัจจัยที่ 3 ประกอบไปด้วย 3 ตัวแปร ดังนี้

- TotalColi : ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด
- FecalColi : ปริมาณแบคทีเรียในรูปฟีคอลโคลิฟอร์ม
- DO : ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

จากตัวแปรที่กล่าวมานี้สามารถเรียกปัจจัยที่ 3 ได้ว่า “ปัจจัยด้านน้ำเสียจากการทำการเกษตร”

จากตารางที่ 6 สัมประสิทธิ์คะแนนปัจจัยโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ถดถอยสามารถนำมาเขียนเป็นสมการถดถอยของแต่ละปัจจัยได้ดังนี้

Factor1(ปัจจัยด้านน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม) = (0.188)Cond + (0.184)Sal + (0.137)NO2N + (0.073)NH3N + (0.176)TS + (0.187)TDS + (0.172)Hard

Fator2(ปัจจัยด้านน้ำเสียจากแหล่งชุมชน) = (0.378)tur + (0.174)BOD + (0.296)TP + (0.402)SS

Factor3(ปัจจัยด้านน้ำเสียจากการทำการเกษตร) = (-0.22)DO + (0.424)TotalColi + (0.426)FecalColi

จากตารางที่ 7 ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรใหม่และค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปพบว่ามีค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง -0.690 ถึง 0.359 ซึ่งบอกได้ว่าตัวแปรใหม่นี้ไม่มีปัญหาในเรื่องตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน สามารถนำข้อมูลนี้ไปวิเคราะห์สมการถดถอยได้

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยด้วยวิธี Stepwise Selection โดยทำการวิเคราะห์สมการทั้งหมด 3 ครั้ง ซึ่งมีค่า R Square สูงที่สุดอยู่ที่ 0.644 หมายความว่าสมการที่ได้นี้สมารถอธิบายค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปได้ร้อยละ 64.4

จากตารางที่ 9 ANOVA แสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 ตัวแปรใหม่ที่สร้าง 3 สมการนั้นมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีค่า p-value ที่ 0.000

จากตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์ สามารถเขียนสมการถดถอยของค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปได้ว่า

WQI = 59.263 – 9.487Factor3 – 5.099Factor2 – 4.107Factor1

โดยมีค่า R Square เท่ากับ 0.644 และมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.904

จากรูปที่ 1 แผนภาพเดนโดรแกรมการจำแนกกลุ่มซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม พบว่าสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 19 สถานี สามารถแบ่งได้เป็น 10 กลุ่ม โดยเมื่อพิจารณาจากระยะห่างที่ 2 ทำให้การแบ่งกลุ่มของสถานีคุณภาพน้ำทั้ง 19 สถานีนั้นไม่แตกต่างกันมากภายในกลุ่มเดียวกัน

สรุปผลและข้อเสนอแนะ:

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลคุณภาพน้ำเป็นระยะเวลา 8 เดือน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561-2562 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร (MANOVA) เพื่อใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ รวมไปถึงมีการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนร่วมและการทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่

ของตัวแปรในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ พบว่า มีเพียงตัวแปร อุณหภูมิ(Tempw) ความขุ่นของน้ำ(tur) ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3N) และ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน(NH_3N) ที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ และตัวแปร ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความนำไฟฟ้า(Cond) ความเค็มของน้ำ(Sal) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ(DO) ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์(BOD) กลุ่มแบคทีเรียที่อาศัยในลำไส้มนุษย์หรือสัตว์(TotalColi) ปริมาณเชื้อโรคแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม(FecalColi) ฟอสฟอรัสทั้งหมด(TP) ไนไตรท์(NO_2N) ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ(SS) ของแข็งทั้งหมด(TS) ของแข็งละลายน้ำ(TDS) และความกระด้างของน้ำ(Hard) มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ

ในการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) ซึ่งใช้สร้างตัวแปรใหม่และอธิบายองค์ประกอบของตัวแปรใหม่ที่มีผลต่อคุณภาพน้ำรวมไปถึงการทดสอบความเหมาะสมของข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้ พบว่าข้อมูลมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการสร้างตัวแปรใหม่โดยมีค่า KMO อยู่ที่ 0.834 และสามารถสร้างตัวแปรใหม่ได้ 3 ตัวแปร ดังนี้

1.ปัจจัยด้านน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม อธิบายความผันแปรทั้งหมดได้ 41.004%

2.ปัจจัยด้านน้ำเสียจากแหล่งชุมชน อธิบายความผันแปรทั้งหมดได้ 18.886%

3.ปัจจัยด้านน้ำเสียจากการทำการเกษตร อธิบายความผันแปรทั้งหมดได้ 18.490%

ซึ่งสามารถอธิบายค่าความผันแปรของตัวแปรทั้ง 14 ตัวได้ 78.38%

และสามารถเขียนเป็นสมการถดถอยได้ดังนี้ WQI = 59.263 – 9.487Factor3 – 5.099Factor2 – 4.107Factor1 โดยมีค่า R Square เท่ากับ 0.644 และมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.904

การวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster Analysis) ที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มสถานีเก็บตัวอย่างน้ำได้ 10 กลุ่ม ดังนี้

1.กลุ่มที่ 1 มี 4 สถานี คือ สถานีที่ 27 , 28 , 25 และ 20 ซึ่งเป็นบริเวณจังหวัด ชัยนาท สิงห์บุรี และพระนครศรีอยุธยา อยู่ในช่วงแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบนถึงตอนกลาง

2.กลุ่มที่ 2 มี 1 สถานี คือ สถานีที่ 24 อยู่ที่จังหวัดสิงห์บุรี

3.กลุ่มที่ 3 มี 5 สถานี คือ สถานีที่ 17 , 18 , 16.1 , 21 และ 21.1 ซึ่งเป็นบริเวณจังหวัด ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา และ อ่างทอง อยู่ในช่วงแม่น้ำเจ้าพระยาตอนบนถึงตอนกลาง

4.กลุ่มที่ 4 มี 2 สถานี คือ สถานีที่ 30 และ 32 อยู่ที่จังหวัดนครสวรรค์

5.กลุ่มที่ 5 มี 2 สถานี คือ สถานีที่ 8 และ 10 ซึ่งเป็นบริเวณกรุงเทพมหานคร

6.กลุ่มที่ 6 มี 1 สถานี คือ สถานีที่ 12 อยู่ที่จังหวัดนนทบุรี

7.กลุ่มที่ 7 มี 1 สถานี คือ สถานีที่ 15 อยู่ที่จังหวัดนนทบุรี

8.กลุ่มที่ 8 มี 1 สถานี คือ สถานีที่ 1 อยู่ที่จังหวัดสมุทรปราการ

9.กลุ่มที่ 9 มี 1 สถานี คือ สถานีที่ 3 อยู่ที่จังหวัดสมุทรปราการ

10.กลุ่มที่ 10 มี 1 สถานี คือ สถานีที่ 6 อยู่ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ผลจากการคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปตามการจำแนกกลุ่มด้วยวิธีการวิเคราะห์กลุ่มโดยทำการคำนวณในเว็บไซต์กรมควบคุมมลพิษ http://hydrology.rid.go.th จากการคำนวณพบว่า

1.กลุ่มที่ 1 มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไประหว่าง 56-69 คุณภาพน้ำอยู่ในระดับพอใช้ถึงเสื่อมโทรม

2.กลุ่มที่ 2 มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่ 58 คุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม

3.กลุ่มที่ 3 มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไประหว่าง 57-67 คุณภาพน้ำอยู่ในระดับพอใช้ถึงเสื่อมโทรม

4.กลุ่มที่ 4 มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่ 57 และ 58 คุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม

5.กลุ่มที่ 5 มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่ 34 และ 32 คุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม

6.กลุ่มที่ 6 มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่ 38 คุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม

7.กลุ่มที่ 7 มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่ 52 คุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม

8.กลุ่มที่ 8 มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่ 59 คุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม

9.กลุ่มที่ 9 มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่ 35 คุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม

10.กลุ่มที่ 10 มีค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่ 31 คุณภาพน้ำอยู่ในระดับเสื่อมโทรม

จากเกณฑ์ที่คำนวณได้สะท้อนให้เห็นถึงระดับคุณภาพน้ำที่อยู่ในระดับพอใช้ถึงเสื่อมโทรม ดังนั้นเพื่อที่จะรักษาระดับคุณภาพน้ำให้ดีขึ้น จึงควรมีหน่วยงานตรวจสอบมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งให้ครอบคลุมพื้นที่อุตสาหกรรมและการประมง พร้อมทั้งให้องค์ความรู้แก่คนในชุมชนในการดูแลรักษาแหล่งน้ำ

กิตติกรรมประกาศ:

โครงงานพิเศษเรื่องการประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาโดยใช้การวิเคราะห์หลายตัวแปรนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจากรองศาสตราจารย์ ดร. สะอาด นิวิศพงศ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะตลอดจนควบคุมดูแลแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ รองศาสตราจารย์ ดร.สุภารัตน์ นิวิศพงศ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีรภา สรรพกิจกำจร สำหรับคำแนะนำและความช่วยเหลือในทุก ๆด้านในการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการสำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการทำโครงงานพิเศษนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสถิติประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้คณะผู้จัดทำจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัว ซึ่งให้การสนับสนุนส่งเสริมและให้กำลังใจมาโดยตลอด รวมทั้งเพื่อนๆ ภาควิชาสถิติประยุกต์รุ่นที่ 32 ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในการจัดทำโครงงานพิเศษฉบับนี้มาโดยตลอดเป็นอย่างดีจนกระทั่งโครงงานพิเศษสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง:

[1] ณฐมนน หมู่โยธา.(2557). การประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ด้วยวิธีการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์.ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[2] ภูบดินทร์ เทพหัสดิน ณ อยุธยา.(2560). การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานในด้านเศรษฐกิจ.ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[3] ยุพาภรณ์ อารีพงษ์.(2562). เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา 040513204 การวิเคราะห์หลายตัวแปร 2 Multivariate

[4] ยุวรัตน์ ปรมีศนาภรณ์.(2553). การศึกษาคุณภาพน้ำและความหลากหลายชนิดของโปรโตซัวในแม่น้ำเจ้าพระยาจังหวัดนนทบุรี.ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

[5] สามารถ ใจเตี้ย.(2558, มีนาคม). “คุณภาพน้ำและการใช้ประโยชน์แม่น้ำลี้ จังหวัดลำพูนาการ. 9(1) : 112-124.

[6] สุพัฒน์ สุกมลสันต์.(2560, กรกฎาคม-ธันวาคม). “การเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดสอบเพื่อการวิจัย” วิชาการ. 9(2) : 51-68.

[7] การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.[ออนไลน์].สืบค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2563 ได้จาก http://www.epub.rbru.ac.th/showepub.php?theid=157&group=8

[8] ของแข็งในน้ำ.[ออนไลน์].สืบค้นเมื่อ 4 กุมภาพันธ์ 2563 ได้จาก https://www.siamchemi.com

[9] ของแข็งละลายน้ำ.[ออนไลน์].สืบค้นเมื่อ 4 กุมภาพันธ์ 2563 ได้จาก http://www.twellwishes.com

[10] ความขุ่นในน้ำ.[ออนไลน์].สืบค้นเมื่อ 4 กุมภาพันธ์ 2563 ได้จาก https://legatool.com/wp/78/

[11] ความนำไฟฟ้า.[ออนไลน์].สืบค้นเมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2563 ได้จาก https://www.mwa.co.th/ewt_news.php?nid=13321&filename=index

การมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับสำหรับแบบจำลองของกลุ่มผู้ป่วย ที่มีภาวะอ่อนแอ ติดเชื้อ และพักฟื้นตัวจากโรคระบาด

GLOBAL ASYMPTOTIC STABILITY CRITERION FOR SUSCEPTIBLE-INFECTIONS-RECOVERD (SIR) EPIDEMIC MODEL

ศุภนิดา อู่เถื่อน, เจนจิรา ทิพย์ชะ*, ชนิกานต์ เอมหฤทัย
Supanida Autuaen, Jenjira Thipcha, Chanikan Emharuethai
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: เจนจิรา ทิพย์ชะ อีเมล: jenjira_tc@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

ในงานวิจัยนี้ เราได้ทำการศึกษาการมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับสำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะอ่อนแอ ติดเชื้อ และพักฟื้นตัวจากโรคระบาด (SIR model) โดยการสร้างฟังก์ชันไลปูนอฟที่เหมาะสม ทำให้เราได้เงื่อนไขการมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับที่จุดสมดุลสำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะอ่อนแอ ติดเชื้อ และพักฟื้นตัวจากโรคระบาด (SIR model) นี้
คำสำคัญ: แบบจำลอง SIR, ฟังก์ชันไลปูนอฟ, เสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับ

Abstract:

The global asymptotic stability for susceptible-infections-recovered (SIR) epidemic model is considered in this work. By constructing suitable a Lyapunov function, a new global asymptotic stability criterion of equilibrium point for susceptible-infections-recovered (SIR) epidemic model is derived.
Keywords: SIR Model, Lyapunov Function, Global Asymptotic Stability

บทนำ:

ในสังคมปัจจุบันมีปัจจัยรอบด้านที่อำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามมันเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรค ซึ่งโรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นนั้นสามารถนำไปสู่การแพร่ระบาด ติดเชื้อ และผลที่ตามมาคือการสูญเสียครั้งยิ่งใหญ่ของประชากรมนุษย์ ดังนั้นการสร้างแบบจำลองของโรคติดต่อถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อที่จะสามารถควบคุมและลดจำนวนการแพร่ระบาดของโรค และมีนักวิจัยจำนวนมากได้ศึกษาค้นคว้าการมีเสถียรภาพของแบบจำลองการแพร่ระบาดของโรค [3,7,8, 10,14,15]

Kermack และ Mckendrick [6] ได้เป็นผู้ริเริ่มคิดแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พื้นฐานโดยเสนอแบบจำลอง เอส ไอ อาร์ เพื่อเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การแพร่ระบาดและการควบคุมโรคติดต่อ ซึ่งแบบจำลอง SIR แบบพื้นฐานมีรูปแบบคือ

$$\frac{dS}{dt} = -kSI$$
$$\frac{dI}{dt} = kSI - \gamma I$$
$$\frac{dR}{dt} = \gamma I$$

เมื่อ กลุ่มคนที่เสี่ยงจะติดเชื้อ (S) หมายถึง กลุ่มคนที่สามารถติดเชื้อและกลายเป็นบุคคลที่มีเชื้อได้ กลุ่มคนที่ติดเชื้อ (I) หมายถึง กลุ่มคนที่สามารถแพร่ระบาดเชื้อไปสู่ผู้อื่นได้ และกลุ่มคนที่ถูกกำจัด (R) หมายถึง กลุ่มคนที่ติดเชื้อและตาย หรือกลุ่มคนที่ฟื้นตัวจากโรคและได้รับภูมิคุ้มกัน โดยที่อัตราการติดเชื้อ $k > 0$ และอัตราการฟื้นตัวของผู้ที่ติดเชื้อ $\gamma > 0$ ภายใต้เงื่อนไขเริ่มต้น

$$S(0) = S_0 > 0, \qquad I(0) = I_0 > 0, \qquad R(0) = 0$$

ซึ่ง $S_0 + I_0 = N$ เมื่อ N คือจำนวนประชากรทั้งหมด

Capasso V. กับ Serio G. [3] ได้ศึกษาแบบจำลอง SIR และทำการปรับแบบจำลองดังกล่าวให้อยู่ในรูปทั่วไปดังนี้

$$\frac{dS}{dt} = -g(I)S$$
$$\frac{dI}{dt} = g(I)S - \gamma I$$
$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad , \forall t > 0$$

โดยที่การส่ง $g : R_+ \to R_+$ เป็นฟังก์ชันที่ต่อเนื่องและมีขอบเขต และสอดคล้องกับเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(i) $\forall t \in R_+$ ซึ่ง $g(t) \geq 0$

(ii) $g(0) = 0$

(iii) $\exists c \in R_+ - \{0\}$ โดยที่ $\forall t \in R_+ : g(t) \leq c$

(iv) การส่ง $g' : R_+ \to R_+$ จะมีอยู่จริงและมีขอบเขต บนช่วงปิดของ R_+ โดยที่ $g'(0) > 0$

(v) $\forall t \in R_+ : g(t) \leq g'(0)t,$ โดยที่ $R_+ = [0, +\infty]$

ซึ่งจากการศึกษาแบบจำลองดังกล่าว พวกเขายังได้ศึกษาปัญหาการมีเสถียรภาพที่จุดสมดุลของแบบจำลองอีกด้วย

Wanblao M., Song M. และ Takeuchi Y. [14] ได้ศึกษาการมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับของแบบจำลอง SIR ที่มีตัวหน่วง ดังระบบสมการต่อไปนี้

$$\frac{dS}{dt} = -\beta S(t)I(t-h) - \mu_1 S(t) + b$$
$$\frac{dI}{dt} = \beta S(t)I(t-h) - \mu_2 I(t) - \lambda I(t) \qquad (1)$$
$$\frac{dR}{dt} = \gamma I(t) - \mu_3 R(t)$$

เมื่อ $S(t) + I(t) + R(t) = N(t)$ หมายถึง ประชากรทั้งหมด ณ เวลา t, β คือจำนวนการติดเชื้อ, b คือบุคคลที่เกิดใหม่จัดอยู่ในกลุ่มคนที่เสี่ยงติดเชื้อ และ λ คืออัตราการฟื้นตัวของผู้ที่ติดเชื้อแล้ว เมื่อ $\mu_1 > 0, \mu_2 > 0$ และ $\mu_3 > 0$ หมายถึงอัตราการตายของกลุ่มคนที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ อัตราการตายของกลุ่มคนที่ติดเชื้อ และอัตราการตายของกลุ่มคนที่ได้รับการฟื้นตัวจากโรค

ตามลำดับ โดยในทางชีววิทยา จะสมมติให้ $\mu_1 \le \min\{\mu_2, \mu_3\}$ และ $h \ge 0$ คือตัวหน่วง ซึ่งแบบจำลอง SIR สอดคล้องกับเงื่อนไขเริ่มต้น

$$S(\theta) = \varphi_1(\theta), \quad I(\theta) = \varphi_2(\theta), \quad R(\theta) = \varphi_3(\theta), \quad (-h \le \theta \le 0) \tag{2}$$

โดยที่ $\varphi = (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)^T \in C$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง ซึ่ง $\varphi_i(\theta) \ge 0 (-h \le \theta \le 0, i = 1,2,3)$ และ C หมายถึง ปริภูมิบานาค $C([-h,0], R^3)$ โดยในทางชีววิทยา สมมติให้ $\varphi_i(0) > 0$ สำหรับ $i = 1,2,3$

จากการศึกษาการมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับของระบบ (1) ได้แสดงให้เห็นว่าจุดสมดุลติดเชื้อ (E_+) ของระบบ (1) ภายใต้เงื่อนไขเริ่มต้น (2) จะมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับเมื่อ $S_0 > S^*$ โดยใช้ฟังก์ชันไลปูนอฟเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ความเป็นเสถียรภาพ

McCluskey C. [7] ได้ศึกษาแบบจำลอง SIR ที่มีตัวหน่วงและพจน์ที่ไม่เป็นเชิงเส้น โดยได้ทำการวิเคราะห์หาเงื่อนไขเพียงพอสำหรับการมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับของจุดสมดุลติดเชื้อ แบบจำลองดังกล่าวมีรูปแบบดังนี้

$$\frac{dS}{dt} = B - \mu_1 S - \frac{\beta S I_\tau}{1 + \alpha I_\tau}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta S I_\tau}{1 + \alpha I_\tau} - (\mu_2 + \gamma) I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I - \mu_3 R$$

โดยที่กำหนดให้ B คือบุคคลที่เกิดใหม่จัดอยู่ในกลุ่มคนที่เสี่ยงติดเชื้อมีอัตราคงที่ และ α คือระดับความรุนแรงของเชื้อโรค เมื่อ $S = S(t), I = I(t)$ และ $I_\tau = I(t-\tau)$ ภายใต้เงื่อนไขเริ่มต้นคือ $S(0) \ge 0$ และ $I(\theta) = \phi(\theta)$ สำหรับ $\theta \in [-\tau, 0]$ โดยที่ $\phi \in C([-\tau,0], R_+)$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องบนช่วงปิด $[-\tau, 0]$ ส่งไปยัง R_+

จากการศึกษาได้ว่าถ้า $R_0 > 1$ แล้วจุดสมดุลติดเชื้อของแบบจำลอง SIR ดังกล่าว จะมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับ เมื่อ R_0 คือ ค่าสืบพันธุ์พื้นฐาน ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความสามารถที่ผู้ป่วย 1 คนจะแพร่ระบาดเชื้อโรคให้แก่ประชากรที่ไม่มีภูมิคุ้มกัน และยังเป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่สำคัญสำหรับใช้ทำนายการแพร่ระบาด

จากการศึกษาที่ผ่านมา [2,3,4,7,9,10,11,12,14] ได้หาเงื่อนไขเพียงพอของการมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับที่จุดสมดุลของระบบ โดยใช้ทฤษฎีบทของไลปูนอฟ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์การมีเสถียรภาพ รวมทั้งSuzanne M. และ คณะ [10] ได้สร้างฟังก์ชันไลปูนอฟของแบบจำลอง SIR และ SIRS และได้เงื่อนไขพอเพียงในการวิเคราะห์ความเป็นเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับ (Global asymptotic stable) ของแบบจำลอง ณ จุดสมดุล 2 จุดที่ขึ้นอยู่กับค่าสืบพันธุ์พื้นฐาน คือ จุดสมดุลปลอดโรค $(Q_0(0,0))$ และจุดสมดุลติดเชื้อ $(Q_*(I_*, R_*))$ เมื่อ $I_* = \frac{\omega q}{\beta(\gamma + \omega)}$, $R_* = \frac{\gamma q}{\beta(\gamma + \omega)}$ โดยมีค่าสืบพันธุ์พื้นฐานคือ $R_0 = \frac{\beta N}{\sigma}$

Pradeep Porwal, Preeti Shrivastava และ S.K.Tiwari [9] ได้วิเคราะห์ความเป็นเสถียรภาพแบบเชิงเส้นกำกับของแบบจำลอง SIR ดังสมการ

$$\frac{dS}{dt} = b - \alpha S - \beta SI - pS$$
$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - (\alpha + \mu)I$$
$$\frac{dR}{dt} = \mu I - \alpha R + pS$$

โดยศึกษาจุดสมดุล 2 จุดที่ขึ้นอยู่กับค่าสืบพันธุ์พื้นฐาน คือ จุดสมดุลปลอดโรค $(E_0(\frac{b}{\alpha + p}, 0, \frac{pb}{\alpha(\alpha + p)}))$ และจุดสมดุลติดเชื้อ $(E^*(S^*, I^*, R^*))$ เมื่อ

$$S^* = \frac{\alpha + \mu}{\beta}$$
$$I^* = \frac{b\beta - (\alpha + p)(\alpha + \mu)}{\beta(\alpha + \mu)}$$
$$R^* = \frac{\mu[b\beta - (\alpha + p)(\alpha + \mu)] + p(\alpha + \mu)^2}{\alpha\beta(\alpha + \mu)}$$

และมีค่าสืบพันธุ์พื้นฐานคือ $R_0 = \frac{b\beta}{(\alpha + p)(\alpha + \mu)}$ โดยใช้ระเบียบวิธีจาโคเบียนเมทริกซ์และหลักการ Routh-Hurwitz

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจที่จะศึกษาแบบจำลอง SIR ดังใน [9] โดยทำการวิเคราะห์การมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับที่จุดสมดุลปลอดโรค E_0 และจุดสมดุลติดเชื้อ E^* ของแบบจำลอง SIR โดยการสร้างฟังก์ชันไลปูนอฟแบบใหม่ที่เหมาะสมกับแบบจำลอง SIR เพื่อหาเงื่อนไขเพียงพอสำหรับแบบจำลอง SIR ณ จุดสมดุลปลอดโรค E_0 และจุดสมดุลติดเชื้อ E^*

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอนิยามสัญลักษณ์และให้ความหมายไว้ดังนี้

$\mathbb{R}$ หมายถึง เซตของจำนวนจริง

$\mathbb{R}^n$ หมายถึง ปริภูมิ n มิติของเวกเตอร์ค่าจริง

$\mathbb{R}^+$ หมายถึง เซตของจำนวนจริงบวก

$V : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}$ หมายถึง ฟังก์ชันสเกลาร์ที่ส่งจากปริภูมิ n มิติของเวกเตอร์ค่าจริงไปยังเซตของจำนวนจริง

$\|x(t)\|$ หมายถึง ขนาดของเวกเตอร์ $x(t)$ สำหรับจำนวนจริงในปริภูมิยุคลิด $\mathbb{R}^n$ ที่เป็นผลขยายมาจากระยะทางแบบยุคลิด นั่นคือ $\|x(t)\| = \sqrt{x_1^2(t) + \ldots + x_n^2(t)}$

เมทริกซ์ M เป็นบวกแน่นอน $(M > 0)$ ถ้า $x^T Mx > 0$ สำหรับทุก $x \in \mathbb{R}^n, x \neq 0;$

เมทริกซ์ M เป็นกึ่งบวกแน่นอน $(M \geq 0)$ ถ้า $x^T Mx \geq 0$ สำหรับทุก $x \in \mathbb{R}^n;$

เมทริกซ์ M เป็นลบแน่นอน $(M < 0)$ ถ้า $x^T Mx < 0$ สำหรับทุก $x \in \mathbb{R}^n, x \neq 0;$

เมทริกซ์ M เป็นกึ่งลบแน่นอน $(M \leq 0)$ ถ้า $x^T Mx \leq 0$ สำหรับทุก $x \in \mathbb{R}^n$

ความรู้พื้นฐาน:

พิจารณาระบบ [13]

$$\dot{x}(t) = f(t, x(t)) \tag{3}$$

โดยที่ $x \in \mathbb{R}^n$ และ f เป็นเวกเตอร์ที่มี $f_i = (t, x_1, x_2, ..., x_n), i = 1, 2, ..., n$ เป็นองค์ประกอบ ให้ f_i เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องที่หาอนุพันธ์ย่อยอันดับหนึ่งได้แล้วจะมีผลเฉลยเพียงหนึ่งเดียวของระบบ (3) ภายใต้เงื่อนไขเริ่มต้นที่กำหนดให้

<u>บทนิยาม 1</u> [1] **ฟังก์ชันไลปูนอฟ** กำหนดให้ $V : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}$ จะกล่าวว่า $V(x(t))$ เป็นฟังก์ชันไลปูนอฟของสมการ (3) ซึ่ง $V(x(t))$ สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

1) $V(x(t))$ เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องบน $\mathbb{R}^n$
2) $V(x(t))$ เป็นฟังก์ชันบวกแน่นอน นั่นคือ $V(x(t)) > 0$ สำหรับ $x(t) \neq 0$ และ $V(0) = 0$
3) อนุพันธ์ย่อยของ $V(x(t))$ เทียบกับ t

   $\dot{V}(x(t)) = \frac{\partial V}{\partial x_1}\dot{x}_1 + \frac{\partial V}{\partial x_2}\dot{x}_2 + \ldots + \frac{\partial V}{\partial x_n}\dot{x}_n = \frac{\partial V}{\partial x_1} f_1 + \frac{\partial V}{\partial x_1} f_2 + \ldots + \frac{\partial V}{\partial x_1} f_n$

   เป็นฟังก์ชันกึ่งลบแน่นอน นั่นคือ $\dot{V}(x(t)) \leq 0$ สำหรับ $x(t) \neq 0$ และ $V(0) = 0$

<u>บทนิยาม 2</u> [1] **จุดสมดุล** จุดสมดุลของสมการ (3) คือ $x = a$ ที่ทำให้ $f(t, a) = 0$

<u>บทตั้ง 3</u> [1] กำหนดให้ $x = 0$ เป็นจุดสมดุลของสมการ (3) จะได้ว่า

1) จุดสมดุลของสมการ (3) จะเสถียรภาพ ถ้าฟังก์ชันไลปูนอฟ $V(x(t))$ สอดคล้องกับบทนิยาม 1
2) จุดสมดุลของสมการ (3) จะเสถียรภาพเชิงเส้นกำกับ ถ้าฟังก์ชันไลปูนอฟ $V(x(t))$ สอดคล้องกับบทนิยาม 1 และอนุพันธ์ย่อยของ $V(x(t))$ เทียบกับ t เป็นลบแน่นอน นั่นคือ $\dot{V}(x(t)) < 0$ สำหรับ $x(t) \neq 0$ และ $V(0) = 0$

<u>บทนิยาม 4</u> [5] **เซตค่าคงที่บวก** ให้ระบบ (3) มีเส้นโคจรคือ $x(t, x_0)$ เมื่อ x_0 คือจุดเริ่มต้น ให้ $O = \{x \in \mathbb{R}^n \mid \phi(x) = 0\}$ โดยที่ ϕ คือฟังก์ชันค่าจริง จะเรียก O ว่าเซตค่าคงที่บวก ถ้า $x_0 \in O$ แล้ว $x(t, x_0) \in O, \forall t \geq 0$

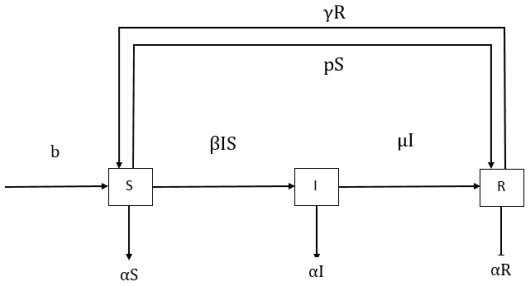
<u>บทตั้ง 5</u> [5] **เสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับ** ถ้าฟังก์ชัน $V(x(t))$ เป็นบวกแน่นอนวงกว้าง (Globally positive definite) และ $\dot{V}(x(t))$ เป็นลบแน่นอนวงกว้าง (Globally negative definite) นั่นคือ

$$\dot{V}(x) < 0, \forall x \in \mathbb{R}^n \setminus \{0\}$$

จะสรุปได้ว่าจุดสมดุลมีเสถียรภาพวงกว้างเชิงเส้นกำกับ (Globally asymptotic stable)

การดำเนินการวิจัย:

ผู้เขียนได้ทำการศึกษาแบบจำลองของกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะอ่อนแอ ติดเชื้อและพักฟื้นตัวจากโรคระบาด (SIR Model) ดังรูป



จากแบบจำลองข้างต้นสามารถเขียนอยู่ในรูประบบสมการเชิงอนุพันธ์สามัญต่อไปนี้ [9] :

$$\begin{aligned}\dot{S}(t) &= b-\alpha S-\beta SI-pS\\ \dot{I}(t) &= \beta SI-(\alpha+\mu)I\\ \dot{R}(t) &= \mu I-\alpha R+pS\end{aligned} \tag{4}$$

โดยที่ S คือกลุ่มที่มีภาวะอ่อนแอเสี่ยงติดเชื้อ I คือกลุ่มที่ติดเชื้อแล้ว และ R คือกลุ่มที่พักฟื้นตัวจากการติดเชื้อที่เทียบกับเวลา t โดยที่ $b>0$ คือ อัตราความต้องการของประชากร, $\alpha>0$ คือ อัตราการตายตามธรรมชาติของประชากร, $p>0$ คือ อัตราการฉีดวัคซีน, $\mu>0$ คือ อัตราการฟื้นตัวตามธรรมชาติของผู้ติดเชื้อ, $\beta>0$ คือ อัตราการป่วยใหม่ ซึ่งสัมประสิทธิ์ทั้งหมดนี้มีค่าเป็นบวกอย่างแท้จริง, $N=S+I+R$ เป็นจำนวนประชากรของระบบ และภายใต้ค่าสืบพันธุ์พื้นฐาน (Basic reproduction number) คือ $R_0=\dfrac{b\beta}{(\alpha+p)(\alpha+\mu)}$

หมายเหตุ. เนื่องจาก γR คือกลุ่มที่หายจากการติดเชื้อและมีภูมิคุ้มกันถาวรดังนั้น γR จึงไม่นำมาใช้คำนวณ

ในงานวิจัยนี้ เราจะทำการวิเคราะห์การมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับที่จุดสมดุลปลอดโรค E_0 และจุดสมดุลติดเชื้อ E^* ของแบบจำลอง SIR (4) โดยการสร้างฟังก์ชันไลปูนอฟแบบใหม่ที่เหมาะสมกับแบบจำลอง SIR (4) เพื่อหาเงื่อนไขเพียงพอสำหรับแบบจำลอง SIR (4) ณ จุดสมดุลปลอดโรค E_0 และจุดสมดุลติดเชื้อ E^*

1. ผลลัพธ์เชิงบวกสำหรับแบบจำลอง SIR

พิจารณาระบบสมการ (4) ในหัวข้อนี้เราทำการศึกษาประชากร โดยที่ตัวแปรและพารามิเตอร์ทั้งหมดของแบบจำลองไม่เป็นลบ จะได้ทฤษฎีบทดังนี้

<u>ทฤษฎีบท 6</u> กำหนดให้ $b>0,\alpha>0,S(t)>0,I(t)>0$ และ $R(t)>0$ จากระบบสมการ (4) ภายใต้เงื่อนไขเริ่มต้นคือ S_0,I_0 และ R_0 ซึ่งสอดคล้องกับเซตกระชับ

$$D=\{(S(t),I(t),R(t))\in\mathbb{R}^3_+, V\le\frac{b}{\alpha}\}$$

จะได้ว่า แบบจำลอง SIR (4) D จะเป็นเซตค่าคงที่ในเชิงบวกต้องครอบคลุมฐานใน R^3_+

พิสูจน์ พิจารณาเลือกฟังก์ชันไลปูนอฟต่อไปนี้

$$V(t)=S+I+R \tag{5}$$

เราทำการอนุพันธ์ฟังก์ชันไลปูนอฟเทียบตัวแปร t จะได้

$$\begin{aligned}\dot{V}(t) &= \dot{S}+\dot{I}+\dot{R}\\ &= (b-\alpha S-\beta SI-pS)+(\beta SI-\alpha I-\mu I)+(\mu I-\alpha R+pS)\\ &= b-\alpha S-\alpha I-\alpha R\\ &= b-\alpha(S+I+R)\le 0\end{aligned} \tag{6}$$

ดังนั้น $\dot{V}(t)\le 0$ สำหรับ $(S+I+R)\ge\dfrac{b}{\alpha}$

จาก สมการที่ (5) ทำให้เขียนสมการที่ (6) ใหม่ ได้ว่า

$$\dot{V}(t)=b-\alpha V(t)\le 0$$

และจากรูปทั่วไปของสมการเชิงเส้น $\frac{dy}{dx}+P(x)y=Q(x)$

จะได้ว่า $\dot{V}(t)+\alpha V(t)\le b$

$$V(t)e^{\int \alpha dt} \le \int be^{\int \alpha dt}dt$$

$$V(t)e^{\alpha t} \le \int be^{\alpha t}\frac{d(\alpha t)}{\alpha}$$

$$V(t)e^{\alpha t} \le \frac{b}{d}e^{\alpha t}+V(0)$$

จะได้ $$V(t) \le \frac{b}{\alpha}+V(0)e^{-\alpha t}$$

เมื่อ $t\to\infty$ ทำให้ $V(0)e^{-\alpha t}\to 0$ นั่นคือ

$$0\le V(t)\le \frac{b}{\alpha}$$

ทฤษฎีข้างต้นของแบบจำลอง SIR (4) อธิบายได้ว่า D เป็นเซตค่าคงที่ในเชิงบวกและครอบคลุมฐานใน R_+^3

2. เสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับของจุดสมดุลปลอดโรคสำหรับแบบจำลอง SIR

ในหัวข้อนี้เราจะทำการวิเคราะห์การมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับโดยใช้ฟังก์ชันไลปูนอฟที่จุดสมดุลปลอดโรค $E_0(\frac{b}{\alpha+p},0,\frac{pb}{\alpha(\alpha+p)})$ สำหรับแบบจำลอง SIR (4) ทำให้ได้ทฤษฎีบทดังนี้

<u>ทฤษฎีบท 7</u> กำหนดให้ $b>0,\alpha>0$ และ $p>0$ ถ้า $R_0<1$ แล้วจุดสมดุลปลอดโรค $E_0(\frac{b}{\alpha+p},0,\frac{pb}{\alpha(\alpha+p)})$ สำหรับแบบจำลอง SIR (4) มีความเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับใน D ภายใต้ $b^2>S(\alpha+p)(2b-\alpha N)$ โดยที่ $S(\alpha+p)\neq 0$

พิสูจน์ พิจารณาเลือกฟังก์ชันไลปูนอฟต่อไปนี้

$$V(t)=(S-S_0 lnS)+I+R$$

เราทำการอนุพันธ์ฟังก์ชันเทียบตัวแปร t จะได้

$$\begin{aligned}\dot{V}(t)&=\dot{S}(1-\frac{S_0}{S})+\dot{I}+\dot{R}\\&=(b-\alpha S-\beta SI-pS)(1-\frac{S_0}{S})+\beta SI-\alpha I-\mu I+\mu I-\alpha R+pS\\&=b-\alpha S-\alpha I-\alpha R-\frac{bS_0}{S}+\alpha S_0+\beta SI_0+pS_0\end{aligned}$$

ณ ที่จุดสมดุลปลอดโรค จะได้ว่า $S_0=\frac{b}{\alpha+p}$ และ $I_0=0$ ดังนั้น

$$\dot{V}(t) = b - \alpha S - \alpha I - \alpha R - \frac{b^2}{S(\alpha + p)} + \alpha(\frac{b}{\alpha + p}) + p(\frac{b}{\alpha + p})$$

$$= b - \alpha(S + I + R) - \frac{b^2}{S(\alpha + p)} + b$$

$$= 2b - \alpha N - \frac{b^2}{S(\alpha + p)}$$

ดังนั้น $\dot{V}(t) < 0$ เมื่อ $b^2 > S(\alpha + p)(2b - \alpha N)$ โดยที่ $S(\alpha + p) \neq 0$ โดยทฤษฎีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับ จุดสมดุล $E_0(\frac{b}{\alpha + p}, 0, \frac{pb}{\alpha(\alpha + p)})$ คือจุดสมดุลปลอดโรคที่มีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับใน D

ทฤษฎีข้างต้นของแบบจำลอง SIR (4) อธิบายได้ว่าหากบุคคลนั้นอยู่ในกลุ่มที่ติดเชื้อ แต่ $R_0 < 1$ หมายความว่าจะไม่ทำให้บุคคลอื่นติดเชื้อ และเมื่อเวลาผ่านไปในช่วงเวลาหนึ่งเชื้อโรคจะหายไปในที่สุด

3. เสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับของจุดสมดุลติดเชื้อสำหรับแบบจำลอง SIR

จากสมมติฐานว่าประชากร N เป็นค่าคงที่ แบบจำลอง SIR (4) สามารถเขียนอยู่ในรูประบบสมการสองมิติได้โดยไม่สูญเสียข้อมูล เนื่องจากบุคคลที่รักษาหายแล้ว (R) จะมีภูมิคุ้มกันถาวรและไม่สามารถกลับไปติดเชื้อได้ จึงทำการละเว้นสมการ $R(t)$ ออกจากระบบสมการ SIR (4) ดังนั้นแบบจำลอง SIR (4) เขียนอยู่ในรูประบบสมการสองมิติดังนี้

$$\begin{aligned} \dot{S}(t) &= b - \alpha S - \beta SI - pS \\ \dot{I}(t) &= \beta SI - \alpha I - \mu I \end{aligned} \tag{7}$$

จากระบบสมการ (7) มีจุดสมดุลคือ $E^*(S^*, I^*)$ เรียกว่าจุดสมดุลติดเชื้อ โดยที่

$$S^* = \frac{\alpha + \mu}{\beta},$$

$$I^* = \frac{b\beta - (\alpha + p)(\alpha + \mu)}{\beta(\alpha + \mu)}$$

และในทฤษฎีบทต่อไปจะได้เงื่อนไขเพียงพอสำหรับการมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับของจุดสมดุลติดเชื้อ $E^*(S^*, I^*)$ สำหรับระบบสมการ (7)

ทฤษฎีบท 8 กำหนดให้ $b > 0, \alpha > 0, p > 0, \mu > 0$ และ $\beta > 0$ ถ้า $R_0 > 1$ แล้วจุดสมดุลติดเชื้อ $E^*(S^*, I^*)$ สำหรับแบบจำลอง SIR (7) มีความเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับใน D ภายใต้เงื่อนไขคือ

$$\alpha + p = \frac{b}{S^*} - \beta I^* \text{ และ } \alpha + \mu = \beta S^*$$

พิสูจน์ พิจารณาเลือกฟังก์ชันไลปูนอฟต่อไปนี้

$$V(t) = (S - S^* lnS) + (I - I^* l \,\mathrm{n}\, I)$$

จะได้ว่า

$$\dot{V}(t) = \dot{S}(1 - \frac{S^*}{S}) + \dot{I}(1 - \frac{I^*}{I})$$

$$= (\frac{S - S^*}{S})(\frac{b}{S} - \alpha - \beta I - p)S + (\frac{I - I^*}{I})(\beta S - \alpha - \mu)I$$

$$= (S-S^*)(\frac{b}{S} - \alpha - \beta I - p) + (I-I^*)(\beta S - \alpha - \mu)$$

พิจารณาจากสมมติฐานที่ $\alpha + p = \frac{b}{S^*} - \beta I^*$ และ $\alpha + \mu = \beta S^*$ ดังนั้นจึงได้สมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
\dot{V}(t) &= (S-S^*)(\frac{b}{S} - \beta I - (\frac{b}{S^*} - \beta I^*)) + (I-I^*)(\beta S - \beta S^*) \\
&= (S-S^*)(\frac{b}{S} - \frac{b}{S^*}) + (S-S^*)(-\beta I + \beta I^*) + (I-I^*)(\beta S - \beta S^*) \\
&= b(S-S^*)(\frac{S^*-S}{SS^*}) - \beta(S-S^*)(I-I^*) + \beta(I-I^*)(S-S^*) \\
&= -b\frac{(S-S^*)^2}{SS^*}
\end{aligned}$$

จะได้ว่า $$\dot{V}(t) = -b\frac{(S-S^*)^2}{SS^*} < 0 \qquad (8)$$

จากสมการ (8) ทำให้มั่นใจได้ว่า $\dot{V}(t) < 0$ สำหรับทุก $(S(t), I(t)) \in D$ เป็นจริง ถ้า $S \neq S^*$ และ $I \neq I^*$ นั่นคือจุดสมดุลติดเชื้อ $E^*(S^*, I^*)$ เป็นจุดสมดุลของระบบสมการ (7) เท่านั้น และต่อมา โดยทฤษฎีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับ จุดสมดุล $E^*(S^*, I^*)$ คือจุดสมดุลติดเชื้อที่มีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับใน D

ทฤษฎีข้างต้นสำหรับแบบจำลอง SIR (7) อธิบายได้ว่าหากบุคคลนั้นอยู่ในกลุ่มที่ติดเชื้อและ $R_0 > 1$ หมายความว่าบุคคลนั้นจะแพร่เชื้อไปยังบุคคลอื่นและเมื่อเวลาผ่านไปจะยิ่งมีการระบาดมากขึ้นจึงต้องเร่งหาทางแก้ไขให้ทันท่วงที

ผลการดำเนินการวิจัย:

โดยพื้นฐานของฟังก์ชันไลปูนอฟ ทำให้เราได้เงื่อนไขการมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับที่จุดสมดุลปลอดโรค $E_0(\frac{b}{\alpha+p}, 0, \frac{pb}{\alpha(\alpha+p)})$ ของระบบ (4) เมื่อ $R_0 < 1$ ซึ่งตีความได้ว่า บุคคลที่ติดเชื้อจะไม่แพร่เชื้อไปสู่บุคคลอื่นและเมื่อเวลาผ่านไปในช่วงเวลาหนึ่ง เชื้อโรคจะหายไปในที่สุด และได้เงื่อนไขการมีเสถียรภาพวงกว้างแบบเชิงเส้นกำกับที่จุดสมดุลติดเชื้อ $E^*(S^*, I^*)$ ของระบบ (7) เมื่อ $R_0 > 1$ ซึ่งตีความได้ว่า บุคคลที่ติดเชื้อจะมีการแพร่เชื้อไปสู่บุคคลอื่นและเมื่อเวลาผ่านไปจะยิ่งมีการระบาดมากขึ้นจึงต้องเร่งหาทางแก้ไขให้ทันท่วงที

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด โดยได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก อาจารย์ ดร. เจนจิรา ทิพย์ชะ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิกานต์ เอมหฤทัย อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่าน และสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ให้การสนับสนุนผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง;

[1] เกรียงไกร ราชกิจ, การมีเสถียรภาพและค่าเหมาะที่สุดของแบบจำลองระบบประสาท, สืบค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2562, จาก http://librae.mju.ac.th/goverment/20111119104834_librae/Doc_25570722103440277407.PDF

[2] เจนจิรา ทิพย์ชะ, การมีเสถียรภาพแบบเลขชี้กำลังของเครือข่ายควบคุมการแสดงออกของยีนที่มีตัวหน่วงแปรผันตามเวลา, การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่11, 420–431 (2562)

[3] Capasso V. & Serio G., A generalization of the Kermack-Mckendrick deterministicepidemicmodel, Mathematical Biosciences, 42, 41-61 (1973)

[4] Emharuethai C, Guaranteed cost control of nonlinear systems with interval time-varying delays , AI Conference Proceedings. (2017)

[5] Khalil H.K, Nonlinear Systems, Prentice-Hell, Upper Saddle River, NJ. (1996)

[6] Kermack W.O. & Mackendrick A.G., Contribution to Mathematical Theory of Epidemics, P. Roy. Soc., 700-721 (1927)

[7] McCluskey C., Global stability for an SIR epidemic model with delay and nonlinear incidence, Nonlinear Analysis: Real World Applications, 11, 3106–3109 (2010)

[8] Pradeep Porwal, Preeti Shrivastava & S.K. Tiwari, Study of simple SIR epidemic model, Advances in Applied Science Research, 1–4 (2015)

[9] Sudipa Chauhan, Om Prakash Misra & Joydip Dhar, Stability Analysis of SIR Model with Vaccination, American Journal of Computational and Applied Mathematics, 4(1), 17-23 (2014)

[10] Suzanne M., O'Regan, Thomas C.Kelly, Andrei Korobeinikov, Michael J.A. O'Callaghan & Alexei V. Pokrovski, Lyapunov functions for SIR and SIRS epidemic model, Applied Mathematics Letters, 446-448 (2010)

[11] Syafruddin S., Lyapunov Function of SIR and SEIR Model for Transmission of Dengue Fever Disease. Int. J. Simulation and Process Modelling, Vol.8, Nos.2/3, 177-184 (2013)

[12] Syafruddin S., Wahidah Sanusi, Muhammad Kasim Aidid & Sahlan Sidjara, Global Stability of SIR and SEIR Model for Tuberculosis Disease Transmission with Lyapunov Function Method, Asian Journal of Plant Sciences, 87-96 (2016)

[13] Thipcha J., STABILITY ANALYSIS OF BIDIRECTIONAL ASSOCIATIVE MEMORY NEURAL NETWORK SYSTEMS WITH TIME-VARING DELAYS, Chiang Mai : Chiang Mai University. (2015)

[14] Wanblao M., Song M. & Takeuchi Y., Global stability of an SIR epidemic model with time delay, Applied Mathematics Letters, 17, 1141-1145 (2004)

[15] Xu R. & Ma Z., Global stability of a SIR epidemic model with nonlinear incidence rate and time delay, Nonlinear Anal, RWA 10, 3175-3189 (2009)

การศึกษาดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย
THE STUDY OF METEOROLOGICAL DROUGHT INDEX IN THE NORTHERN THAILAND

ญานิศา กามุณี[1] และ หนึ่งหทัย ชัยอาภร[1]
Yanisa Kamunee[1] and Neunghatai Chaiaporn[1]
[1] *สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ญานิศา กามุณี อีเมล: bk_2151@hotmail.com

บทคัดย่อ:

ภัยจากความแห้งแล้งนับเป็นภัยพิบัติอันดับต้น ๆ ของประเทศไทยที่ก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะกับการเกษตรกรรมเพาะปลูก เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยเป็นพื้นที่เกษตรกรรม สภาพภูมิอากาศในประเทศไทยที่มีความเสี่ยงในการเกิดภัยแล้ง เช่น ฝนไม่ตกตามฤดูกาล ปริมาณฝนกระจายไม่ทั่วถึงทุกพื้นที่พอ หรือความสามารถในการอุ้มน้ำของดินต่ำ เป็นต้น ผลกระทบที่ตามมาของการเกิดภัยแล้งจะทำให้เกิดความเสียหายต่อประเทศหลายด้าน ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับของความแห้งแล้งบริเวณพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยด้วยดัชนี Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) ในรอบ 30 ปี (พ.ศ. 2533 - พ.ศ. 2562) โดยมีการเก็บรวบรวมปริมาณรวมน้ำฝนรายเดือน และอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนแบบทุติยภูมิจาก กรมอุตุนิยมวิทยาและศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 1, 3, 6 และ 9 เดือน โดยใช้ Program R studio (package rgdal , sp, tmap, maptools, sf, raster) ในการวิเคราะห์ พบว่าพื้นที่ภาคเหนือโดยทั่วไปประสบปัญหาความแห้งแล้งเล็กน้อย ถึง ความชุ่มชื้นเล็กน้อย เมื่อทำการวิเคราะห์ความแห้งแล้งเชิงพื้นที่และเวลาพบว่าค่าดัชนี SPEI ราย 1 เดือนติดลบมากที่สุดถึง -5.4 ซึ่งแสดงถึงความแห้งแล้งระดับรุนแรงที่สุดเกิดขึ้นใน เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2561 ในพื้นที่จังหวัดแพร่ ค่าดัชนี SPEI ราย 3 เดือนติดลบมากที่สุดถึง -2.7 ซึ่งแสดงถึงความแห้งแล้งระดับรุนแรงที่สุดเกิดขึ้นใน เดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2542 ในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ค่าดัชนี SPEI ราย 6 เดือนติดลบมากที่สุดถึง -2.4 แสดงถึงระดับความแห้งแล้งรุนแรงที่สุดเกิดขึ้นใน เดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2555 ในพื้นที่จังหวัดน่านและค่าดัชนี SPEI ราย 9 เดือนติดลบมากที่สุดถึง -2.7 แสดงถึงระดับความแห้งแล้งรุนแรงที่สุดเกิดขึ้นใน เดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2556 ในพื้นที่จังหวัดน่าน

คำสำคัญ : ความแห้งแล้ง ดัชนีความแห้งแล้ง SPEI

Abstract:

The droughts are the top of disaster in Thailand that caused wide damage, especially for agriculture because most areas of Thailand are agricultural areas. Thailand's weather hazard that leads to droughts is seasonal rainfall less than normal, the uneven distribution of rainfall, low soil water storage capacity. The droughts cause many impacts on the country. So the objective of this research is to study about drought level in the northern part of Thailand in 30 year's rounds (1990-2019). Monthly Precipitation was collected and monthly temperature from the northern meteorological center and Thailand Meteorological (Secondary Data). Department was measured in the analysis of Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), which was going to be calculated Monthly, Quarterly, Six Monthly, and Nine Monthly, via Program R Studio (package rgdal , sp, tmap, maptools, sf and raster). Having undergone the spatial and time analysis of drought, it is found out that the northern part in general suffered from slight drought to slight humidity. The lowest Monthly SPEI is found out to be -5.4, which indicated the severest drought, in December, 2018, in Phrae area. The lowest Quarterly SPEI is found out to be -2.7, which indicated the severest drought, in February, 1999, in Mae Hong Son area. The lowest Six-Month SPEI is found out to be -2.4, which indicated the severest drought, in December, 2012, in Nan area. The lowest Nine-Month SPEI is found out to be -2.7, which indicated the severest drought, in February, 2013, in Nan area.

Keywords: Drought, Drought index, SPEI

บทนำ:

ภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่ส่งผลโดยตรงสู่ประเทศชาติ และประชาชนเป็นอย่างมากในหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านการเกษตร ด้านสังคม ด้านการอุปโภค และบริโภคน้ำ เป็นต้น[3] นอกจากนี้ ความแห้งแล้งในประเทศยังส่งผต่อการเกิดไฟป่าในหลายพื้นที่ ความแห้งแล้งในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดจากฝนแล้งและฝนทิ้งช่วง โดยสภาวะฝนแล้ง คือ ภาวะที่ปริมาณฝนตกมีน้อยกว่าปกติ ส่งผลให้เกิดความแห้งแล้งในรอบปีได้สองช่วง คือ 1) ความแห้งแล้งช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องฤดูร้อน(ครึ่งหลังของเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนพฤษภาคม) มักเกิดความแห้งแล้งได้ในบริเวณประเทศไทยตอนบน โดยมีปริมาณฝนลดลงเป็นลำดับจนกว่าจะเข้าสู่ฤดูฝนในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมของปีถัดไป ภัยแล้งลักษณะนี้เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี 2) ความแห้งแล้งช่วงกลางฤดูฝน(ปลายเดือนมิถุนายน ถึง เดือนกรกฎาคม) เป็นกรณีของฝนทิ้งช่วง มักเป็นเหตุการณ์ที่เกิดเฉพาะถิ่น ปัจจุบันภาวะฝนแล้ง และฝนทิ้งช่วงมีแนวโน้มรุนแรงขึ้น สันนิษฐานกันว่ามีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศโลก โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือจะเกิดปรากฏการณ์ภัยแล้งขึ้นก่อนและกินระยะเวลายาวนานกว่าภาคอื่น ๆ[1]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาระดับความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาด้วยดัชนีภัยแล้งในบริเวณพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย เพื่อจะได้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เสี่ยงภัยความแห้งแล้งในบริเวณพื้นที่ ภาคเหนือ สามารถเป็นฐานข้อมูลเพื่อศึกษาสำหรับเป็นแนวทางในการเฝ้าระวัง และเตือนภัยจากภัยความแห้งแล้ง ในการลดหรือบรรเทาผลเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้

วิธีดำเนินการวิจัย:

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตงานวิจัย ใช้ทฤษฎีแนวคิด และการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหาและเวลา ทำการศึกษาค่าดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยา Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) โดยใช้ค่าปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนจากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จำนวน 30 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 – 2562

ขอบเขตด้านพื้นที่ ทำการศึกษาคือบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งมีลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเขาและแอ่ง ซึ่งประกอบไปด้วย 15 จังหวัด ดังนี้ เชียงราย เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน อุตรดิตถ์ แพร่ น่าน พะเยา พิษณุโลก สุโขทัย เพชรบูรณ์ กำแพงเพชร พิจิตร และตาก มีพื้นที่ประมาณ 93,690.85 ตารางกิโลเมตร[1]

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความหมาย ของ ความแห้งแล้ง ดัชนีความแห้งแล้ง และค่า SPEI ดังนี้

ความแห้งแล้ง หมายถึง ลักษณะภูมิอากาศที่มีฝนน้อย กว่าปกติฝนแล้งและฝนทิ้งช่วง โดยสภาวะฝนแล้ง คือภาวะที่ปริมาณฝนตกมีน้อยกว่าปกติ หรือไม่ตกตามฤดูกาล หรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล เป็นระยะเวลานานกว่าปกติ และครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง

ดัชนีความแห้งแล้ง หมายถึง ตัวบ่งชี้ความแห้งแล้งของพื้นที่หนึ่ง ๆ ที่ใช้แทนค่าของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแห้งแล้งของพื้นที่

SPEI หมายถึง ดัชนีความแห้งแล้งที่ศึกษาผลต่างของปริมาณน้ำฝนปริมาณรวมรายเดือน กับ ค่าศักย์การคายระเหยของน้ำ[4]

2. แนวคิดเกี่ยวกับดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยา

ดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยา Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) ซึ่งเป็นดัชนีที่สามารถวัดความรุนแรงของความแห้งแล้งได้โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสม และอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ใช้ในการวิเคราะห์ ดัชนี SPEI ต่างจากดัชนีตัวอื่นตรงที่จะทำการพิจารณาถึงผลต่างของปริมาณน้ำฝนสะสมกับค่าศักย์การคายระเหยของน้ำ Potential evapotranspiration (PET)

$$D_i = P_i - PET_i$$

สมการในการประเมินการคายระเหยน้ำรายเดือนจากค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน จากสมมติฐานอัตราการคายระเหยน้ำจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ดังสมการ

$$PET = 16\left[\frac{10t}{I}\right]^a$$

โดยที่

t = อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน (°C)

I = ดัชนีความร้อน, ผลรวมดัชนีความร้อนรายวันทั้งเดือน

$$= \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514}$$

a = $6.75 \times 10^{-7}I^3 + 7.71 \times 10^{-5}I^2 + 1.792 \times 10^{-2}I + 0.49239$

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษา ดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาในเขตบริเวณพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยด้วยการใช้ดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยา โดยนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาประยุกต์ใช้และแสดงผลออกมาในรูปแบบของแผนที่ (Layout) โดยศึกษาพื้นที่ความแห้งแล้งตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2531 – ปี พ.ศ. 2560 ครอบคลุมพื้นที่ทั้ง 15 จังหวัดของภาคเหนือ เมื่อจำแนกความแห้งแล้งตามค่าดัชนีของ ความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยา (D) พบว่าพื้นที่ที่ประสบปัญหา ความแห้งแล้งมากที่สุด คือ จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดเชียงราย จังหวัดพะเยา จังหวัดแพร่ จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดสุโขทัยและจังหวัดน่าน และปีที่ประสบความแห้งแล้งมากที่สุด คือ ปี พ.ศ. 2536 รองลงมาคือ ปี พ.ศ. 2540 และใน ปี พ.ศ. 2542 ประสบความแห้งแล้งมากที่สุดเป็นอันดับสุดท้าย เมื่อพิจารณาดัชนีที่ประสบความแห้งแล้งมากที่สุด จำแนกเป็นรายเดือนตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2531 ถึงปี พ.ศ. 2560 พบว่าอันดับแรกอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม รองลงมาเดือนกุมภาพันธ์ และในเดือนสิงหาคมประสบความแห้งแล้งมากที่สุดเป็นอันดับสุดท้าย[2] และศึกษาการประเมินดัชนีภัยแล้งในเนวาดาและแคลิฟอร์เนียตะวันออก โดยวิเคราะห์ดัชนี (SPI) และ (SPEI) ผลการศึกษาพบว่า ดัชนี SPI และ SPEI มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับค่าการระเหยของหน้าดิน แต่ ค่าดัชนี SPI ให้ผลลัพธ์ค่าความสัมพันธ์ที่ต่ำกว่า SPEI เล็กน้อย ดัชนี SPEI นั้นมีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ความแห้งแล้งทางอุทกวิทยา ผลลัพธ์ดัชนีเหล่านี้ยังเน้นประโยชน์ของดัชนีความแห้งแล้งหลายฤดูเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับตัดสินใจในการปล่อยน้ำบาดาลช่วงฤดูร้อน[4]

เกณฑ์ระดับความรุนแรงของดัชนีความแห้งแล้ง SPEI

หลักเกณฑ์ระดับของดัชนีความแห้งแล้ง Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) (McKee et al.,1993) [5] แบ่งเกณฑ์ตามสีเพื่อพิจารณาในแผนที่ภาคเหนือ และแผนที่จุดความร้อนดังรูปที่ 1

ค่าดัชนี	ระดับความรุนแรง	สี
มากกว่าหรือเท่ากับ 2	ชุ่มชื้นมากที่สุด	
1.50 ถึง 1.99	ชุ่มชื้นมาก	
1.00 ถึง 1.49	ชุ่มชื้นปานกลาง	
0.01 ถึง 0.99	ชุ่มชื้นเล็กน้อย	
-0.99 ถึง 0.00	แห้งแล้งเล็กน้อย	
-1.49 ถึง -1.00	แห้งแล้งปานกลาง	
-1.99 ถึง -1.50	แห้งแล้งรุนแรง	
น้อยกว่าหรือเท่ากับ -2	แห้งแล้งรุนแรงที่สุด	
หมายเหตุ ไม่มีข้อมูล		

รูปที่ 1 สีของเกณฑ์ระดับความรุนแรงของดัชนีความแห้งแล้ง SPEI

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1

1.1 การประมาณค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนหรือค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนที่ขาดหาย โดยวิธีการปกติทางอุทกวิทยา คือ การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

1.2 การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของข้อมูลปริมาณน้ำฝน และค่าอุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละสถานีโดยวิธีกราฟทับทวี (Double Mass Curve)

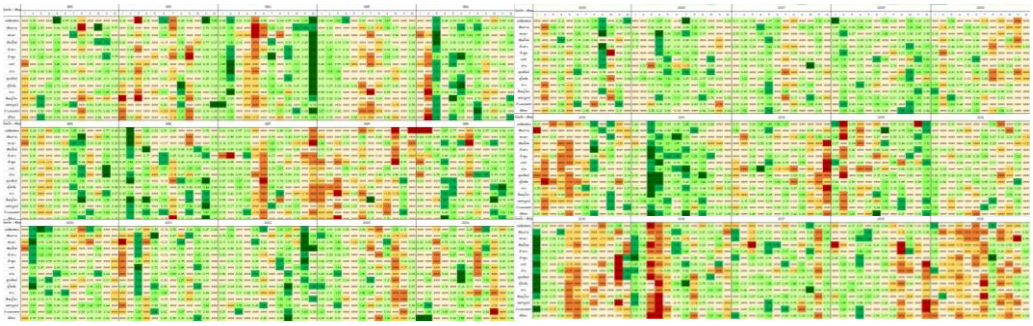
1.3 การวิเคราะห์ดัชนี SPEI ในช่วงเวลาแบบ 1 เดือน, 3 เดือน, 6 เดือน และ 9 เดือน โดยใช้โปรแกรม R Studio

1.4 การวิเคราะห์ความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาของดัชนี SPI เชิงเวลา ในช่วง เวลาราย 1 เดือน, 3 เดือน, 6 เดือน และ 9 เดือน

ตอนที่ 2

2.1 การวิเคราะห์ความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยา เชิงพื้นที่บริเวณพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยใช้โปรแกรม R Studio ด้วย package rgdal , sp, tmap, maptools, sf, raster ประมวลผลและจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยความแห้งแล้งในภาคเหนือ

ผลการวิจัย:

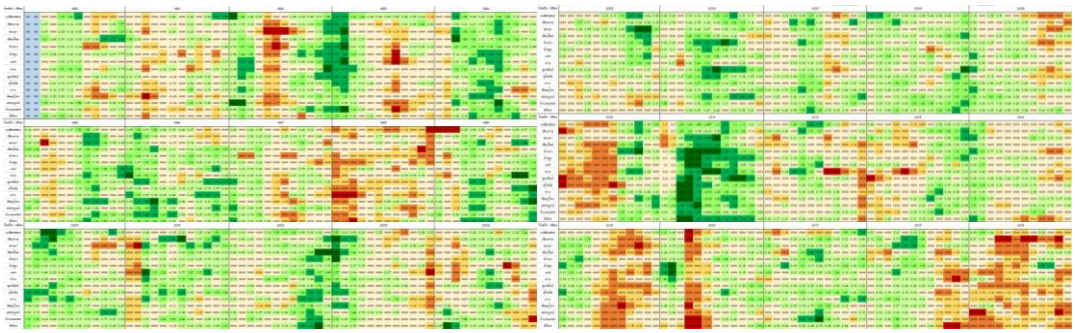


รูปที่ 2 ค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 1 เดือนบน Heat Map ในช่วงปี พ.ศ. 2533 – 2562

จังหวัด \ เดือน	2018											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
แม่ฮ่องสอน	-1.26	-0.11	0.17	0.27	-0.12	0.24	0.84	-1.18	-0.51	0.30	0.00	0.55
เชียงราย	-0.82	-0.25	0.25	1.07	1.65	0.65	-0.84	-0.49	-1.12	0.43	0.73	0.55
พะเยา	-0.55	-0.34	0.56	1.84	1.93	-0.14	0.25	-0.65	-0.17	1.43	-0.20	-0.10
เชียงใหม่	-2.31	-1.34	-0.39	0.17	0.24	0.41	0.40	-1.34	-2.67	1.11	-1.23	-0.35
ลำปาง	-1.49	-0.29	-0.37	1.36	1.02	-0.24	0.89	-0.50	-2.03	1.60	-1.27	-0.84
ลำพูน	0.46	0.31	-0.48	1.55	0.98	0.89	0.81	-0.84	-1.30	-0.13	-0.09	-0.84
แพร่	-0.22	1.29	0.31	1.71	-0.29	-0.64	1.05	-1.03	-1.53	-1.31	-0.09	-5.40
น่าน	-0.30	0.32	0.21	1.01	-0.48	-0.10	0.84	-0.21	-1.64	-1.72	-0.95	-1.92
อุตรดิตถ์	-0.92	0.33	-0.13	0.61	0.52	0.20	-0.35	0.23	-0.65	-0.27	0.99	-1.61
สุโขทัย	-0.75	0.67	1.16	0.38	-0.24	0.47	-0.73	-1.09	-1.66	0.04	-0.49	-1.32
ตาก	0.05	0.95	1.29	0.41	0.54	0.33	0.13	-1.25	-1.06	-0.25	-0.67	-1.29
พิษณุโลก	-1.09	1.08	-0.55	0.69	1.07	0.27	-0.82	-0.17	-0.67	-1.01	-0.34	-1.25
เพชรบูรณ์	0.06	1.47	0.52	0.56	0.02	-0.42	0.22	-0.34	-1.71	-0.06	-0.13	-2.37
กำแพงเพชร	-0.82	1.28	0.21	1.50	-0.31	-0.23	-0.87	0.20	-1.00	-0.60	-0.37	-3.12
พิจิตร	-0.98	0.98	-0.28	1.68	-0.36	0.38	0.17	0.26	-1.99	-1.49	-0.68	-1.71

รูปที่ 3 ค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 1 เดือนบน Heat Map ใน พ.ศ. 2561

จากรูปที่ 3 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 1 เดือน ตามเกณฑ์ระดับความรุนแรงของดัชนีความแห้งแล้ง SPEI จากรูปที่ 1 ค่าดัชนีที่ติดลบมากที่สุดถึง คือ -5.4 ซึ่งแสดงถึงความแห้งแล้งระดับรุนแรงที่สุด เกิดขึ้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 พื้นที่จังหวัดแพร่

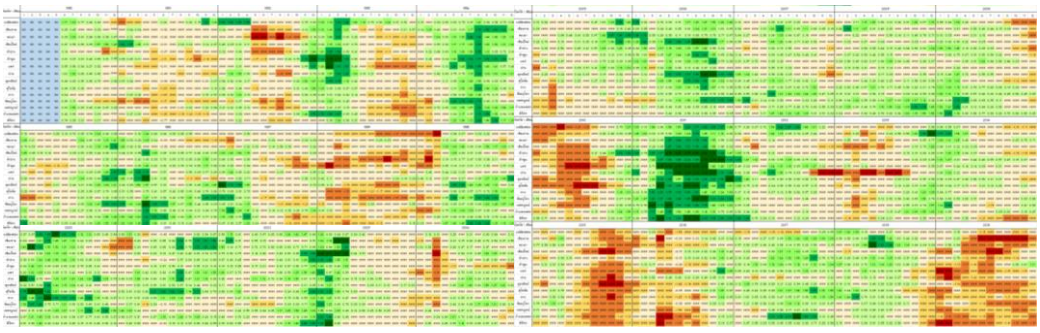


รูปที่ 4 ค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 3 เดือนบน Heat Map ในช่วงปี พ.ศ. 2533 - 2562

จังหวัด \ เดือน	1999											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
แม่ฮ่องสอน	-2.28	-2.71	-2.03	0.45	0.86	0.59	-0.45	-1.06	-0.40	0.65	0.57	0.75
เชียงราย	0.02	-0.25	0.54	0.31	0.37	-0.29	-1.18	-0.66	-0.73	0.03	-0.85	0.32
พะเยา	-0.90	-0.74	-0.16	1.44	1.15	1.66	0.19	-0.19	-0.02	1.53	1.94	1.45
เชียงใหม่	-0.80	0.05	0.64	0.36	1.07	0.84	0.67	-1.00	-1.10	-1.02	-0.58	-0.12
ลำปาง	-0.94	-1.70	0.19	0.74	1.05	0.79	0.13	-0.46	-0.61	0.08	0.22	0.78
ลำพูน	-0.63	-1.43	-0.63	1.20	0.46	0.41	-0.67	-0.88	0.05	0.76	1.27	1.14
แพร่	-0.44	-0.01	-0.35	0.82	0.29	0.42	-0.63	-1.11	-0.99	0.19	0.85	1.22
น่าน	-1.33	-1.68	-0.25	0.51	0.35	0.22	-1.09	0.40	1.44	2.15	2.04	1.06
อุตรดิตถ์	0.88	-0.62	-0.72	0.92	1.88	1.81	1.35	-0.07	0.03	0.15	0.02	0.59
สุโขทัย	0.12	-0.78	-1.07	-0.10	1.21	1.19	0.83	-0.68	-0.40	1.51	1.91	2.25
ตาก	0.24	-0.71	-1.02	0.80	1.71	1.82	1.48	0.10	0.08	1.48	1.27	1.74
พิษณุโลก	0.49	-0.57	-1.11	0.80	1.07	1.18	0.64	0.37	0.30	1.42	1.88	2.12
เพชรบูรณ์	0.03	-0.98	-1.15	0.86	1.52	1.68	0.87	-0.06	-0.44	-0.04	0.06	1.04
กำแพงเพชร	1.30	-0.08	0.30	0.46	1.02	0.84	0.96	-0.38	-0.50	0.33	1.14	1.74
พิจิตร	0.04	-0.59	-0.70	1.56	1.66	1.79	1.52	1.31	0.98	0.84	0.74	1.84

รูปที่ 5 ค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 3 เดือนบน Heat Map ใน พ.ศ. 2542

จากรูปที่ 5 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 3 เดือน ตามเกณฑ์ระดับความรุนแรงของดัชนีความแห้งแล้ง SPEI จากรูปที่ 1 ค่าดัชนีที่ติดลบมากที่สุดถึง คือ -2.7 ซึ่งแสดงถึงความแห้งแล้งระดับรุนแรงที่สุด เกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2542

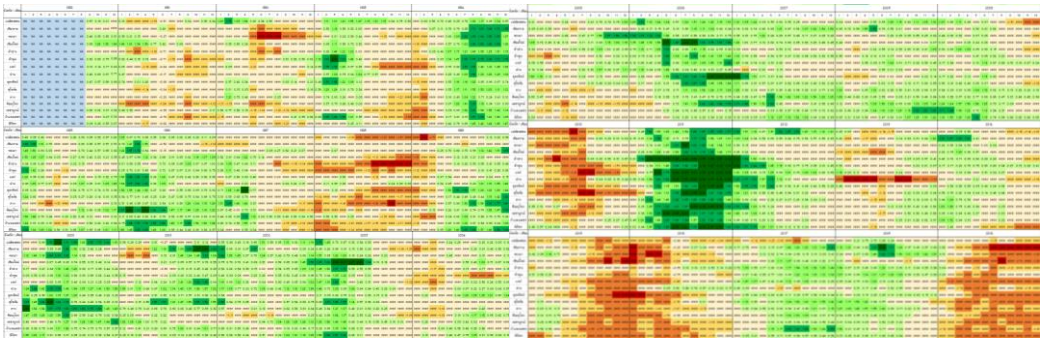


รูปที่ 6 ค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 6 เดือนบน Heat Map ในช่วงปี พ.ศ. 2533 - 2562

จังหวัด \ เดือน	2012											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
แม่ฮ่องสอน	0.77	0.26	0.07	0.72	1.36	1.62	1.67	1.60	1.45	1.01	0.22	-0.44
เชียงราย	0.84	-0.77	-0.82	-0.11	1.49	1.13	0.93	0.74	0.23	0.42	-0.73	-0.63
พะเยา	-0.98	-1.22	-0.87	-0.71	0.14	-0.21	-0.32	-0.59	-0.31	-0.61	-0.80	-0.36
เชียงใหม่	-0.11	-0.76	-1.74	-0.60	-0.09	-0.29	-0.41	-0.40	-0.52	-0.97	-1.34	-1.31
ลำปาง	1.03	0.79	-0.26	-0.55	0.10	-0.12	-0.27	-0.22	-0.10	-0.32	-0.77	-0.72
ลำพูน	1.85	1.47	1.12	-0.30	0.89	0.86	1.03	0.86	0.78	0.66	-0.16	-0.39
แพร่	0.48	0.02	-0.50	-0.55	1.24	1.10	1.19	0.93	1.19	1.27	0.02	-0.05
น่าน	0.82	0.65	-0.02	1.45	1.78	1.35	0.74	0.09	-0.32	-1.57	-2.50	-2.40
อุตรดิตถ์	1.78	1.46	0.11	-0.80	0.83	0.50	0.50	0.58	0.62	0.74	-0.50	-0.44
สุโขทัย	1.08	0.73	0.16	-0.75	0.04	0.38	0.58	0.20	0.37	0.15	-0.44	-0.92
ตาก	0.27	0.13	-0.01	-0.78	0.07	0.12	0.38	0.52	0.57	0.25	-0.48	-0.74
พิษณุโลก	1.10	0.32	-0.66	-0.50	-0.11	-0.35	0.04	-0.02	0.44	-0.11	-0.27	-0.21
เพชรบูรณ์	0.86	0.93	-0.45	-0.52	-0.39	-0.62	-0.51	-0.48	-0.20	-0.33	-0.55	-0.53
กำแพงเพชร	0.52	0.94	0.28	-0.43	-0.39	-0.26	-0.14	-0.25	0.16	-0.09	-0.08	-0.13
พิจิตร	1.54	1.50	0.70	0.06	0.10	-0.18	-0.03	0.12	0.08	-0.22	-0.34	-0.44

รูปที่ 7 ค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 6 เดือนบน Heat Map ใน พ.ศ. 2555

จากรูปที่ 7 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 6 เดือน ตามเกณฑ์ระดับความรุนแรงของดัชนีความแห้งแล้ง SPEI จากรูปที่ 1 ค่าดัชนีที่ติดลบมากที่สุดถึง คือ -2.4 ซึ่งแสดงถึงความแห้งแล้งระดับรุนแรงที่สุด เกิดขึ้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ในพื้นที่จังหวัดน่าน

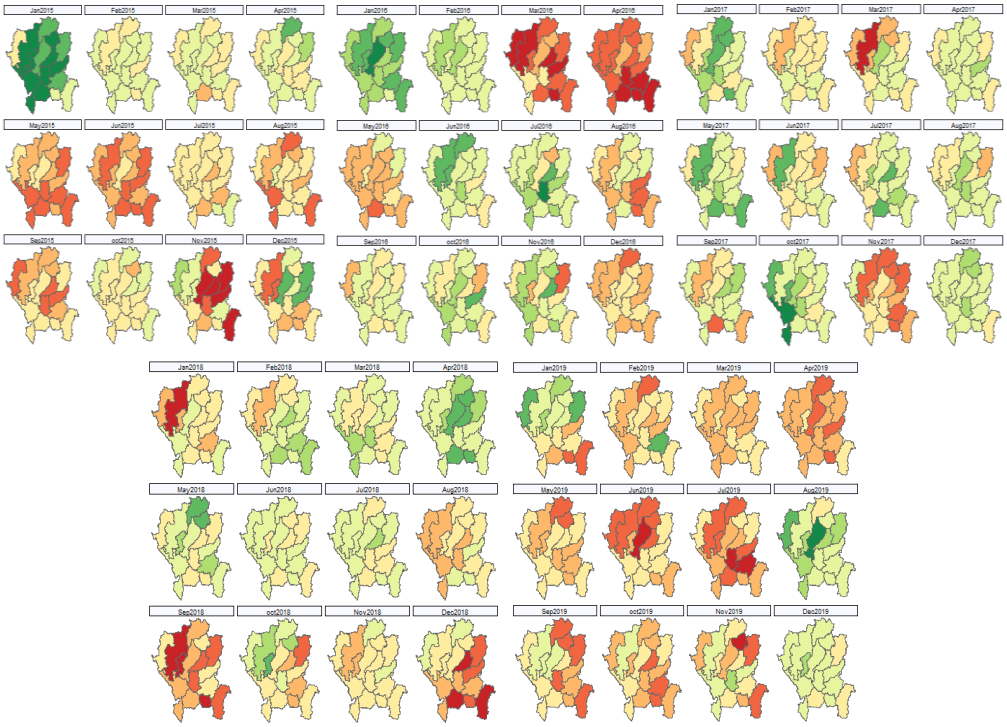


รูปที่ 8 ค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 9 เดือนบน Heat Map ในช่วงปี พ.ศ. 2533 - 2562

จังหวัด \ เดือน	2013											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
แม่ฮ่องสอน	0.95	0.08	-0.55	-1.07	-1.09	-1.14	-1.13	-0.82	-0.61	-0.66	-0.74	-0.59
เชียงราย	0.22	-1.06	-0.72	-1.17	-1.36	-0.78	-0.24	0.14	0.54	0.81	0.94	1.22
พะเยา	-0.34	-0.84	-0.45	-0.72	-0.59	-0.98	-0.85	-0.83	-0.85	-0.65	-0.23	-0.16
เชียงใหม่	-1.18	-1.48	-1.37	-1.48	-1.60	-1.77	-1.25	-0.76	-0.31	-0.33	-0.16	-0.05
ลำปาง	-0.56	-1.00	-0.83	-0.57	-0.72	-0.68	-0.41	-0.44	0.03	0.03	0.37	0.41
ลำพูน	0.50	-0.42	-0.47	-0.84	-0.36	-0.77	-0.93	-0.69	-0.61	0.02	0.01	0.07
แพร่	1.15	0.08	0.11	-0.07	-0.16	-0.80	-0.76	0.04	-0.42	-0.41	-0.57	-0.40
น่าน	-1.86	-2.10	-2.41	-2.24	-2.04	-1.77	-2.00	-2.53	-2.06	-2.00	-1.62	-1.51
อุตรดิตถ์	0.40	-0.88	-0.75	-0.48	-0.91	-1.05	-0.82	-0.25	-0.25	-0.11	-0.08	0.08
สุโขทัย	-0.19	-0.64	-0.89	-1.05	-0.81	-1.12	-0.65	-0.11	0.22	0.06	0.23	0.24
ตาก	-0.11	-0.56	-0.40	-0.76	-1.13	-1.01	-0.53	-0.41	0.33	0.16	0.08	0.15
พิษณุโลก	-0.37	-0.61	-0.35	-0.84	-0.96	-0.57	0.12	0.09	0.58	0.40	0.46	0.59
เพชรบูรณ์	-0.64	-0.93	-0.69	-0.95	-0.80	-1.17	-0.58	-0.54	0.39	0.36	0.46	0.59
กำแพงเพชร	-0.34	-0.33	-0.43	-0.72	-0.58	-0.67	-0.08	0.23	0.91	0.59	0.62	0.81
พิจิตร	-0.41	-0.69	-0.42	-0.77	-1.19	-0.63	-0.17	-0.35	-0.16	-0.27	-0.13	-0.08

รูปที่ 9 ค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 9 เดือนบน Heat Map ใน พ.ศ. 2556

จากรูปที่ 9 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความแห้งแล้ง SPEI ราย 6 เดือน ตามเกณฑ์ระดับความรุนแรงของดัชนีความแห้งแล้ง SPEI จากรูปที่ 1 ค่าดัชนีที่ติดลบมากที่สุดถึง คือ -2.7 ซึ่งแสดงถึงความแห้งแล้งระดับรุนแรงที่สุด เกิดขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2556 พื้นที่จังหวัดน่าน



รูปที่ 10 แผนที่ภาคเหนือแสดงพื้นที่ความแห้งแล้งตามค่าดัชนี SPEI ราย 1 เดือน พ.ศ. 2558 - 2562

จากรูปที่ 10 เมื่อพิจารณาความแห้งแล้งตามค่าดัชนี SPEI เชิงเวลา 5 ปีย้อนหลัง คือ ใน ปี พ.ศ. 2558 - 2563 พบว่า ช่วงเวลาที่พื้นที่ภาคเหนือที่ประสบความแห้งแล้งรุนแรงที่สุด ได้แก่ ปี พ.ศ. 2558, พ.ศ. 2559 และ พ.ศ. 2563

อภิปรายผลการวิจัย:

จากศึกษาการวิเคราะห์ความแห้งแล้งตามค่าดัชนี SPEI พิจารณาเชิงพื้นที่ พบว่าพื้นที่ภาคเหนือโดยทั่วไปประสบความแห้งแล้ง เล็กน้อยถึงความชุ่มชื้นเล็กน้อย โดยจังหวัดที่ประสบความแห้งแล้งรุนแรงที่สุด (SPEI≤-2) ได้แก่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดแพร่ จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดสุโขทัยและจังหวัด น่าน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของณิชมน งามเลิศ (2561)[2] ได้กล่าวว่า พื้นที่ที่ประสบปัญหา ความแห้งแล้งมากที่สุด คือ จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดเชียงราย จังหวัดพะเยา จังหวัดแพร่ จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดสุโขทัยและจังหวัดน่าน และเมื่อพิจารณาค่าดัชนี SPEI เชิงเวลา พบว่า พื้นที่ภาคเหนือโดยทั่วไปประสบความแห้งแล้งเล็กน้อยถึงความชุ่มชื้นเล็กน้อย โดยปีที่ประสบความแห้งแล้งรุนแรงที่สุด ได้แก่ พ.ศ. 2553 - 2542, พ.ศ. 2555 - 2556, พ.ศ. 2558, พ.ศ. 2559 และ พ.ศ. 2562 ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของกองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยาว่า ปี พ.ศ. 2535 - พ.ศ. 2542 จากภาวะที่มีฝนตกในช่วงฤดูร้อนน้อย และมีภาวะฝนทิ้งช่วง บริเวณประเทศไทยตอนบนจะไม่มีฝน ปี พ.ศ. 2555 - พ.ศ. 2556 เกิดความแห้งแล้งจะเกิดขึ้น 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และต่อเนื่องมาถึงฤดูร้อนระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม และช่วงกลางฤดูฝน ตั้งแต่ปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม ในบริเวณประเทศไทยตอนบนจะเกิดความแห้งแล้งเนื่องจากมีฝนทิ้งช่วงเกิดขึ้นประมาณ 1 เดือน ปี พ.ศ. 2558 เป็นปีที่ประเทศไทยมีฝนน้อยและต่ำกว่าค่าปกติเกือบทุกเดือน โดยเฉพาะในเดือนพฤษภาคม และเดือนมิถุนายน ปี พ.ศ. 2559 เป็นปีที่ประเทศไทยมีปริมาณฝนรายเดือนจะต่ำกว่าค่าปกติในเดือนกุมภาพันธ์, เดือนมีนาคม, เดือนเมษายน, เดือนพฤษภาคมและเดือนพฤศจิกายน และปี พ.ศ. 2562 เป็นปีที่ประเทศไทยมีปริมาณฝนรายเดือนจะต่ำกว่าค่าปกติและปริมาณฝนรวมทั้งปีของประเทศไทยปีนี้มี 1,343.4 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังเป็นผลกระทบจากปรากฏการณ์ ENSO, มหาสมุทรอินเดียและทะเลจีนใต้

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบพระคุณขอขอบพระคุณ คุณธนาวุฒิ ปัญจพรอุดมลาภ ผู้อำนวยการศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ และคุณเพ็ญศิริ ตรีสัตย์ ผู้อำนวยการส่วนพยากรณ์อากาศ ที่ให้คำแนะนำและแนวทางในการปฏิบัติงานและแก้ไขผลงานต่าง ๆ จนงานวิจัยในครั้งนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง:

[1] กรมอุตุนิยมวิทยา. ภัยแล้ง, สืบค้นเมื่อ 31 มกราคม 2563, จาก https://www.tmd.go.th/info/info.php

[2] ณิชมน งามเลิศ. ดัชนีความแห้งแล้งทางอุตุนิยมวิทยาในเขตบริเวณพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้; 2561

[3] สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. นิยามความแห้งแล้ง, สืบค้นเมื่อ 31 มกราคม 2563, จาก http://droughtv2.gistda.or.th

[4] McEvoy, D.J., Justin L. Huntington, John Abatzoglou and Laura Edwards. An evaluation of multiscalar drought indices in Nevada and Eastern California, Earth Interactions, 12(16). 1-18**;** 2012

[5] McKee, T. B., Doesken, N. J., and Kleist, J. “Drought monitoring with multiple time scales” Proceedings of the Ninth Conference on Applied Climatology, MA: American Meteorological Society, Boston, 1995

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย

FACTORS INFLUENCING THE YIELD OF RICE IN CHIANG RAI PROVINCE

แคทธรินทร์ วรรณทา[1,*] และ รุ่งกานต์ ใจวงค์ยะ[1]

Kattharin Wantha[1] and Rungkarn Jaiwongya[1]

[1]*สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: แคทธรินทร์ วรรณทา อีเมล: katty_37462@windowslive.com

บทคัดย่อ:

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย และเพื่อสร้างสมการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงรายโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ที่เก็บรวบรวมโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 1 โดยเป็นข้อมูลเนื้อที่เพาะปลูก (X_1) ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) ปริมาณน้ำฝนต่อปี (X_3) และปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) ในช่วงปี 2542 ถึง 2561 รวมระยะเวลา 20 ปี โดยเก็บข้อมูลเป็นรายปี ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression Analysis) และใช้หลักการ Stepwise Regression Method ในการคัดเลือกตัวแปรเข้าสมการ

จากการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย ได้แก่ เนื้อที่เพาะปลูก (X_1) และปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) โดยสมการที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย คือ

$$\hat{Y} = -497{,}021.191 + 0.843X_1 + 4.438X_2$$

โดยเนื้อที่เพาะปลูก และปริมาณการใช้ปุ๋ย สามารถอธิบายปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย ได้ร้อยละ 90.20 และสมการมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ 26,283.019 ตัน

คำสำคัญ : ผลผลิตข้าว เนื้อที่เพาะปลูก ปริมาณการใช้ปุ๋ย ปริมาณน้ำฝน

Abstract:

This research study aimed to study the factors influence the yield of rice in Chiang Rai province and to create an equation to predict the production yield of rice in Chiang Rai province using secondary data, farming area (X_1) Fertilizer consumption (X_2) Rainfall (X_3) and the rice yield in Chiang Rai province (Y) During the years 1999 to 2018 a total period of 20 years by collecting data annually at Regional Office of Agricultural Economics 1. Predictive model was developed by the Stepwise Multiple Linear regression as the following equation.

$$\hat{Y} = -497{,}021.191 + 0.843X_1 + 4.438X_2$$

Farming area (X_1) and Fertilizer consumption (X_2) explained the yield of rice in Chiang Rai province (Y) around 90.20 percent and standard error of estimate was 26,283.019 ton.

Keywords: rice yield, Farming area, Fertilizer consumption, Rainfall

บทนำ:

ข้าว เป็นเมล็ดของพืชในสกุลที่พบมากในเอเชีย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Oryza sativa ข้าวเป็นธัญพืชซึ่งประชากรโลกบริโภคเป็นอาหารสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในทวีปเอเชีย จากข้อมูลเมื่อปี 2553 ข้าวเป็นธัญพืชซึ่งมีการปลูกมากที่สุดเป็นอันดับสามของโลก รองจากข้าวสาลีและข้าวโพด ข้าวจัดเป็นพืชสายพันธุ์เดียวกับหญ้าซึ่งนับได้ว่าเป็นหญ้าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกและมีความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถปลูกขึ้นได้ง่าย มีความทนทานต่อทุกสภาพภูมิประเทศในโลก ไม่ว่าจะเป็นถิ่นแห้งแล้งแบบทะเลทราย พื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง หรือแม้กระทั่งบนเทือกเขาที่หนาวเย็นข้าวก็ยังสามารถงอกงามได้ [3]

ในภาคเหนือทำการปลูกข้าวนาสวนในที่ราบระหว่างภูเขากันเป็นส่วนใหญ่ เพราะมีระดับน้ำในนาตื้นกว่า 80 เซนติเมตร และทำการปลูกข้าวไร่ในที่ดอนและที่สูงบนภูเขาเพราะไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูก ส่วนมากชนิดของข้าวที่ปลูกเป็นทั้งข้าวเหนียว และข้าวเจ้า และในบางท้องที่มีการปลูกข้าวนาปรังด้วย จังหวัดเชียงรายจัดว่าเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคเหนือตอนบนที่พื้นที่ทำการเพาะปลูกมากที่สุด ในส่วนของการเพาะปลูกข้าวในจังหวัดเชียงรายนั้น จัดเป็นจังหวัดที่มีเนื้อที่ปลูกข้าวมากที่สุดในภาคเหนือตอนบน เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดเชียงใหม่ แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้าวด้านการเพิ่มผลผลิต พัฒนาคุณภาพและลดต้นทุน ของจังหวัดเชียงรายในปี 2558 พบว่า ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อไร่ของจังหวัดเชียงรายน้อยกว่าผลผลิตข้าวของจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงรายจึงพิจารณาหาสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่าจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาในการเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพผลผลิตข้าวให้สูงขึ้น ซึ่งในจังหวัดเชียงรายมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในปี 2558 เพียง 565.0 กิโลกรัม/ไร่ ต่ำกว่าผลผลิตเฉลี่ยตามยุทธศาสตร์ข้าวไทยปี 2558 - 2562 (ไม่ต่ำกว่า 600 กิโลกรัม/ไร่) และ ลงลดจากปี 2555 ที่มีผลผลิตเฉลี่ยที่ 603.0 กิโลกรัม/ไร่ ลดลงร้อยละ 6.3 ในขณะที่ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของทั้งประเทศลดลงจากปี 2555 ที่มีผลิตเฉลี่ย 475.2 กิโลกรัม/ไร่ เป็น 445.8 กิโลกรัม/ไร่ อย่างไรก็ตามผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของจังหวัดเชียงรายยังมีค่าสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของทั้งประเทศ และยังคงแปรผันตามพื้นที่เพาะปลูก เนื้อที่เสียหาย และปัจจัยพื้นฐานด้านการเพาะปลูก [5]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปเป็นข้อมูลในการส่งเสริมให้เกษตรกรได้รับผลผลิตที่สูงขึ้นตามนโยบายของรัฐบาล สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ตลอดจนได้ผลผลิตที่มีคุณภาพได้ตรงตามความต้องการของ ตลาด และสามารถสร้างรายได้ให้กับครอบครัวและประเทศชาติในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย:

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย
2. เพื่อสร้างสมการการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย

สมมติฐานการวิจัย:

เนื้อที่เพาะปลูก ($\mathbf{X_1}$) ปริมาณการใช้ปุ๋ย ($\mathbf{X_2}$) และปริมาณน้ำฝน ($\mathbf{X_3}$) มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย ($\mathbf{Y}$)

เอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้อง:

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคุณ (Multiple Linear Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัวกับตัวแปรตาม 1 ตัว เพื่อศึกษาว่ามีตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่สามารถร่วมกันทำนาย หรือพยากรณ์ หรืออธิบายการผันแปรของตัวแปรตามได้ โดยเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการได้ดังนี้

สมการในรูปของประชากร $Y= \beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+...+\beta_kX_k+\varepsilon$

สมการในรูปของตัวอย่าง $Y= b_0+b_1X_1+b_2X_2+...+\beta_kX_k+e$

สมการพยากรณ์ $\hat{Y}= b_0+b_1X_1+b_2X_2+...+\beta_kX_k$

สัญลักษณ์ที่ใช้มีความหมายดังนี้

X_i คือ ค่าของตัวแปรอิสระแต่ละตัว (จะใช้สัญลักษณ์ X_i สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่างและสำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย)

Y_i คือ ค่าของตัวแปรตาม (จะใช้สัญลักษณ์ Y_i สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และใช้ค่า $\hat{Y}$ สำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย)

k คือ จำนวนตัวแปรอิสระในสมการถดถอย

β_0 คือ ค่าคงที่ (Constant) ของสมการถดถอย (จะใช้สัญลักษณ์ b_0 สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง และสำหรับค่าประมาณหรือตัวทำนาย) โดยที่ β_0 หรือ b_0 จะเป็นจุดตัด (Intercept) แกน Y ของสมการ

β_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ของตัวแปรอิสระ X_i แต่ละตัว (จะใช้สัญลักษณ์ b_i สำหรับค่าที่ได้จากตัวอย่าง ค่าประมาณ หรือตัวทำนาย) โดยที่ค่า β_i หรือ b_i จะแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า X_i ต่อค่า Y นั่นคือ ถ้าค่า X_i เปลี่ยนไป 1 หน่วย จะทำให้ค่า Y เปลี่ยนไปโดยเฉลี่ย b_i หน่วย

ε คือ ค่าความคลาดเคลื่อน (Error or Residual) ระหว่างค่าจริง และค่าที่ได้จากสมการ $\hat{Y}$ (จะใช้ สัญลักษณ์ e สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากตัวอย่าง)

การคัดเลือกตัวแปรอิสระโดยวิธี Stepwise Regression Method

การคัดเลือกตัวแปรอิสระโดยวิธี Stepwise Regression Method เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมในการพิจารณาคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่ดีที่สุด และได้โมเดลที่ประหยัดที่สุด ซึ่งลำดับขั้นตอนจะคล้ายกับวิธี Forward เพียงแต่การวิเคราะห์ด้วยวิธี Stepwise จะทำการทดสอบตัวแปรพยากรณ์ที่เข้าสมการไปแล้วทุกครั้งที่มีการนำตัวแปรใหม่เข้าในสมการ หมายความว่า ตัวแปรพยากรณ์บางตัวที่เข้าไปในสมการแล้วก็สามารถถูกขจัดออกจากสมการได้ [2] หากพบว่าตัวแปรพยากรณ์ตัวนั้นไม่ได้ส่งผลให้ค่า R^2 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ไม่ได้มีส่วนทำให้การพยากรณ์ต่อตัวแปรเกณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) ซึ่งวิธี Forward ไม่ได้ทดสอบในส่วนนี้ [4]

นิยามศัพท์:

ผลผลิตข้าว หมายถึง ผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย ในปี 2542 ถึง 2561 หน่วย: ตัน

เนื้อที่เพาะปลูก หมายถึง ขนาดเนื้อที่ดิน ที่ทำการเพาะปลูกข้าวในจังหวัดเชียงราย ในปี 2542 ถึง 2561 หน่วย: ไร่

ปริมาณการใช้ปุ๋ย หมายถึง ปริมาณการใส่ปุ๋ย ที่ทำการเพาะปลูกข้าวในจังหวัดเชียงราย ในปี 2542 ถึง 2561 หน่วย: ตัน

ปริมาณน้ำฝน หมายถึง ปริมาณฝนที่ตกในช่วงระยะเวลาที่ปลูกข้าวในจังหวัดเชียงราย ในปี 2542 ถึง 2561 หน่วย: มิลลิเมตร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง:

ชัยศิริ กำจัดภัย (2006) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเงิน และปัจจัยการผลิตของการทำนาข้าว: กรณีศึกษาอำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลตอบแทนทางด้านการเงินพร้อมกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยการผลิตข้าว 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ราชินี พันธุ์สุพรรณบุรี 35-1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 60 โดยการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง

ที่เป็นเกษตรกรชาวนา จำนวน 205 คน ที่อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี การศึกษานี้ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยสำหรับปัจจัยการผลิตและการหารายได้สุทธิจากการทำนาข้าวในแต่ละเงื่อนไขของการทำนา ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลในทางบวกต่อจำนวนผลผลิตต่อไร่ คือ ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ทั้งหมดต่อไร่ ราคาเมล็ดข้าวที่ใช้ในการหว่าน จำนวนการใส่ปุ๋ยในช่วงฤดูกาลและจำนวนการใส่ยาปราบวัชพืชในช่วงฤดูกาล ขณะที่ขนาดของพื้นที่นาข้าว ระดับการศึกษา การทำบัญชีของเกษตรกร ไม่มีผลต่อจำนวนของผลผลิตต่อไร่

ชคัตตรัย รยะสวัสดิ์ (2561) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตข้าวในจังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปทางด้านสังคม ภาวะเศรษฐกิจครัวเรือน การผลิตและการจำหน่ายผลผลิตข้าว ในจังหวัดนครราชสีมา เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตข้าวของเกษตรกรในจังหวัดนครราชสีมา และเพื่อศึกษาประสิทธิภาพเชิงเทคนิคการผลิตข้าวของเกษตรกรในจังหวัดนครราชสีมา ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณปุ๋ยเคมี ปริมาณสารเคมีป้องกันและกำจัดวัชพืช และการใส่ปุ๋ยอื่น ๆ ได้แก่ ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยคอก และฮอร์โมนบำรุง ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวที่ระดับความเชื่อมั่นต่ำกว่าร้อยละ 90 และการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อความด้อยประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตข้าวในจังหวัดนครราชสีมา เมื่อพิจารณาจาก 6 ปัจจัย คือ พื้นที่ในการเพาะปลูกข้าวทั้งหมด อายุของผู้มีอำนาจตัดสินใจในครัวเรือน การศึกษาของผู้มีอำนาจตัดสินใจในครัวเรือน จำนวนสมาชิกที่เป็นแรงงานภาคเกษตรของครัวเรือน ประสบการณ์ในการปลูกข้าว และการปลูกพืชชนิดอื่นร่วมกับการปลูกข้าว พบว่า มีเพียงแค่ปัจจัยพื้นที่ในการปลูกข้าวทั้งหมดที่ส่งผลต่อความด้อยประสิทธิภาพที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และมีค่าสัมประสิทธิ์ เท่ากับ 0.02 หมายความว่าหากเกษตรกรเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวร้อยละ 1 จะส่งผลให้ความด้อยประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 0.02 เมื่อกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่

วิธีการดำเนินการวิจัย:

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และตัวแปรตาม (Dependent Variable) ดังนี้

ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรตาม
– เนื้อที่เพาะปลูก (X_1) หน่วย: ไร่ – ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) หน่วย: ตัน – ปริมาณน้ำฝน (X_3) หน่วย: มิลลิเมตร	ปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) หน่วย: ตัน

ประชากร:

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ข้อมูลปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย ในช่วงปี 2542 ถึง 2561

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล:

การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ซึ่งเก็บรวบรวมโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 1 ประกอบไปด้วยข้อมูล ปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย เนื้อที่เพาะปลูก ปริมาณการใช้ปุ๋ย และปริมาณน้ำฝน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล:

การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อที่เพาะปลูก ปริมาณการใช้ปุ๋ย และปริมาณน้ำฝน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม โดยที่ตัวแปรอิสระ คือ เนื้อที่เพาะปลูก ปริมาณการใช้ปุ๋ย และปริมาณน้ำฝน และตัวแปรตามคือ ปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย ซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient)

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยทำการตรวจสอบข้อสมมติฐานเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ 7 ข้อ ได้แก่

1. การทดสอบการแจกแจงปรกติ โดยใช้สถิติทดสอบ Shapiro-Wilk

1.1 การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ

ได้ค่า Shapilo-Wilk = 0.967 P-value = 0.688 แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจกปรกติ

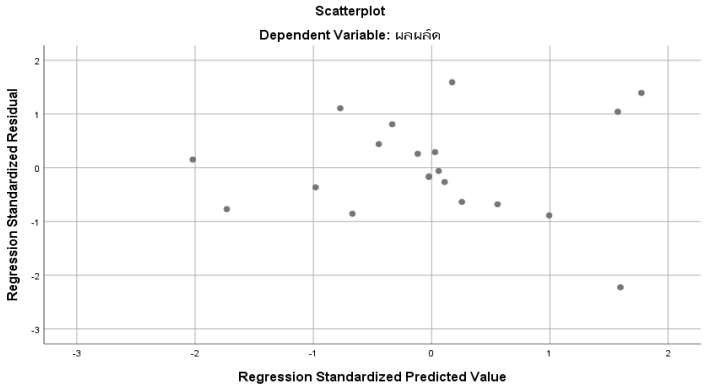
1.2 การตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของตัวแปรตามมีการแจกแจงปรกติ

ได้ค่า Shapilo-Wilk = 0.933 P-value = 0.174 แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจกปรกติ

2. การทดสอบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับศูนย์ โดยใช้สถิติทดสอบ t-test

ได้ค่า t-test = 0 P-value = 1 แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3. การทดสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนคงที่ โดยใช้กราฟพล็อตระหว่างความคลาดเคลื่อนกับค่าประมาณของ Y



จากกราฟ พล็อตระหว่างค่าของ Regression Standardized Residual บนแกน Y กับ ค่าของ Regression Standardized Predicted Value บนแกน X พบว่า จุดมีการกระจายอย่างสุ่ม หรือไม่เป็นรูปแบบ แสดงว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนคงที่

4. การทดสอบตัวแปร ε_i และ $\mathbf{x_i}$ เป็นอิสระต่อกัน โดยใช้การทดสอบสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

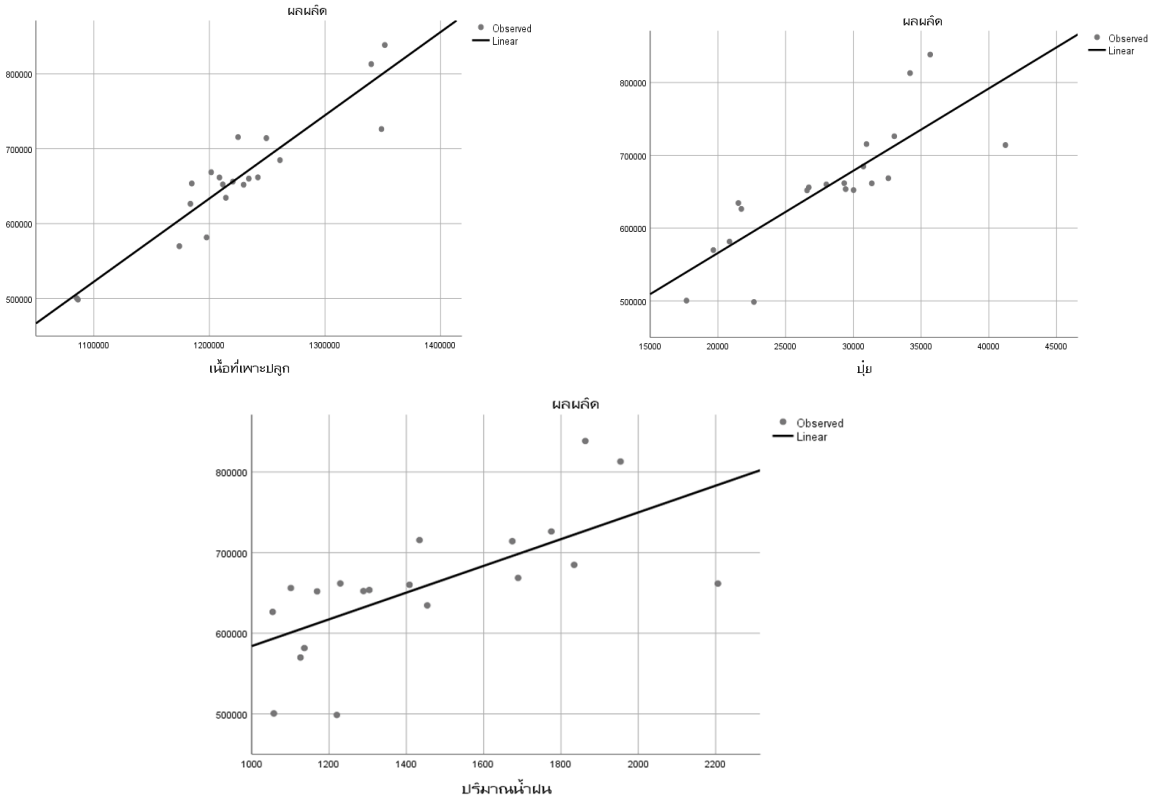
	Standardized Residual	$\mathbf{x_1}$	$\mathbf{x_2}$	$\mathbf{x_3}$
Standardized Residual	1.000	.000 (1.000)	.000 (1.000)	.000 (1.000)
$\mathbf{x_1}$		1.000	.701** (.001)	.624** (.003)
$\mathbf{x_2}$			1.000	.719** (.000)
$\mathbf{x_3}$				1.000

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือค่า P – value

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตาราง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และตัวแปรอิสระทุกตัว มีค่า P-value > 0.05 ดังนั้นสรุปได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และตัวแปรอิสระทุกตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน หรือเป็นอิสระกัน

5. การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามโดยใช้กราฟ โดยพิจารณาจากการเรียงตัวหรือกระจายตัวของจุดต่าง ๆ



จากกราฟทั้ง 3 กราฟ สามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองเป็นสมการถดถอยเชิงเส้น เนื่องจากการกระจายตัวของจุดต่าง ๆ มีลักษณะเป็นเส้นตรงที่ $\mathbf{x}$ เพิ่ม แล้ว $\mathbf{Y}$ ก็เพิ่ม

6. การทดสอบความคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระกัน โดยวิธี Durbin–Watson Test

ได้ค่า Durbin-Watson = 1.568 เมื่อทดสอบความเป็นอิสระต่อกันของความคลาดเคลื่อน โดยใช้ค่า Durbin – Watson ซึ่งในที่นี้ตัวแปรอิสระ เท่ากับ 3 จำนวนข้อมูล เท่ากับ 20 ได้ d_L = 0.998 และ d_U = 1.676 จากการทดสอบ พบว่าค่า Durbin – Watson เท่ากับ 1.563 จึงไม่สามารถสรุปได้ว่าเกิดปัญหา Autocorrelation

7. การตรวจสอบปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กัน โดยจะพิจารณาค่า Variance–Inflating Factor: VIF

ตัวแปร	Tolerance	VIF
เนื้อที่เพาะปลูก $\mathbf{X_1}$	.508	1.968
ปริมาณการใช้ปุ๋ย $\mathbf{X_2}$	.508	1.968

จากตาราง สังเกตจากค่า VIF พบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัว เข้าใกล้ 1 และค่า Tolerance มีค่าเข้าใกล้ 0 นั่นคือ ไม่เกิดปัญหา Multicolinearity จึงสรุปได้ว่าตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน

ผลการวิจัย:

ในการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย ซึ่งได้ศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิ (เก็บรวบรวมโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 1 แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการวิจัย ออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม
3. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าว ในจังหวัดเชียงราย

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป

ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด ของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ปริมาณผลผลิตข้าว ปริมาณการใช้ปุ๋ย เนื้อที่เพาะปลูก และปริมาณน้ำฝน แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด
ปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) หน่วย: ตัน	658,448.70	83,970.398	838,417	498,611
เนื้อที่เพาะปลูก (X_1) หน่วย : ไร่	1,222,435.95	70,103,575	1,351,731	1,085,185
ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) หน่วย :ตัน	28,194.55	6,041,874	41,225	17,678
ปริมาณน้ำฝนต่อปี (X_3) หน่วย : มิลลิเมตร	1,448.80	342.059	2,206	1,054

จากตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย โดยเฉลี่ยเท่ากับ 658,448.70 ตัน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 83,970.398 ตัน โดยมีปริมาณผลผลิตข้าวสูงสุด 838,417 ตัน และปริมาณผลผลิตต่ำสุด 498,611 ตัน

เนื้อที่เพาะปลูก โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,222,435.95 ไร่ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 70,103,575 ไร่ โดยมีเนื้อที่เพาะปลูกสูงสุด 1,351,731 ไร่ และเนื้อที่เพาะปลูกต่ำสุด 1,085,185 ไร่

ปริมาณการใช้ปุ๋ย โดยเฉลี่ยเท่ากับ 28,194.55 ตัน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 6,041,874 ตัน โดยมีปริมาณการใช้ปุ๋ยสูงสุด 41,225 ตัน และมีปริมาณการใช้ปุ๋ยต่ำสุด 17,678 ตัน

ปริมาณน้ำฝนต่อปี โดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,448.80 มิลลิเมตร ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 342.059 มิลลิเมตร โดยมีปริมาณน้ำฝนต่อปีสูงสุด 2,206 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนต่อปีต่ำสุด 1,054 มิลลิเมตร

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยที่ตัวแปรอิสระ คือ เนื้อที่เพาะปลูก (X_1) ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) ปริมาณน้ำฝนต่อปี (X_3) และตัวแปรตาม คือปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) ซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

	X_1	X_2	X_3
Y	.928* (.000)	.813* (.000)	.675* (.001)
X_1	1	.701** (.000)	.624** (.003)
X_2		1	.719** (.001)
X_3			1

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บคือ P – value

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม พบว่าเนื้อที่เพาะปลูก (X_1) และปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เท่ากับ 0.928 แสดงว่าเนื้อที่เพาะปลูก (X_1) และปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกันในระดับมาก อธิบายได้ว่าเมื่อเนื้อที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงรายเพิ่มขึ้น

ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) และปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เท่ากับ 0.813 แสดงว่า ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) และปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกันในระดับมาก อธิบายได้ว่า เมื่อมีปริมาณการใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงรายเพิ่มขึ้น

ปริมาณน้ำฝนต่อปี (X_3) และปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เท่ากับ 0.675 แสดงว่า ปริมาณน้ำฝนต่อปี (X_3) และปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ในระดับปานกลาง อธิบายได้ว่าเมื่อปริมาณน้ำฝนต่อปีเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงรายเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรอิสระด้วยกัน พบว่า เนื้อที่เพาะปลูก (X_1) และปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เท่ากับ 0.701 แสดงว่าเนื้อที่เพาะปลูก (X_1) และและปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกันในระดับค่อนข้างมาก อธิบายได้ว่าเมื่อเนื้อที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณการใส่ปุ๋ยของข้าวในจังหวัดเชียงรายเพิ่มขึ้น

เนื้อที่เพาะปลูก (X_1) และปริมาณน้ำฝนต่อปี (X_3) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เท่ากับ 0.624 แสดงว่า เนื้อที่เพาะปลูก (X_1)และปริมาณน้ำฝนต่อปี (X_3) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกันในระดับปานกลาง อธิบายได้ว่า เมื่อมีเนื้อที่เพาะเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดเชียงรายเพิ่มขึ้น

ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) และปริมาณน้ำฝนต่อปี (X_3) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน เท่ากับ 0.719 แสดงว่า ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) และปริมาณน้ำฝนต่อปี (X_3) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกัน ในระดับค่อนข้างมาก อธิบายได้ว่าเมื่อปริมาณการใชปุ๋ยเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่เพาะปลูกข้าวในจังหวัดเชียงรายเพิ่มขึ้น

3. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย

ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย จะใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยนำปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย ได้แก่ เนื้อที่เพาะปลูก (X_1) ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) ปริมาณน้ำฝนต่อปี (X_3) โดยใช้หลักการ Stepwise Regression Method ในการคัดเลือกตัวแปรเข้าสมการ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย ได้แก่เนื้อที่เพาะปลูก และปริมาณการใช้ปุ๋ย โดยสมการที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย คือ

$$\hat{Y} = -497{,}021.191 + 0.843X_1 + 4.438X_2$$

จากสมการถดถอยข้างต้นอธิบายได้ดังนี้

ถ้าเนื้อที่เพาะปลูก (X_1) เพิ่มขึ้น 1 ไร่ จะทำให้ปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 0.834 ตัน โดยที่ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) คงที่

ถ้าปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) เพิ่มขึ้น 1 ตัน จะทำให้ปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 4.438 ตัน โดยที่เนื้อที่เพาะปลูก (X_1) คงที่

โดยเนื้อที่เพาะปลูก และ ปริมาณการใช้ปุ๋ย สามารถอธิบายปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงรายได้ถึงร้อยละ 90.2

สรุปผลการวิจัย:

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย และเพื่อสร้างสมการการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 1 ในช่วงปี 2542 ถึง 2561 รวมระยะเวลา 20 ปี โดยเก็บข้อมูลเป็นรายปี เก็บข้อมูลปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียราย เนื้อที่เพาะปลูก ปริมาณการใช้ปุ๋ย และปริมาณน้ำฝน หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย สรุปได้ดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป

พบว่าในจังหวัดเชียงรายมีปริมาณผลผลิตข้าวที่ผลิตได้โดยเฉลี่ยเท่ากับ 658,448.70 ตัน โดยมีเนื้อที่เพาะปลูกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,222,435.95 ไร่ มีปริมาณการใช้ปุ๋ย โดยเฉลี่ยเท่ากับ 28,194.55 ตัน และมีปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,448.80 มิลลิเมตร/ปี

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามและการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่าเนื้อที่เพาะปลูก (X_1) และ ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) กับปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกันในระดับมาก ส่วนปริมาณน้ำฝนต่อปี (X_3) และปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกันในระดับปานกลาง

โดยสมการที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย คือ

$$\hat{Y} = -497{,}021.191 + 0.843X_1 + 4.438X_2$$

ซึ่งการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ค่า Adjusted R-Square เท่ากับ 0.902 นั่นคือ เนื้อที่เพาะปลูก และปริมาณการใช้ปุ๋ย สามารถอธิบายความผันแปรของปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย ได้ร้อยละ 90.20 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 9.80 เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นที่ไม่ได้นำมาพิจารณา

การประยุกต์ใช้สมการถดถอย

การประยุกต์ใช้สมการถดถอย โดยเลือกข้อมูลมา จำนวน 1 ปี จากข้อมูลทั้งหมด 20 ปี เพื่อประมาณค่าปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย (Y) จากสมการถดถอยที่ได้ และเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับค่าข้อมูลจริงว่ามีค่าใกล้เคียงกันหรือไม่ ดังนี้

ตัวแบบสมการถดถอยที่ได้ คือ

$$\hat{Y} = -497{,}021.191 + 0.843X_1 + 4.438X_2$$

ยกตัวอย่างเนื้อที่เพาะปลูก (X_1) ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) และปริมาณผลผลิตข้าว (Y) ของปี 2560 ดังนี้

เนื้อที่เพาะปลูก (X_1) = 1,208,686 ไร่

ปริมาณการใช้ปุ๋ย (X_2) = 31,359 ตัน

ปริมาณผลผลิตข้าว (Y) = 661,539 ตัน

แทนค่าในตัวแบบสมการถดถอยจะได้

$$\hat{Y} = -497{,}021.191 + 0.843(1{,}208{,}686) + 4.438(31{,}359)$$
$$= 661{,}072.349 \text{ ตัน}$$

จากการประมาณค่าปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงราย จากสมการถดถอยที่ได้พบว่า ปี 2560 จะมีปริมาณผลผลิตข้าว (Y) เท่ากับ 661,072.349 ตัน เมื่อเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ที่ได้กับค่าข้อมูลจริงที่มีค่าเท่ากับ 661,539 ตัน จะพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

อภิปรายผลการวิจัย:

จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย ได้แก่ เนื้อที่เพาะปลูก และปริมาณการใช้ปุ๋ย ซึ่งสามารถอภิปรายได้ดังนี้

เนื้อที่เพาะปลูก มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย เนื่องจากเนื้อที่เพาะปลูก คือขนาดของเนื้อที่ดินที่ทำการปลูกพืชชนิดใดชนิดหนึ่งลงไปแล้วทำให้เกิดผลผลิต และสามารถทำการเก็บเกี่ยวได้ เมื่อมีเนื้อที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้ผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงรายเพิ่มขึ้นด้วย

ปริมาณการใช้ปุ๋ย มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตของข้าวในจังหวัดเชียงราย เนื่องจากปริมาณการใช้ปุ๋ย คือปริมาณปุ๋ยที่เกษตรกรได้ใส่ลงไปในแปลงที่ดินที่ทำการปลูกพืช ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ชนิดแห้ง หน่วยเป็นกิโลกรัม เพื่อเป็นการปรับปรุงความร่วนซุยของดิน และเพิ่มเติมธาตุอาหารพืชลงไปในดิน ซึ่งพบว่า เมื่อใส่ปุ๋ยในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นและดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ [1] ที่พบว่า ปริมาณปุ๋ยเคมี ปริมาณสารเคมีป้องกันและกำจัดวัชพืช และการใส่ปุ๋ยอื่น ๆ ได้แก่ ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยคอก และฮอร์โมนบำรุง ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตข้าว และสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ [6] ที่พบว่า ปัจจัยที่มีผลในทางบวกต่อจำนวนผลผลิตต่อไร่ คือ ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ทั้งหมดต่อไร่ ราคาเมล็ดข้าวที่ใช้ในการหว่าน จำนวนการใส่ปุ๋ยในช่วงฤดูกาล และจำนวนการใส่ยาปราบวัชพืชในช่วงฤดูกาล

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย:

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์นี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ รวมทั้งข้อมูลที่สามารถเก็บได้มีเพียงข้อมูลเนื้อที่เพาะปลูก ปริมาณการใช้ปุ๋ย และปริมาณน้ำฝนต่อปีเท่านั้น จึงอาจจะมีข้อผิดพลาดในการหาตัวแบบที่เหมาะสม

2. ในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำผลการพยากรณ์ที่ได้มาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางแนะนำให้เกษตรกรในการเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวในอนาคตให้ได้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรเพิ่มตัวแปรในการวิเคราะห์ เช่น อุณหภูมิในแต่ละปี ชนิดของปุ๋ย และพันธุ์ข้าว เพื่อสามารถหาตัวแปรที่จะมาอธิบายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงรายให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2. ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลผลผลิตข้าวในจังหวัดเชียงรายเพียงจังหวัดเดียว ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจึงเป็นการแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของในจังหวัดเชียงราย ในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาในระดับพื้นที่ที่เล็กลง เพื่อที่จะได้เห็นข้อมูลได้ละเอียดขึ้น

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ส่วนสารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 1 ที่ให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัยได้นำไปพัฒนาให้เกิดองค์ความรู้ใหม่

เอกสารอ้างอิง

[1] ชคัตตรัย รยะสวัสดิ์, “การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงเทคนิคของการผลิตข้าวในจังหวัดนครราชสีมา”, วารสารชุมชน, ปีที่ 12, ฉบับที่ 2, หน้า 63-70 (2561)

[2] ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน, การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย, มหาสารคาม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2554).

[3] ประพาส วีระแพทย์, ลักษณะที่สำคัญของข้าว, สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน(3). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกลางหอรัษฎากรพิพัฒน์. (2520)

[4] สมบัติ ท้ายเรือคำ, สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัยทางการศึกษา, มหาสารคาม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยหาสารคาม. (2553).

[5] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, สถานการณ์ข้าว, ศูนย์สารสนเทศการเกษตร : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2562, จาก http://mis- app.oae.go.th/product/%E0%B8%82%E0% B9%89%E0%B8%B2 %E0%B8%A

[6] Chaisiri Kumchatpai, Financial and production functions of rice farming analysis: a case study of Lardlumkeaw district, Pathumthanee province, Master's thesis of science Mahidol University, 2006.

การประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองคอนเวย์-แม็กซ์เวลล์-ปัวซง กับจำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนในเขตกรุงเทพมหานคร

An Application of the Conway-Maxwell-Poisson Model with the Number of Deaths from Road Traffic Accidents in Bangkok

ธนสิทธิ์ พูลสมบัติ[1], แสงดาว วงค์สาย[1] และ ธีระวัฒน์ สิมมาจันทร์[1*]

Tanasit Poolsombut[1], Sangdao Wongsai[1] and Teerawat Simmachan[1*]

[1]*สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ศูนย์รังสิต) ปทุมธานี 12120 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ธีระวัฒน์ สิมมาจันทร์ อีเมล: teerawat@mathstat.sci.tu.ac.th

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองคอนเวย์-แม็กซ์เวลล์-ปัวซงในการคาดการณ์จำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนใน 31 เขตของจังหวัดกรุงเทพมหานคร ในระหว่างปี พ.ศ. 2556-2558 โดยรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุและการปริมาณจราจรจากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ตัวแปรตาม คือ จำนวนผู้เสียชีวิตในการเกิดอุบัติเหตุแต่ละครั้ง ซึ่งมีลักษณะเป็นการกระจายตัวของข้อมูลจำนวนนับที่มีค่าความแปรปรวนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุรวมทั้งสิ้น 21,754 ครั้งได้ถูกแบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนและชุดทดสอบโดยใช้วิธีแบบสุ่มด้วยการแบ่งร้อยละเป็นอัตราส่วน 80:20 ผลการวิจัยพบว่า รากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและค่าความถูกต้องของข้อมูลชุดฝึกสอนเท่ากับ 0.7575 และ 59.44% ตามลำดับ การทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบโดยใช้ข้อมูลชุดทดสอบมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 60.12% แต่พบว่าค่าพยากรณ์ในรายครั้งการเกิดอุบัติเหตุยังมีความคลาดเคลื่อนที่สูง ในงานวิจัยครั้งต่อไปควรประยุกต์ใช้ตัวแบบการถดถอยที่มีผลกระทบจากค่าศูนย์

คำสำคัญ : แบบจำลองคอนเวย์-แม็กเวลล์-ปัวซง, จำนวนนับที่มีค่าความแปรปรวนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย, การเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ, จำนวนนับที่มีค่าศูนย์

Abstract:

The objective of this research was to develop the Conway-Maxwell-Poisson model for predicting the number of deaths due to road traffic accidents from 31 districts in Bangkok, Thailand, during 2013-2015, based on the data collected from the Department of Disaster Prevention and Mitigation. A response variable was the number of deaths at a given road accident, that had an under-dispersed count data distribution. A total number of 21,754 observations was divided into the training and testing sets with an 80:20 ratio using a percentage spilt at random. Results show that a root mean squared error and a model accuracy for the training data were 0.7575 and 59.44%, respectively. A model performance a model accuracy of testing data was 60.12%, indicating a high variability in predicting the outcome with an individual accident. A zero-inflated regression model is recommended to be carried out in a further study.

Keywords : Conway-Maxwell-Poisson regression, Under-dispersed count data, Accidental death, Zero counts

บทนำ:

การเกิดอุบัติเหตุทางถนนเป็นหนึ่งในปัญหาที่มีมาอย่างยาวนานและเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทยเนื่องจากในทุก ๆ ปีจะมีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก รวมทั้งมูลค่าความเสียหายของทรัพย์สินที่เกิดจากอุบัติเหตุทางถนนเป็นจำนวนมหาศาล ในปีพ.ศ.2554 – 2564 องค์กรสหประชาชาติได้กำหนดให้เป็นทศวรรษแห่งการปฏิบัติการ เพื่อความปลอดภัยทางถนน (Decade of action for Road Safety) เพื่อให้แต่ละประเทศสมาชิกกำหนดทิศทางแผนงานและมาตรการในการแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุทางถนน โดยมีเป้าหมายลดอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนของทั้งโลกถึงร้อยละ 50 ในปี พ.ศ. 2563 ซึ่งทำให้เห็นว่าประเทศไทยมีอัตราการการเสียชีวิตต่ออัตราประชากรแสนคน เฉลี่ยปีละ 19.92 คน ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์สูงเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่มีรายได้ประชาชาติสูงและประเทศภูมิภาคเอเชียบางประเทศ เช่น สิงคโปร์ที่มีอัตราเสียชีวิต 4.8 คนต่อประชากรหนึ่งแสนคน ประเทศญี่ปุ่นมีอัตราการเสียชีวิต 5 คน ต่อประชากรหนึ่งแสนคน การเสียชีวิตของชาวไทยจากอุบัติเหตุทางถนนจัดอยู่ในอันดับที่ 6 ของโลก [1] ดังนั้นปัญหาอุบัติเหตุทางถนนเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องให้ความสำคัญในการแก้ไขปัญหา การวิเคราะห์การถดถอย (เช่น แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นการถดถอยปัวซงและการถดถอยแบบทวินามนิเสธ) เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนเพราะสามารถระบุความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดอุบัติเหตุกับปัจจัยเสี่ย ได้ชัดเจนอย่างไรก็ตามแบบจำลองการถดถอยส่วนใหญ่มีสมมติฐานรูปแบบและความสัมพันธ์พื้นฐานที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเป็นของตัวเอง [3] งานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความถี่ของอุบัติเหตุส่วนใหญ่อาศัยโมเดลทางสถิติเพราะการเกิดขึ้นของอุบัติเหตุทางถนนถือได้ว่าเป็นตัวแปรสุ่ม

Chang และคณะ ปี ค.ศ. 2002 ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจราจรบนทางด่วน โดยใช้ข้อมูลอุบัติเหตุจากปี 1997 ถึง 1998 ในไต้หวัน และใช้การวิเคราะห์การถดถอยปัวซงและการถดถอยทวินามนิเสธ การศึกษาแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองทวินามนิเสธมีความเหมาะสมกว่าแบบจำลองปัวซง โดยจำนวนช่องทาง, สัดส่วนของรถบรรทุก, ความยาวของส่วนถนนและการจราจรปริมาณมีความหมายและมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนอุบัติเหตุจราจร [14]

Liande Zhong ปี ค.ศ. 2008 ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงกับปัจจัยต่าง ๆ ของถนน, คุณลักษณะของการจราจรและคุณลักษณะด้านสิ่งแวดล้อมและปัจจัยอื่น ๆ การศึกษาแสดงให้เห็นว่า เส้นโค้งเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยเส้นโค้ง, อัตราส่วนยานพาหนะ, ความเร็วมาตรฐานของยานพาหนะและความเร็วมีผลกระทบอย่างยิ่งต่อการเกิดขึ้นของอุบัติเหตุจราจร [5]

นอกจากนี้มีการศึกษาด้านแบบจำลองทางสถิติที่ประยุกต์ใช้แบบจำลองการถดถอยปัวซง (Poisson Regression) เปรียบเทียบกับแบบจำลองทวินามนิเสธเพื่อหาความเหมาะสมต่อการนำไปใช้คาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุบนทางหลวง เช่น ในประเทศอังกฤษ Memon ปี ค.ศ. 20011 [3] และประเทศ แคนาดา Sawalha และ Sayed ปี ค.ศ. 2005 [6] เป็นต้น

Lord และคณะ ปี ค.ศ. 2018 ได้ใช้ Conway – Maxwell – Poisson (CMP) generalized linear model (GLM) สำหรับการสร้างแบบจำลองการชนของยานยนต์ การแจกแจง CMP ซึ่งพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1962 เพิ่งได้รับการแนะนำให้รู้จักกับนักสถิติอีกครั้งสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลการนับที่อยู่ภายใต้การกระจายตัวสูง (Over-dispersion) และการกระจายตัวต่ำ (Under-dispersion) โดย CMP เป็นส่วนขยายของการแจกแจงปัวซง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการประยุกต์ใช้ CMP GLM ในการวิเคราะห์การชนของยานยนต์และเปรียบเทียบผลลัพธ์กับแบบจำลองทวินามนิเสธ

(NB) ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า CMP ทำงานได้ดีเช่นเดียวกับแบบจำลอง NB และประสิทธิภาพการทำนายจากข้อมูลจริงของแบบจำลอง CMP ยังสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีกระจายตัวต่ำหรือการกระจายตัวสูงได้ [7]

อีกทั้งงานวิจัยของ Lord, Geedipally และ Guikema ปี ค.ศ. 2010 ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า CMP GLM สามารถจัดการข้อมูลความผิดพลาดได้เมื่อผลลัพธ์การสร้างแบบจำลองแสดงสัญญาณของข้อมูลที่มีการกระจายตัวต่ำ ทำให้เห็นว่า CMP มีประสิทธิภาพทางสถิติที่ดีกว่าแบบจำลองความน่าจะเป็นแกมม่าและแบบจำลองปัวซงแบบดั้งเดิม ซึ่งข้อมูลที่ใช้ศึกษาจะมีลักษณะที่มีศูนย์เป็นจำนวนมาก [15]

จากแบบจำลองพื้นฐานดังที่กล่าวมานี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้แบบจำลองภายใต้การแจงแจงคอนเวย์-แม็กเวลลล์-ปัวซง เนื่องจากเป็นการแจกแจงแบบผสมที่ประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ (Over-dispersion และ Under-dispersion) [2] เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแบบจำลองอุบัติเหตุทางถนนที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิต ภายในกรุงเทพมหานคร 31 เขต โดยอาศัยข้อมูลจากฐานข้อมูลสถิติอุบัติเหตุย้อนหลัง 3 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 ถึง 2558 รวมทั้งปัจจัยด้านการจราจรและลักษณะของสภาพสายทางของถนน

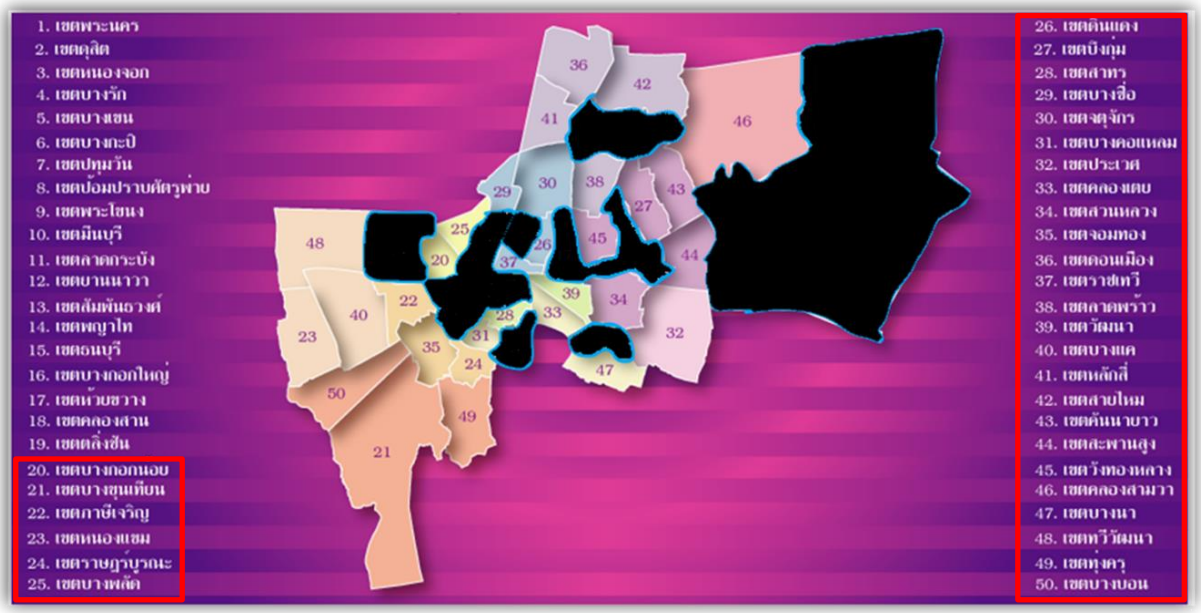
ระเบียบวิธี:

3.1 ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ได้นำข้อมูลสถิติอุบัติเหตุทางถนนภายในเขตกรุงเทพมหานคร 31 เขต (รูปที่ 1A และ 1B) ตั้งแต่เขตบางกอกน้อยถึงเขตบางบอน โดยเรียงตามรหัสเขต (1020 ถึง 1050) รวมทั้งปัจจัยต่าง ๆ ประกอบด้วย ลักษณะพื้นผิวถนน, ประเภทสายทาง, สภาพสายทาง, สภาพอากาศ และปริมาณการจราจรโดยแยกตามรายเดือน โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2556 ถึง 30 ธันวาคม 2558 ซึ่งแหล่งข้อมูลมาจากการผนวกรวมฐานข้อมูล 3 กลุ่ม ได้แก่ ฐานข้อมูลสถิติอุบติเหตุทางถนนจากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย เป็นข้อมูลที่แสดงถึงรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งบนสายทาง ประกอบด้วย ตำแหน่งที่เกิดอุบติเหตุ, ลักษณะของบริเวณที่เกิดอุบติเหตุและช่วงเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ นอกจากนี้ดัชนีรถติดเฉลี่ยต่อเดือนถูกรวบรวมโดยบริษัทเมตามีเดียและฐานข้อมูลปริมาณการจราจรถูกรวบรวมโดยกรมทางหลวง จากข้อมูลตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 จนถึง 2558 พบว่ามีอุบติเหตุทางถนนที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิตทั้งสิ้น 21,754 ครั้ง



รูปที่ 1A พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
(ที่มา : http://th.wikipedia.org/กรุงเทพมหานคร)



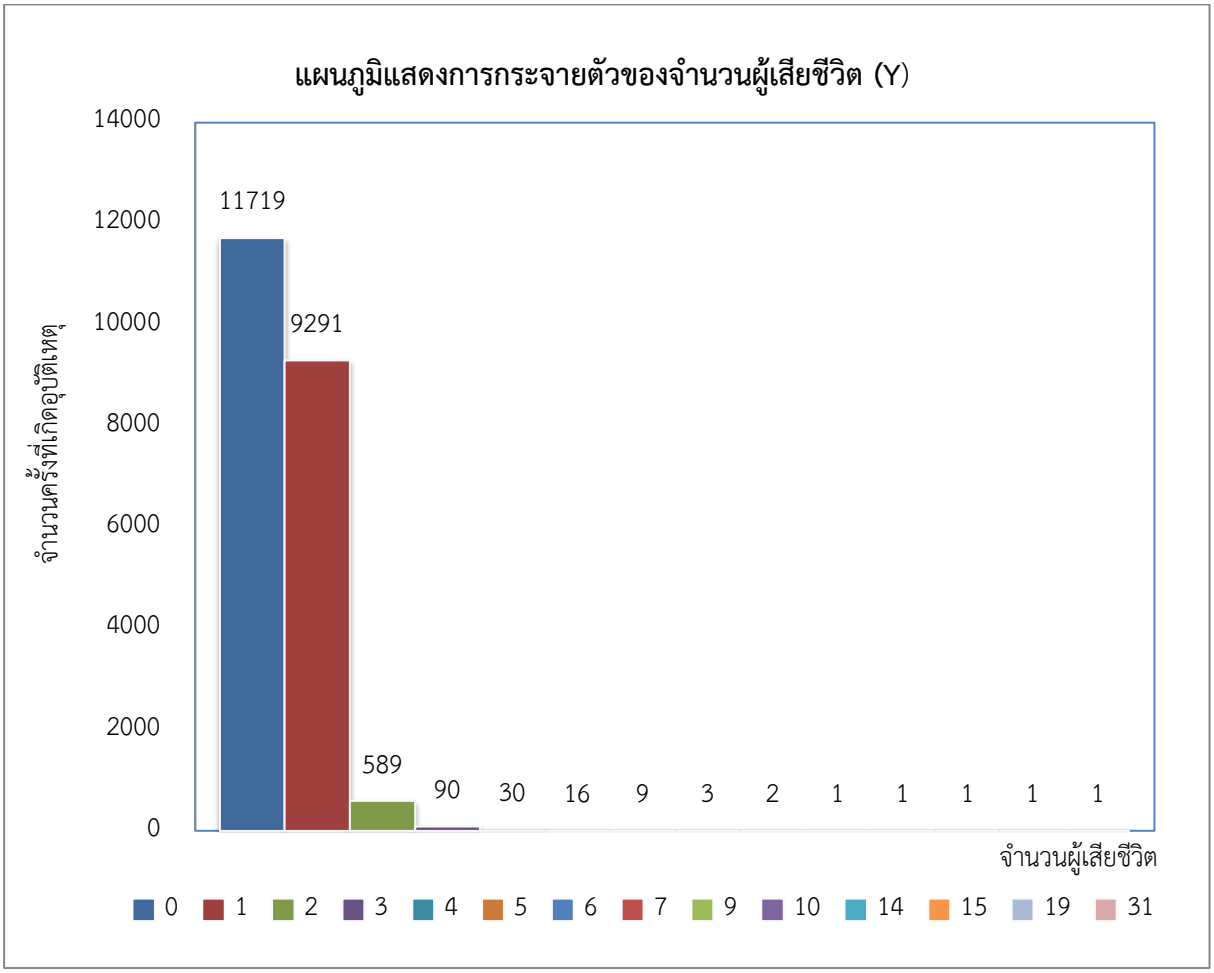
รูปที่ 1B พื้นที่ศึกษาภายในกรุงเทพมหานคร 31 เขต
(ที่มา : http://dek-d.com/board/view/1540398)

ตารางที่1 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวแปร	คำอธิบาย	ค่าเฉลี่ย	SD
HUMAN_DEAD	จำนวนผู้ที่เสียชีวิต (ราย/จุดเกิดเหตุ)	-	-
TRAFFIC_INDEX	ดัชนีรถติด คือ ตัวชี้วัดสภาพความติดขัดเฉลี่ยต่อเดือน (0-10; 0 = รถไม่ติดเลย, 10 = รถติดทุกถนน)	2.56	0.41
AADT_TRAFFIC	ปริมาณการจราจรต่อวันเฉลี่ยตลอดปี (พันคัน/วัน)	64.02	1.72
ROADTYPE_ID	ประเภทสายทาง : 1 ถนนกรมทางหลวง, 2 ถนนกรมทางหลวงชนบท, 3 ถนนในเมือง(เทศบาล), 4 ถนนในอบต./หมู่บ้าน และ5 อื่น ๆ	-	-
ACDPOINT_ID	ลักษณะสายทาง : 1 ทางตรง, 2 ทางโค้ง, 3 ทางแยก, 4 ทางคนข้าม และ 5 ทางมีสิ่ง-กีดขวาง	-	-
ATMOSPHEE_ID	สภาพอากาศ : 1 แจ่มใส, 2 มีหมอก, 3 ฝนตก และ 4 ควันฝุ่น	-	-
LIGHT_ID	ช่วงเวลา : 1 กลางวัน, 2 กลางคืนมีแสงไฟฟ้า และ3 กลางคืนไม่มีแสงไฟฟ้า	-	-
ROADSKIN_ID	พื้นผิวถนน : 1 แห้ง, 2 เปียก, 3 คลื่น/หลุมบ่อ และ 4 อื่นๆ	-	-

ตารางที่ 2 จำนวนครั้งของอุบัติเหตุจำแนกตามกลุ่มผู้เสียชีวิต

Y : จำนวนผู้เสียชีวิต (ราย/จุด)	จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)
0	11,719
1	9,291
2	589
3	90
4	30
5	16
6	9
7	3
9	2
10	1
14	1
15	1
19	1
31	1
รวม	21,754
จำนวนผู้เสียชีวิตทั้งหมด (คน)	11,121



แผนภูมิที่ 1 แผนภูมิแสดงการกระจายตัวของจำนวนผู้เสียชีวิต

3.2 แบบจำลองทางสถิติ

เนื่องจากข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุทางถนนเป็นข้อมูลจำนวนนับ (Count Data) การแจกแจงของข้อมูลแจงนับที่รู้จักโดยทั่วไปได้แก่ การแจกแจงปัวซงที่มีพารามิเตอร์ λ ซึ่งเป็นตัวแบบพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีคุณสมบัติการกระจายเท่ากัน (Equi-dispersion) นั่นคือค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับความแปรปรวน อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติข้อมูลอาจมีค่าเฉลี่ยที่ไม่เท่ากับความแปรปรวนนั่นคือ ถ้าความแปรปรวนมากกว่าค่าเฉลี่ย เรียกกรณีนี้ว่า Over-dispersion และกรณีที่ความแปรปรวนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย ซึ่งเรียกกรณีนี้ว่า Under-dispersion ด้วยเหตุนี้เราจึงสนใจการแจกแจง Conway-Maxwell-Poisson (CMP) [3, 11] ซึ่งเป็นการแจกแจงนัยทั่วไปและครอบคลุมข้อมูลที่เป็น Over-dispersion และ Under-dispersion โดยฟังก์ชันความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม Y ภายใต้การแจกแจง Conway-Maxwell-Poisson (CMP) ที่มีพารามิเตอร์ λ และ ν และฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็น (PMF) ดังสมการที่ (1) และ (2)

$$f\left(y;\lambda,\nu\right)=\frac{1}{Z\left(\lambda,\nu\right)}\frac{\lambda^{y}}{\left(y!\right)^{\nu}} \quad \text{โดย} \quad y=0,1,2,... \tag{1}$$

$$Z\left(\lambda,\nu\right)=\sum_{n=0}^{\infty}\frac{\lambda^{n}}{\left(j!\right)^{\nu}} \tag{2}$$

$\lambda > 0$, $\nu > 0$ และ $Z(\lambda,\nu)$ เป็นค่าคงที่ซึ่งได้จากการประมาณ ในที่นี้การแจกแจง CMP สามารถทำให้อยู่ในรูปการแจกแจงไม่ต่อเนื่องอื่น ๆได้ เมื่อพารามิเตอร์ ν มีการแปรผัน เช่น เมื่อ $\nu = 1$ ทำให้ $Z(\lambda,\nu)$ ลู่เข้าใกล้ $1+\lambda$ ซึ่งสอดคล้องกับการแจกแจงแบร์นูลลีที่มีพารามิเตอร์ $\lambda/(1+\lambda)$ และในกรณีที่ $\nu = 0$ และ $0 < \lambda < 1$ จะทำให้ $Z(\lambda,\nu) = 1/(1-\lambda)$ จะสอดคล้องกับการแจกแจงเรขาคณิตที่มีพารามิเตอร์ $1-\lambda$ ซึ่งการแจกแจง CMP มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนดังสมการที่ (3) และ (4)

$$E(Y) \approx \lambda^{1/\nu} - \frac{1-\nu}{2\nu} \tag{3}$$

$$V(Y) \approx \frac{\lambda^{1/\nu}}{\nu} \tag{4}$$

อัตราส่วนของความแปรปรวนและค่าเฉลี่ย $\frac{V(Y)}{E(Y)} \approx \frac{1}{\nu}$ จะได้ว่า $\nu < 1$ กรณีที่เป็น Over-dispersion และ $\nu > 1$ กรณีที่เป็น Under-dispersion [3]

เนื่องค่า ν ควรจะมีค่าน้อยสำหรับข้อมูลที่มีการกระจายตัวมากเกินไป (Over-dispersion) โดยพารามิเตอร์เหล่านี้จะทำให้รูปแบบของแบบจำลองคอนเวย-แม็กเวลล์-ปัวซง ขึ้นอยู่กับสูตรดั้งเดิมของการแจกแจงคอนเวย์-แม็กซ์เวลล์-ปัวซงก่อนหน้านี้ซึ่งให้ยากต่อการตีความและประยุกต์ใช้ได้ยากสำหรับข้อมูลที่เป็น Over-dispersion เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานี้ Guikema และ Coffelt ปี ค.ศ. 2008 ได้นำเสนอพารามิเตอร์รูปแบบใหม่ของหารแจกแจงคอนเวย์-แม็กซ์เวลล์-ปัวซง โดยการแทนที่เพื่อให้ได้พารามิเตอร์กลางที่ชัดเจน มีฟังก์ชันมวลความน่าจะเป็น (PMF) เป็นดังนี้

$$P(Y = y \mid \mu,\nu) = \left(\frac{\mu^y}{y!}\right)^{\nu} \frac{1}{S(\mu,\nu)} \quad \text{โดย} \quad y = 0,1,2,\ldots \tag{5}$$

$$S(\mu,\nu) = \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{\mu^n}{n!}\right)^{\nu} \quad \text{โดย แทน} \quad \mu = \lambda^{1/\nu} \tag{6}$$

ด้วยการปรับพารามิเตอร์ใหม่นี้ ความสำคัญของ $\mu = \lambda^{1/\nu}$ อนุญาตให้ ν รักษาบทบาทของพารามิเตอร์บ่งรูปร่าง (Shape Parameter) เพื่อใช้ในการระบุถึงการกระจายตัวของข้อมูล

Guikema และ Coffelt ปี 2008 พัฒนาเฟรมเวิร์ก CMP GLM โดยใช้เฟรมเวิร์กแบบเบย์ใน WinBUGS สำหรับการสร้างแบบจำลองข้อมูลการนับแบบไม่ต่อเนื่อง [8] สมการ (7) และ (8) อธิบายถึงกรอบการสร้างแบบจำลองที่เป็นฟังก์ชั่นลิ้งก์คู่เป็นดังนี้

$$\ln(\mu) = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_i x_i \tag{7}$$

$$\ln(\nu) = \gamma_0 + \sum_{j=1}^{q} \gamma_i z_i \quad (8)$$

การวิเคราะห์การถดถอยที่อธิบายไว้ข้างต้นมีความยืดหยุ่นสูงและตีความได้ง่าย มันสามารถสร้างแบบจำลองชุดข้อมูลหรือจำนวนนับที่มีการกระจายตัวมากเกินไปและชุดข้อมูลหรือจำนวนนับที่มีการกระจายตัวน้อยเกินไป (สำหรับรุ่นคู่ลิงค์เท่านั้น เนื่องจากคุณลักษณะการกระจายถูกจับโดยใช้พารามิเตอร์รูปร่างขึ้นอยู่กับตัวแปรร่วม) การให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมและปัจจัยปัญหาการอุบัติเหตุทางถนนและค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนที่คาดการณ์ไว้นั้นประมาณโดยง่ายขึ้นอยู่กับตัวแปรร่วม และการประมาณพารามิเตอร์การกระจายตัว ในบทความนี้ได้ทำการคำนวณ ν ตามแบบ (Miaou, Lord & Hauer, Heydecker และ Wu) ที่ทำให้สามารถประมาณ ν ได้ง่ายขึ้นด้วย $\frac{V(Y)}{E(Y)} \approx \frac{1}{\nu}$ [9, 10, 11]

3.3 การประเมินประสิทธิภาพ

มีเกณฑ์หลายอย่างที่ใช้กันทั่วไปสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบ เช่น ใช้เกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE), สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2), เกณฑ์สารสนเทศของอะกะอิเคะ (AIC), ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE) หรือ เป็นต้น งานวิจัยของ Lopatin และคณะ ปี ค.ศ. 2016 ได้ทำการศึกษาและทำนายการเจริญเติบโตของพืชที่มีท่อลำเลียง โดยใช้ข้อมูลของ LiDAR ในป่าดิบชื้นในชิลีโดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสองแบบจำลองระหว่างแบบจำลองทวินามนิเสธและแบบจำลองป่าสุ่ม ข้อมูลนั้นได้ใช้เกณฑ์ใช้เกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย,ความเอนเอียง และความแม่นนำ [12] นอกจากนี้ Bing le และคณะ ปี ค.ศ. 2016 ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายระดับน้ำในทะสาปโปยังในจีน โดยเปรียบเทียบแบบจำลองป่าสุ่มกับแบบจำลองอื่น ๆ โดยมีเกณฑ์ ได้แก่ รากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE), สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เช่นเดียวกัน [13] chang และคณะ ปี 2006 ได้ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคาดการณ์ของแบบจำลองป่าสุ่ม (Random Forest) และ แบบจำลองทวินามนิเสธ (Negative Binomial) โดยใช้เกณฑ์ความแม่นยำในการทำนายได้ถูกต้อง พบว่าแบบจำลองป่าสุ่มให้ค่าความแม่นยำที่สูงกว่าแบบจำลองทวินามนิเสธ [14]

ซึ่งในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้เกณฑ์พิจารณาความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ 3 เกณฑ์ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ค่าความแม่นยำ (Accuracy) และใช้เกณฑ์ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) วิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่า R^2 และ RMSE ที่ต่ำที่สุดและให้ความแม่นยำสูงที่สุดแสดงว่าเป็นวิธีการพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ได้แม่นยำที่สุด มีการระบุไว้ดังสมการ (9) และ (10) ดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \tilde{y}_i)^2 / n} \quad (9)$$

$$Pseudo\, R^2 = 1 - \frac{D(y;\hat{\mu})}{D(y;\bar{y})} \quad (10)$$

โดยที่ y_i คือ จำนวนผู้เสียชีวิต $\tilde{y}_i$ คือ ค่าคาดการณ์จำนวนผู้เสียชีวิตและ $\bar{y}_i$ คือ จำนวนผู้เสียชีวิตโดยเฉลี่ย [12]

4. ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุทั้งหมด 21,754 ครั้ง และมีจำนวนผู้เสียชีวิตทั้งหมด 11,121 คน ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุดด้วยกัน ได้แก่ ข้อมูลสร้าง = 17,403 (80%) และข้อมูลทดสอบ = 4,351 (20%) จากนั้นได้ทำการสร้าง

แบบจำลองคอนเวย์-แม็กซ์เวลล์-ปัวซง ตามลำดับโดยวัดจากค่าเกณฑ์ข้อสนเทศของอาไคเคะ (Akaike's Information Criterion: AIC) ที่สูงที่สุดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยแสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์จากแบบจำลองคอนเวย์-แม็กซ์เวลล์-ปัวซง

Coefficients	Estimate	SD	P-value
Intercept	0.0222	0.4278	0.9587
TYPE_ID			
2 :ถนนกรมทางหลวงชนบท	-0.1924	0.0248	0.0000
3 : ถนนในเมือง(เทศบาล)	-0.4616	0.0350	0.0000
4 : ถนนในอบต./หมู่บ้าน	-0.8213	0.0308	0.0000
5 : อื่นๆ	-0.4850	0.0481	0.0000
ACDPOINT_ID			
2 : ทางโค้งถนนกรมทางหลวง	0.1301	0.0267	0.0000
3 : ทางแยก	-0.2085	0.0292	0.0000
4 : ทางคนข้าม	-0.0553	0.1891	0.7698
5 : ทางมีสิ่งกีดขวาง	0.1198	0.0398	0.0026
ATMOSPHERE			
2 : มีหมอก	-0.1308	0.0700	0.0615
3: ฝนตก	0.2665	0.0753	0.0004
4 : ควัน/ฝุ่น	0.0073	0.0291	0.8025
LIGHT_ID			
2 : กลางคืนมีแสง	0.1088	0.0249	0.0000
3 : กลางคืน (มืด)	0.3084	0.0241	0.0000
ROADSKIN_ID			
2 : เปียก	-0.1781	0.0729	0.0146
3 : คลื่น/หลุม	-0.3105	0.0757	0.0000
4 : อื่นๆ	-0.0977	0.0421	0.0204
TRAFFIC_IND	0.10619	0.0210	0.0000
AADT_TRAFFI	0.0000	0.0000	0.0459
ν (Dispersion Parameter) = 1.09802			0.0217

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองคอนเวย์แม็กซ์เวลล์ปัวซงใช้ตัวแปรทั้งหมด 7 ตัวแปรซึ่งเป็นแบบจำลองที่ให้ค่า AIC ต่ำที่สุด จากแบบจำลองจะได้ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของการเกิดอุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิต ได้แก่ ในช่วงเวลากลางคืน(มืด) รองลงมาคือ สถาพอากาศในช่วงที่ฝนตก เนื่องจากในเวลากลางคืนที่ไม่มีแสงไฟหรือฝนตกอาจจะส่งผลให้วิสัยทัศน์ในการขับขี่ยานพาหนะลดลง จึงมีโอกาสให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนสูงอันเป็นสาเหตุให้เกิดการเสียชีวิต นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่ ลักษณะสายทางที่เป็นทางโค้ง, ช่วงกลางคืนที่มีแสงไฟ, ลักษณะสายทางที่มีสิ่ง-กีดขวาง และดัชนีรถติดและบรรยากาศที่เต็มไปด้วยฝุ่น/ควัน ตามลำดับ

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองคาดการณ์

ข้อมูลชุดฝึกสอน คอนเวย์-แม็กเวลล์-ปัวซง

ค่าพยากรณ์	ค่าจริง													
	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10	14	15	31	รวม
0	5,458	2,544	138	20	6	1	2	0	1	0	0	0	0	8,170
1	3,912	4,886	335	56	19	12	6	3	0	1	1	1	1	9,233
รวม	9,370	7,430	473	76	25	13	8	3	1	1	1	1	1	17,403

ความแม่นยำในการคาดการณ์ = 59.44%

ข้อมูลชุดทดสอบ คอนเวย์-แม็กเวลล์-ปัวซง

ค่าพยากรณ์	ค่าจริง									
	0	1	2	3	4	5	6	9	19	รวม
0	1,392	637	35	3	0	0	0	0	0	2,067
1	957	1,224	81	11	5	3	1	1	1	2,284
รวม	2,349	1,861	116	14	5	3	1	1	1	4,351

ความแม่นยำในการคาดการณ์ = 60.12%

จากตารางที่ 4 พบว่า จากข้อมูลชุดฝึกสอน แบบจำลอง CMP สามารถการคาดการณ์ผู้เสียชีวิตออกมาได้เพียงแค่จำนวนผู้เสียชีวิตศูนย์คน และ จำนวนผู้เสียชีวิตหนึ่งคนเท่านั้น โดยแบบจำลองคาดการณ์ว่าจะมีผู้เสียชีวิตศูนย์คนและผู้เสียชีวิตหนึ่งคนเป็นจำนวน 5,458 คน และ 4,886 คน ตามลำดับ จากจำนวนผู้เสียชีวิตศูนย์คนและผู้เสียชีวิตหนึ่งคนที่เกิดขึ้นจริง คือ 9,370 คน และ 7,430 คน จะได้ว่าแบบจำลอง CMP สามารถคาดการณ์ได้ถูกต้อง 59.44%

ส่วนข้อมูลชุดทดสอบแบบจำลอง CMP สามารถการคาดการณ์ผู้เสียชีวิตออกมาได้เพียงแค่จำนวนผู้เสียชีวิตศูนย์คนและจำนวนผู้เสียชีวิตหนึ่งคนเช่นเดียวกัน โดยแบบจำลองคาดการณ์ว่าจะมีผู้เสียชีวิตศูนย์คนและผู้เสียชีวิตหนึ่งคนเป็นจำนวน 1,392 คน และ 1,224 คน ตามลำดับ จากจำนวนผู้เสียชีวิตศูนย์คนและผู้เสียชีวิตหนึ่งคนที่เกิดขึ้นจริง คือ 2,349 คน และ 1,861 คน จะได้ว่าแบบจำลอง CMP สามารถคาดการณ์ได้ถูกต้อง 60.12% ซึ่งมีความแม่นยำที่ใกล้เคียงกับข้อมูลชุดฝึกสอน

ตารางที่ 5 แสดงเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลอง CMP ระหว่างข้อมูลชุดสร้างและชุดทดสอบ

ตัวแบบ	RMSE	R^2	Accuracy (%)
CMP (ชุดฝึกสอน)	0.7575	0.3029	59.44
CMP (ชุดทดสอบ)	0.8392	0.2617	60.12

5. สรุปผล

บทความนี้ได้นำเสนอถึงการประสิทธิภาพการคาดการณ์ของแบบจำลอง CMP เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นทางด้านความปลอดภัยทางถนน จากผลการศึกษาพบว่า แบบจำลอง CMP มีประสิทธิภาพและความถูกต้องที่ใกล้เคียงทั้งข้อมูลชุดฝึกสอนและข้อมูลชุดทดสอบ โดยมี ค่า R^2 และความถูกต้อง เท่ากับ 0.3029, 59.44% และ 0.2617, 60.12% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ถึงแม้ว่าแบบจำลอง CMP จะมีประสิทธิภาพในการคาดการณ์ข้อมูลชุดฝึกสอนและข้อมูลชุดทดสอบที่ไม่สูงนัก แต่อย่างไรก็ตามความถูกต้องในการคาดการณ์ของแบบจำลอง CMP ยังคงมีความเสถียร หากนำแบบจำลองที่ได้จากข้อมูลชุดสร้างไปคาดการณ์ข้อมูลอุบัติเหตุชุดอื่น ๆ ในลักษณะเดียวกันซึ่งในที่นี้คือข้อมูลชุดทดสอบนั้นเอง นอกจากนี้ข้อจำกัดที่สำคัญก็คือ ลักษณะของข้อมูลที่ได้นำมาเป็นกรณีศึกษานั้นเป็นข้อมูลที่มีลักษณะการกระจายตัวต่ำ (Under-dispersion) โดย ν เท่ากับ 1.09802 ที่มีค่าศูนย์และหนึ่งเป็นจำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับงายวิจัยของ Lord และคณะ ปี ค.ศ. 2018 ที่ว่า แบบจำลอง CMP สามารถจัดการกับข้อมูลที่มีการกระจายตัวสูงหรือข้อมูลที่มีการกระจายตัวต่ำได้ดีพอสมควรเมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองอื่นๆที่ใช้กับข้อมูลจำนวนนับ [7] อีกทั้งงานวิจัยของ Lord, Geedipally และ Guikema ปี ค.ศ. 2010 ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า CMP สามารถจัดการข้อมูลความผิดพลาดได้เมื่อผลลัพธ์การสร้างแบบจำลองแสดงสัญญาณของข้อมูลที่มีการกระจายตัวต่ำ ทำให้เห็นว่า CMP มีประสิทธิภาพทางสถิติที่ดีกว่าแบบจำลองความน่าจะเป็นแกมม่าและแบบจำลองปัวซงแบบดั้งเดิม [15]

อย่างไรก็ตามสำหรับชุดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้แม้ว่าจะพบผลลัพธ์ที่ได้จาก CMP จะมีความน่าสนใจในการวิจัยครั้งต่อไปควรดำเนินการโดยใช้ชุดข้อมูลที่แตกต่างกันเพื่อยืนยันสิ่งที่พบในงานวิจัยนี้ อีกทั้งการวิเคราะห์ที่เสนอควรศึกษาความสามารถของ CMP สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการกระจายตัวสูงและข้อมูลที่มีการกระจายตัวต่ำ รวมไปถึงขนาดตัวอย่างที่อาจส่งผลการประสิทธิภาพในการคาดการณ์ของแบบจำลอง CMP นอกจากนี้เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์ในงานวิจัยครั้งในได้ใช้วิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์การกระจายตัว (ν) ซึ่งไม่ได้ใช้ฟังก์ชั่นลิ้งก์คู่ ทั้งยังมีโอกาสสามารถพัฒนาวิธีการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางสถิติประเภทอื่น ๆ ที่อาจจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ได้ด้วยเพื่อเป็นการบูรณการให้แบบจำลองการคาดการณ์จำนวนอุบัติเหตุที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิตที่จะเกิดขึ้นในประเทศไทยมีประสิทธิภาพมีความถูกต้องและมีความแม่นยำยิ่งขึ้น อันจะเป็นประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุทางถนนต่อไปได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, กรมทางหลวงแห่งประเทศไทย และบริษัทเมต้ามีเดียที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ และสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ในการสนับสนุนสถานที่และส่งเสริมงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] พงศธร เข็มทอง, “แบบจำลองคาดการณ์อุบัติเหตุบนถนนสองช่องจราจรในจังหวัดสุรินทร์”, การประชุมวิชาการแลเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 5. (2555).

[2] จันทรา แย้มสรวล, “การประมาณขนาดประชากรภายใต้การแจกแจงคอนเวย์แม็กซ์เวลล์ปัวซง”,ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ, สาขาวิชาสถิติประยุกต์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2559).

[3] Mohamed Abdel-Aty, Kirolos Haleem, “Analysis and Comparison of Traffic Accident Regression Prediction Model”, *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 43(1), 461-470. (2011)

[4] Breault, J. L., Goodall, C. R., & Fos, P. J., “ Data mining adiabetic data warehouse ”, *Artificial Intelligence in Medicine,* 26(1 – 2), 37 – 54. (2002).

[5] Liande Zhong , “Study on Highway Accident Prediction Model”. Beijing University of Technology, (2008).

[6] Shmueli, G., Minka, T.P., Kadane, J.B., Borle, S., Boatwright, P., “A useful distribution for fitting discrete data: revival of the Conway–Maxwell–Poisson distribution”, Applied Statistics, 54 (1), 127–142. (2005).

[7] Dominique L., “Application of the Conway-Maxwell-Poisson generalized linear model for analyzing motor vehicle crashed”. *Journal Accident Analysis and Prevention*. 40. pp. 1123-1134. (2018).

[8] Guikema SD, Coffelt J., “A flexible count data regression model for risk analysis”. *Risk Analysis*,; 28(1), pp. 213–223. (2008).

[9] Miaou S-P, Lord D., “Modeling traffic crash flow relationships for intersections: Dispersion parameter, functional form, and full Bayes versus empirical Bayes”. *Transportation Research Record 1840*, pp.31–40. (2003).

[10] Hauer E., “Overdispersion in modelling accidents on road sections and in empirical Bayes estimation”. *Accident Analysis & Prevention*,; 33(6), pp.799–808. (2001).

[11] Dominique L., Srinivas R. G. and Seth D. G., 2010, “Extension of the Application of Conway-Maxwell-Poisson Models: Analyzing Traffic Crash Data Exhibiting Underdispersion”. *Risk Analysis*.; 30(8), pp.2168-1275

[12] Lopatin J., Dolos K., Hermandez, Galegguillos M. and Fassnach F.E., “Comparing Generalized Linear Models and random forest to model vascularplan species richness using LiDAR data in a nature forest in central Chile”, *Remote Sensing of Environment*, 173, pp.200-210. (2016).

[13] Bing Li, Guishan Yang, Rongrong Wan, Xue Dai and Yanhui Zhang, “Comparison of random forests and other statistical methods for the prediction of lake water level: a case study of the Poyang Lake in China”, *Hydrology Reseach*,. (2016).

[14] Li-Yen C. & Wen-Chieh C., “Data mining of tree-based model to analyze freeway accident frequency”. *Journal of Safety Research*. 36(4). 365 -375. (2006).

[15] Dominique Lord, Srinivas Reddy Geedipally and and Seth D. Guikema., “Extension of the Application of Conway-Maxwell-Poisson Models: Analyzing Traffic Crash Data Exhibiting Underdispersion”. *Journal of Risk Analysis*. Vol.30. No.8. (2010).

การเปรียบเทียบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินกับตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น เมื่อความต้องการจองแบบไม่คงที่

A Comparison of Booking Flights between Airline Policy and Two- Class Overbooking Model with Non Stationary Demand

จันทริกา พรมสี[1,*] อารียา ศรีกาญจนรุ่ง[1] ชาญวิทย์ จับใจนาย[1] และ มูรตี สมบูรณ์[2]

Chantarika Promsi[1], Arreya Srikanjanarung[1], Chanwich Jabjainay[1] and Murati Somboon[2]

[1]สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800 ประเทศไทย

[2]อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: จันทริกา พรมสี อีเมลล์: chantarika.p@gmail.com

บทคัดย่อ:

ปัจจุบันการเดินทางด้วยเครื่องบินโดยสารนั้นถือเป็นหนึ่งในวิธีการเดินทางที่ได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องจากได้รับความสะดวกสบายและรวดเร็วในการเดินทาง การทำธุรกิจสายการบินจะมีต้นทุนในการดำเนินธุรกิจค่อนข้างสูง สายการบินจึงนำกลยุทธ์ในการจัดการรายได้ (Revenue management) มาใช้บริหารจัดการการจองที่นั่งบนเครื่องบิน โดยสายการบินจะเปิดจองที่นั่งเกินกว่าจำนวนที่นั่งจริง เพื่อทำให้สายการบินมีรายได้สูงสุด งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อหาระดับการจองเหมาะสุดและค่าคาดหมายของกำไรในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น ซึ่งประกอบไปด้วยลูกค้าชั้นที่ 1 และลูกค้าชั้นที่ 2 ตามราคาค่าโดยสาร โดยที่นั่งระดับชั้นที่ 2 จะมีราคาถูกกว่าที่นั่งระดับชั้นที่ 1 ทำการจำลองข้อมูลความต้องการจองที่นั่งในแต่ละระดับชั้นด้วยการแจกแจงปัวซง (Poisson distribution) โดยมีความต้องการจองที่นั่งของผู้โดยสารในแต่ละช่วงไม่คงที่ คำนวณหาระดับการจองเกินเหมาะสุดและหาค่าคาดหมายของกำไรเปรียบเทียบกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบิน พบว่าตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นให้ค่าคาดหมายของกำไรสูงกว่า โดยให้ค่าคาดหมายของกำไรมากกว่านโยบายการจองของสายการบินสูงสุดถึง 11 %

คำสำคัญ: การจองเกิน ขีดจำกัดการจอง การจัดการรายได้ วิธีค่าคาดหมายสูงสุด ความต้องการไม่คงที่

Abstract:

At present, traveling with the plane is one of the most popular travels due to having a fast and convenient traveling. The airline business has a high fixed cost. The airlines are using revenue management to manage booking flights. Therefore, the airlines have to find the optimal booking limit to maximize revenue. The purpose of this study was to calculate the optimal booking limit and the expected profit of two-class overbooking model which class-2 is low fare customers and class-1 is high fare customers. We simulate non-stationary demand booking of a passenger with Poisson distribution. The expected profit of two-class overbooking model was compared to the airline policy. The results show that two-class overbooking model is better that the airline policy which the highest profit 11%.

Keywords: Overbooking, Booking limit, Revenue management, Expectation maximization, Non-stationary demand

บทนำ:

ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการเดินทางด้วยเครื่องบินโดยสารนั้นถือเป็นหนึ่งในวิธีการเดินทางที่เป็นที่นิยม การเดินทางโดยเครื่องบินนั้นจะช่วยประหยัดเวลาในการเดินทางค่อนข้างมากและยังได้รับความสะดวกสบายต่าง ๆ จากทางสายการบิน ทำให้การใช้บริการเครื่องบินโดยสารมีบทบาทในการดำเนินชีวิตมากขึ้นทั้งจากการเดินทางไปต่างประเทศและการเดินทางภายในประเทศ สายการบินต้นทุนต่ำจะมุ่งเน้นการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ลดการบริการหรือสิ่งอำนวยความสะดวกที่ไม่จำเป็นออกไป รวมทั้งเน้นการทำให้ต้นทุนการให้บริการของสายการบินต่ำที่สุด เพื่อให้สามารถกำหนดอัตราค่าโดยสารต่ำมาก ๆ ได้ [5] ทำให้มีจำนวนผู้โดยสารเพิ่มขึ้น จึงเป็นปัจจัยที่ทำให้อุตสาหกรรมการบินเติบโตอย่างรวดเร็ว การเพิ่มขึ้นของสายการบิน เส้นทางการบิน และการเพิ่มเที่ยวบินเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้การใช้บริการเครื่องบินขยายครอบคลุมมากขึ้นเช่นเดียวกันแม้จะอยู่ในช่วงที่ภาวะเศรษฐกิจซบเซา

ในการทำธุรกิจสายการบินมีต้นทุนในการเริ่มต้นธุรกิจค่อนข้างสูง สายการบินจึงนำกลยุทธ์ในการจัดการรายได้ (Revenue management) มาใช้เพื่อบริหารจัดการการจองที่นั่งบนเครื่องบิน เพื่อทำให้สายการบินมีรายได้สูงสุด โดยสายการบินพบว่าจะมีลูกค้าส่วนหนึ่งไม่มาขึ้นเครื่องโดยไม่ได้มีการแจ้งยกเลิกการเดินทาง (No-show) ทำให้ในวันเดินทางมีผู้โดยสารไม่เต็มห้องโดยสาร สายการบินจึงพิจารณาถึงทางเลือกที่จะทำให้มีรายได้เพิ่ม จากที่นั่งที่ว่างจากการที่ผู้โดยสารไม่มาขึ้นเครื่องบินในวันเดินทาง สายการบินจึงเปิดให้มีการจองเกินกว่าจำนวนที่นั่งจริง (Booking limit: BL) เมื่อสายการบินเปิดให้มีการจองเกินแล้ว ในวันเดินทางผู้โดยสารที่จองที่นั่งมาแสดงตัวมากกว่าความจุเครื่องบิน สายการบินต้องรับผิดชอบโดยจ่ายค่าชดเชยให้กับผู้โดยสาร เช่น ค่าตั๋วโดยสารสำหรับการบินในเที่ยวถัดไปหรือหากในวันเดินทางไม่มีเที่ยวบินที่เปลี่ยนได้ สายการบินควรจัดที่พักโรงแรมให้ผู้โดยสารเพื่อให้ได้บินในวันถัดไป เป็นต้น ซึ่งทำให้สายการบินจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ดังนั้นสายการบินควรตั้งขีดจำกัดการจองเกิน (Overbooking limit: OBL) ที่เหมาะสมไว้เพื่อให้ค่าใช้จ่ายจากการจองเกินมีค่าต่ำสุด โดยใช้ตัวแบบการจองเกิน (Overbooking model)

งานวิจัยนี้นี้ใช้ตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น (Two-class overbooking model) ในการคำนวณขีดจำกัดการจองเกินที่จะทำให้สายการบินมีค่าคาดหมายของกำไรสูงสุดซึ่งตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นจะแบ่งที่นั่งภายในห้องโดยสารเดียวกันเป็น 2 ระดับชั้นประกอบไปด้วยที่ลูกค้าชั้นที่ 1 (Class-1) และลูกค้าชั้นที่ 2 (Class-2) ค่าโดยสารของลูกค้าชั้นที่ 2 จะมีราคาถูกกว่าลูกค้าชั้นที่ 1 ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการจอง หากสายการบินจัดกิจกรรมสนับสนุนการขายจะทำให้มีค่าโดยสารที่ถูก จัดเป็นลูกค้าชั้นที่ 2 แต่ถ้าหากจองใกล้วันเดินทางจะมีค่าโดยสารที่แพงขึ้น จัดเป็นลูกค้าชั้นที่ 1 การจองเกินในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นนั้นจะเปิดให้จองเกินเฉพาะลูกค้าชั้นที่ 2 เนื่องจากราคาของระดับชั้นที่ 1 สูงกว่าระดับชั้นที่ 2 ทำให้สายการบินต้องจ่ายค่าชดเชยที่สูงกว่าหลังจากทำการจองในระดับชั้นที่ 2 แล้วมีที่นั่งที่เหลือจึงจะจัดเป็นที่นั่งระดับชั้นที่ 1 ในการกำหนดระดับการจองเกินจำเป็นต้องประมาณความต้องการจองของลูกค้าในแต่ละระดับชั้น ซึ่งข้อมูลจำนวนความต้องการจองที่นั่งในอดีตนั้นไม่ได้แสดงความต้องการจองของลูกค้าทั้งหมด เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านความจุเครื่อง หรือขีดจำกัดการจองที่สายการบินตั้งไว้ ซึ่งข้อมูลที่แสดงให้เห็นไม่เกินขีดจำกัดการจองนี้เรียกว่าข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์ (Censored data) เพื่อให้การประมาณความต้องการจองถูกต้องจำเป็นต้องมีการประมาณค่าข้อมูลที่ถูกเซนเซอร์ โดยวิธีการประมาณค่าสังเกตที่ถูกเซ็นเซอร์เรียกว่าวิธี unconstraining โดยวิธี unconstraining ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ Expectation maximization (EM)

รวมทั้งต้องการประมาณความต้องการจองที่นั่งในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นและเปรียบเทียบประสิทธิภาพ โดยนำค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น มาเปรียบเทียบกับค่าคาดหมายของกำไรนโยบายการจองของสายการบิน โดยกำหนดให้ความต้องการจองที่นั่งของผู้โดยสารในแต่ละช่วงไม่คงที่ เพื่อหาระดับการจองที่เหมาะสมเพื่อให้สายการบินได้รับกำไรมากที่สุด

วัตถุประสงค์:

1. ประมาณจำนวนความต้องการจองที่นั่งในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น
2. วัดประสิทธิภาพตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นโดยเปรียบเทียบกับตัวแบบของนโยบายการจองเกินของสายการบิน

ขอบเขตของโครงงานวิจัย:

1. กำหนดให้ความต้องการจองที่นั่งของผู้โดยสารมีการแจกแจงปัวซง (Poisson distribution) ตามระยะเวลาด้วยค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน
2. กำหนดให้จำนวนผู้โดยสารที่มาขึ้นเครื่องมีการแจกแจงทวินาม (Binomial distribution)
3. คำนวณค่าคาดหมายของกำไรภายใต้ตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง:

การจัดการรายได้ (Revenue management: RM)

การจัดการรายได้เป็นการใช้องค์ความรู้ด้านต่าง ๆ เช่น ด้านการตลาด การจัดจำหน่าย รวมถึงเทคนิคปลีกย่อยต่าง ๆ ร่วมกับข้อมูลพื้นฐานพฤติกรรมลูกค้าและการวิเคราะห์ทางสถิติ [1] จุดมุ่งหมายของการจัดการรายได้ คือ ทำให้รายได้สูงสุด โดยการขายสินค้าหรือบริการที่เหมาะสม ให้กับลูกค้าที่เหมาะสม ในเวลาที่เหมาะสม และด้วยราคาเหมาะสม (“selling the right product to the right customer at the right time at the right price”) เพื่อให้ได้รายได้สูงสุด [4] ทั้งนี้การดำเนินกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับธุรกิจนั้นสามารถทำได้บนพื้นฐานความเข้าใจถึงพฤติกรรมลูกค้า ลักษณะของสินค้า องค์ประกอบของลูกค้าที่มาใช้บริการในธุรกิจเป็นหลัก [1]

จุดเริ่มต้นของการจัดการรายได้ในธุรกิจสายการบินเกิดขึ้นในธุรกิจสายการบินตั้งแต่ช่วงต้นทศวรรษที่ 1970 โดยในช่วงแรกการศึกษาส่วนใหญ่เน้นศึกษาการบริหารจัดการการจองที่นั่งบนเครื่องบินเพื่อให้สายการบินได้รายรับสูงสุดหรือให้กำไรสูงที่สุด โดยพบว่ามีจำนวนที่นั่งเป็นจำนวนจำกัดที่รอขายให้กับลูกค้าที่มาใช้บริการ เมื่อถึงกำหนดเดินทางหากมีที่นั่งว่างก็จะเสียโอกาสในการขาย เนื่องจากสายการบินไม่สามารถเก็บที่นั่งไว้ใช้ในเที่ยวบินถัดไปได้ ดังนั้นหากมีที่นั่งเหลือในบางเที่ยวบินที่ลูกค้ามาใช้บริการไม่เต็มทางสายการบินจึงจัดทำโปรโมชั่นโดยใช้กลยุทธ์ราคา เพื่อสร้างความดึงดูดสนใจให้ลูกค้ามาใช้บริการเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นสายการบินต่าง ๆ จึงควรให้มีการเปิดให้จองเกินกว่าจำนวนที่นั่งจริง [10]

ตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น (Two-class overbooking model)

การจัดการรายได้ของสายการบินใช้เพื่อบริหารจัดการที่นั่งบนเครื่องบิน สายการบินเปิดให้จองเกินกว่าจำนวนที่นั่งจริง เนื่องจากสายการบินเล็งเห็นช่องทางการทำกำไรจากที่นั่งที่ผู้โดยสารจองไว้แล้วไม่มาแสดงตนโดยไม่มีการยกเลิกการจอง แต่เมื่อมีการเปิดให้จองเกินแล้วในวันเดินทางผู้โดยสารที่จองที่นั่งไว้มาแสดงตนมากกว่าจำนวนความจุเครื่องทำให้สายการบินต้องจ่ายค่าชดเชยให้กับผู้โดยสารที่ไม่ได้ขึ้นเครื่อง จะทำให้สายการบินมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากส่วนนี้ ดังนั้นสายการบินควรตั้งขีดจำกัดการจองเกินที่เหมาะสมไว้ โดยขีดจำกัดการจองจะถูกปรับให้เหมาะสมตามความต้องการจองและความจุของเครื่องบิน

ตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นจะแบ่งเป็นระดับชั้นที่ 1 (ราคาแพง) และระดับชั้นที่ 2 (ราคาถูก) โดยกำหนดให้เปิดการจองระดับชั้นที่ 2 ก่อนระดับชั้นที่ 1 ให้ p_i เป็นราคาค่าโดยสารในระดับชั้นที่ i โดยที่ $p_1 > p_2 > 0$ ถ้าสายการบินตั้งขีดจำกัดการจองไม่เหมาะสมทำให้ผู้โดยสารบางรายไม่สามารถทำการจองได้ สายการบินจะเสียค่าความนิยมและค่าเสียโอกาส (Opportunity cost) เท่ากับ g_i เมื่อ $g_1 > g_2 > 0$

ให้ $x \in \mathbb{R}^+$ เป็นขีดจำกัดการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 2 และ κ คือจำนวนที่นั่งบนเครื่อง ให้ D_i เป็นจำนวนความต้องการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ i ซึ่ง D_1 และ D_2 เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน แบบไม่ต่อเนื่องและไม่เป็นจำนวนเต็มลบ จำนวนการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 2 คือ $\min(x, D_2)$ และจำนวนความต้องการจองที่ไม่สามารถจองที่นั่งได้ $(D_2 - x)^+$ โดย $(y)^+ = \max(0, y); y \in \mathbb{R}$ หลังจากการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 2 ครบแล้ว ผู้โดยสารระดับชั้นที่ 1 จะเริ่มทำการจอง โดยความจุเครื่องหลังจากที่จองที่นั่งระดับชั้นที่ 2 คือ $(\kappa - \min(x, D_2))^+$ ตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นจะไม่เปิดให้มีการจองเกินสำหรับลูกค้าในระดับชั้นที่ 1 เนื่องจากค่าชดเชยที่สายการบินต้องจ่ายให้กับผู้โดยสารในระดับชั้นที่ 1 นั้นค่อนข้างสูง การจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 1 จะขึ้นอยู่กับความจุที่เหลืออยู่ ให้ $B_i(x)$ เป็นจำนวนการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ i โดยที่

$$B_2(x) = \min(x, D_2)$$
$$B_1(x) = \min((\kappa - B_2(x))^+, D_1)$$

ในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นนี้ การยกเลิกการจองก่อนวันเดินทางและการที่ผู้โดยสารไม่มาขึ้นเครื่องนับเป็นเหตุการณ์เดียวกัน จึงกำหนดให้จำนวนการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ i คือ $B_i(x) = y_i$ ส่วนจำนวนผู้โดยสารที่มาขึ้นเครื่องคือ $W_i(y_i)$ มีการแจกแจงทวินาม ด้วยพารามิเตอร์ y_i และ $\theta_i; \theta_i \in (0,1]$ โดย θ_i แทนความน่าจะเป็นที่ผู้โดยสารในระดับชั้นที่ i จะมาขึ้นเครื่อง หากผู้โดยสารในแต่ละระดับชั้น ไม่มาขึ้นเครื่องจะต้องคืนเงิน (r_i) ให้กับผู้โดยสาร ซึ่งเป็นสัดส่วน (γ_i) กับรายได้ ดังนั้น $r_i = \gamma_i p_i$ โดยที่ $\gamma_i \in (0,1)$ $; i = 1, 2$

ณ วันเดินทางถ้าจำนวนผู้โดยสารที่มาขึ้นเครื่องมีมากกว่าความจุของเครื่องบินโดยสารผู้โดยสารบางรายอาจถูกปฏิเสธการขึ้นเครื่องบิน เมื่อเราทำการจองเกินในระดับชั้นที่ 2 ดังนั้น ผู้โดยสารที่ถูกปฏิเสธการขึ้นเครื่องจะเป็นผู้โดยสารในระดับชั้นที่ 2 และต้องจ่ายค่าชดเชย (h) ให้กับผู้โดยสารทุกรายที่ถูกปฏิเสธการขึ้นเครื่อง โดยที่ $h > p_2$ ค่าชดเชยนี้อาจประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายสำหรับการจองที่นั่งในระดับที่สูงขึ้นสำหรับเที่ยวบินถัดไป บัตรกำนัลเงินสด ตั๋วสำหรับการเดินทางในเที่ยวบินใหม่ หรืออาจเป็นโรงแรมสำหรับเป็นที่พักในกรณีที่เที่ยวบินใหม่ช้ากว่าเที่ยวบินเดิมเกิน 1 วัน

ให้ x^* แทนขีดจำกัดการจองที่เหมาะสม ซึ่ง x^* จะทำให้ค่าคาดหมายของกำไรมีค่าสูงสุด การหาค่าคาดหมายของกำไรสูงสุดนั้น สามารถคำนวณได้จากตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้าสองระดับชั้น ดังต่อไปนี้ [7]

$$\pi(x) = E\left[\sum_{i=1}^{2}\left[p_i B_i(x) - r_i\left(B_i(x) - W_i(B_i(x))\right)\right]\right] - E\left[h\left(W_2\left(B_2(x)\right) - \kappa\right)^+\right]$$
$$-E\left[g_2\left(D_2 - x\right)^+ + g_1\left(D_1 - \left(\kappa - B_2(x)\right)^+\right)^+\right]$$

สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดค่า $g_1 = g_2 = 0$ จากตัวแบบด้านบนจะทำให้ได้ค่าประมาณค่าคาดหมายของกำไรดังสมการ (1) [7]

$$\hat{\pi} = \sum_{i=1}^{2}\left[p_i b_i - r_i\left(b_i - W_i(b_i)\right)\right] - h\left(W_2(b_2) - \kappa\right)^+ \qquad (1)$$

โดยที่ p_i คือ ค่าโดยสารในระดับชั้นที่ $i;\ i = 1,\ 2$

b_i คือ จำนวนการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ $i;\ i = 1,\ 2$

r_i คือ จำนวนเงินที่ต้องคืนให้กับลูกค้าที่ไม่มาขึ้นเครื่อง $i;\ i = 1,\ 2$

w_i คือ จำนวนลูกค้าที่มาขึ้นเครื่อง โดยกำหนดให้มีการแจกแจงทวินามด้วยพารามิเตอร์ (b_i, θ_i)

κ คือ จำนวนที่นั่งของเครื่องบิน

h คือ ค่าชดเชยที่สายการบินต้องจ่ายให้กับลูกค้า เมื่อลูกค้ามาขึ้นเครื่องเกินจำนวนที่นั่งของเครื่องบิน

ทฤษฎีบทที่ 1 ฟังก์ชันค่าคาดหมายของกำไร ที่ทำให้ได้ค่าคาดหมายของกำไรสูงสุดสามารถหาได้จากสมการ (2) และ (3) ดังนี้ [7]

1) เมื่อ $x = 0,1,...,\kappa-2$ ค่าคาดหมายกำไรจะมีค่าสูงสุดที่ x'

$$x' = \begin{cases} 0 & ;0 \le \tau < P(D_1 > \kappa\text{-}1) \\ \kappa - F_{D_1}^{-1}(1\text{-}\tau) & ;P(D_1 > \kappa\text{-}1) \le \tau \le P(D_1 > 0) \\ \kappa\text{-}2 & ;P(D_1 > 0) < \tau \le 1 \end{cases} \quad (2)$$

2) เมื่อ $x = \kappa, \kappa+1,...$ ถ้า $0 < \alpha_2 / (h\theta_2) < \bar{F}(\kappa-1;\kappa,\theta_2)$ จะทำให้ฟังก์ชันค่าคาดหมายกำไรมีค่าสูงสุดที่ x''

$$x'' = \arg\min\left\{ x \in \{\kappa, \kappa+1,...\} : \bar{F}(\kappa-1;x,\theta_2) > \frac{\alpha_2}{h\theta_2} \right\} \quad (3)$$

ให้ $\alpha_i = p_i + g_i - r_i + r_i\theta_i$ และ $\tau = \alpha_2 / \alpha_1$

ข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์ (Censored data)

ในการตั้งขีดจำกัดการจองเกินใช้ข้อมูลการจองในอดีต ซึ่งข้อมูลนั้นไม่ได้แสดงความต้องการที่แท้จริง เนื่องจากมีขีดจำกัดของความจุเครื่อง หรือขีดจำกัดการจองที่สายการบินตั้งไว้ ทำให้ไม่สามารถทราบความต้องการจองที่แท้จริงได้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์

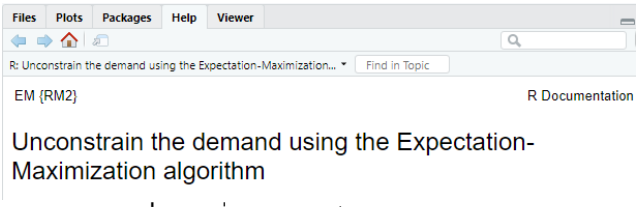
ความต้องการจอง	**18**	**20**	**21**	**19**	**20**	**17**	**21**	**23**	**18**	**22**
ขีดจำกัดการจอง	20	19	17	22	21	18	19	21	22	20
ค่าสังเกต	18	**19**	**17**	19	20	17	**19**	**21**	18	**20**

จากตาราง 1 เมื่อข้อมูลความต้องการจองเกินขีดจำกัดการจอง หมายถึงข้อมูลนั้นถูกเซ็นเซอร์ และข้อมูลจะแสดงให้เห็นไม่เกินขีดจำกัดการจอง คือ ค่าสังเกตที่เป็นตัวหนาได้แก่ 19, 17, 19, 21 และ 20 เรียกว่า “ข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์” ส่วนค่าสังเกต 18, 19, 20, 17 และ 18 เรียกว่า “ข้อมูลที่ไม่ถูกเซ็นเซอร์” [8]

วิธี Expectation Maximization (EM)

Expectation Maximization (EM) เป็นหนึ่งในวิธี Unconstraining ที่ใช้การแก้ปัญหาข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์ เป็นวิธีผสมผสานระหว่างวิธีการคำนวณ และวิธีการทางสถิติ เพื่อใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ประชากรที่สนใจ วิธี EM สามารถนำไปใช้ประมาณค่าข้อมูลที่มีความไม่สมบูรณ์ได้ เช่น ข้อมูลมีการขาดหายไปหรือมีข้อมูลไม่ครบ ข้อมูลถูกตัดออก ข้อมูลถูกจัดรวมเป็นกลุ่มเดียวกัน หรือรวมไปถึงข้อมูลนั้นมาจากประชากรมากกว่า 1 กลุ่มก็ถือว่าเป็นความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลรวมอยู่ด้วย โดยการประมาณค่าจะมีการคาดการณ์และสร้างข้อมูลที่ขาดหายไปก่อน และนำข้อมูลที่สร้างใหม่เหล่านี้ไปเติมเต็มให้เกิดความสมบูรณ์ของข้อมูล จากนั้นจึงประมาณค่าผ่านวิธีการของการประมาณค่าภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelihood estimation) โดยวิธี EM มีกระบวนการทำงานที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่ E-step และ M-step ซึ่งการประมาณค่าข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์นั้นจะอยู่ใน ขั้นตอน E-step ด้วยการนำความน่าจะภายหลัง (Posterior probability) มาใช้ในการประมาณค่าข้อมูลที่สูญหาย จากนั้นจึงนำข้อมูลที่สมบูรณ์แล้วไปประมาณค่าพารามิเตอร์ประชากร ในขั้นตอน M-step กระบวนการกระทำซ้ำใหม่ระหว่าง E-step และ M-step ทำซ้ำวนไปเรื่อย ๆ จนกว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวประมาณจะอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ หรือค่าของตัวประมาณลู่เข้าสู่ค่าคงที่ของพารามิเตอร์

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม R ในการคำนวณจำนวนความต้องการจองที่นั่งในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น ซึ่งคำสั่งของวิธี EM อยู่ในแพ็กเกจ RM2 โดยก่อนจะติดตั้งแพ็กเกจ RM2 ต้องมีการติดตั้งแพ็กเกจ msm survival mvtnorm และ expm มาก่อน อีกทั้งเวอร์ชั่นของโปรแกรม R ต้องเป็นเวอร์ชั่น 2.7.1 ขึ้นไป เมื่อทำการติดตั้งแพ็กเกจดังที่กล่าวมาแล้ว จะใช้คำสั่ง EM (demand = demand, eps = 0.005) มาใช้เพื่อประมาณค่าสังเกตที่ถูกเซ็นเซอร์วิธี EM



ภาพที่ 1 คำสั่ง EM ในแพ็กเกจ RM2

ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น

1. การแจกแจงปัวซง (Poisson distribution)

การทดลองสุ่มใด ๆ ที่นับจำนวนครั้งของความสำเร็จในช่วงเวลาหนึ่งที่กำหนดให้ หรือในพื้นที่เฉพาะพื้นที่หนึ่ง โดยที่โอกาสที่จะเกิดความสำเร็จมากกว่าหนึ่งครั้งในช่วงเวลาสั้นมาก ๆ มีโอกาสเกิดขึ้นน้อย $(p \to 0)$ และโอกาสที่จะสำเร็จในช่วงเวลาหนึ่งหรือพื้นที่หนึ่งจะไม่ขึ้นกับจำนวนครั้งของความสำเร็จนอกช่วงเวลาหรือนอกพื้นที่นั้น ๆ เรียกว่า การทดลองปัวซง ตัวแปรสุ่มที่สนใจเป็นจำนวนครั้งของความสำเร็จที่ปรากฏ จะเรียกว่า ตัวแปรสุ่มปัวซง

นิยาม กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแทนจำนวนครั้งของความสำเร็จที่เกิดขึ้น ในช่วงเวลาหนึ่งหรือพื้นที่หนึ่งที่กำหนด ถ้าทราบอัตราการเกิดความสำเร็จในช่วงเวลาหรือพื้นที่นั้นเป็นค่าคงที่ $\lambda > 0$ เรียก X ว่า ตัวแปรสุ่มปัวซง เขียนแทนด้วย $X \sim Poi(\lambda)$ โดยมีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็น ดังนี้

$$f(x;\lambda) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \qquad ; x = 0,1,2,3,\ldots \text{ และ } \lambda > 0$$

ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X ที่มีการแจกแจงปัวซง

- ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X คือ $E(X) = \lambda$
- ค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X คือ $Var(X) = \lambda$

2. การแจกแจงทวินาม (Binomial distribution)

การทดลองสุ่มแบร์นูลลีเมื่อทดลองซ้ำ ๆ กัน n ครั้ง โดยแต่ละครั้งของการทดลองเป็นอิสระกัน เรียกว่าการทดลองทวินาม หากตัวแปรสุ่มที่สนใจเป็นจำนวนครั้งที่ปรากฏผลลัพธ์ที่เรียกว่าความสำเร็จ จะเรียกว่า ตัวแปรสุ่มทวินาม

นิยาม กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มแทนจำนวนครั้งของความสำเร็จทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ทวินามเรียก X ว่า ตัวแปรสุ่มทวินาม เขียนแทนด้วย $X \sim b(n, p)$ โดยมีฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นดังนี้

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \qquad ; x = 0,1,2,3,\ldots,n$$

ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X ที่มีการแจกแจงทวินาม

- ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม X คือ $E(X) = np$
- ค่าความแปรปรวนของตัวแปรสุ่ม X คือ $Var(X) = np(1-p)$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปฏิภาณ แซ่หลิ่ม (2553) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบทางธุรกิจของ การใช้ตัวแบบการจองเกินที่ผิดสมมติฐานทางสถิติ เพื่อให้ทราบถึงผลกระทบของค่าคาดหมายค่าใช้จ่ายเมื่อมีการใช้ตัวแบบที่ผิดสมมติฐานทางสถิติ การศึกษาครั้งนี้ได้มีการสร้างตัวแบบการจองเกินสองตัวแบบ คือตัวแบบเทียบสมรรถนะตัวแบบนี้ถูกต้องทางสถิติเมื่อเงื่อนไขสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย จำนวนผู้จองที่นั่งที่มาแสดงตนแจกแจงทวินาม ตัวแบบที่สองคือ ตัวแบบเชิงเส้น เป็นตัวแบบที่ผิดสมมติฐานทางสถิติ จำนวนผู้จองที่นั่งที่มาแสดงตนเกิดจากผลคูณของระดับการจองเกินกับอัตราการมาแสดงตน อัตราการมาแสดงตนเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงสามแบบ คือ การแจกแจงเชิงกำหนดการ แจกแจงปรกติและการแจกแจงบีตามาตรฐาน จากการเปรียบเทียบผลการศึกษาพบว่า ค่าคาดหมายค่าจ่ายในการหาระดับการจองเกินระหว่างตัวแบบเทียบสมรรถนะกับตัวแบบเชิงเส้น พบว่าการใช้ตัวแบบการจองเกินแบบเชิงเส้นซึ่งผิดสมมติฐานทางสถิตินั้นส่งผลกระทบทำให้ค่าคาดหมายค่าใช้จ่ายจากการจองเกินนั้นสูงกว่าการใช้ตัวแบบเทียบสมรรถภาพ [2]

Somboon, M. and Amaruchkul, K. (2017) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์การจัดการรายได้ของสายการบินระหว่าง การจองเกินและการควบคุมการจองที่นั่งให้เหมาะสม โดยใช้ข้อมูลจากผู้โดยสารในสายการบินของประเทศไทยเพื่อให้ทราบว่าวิธีใดสามารถใช้สำหรับการตั้งขีดจำกัดการจองที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุด ในงานวิจัยนี้ใช้ตัวแบบในการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น โดยใช้ข้อมูลจริงเพื่อยืนยันว่าตัวแบบในการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นมีประสิทธิภาพเหนือกว่าการจำกัดการจองเกินที่คงที่ โดยทดสอบทั้งหมดสามสมมติฐาน คือ ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการปรับปรุงขีดจำกัดการจอง ผลกระทบของค่าเฉลี่ยเริ่มต้นไม่ถูกต้องสำหรับความต้องการและผลกระทบของค่าคงที่ที่ปรับให้เรียบด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ทดสอบโดยข้อมูลจริงที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จากการเปรียบเทียบพบว่าตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น แสดงให้เห็นว่ามีกำไรสูงกว่าสายการบินที่ไม่ได้เปิดการจองเกิน และกำไรจากตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น กับตัวแบบการจำกัดการจองเกินที่คงที่จะเหมือนกันเมื่อมีการใช้การจองเกิน การปรับปรุงจุดการจองเกินส่งผลต่อกำไร โดยมีจำนวนการปรับปรุงการจองที่ดีที่สุดคือ 13 จุด ในการทดลองเชิงตัวเลขพบว่า จำนวนการปรับปรุงขีดจำกัดการจองที่แตกต่างกันมีผลต่อกำไร ค่าเริ่มต้นที่ไม่ถูกต้องไม่ส่งผลกระทบต่อผลกำไร และค่าคงที่การปรับให้เรียบในวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลส่งผลต่อผลกำไรในระดับหนึ่ง [6]

เจวรินทร์ วงคำซาว ทัศนวรรณ สารบรรณ และ สิริกานดา เกษหงษ์ (2561) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวการประมาณความต้องการจองที่นั่งในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น โดยการเปรียบเทียบวิธีประมาณค่าสังเกตุที่ถูกเซ็นเซอร์ในการจัดการรายได้สำหรับสายการบิน ในการจัดการรายได้เรียกวิธีการประมาณค่าสังเกตที่ถูกเซ็นเซอร์ว่าวิธี unconstraining การศึกษาครั้งนี้สนใจศึกษาและเปรียบเทียบ 4 วิธี ได้แก่ Naïve 1(N1), Naïve 2(N2), Naïve 3(N3) และ EM โดยนำวิธี unconstraining ทั้ง 4 วิธี มาประมาณความต้องการจองที่นั่งของผู้โดยสารในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น เพื่อวัดประสิทธิภาพของทั้ง 4 วิธีจากการเปรียบเทียบค่าคาดหมายของกำไรที่คำนวณได้ พบว่าวิธี EM มีประสิทธิภาพในการประมาณค่าคาดหมายของกำไรสูงสุด อีกทั้งเมื่อความน่าจะเป็นที่ผู้โดยสารมาขึ้นเครื่องในระดับชั้นที่ 1 และระดับชั้นที่ 2 เพิ่มขึ้นจะทำให้กำไรเพิ่มขึ้นอีกด้วย [3]

วิธีการดำเนินงาน:

1. กำหนดค่าตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

κ แทน ความจุของเครื่องบิน กำหนดให้ κ เท่ากับ 162

p_i แทน ค่าโดยสารของที่นั่งระดับชั้นที่ 1 และ 2 กำหนดให้ p_1 เท่ากับ 100 บาทและ p_2 เท่ากับ 50 บาท

r_i แทน จำนวนเงินที่ต้องคืนให้กับผู้โดยสารแต่ละระดับชั้น ในกรณีที่ผู้โดยสารไม่มาขึ้นเครื่องในวันเดินทาง กำหนดให้ r_i เท่ากับ $0.8p_i$ คือสายการบินต้องคืนเงินให้กับผู้โดยสาร 80% ของค่า โดยสารของที่นั่งแต่ละระดับชั้นเมื่อผู้โดยสารไม่มาขึ้นเครื่องในวันเดินทาง

h แทน ค่าชดเชยที่สายการบินต้องจ่ายให้กับลูกค้า เมื่อจำนวนลูกค้ามาเกินจำนวนความจุของเครื่องบิน กำหนดให้ h เท่ากับ 300 บาท

θ_i แทน ความน่าจะเป็นที่ผู้โดยสารในแต่ละระดับชั้นที่จะมาขึ้นเครื่องในวันเดินทาง กำหนดให้ θ_1 และ θ_2 เท่ากับ 0.7 และ 0.9

λ_i แทน จำนวนความต้องการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ i โดย λ_1 เป็นความต้องการจองที่นั่งใน ระดับชั้นที่ 1 และ λ_2 เป็นความต้องการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 2 งานวิจัยนี้จำนวนความต้องการจองที่นั่งของผู้โดยสารได้กำหนดให้มีค่าเริ่มต้นที่ λ_1 = 40, 50, 60, 70 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120 และเพิ่มความต้องการจองขึ้นครั้งละ 5% ในแต่ละค่า

2. นโยบายการจองเกินของสายการบิน

ตัวแบบนโยบายการจองเกินของสายการบิน เป็นตัวแบบที่กำหนดขีดจำกัดการจองของสายการบิน (Airline Booking limit: ABL) ในแต่ละเที่ยว โดยสมมติให้ขีดจำกัดการจองเป็น 9, 17, 41, 81, 122 และ 171 ซึ่งเท่ากับ 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, และ 105% ของความจุที่นั่งบนเครื่องบิน ตามลำดับ [6]

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย:

ขั้นตอนที่ 1 จำลองข้อมูลความต้องการจองที่นั่งในแต่ละระดับชั้นเป็นเวลา 1 ปี (360 วัน) ด้วยการแจกแจงปัวซง โดยแบ่งความต้องการออกเป็น 4 ไตรมาส และเพิ่มความต้องการจองขึ้นครั้งละ 5% ในแต่ละไตรมาส โดยความต้องการจองที่นั่งของผู้โดยสารในระดับชั้นที่ 1 คือ λ_1 และความต้องการจองที่นั่งของผู้โดยสารในระดับชั้นที่ 2 คือ λ_2 ด้วยค่าเริ่มต้นที่กำหนดไว้ที่ λ_1 = 40, 50, 60, 70 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120 ข้อมูลจำนวน 16 ชุดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้จาก $\lambda_1 \times \lambda_2$ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ชุดข้อมูลที่เกิดจากการจำลอง 16 ชุด

ข้อมูลชุดที่	λ_1	λ_2	ข้อมูลชุดที่	λ_1	λ_2
1	40	90	9	60	90
2		100	10		100
3		110	11		110
4		120	12		120
5	50	90	13	70	90
6		100	14		100
7		110	15		110
8		120	16		120

ขั้นตอนที่ 2

ใช้วิธี EM เพื่อประมาณข้อมูลที่ถูกเซ็นเซอร์ เมื่อได้ค่าสังเกตที่ถูกประมาณด้วยวิธี unconstraining แบ่งข้อมูลความต้องการจองที่ นั่งเป็นสองระดับชั้น ด้วยสัดส่วน 0.4 และ 0.6 เป็นความต้องการจองที่นั่งของผู้โดยสารในระดับชั้นที่ 1 และระดับชั้น 2 ตามลำดับ [9]

ขั้นตอนที่ 3

หาขีดจำกัดการจอง ขีดจำกัดการจองเกินและค่าคาดหมายของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น

ขั้นตอนที่ 4

หาค่าคาดหมายของตัวแบบนโยบายการจองของสายการบินโดยกำหนดขีดจำกัดการจองเป็น 5% 10% 25% 50% 75% และ 105% ของความจุของเครื่อง

ผลการดำเนินงาน:

ตารางที่ 3 ค่าขีดจำกัดการจอง/ขีดจำกัดการจองเกินและค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น เริ่มต้น λ_1 = 40 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120

λ_1	λ_2	θ_1	θ_2	BL/OBL	Profit
40	90	0.7	0.7	107/229	7,375.58
		0.7	0.9	108/178	8,043.03
		0.9	0.7	106/229	8,263.58
		0.9	0.9	107/178	8,931.03
	100	0.7	0.7	102/229	7,901.78
		0.7	0.9	103/178	8,625.33
		0.9	0.7	101	8,857.25
		0.9	0.9	102/178	9,578.89
	110	0.7	0.7	98	8,409.53
		0.7	0.9	99	9,177.5
		0.9	0.7	97	9,443
		0.9	0.9	98	10,210.97
	120	0.7	0.7	95	8,845.11
		0.7	0.9	96	9,620.25
		0.9	0.7	94	9,929.81
		0.9	0.9	95	10,705.33

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความต้องการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 1 ที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 40 และความต้องการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 2 เพิ่มขึ้น และความน่าจะเป็นที่ผู้โดยสารจะมาขึ้นเครื่องในแต่ละระดับชั้นสูงขึ้นจะทำให้ค่าคาดหมายของกำไร (Profit) เพิ่มมากขึ้นด้วย

ตารางที่ 4 ผลต่างระหว่างค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 40 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120

λ_1	λ_2	θ_1	θ_2	ABL(9)	ABL(17)	ABL(41)	ABL(81)	ABL(122)	ABL(171)
40	90	0.7	0.7	737.14	657.14	417.14	40.08	0.00	0.00
		0.7	0.9	737.14	657.14	417.14	40.09	0.00	0.00
		0.9	0.7	737.14	657.14	417.14	40.08	0.00	0.00
		0.9	0.9	737.14	657.14	417.14	40.09	0.00	0.00
	100	0.7	0.7	774.34	694.34	454.34	60.84	0.00	0.00
		0.7	0.9	774.33	694.33	454.33	60.83	0.00	0.00
		0.9	0.7	776.25	696.25	456.25	62.75	1.92	1.92
		0.9	0.9	774.33	694.33	454.33	60.83	0.00	0.00
	110	0.7	0.7	798.42	718.42	478.42	79.86	26.17	26.17
		0.7	0.9	794.06	714.06	474.06	75.50	21.81	21.81
		0.9	0.7	802.78	722.78	482.78	84.22	30.53	30.53
		0.9	0.9	798.41	718.41	478.41	79.86	26.16	26.16

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลต่างระหว่างค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 40 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120

λ_1	λ_2	θ_1	θ_2	ABL(9)	ABL(17)	ABL(41)	ABL(81)	ABL(122)	ABL(171)
40	120	0.7	0.7	808.22	728.22	488.22	88.42	67.28	67.28
		0.7	0.9	802.03	722.03	482.03	82.22	61.08	61.08
		0.9	0.7	814.03	734.03	494.03	94.23	73.09	73.09
		0.9	0.9	808.22	728.22	488.22	88.41	67.27	67.27

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า ผลต่างระหว่างค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 40 และ λ_2 = 90 และ 100 บางค่า ที่ ABL(122) และ ABL(171) มีค่าเท่ากับ 0 คือค่าคาดหมายของกำไรทั้ง 2 ตัวแบบมีค่าเท่ากัน และค่าเริ่มต้นที่ค่าอื่น ๆ ค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น ได้กำไรมากกว่าตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบิน

ตารางที่ 5 ค่าขีดจำกัดการจอง/ขีดจำกัดการจองเกินและค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น เริ่มต้น λ_1 = 50 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120

λ_1	λ_2	θ_1	θ_2	BL/OBL	Profit
50	90	0.7	0.7	229/102	7,917.03
		0.7	0.9	178/103	8,642.03
		0.9	0.7	101	8,869.53
		0.9	0.9	178/102	9,592.47
	100	0.7	0.7	98	8,398.5
		0.7	0.9	99	9,165.75
		0.9	0.7	97	9,430.25
		0.9	0.9	98	10,197.5
	110	0.7	0.7	95	8,849.81
		0.7	0.9	96	9,625.94
		0.9	0.7	94	9,933.61
		0.9	0.9	95	10,710.25
	120	0.7	0.7	92	9,196.86
		0.7	0.9	93	10,018.83
		0.9	0.7	91	10,310.97
		0.9	0.9	92	11,133.08

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความต้องการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 1 ที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 50 และความต้องการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 2 เพิ่มขึ้น และความน่าจะเป็นที่ผู้โดยสารจะมาขึ้นเครื่องในแต่ละระดับชั้นสูงขึ้น จะทำให้ค่าคาดหมายของกำไร (Profit) เพิ่มมากขึ้นด้วย

ตารางที่ 6 ผลต่างระหว่างค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 50 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120

λ_1	λ_2	θ_1	θ_2	ABL(9)	ABL(17)	ABL(41)	ABL(81)	ABL(122)	ABL(171)
50	90	0.7	0.7	773.70	693.70	453.70	59.25	0.00	0.00
		0.7	0.9	773.70	693.70	453.70	59.25	0.00	0.00
		0.9	0.7	775.75	695.75	455.75	61.31	2.06	2.06
		0.9	0.9	773.69	693.69	453.69	59.25	0.00	0.00
	100	0.7	0.7	801.44	721.44	481.44	82.39	20.97	20.97
		0.7	0.9	797.25	717.25	477.25	78.19	16.78	16.78
		0.9	0.7	805.64	725.64	485.64	86.58	25.17	25.17
		0.9	0.9	801.44	721.44	481.44	82.39	20.97	20.97
	110	0.7	0.7	809.64	729.64	489.64	89.70	66.39	66.39
		0.7	0.9	803.55	723.55	483.55	83.61	60.30	60.30
		0.9	0.7	815.22	735.22	495.22	95.28	71.97	71.97
		0.9	0.9	809.64	729.64	489.64	89.69	66.39	66.39
	120	0.7	0.7	811.58	731.58	491.58	91.58	129.17	129.17
		0.7	0.9	803.55	723.55	483.55	83.55	121.14	121.14
		0.9	0.7	819.47	739.47	499.47	99.47	137.05	137.05
		0.9	0.9	811.58	731.58	491.58	91.58	129.16	129.16

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่า ผลต่างระหว่างค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 50 และ λ_2 = 90 บางค่า ที่ ABL(122) และ ABL(171) มีค่าเท่ากับ 0 คือค่าคาดหมายของกำไรทั้ง 2 ตัวแบบมีค่าเท่ากัน และค่าเริ่มต้นที่ค่าอื่น ๆ ค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น ได้กำไรมากกว่าตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบิน

ตารางที่ 7 ค่าขีดจำกัดการจอง/ขีดจำกัดการจองเกินและค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น เริ่มต้น λ_1 = 60 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120

λ_1	λ_2	θ_1	θ_2	BL/OBL	Profit
60	90	0.7	0.7	98	8,414.39
		0.7	0.9	99	9,183
		0.9	0.7	97	9,446.56
		0.9	0.9	98	10,215.17
	100	0.7	0.7	95	8,851.47
		0.7	0.9	96	9,627.25
		0.9	0.7	94	9,935.81
		0.9	0.9	95	10,712.03
	110	0.7	0.7	90	9,317.39
		0.7	0.9	91	10,174.53
		0.9	0.7	89	10,501.31
		0.9	0.9	90	11,358.5

ตารางที่ 7 (ต่อ) ค่าขีดจำกัดการจอง/ขีดจำกัดการจองเกินและค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น เริ่มต้น λ_1 = 60 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120

λ_1	λ_2	θ_1	θ_2	BL/OBL	Profit
60	120	0.7	0.7	87	9,599.5
		0.7	0.9	88	10,504.67
		0.9	0.7	86	10,859.72
		0.9	0.9	87	11,784.17

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความต้องการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 1 ที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 60 และความต้องการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 2 เพิ่มขึ้น และความน่าจะเป็นที่ผู้โดยสารจะมาขึ้นเครื่องในแต่ละระดับชั้นสูงขึ้นจะทำให้ค่าคาดหมายของกำไร (Profit) เพิ่มมากขึ้นด้วย

ตารางที่ 8 ผลต่างระหว่างค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 60 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120

λ_1	λ_2	θ_1	θ_2	ABL(9)	ABL(17)	ABL(41)	ABL(81)	ABL(122)	ABL(171)
60	90	0.7	0.7	798.72	718.72	478.72	80.22	26.33	26.33
		0.7	0.9	794.33	714.33	474.33	75.83	21.94	21.94
		0.9	0.7	803.12	723.12	483.12	84.62	30.73	30.73
		0.9	0.9	798.73	718.73	478.73	80.23	26.34	26.34
	100	0.7	0.7	808.25	728.25	488.25	88.36	67.39	67.39
		0.7	0.9	802.14	722.14	482.14	82.25	61.28	61.28
		0.9	0.7	813.92	733.92	493.92	94.03	73.06	73.06
		0.9	0.9	808.25	728.25	488.25	88.36	67.39	67.39
	110	0.7	0.7	791.67	711.67	471.67	71.67	163.42	163.42
		0.7	0.9	783.70	703.70	463.70	63.70	155.45	155.45
		0.9	0.7	799.59	719.59	479.59	79.59	171.34	171.34
		0.9	0.9	791.67	711.67	471.67	71.67	163.42	163.42
	120	0.7	0.7	780.00	700.00	460.00	60.00	238.50	238.50
		0.7	0.9	770.73	690.73	450.73	50.73	229.23	229.23
		0.9	0.7	770.00	690.00	450.00	50.00	228.50	228.50
		0.9	0.9	780.00	700.00	460.00	60.00	238.50	238.50

จากตารางที่ 8 จะเห็นได้ว่า ผลต่างระหว่างค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบิน ค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น ได้กำไรมากกว่าตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบิน

ตารางที่ 9 ขีดจำกัดการจอง/ขีดจำกัดการจองเกินและค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น ค่าเริ่มต้น λ_1 = 70 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120

λ_1	λ_2	θ_1	θ_2	BL/OBL	Profit
70	90	0.7	0.7	95	8,865.81
		0.7	0.9	96	9,669.19
		0.9	0.7	94	9,949.83
		0.9	0.9	95	10,753.47
	100	0.7	0.7	90	9,353.61
		0.7	0.9	91	10,210.75
		0.9	0.7	89	10,538.53
		0.9	0.9	90	11,395.72
	110	0.7	0.7	91	9,247.56
		0.7	0.9	92	10,075.25
		0.9	0.7	90	10,352.69
		0.9	0.9	91	11,199.44
	120	0.7	0.7	91	9,325.22
		0.7	0.9	92	10,155
		0.9	0.7	90	10,434.56
		0.9	0.9	91	11,284.22

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความต้องการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 1 ที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 70 และความต้องการจองที่นั่งในระดับชั้นที่ 2 เพิ่มขึ้น และความน่าจะเป็นที่ผู้โดยสารจะมาขึ้นเครื่องในแต่ละระดับชั้นสูงขึ้นจะทำให้ค่าคาดหมายของกำไร (Profit) เพิ่มมากขึ้นด้วย

ตารางที่ 10 ผลต่างระหว่างค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 70 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120

λ_1	λ_2	θ_1	θ_2	ABL(9)	ABL(17)	ABL(41)	ABL(81)	ABL(122)	ABL(171)
70	90	0.7	0.7	807.87	727.87	487.87	87.92	75.06	75.06
		0.7	0.9	801.80	721.80	481.80	81.86	69.00	69.00
		0.9	0.7	813.66	733.66	493.66	93.72	80.86	80.86
		0.9	0.9	807.86	727.86	487.86	87.91	75.05	75.05
	100	0.7	0.7	791.67	711.67	471.67	71.67	174.33	174.33
		0.7	0.9	783.58	703.58	463.58	63.58	166.25	166.25
		0.9	0.7	799.70	719.70	479.70	79.70	182.36	182.36
		0.9	0.9	791.66	711.66	471.66	71.66	174.33	174.33
	110	0.7	0.7	819.95	739.95	499.95	99.95	140.95	140.95
		0.7	0.9	810.86	730.86	490.86	90.86	131.86	131.86
		0.9	0.7	809.97	729.97	489.97	89.97	130.97	130.97
		0.9	0.9	819.94	739.94	499.94	99.94	140.94	140.94

ตารางที่ 10 (ต่อ) ผลต่างระหว่างค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 70 และ λ_2 = 90, 100, 110, 120

λ_1	λ_2	θ_1	θ_2	ABL(9)	ABL(17)	ABL(41)	ABL(81)	ABL(122)	ABL(171)
70	120	0.7	0.7	820.00	740.00	500.00	100.00	158.83	158.83
		0.7	0.9	810.11	730.11	490.11	90.11	148.94	148.94
		0.9	0.7	810.00	730.00	490.00	90.00	148.84	148.84
		0.9	0.9	820.00	740.00	500.00	100.00	158.83	158.83

จากตารางที่ 10 จะเห็นได้ว่า ผลต่างระหว่างค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบิน ค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น ได้กำไรมากกว่าตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบิน

จะเห็นได้ว่า จากตารางที่ 3, 5, 7 และ 9 สรุปได้ว่า ค่าคาดหมายของกำไรในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น เมื่อมีความต้องการจองที่นั่งในแต่ละระดับชั้นเพิ่มมากขึ้น และความน่าจะเป็นในการมาขึ้นเครื่องของผู้โดยสารในแต่ละระดับชั้นสูงขึ้น จะทำให้ค่าคาดหมายของกำไรเพิ่มมากขึ้นด้วย และจากตารางที่ 4 และ 6 ผลต่างระหว่างค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 40 และ 50 ค่าเริ่มต้น λ_2 = 90 และ 100 บางค่า ที่ ABL(122) และ ABL(171) มีค่าเท่ากับ 0 คือค่าคาดหมายของกำไรทั้ง 2 ตัวแบบมีค่าเท่ากัน และค่าเริ่มต้นที่ค่าอื่น ๆ รวมทั้งค่าเริ่มต้นจากตารางที่ 8 และ 10 ค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นได้กำไรมากกว่าตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบิน

สรุปผลการวิจัย:

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการจำลองข้อมูลความต้องการจองที่นั่งไม่คงที่ในแต่ละระดับชั้นด้วยการแจกแจงปัวซง 360 วัน โดยแบ่งความต้องการออกเป็น 4 ไตรมาส และเพิ่มความต้องการจองขึ้นครั้งละ 5% ในแต่ละไตรมาส โดยความต้องการจองที่นั่งของผู้โดยสารในระดับชั้นที่ 1 มีค่าเริ่มต้นที่ λ_1 = 40, 50, 60, 70 และความต้องการจองที่นั่งของผู้โดยสารในระดับชั้นที่ 2 มีค่าเริ่มต้นที่ λ_2 = 90, 100, 110, 120 จะได้จำนวนข้อมูลทั้งหมด 16 ชุด

การคำนวณจำนวนความต้องการจองที่นั่งในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น จะพบว่าส่วนใหญ่จะมีเพียงค่าขีดจำกัดการจองที่ทำให้ค่าคาดหมายของกำไรมีค่าสูงสุด ถ้ามีทั้ง ขีดจำกัดการจอง/ขีดจำกัดการจองเกิน หมายความว่า ขีดจำกัดการจอง/ขีดจำกัดการจองเกิน ให้ค่าคาดหมายของกำไรเท่ากัน แนะนำให้เลือกค่าขีดจำกัดการจองเพราะจะได้มีการเปิดจองที่นั่งสำหรับลูกค้าในระดับชั้นที่ 1 และการคำนวณค่าคาดหมายของกำไรในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น จะพบว่าเมื่อความต้องการจองที่นั่งในแต่ละระดับชั้นเพิ่มมากขึ้น และความน่าจะเป็นที่ผู้โดยสารในแต่ละระดับชั้นที่จะมาขึ้นเครื่องสูงขึ้น จะทำให้ค่าคาดหมายของกำไรเพิ่มมากขึ้นด้วย

จากการเปรียบเทียบค่าคาดหมายของกำไรสูงสุดพบว่าตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้นกับตัวแบบนโยบายการจองที่นั่งของสายการบินที่ค่าเริ่มต้น λ_1 = 40 และ 50 จะเห็นว่าค่าเริ่มต้น λ_2 = 90 และ 100 บางค่า ที่ ABL(122) และ ABL(171) มีค่าเท่ากับ 0 คือ ค่าคาดหมายของกำไรทั้ง 2 ตัวแบบมีค่าเท่ากัน และที่ค่าเริ่มต้นค่าอื่น ๆ ค่าคาดหมายของกำไรของตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น มีประสิทธิภาพมากกว่าและให้ค่าคาดหมายของกำไรสูงกว่า โดยให้ค่าคาดหมายของกำไรมากกว่านโยบายการจองของสายการบินสูงสุดถึง 11 %

เอกสารอ้างอิง

[1] อัศม์เดช วานิชชินชัย. 2553. **เพิ่มกำไรในธุรกิจบริการด้วย Yield Management**. มหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี

[2] ปฏิภาณ แซ่หลิ่ม. 2553. **การศึกษาผลกระทบทางธุรกิจของการใช้ตัวแบบการจองเกินที่ผิดสมมุติฐานทางสถิติ**. คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

[3] เจวรินทร์ วงคำซาว ทัศนวรรณ สารบรรณ และ สิริกานดา เกษหงษ์. 2561. **การประมาณความต้องการจองที่นั่งในตัวแบบการจองเกินสำหรับลูกค้า 2 ระดับชั้น**. ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[4] กาญจ์นภา อมรัชกุล, 2559 **Price Optimization & Revenue Management Workshop**. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2563. จาก http://logistics.nida.ac.th/price-optimization-revenue-management-workshop/

[5] ณัฐพงศ์ ประกอบการดี. 2556. **กลยุทธ์การให้บริการของสายการบินต้นทุนต่ำเพื่อให้เกิดความได้เปรียบทางการแข่งขันในอุตสาหกรรมการบิน**. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://so04.tci-thaijo.org/index.php/swurd/article/view/32290/27587.

[6] Somboon, M., and Amaruchkul, K. 2017. **Applied Two-Class Overbooking Model in Thailand's Passenger Airline Data**. *The Asian Journal of Shipping and Logistics* 33(4): 189-198.

[7] Somboon, M., and Amaruchkul, K. 2016. **Combined overbooking and seat inventory control for two-class revenue management model**. *Songklanakarin Journal of Science & Technology* 38(6): 657-665.

[8] Weatherford, L. R, and Pölt, S. 2002. **Better unconstraining of airline demand data in revenue management systems for improved forecast accuracy and greater revenues**. *Journal of Revenue and Pricing Management* 1(3): 234-254.

[9] Suriya, K. 2009. **The impact of low cost airlines to airline industry: an experience of Thailand**. *Jurnal Ekonomi Malaysia* 43: 3-25.

[10] I-TIM School. 2013. **Revenue Management คืออะไร?** สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://web.facebook.com/itimfanpage/posts/502097973171634/?_rdc=1&_rdr.

การพยากรณ์เชิงสถิติสำหรับจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย

STATISTICAL FORECASTING FOR NUMBER OF TUBERCULOSIS PATIENTS IN THAILAND

ณัฐพร บำรุง[1,*], ทักษพร สวธานนท์[1] และ อัญชลีพร บุญมาก[1] และสอาด นิวิศพงศ์[2]

Natthaporn Bumrung[1],Taksaporn Sawathanon[1], Anchaleeporn Boonmak[1] and Sa-Aat Niwitpong[2]

[1] *ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย*

[2] *อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ณัฐพร บำรุง อีเมล : s5904051630172@email.kmutnb.ac.th

บทคัดย่อ :

การพยากรณ์เชิงสถิติสำหรับจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย โดยวิธีการพยากรณ์แบบเดี่ยว (Individual Forecasting Method) และวิธีการพยากรณ์รวม (Combined Forecast Method) รวมถึงหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนผู้ป่วยวัณโรค ซึ่งวิธีการพยากรณ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยวิธีการพยากรณ์แบบเดี่ยว 2 วิธี คือ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing Method) วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) และวิธีการพยากรณ์รวม (Combines Forecast Method) 3 วิธี คือ วิธีการถ่วงน้ำหนักที่เท่ากัน (Equally Weighted Average Method) วิธีถ่วงน้ำหนักค่าความแปรปรวนต่ำสุด (Minimum Variance Method) และวิธีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยผกผัน (Inverse of Mean Square Error method) โดยข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมโดยกรมควบคุมโรคกองวัณโรค สังกัดกระทรวงสาธารณสุข เป็นข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 รวมจำนวน 72 เดือน และเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ ในแต่ละวิธีจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) โดยตัวแบบที่ให้ค่า MAPE ต่ำสุด จะเป็นตัวแบบที่เหมาะสม จากผลการศึกษาพบว่าวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กโพเนนเชียลโดยวิธีของวินเทอร์ (Exponential Smoothing : Winter's Method) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย

คำสำคัญ : วัณโรค การปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล บ็อกซ์-เจนกินส์ พยากรณ์รวม

Abstract :

The objective of this Statistical Forecasting for Number of Tuberculosis Patients in Thailand is to compare the efficiency of two forecasting methods for the number of Tuberculosis patients in Thailand which are Individual forecasting methods and Combined forecasting methods, including finding a forecasting model that is suitable to be used to forecast the number of Tuberculosis patients. The individual forecasting methods used in this finding are Exponential Smoothing method and Box-Jenkins method. Moreover, there are three Combines forecasting methods which are Equally-weighted Average method, Minimum Variance method and Inverse of Mean Square Error method are used in this finding. The data used in this analysis are the secondary data recorded monthly from January 2014 to December 2019, a total of 72 months. The data are collected by Tuberculosis division, Ministry of Public

Health. The most suitable forecasting method will be considered by the criterion of the smallest value of Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The result shows that Winter's exponential smoothing method is suitable forecasting method to be used in forecasting the number of Tuberculosis patients in Thailand.

Keywords : Tuberculosis, Exponential Smoothing, Box-Jenkins, Combined Forecast

บทนำ :

วัณโรค (Tuberculosis หรือ TB) เป็นปัญหาสาธารณสุขของประเทศไทยโดยในประเทศไทยเป็น 1 ใน 14 ประเทศที่พบผู้ป่วยสูงที่สุด ในอัตรา 1.2 แสนคนต่อปี และในจำนวนนี้จะมีผู้เสียชีวิตประมาณปีละ 12,000 ราย วัณโรคเป็นโรคติดต่อที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย Mycobacterium tuberculosis จัดอยู่ในกลุ่ม Mycobacterium tuberculosis complex วัณโรคเกิดได้ในทุกอวัยวะของร่างกายส่วนใหญ่มักเกิดที่ปอด ซึ่งสามารถแพร่เชื้อได้ง่าย อาการที่พบบ่อย คือ การไอ ไอเป็นเลือด แน่นหน้าอก เมื่อยล้า น้ำหนักลด มีไข้ และเหงื่อออกตอนกลางคืน สาเหตุของการติดเชื้อเกิดจากการหายใจเอาอากาศที่มีละอองเสมหะปนเปื้อนเชื้อเข้าไปหรือการสัมผัสผู้ป่วยโดยตรง ในอนาคตสำหรับวัณโรคจึงเป็นเรื่องน่ากังวลเป็นอย่างมาก เนื่องจากจำนวนที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆและยังส่งผลกระทบต่อประเทศไม่ว่าจะเป็นด้านสาธารณะสุข ด้านเศรษฐกิจ การท่องเที่ยว เป็นต้น จากที่กล่าวมาข้างต้นคณะผู้วิจัยสนใจที่จะทำการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย พร้อมหาตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ เพื่อเป็นแนวทางในการรับมือจำนวนผู้ป่วยวัณโรคที่เพิ่มมากขึ้น หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสนใจนำไปใช้ในการวางแผนและประกอบการตัดสินใจได้อีกด้วย

วิธีการดำเนินการ :

ทำการรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย โดยการจัดเก็บข้อมูลเป็นรายเดือนจำนวน 72 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จากกรมควบคุมโรคกองวัณโรค สังกัดกระทรวงสาธารณะสุข ในการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาหาตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยวัณโรค โดยใช้โปรแกรม RStudio 3.5.1 โดยใช้ข้อมูลรายเดือนจำนวน 60 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 เป็นข้อมูลในการตรวจสอบตัวแบบ และข้อมูลในปีพ.ศ. 2562 เป็นข้อมูลในการทดสอบความเหมาะสม จากนั้นทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการพยากรณ์เดี่ยว 2 วิธี ได้แก่ ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing Method : ES) และวิธีบ็อก-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method : ARIMA) และวิธีการพยากรณ์รวม 3 วิธี ได้แก่ วิธีการถ่วงน้ำหนักที่เท่ากัน (Equally Weighted Average Method : EW) วิธีถ่วงน้ำหนักค่าความแปรปรวนต่ำสุด (Minimum Variance Method: MV) และวิธีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยผกผัน (Inverse of Mean Square Error method: IMSE) ซึ่งมีวิธีดำเนินการดังนี้

1. วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยวิธีของวินเทอร์ (Winter's Forecast Method)

วิธีการพยากรณ์นี้เหมาสำหรับข้อมูลที่มีแนวโน้มและความผันแปรตามฤดูกาลและยังเหมาะกับการพยากรณ์ในระยะสั้นจนถึงการพยากรณ์ในระยะปานกลาง ในกรณีนี้ควรเลือกใช้วิธีวินเทอร์ตัวแบบการคูณในกรณีนี้ควรเลือกใช้วิธีวินเทอร์ตัวแบบการคูณ (multiplicative Winter's method) ซึ่งมีตัวแบบอนุกรมเวลาดังนี้

$$Y_t = \left(\beta_0 + \beta_1 t\right) S_t \varepsilon_t$$

โดยที่ Y_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลาที่ t

β_0, β_1 คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ

S_t คือ ค่าความแปรผันตามฤดูกาล ณ เวลาที่ t

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลาที่ t

สำหรับสมการที่ใช้พยากรณ์ คือ $\hat{Y}_{t+m} = \begin{cases} (a_t + b_t(m))\hat{S}_t & \text{เมื่อ } t \le p \\ (a_t + b_t(m))\hat{S}_{t-p+m} & \text{เมื่อ } t > p \end{cases}$

2. วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box – Jenkins Method)

การพยากรณ์นี้ คือ สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีการเคลื่อนไหวทุกประเภทและเป็นวิธีการที่มีความแม่นยำอนุกรม เวลาที่จะกำหนดรูปแบบโดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์จะต้องเป็นอนุกรมเวลาที่อยู่ในสภาวะนิ่ง (stationary data series) เท่านั้น ซึ่งหมายถึงคงที่ในค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วมไม่แปรผันตามเวลา

ขั้นตอนของวิธีพยากรณ์ของบ็อกซ์-เจนกินส์ ประกอบไปด้วย

(1) การตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลอนุกรมเวลา โดยข้อมูลอนุกรมเวลาจะต้องเป็นข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนอยู่ในสภาพคงที่ ในการพิจารณาสภาพคงที่ของข้อมูลนั้นอาจดูได้จากกราฟอัตตสหสัมพันธ์ของอนุกรมเวลา ถ้ากราฟอัตตสหสัมพันธ์ ของอนุกรมเวลานั้น มีลักษณะลดลงเข้าสู่ศูนย์อย่างรวดเร็ว แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะคงที่ แต่ถ้ากราฟอัตตสหสัมพันธ์ของอนุกรมเวลามีลักษณะลดลงอย่างช้าๆ แสดงว่าข้อมูลมีลักษณะไม่คงที่

(2) การกำหนดตัวแบบ โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกิดขึ้น ณ เวลาต่างๆ ซึ่งจะสามารถบอกถึงรูปแบบ และลักษณะการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

(3) การประมาณค่าพารามิเตอร์ ซึ่งโปรแกรม RStudio 3.5.1จะกำหนดค่าประมาณเบื้องต้น จากนั้นตัดพารามิเตอร์ที่ไม่มีนัยสำคัญออกจากตัวแบบ จนกว่าจะได้ตัวแบบพยากรณ์ที่ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญทั้งหมด แล้วทำการคัดเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่มีเกณฑ์ข้อสนเทศของอาไคเคะ (AIC) ต่ำสุด เพื่อให้ตัวแบบมีความเหมาะสม

(4) ตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบที่จะนำมาใช้โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับศูนย์ ค่าความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ และค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน

(5) พยากรณ์อนุกรมเวลา โดยใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งตัวแบบอนุกรมเวลาที่เรียกว่าตัวแบบ ARIMA (autoregressive integrated moving average) และตัวแบบที่ศึกษาในครั้งนี้เป็นตัวแบบ ARIMA (p,d,q)(P,D,Q)s มีรูปแบบดังนี้

$$\varphi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t$$

โดยที่ $\varphi_p(B) = 1 - \varphi_1 B - \varphi_2 B^2 - \ldots - \varphi_p B^p$

3. วิธีการพยากรณ์รวม (Combined Forecasting Method)

วิธีการพยากรณ์รวม หมายถึง การหาค่าพยากรณ์ใหม่จากการรวมกันของค่าพยากรณ์เดี่ยวแต่ละวิธีที่ใช้ในการศึกษา โดยการหาตัวถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละวิธีการพยากรณ์นั้นๆ

การหาค่าพยากรณ์รวม (Combined Forecast : CF) มีตัวแบบ คือ

$$\hat{CF}_t = \sum_{j=1}^{m} W_j \hat{Y}_{jt}$$

เมื่อ W_j คือ ตัวถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ j

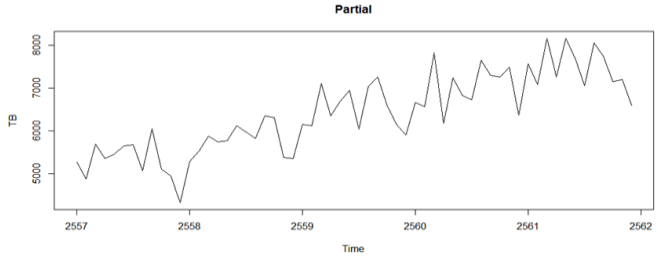
$\hat{Y}_{jt}$ คือ ค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์ที่ j

j คือ วิธีการพยากรณ์ที่ j ; $j = 1, 2, ..., m$

t คือ คาบเวลา ; $t = 1, 2, ..., m$

ผลการดำเนินการ :

ผลการวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา



รูปที่ 1 ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย

รูปที่ 1 แสดงข้อมูลจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย ที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 60 เดือน พบว่า ข้อมูลมีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล

1. ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทยโดยวิธีการพยากรณ์เดี่ยว

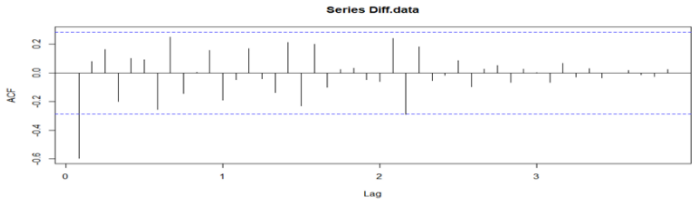
1.1 วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยวิธีของวินเทอร์

วิธีที่เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบมีแนวโน้มและฤดูกาล (แสดงดังรูปที่ 1) มีค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับอนุกรมเวลาชุดนี้มี 3 ค่า คือ (α) มีค่าเท่ากับ 0.0067 (δ) มีค่าเท่ากับ 0.0006 และ (γ) มีค่าเท่ากับ 0.0001 ตามลำดับ เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ การแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ เนื่องจากกราฟ QQ Plot มีค่าความคลาดเคลื่อนโดยส่วนใหญ่อยู่ในแนวเส้นตรง 45 องศา และความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน เนื่องจากกราฟ ACF และ PACF แต่ละ Lag มีค่าไม่เกินขอบเขต ดังนั้น ตัวแบบการพยากรณ์สำหรับจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2562 โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล คือ

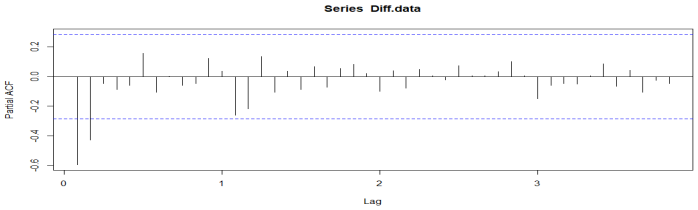
$$\hat{Y}_{60+m} = (5551.97 - 37.2571(m))\,\hat{S}_{48+m}$$

1.2 วิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีบ็อกซ์ – เจนกินส์

สำหรับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวแบบมีแนวโน้มและฤดูกาล (แสดงดังรูปที่ 1) คณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความคงที่ของข้อมูลอนุกรมเวลา พิจารณากราฟ ACF และ PACF โดยทำการหาผลต่างและผลต่างแบบมีฤดูกาล 1 ครั้ง (แสดงดังรูปที่ 2 และ รูปที่ 3) และเปรียบเทียบความเหมาะสมของตัวแบบ พิจารณาจากค่า AIC ที่มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ -131.473 ดังนั้น ตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ $ARIMA(2,1,0)(1,1,0)_{12}$ (แสดงดังตารางที่ 1) และค่าพารามิเตอร์ไม่เท่ากับศูนย์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ซึ่งได้ค่า $\phi_1 = -0.963$ $\phi_2 = -0.454$ และ $\phi_{12} = -0.353$



รูปที่ 2 กราฟ ACF หลังทำการหาผลต่างและผลต่างแบบมีฤดูกาล 1 ครั้ง



รูปที่ 3 กราฟ PACF หลังทำการหาผลต่างและผลต่างแบบมีฤดูกาล 1 ครั้ง

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความเหมาะสมของตัวแบบ

ลำดับ	ตัวแบบ	AIC
1	ARIMA(0,1,1)(0,1,0)	-124.3095
2	ARIMA(1,1,0)(0,1,0)	-120.9237
3	ARIMA(1,1,1)(0,1,0)	-126.8654
4	ARIMA(2,1,0)(0,1,0)	-128.7019
5	ARIMA(2,1,1)(0,1,0)	-126.7823
6	ARIMA(0,1,1)(1,1,0)	-126.1542
7	ARIMA(0,1,1)(0,1,1)	-126.142
8	ARIMA(1,1,0)(1,1,0)	-122.6945
9	ARIMA(1,1,0)(0,1,1)	-122.2975
10	ARIMA(1,1,1)(1,1,0)	-129.2438
11	ARIMA(1,1,1)(0,1,1)	-128.6981
12	**ARIMA(2,1,0)(1,1,0)**	**-131.473**
13	ARIMA(2,1,0)(0,1,1)	-130.9918
14	ARIMA(2,1,1)(1,1,0)	-129.503
15	ARIMA(2,1,1)(0,1,1)	-129.0144

เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติของค่าคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ การแจกแจงของค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ เนื่องจากกราฟ QQ Plot มีค่าความคลาดเคลื่อนโดยส่วนใหญ่อยู่ในแนวเส้นตรง 45 องศา และความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระต่อกัน เนื่องจากกราฟ ACF และ PACF แต่ละ Lag มีค่าไม่เกินขอบเขต ดังนั้น สมการพยากรณ์สำหรับจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2562 คือ

$$\begin{aligned} Y_t &= -0.963Y_{t-1} - 0.454Y_{t-2} + Y_{t-12} + 0.963Y_{t-13} + 0.454Y_{t-14} + Y_{t-1} + 0.963Y_{t-2} \\ &\quad +0.454Y_{t-3} - Y_{t-13} - 0.963Y_{t-14} - 0.454Y_{t-15} - 0.353Y_{t-12} - (-0.963)(-0.353)Y_{t-13} \\ &\quad -(-0.454)(-0.353)Y_{t-14} + 0.353Y_{t-24} + (-0.963)(-0.454)Y_{t-25} + (-0.454)(-0.353)Y_{t-26} \\ &\quad +0.353Y_{t-13} + (-0.454)(-0.353)Y_{t-15} - 0.353Y_{t-25} - (-0.454)(-0.353)Y_{t-27} \end{aligned}$$

2. ตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทยโดยวิธีการพยากรณ์รวม

วิธีการพยากรณ์รวมจะใช้วิธีการพยากรณ์เดี่ยว 2 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยวิธีของวินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์ – เจนกินส์ โดยจะใช้วิธีการพยากรณ์รวมจากค่าตัวถ่วง น้ำหนักจาก 3 วิธี

2.1 วิธีถ่วงน้ำหนักที่เท่ากัน (Equally Weighted Average Method : EW)

พิจารณาวิธีการพยากรณ์รวมจากวิธีถ่วงน้ำหนักที่เท่ากัน โดยใช้วิธีการพยากรณ์เดี่ยว 2 วิธี คือ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยวิธีของวินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์ – เจนกินส์ หาตัวถ่วงน้ำหนักจากวิธีถ่วงน้ำหนักที่เท่ากันจะได้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีการพยากรณ์เดี่ยวจะมีค่าเท่ากันหมดทุกวิธี คือ 0.5 ดังนั้น ตัวแบบการพยากรณ์ คือ $C\hat{F}_t = 0.5\hat{Y}_{1t} + 0.5\hat{Y}_{2t}$

2.2 วิธีถ่วงน้ำหนักค่าความแปรปรวนต่ำสุด (Minimum Variance Method : MV)

พิจารณาวิธีการพยากรณ์รวมจากวิธีถ่วงน้ำหนักค่าความแปรปรวนต่ำสุด โดยใช้วิธีการพยากรณ์เดี่ยว 2 วิธี คือ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยวิธีของวินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์ – เจนกินส์ หาตัวถ่วงน้ำหนักของวิธีถ่วงน้ำหนักค่าความแปรปรวนต่ำสุด จะได้ค่าถ่วงน้ำหนัก คือ $W = 0.47$ ดังนั้น ตัวแบบการพยากรณ์ คือ $C\hat{F}_t = 0.477\hat{Y}_{1t} + 0.523\hat{Y}_{2t}$

2.3 วิธีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยผกผัน (Inverse of Mean Square Error method : IMSE)

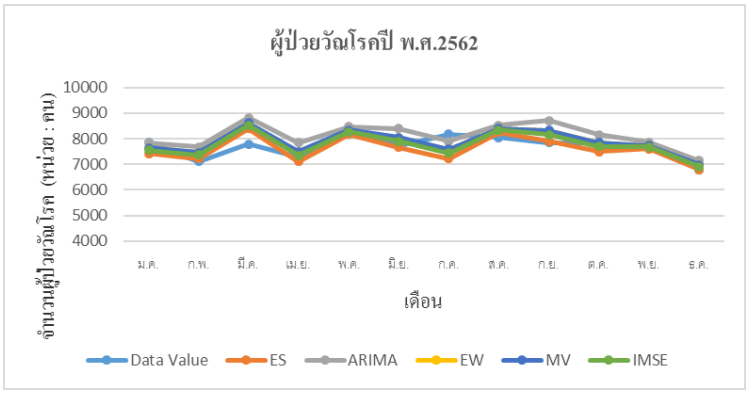
พิจารณาวิธีการพยากรณ์รวมจากวิธีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยผกผันโดยใช้วิธีการพยากรณ์เดี่ยว 2 วิธี คือ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยวิธีของวินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์ – เจนกินส์ หาตัวถ่วงน้ำหนักของวิธีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยผกผัน จะได้ค่าถ่วงน้ำหนัก คือ $W_1 = 0.686, W_2 = 0.314$ ดังนั้น ตัวแบบการพยากรณ์ คือ $C\hat{F}_t = 0.686\hat{Y}_{1t} + 0.314\hat{Y}_{2t}$

3. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ของตัวพยากรณ์ที่ได้

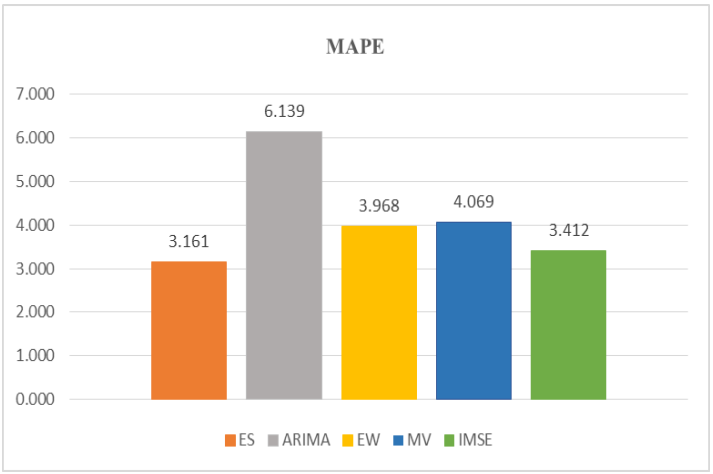
ทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย คณะผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลจริงตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2562 จำนวน 12 ค่า มาเปรียบเทียบกับค่าจากการพยากรณ์ที่ได้จากวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยวิธีของวินเทอร์ และวิธีบ็อกซ์ – เจนกินส์ โดยพิจารณาจากการหาค่า MAPE พบว่าธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยวิธีของวินเทอร์ (ES) นั้นมีค่า MAPE น้อยที่สุด คือ 3.161 รองลงมา คือ วิธีความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยผกผัน (IMSE) วิธีถ่วงน้ำหนักที่เท่ากัน (EW) วิธีถ่วงน้ำหนักค่าความแปรปรวนต่ำสุด (MV) และวิธีบ็อกซ์–เจนกินส์ (ARIMA) โดยมีค่า MAPE เท่ากับ 3.412 3.968 4.069 และ 6.139 ตามลำดับ (แสดงดังตารางที่ 2) ซึ่งสามารถสร้างกราฟเส้นในการเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์สำหรับตัวแบบพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย (แสดงดังรูปที่ 4) และแผนภูมิแท่งในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (แสดงดังรูปที่ 5) ดังนั้นจึงใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลเพื่อหาตัวแบบการพยากรณ์สำหรับจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย

ตารางที่ 2 ค่าพยากรณ์ของจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทยแบบรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

เดือน	ค่าจริงปี 2562 Y_t	การพยากรณ์เดี่ยว		การพยากรณ์รวม		
		ES	ARIMA	EW	MV	IMSE
มกราคม	7856	7423.605	7852.648	7638.126	7648.119	7558.431
กุมภาพันธ์	7104	7226.25	7677.141	7451.695	7462.197	7367.942
มีนาคม	7782	8392.471	8826.046	8609.258	8619.357	8528.721
เมษายน	7286	7114.875	7852.433	7483.654	7500.832	7346.652
พฤษภาคม	8194	8181.459	8472.348	8326.903	8333.678	8272.870
มิถุนายน	7730	7667.976	8393.649	8030.8125	8047.714	7896.018
กรกฎาคม	8168	7226.863	7905.775	7566.319	7582.131	7440.210
สิงหาคม	8054	8250.849	8525.846	8388.347	8394.752	8337.266
กันยายน	7842	7898.108	8715.657	8306.882	8325.924	8155.022
ตุลาคม	7819	7489.482	8164.132	7826.807	7842.520	7701.490
พฤศจิกายน	7642	7609.048	7856.785	7732.916	7738.686	7686.899
ธันวาคม	6803	6787.128	7139.775	6963.451	6971.665	6897.947
MAPE		3.161	6.139	3.968	4.069	3.412



รูปที่ 4 กราฟเส้นค่าจริงและค่าพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2562



รูปที่ 5 แผนภูมิแท่งค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2562

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทยทั้ง 2 วิธี ได้แก่ วิธีการพยากรณ์เดี่ยวและวิธีการพยากรณ์รวม ได้มาภายใต้การใช้ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทยรายเดือนปี พ.ศ. 2557 ถึง พ.ศ. 2561 แต่หากมีข้อมูลเพิ่มเติมหรือเพิ่มวิธีการพยากรณ์ใหม่ ค่า MAPE ที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไปและอาจจะเจอวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุดที่ไม่ใช่วิธีการพยากรณ์เดิม และผลการทดลองนี้ในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ผู้วิจัยพิจารณาเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ที่ต่ำที่สุด พบว่าวิธีการพยากรณ์ที่ศึกษาที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยวัณโรคในประเทศไทย คือ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยวิธีของวินเทอร์ (Exponential Smoothing: Winter's Method) ให้ค่า MAPE ต่ำที่สุด คือ 3.161 อย่างไรก็ตามการพยากรณ์นี้อาจไม่ได้เป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่สุด ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรหาวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ นอกเหนือจากวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เพื่อเปรียบเทียบหาตัวแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุด อีกทั้งยังสามารถนำเทคนิคการพยากรณ์เดี่ยวและการพยากรณ์รวมไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลาอื่น ๆ เพื่อหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนั้น ๆ ได้

กิตติกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ และความช่วยเหลือ จากรองศาสตราจารย์ ดร.สอาด นิวิศพงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ความคิดเห็น แนะนำ และควบคุมดูแลแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด จนกระทั่งโครงการวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมโรค กองวัณโรค สังกัดกระทรวงสาธารณสุข, จำนวนผู้ป่วยวัณโรค, สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2562, จาก https://www.tbthailand.org/

[2] รองศาสตราจารย์ ฐิตนนท์ จารุโรจน์กีรติ. (2559). การพยากรณ์ทางธุรกิจ Business Forecasting. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[3] โรงพยาบาลเซนต์หลุยส์, วัณโรค, สืบค้นเมื่อ 5 ธันวาคม 2562, จาก http://www.saintlouis.or.th/article/show/TuberculosisTB_23-2-2017-8:32?fbclid=IwAR1L36C-Um8RiKl2WKklsy7ICtZGprciho67_Ro0Ipeljfi6Fh8RC5EDG6g

[4] ลักขณา เศาธยะนันท์, สุณี ทวีสกุลวัชระ, ยุพิน กาญจนะศักดิ์ดา และบุญหญิง สมร่าง*, “การพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางมาท่องเที่ยวในประเทศไทยโดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์และวิธีการของวินเตอร์”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 22, ฉบับที่ 1, หน้า 90-98 (2557)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในโอกาสพิเศษต่าง ๆ ของประชาชนชุมชนบ้านสันคะยอม อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

FACTORS AFFECTING THE AMOUNT OF GIFT MONEY ON SPECIAL OCCASIONS OF PEOPLE IN BAN SANKHAYOM COMMUNITY, MUANG DISTRICT, LAMPHUN

ณัฐภรณ์ ธิมายอม และ ปิยะชาติ เวียงนาค

Nuttaporn Timayom and Piyachart Wiangnak

สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ปิยะชาติ เวียงนาค อีเมล: piyachart@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ :

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในโอกาสพิเศษต่าง ๆ ของประชาชนชุมชนบ้านสันคะยอม อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อ ประมาณค่าเฉลี่ยและศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินในการร่วมทำบุญในโอกาสพิเศษ 4 ประเภท ได้แก่ งานบวช งานมงคลสมรส งานขึ้นบ้านใหม่และงานศพ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนทั้งหมด 300 คน สอบถามถึงจำนวนเงินร่วมทำบุญในการไปร่วมงาน 3 ครั้งล่าสุด สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติพรรณนา ใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติอนุมานที่ใช้ ได้แก่การประมาณช่วงความเชื่อมั่นของค่าเฉลี่ยประชากร การทดสอบ t-test F-test และ Welch test ผลการศึกษา พบว่า จำนวนเงินร่วมทำบุญงานขึ้นบ้านใหม่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด มีค่าประมาณ 340.13 ถึง 353.15 บาท รองลงมาได้แก่ เงินร่วมทำบุญของงานมงคลสมรสเฉลี่ย มีค่าประมาณ 339.32 ถึง 350.34 บาท ส่วนจำนวนเงินร่วมทำบุญเฉลี่ย ของงานบวชและงานศพ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยงานบวชมีเงินทำบุญเฉลี่ยประมาณ 319.52 ถึง 335.38 บาท และ จำนวนเงินร่วมทำบุญของงานศพเฉลี่ย มีค่าประมาณ 319.31 ถึง 330.11 บาท ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญ ได้แก่ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษาของผู้ร่วมทำบุญ ระดับการศึกษาของคู่สมรสและระดับการศึกษาของบุตร ปัจจัยด้านสังคมที่มีอิทธิพล ได้แก่ ระดับความสนิทสนมของเจ้าภาพและ ปัจจัยด้านการจัดงานที่มีอิทธิพล ได้แก่ ระยะทางในการเดินทางไปร่วมงานของผู้ร่วมทำบุญ

คำสำคัญ : การใส่ซอง ค่าใช้จ่ายครัวเรือน งานบุญ

Abstract :

The purpose of this research were to estimate the average of gift money on special occasions of and people in SANKAYOM Community, Lamphun, Thailand and to study the factors affecting these amount of gift money on four special occasions; Buddhist ordination, wedding, housewarming and funeral. A sample of 300 people were collected using a questionnaire asking about the amount of money giving to the hosts in the last 3 events. The statistical techniques used for data analysis were descriptive statistics such as percentage, mean, standard deviation along with the inference statistics such as the confidence interval estimation, t-test, F-test and Welch test. The results showed the

average amount of gift money for the house warming occasion was the highest which lied between 340.13- 353.15 Baht, followed by gift money for the weddings (340.13 - 353.15 Baht), the gift money for the Buddhist ordination (319.52 - 335.38 Baht) and lastly, the gift money for a funeral (319.31 - 330.11 Baht) at the 95% confidence level. Moreover, the personal factors consisted of age, occupation, education level of the respondents, respondent's spouse and respondent's children affected the amount of gift money. The social factors affecting the amount of money were the level of intimacy of the host. Finally, the distance to events was the event factor affecting the gift money.

Keywords: Donation, household expense, Thai special occasions.

บทนำ :

ขนมธรรมเนียมเป็นแบบแผนที่คนในสังคมสร้างขึ้น และยึดถือนำมาปฏิบัติในชีวิตประจำวันเพราะเชื่อว่าเป็นสิ่งที่ดีงาม ส่วนประเพณีจะมีลักษณะที่เป็นแบบแผนที่คนนำมาปฏิบัติ โดยมักจะมีความเกี่ยวเนื่องกับความเชื่อทางศาสนา เพราะ ขนมธรรมเนียมประเพณีไทยจึงเป็นระเบียบแบบแผนที่คนไทยถือว่าเป็นสิ่งที่ดีงามแล้วนำมาประพฤติในชีวิตประจำวัน จนกลายเป็นวิถีไทยที่เป็นเอกลักษณ์การให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันระหว่างมนุษย์นั้น นอกจากจะเป็นพื้นฐานของการดำรงชีวิตแล้วยังเป็นพื้นฐานของการอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างเป็นสุข การที่ผู้คนในสังคมนั้นต่างให้ความช่วยเหลือกันและกันในกิจกรรมต่าง ๆ สร้างประโยชน์ต่าง ๆ ทำให้สังคมนั้นพัฒนาและอยู่ร่วมกันอย่างเป็นสุข แต่หากสังคมใดขาดแคลน หรือไร้ซึ่งการให้ความช่วยเหลือต่อกัน แน่นอนสังคมนั้นย่อมล้าหลังและจะเกิดความเสียหายต่าง ๆ ตามมาในไม่ช้า สังคมที่ผู้คนให้ความช่วยเหลือกันและกัน นั่นคือสังคมที่ผู้คนมีจิตใจเมตตา มีความรักใคร่ เอื้อเฟื้อต่อกันค่านิยมในการช่วยเหลือการใส่ซองบุญเป็นที่นิยมมาอย่างยาวนาน การใส่ซองบุญเป็นการศรัทธาอยากแสดงน้ำใจ อยากช่วยเหลือ อยากทำบุญขึ้นอยู่กับตัวของเราและความสัมพันธ์กับเจ้าภาพ ซึ่งงานแบ่งออกเป็น2 ประเภท คืองานมงคลการทำบุญเพื่อความเจริญโดยปรารถเหตุที่ดี ไม่เป็นมูลเหตุมาจากสิ่งชั่วร้าย งานทำบุญงานมงคล เช่น งานบวช งานมงคลสมรส งานขึ้นบ้านใหม่ เป็นต้นและงานอวมงคลคือการทำบุญเพื่อความสุขความเจริญแล้วจัดทำบุญขึ้นเพื่อกลับสิ่งที่ชั่วร้ายให้คืนดีและเป็นสิริมงคลหรือการทำบุญปรารถความตายของบรรพบุรุษ หรือท่านผู้ใดผู้หนึ่ง เป็นการทำบุญในวันคล้ายวันที่ท่านผู้นั้นล่วงลับไปแล้ว [1]

ในสังคมไทยการร่วมงานตามประเพณีและวัฒนธรรมเป็นการแสดงออกถึงความเห็นอกเห็นใจ การมีส่วนร่วมต่อชุมชน การแสดงออกถึง ความเป็นชุมชนเดียวกัน ดังนั้นค่านิยมการร่วมทำบุญโดยใช้เงินที่เรียกว่า “การใส่ซอง” จึงเป็นที่นิยมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมยุคใหม่ที่การลงแรงร่วมมือหรือที่เรียกว่า “ลงแขก” หรือ “ฮอมแรง” ทำได้ยากขึ้นเนื่องจากความเร่งรีบในการทำงาน ดังนั้นปัญหาหนึ่งที่มักพบ ได้แก่ การตัดสินใจเกี่ยวกับจำนวนเงินที่จะร่วมทำบุญทั้งนี้จำนวนเงินดังกล่าวสะท้อนถึงสถานภาพแรงความสัมพันธ์ของผู้ร่วมงานกับผู้จัดงาน นอกจากนี้สภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่อาจมีอิทธิพลกระทบต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับจำนวนเงินใส่ซอง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในโอกาสพิเศษต่าง ๆ ของประชากรในชุมชนบ้านสันคะยอม อำเภอเมือง จังหวัด ลำพูน เพื่อให้ทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในโอกาสต่าง ๆ และเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นฐานข้อมูลและต่อยอดการทำวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในโอกาสต่าง ๆ ต่อไปได้

วิธีดำเนินการวิจัย :

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Sample Survey) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครัวเรือนในชุมชนบ้านสันคะยอม อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน จำนวน 300 ครัวเรือน ที่ได้จากการคำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรดังนี้ สุรินทร์ นิยมางกรู. (2542) [2]

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \text{ เมื่อ } n_0 = \frac{Z^2 S^2}{d^2}$$

โดยที่ N แทน จำนวนประชากร

d แทน ความ คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

S^2 แทน ความแปรปรวนของประชากรในทฤษฎีการสุ่มตัวอย่างซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$S^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\left(y_i - \bar{Y}\right)^2$$

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น (Pilot Survey) ในพื้นที่ชุมชนบ้านสันคะยอม หมู่4 อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมาย จำนวน 30 ชุด ได้ค่าใช้จ่ายในการทำบุญเฉลี่ย ($\bar{y}$) = 257.36 บาท ได้ค่า s^2 = 6,795.963 บาท จึงนำค่า s^2 และ $\bar{y}$ มาประมาณค่า S^2 และ $\bar{Y}$ ตามลำดับ [3] จำนวนประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ 712 คน ยอมให้เกิดความ คลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ได้ไม่เกิน 3% ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมสามารถคำนวณได้เท่ากับ 271.16 หรือประมาณ 272 คน ผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและได้จำนวนทั้งสิ้น 300 ชุดดังกล่าว เพื่อป้องกันการสูญหายและไม่ได้รับการตอบรับที่ตรงกับวัตถุประสงค์

จากนั้นใช้แบบสอบถาม มีประเด็นคำถามหลักคือการไปร่วมงานบุญ 3 ครั้งล่าสุด ว่าเป็นงานชนิดใด และร่วมทำบุญเป็นเงินเท่าใด รวมถึงคำถามเกี่ยวกับปัจจัยทางด้านส่วนบุคคล สังคม เศรษฐกิจ และ ด้านการจัดงาน ที่คาดว่ามีผลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานนั้น ๆ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้การประมาณช่วงความเชื่อมั่น 95% ของจำนวนเงินเฉลี่ยในการร่วมทำบุญ และ สถิติวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำแนกตามตัวแปรในแต่ละปัจจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย :

ในการศึกษาครั้งนี้ สถิติที่ใช้แบ่งออกเป็น สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Average) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) และสถิติเชิงอนุมานที่ใช้ในการวิเคราะห์จำนวนเงินร่วมทำบุญเฉลี่ย จำแนกตามปัจจัยด้านต่าง ๆ โดยสถิติอนุมาน ได้แก่การทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยประชากร 2 กลุ่ม โดยt-test การทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยประชากรมากกว่า 2 กลุ่ม โดย F-test ในกรณีที่ความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน หรือ Welch Test ในกรณีที่ความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มแตกต่างกัน การประมาณช่วงความเชื่อมั่นของจำนวนเงินทำบุญเฉลี่ย และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นโดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

ผลการวิจัย :

จากการเก็บข้อมูลจำนวนทั้งสิ้น 300 ชุดจากประชาชนบ้านสันคะยอม สรุปจำนวนและร้อยละจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคลได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	158	52.67
หญิง	142	47.33
รวม	**300**	**100.00**
อายุ		
น้อยกว่า 40	98	32.67
40-60	197	65.67
มากกว่า 60	5	1.67
รวม	**300**	**100.00**
อาชีพ		
รับราชการ	3	1.00
รัฐวิสาหกิจ	7	2.33
ค้าขาย	37	12.33
เกษตรกร	24	8.00
รับจ้างทั่วไป	229	76.33
รวม	**300**	**100.00**
สถานภาพการสมรส		
โสด	3	1.00
สมรส และอยู่ด้วยกัน	7	2.33
สมรส แต่แยกกันอยู่	37	12.33
หย่าร้าง	24	8.00
ไม่ได้สมรส แต่อยู่ด้วยกัน	229	76.33
รวม	**300**	**100.00**

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
ระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถาม		
ไม่ได้รับการศึกษา	0	0.00
ประถมศึกษา	137	45.82
มัธยมศึกษาตอนต้น, ปวส.	77	25.75
มัธยมศึกษาตอนปลาย, ปวช.	3	1.00
ปริญญาตรี	74	24.75
สูงกว่าปริญญาตรี	8	2.68
รวม	**299**	**100.00**
ระดับการศึกษาสูงสุดของคู่สมรส		
ไม่ได้รับการศึกษา	0	0.00
ประถมศึกษา	140	52.83
มัธยมศึกษาตอนต้น, ปวส.	56	21.13
มัธยมศึกษาตอนปลาย, ปวช.	11	4.15
ปริญญาตรี	55	20.75
สูงกว่าปริญญาตรี	3	1.13
รวม	**265**	**100.00**
ระดับการศึกษาสูงสุดของบุตร		
ไม่ได้รับการศึกษา	0	0.00
ประถมศึกษา	53	23.98
มัธยมศึกษาตอนต้น, ปวส.	70	31.67
มัธยมศึกษาตอนปลาย, ปวช.	22	9.95
ปริญญาตรี	70	31.67
สูงกว่าปริญญาตรี	6	2.71
รวม	**299**	**100.00**

จากตารางที่ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 300 คน เป็นเพศชายร้อยละ 52.67 เพศหญิงร้อยละ 47.33 คน ส่วนมากที่ตอบแบบสอบถามจะอยู่ในช่วงอายุ40-60 ปี เป็นร้อยละ 65.67 มีอาชีพรับจ้างทั่วไปเป็นส่วนใหญ่ร้อยละ 76.33 มีสถานภาพการสมรสไม่ได้สมรส แต่อยู่ด้วยกัน เป็นร้อยละ 76.33 มีระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นอยู่ระดับชั้นประถมศึกษาร้อยละ 45.82 มีระดับการศึกษาสูงสุดของคู่สมรสส่วนใหญ่อยู่ระดับชั้นประถมศึกษาร้อยละ 52.83 มีระดับการศึกษาสูงสุดของบุตรอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น, ปวส.และระดับชั้นปริญญาตรีร้อยละ 31.67

<u>ส่วนที่ 1</u> ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ทำการประมาณช่วงความเชื่อมั่น 95% ของจำนวนเงินเฉลี่ยในการร่วมทำบุญจำแนกตามประเภทของงาน 4 ชนิดได้แก่ งานบวช งานแต่ง งานขึ้นบ้านใหม่ และงานศพ ได้ผลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของจำนวนเงินร่วมทำบุญเฉลี่ย 3 งานล่าสุด จำแนกตามประเภทของงานร่วมทำบุญในโอกาสพิเศษต่าง ๆ

งาน	n	ค่าเฉลี่ย (หน่วย:บาท)	ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E)	Lower- Bound	Upper-Bound
งานบวช	153	327.45	4.05	319.52	335.38
งานมงคลสมรส	261	344.83	2.81	339.32	350.34
งานขึ้นบ้านใหม่	223	346.64	3.32	340.13	353.15
งานศพ	263	324.71	2.76	319.31	330.11
ค่าเฉลี่ย 3 งานล่าสุด	300	336.44	2.56	331.43	341.45

จากตารางที่ 2 พบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำนวนเงินร่วมทำบุญเฉลี่ยของงานบวช มีค่าประมาณในช่วงระหว่าง 319.52 ถึง 335.38 บาท จำนวนเงินร่วมทำบุญของงานมงคลสมรส มีค่าประมาณในช่วงระหว่าง 339.32 ถึง 350.34 บาท จำนวนเงินร่วมทำบุญของงานขึ้นบ้านใหม่ มีค่าประมาณในช่วงระหว่าง 340.13 ถึง 353.15 บาท และจำนวนเงินร่วมทำบุญของงานศพมีค่าประมาณในช่วงระหว่าง 319.31 ถึง 330.11 บาท และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของเงินร่วมทำบุญรวมทุกงาน ของงานที่ไปร่วมทำบุญ 3 ครั้งล่าสุดของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณในช่วงระหว่าง 331.43 ถึง 341.45 บาท

<u>ส่วนที่ 2</u> ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของเงินร่วมทำบุญของงานทั้ง 4 ชนิดโดยเปรียบเทียบตามตัวแปรในปัจจัยส่วนบุคคล สังคม เศรษฐกิจ และ ด้านการจัดงาน พบว่าในแต่ละปัจจัย ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินทำบุญเฉลี่ยในงานบุญแต่ละประเภทเป็นดังนี้

<u>(1) ปัจจัยส่วนบุคคล</u> ประกอบด้วย 7 ตัวแปร ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ สถานภาพการสมรส การศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถาม การศึกษาสูงสุดของคู่สมรส และการศึกษาสูงสุดของบุตร พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานมงคลสมรส ได้แก่ อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานขึ้นบ้านใหม่ ได้แก่ อาชีพหลักของเจ้าภาพ ระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถาม ระดับการศึกษาสูงสุดของคู่สมรส และระดับการศึกษาของบุตร และพบว่าตัวแปรทุกตัวแปรในปัจจัยส่วนบุคคลไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานบวช และงานศพ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงเฉพาะตัวแปรที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนเงินร่วมทำบุญ จำแนกตามตัวแปรในปัจจัยส่วนบุคคล

ประเภทงาน	ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวนเงินร่วมทำบุญ		สถิติทดสอบ	p-value
		ค่าเฉลี่ย	S.D.		
งานมงคลสมรส	**อายุ**				
	น้อยกว่า 40 ปี	355.81	54.46	F=3.231	0.041*
	40-60 ปี	338.60	57.66		
	มากกว่า 60 ปี	375.00	50.00		
งานขึ้นบ้านใหม่	**อาชีพ**				
	รับราชการหรือรัฐวิสาหกิจ	322.22	66.67	F_W=4.518	0.010*
	ค้าขาย	322.22	42.16		
	เกษตรกร	355.00	60.48		
	รับจ้างทั่วไป	352.53	61.51		
งานขึ้นบ้านใหม่	**การศึกษาสูงสุดของผู้ตอบ**				
	ประถมศึกษา	330.61	54.50	F_W= 6.941	0.001*
	มัธยมศึกษา	356.92	55.82		
	ปริญญาตรีหรือสูงกว่าปริญญาตรี	362.71	66.69		
งานขึ้นบ้านใหม่	**การศึกษาสูงสุดของคู่สมรส**				
	ประถมศึกษา	333.98	55.22	F= 3.546	0.015*
	มัธยมศึกษา	351.92	54.20		
	ปริญญาตรีหรือสูงกว่าปริญญาตรี	356.10	67.26		
งานขึ้นบ้านใหม่	**การศึกษาสูงสุดของบุตร**				
	ประถมศึกษา	354.76	63.25	F_W=8.784	0.000*
	มัธยมศึกษา	320.00	44.02		
	ปริญญาตรีหรือสูงกว่าปริญญาตรี	356.14	65.51		

(2) ปัจจัยด้านสังคม ประกอบด้วย 3 ตัวแปร ได้แก่ ประเภทความสัมพันธ์ของผู้ตอบแบบสอบถามกับเจ้าภาพ ความสนิทสนมของผู้ตอบแบบสอบถามกับเจ้าภาพ และสถานภาพทางเศรษฐกิจของเจ้าภาพ พบว่าคะแนนความสนิทสนมของผู้ตอบแบบสอบถามกับเจ้าภาพมีความสัมพันธ์กับจำนวนเงินร่วมทำบุญงานศพ และพบว่าตัวแปรทุกตัวในปัจจัยด้านสังคมไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานบวช งานมงคลสมรส และงานขึ้นบ้านใหม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงแสดงเฉพาะผลการวิเคราะห์ความสนิทสนมฯและจำนวนเงินร่วมทำบุญ ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนิทสนมของผู้ตอบแบบสอบถามกับเจ้าภาพและจำนวนเงินร่วมทำบุญ

งานในโอกาสพิเศษ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างคะแนนความสนิทสนมและจำนวนเงินร่วมทำบุญ	p-value
งานบวช	0.069	0.399
งานมงคลสมรส	0.113	0.068
งานขึ้นบ้านใหม่	-0.038	0.571
งานศพ	0.260	0.000**

จากตารางที่ 4 เมื่อทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนิทสนมของผู้ตอบแบบสอบถามกับเจ้าภาพซึ่งมีคะแนนอยู่ในช่วง 0 ถึง 10 และจำนวนเงินร่วมทำบุญจำแนกตามงานในโอกาสพิเศษต่าง ๆ พบว่า คะแนนความสนิทสนมมีความสัมพันธ์กับจำนวนเงินร่วมทำบุญงานศพอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.260 ส่วนในงานอื่น ๆ พบว่า ความสนิทสนมไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับจำนวนเงินร่วมทำบุญ

(3) ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ประกอบด้วย 2 ตัวแปร ประกอบด้วย รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถาม และ จำนวนผู้พึ่งพิงที่ส่งเสียเลี้ยงดู พบว่า รายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานมงคลสมรส และงานศพ และพบว่าตัวแปรทุกตัวในปัจจัยด้านเศรษฐกิจไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานบวช และงานขึ้นบ้านใหม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงเฉพาะตัวแปรที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนเงินร่วมทำบุญ จำแนกตามตัวแปรในปัจจัยด้านเศรษฐกิจ

ประเภทงาน	ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ	จำนวนเงินร่วมทำบุญ		t-test	p-value
		ค่าเฉลี่ย	S.D.		
งานมงคลสมรส	**รายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม**				
	น้อยกว่า 15,000	337.82	55.62	-3.410	0.001*
	ตั้งแต่ 15,000 ขึ้นไป	364.71	56.69		
งานศพ	**รายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม**				
	น้อยกว่า 15,000	317.09	55.14	-3.986	0.000*
	ตั้งแต่ 15,000 ขึ้นไป	348.84	53.43		

(4) ปัจจัยด้านการจัดงานประกอบด้วย 4 ตัวแปรได้แก่ สถานที่จัดงาน อาชีพหลักของเจ้าภาพ ลักษณะการจัดเลี้ยง และระยะทางในการเดินทางไปร่วมงาน พบว่า อาชีพหลักของเจ้าภาพมีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญงานขึ้นบ้านใหม่ สถานที่ในการจัดงานและระยะทางในการเดินทางไปร่วมงานมีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญงานศพ และพบว่าตัวแปรทุกตัวในปัจจัยด้านการจัดงานไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานบวชและงานมงคลสมรส ดังแสดงเฉพาะตัวแปรที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวนเงินร่วมทำบุญ จำแนกตามตัวแปรในปัจจัยด้านการจัดงาน

ประเภทงาน	ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ	จำนวนเงินร่วมทำบุญ		t-test	p-value
		ค่าเฉลี่ย	S.D.		
งานขึ้นบ้านใหม่	**อาชีพหลักของเจ้าภาพ**				
	งานประจำ/ผู้ประกอบการ	400.00	89.44	t=2.244	0.026*
	รับจ้างทั่วไป	344.91	58.44		
งานศพ	**สถานที่จัดงาน**				
	บ้าน	329.72	52.47	t=2.243	0.026*
	สถานที่ราชการ	312.82	63.16		
งานศพ	**ระยะทางในการเดินทางไปร่วมงาน**				
	น้อยกว่า 50 กิโลเมตร	302.50	57.68	F=8.422	0.000*
	51-100 กิโลเมตร	323.94	54.84		
	มากกว่า 100 กิโลเมตร	354.29	50.54		

สรุปผลการวิจัย :

<u>การประมาณค่าเฉลี่ยของจำนวนเงินร่วมทำบุญในโอกาสพิเศษต่าง ๆ</u>

เงินร่วมทำบุญในโอกาสพิเศษต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 336.44 บาทและมีค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 2.56 บาท หรือ อยู่ในช่วง 331.43 ถึง 341.45 บาท ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเมื่อพิจารณาแยกตามประเภทของงานพิเศษต่าง ๆ สามารถสรุปได้ดังนี้ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำนวนเงินร่วมทำบุญงานบวชมีค่าเฉลี่ยประมาณ 319.52 ถึง 335.38 บาท จำนวนเงินร่วมทำบุญงานมงคลสมรส มีค่าเฉลี่ยประมาณ 339.32 ถึง 350.34 บาท เงินร่วมทำบุญงานขึ้นบ้านใหม่ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 340.13 ถึง 353.15 บาท และงานศพมีจำนวนเงินร่วมทำบุญ เฉลี่ยประมาณ 319.31 ถึง 330.11 บาท

<u>ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญ</u> ผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้านต่าง ๆ 4 ด้านที่มีผลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญสรุปได้ดังนี้

(1) ปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานมงคลสมรส อาชีพหลักของเจ้าภาพ ระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถาม ระดับการศึกษาสูงสุดของคู่สมรส และระดับการศึกษาของบุตร เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานขึ้นบ้านใหม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

(2) ปัจจัยด้านสังคมพบว่า มีเพียงตัวแปรคะแนนความสนิทสนมของผู้ตอบแบบสอบถามกับเจ้าภาพเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนเงินร่วมทำบุญงานศพ ตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญของงานทุกชนิด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

(3) ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ พบว่ารายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานมงคลสมรส และงานศพ ตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญของงานทุกชนิด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

(4) ปัจจัยด้านการจัดงาน พบว่า อาชีพหลักของเจ้าภาพมีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญงานขึ้นบ้านใหม่ สถานที่ในการจัดงานและระยะทางในการเดินทางไปร่วมงานมีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญงานศพ และพบว่าตัวแปรทุกตัวในปัจจัยด้านการจัดงานไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานบวชและงานมงคลสมรส ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย :

จากการศึกษาการประมาณค่าเฉลี่ยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในโอกาสพิเศษ ต่าง ๆ ของประชากรชุมชนบ้านสันคะยอม อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน พบว่า เงินร่วมทำบุญในโอกาสพิเศษต่าง ๆ ทั้ง 4 ประเภท มีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วงประมาณ 327 ถึง 356 บาท ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากของสัมมนาคุณที่นำไปให้ในงานต่าง ๆ อาจจะไม่ใช้เงินร่วมทุกครั้งแต่อาจจะเป็นสิ่งของแทนและเมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญ พบว่า รายได้ ระดับการศึกษาของผู้ร่วมทำบุญ ของคู่สมรสและของบุตร มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญ ซึ่งสอดคล้องกับ ปิยาวรรณ สกุลเจริญ (2546) [3] ซึ่งศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าใช้จ่ายเพื่อการบริโภคของครัวเรือนเกษตรกร กรณีศึกษาอำเภอศรีราชาซึ่ง พบว่า ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือน มีอิทธิพลต่อค่าใช้จ่ายฯ นอกจากนี้ยังพบว่าระยะทางในการไปร่วมงาน มีอิทธิพลต่อจำนวนเงินร่วมทำบุญในงานศพโดย พบว่า เมื่อระยะทางใกล้จำนวนเงินทำบุญจะน้อยกว่าจำนวนเงินที่ทำบุญเมื่อไปร่วมงานในระยะทางที่ไกลกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากประชากรเป็นชุมชนขนาดเล็ก

กิตติกรรมประกาศ :

จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณ ประชากรชุมชนบ้านสันคะยอม ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือสนับสนุน ให้ความร่วมมือ รวมถึงคณาจารย์หลักสูตรสถิติประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้ตลอดมา

ข้อเสนอแนะ :

1. การศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัด ด้านเวลาทำให้ขอบเขตประชากรที่ศึกษามีขนาดเล็กมีอิทธิพลให้ อาจศึกษาได้ไม่ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย จึงควรขยายขอบเขตประชากรในการศึกษา หากไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลา

2. ควรมีการศึกษาประเภทของงานในโอกาสพิเศษให้เพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากยิ่งขึ้นในการวิเคราะห์ผลการวิจัย

เอกสารอ้างอิง :

[1] พระเทพคุณากร. การเกิดความสุขในระยะยาวในพระพุทธศาสนา. สืบค้นเมื่อ 8 มกราคม 2563, จาก https://www.winnews.tv.

[2] สุรินทร์ นิยมางกูร, เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2542)

[3] ปิยาวรรณ สกุลเจริญ, ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าใช้จ่ายเพื่อการบริโภคของครัวเรือนเกษตรกร: กรณีศึกษา อำเภอศรีราชา, เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: สาขาศึกษาศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ สาขาเศรษฐศาสตร์ สาขาบริหารธุรกิจ สาขาคหกรรมศาสตร์ สาขามนุษยศาสตร์ 3-7 กุมภาพันธ์, หน้า 247-254 (2546)

การรับรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ ในพื้นที่อำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ตัวแบบการตอบสนองเชิงสุ่มแบบปรับใหม่

PERCEPTIONS AND BEHAVIOR TOWARD MARIJUANA OF HIGH SCHOOL AND VOCATIONAL STUDENTS IN THE OUTER DISTRICT OF CHIANG MAI USING MODIFIED RANDOMIZED RESPONSE TECHNIQUE

ธันวารี วงศ์ฝั้น และ ปิยะชาติ เวียงนาค

Thanwaree Wongfun and Piyachart Wiangnak

สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ปิยะชาติ เวียงนาค อีเมล: piyachart@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ:

ในการศึกษาการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการรับรู้และพฤติกรรมเชิงปกปิดเกี่ยวกับกัญชา และสารเสพติดอื่น ๆ โดยใช้เทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่มแบบปรับใหม่ และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชา และสารเสพติดอื่น ๆ ของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ ในพื้นที่ศึกษาอำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่ จากจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 370 คน ผลการศึกษาพบว่าจากคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมเชิงปกปิดเกี่ยวกับกัญชาและสารเสพติดอื่นๆ จำนวน 10 คำถาม นักเรียนฯ ในพื้นที่ศึกษาอำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่ มีพฤติกรรมเชิงปกปิดในเรื่องการดื่มสุราสูงที่สุดอยู่ในช่วงร้อยละ 55.6 – 70.6 และพบว่ามีพฤติกรรมเคยเสพกัญชา ในช่วงร้อยละ 15.3 – 31.7 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเชิงปกปิดเกี่ยวกับกัญชาและสารเสพและสารเสพติดอื่น ๆ โดยใช้การทดสอบความเป็นอิสระโดยสถิติทดสอบไคกำลังสอง พบว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรเพศ อายุ สายการเรียน แผนการเรียน ระดับชั้น เกรดเฉลี่ยสะสม สถานภาพบิดามารดา จำนวนพี่น้อง บุคคลที่พักอาศัยด้วย และโรงเรียน มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของนักเรียนที่มีพฤติกรรมเชิงปกปิดเกี่ยวกับกัญชาและสารเสพติดอื่น ๆ ในส่วนของการรับรู้เกี่ยวกับกัญชา พบว่านักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพในพื้นที่ศึกษาอำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่ มีคะแนนความรู้เฉลี่ยเกี่ยวกับกัญชาในด้านโทษและผลกระทบสูงที่สุด 3.19 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน รองลงมาคือด้านกฎหมายและข้อกำหนด และมีคะแนนความรู้เฉลี่ยด้านความรู้ทางการแพทย์เกี่ยวกับกัญชาต่ำที่สุด 1.90 คะแนนและปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้ ได้แก่ เพศ สายการเรียน แผนการเรียน ระดับชั้น เกรดเฉลี่ยสะสม สถานภาพบิดามารดา บุคคลที่พักอาศัยด้วย และโรงเรียนที่นักเรียนศึกษาอยู่

คำสำคัญ : สารเสพติด เยาวชน ข้อมูลเชิงปกปิด

Abstract:

The objective of this research was to estimate proportions of high school and vocational students in the outer district of Chiang Mai about behavior toward marijuana and other illegal drugs using Modified Randomized Response Technique (MRRT) and to study factors affecting those proportions and the perceptions of marijuana. A group of 370 students were collected using a questionnaire along with MRRT. The research results showed that, at 95% confidence level, 55.6 – 70.6 percent of the students consuming a liquor which was the highest percentage among ten behaviors asked using MRRT. Furthermore, 15.3 – 31.7 percent of the students used to consume marijuana. Factors affecting the behavior about marijuana

and illegal drugs were gender, age, course type, year of class, GPA, parental marriage status, number of siblings, coresidents and institute using Chi square test. Three sections of perceptions toward marijuana and illegal drugs were explored with a score of 5 points for each section. A perception of disadvantages and consequences of marijuana was a highest average score of 3.19 from 5 points follow by knowledge about law and the requirements with 2.48 points and the score of medical knowledge related marijuana 1.90 points. By the t test ad F test, the results suggested the studied perceptions were affected by gender, course type, year of class, GPA, parental marriage status, coresidents and institute.

Keywords: drug, juvenile, sensitive question

บทนำ:

ในการศึกษาทำงานวิจัย ในบางครั้งต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเครื่องมือส่วนใหญ่ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่แบบสอบถามหรือการสัมภาษณ์ ซึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามหรือการสัมภาษณ์จะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับพฤติกรรม ทัศนคติ อารมณ์ เป็นต้น และในการเก็บข้อมูลในลักษณะนี้ผู้เก็บแบบสอบถามมักจะเจอปัญหาเมื่อต้องการถามคำถามที่มีลักษณะเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมเชิงปกปิด เช่น การถามเกี่ยวกับเรื่องที่ผิดกฎหมาย และเรื่องการใช้สารเสพติด Warner จึงคิดค้นเทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่ม (Randomized Response Technique) กับคำถามที่มีลักษณะเชิงปกปิด หรือที่เรียกว่า Sensitive Question เพื่อแก้ไขปัญหาการไม่ตอบหรือการตอบคำถามที่ไม่ตรงตามความจริงจากคำถามที่มีลักษณะเชิงปกปิด (Sensitive Question) [1]

เทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่ม (Randomized Response Technique) คิดค้นขึ้นโดย Warner สำหรับแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับคำถามที่มีลักษณะปกปิด หรือคำถามที่มีลักษณะเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมเชิงปกปิด เพื่อให้ผู้ตอบสามารถตอบคำถามที่มีลักษณะเชิงปกปิดที่ทำให้ผู้ตอบลำบากใจที่จะตอบและสามารถตอบคำถามได้ตรงตามความเป็นจริงต่อมาสุดคะนึง ณ ระนอง ได้คิดค้นเทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่มแบบปรับใหม่ขึ้นซึ่งพัฒนามาจากวิธีของ Kim and Warde (2005) เพื่อให้ผู้ตอบตอบคำถามได้อย่างสบายใจและสามารถตอบคำถามได้ตรงกับความเป็นจริงมากขึ้น และได้ตัวประมาณค่าสัดส่วนของประชากรที่มีลักษณะเชิงปกปิดที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการของ Kim and Warde (2005) [2]

ทั้งนี้ในการถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการใช้สารเสพติดก็ถือเป็นการถามคำถามที่มีลักษณะเชิงปกปิด (Sensitive Question) เนื่องจากการเสพสารเสพติดบางชนิดยังถือเป็นสิ่งผิดกฎหมายจึงทำให้ผู้ตอบลำบากใจที่จะตอบคำถาม และเลี่ยงที่จะตอบคำถามตามจริง หรืออาจทำให้ผู้ตอบปฏิเสธที่จะตอบคำถาม ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่ม (Randomized Response Technique) มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเสพติดของเยาวชนไทยในปัจจุบัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการรับรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพในพื้นที่อำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรในการศึกษา คือ นักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพในพื้นที่อำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มัธยมศึกษาปีที่ 5 มัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับชั้นปวช.1 ปวช.2 และปวช.3 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2562 จำนวน 1,123 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพในพื้นที่อำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มัธยมศึกษาปีที่ 5 มัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับชั้นปวช.1 ปวช.2 และปวช.3 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2562 โดยคำนวณจากสูตรหาขนาดตัวอย่างสำหรับการประมาณสัดส่วนของประชากร [3]

ขั้นที่ 1 จากสูตร $n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}}$ เมื่อ $n_0 = \frac{Z^2PQ}{d^2}$

จึงได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 287 คน ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและได้ข้อมูลจำนวน 370 ชุด เนื่องจากในทางปฏิบัติได้เก็บข้อมูลเป็นห้องเรียนจึงได้จำนวนตัวอย่างที่มากกว่า อย่างไรก็ตามในการสุ่มตัวขนาดตัวอย่างยิ่งมากเท่าไรก็จะทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์มีประสิทธิภาพมากขึ้นและทำให้ความแปรปรวนลดลง

ขั้นที่ 2 แบ่งขนาดตัวอย่างแต่ละชั้นภูมิ โดยได้กำหนดตามสัดส่วนของประชากรของแต่ละโรงเรียน จำนวน 3 โรงเรียน โดยใช้สูตร การจัดสรรตามสัดส่วน[3] ได้จำนวนตัวอย่างดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่างนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ กรณีศึกษา ในพื้นที่อำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่*

แผนการเรียน	โรงเรียน	จำนวนตัวอย่าง			รวม
		มัธยมศึกษาปีที่ 4	มัธยมศึกษาปีที่ 5	มัธยมศึกษาปีที่ 6	
สายสามัญ	โรงเรียน A	51	39	39	129
	โรงเรียน B	52	41	31	124
		ปวช. 1	ปวช. 2	ปวช. 3	
สายอาชีพ	โรงเรียน C	33	43	41	117
รวม		136	123	111	370

** ในที่นี้ผู้วิจัยไม่ระบุชื่ออำเภอ และชื่อโรงเรียนที่ทำการสำรวจเนื่องจากในงานวิจัยเป็นการสำรวจเกี่ยวกับการรับรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชา หากผู้วิจัยระบุชื่ออำเภอ และชื่อโรงเรียนอาจส่งผลกระทบต่อชื่อเสียงของอำเภอ และโรงเรียนที่ทำการศึกษาผู้วิจัยจึงกำหนดชื่อเรียก (อำเภอรอบนอก) แทนการใช้ชื่อจริงของอำเภอที่ทำการศึกษา และชื่อเรียก (A,B,C) แทนการใช้ชื่อจริงของแต่ละโรงเรียนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบกับพื้นที่ที่ผู้วิจัยทำการศึกษา*

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถาม เพื่อสำรวจพฤติกรรมเชิงปกปิดเกี่ยวกับกัญชาและสารเสพติดอื่น ๆ ของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ ในพื้นที่อำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่ โดยแบบสอบถามนี้จะใช้เทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่มแบบปรับใหม่ แบ่งออกเป็น ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 คำถามเชิงปกปิด ซึ่งเป็นคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมที่เกี่ยวกัญชาและสารเสพติดอื่น ๆ โดยใช้เทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่มแบบปรับใหม่ของสุดคะนึง ณ ระนอง

ขั้นตอนที่ 1 ให้ผู้ตอบตอบคำถามทั่วไปซึ่งเป็นคำถามที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับลักษณะเชิงปกปิด เพื่อคัดแยกกลุ่มผู้ตอบออกเป็น 2 กลุ่ม ถ้าผู้ตอบตอบคำถามทั่วไปว่า “ใช่” ใช้เครื่องมือสุ่มแบบที่ 1 (R_1) แต่ถ้าผู้ตอบตอบคำถามทั่วไปว่า “ไม่ใช่” จะใช้เครื่องมือสุ่มแบบที่ 2 (R_2) โดยที่

1. เครื่องมือสุ่มแบบที่ 1 (R_1) ประกอบไปด้วย คำถาม 2 คำถาม คือ คำถามปกปิดที่สนใจศึกษา (Q_A) และคำถามทั่วไป (Q_B) ซึ่งเป็นคำถามเดียวกับคำถามที่ใช้คัดแยกกลุ่มผู้ตอบ โดยกำหนดความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้คำถามปกปิดและความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้คำถามทั่วไปจากเครื่องมือสุ่มแบบที่ 1 (R_1) เท่ากับ p_1 และ $1\text{-}p_1$ ตามลำดับ

2. เครื่องมือสุ่มแบบที่ 2 (R_2) ประกอบด้วย คำถามปกปิดที่สนใจศึกษา (Q_A) คำถามเปล่าที่ให้ผู้ตอบตอบว่า “ใช่” เสมอ (Q_C) และคำถามเปล่าที่ให้ผู้ตอบตอบว่า “ไม่ใช่” เสมอ (Q_D) และกำหนดความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้คำถามปกปิด ความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้คำถามเปล่าที่ให้ผู้ตอบตอบว่า “ใช่” เสมอ และความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้คำถามเปล่าที่ให้ผู้ตอบตอบว่า “ไม่ใช่” เสมอ จากเครื่องมือสุ่มแบบที่ 2 (R_2) เท่ากับ p_1 , p_2 และ p_3 ตามลำดับ เมื่อ $p_1 + p_2 + p_3 = 1$

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อผู้ตอบตอบคำถามทั่วไปว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ตามความเป็นจริง จากนั้น ให้ผู้ตอบใช้เครื่องมือสุ่มเพื่อตอบคำถามถัดไป ถ้าตอบคำถามทั่วไปว่า “ใช่” ใช้เครื่องมือสุ่มแบบที่ 1 (R_1) แต่ถ้าตอบคำถามทั่วไปว่า “ไม่ใช่” ใช้เครื่องมือสุ่มแบบที่ 2 (R_2) โดยที่ในเครื่องมือสุ่มแบบที่ 1 (R_1) ถ้าสุ่มได้ตัวอักษร A ให้ตอบคำถาม Q_A ถ้าสุ่มได้ตัวอักษร B ให้ตอบคำถาม Q_B ส่วนในเครื่องมือสุ่มแบบที่ 2 (R_2) ถ้าสุ่มได้ ตัวอักษร A ให้ตอบคำถาม Q_A ถ้าสุ่มได้ตัวอักษร C ให้ตอบคำถามเปล่า Q_C ที่ระบุให้ผู้ตอบตอบว่า “ใช่” เสมอ และถ้าสุ่มได้ตัวอักษร D ให้ตอบคำถามเปล่า Q_D ที่ระบุให้ตอบว่า “ไม่ใช่” เสมอ ตัวอย่างคำถาม เช่น

Q_A : “ท่านเป็นสมาชิกในกลุ่ม A ใช่หรือไม่” Q_B : “ท่านเป็นสมาชิกในกลุ่ม Y ใช่หรือไม่”

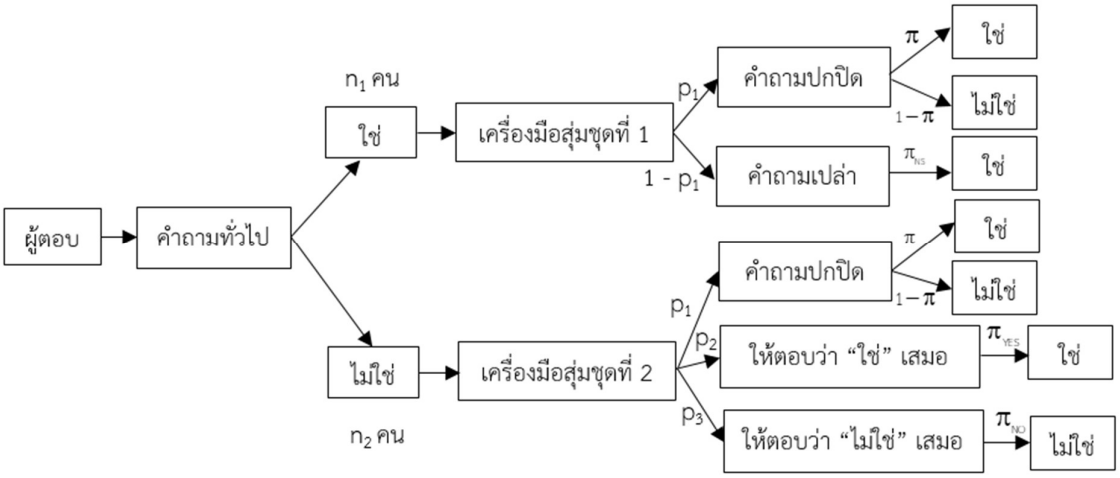
Q_C : “ให้ท่านตอบว่า “ใช่” เสมอ” Q_D : “ให้ท่านตอบว่า “ไม่ใช่” เสมอ”

เครื่องมือสุ่มแบบที่ 1 Q_A : “ท่านเป็นสมาชิกในกลุ่ม A ใช่หรือไม่” Q_B : “ท่านเป็นสมาชิกในกลุ่ม Y ใช่หรือไม่”

เครื่องมือสุ่มแบบที่ 2 Q_A : “ท่านเป็นสมาชิกในกลุ่ม A ใช่หรือไม่”

Q_C : “ให้ท่านตอบว่า “ใช่” เสมอ”

Q_D : “ให้ท่านตอบว่า “ไม่ใช่” เสมอ”



รูปที่ 1 กระบวนการในการใช้เทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่มแบบปรับใหม่ [2]

จะได้ตัวประมาณค่าสัดส่วนของประชากรที่มีลักษณะเชิงปกปิดและความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสัดส่วนจากเทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่มแบบปรับใหม่เป็นดังนี้ [2]

ตัวประมาณค่าสัดส่วนของประชากรที่มีลักษณะเชิงปกปิด

$$\hat{\pi} = \frac{(n_{s_1} + n_{s_2}) + (n_1 p_1 - n_2 p_2) - n_1}{np_1}$$

ความแปรปรวนของตัวประมาณค่าสัดส่วนของประชากรที่มีลักษณะเชิงปกปิด

$$Var(\hat{\pi}) = \frac{n_1 p_1 (1-\pi)(p_1\pi + 1 - p_1) + p_1^2 n_2 \pi(1-\pi) + n_2\left(\pi p_1 p_3 - \pi p_1 p_2 + p_2 p_3 + p_1 p_2\right)}{n^2 p_1^2}$$

โดยที่	π	แทน	สัดส่วนที่แท้จริงของประชากรที่มีลักษณะเชิงปกปิด
	$\hat{\pi}$	แทน	ตัวประมาณสัดส่วนของประชากรที่มีลักษณะเชิงปกปิด
	p_1	แทน	ความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้คำถามปกปิด
	p_2	แทน	ความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้คำถามเปล่าที่ให้ผู้ตอบตอบว่า“ใช่” เสมอ
	p_3	แทน	ความน่าจะเป็นที่จะสุ่มได้คำถามเปล่าที่ให้ผู้ตอบตอบว่า“ไม่ใช่” เสมอ
	n	แทน	จำนวนผู้ตอบทั้งหมด ซึ่ง $n = n_1 + n_2$
	n_1	แทน	จำนวนผู้ตอบว่า “ใช่” ในคำถามทั่วไปตอบคัดแยกกลุ่ม
	n_2	แทน	จำนวนผู้ตอบว่า “ไม่ใช่” ในคำถามทั่วไปตอบคัดแยกกลุ่ม
	n_{s_1}	แทน	จำนวนผู้ตอบที่ตอบว่า “ใช่” จากจำนวนผู้ตอบทั้งหมด n_1 คน
	n_{s_2}	แทน	จำนวนผู้ตอบที่ตอบว่า “ใช่” จากจำนวนผู้ตอบทั้งหมด n_2 คน

นอกจากนี้ยังใช้ แบบทดสอบ เพื่อวัดความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ ในพื้นที่อำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่ โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ด้านประโยชน์และโทษ ด้านกฎหมายและข้อกำหนด และด้านความรู้ทางการแพทย์ ด้านละ 5 ข้อ

ผลการวิจัย

<u>ส่วนที่ 1</u> ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ทำการประมาณสัดส่วน ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และช่วงความเชื่อมั่น95% ของพฤติกรรมเชิงปกปิดของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัดส่วน ค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และช่วงความเชื่อมั่นของพฤติกรรมเชิงปกปิดของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ “โดยรวม”

พฤติกรรมเชิงปกปิด	$\hat{\pi}$	S.E.($\hat{\pi}$)	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	
			Lower	Upper
1. เคยเสพกัญชา	0.235	0.042	0.153	0.317
2. ปัจจุบันเสพกัญชาอยู่	0.112	0.040	0.032	0.191
3. เคยจำหน่ายกัญชา	0.109	0.039	0.032	0.186
4. เคยชักชวนให้เพื่อนเสพกัญชา	0.030	0.038	-0.045[n]	0.104
5. เพื่อนเคยชักชวนให้เสพกัญชา	0.303	0.042	0.220	0.385

พฤติกรรมเชิงปกปิด	$\hat{\pi}$	S.E.($\hat{\pi}$)	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	
			Lower	Upper
6. เคยรับประทานอาหารที่มีกัญชาเป็นส่วนประกอบ	0.274	0.042	0.191	0.356
7. เคยเสพสารเสพติดที่ผิดกฎหมายชนิดอื่นนอกเหนือจากกัญชา	-0.014[n]	0.037	-0.085[n]	0.058
8. เคยดื่มสุรา	0.631	0.038	0.556	0.706
9. เคยสูบบุหรี่	0.343	0.043	0.260	0.427
10. เคยเห็นสมาชิกในครอบครัวเสพกัญชา	0.050	0.038	-0.024[n]	0.123

[n] สัดส่วนหรือช่วงความเชื่อมั่นที่มีค่าติดลบ เป็นผลมาจากค่าประมาณสัดส่วนของประชากรที่มีพฤติกรรมเชิงปกปิดมีค่าน้อย

จากตารางที่ 2 การวิเคราะห์พฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาและสารเสพติดอื่น ๆ ของนักเรียนสายสามัญและสายอาชีพจากกลุ่มตัวอย่างนักเรียนทั้งหมด 370 คน พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมในเรื่องการดื่มสุรามากที่สุดถึงร้อยละ 63.1 และช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% อยู่ระหว่างร้อยละ 55.6 – 70.6 พฤติกรรมเชิงปกปิดปกปิดที่พบน้อยที่สุดคือเคยชักชวนให้เพื่อนเสพกัญชา คิดเป็นร้อยละ 3.0 และช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% อยู่ระหว่างร้อยละ 0 – 10.4 และพบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างไม่มีพฤติกรรมเชิงปกปิดเกี่ยวกับกัญชาและสารเสพติดอื่น ๆ ในเรื่องการเสพสารเสพติดที่ผิดกฎหมายชนิดอื่นนอกเหนือจากกัญชา

<u>ส่วนที่ 2</u> การทดสอบความเป็นอิสระของค่าประมาณสัดส่วนของประชากรที่มีพฤติกรรมเชิงปกปิดที่ได้ กับตัวแปรในปัจจัยด้านส่วนบุคคล ด้านครอบครัว และด้าน สังคม โดยใช้โดยใช้สถิติทดสอบ ไคกำลังสอง พบว่าในแต่ละปัจจัย ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาและสารเสพติดอื่น ๆ ทั้ง 10 ข้อเป็นดังนี้

ตารางที่ 3 ค่าสถิติ χ^2 ในการทดสอบความเป็นอิสระของตัวแปรในปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาและสารเสพติดอื่น ๆ

พฤติกรรมเชิงปกปิด (แต่ละข้อ มี 2 คำตอบคือใช่/ไม่ใช่)	ค่าสถิติ χ^2 ของตัวแปรในปัจจัยส่วนบุคคล					
	เพศ	อายุ	สายการเรียน	ระดับชั้น(สายสามัญ)	ระดับชั้น(สายอาชีพ)	เกรดเฉลี่ย
1. เคยเสพกัญชา	8.748**	0.481	0.127	5.838	3.713	1.857
2. ปัจจุบันเสพกัญชาอยู่	0.969	0.056	4.336*	3.291	4.398	0.599
3. เคยจำหน่ายกัญชา	1.010	0.351	5.061*	1.147	0.457	2.337
4. เคยชักชวนให้เพื่อนเสพกัญชา	6.198*	0.001	2.572	1.759	7.179*	8.275*
5. เพื่อนเคยชักชวนให้เสพกัญชา	12.100**	0.985	2.022	4.990	0.505	5.606
6. เคยรับประทานอาหารที่มีกัญชาเป็นส่วนประกอบ	0.238	9.636**	0.053	9.121*	1.923	3.832
7. เคยเสพสารเสพติดที่ผิดกฎหมายชนิดอื่นนอกเหนือจากกัญชา	0.243	1.949	5.735*	1.343	10.218**	0.262

พฤติกรรมเชิงปกปิด (แต่ละข้อ มี 2 คำตอบคือใช่/ไม่ใช่)	ค่าสถิติ χ^2 ของตัวแปรในปัจจัยส่วนบุคคล					
	เพศ	อายุ	สายการเรียน	ระดับชั้น(สายสามัญ)	ระดับชั้น(สายอาชีพ)	เกรดเฉลี่ย
8. เคยดื่มสุรา	1.824	0.909	0.376	3.697	1.019	2.368
9. เคยสูบบุหรี่	17.764**	1.254	9.184**	0.321	6.270*	4.260
10. เคยเห็นสมาชิกในครอบครัวเสพกัญชา	0.308	172.526**	1.033	1.939	1.627	6.741*

โดยตัวแปรแต่ละตัวแบ่งเป็นกลุ่มๆ ดังนี้ เพศ (ชายและหญิง) อายุ (ต่ำกว่า 17 ปี และ ตั้งแต่ 17 ปีขึ้นไป) สายการ (สายสามัญ และสายอาชีพ) ระดับชั้นสายสามัญ (ม.4 ม.5 และ ม.6) ระดับชั้นสายอาชีพ (ปวช.1 ปวช.2 และ ปวช.3) และเกรดเฉลี่ย (ไม่เกิน 2.00, 2.01-3.00, และ มากกว่า 3.00)

ตารางที่ 4 ค่าสถิติ χ^2 ในการทดสอบความเป็นอิสระของตัวแปรในปัจจัยด้านครอบครัวกับพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาและสารเสพติดอื่น ๆ

พฤติกรรมเชิงปกปิด (แต่ละข้อ มี 2 คำตอบคือใช่/ไม่ใช่)	ค่าสถิติ χ^2 ของตัวแปรในปัจจัยด้านครอบครัว		
	สถานภาพบิดามารดา	อาชีพบิดามารดา	จำนวนพี่น้อง
1. เคยเสพกัญชา	0.048	0.340	0.104
2. ปัจจุบันเสพกัญชาอยู่	9.047*	0.016	0.745
3. เคยจำหน่ายกัญชา	1.360	1.386	0.684
4. เคยชักชวนให้เพื่อนเสพกัญชา	1.949	2.545	0.676
5. เพื่อนเคยชักชวนให้เสพกัญชา	2.897	0.240	0.296
6. เคยรับประทานอาหารที่มีกัญชาเป็นส่วนประกอบ	1.095	1.393	0.037
7. เคยเสพสารเสพติดที่ผิดกฎหมายชนิดอื่นนอกเหนือจากกัญชา	7.655*	2.431	1.555
8. เคยดื่มสุรา	0.194	1.857	6.885**
9. เคยสูบบุหรี่	1.826	0.000	0.525
10. เคยเห็นสมาชิกในครอบครัวเสพกัญชา	5.449	0.023	0.121

โดยตัวแปรแต่ละตัวแบ่งเป็นกลุ่มๆ ดังนี้ สถานภาพบิดามารดา (อยู่ด้วยกัน และ หย่าร้าง)อาชีพบิดามารดา (ลูกจ้างหรือพนักงาน และ ธุรกิจส่วนตัว) จำนวนพี่น้อง (ไม่มี และ มี)

ตารางที่ 4 ค่าสถิติ χ^2 ในการทดสอบความเป็นอิสระของตัวแปรในปัจจัยด้านสังคมกับพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาและสารเสพติดอื่น ๆ

พฤติกรรมเชิงปกปิด (แต่ละข้อ มี 2 คำตอบคือใช่/ไม่ใช่)	**ค่าสถิติ χ^2 ของตัวแปรในปัจจัยด้านสังคม**	
	การอาศัยอยู่กับบิดามารดา	**โรงเรียน**
1. เคยเสพกัญชา	0.020	10.376**
2. ปัจจุบันเสพกัญชาอยู่	1.733	8.548*
3. เคยจำหน่ายกัญชา	0.208	7.459*
4. เคยชักชวนให้เพื่อนเสพกัญชา	0.037	7.159*
5. เพื่อนเคยชักชวนให้เสพกัญชา	4.085*	4.753
6. เคยรับประทานอาหารที่มีกัญชาเป็นส่วนประกอบ	3.628	2.059
7. เคยเสพสารเสพติดที่ผิดกฎหมายชนิดอื่นนอกเหนือจากกัญชา	0.451	5.824
8. เคยดื่มสุรา	2.922	5.717
9. เคยสูบบุหรี่	0.142	18.376**
10. เคยเห็นสมาชิกในครอบครัวเสพกัญชา	0.002	2.254

โดยตัวแปรแต่ละตัวแบ่งเป็นกลุ่มๆ ดังนี้ การอาศัยอยู่กับบิดามารดา (ใช่ และ ไม่ใช่) โรงเรียน (A, B และ C)

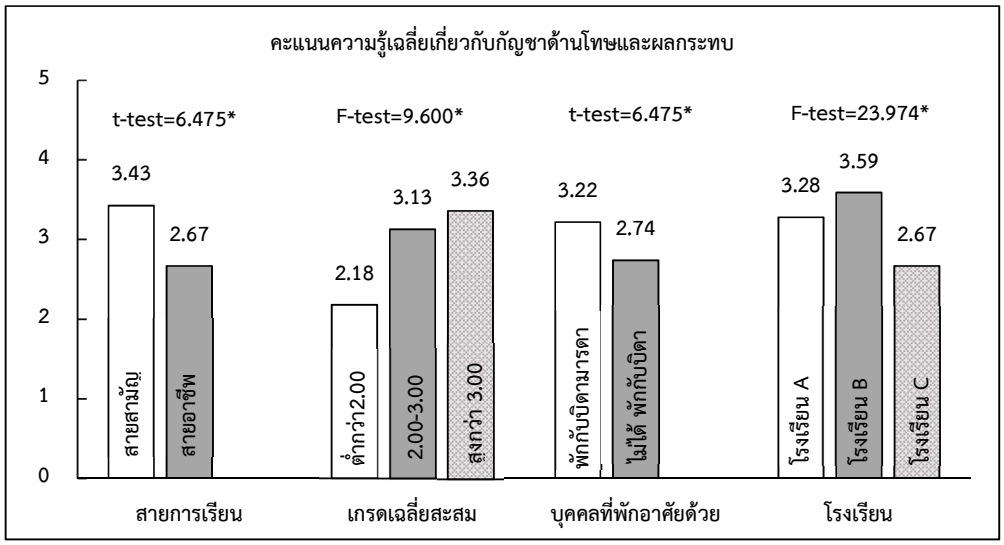
<u>ส่วนที่ 3</u> การสำรวจความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ ในพื้นที่อำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 370 คน โดยใช้แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับกัญชา 3 ด้านได้แก่ ด้านโทษและผลกระทบ ด้านกฎหมายและข้อกำหนด และด้านความรู้ทางการแพทย์เกี่ยวกับกัญชา

ตารางที่ 5 คะแนนความรู้เกี่ยวกับกัญชาเฉลี่ยของผู้ตอบในแต่ละด้าน

ความรู้เกี่ยวกับกัญชา	**คะแนนเต็ม**	**คะแนนเฉลี่ย**	**S.D.**
ด้านโทษและผลกระทบ	5	3.19	1.11
ด้านกฎหมายและข้อกำหนด	5	2.48	1.09
ด้านความรู้ทางการแพทย์เกี่ยวกับกัญชา	5	1.90	1.18
รวม	**15**	**7.56**	**2.34**

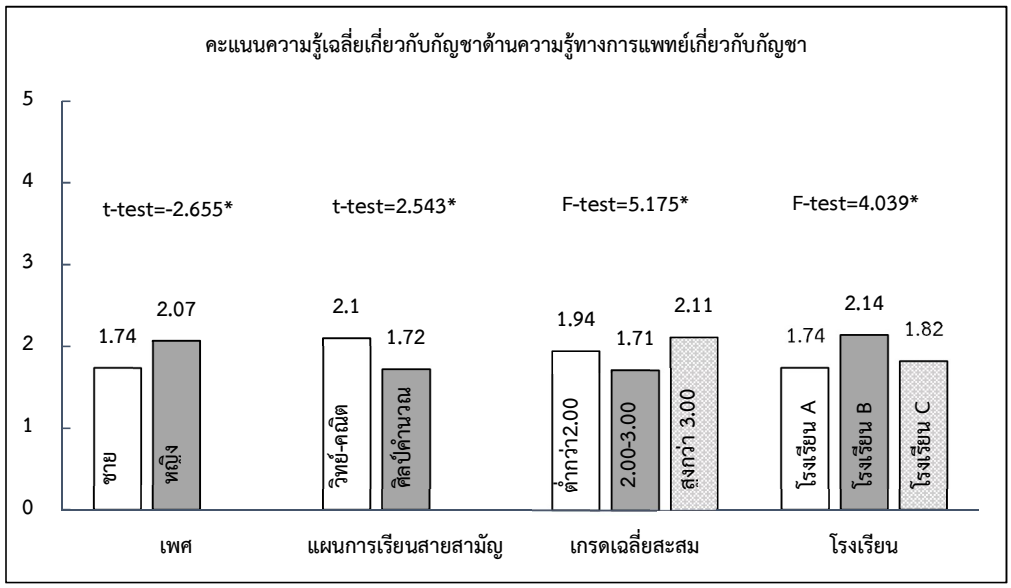
จากนั้นทำการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนทั้ง 3 ด้านโดยเปรียบเทียบตามตัวแปรในปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านครอบครัว และปัจจัยด้านสังคม พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนในด้าน กฎหมายและข้อกำหนด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในทุกปัจจัย ส่วนคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนในด้านโทษและผลกระทบ และด้านความรู้ทางการแพทย์เกี่ยวกับกัญชา ในแต่ละปัจจัย พบว่าตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนเป็นดังนี้

<u>ความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนในด้านโทษและผลกระทบ</u> พบว่าสายการเรียน เกรดเฉลี่ยสะสม บุคคลที่นักเรียนพักอาศัยด้วย และโรงเรียน ส่งผลทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนในด้านโทษและผลกระทบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนด้านโทษและผลกระทบ

<u>ความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนในความรู้ทางการแพทย์เกี่ยวกับกัญชา</u> พบว่า เพศของนักเรียน แผนการเรียนสายสามัญ เกรดเฉลี่ยสะสม และโรงเรียน ส่งผลทำให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนในด้านความรู้ทางการแพทย์เกี่ยวกับกัญชาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนด้านความรู้ทางการแพทย์เกี่ยวกับกัญชา

สรุปและอภิปรายผล

จากการสำรวจการรับรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ ในพื้นที่อำเภอรอบนอกจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 370 คน พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับกัญชาในด้านโทษและผลกระทบอาจเนื่องมาจากความรู้ในเรื่องโทษและผลกระทบของกัญชาเป็นเรื่องใกล้ตัวที่นักเรียนสามารถรับรู้ผ่านการสังเหตุหรือศึกษาจากสิ่งรอบตัวได้ง่ายกว่าในด้านอื่น ๆ และพบว่านักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยสะสมสูงกว่า 3.00 มีความรู้เกี่ยวกับกัญชาสูงกว่านักเรียนที่มีเกรดเฉลี่ยต่ำกว่า 3.00 ในทุก ๆ ด้าน

จากการสำรวจและพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ ในพื้นที่อำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 370 คน พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพศชายมีพฤติกรรมเชิงปกปิดเกี่ยวกับกัญชา สูงกว่านักเรียนนักเรียนเพศหญิงในทุกพฤติกรรม ยกเว้นพฤติกรรมในเรื่องการเสพกัญชาในปัจจุบัน เนื่องจากวัยรุ่นเพศชายเป็นวัยที่อยากรู้อยากลองสิ่งต่าง ๆ และเป็นวัยแห่งการเปลี่ยนแปลงในทุก ๆ ด้านซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่นำไปสู่การแสดงออกทางพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ไม่เหมาะสม และพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมในเรื่องการดื่มสุราสูงกว่าพฤติกรรมเรื่องอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย [4] ที่ได้ศึกษาเทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่มของวาร์เนอร์กับพฤติกรรมเชิงปกปิดของนักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งพบว่านักศึกษาชายมหาวิทยาลัยเชียงใหม่มีพฤติกรรมเชิงปกปิดด้านการดื่มสุรามากที่สุดถึงร้อยละ 64.61 และพบว่า นักเรียนสายอาชีพมีพฤติกรรมเชิงปกปิดเกี่ยวกับกัญชาสูงกว่านักเรียนสายสามัญในทุกพฤติกรรม ยกเว้นในพฤติกรรมในเรื่องการรับประทานอาการที่มีกัญชาเป็นส่วนประกอบ และพฤติกรรมในเรื่องการดื่มสุรา และจากการศึกษา พบว่า นักเรียนที่บิดามารดาอยู่ในสถานภาพหย่าร้างมีพฤติกรรมเชิงปกปิดเกี่ยวกับกัญชาสูงกว่านักเรียนที่บิดามารดาอยู่ด้วยกัน ซึ่งสอดคล้องกับ [1] ที่ได้ศึกษาเทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่มของกรีนเบิร์กและการประยุกต์ กับพฤติกรรมเชิงปกปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในอำเภอเมือง และอำเภอร้องกวางจังหวัดแพร่ ซึ่งพบว่านักเรียนที่บิดามารดาแยกทางกันมีสัดส่วนพฤติกรรมเชิงปกปิดสูงกว่านักเรียนที่บิดามารดาไม่ได้แยกทางกัน จึงแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสถาบันครอบครัว

และพฤติกรรมของเด็ก จะเห็นได้ชัดว่าเด็กที่ได้รับการดูแลเอาใจใส่ และคำแนะจากบิดามารดาจะทำให้โอกาสที่เด็กจะมีพฤติกรรมเชิงปกปิดลดน้อยลง

และจากการสำรวจสัดส่วนของประชากรที่มีลักษณะเชิงปกปิดผู้วิจัยพบว่า ในข้อคำถามบางข้อมีค่าประมาณสัดส่วนสูง เช่น นักเรียนที่มีแผนการเรียนช่างยนต์มีสัดส่วนพฤติกรรมเคยเสพกัญชาในปัจจุบันถึงร้อยละ 47.5 อาจเนื่องมาจากความเข้าใจผิดของผู้ตอบในข้อคำถามที่ถามว่าท่านเคยเสพกัญชาใช่หรือไม่ซึ่งข้อคำถามดังกล่าวผู้ตอบอาจคิดว่าการเสพกัญชารวมอาจรวมไปถึงการรับประทานอาหารที่มีกัญชาเป็นส่วนประกอบด้วยจึงทำให้ผู้ตอบเข้าใจผิด ทำให้มีสัดส่วนสูง หรืออาจเป็นไปได้ว่าผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างเป็นห้องกลุ่มตัวอย่างจึงมีพฤติกรรมเชิงปกปิดใกล้เคียงกันเนื่องจากเป็นเด็กนักเรียนในชั้นเดียวกัน และมีโอกาสถูกเพื่อนชักชวนให้ปฏิบัติตามสูง

กิตติกรรมประกาศ:

การวิจัยเรื่อง การรับรู้และพฤติกรรมเกี่ยวกับกัญชาของนักเรียนสายสามัญ และสายอาชีพ โดยใช้ตัวแบบการตอบสนองเชิงสุ่มแบบปรับใหม่ ในพื้นที่อำเภอรอบนอก จังหวัดเชียงใหม่ วัตถุประสงค์ในการทำวิจัยครั้งนี้ เพื่อนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาพฤติกรรมการใช้สารเสพติดของเยาวชนให้ลดน้อยลง ผลการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำมาเสนอต่อผู้ที่มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับยาเสพของเยาวชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ ข้อเสนอแนะ และข้อคิดเห็น เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง จนทำให้รายงานการวิจัยในครั้งนี้ออกมาสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] ปิยะชาติ เวียงนาค, เทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่มของกรีนเบิร์กและการประยุกต์, วิทยาศาตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.

[2] สุดคะนึง ณ ระนอง, การสำรวจพฤติกรรมเชิงปกปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้เทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่มแบบปรับใหม่, ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา, 2558.

[3] สุรินทร์ นิยมางกูร, เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2542)

[4] สุรภี ทานเคหาสน์, เทคนิคการตอบสนองเชิงสุ่มโดยวิธีของวาร์เนอร์และการประยุกต์, วิทยาศาตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2545.

การวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก กรณีศึกษา ขวด POLYETHYLENE TEREPHTHALATE: PET ขนาด250 มิลลิลิตร ลักษณะกลม

THE STUDY TOWARD IMPROVING A BLOW MOLDING PROCESS OF PLASTIC WATER BOTTLES: THE CASE STUDY OF A 250 MILLILITERS ROUNDLY STYLE POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET) BOTTLE

อรวรรณ สานิถา[1], ปิยะชาติ เวียงนาค[1] และ วฐา มินเสน[2]

Orawan Sanitha[1], Piyachart Wiangnak[1] and Watha Minsen[2]

[1]*สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย*

[1]*ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ปิยะชาติ เวียงนาค อีเมล: piyachart@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ:

โครงงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษา หาสาเหตุที่มีผลต่อการเกิดของเสียและลดการเกิดของเสียในขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก กรณีศึกษา ขวด Polyethylene Terephthalate : PET ขนาด 250 มิลลิลิตร ลักษณะกลม โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7 Quality Control Tools) โดยขั้นตอนการผลิตขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก เริ่มจากการลำเลียงหลอด Pre-Form เข้าเตาอบผ่านกระบวนการให้ความร้อน และกระบวนการเป่าขึ้นรูปเป็นการเป่าขวดน้ำพลาสติกตามลำดับ ในการใช้ใบตรวจสอบควบคุมคุณภาพรวบรวมข้อมูล พบว่า ในขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก มีปัญหาก้นขวดเบี้ยว ปัญหาคอขวดมีสีขาว ปัญหาก้นขวดมีสีขาว ปัญหาปากขวดแหว่ง ปัญหาก้นขวดมีรู ปัญหาลายน้ำ ปัญหาเป่าไม่เต็มใบ และปัญหาอื่น ๆ ใช้พาเรโตวิเคราะห์ความรุนแรงของปัญหา พบว่า ปัญหาปากขวดแหว่ง มีจำนวนของเสียมากที่สุด รองลงมาเป็นปัญหาเป่าไม่เต็มใบ และปัญหาลายน้ำตามลำดับ ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภาพก้างปลา และทำการระดมสมอง พบว่ามีสาเหตุของปัญหามาจาก วัตถุดิบ คน วิธีการ และเครื่องจักร ด้านวัตถุดิบมีสาเหตุมาจาก หลอด Pre-Form ไม่มีความยืดหยุ่นพอในการเป่า หรือหลอดเปียกน้ำ ด้านคนมีสาเหตุมาจากการเปิดน้ำหล่อความเย็นที่มากเกินไปและสายยางรั่ว การใช้แรงดันลมในการเป่า การปรับอุณหภูมิในเตาอบ ด้านวิธีการมีสาเหตุมาจากการลำเลียงหลอด Pre-Form ไปยังเตาอบ และด้านเครื่องจักรมีสาเหตุมาจากตัวโน๊ตที่ติดกับโซ่ลำเลียงหลอด Pre-Form บิดเบี้ยวผิดรูปหรือโซ่มีอายุการใช้งานที่นาน ผู้วิจัยและหัวหน้าช่างได้กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหาดังนี้ ปัญหาปากขวดแหว่ง ทำการติดตั้งแม่พิมพ์ให้ตรงล็อคของแม่พิมพ์หมุนน็อตให้แน่นพอดี ทำการตั้งรางโซ่ลำเลียงหลอด Pre-Form ทั้งหมดโดยเปลี่ยนน็อตตัวที่หลวมออก ปรับระยะห่างระหว่างโซ่กับหลอด Pre-Form ให้พอดีกัน เพื่อป้องกันหลอด Pre-Form ไม่ให้ตกหล่นขณะลำเลียงผ่านเตาอบ ปัญหาเป่าไม่เต็มใบ แก้ไขโดยทำการปรับใช้อุณหภูมิไฟให้คงที่ โดยอุณหภูมิไฟมีอยู่ทั้งหมด 4 โซน คือประมาณ 110 – 120 องศา 105 – 110 องศา 90 – 100 องศา และ 120 - 125 องศา การจ่ายแรงดันลมในการเป่าประมาณ 33 – 36 บาร์ ปัญหาลายน้ำได้ทำการเปลี่ยนสายยางใหม่ ต่อสายยางเข้ากับแม่พิมพ์ให้แน่นพอ และเปิดน้ำหล่อความเย็นให้พอดี จากการแก้ไขปัญหา พบว่า ของเสียหลังการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติกของแต่ละปัญหา มีจำนวนที่ลดลงอย่างมาก โดยปัญหาปากขวดแหว่ง สามารถลดของเสียได้ 0.87% ปัญหาเป่าไม่เต็มใบ 0.53% ปัญหาลายน้ำ 0.21% ตามลำดับ

คำสำคัญ เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด, กระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดพลาสติก, ข้อบกพร่อง

Abstract:

The aim of this study was to find the causes of waste and to reduce the occurrence of the waste in the blow molding process of plastic water bottles in the case study of a 250 milliliters roundly style Polyethylene Terephthalate (PET) bottle. Seven quality control tools were used to analyze and finding the cause of waste in the molding process. The molding process began with pre-forming tubes were carried into the oven, heating and finally blow molding into plastic water bottles. First, the quality check sheet was used to gather data and the quality inspection showed that the process of blow molding plastic water bottles had problems such as the deformation of the mouth or base of the bottle, unclear color at the neck or base, unwanted marks on the bottle, incomplete bottles and holes. Then, a Pareto diagram was adopted to examine the severity of these problems showing that the most waste occurred from the deformation of the mouth of the bottle followed by incomplete bottles and watermark issues respectively. Next, a fishbone diagram along with brainstorming were used to determine the causes for these problems. The analysis concluded that the problems caused from the raw material, human, method and machine error. The raw material problems consisted of a pre-form tube was damp or was not flexible enough to be blown. The human error caused by the frequent opening of the coolant, the leaking hose, blow pressure and the manual adjustment of the temperature in the oven. The method error was caused by the transportation of the pre-form tubes to the oven. The machine error was caused by a distorted screw attached to the conveyor chain of the pre-form tube and the long service life of the chain. The issues were overcome by the researchers and chief technician who implemented new strategies for the blow molding process. The deformation of the mouth was solved by adjusting the position of the mold and sufficiently tightening the mold so that it was neither too tight nor too loose. The pre-form tube was placed on chain rails and loose bolts on the chain rails were replaced with newer one. The distance between the pre-form tube and chain were adjusted to fit better avoiding the pre-form tubes to fall while conveying through the oven. The incomplete bottle issue was solved by using constant temperature and pressure. The temperature was divided into four zones which were approximately 110 - 120℃, 105 - 110℃, 90 – 100℃ and 105 – 110 ℃ respectively. The pressure applied was at approximately 33 – 36 bars. Lastly, the unwanted mark problem was solved by the replacement of all new hoses. The hoses were tightly attached to the mold and adequate coolant. The new strategies implemented showed that the number of problems from the deformation of the mouth, incomplete bottles and watermark were greatly reduced by 0.87%, 0.53%, 0.21%, respectively.

Keywords: quality control, 7 QC. tools, defect

บทนำ:

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตขวดน้ำพลาสติกเติบโตขึ้นมาก มีการพัฒนาเศรษฐกิจทางด้านอุตสาหกรรมมากขึ้นมีและลูกค้าสามารถตกลงกับบริษัทให้ผลิตขวดน้ำพลาสติกส่งให้ตามกำหนดเวลาได้ ในระยะนี้กิจการกำลังขยายตัว ทำให้มีความต้องการในการใช้ขวดน้ำพลาสติกเพื่อบรรจุของเหลว ทั้งการผลิตสินค้าและบริการ โดยตัวแปรที่สำคัญ คือ ปัจจุบันไม่ได้ขึ้นอยู่กับลูกค้าเท่านั้น แต่ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขของความจำเป็น เช่น คุณภาพของผลิตภัณฑ์ การส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าที่

ตรงต่อเวลาและเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด จึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพอย่างเป็นระบบ ได้แก่ การปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก และการหาแนวทางแก้ไขปัญหาเพื่อลดปริมาณการเกิดของเสียที่จะขึ้นในขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติกให้น้อยที่สุด

การผลิตในขั้นตอนกระบวนการผลิตขวดน้ำพลาสติก พบว่า มีอัตราการเกิดของเสียที่มีปัญหาประเภทของสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตของเสียขณะการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก จากการตรวจสอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์ขวด PET เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ก้นขวดเบี้ยว คอขวดมีสีขาว ก้นขวดมีสีขาว ปากขวดแหว่ง ก้นขวดมีรู ลายน้ำ เป่าไม่เต็มใบ และอื่น ๆ เพราะปัญหาเหล่านี้ นอกจากต้องเสียเวลาแก้ไขแล้วก็ยังอาจจะพบปัญหาในเรื่องของการส่งของไม่ทันตามกำหนดเวลา และยังมีต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นขั้นตอนการบวนการผลิต

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นว่า การที่จะประสบความสำเร็จในอุตสาหกรรม จึงต้องทำการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพในด้านขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก โดยอาศัยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7 Quality Control Tools) [1]ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการควบคุมคุณภาพการผลิต ที่สามารถช่วยให้ผู้ผลิตสามารถ ตรวจสอบคุณภาพตลอดจนหาสาเหตุและปัจจัยที่จะส่งผลให้เกิดของเสีย ที่มีผลต่อคุณภาพ และต้นทุนการผลิต พร้อมทั้งใช้หาแนวทางการป้องกันและแก้ไข สิ่งที่ต้องเร่งแก้ไขอย่างเร่งด่วน เพื่อสร้างความพอใจสูงสุดให้กับลูกค้าที่มารับบริการ ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทเมก้า พลาสติกจำกัด ในการตอบรับเป็นสถานที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพสถิติประยุกต์ของผู้วิจัย ซึ่งเป็นบริษัทเมก้า พลาสติก เป็นบริษัทที่ทำการผลิตขวดน้ำพลาสติกที่ใหญ่มากแห่งหนึ่งของจังหวัดเชียงใหม่ และภาคเหนือ มี ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ตระกร้า ลัง ถาดไข่ ฝา กล่อง แก้ว ถุง และน้ำดื่มกลาเซียร์ รวมถึงยังได้รับจ้างผลิตขวดน้ำดื่มให้กับคู่ค้ารายอื่นในพื้นที่ในลักษณะของ OEM ตามโลโก้ของลูกค้า มีเครื่องจักรในการผลิตพลาสติกหลากหลายรูปแบบ ซึ่งมีลักษณะทั้ง การเป่า การฉีด และการขึ้นรูป ทำให้สามารถผลิตภาชนะในรูปแบบต่าง ๆ ได้ตามความต้องการของกลุ่มลูกค้าในแต่ละธุรกิจ ซึ่งทำให้มีความเหมาะสมในการใช้ข้อมูลเพื่อเป็นกรณีศึกษาในการควบคุมคุณภาพ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก กรณีศึกษา ขวด Polyethylene Terephthalate : PET ขนาด 250 มิลลิลิตร ลักษณะกลม ในบริษัท เมก้า พลาสติก จำกัด

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อวิเคราะห์แนวทางในการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก Polyethylene Terephthalate : PET กรณีศึกษาบริษัท เมก้า พลาสติก จำกัด โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 Quality Control Tools)

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ติดต่อบริษัท เมก้าพลาสติก จำกัด จากนั้นศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7 Quality Control Tools) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษากระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก และศึกษาการดำเนินงานการควบคุมคุณภาพในโรงงาน และทำการเก็บข้อมูลจำนวนของเสียก่อนการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิต ศึกษา ขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรจากหัวหน้าช่าง จากนั้นทำวิเคราะห์ โดยอาศัยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7 Quality Control Tools) และวางแผนแนวทางการแก้ไขปัญหาแล้วทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียหลังการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิต จากนั้นตรวจสอบกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย และสรุปผลการดำเนินงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 4 ชนิด จาก 7 ชนิด ได้แก่ ใบตรวจสอบ แผนภาพพาเรโต แผนผังก้างปลา และกราฟ ทั้งนี้ขึ้นอยู่ความเหมาะสมของงานวิจัยและลักษณะของข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ การสังเกตการณ์หน้าเครื่องจักรขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงาน การสัมภาษณ์พนักงานหน้าเครื่องจักร และการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ในขั้นตอนนี้ได้ใช้ใบตรวจสอบ ซึ่งออกแบบโดยผู้วิจัยมาช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการเก็บข้อมูลจำนวนของเสีย โดยเริ่มเก็บข้อมูลจำนวนของเสียก่อนกระบวนการผลิต ตั้งแต่วันที่ 2-11 ตุลาคม 2562 และเก็บข้อมูลจำนวนของเสียหลังกระบวนการผลิต ตั้งแต่วันที่ 11-16 พฤศจิกายน 2562 โดยทั้ง 2 ครั้ง เก็บทั้งหมด 7 ครั้ง ในช่วงเวลา 09.00 – 18.00 น.

การวิเคราะห์ข้อมูล การออกใบตรวจสอบ และการใช้แผนผังก้างปลา เพื่อหาสาเหตุขอปัญหา โดยมีสาเหตุหลักสาเหตุรอง การวิเคราะห์ข้อมูลโดยแผนภาพพาเรโต แสดงถึงความสำคัญของปัญหาที่แท้จริง ปัญหาใดที่เป็นปัญหาที่สำคัญมากก็ควรเร่งแก้ไขก่อน และปัญหาใดที่มีความสำคัญน้อยก็ควรเร่งแก้ไขทีหลัง และการวิเคราะห์ข้อมูลจากกราฟ เพื่อแสดงเปอร์เซนต์ของเสีย

ผลการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาสาเหตุของปัญหา ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือความคุมคุณภาพ ได้แก่ ใบตรวจสอบ แผนภาพก้างปลา มาช่วยในการวิเคราะห์หสาเหตุของปัญหาในแต่ละปัญหา แผนภาพพาเรโต แสดงถึงความสำคัญของปัญหาที่แท้จริง และกราฟแสดงเปอร์เซนต์ของเสีย ดังนี้

ตารางที่ 1 การเก็บข้อมูลของเสียก่อนการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิต

ผลิตภัณฑ์ขวด PET 250 มิลลิลิตร				
แผนการผลิต (ใบ)	**ดี**		**เสีย**	
	ใบ	**ร้อยละ**	**ใบ**	**ร้อยละ**
68,800	66,632	96.85	2,168	3.15

จากการใช้ใบตรวจสอบคุณภาพเพื่อรวบรวมปัญหาด้านคุณภาพของกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก โดยตรวจสอบจากแผนการผลิตขวดพลาสติกทั้งหมด 68,800 ใบ พบว่ามีจำนวนขวดพลาสติกที่มีปัญหาด้านคุณภาพจำนวน 2,168 ดังแสดงในตารางที่ 1 และเมื่อจำแนกชนิดของปัญหาคุณภาพ พบว่าสามารถจำแนกได้เป็น 8 ปัญหา ได้แก่ ก้นขวดเบี้ยว คอขวดมีสีขาว ก้นขวดมีสีขาว ปากขวดแหว่ง ก้นขวดมีรู ลายน้ำ เป่าไม่เต็มใบ และปัญหาอื่น ๆ โดยมีจำนวน และร้อยละการเกิดจากแผนการผลิตทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ร้อยละของเสียก่อนการปรับปรุงในขั้นตอนกระบวนการผลิต จำแนกตามชนิดของปัญหา

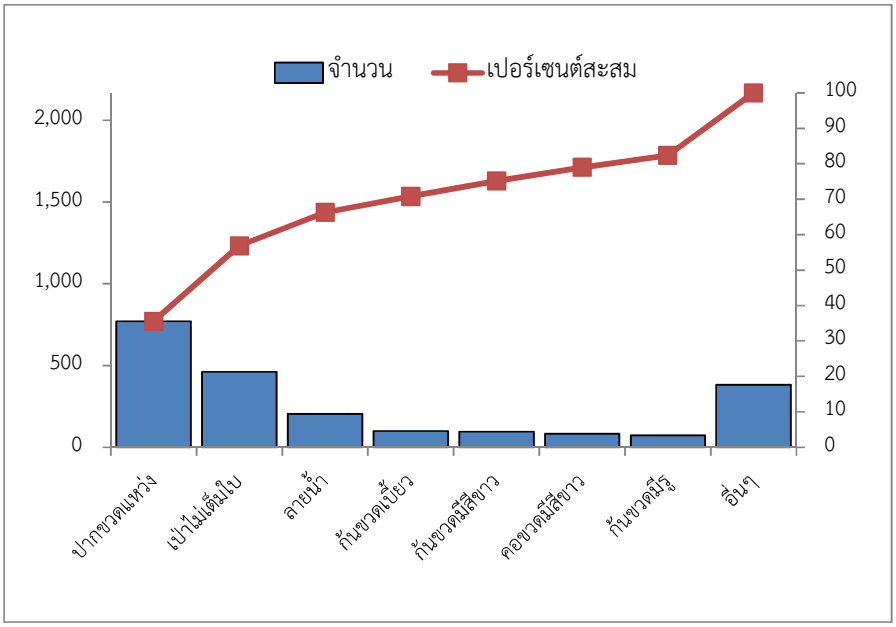
ชนิดของปัญหา	จำนวนการเกิดจากแผนการผลิตทั้งหมด	ร้อยละการเกิดจากแผนการผลิตทั้งหมด
ปากขวดแหว่ง	771	1.12
เป่าไม่เต็มใบ	462	0.67
ลายน้ำ	204	0.30
ก้นขวดเบี้ยว	98	0.14
ก้นขวดมีสีขาว	95	0.14
คอขวดมีสีขาว	83	0.12
ก้นขวดมีรู	73	0.11
อื่นๆ	382	0.56
รวม	**2,168**	**3.15**

การวิเคราะห์โดยใช้แผนภาพพาเรโต เพื่อดูความสำคัญของปัญหา และ เรียงลำดับความเร่งด่วนในการวางแผนแก้ไขปัญหา

ตารางที่ 3 ตารางแสดงจำนวนของเสีย จำนวนของเสียสะสม ร้อยละสะสม จำแนกตามชนิดของปัญหา

ชนิดของปัญหา	จำนวน	จำนวนสะสม (ใบ)	ร้อยละสะสม
ปากขวดแหว่ง	771	771	35.56
เป่าไม่เต็มใบ	462	1,233	56.87
ลายน้ำ	204	1,437	66.28
ก้นขวดเบี้ยว	98	1,535	70.80
ก้นขวดมีสีขาว	95	1,630	75.18
คอขวดมีสีขาว	83	1,713	79.01
ก้นขวดมีรู	73	1,786	82.38
อื่นๆ	382	2,168	100.00
รวม	**2,168**	**-**	**-**

ภาพที่ 1 แผนภาพพาเรโตแสดงชนิดของปัญหาคุณภาพในกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก



จากตารางที่ 3 และ ภาพที่ 1 พบว่ากระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติกมีปัญหาด้านปากขวดแหว่งเป็นจำนวนมากที่สุด ดังนั้นจึงเป็นปัญหาด้านคุณภาพที่มีความสำคัญมากที่สุดและต้องเลือกมาทำการแก้ไขก่อน ปัญหารองลงมาคือปัญหาการเป่าไม่เต็มใบ และปัญหาลายน้ำ ตามลำดับ

การวิเคราะห์โดยใช้แผนภาพก้างปลา จากการวิเคราะห์ปัจจัยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นให้ครบทุกด้าน คือ วัตถุดิบ (Material) คน (Man) วิธีการทำงาน (Method) และเครื่องจักร (Machine) โดยขั้นตอนนี้ได้ทำการระดมสมองจาก พนักงานหน้าเครื่องจักร หัวหน้าช่าง และผู้วิจัย ซึ่งจะทำให้ได้สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละปัญหา ดังนี้

<u>ปัญหาปากขวดแหว่ง</u>

- ด้านคน คือ ไม่มีประสบการณ์ ขาดความชำนาญในการเดินเครื่องจักรหรืออยู่ในช่วงทดลองงาน การใส่แม่พิมพ์ไม่ตรงล็อค การตั้งระยะของรอบโซ่
- ด้านวิธีการ คือ การลำเลียงหลอด Pre-form ไปยังหัวแม่พิมพ์
- ด้านเครื่องจักร คือ เครื่องจักรมีอายุการใช้งานที่นาน ขาดการบำรุง ซ่อมแซม และขาดการตรวจสอบก่อนการใช้งาน แม่พิมพ์เสื่อมสภาพ ตัวโน๊ตบิดเบี้ยวผิดรูป โซ่มีอายุการใช้งานนาน

<u>ปัญหาเป่าไม่เต็มใบ</u>

- ด้านวัตถุดิบ คือ หลอด Pre-form ไม่มีความยืดหยุ่น
- ด้านคน คือ การใช้ลมหรือแรงดันในการเป่าที่มาก การปรับอุณภูมิไฟในเตาอบที่สูงหรือต่ำมากเกินไป และขึ้นอยู่กับอุณภูมิภายนอกตามสภาพแวดล้อมของสถาน ที่ต่าง ๆ การตั้งระยะเวลาในการเป่า
- ด้านเครื่องจักร คือ ปั๊มลมรั่ว (ลมตก) ทำให้มีลมในการเป่าไม่เพียงพอ

ปัญหาลายน้ำ

- ด้านวัตถุดิบ คือ หลอด Pre-form เปียกน้ำ
- ด้านคน คือ การต่อสายยางกับแม่พิมพ์ไม่แน่นพอ และเปิดน้ำหล่อความเย็นมากเกินไป
- ด้านเครื่องจักร คือ สายยางน้ำหล่อความเย็นรั่ว ไอน้ำเกาะติดสายยาง

ในกรณีที่เป็นปัญหาจากปัญหาอื่น ๆ อาจมีสาเหตุมาจากหลอด Pre-Form เกิดการตกหล่นขณะการลำเลียงหลอด Pre-Form ไปยังเตาอบ หรือ หลอด Pre-Form โดนความร้อนที่มากเกินไปทำให้หลอดมีสีขาวทั้งหลอดทำให้ไม่สามารถทำการเป่าขึ้นรูปได้

จากผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ผู้วิจัยร่วมกับหัวหน้าช่างจึงได้นำเสนอ แนวทางแก้ไขปัญหา และได้ดำเนินการในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ จำแนกตามชนิดของปัญหาหลักทั้งสามปัญหา ดังนี้

ปัญหาปากขวดแหว่ง

- กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานใหม่ คือ ทำการติดตั้งแม่พิมพ์ให้ตรงล็อคของแม่พิมพ์ โดยหมุนน็อตให้แน่นพอดีกับแม่พิมพ์ ไม่แน่น และไม่หลวมเกินไป จากนั้นทำการตั้งรางโซ่ลำเลียงหลอด Pre-Form ทั้งหมดโดยเปลี่ยนน็อตตัวที่หลวมออก ทำการซื้อตัวใหม่ใส่แล้วปรับระยะห่างระหว่างโซ่กับหลอด Pre-Form ให้พอดีกัน เพื่อที่จำทำให้หลอด Pre-Form ไม่ตกหล่นขณะลำเลียงผ่านเตาอบ

ปัญหาเป่าไม่เต็มใบ

- ทำการปรับใช้ไฟหรืออุณหภูมิให้คงที่ โดยอุณหภูมิของเตาหลอมมีอยู่ทั้งหมด 4 โซน โดย โซนแรกอุณหภูมิประมาณ 110 – 120 องศา โซนที่ 2 อุณหภูมิประมาณ 105 – 110 องศา โซนที่ 3 อุณหภูมิประมาณ 90 – 100 องศา และโซนที่ 4 อุณหภูมิประมาณ 120 - 125 องศา ในกรณีที่ใช้ความร้อนเกินขนาดหรือต่ำกว่าที่กำหนดไว้จะทำให้หลอด Pre-Form ไม่มีความยืดหยุ่นพอในการเป่า และการจ่ายแรงดันลมในการเป่าประมาณ 33 – 36 บาร์ โดยลมแรกในการเดินเครื่องจักรจะใช้ลมอยู่ที่ 7 บาร์ แต่ลมในการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติกจะใช้ลมอยู่ที่ 33 บาร์

ปัญหาลายน้ำ

- ทำการเปลี่ยนสายยางใหม่ทั้งหมดทุกเส้น และต่อสายยางเข้ากับแม่พิมพ์ให้แน่น และเปิดน้ำหล่อความเย็นให้พอดีเพื่อให้ขวดที่ทำการเป่าให้รูปคงตัว

จากการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตดังกล่าว ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจำนวนและร้อยละของ ของเสียหลังจากปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยได้ผลดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 การเก็บข้อมูลของเสียหลังการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิต

ผลิตภัณฑ์ขวด PET 250 มิลลิลิตร				
แผนการผลิต (ใบ)	ดี		เสีย	
	ใบ	ร้อยละ	ใบ	ร้อยละ
67,200	66,503	98.96	697	1.04

ตารางที่ 5 ร้อยละของเสียหลังการปรับปรุงในขั้นตอนกระบวนการผลิต จำแนกตามชนิดของปัญหา

ชนิดของปัญหา	จำนวนการเกิดจากแผนการผลิตทั้งหมด	ร้อยละการเกิดจากแผนการผลิตทั้งหมด
ก้นขวดเบี้ยว	96	0.14
เป่าไม่เต็มใบ	95	0.14
ก้นขวดมีสีขาว	85	0.13
คอขวดมีสีขาว	81	0.12
ก้นขวดมีรู	69	0.10
ลายน้ำ	58	0.09
ปากขวดแหว่ง	44	0.07
อื่นๆ	169	0.25
รวม	**697**	**1.04**

จากตารางที่ 4 และ ตารางที่ 5 พบว่าของเสียจากกระบวนการผลิตลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยเหลือเพียงร้อยละ 1.04 จากแผนการผลิตที่วางไว้ 67,200 ขวด จากจำนวนของสียดังกล่าวพบว่าเป็นของเสรยที่เกิดจากปัญหาก้นขวดเบี้ยวมากที่สุด จำนวน 96 ใบ คิดเป็น 0.14%

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบจำนวนและร้อยละของเสียก่อนและหลังการปรับปรุงจำแนกตามชนิดของปัญหา

ชนิดของปัญหา	ก่อนการปรับปรุง (แผนการผลิตทั้งหมด 68,800 ใบ)		หลังการปรับปรุง (แผนการผลิตทั้งหมด 67,200 ใบ)		ร้อยละที่ลดลง
	จำนวน	ร้อยละ*	จำนวน	ร้อยละ*	
ปากขวดแหว่ง	771	1.12	44	0.25	0.87
เป่าไม่เต็มใบ	462	0.67	95	0.14	0.53
ลายน้ำ	204	0.30	58	0.09	0.21
รวม	**1,437**	**2.09**	**197**	**0.29**	**1.80**

*ร้อยละของจำนวนของเสียที่เกิดเทียบกับแผนการผลิต

จากตารางที่ 6 การเปรียบเทียบร้อยละของเสียก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิต พบว่า จำนวนและร้อยละของ ของเสียหลังกระบวนการจากปัญหาหลักทั้งสามปัญหาลดลง แสดงให้เห็นว่ากระบวนปรับปรุงมีประสิทธิภาพ

การศึกษาขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก จะใช้วิธีการเป่าแบบ Stretch Blow [2] เป็นการเป่าขึ้นรูปขวดโดยใช้วัตถุดิบ คือ Pre-Form

- หลอด Pre-Form จะถูกลำเลียงผ่านความร้อน เพื่อทำให้หลอดอ่อนตัวและความร้อนในการเป่าขึ้นรูป โดยความร้อนจะอยู่ที่ประมาณ ไม่ต่ำกว่า 90 องศา
- หลอด Pre-Form จะถูกนำหัวเป่านำหลอดที่ผ่านกระบวนการลำเลียงผ่านการให้ความร้อนมา นำไปที่หัวของแม่พิมพ์ เพื่อเตรียมในการเป่าขึ้นรูปทันที
- หลอด Pre-Form ที่ผ่านการให้ความร้อนมา จะถูกเป่าขึ้นรูปโดยใช้ความดันลม และจะได้ขวดที่ทำการเป่าขึ้นรูปที่เป็นลักษณะกลวง จะถูกถอดออกจากแม่พิมพ์ทันที

อภิปรายผล:

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 4 ชนิดจาก เครื่องมือความคุมคุณภาพ 7 ชนิดที่วางแผนไว้ ทั้งนี้ เครื่องมือควบคุมคุณภาพที่ไม่ได้นำมาใช้ ได้แก่ ฮิสโทแกรม แผนภูมิควบคุม และ แผนภาพการกระจาย เนื่องจากความเหมาะสมของปัญหา ที่สามารถใช้เครื่องมืออื่น ๆในการแก้ปัญหาได้ และข้อจำกัดด้านเวลา และอุปกรณ์ และจากเครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 4 ชนิดที่ผู้วิจัยนำมาใช้ สามารถนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่มีผลต่อการเกิดของเสียในกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เห็นได้จาก จำนวนของเสียจากสามปัญหาหลักได้แก่ ของเสียจากปากขวดแหว่ง เป่าไม่เต็มใบ และ ลายน้ำ ที่ลดลง ซึ่งกระบวนการปรับปรุงการลิตเพื่อลดจำนวนของของเสียโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพเช่นเดียวกันกับการวิจัยครั้งนี้ได้ผลลัพธ์ สอดคล้องกับการศึกษาการลดของเสียฉีดหลอดพลาสติก กรณีศึกษางานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียประเภทจุดดำ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการฉีดพลาสติก โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7 QC Tools) ในการค้นหาสาเหตุและเพื่อการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิต ตั้งแต่ เดือนเมษายน 2556 ถึง เดือนมิถุนายน 2556 ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ใบตรวจสอบ (Check Sheet) ที่ใช้ในกระบวนการผลิตทำการตรวจสอบของเสียและเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิตเพื่อแจกแจงปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต (Pareto-Diagram) และแสดงความถี่ของปัญหา เพื่อแยกความสำคัญตามลาดับ ด้วยกฎพาเรโต 80:20 ในการเลือกแก้ไขส่วนที่มีของเสียมากที่สุด นำมาวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา (Fish-Bone Diagram) เพื่อวางมาตรการณ์แก้ไขผลการดำเนินการปรับปรุงสามารถลดการเกิดของ เสียประเภทจุดดำจากเดิม 0.23% ลดลงเป็น 0.07% ลดลงจากเดิม 69.56% และคิดเป็นมูลค่าที่ลดได้ 1,175,906.16 บาทต่อปี [3]

งานวิจัยนี้ในแต่ละขวดพบปัญหาเพียง 1 ชนิดเสมอ ไม่พบว่าขวดใดที่มีปัญหาร่วมกัน แต่ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ไม่ได้แยกปรับปรุงแต่ละปัญหาในแต่ละครั้งของการผลิต เนื่องจากข้อจำกัดด้านงบประมาณและเวลา แต่ได้ทำการปรับปรุงจากสาเหตุที่คาดว่าก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตเดียวกันรวมทั้งหมด ดังนั้นการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการเป่าขึ้นรูปขวดน้ำพลาสติก ของแต่ละปัญหาทั้ง 3 วิธี ที่ใช้ในครั้งนี้อาจส่งผลให้จำนวนของเสียในปัญหาอื่น ๆ ด้วย แต่จากผลการวิเคราะห์พบว่าร้อยละ และจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิตในภาพรวมลดลง ทั้งนี้เป็นผลที่เห็นได้ชัดเจนจากการเลือกปัญหาหลักที่ก่อให้เกิดของเสียที่ถูกต้อง ส่งผลทำให้การวางแผนจัดการปรับปรุงคุณภาพเป็นไปอย่างมี

ประสิทธิภาพ โดยร้อยละของเสียลดลงจาก 3.15% เป็น 1.04% คิดเป็น 66.98% จากร้อยละของเสียก่อนการปรับปรุงคุณภาพ

กิตติกรรมประกาศ:

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัท เมก้า พลาสติก จำกัด ที่ได้กรุณาให้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เพื่อนำมาศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนขอขอบพระคุณคณาจารย์หลักสูตรสถิติประยุกต์ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ทำให้การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] ศุภชัย นาทะพันธ์, การควบคุมคุณภาพ Quality Control, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด. (2551)

[2] สุชาติ กรเจริญ, กระบวนการเป่าขึ้นรูป, สืบค้นเมื่อ มิถุนายน 2562, จาก https://packaging.oie.go.th/new/admin_control/file_technology/8726495031.pdf

[3] ธนกฤษ ซุ่นเซ่ง, การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก กรณีศึกษา: ของเสียประเภท จุดดำ, วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 2557

ความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล

EXPECTATION AND SATISFACTION OF THAI TOURISTS TOWARDS THE DOI KHUNTAN NATIONAL PARK

ศิรินภา ตลุกไธสง[1] และ หนึ่งหทัย ชัยอาภร[1]

Sirinapha Talukthaisong[1] and Neunghatai Chiaporn[2]

[1] *สาขาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ศิรินภา ตลุกไธสง อีเมล: sirinaphatalukthaisong@gmail.com

บทคัดย่อ:

อุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่อยู่ในเขตจังหวัดลำพูนและลำปาง ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สามารถเดินทางมาโดยรถไฟจึงทำให้มีนักท่องเที่ยวมาเที่ยวชื่นชมความงามของธรรมชาติเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาถึงความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลกับตัวอย่างที่เป็นนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มาท่องเที่ยวในอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล จำนวน 385 คน และสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ ค่าสถิติที่ใช้ ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติไคกำลังสอง (Chi-Square test)

ผลการวิจัยพบว่า นักท่องเที่ยวชาวไทยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีช่วงอายุตั้งแต่ 21 - 30 ปี เป็นนักเรียน/นักศึกษา มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001-20,000 บาท และมีภูมิลำเนาอยู่ภาคเหนือ ความคาดหวังของนักท่องเที่ยวชาวไทยทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนความพึงพอใจในด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่และด้านสภาพแวดล้อมอยู่ในระดับมากที่สุด สำหรับการทดสอบความสัมพันธ์พบว่า ภูมิลำเนามีความสัมพันธ์กับความคาดหวังในด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ส่วนรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในด้านทุกด้าน

คำสำคัญ : ความคาดหวัง ความพึงพอใจ นักท่องเที่ยวชาวไทย

Abstract

Doi KhunTan National Park is a tourist attraction in Lamphun and Lampang, a tourist attraction that can be reached by train. Tourists come admire the beauty of nature large number. The researcher was interested in studying the expectation and satisfaction of Thai tourists on the Doi KhunTan National Park. Questionnaire was used for the sample size of 385, by purposive sampling. The statistics used for analysis were number, percentage, mean, standard deviation and the Chi squared.

The results of this research were summarized as follows : The most of thai tourists were male, they were 21-30 years old, as a student. they had income per month were 10,001-20,000 baht and domicile in the north. The expectations thai tourists in all aspects were the highest level. Thai tourists were satisfied at high level about the service of the authorities and the environment. The domicile was relate to expectations in the service of the authorities. Income per month was relate to satisfaction in all aspects.

Keywords: Expectations, Satisfaction, Thai tourists

บทนำ:

อุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล มีพื้นที่ครอบคลุมอยู่ในพื้นที่อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน และ ตำบลบ้านเอื้อม อำเภอเมืองลำปาง ตำบลเวียงตาล ตำบลวอแก้ว อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง สภาพพื้นที่เป็นป่าอุดมสมบูรณ์ไปด้วยพันธุ์ไม้นานาชนิด เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ซึ่งเป็นบรรยากาศที่เงียบสงบ และอุโมงค์ขุนตาล ซึ่งเป็นอุโมงค์รถไฟที่ยาวที่สุดใน ประเทศไทย สร้างโดยชาวเยอรมัน มีเนื้อที่ประมาณ 159,556.25 ไร่ ซึ่งประกาศลงวันที่ 5 มีนาคม 2518 เป็นอุทยานแห่งชาติลำดับที่ 10 ของประเทศไทยอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาขุนตาลซึ่งเป็นเทือกเขาที่แบ่งระหว่างที่ราบลุ่มเชียงใหม่และที่ราบลุ่มลำปาง สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 325-1,373 เมตร จุดสูงสุดในเขตอุทยานแห่งชาติได้แก่ยอดดอยขุนตาล มีที่ราบอยู่เพียงเล็กน้อยอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศตะวันตกและทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอุทยานแห่งชาติเป็นแหล่งต้นน้ำส่วนหนึ่งของแม่น้ำปิงซึ่งอยู่ทางด้านตะวันตกของพื้นที่ และแม่น้ำวังซึ่งอยู่ทางด้านตะวันออกของเขตอุทยานแห่งชาติ ซึ่งมีประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การอุปโภคบริโภคของประชาชนในท้องถิ่น จึงทำให้มีนักท่องเที่ยวมาเที่ยวจำนวนมาก อีกทั้งอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลยังเป็นสถานที่ที่นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางมาท่องเที่ยวได้อย่างสะดวก มาเพื่อสัมผัสกับความหนาวเย็น ชมธรรมชาติของป่าเขาเพื่อพักผ่อนหย่อนใจหรือใช้บริการที่พักของอุทยานแห่งชาติและเพื่อชมความสวยงามของเส้นทางเดินธรรมชาติที่เป็นที่น่าสนใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยทั้งหลาย ซึ่งทางอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลเห็นถึงความสำคัญของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางมาท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล จึงอยากทราบข้อมูลความต้องการและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยเพื่อจะได้นำข้อมูลไปช่วยในการแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นที่รู้จักให้นักท่องเที่ยวชาวไทยได้มีความพึงพอใจ มีความสะดวกสบายมีความชื่นชอบ และมีจำนวนนักท่องเที่ยวชาวไทยเพิ่มมากขึ้น

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่นแรงจูงใจและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่อการท่องเที่ยว จังหวัดน่าน พบว่า นักท่องเที่ยวให้ความสำคัญกับแรงจูงใจในการท่องเที่ยวจังหวัดน่าน ด้านปัจจัยเพื่อพักผ่อนหย่อนใจมากที่สุด และให้ความสำคัญกับปัจจัยในประเด็นความสวยงามทางธรรมชาติมากที่สุด [1] และศึกษาความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่อวัดร่องขุ่น จังหวัดเชียงราย พบว่า ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อวัดร่องขุ่นโดยรวมมีความพึงพอใจมากในทุกด้าน ข้อมูลส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษามีผลต่อทัศนคติ แรงจูงใจในการมาเยี่ยมชมวัดร่องขุ่น จังหวัดเชียงรายแตกต่างกัน ส่วนอาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนมีผลต่อทัศนคติ แรงจูงใจแตกต่างกัน ทั้งนี้ เพศ อายุ อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ก็มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่อวัดร่องขุ่น [2] ซึ่งสอดคล้องกับ[3] เรื่องพฤติกรรมและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทย ที่มีต่อการท่องเที่ยวเกาะเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ซึ่งพบว่า ระดับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวภาพรวมอยู่ในระดับมาก ปัจจัยส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ รายได้ และสถานภาพ มีผลต่อระดับความพึงพอใจในการเข้ามาท่องเที่ยวด้านสถานที่แตกต่างกัน และ[4] ได้ศึกษาเรื่องพฤติกรรมและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อการท่องเที่ยว เกาะช้าง จังหวัดตราด พบว่า นักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างประเทศส่วนใหญ่เดินทางมาท่องเที่ยวด้วยตนเอง พักค้างคืน 2 ส่วนใหญ่เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัว ความสวยงามของธรรมชาติที่เกาะช้างเป็นสิ่งดึงดูดใจให้มาเที่ยว ส่วนนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศส่วนใหญ่ไม่เคยเดินทางมาเที่ยวเกาะช้าง นักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศส่วนใหญ่ชื่นชอบประเพณีและวัฒนธรรม ในส่วนของความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางมาเที่ยวเกาะช้างนักท่องเที่ยวชาวไทยมีความพึงพอใจในระดับค่อนข้างสูง ต่อปัจจัยผลิตภัณฑ์/บริการในเรื่องประเพณีและวัฒนธรรม

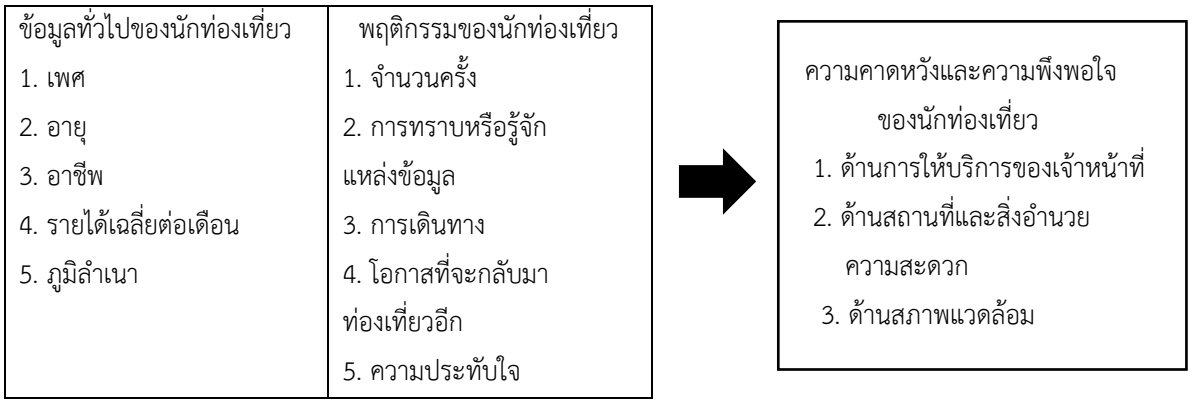
จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ว่าความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยต่อการท่องเที่ยวในครั้งนี้เป็นอย่างไร โดยมีวัตถุประสงค์1) เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล 2) เพื่อศึกษาความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล และ 3) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวชาวไทยต่อความคาดหวัง และความพึงพอใจในอุทยานแห่งชาติดอย

ขุนตาล ทั้งนี้เพื่อจะได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลและงานวิจัยนี้จะได้เป็นข้อมูลในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ด้านพืชพรรณและสัตว์ป่าของอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลต่อไป

วิธีการดำเนินงาน:

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ดังนี้

1. กรอบแนวคิด



2. ขอบเขตการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเรื่อง ความคาดหวังและความพึงพอใจต่อการท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล โดยอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ปัจจุบันตั้งอยู่ที่ ตำบลทาปลาดุก อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูน มีพื้นที่ 159,556.25 ไร่ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 325-1,373 เมตร

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มาท่องเที่ยวที่อุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 ซึ่งไม่ทราบจำนวน

กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มาท่องเที่ยวที่อุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2563 เนื่องจากผู้วิจัยไม่ทราบจำนวน ดังนั้นขนาดตัวอย่างสามารถคำนวณจำนวนตัวอย่างตามวิธีของ (W.G.Cochran) โดยกำหนดระดับค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความคลาดเคลื่อน 0.05 ซึ่งสูตรที่ใช้ในการคำนวณในครั้งนี้ คือ

$$n = \frac{P(1-P)Z^2}{e^2}$$

$$n = \frac{(0.5)(1-0.5)(1.96)^2}{(0.05)^2}$$

$$n = 384.16$$

ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 385 คน และทำการสุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Non – probability sampling) ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling)

4. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปประกอบด้วย เพศ อายุ อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ภูมิลำเนา

2. แบบสอบถามพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติ ดอยขุนตาล

3. แบบสอบถามความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล 3 ด้าน คือ 1. ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ 2. ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก 3. ด้านสภาพแวดล้อม

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร ตำราทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ รวมทั้งศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา และหาคุณภาพของแบบสอบถามเพื่อการวิจัย (IOC) โดยได้ข้อคำถามทุกข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 - 1 จากนั้นนำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างบางส่วนในการทำ pre-test และทดสอบความเชื่อมั่นด้วย Cronbach’s alpha ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.729

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติและทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ สถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ (Chi-Square Test)

ผลการวิจัย:

1. ข้อมูลทั่วไป และพฤติกรรม ของนักท่องเที่ยว พบว่า นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (196 คน, 50.9%) มีอายุ 21-30 ปี (137คน, 35.6%) เป็นนักเรียน/นักศึกษา (168 คน, 43.6%) มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001–20,000 บาท (140 คน, 36.4%) และมีภูมิลำเนาอยู่ภาคเหนือ (113 คน, 29.4%) โดยนักท่องเที่ยวเดินทางมาเที่ยวเป็นครั้งแรก (185 คน, 48.1%) ทราบข้อมูลจากคนใกล้ชิด (165 คน, 42.9%) เดินทางมาเที่ยวกับเพื่อน (156 คน,40.5%) ใช้รถยนต์ในการเดินทาง (185 คน, 48.1%) มีโอกาสกลับมาเที่ยวซ้ำอีก (280 คน, 72.7%) นักท่องเที่ยวมีความประทับใจ (385 คน, 100%) และจะแนะนำให้คนอื่นมาเที่ยวอีก (276 คน, 71.7%)

2. ความคาดหวัง และความพึงพอใจ ของนักท่องเที่ยวที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่ออุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล จำแนกตามด้านต่าง ๆ

ด้าน	ความคาดหวัง		ความพึงพอใจ	
	$\bar{X}(S.D.)$	ระดับความคาดหวัง	$\bar{X}(S.D.)$	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่	4.74 (0.52)	มากที่สุด	4.42 (0.68)	มากที่สุด
2. ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก	4.74 (0.53)	มากที่สุด	4.25 (0.69)	มากที่สุด
3. ด้านสภาพแวดล้อม	4.76 (0.51)	มากที่สุด	4.45 (0.69)	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคาดหวังด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านสภาพแวดล้อมเป็นลำดับดังนี้ ($\bar{x}$ = 4.74 SD = 0.52) ($\bar{x}$ = 4.74 SD = 0.53) ($\bar{x}$ = 4.76 SD = 0.51) ซึ่งมีค่าระดับความคาดหวังมากที่สุดทุกด้าน ส่วนค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านสภาพแวดล้อม เป็นลำดับดังนี้ ($\bar{x}$ = 4.42 SD = 0.68) ($\bar{x}$ = 4.25 SD = 0.69 ($\bar{x}$ = 4.45 SD = 0.69) ซึ่งมีค่าระดับความพึงพอใจมากที่สุดทุกด้าน

3. ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปกับระดับความคาดหวังและความพึงพอใจ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปกับระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่ออุทยานขุนตาล ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวชาวไทยกับความคาดหวัง และความพึงพอใจ ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่

ข้อมูลส่วนบุคคล	ความคาดหวัง		ความพึงพอใจ	
	χ^2	$p-value$	χ^2	$p-value$
เพศ	0.653	0.722	1.053	0.591
อายุ	9.087	0.059	2.435	0.656
อาชีพ	7.169	0.127	4.856	0.302
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	5.548	0.236	15.789*	0.003
ภูมิลำเนา	16.061*	0.003	7.722	0.102

จากตารางที่ 2 พบว่า ข้อมูลทั่วไปได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ไม่มีความสัมพันธ์กับ ความคาดหวังและความพึงพอใจในด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ แต่ภูมิลำเนา มีความสัมพันธ์กับความคาดหวังในด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวชาวไทยกับความคาดหวังและความพึงพอใจ ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก

ข้อมูลส่วนบุคคล	ความคาดหวัง		ความพึงพอใจ	
	χ^2	$p-value$	χ^2	$p-value$
เพศ	0.411	0.814	0.062	0.969
อายุ	3.899	0.420	2.555	0.635
อาชีพ	5.042	0.283	14.771	0.051
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	4.335	0.363	15.905*	0.003
ภูมิลำเนา	6.609	0.158	9.310	0.054

จากตารางที่ 3 พบว่า ข้อมูลทั่วไปได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และภูมิลำเนา ไม่มีความสัมพันธ์กับความคาดหวังในด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก แต่รายได้เฉลี่ยต่อเดือน มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวชาวไทยกับความคาดหวังและความพึงพอใจ ด้านสภาพแวดล้อม

ข้อมูลส่วนบุคคล	ความคาดหวัง		ความพึงพอใจ	
	χ^2	$p-value$	χ^2	$p-value$
เพศ	0.272	0.873	0.038	0.881
อายุ	5.776	0.216	7.463	0.113
อาชีพ	8.666	0.070	17.059	0.060
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	3.422	0.490	27.905*	0.000
ภูมิลำเนา	8.987	0.061	4.111	0.391

จากตารางที่ 4 พบว่า ข้อมูลทั่วไปได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อดือน และภูมิลำเนา ไม่มีความสัมพันธ์กับความคาดหวังในด้านสภาพแวดล้อม แต่รายได้เฉลี่ยต่อเดือน มีความสัมพันธ์กับความพึงพอใจในด้านสภาพแวดล้อม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สรุปและอภิปรายผลวิจัย:

1. ข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวชาวไทย พบว่า นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีช่วงอายุ ตั้งแต่ 21-30 ปี มีอาชีพส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,000 – 20,000 บาท และอาศัยอยู่ในภาคเหนือ เพราะว่านักท่องเที่ยวส่วนใหญ่อยู่ในวัยเรียน ซึ่งมีรายได้จากครอบครัวและเพียงพอที่จะมาท่องเที่ยว และยังพบว่านักท่องเที่ยวชาวไทยส่วนใหญ่มาท่องเที่ยวเป็นครั้งแรก โดยรู้จักหรือทราบข้อมูลจากคนใกล้ชิด เดินทางมาท่องเที่ยวกับเพื่อน และเดินทางมาด้วยรถยนต์ ถ้ามีโอกาสจะกลับมาท่องเที่ยวอีก ซึ่งนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มีความประทับใจต่อการท่องเที่ยวในครั้งนี้ และจะมีการแนะนำให้คนอื่นมาเที่ยวด้วย

2. ความคาดหวังของนักท่องเที่ยว พบว่า ระดับความคาดหวังของนักท่องเที่ยวชาวไทยส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าระดับความพึงพอใจในทุก ๆ ประเด็น เนื่องจากนักท่องเที่ยวชาวไทยส่วนใหญ่มีความคาดหวังต่อการท่องเที่ยวที่อุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลอยู่ระดับสูง และพอนักท่องเที่ยวเดินทางมาท่องเที่ยวความคาดหวังที่คาดไว้เกิดความผิดหวัง เกิดความประทับใจน้อยลง ทำให้ความพึงพอใจต่อการท่องเที่ยว มีระดับน้อยกว่าความคาดหวัง ส่วนความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทย พบว่า ความพึงพอใจในด้านเจ้าหน้าที่และการให้บริการ, ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านสภาพแวดล้อม นักท่องเที่ยวชาวไทยส่วนใหญ่ มีระดับความพึงพอใจในบรรยากาศของธรรมชาติสภาพแวดล้อมโดยรวมมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานของ [1],[2].[4]

3. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวชาวไทยต่อความคาดหวัง พบว่า ภูมิลำเนามีความสัมพันธ์ต่อความพึงพอใจในด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ เนื่องจากว่า คนต่างถิ่นก็อยากจะมาชื่นชมกับความงามของธรรมชาติ เมื่อมาแล้วเขาก็อยากได้รับการให้บริการ ดังนั้นความคาดหวังในการให้บริการก็อาจจะแตกต่างกัน ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยวชาวไทยต่อความพึงพอใจ พบว่า รายได้เฉลี่ยต่อเดือน มีความสัมพันธ์ต่อความพึงพอใจในด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกและด้านสภาพแวดล้อม เนื่องจากนักท่องเที่ยวที่มีรายได้ค่อนข้างดีก็มักจะต้องการเที่ยว เพราะมีศักยภาพในการใช้จ่ายสูง ดังนั้นก็อยากได้สิ่งที่อำนวยความสะดวกเพื่อให้เหมาะสมกับค่าใช้จ่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานของ [3] ว่ารายได้เฉลี่ยต่อเดือนมักจะมีผลต่อความพึงพอใจในการท่องเที่ยว

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่และพนักงานราชการทุก ๆ ฝ่ายที่อุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยตลอดขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง:

[1] เจนจิรา บรรจงนึก, แรงจูงใจและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่อการ ท่องเที่ยว จังหวัดน่าน, ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 2555.

[2] ชลิตา เฉลิมรักชาติ, ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่อวัดร่องขุ่นจังหวัดเชียงราย , ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, (มหาวิทยาลัยกรุงเทพ,2561.

[3] นันทิตา เพชราภรณ์, “พฤติกรรมและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่อการท่องเที่ยวเกาะเกร็ดจังหวัดนนทบุรี”, วารสารปัญญาภิวัฒน์, ปีที่ 7, ฉบับพิเศษ,หน้า 63-72(2558)

[4] พัชรดา มงคลนวคุณ, ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่อตลาดน้ำตลิ่งชัน, ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสยาม,2555.

[5] พิกุลแก้ว สุขขำ, ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยที่มีต่อการบริหารจัดการตลาดน้ำแบบดั้งเดิมและตลาดน้ำแบบจำลอง, ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี,2557.

การศึกษาความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

A STUDY OF EXPECTATION AND SATISFACTION OF OUTPATIENT DEPARTMENT SERVICES AT SANPATONG HOSPITAL CHIANGMAI

อักษรวลี ศรีบุศย์[1] และ หนึ่งหทัย ชัยอาภร[1]
Auksornwhalee Sribut[1] and Neunghatai Chaiaporn[1]
[1] *สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อักษรวลี ศรีบุศย์ อีเมล: plengauksornwhalee@gmail.com

บทคัดย่อ:

โรงพยาบาลสันป่าตอง เป็นโรงพยาบาลประจำอำเภอสันป่าตอง ซึ่งแผนกผู้ป่วยนอกเป็นแผนกในโรงพยาบาลที่มีผู้ที่มารับบริการมากที่สุด ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จำนวน 400 คน โดยสุ่มแบบบังเอิญ และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบไคกำลังสอง ผลการวิจัยพบว่า ผู้ที่มารับบริการส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอสันป่าตอง เป็นเพศหญิง ที่มีอายุระหว่าง 51 - 60 ปี มีระดับการศึกษามัธยมหรืออนุปริญญา ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ไม่เกิน 10,000 บาท ส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยที่มารับบริการด้วยตัวเอง และมีการใช้สิทธิคุ้มครองการรักษาบัตรประกันสุขภาพถ้วนหน้ามากที่สุด ระดับความคาดหวังของผู้ที่มารับบริการ ด้านสถานที่ ด้านบุคลากร/เจ้าหน้าที่ ด้านความเชื่อถือและไว้วางใจ อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนระดับความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการ ด้านความเชื่อถือและไว้วางใจ อยู่ในระดับมากที่สุด สำหรับการทดสอบความสัมพันธ์ พบว่าที่ข้อมูลส่วนบุคคลไม่มีความสัมพันธ์กับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก

คำสำคัญ : ความคาดหวัง ความพึงพอใจ ผู้ป่วยนอก ผู้รับบริการ

Abstract:

Sanpatong Hospital is a district hospital in Sanpatong District. The outpatient department (O.P.D.) has the most of patients. The researchers have studied the levels of patient's expectations and satisfaction of outpatient department service at Sanpatong Hospital. The questionnaire was used for the sample size of 400, by accidental sampling. The statistics used for the analysis were percentage, mean, standard deviation, and Chi-square test. The results of this research were summarized as follows : The most of outpatients were local. There were female between 51-60 years old , education level of High school or Diploma. There were mainly general contractor earning average monthly income has less than 10,000 baht. The most of outpatients came to receive services on their own and majority of the right to Universal Health Coverage (UHC). The outpatients were expected at high level about establishment, personnel / staff, reliability – confidence , outpatients were satisfied at high level about reliability – confidence. The personal information of outpatients were not related to the expectation and satisfaction.

Keywords: Expectation, Satisfaction, Outpatient, Service recipients

บทนำ:

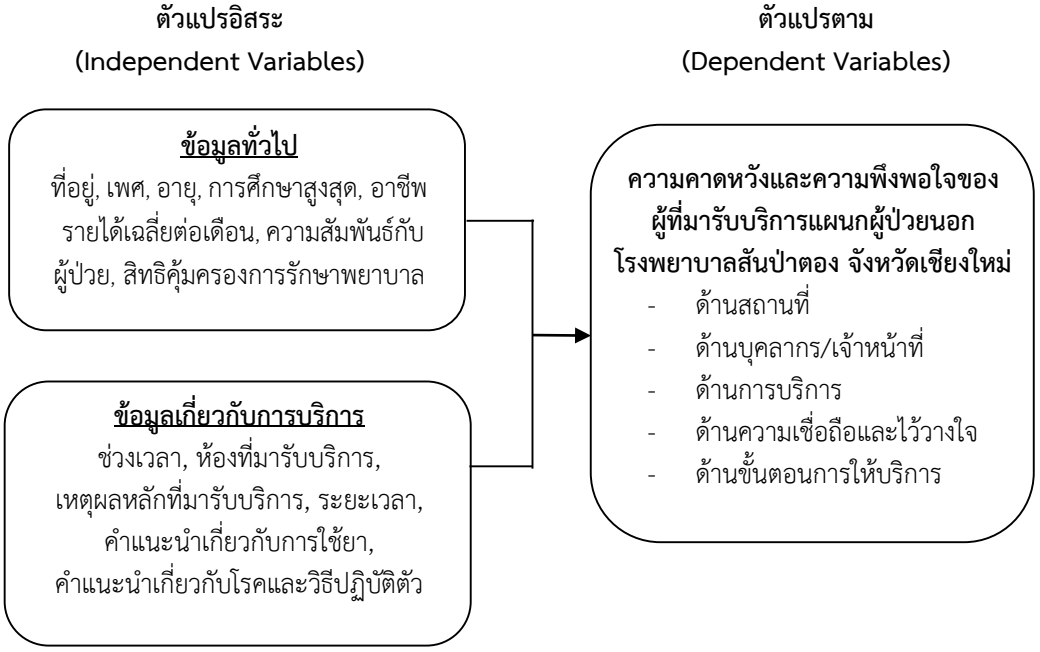
โรงพยาบาลเป็นองค์การที่ดำเนินงานทางด้านการแพทย์ทั้งในด้านสถานที่ตั้งของโรงพยาบาลและในชุมชน โดยมีหน้าที่ทั่วไปให้บริการในการรักษาพยาบาล การพัฒนาคุณภาพชีวิตประชาชน การบำรุงรักษาสิ่งแวดล้อม พัฒนาบุคลากร การวิจัยด้านการแพทย์และสาธารณสุข และมีค่านิยมทั่วไปที่เน้นการให้บริการที่มีคุณภาพ ปัจจุบันโรงพยาบาลได้ถูกแบ่งประเภทเป็นโรงพยาบาลรัฐบาลและโรงพยาบาลเอกชน จะมีหลักการบริหารงานที่แตกต่างกัน แต่โรงพยาบาลจะเน้นความสำคัญต่อการให้บริการที่มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้เพื่อให้ผู้ที่มารับบริการเข้ารับรักษาอย่างมีคุณภาพ งานบริการของโรงพยาบาลเป็นงานหลักที่สำคัญที่สุดของโรงพยาบาล ที่มุ่งดำเนินการให้ผู้มารับบริการจากโรงพยาบาลทุกคนได้รับบริการที่รวดเร็ว ถูกต้อง และประทับใจ ตั้งแต่เข้ามาจนกระทั่งกลับออกไป ซึ่งจะส่งผลให้ผู้รับบริการมีความพึงพอใจอยากกลับมารับบริการอีก [4] ปัจจุบันโรงพยาบาลสันป่าตอง เป็นโรงพยาบาลทั่วไปหรือเป็นโรงพยาบาลประจำอำเภออยู่ในระดับการบริการแบบทุติยภูมิ (M2) ซึ่งเป็นโรงพยาบาลชุมชนขนาดใหญ่ 120 เตียงขึ้นไป เป็นสถานพยาบาลที่ให้การรักษาแบบครบวงจรโดยมีแพทย์และเจ้าหน้าที่สาธารณสุขอื่น ๆ ปฏิบัติงานประจำ การให้บริการจะเน้นในด้านการรักษาพยาบาลมากกว่าสถานบริการในระดับต้น และเครื่องมือทางการแพทย์ที่ทันสมัย คุณภาพการให้การบริการเป็นที่เชื่อถือของประชาชนการให้บริการของโรงพยาบาลสันป่าตองมีทั้งการบริการในเวลาทางราชการและนอกเวลาทางราชการ ซึ่งประกอบด้วย แผนกฉุกเฉินและอุบัติเหตุ ประกอบไปด้วยห้องตรวจโรคทั่วไป รวมถึงห้องผ่าตัดขนาดเล็กที่จะรองรับผู้ป่วยฉุกเฉินจากอุบัติเหตุต่าง ๆ แผนกผู้ป่วยหนัก เป็นแผนกที่ได้รับการรักษาและสังเกตอาการอย่างใกล้ชิดโดยบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทางการแพทย์ แผนกผู้ป่วยใน เป็นแผนกที่ใช้สำหรับรองรับผู้ป่วย และแผนกผู้ป่วยนอก เป็นแผนกที่ใช้สำหรับรองรับผู้ป่วยทั่วไปที่มาพบแพทย์ในแต่ละวัน ซึ่งสามารถแยกประเภทตามลักษณะของโรค จึงเป็นแผนกในโรงพยาบาลที่มีผู้ที่มารับบริการมากที่สุด

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของการบริการของโรงพยาบาล โดยศึกษาความคาดหวัง และความพึงพอใจ เช่น ความพึงพอใจของผู้ป่วยนอกต่อคุณภาพการให้บริการของโรงพยาบาลปทุมธานี พบว่าผู้ที่มารับบริการมีความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการของโรงพยาบาลปทุมธานีอยู่ในระดับปานกลาง [1} ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ป่วยต่อการให้บริการศูนย์หัวใจธรรมศาสตร์ของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ โดยพบว่า ผู้ที่มาใช้บริการศูนย์หัวใจธรรมศาสตร์มีความคาดหวังและความพึงพอใจต่อการให้บริการทั้งด้านการรักษา ด้านคุณภาพการให้บริการและด้านความสะดวกในการรับบริการอยู่ในระดับมาก และในการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ป่วยต่อการให้บริการศูนย์หัวใจธรรมศาสตร์ พบว่า ความคาดหวังของผู้ใช้บริการมีความสัมพันธ์ต่อความพึงพอใจในด้านการรักษา ด้านคุณภาพการให้บริการและด้านความสะดวกในการรับบริการ [3]

จากความสำคัญข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาวิจัยเรื่องความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนบุคคลต่อระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก ซึ่งจะศึกษาเกี่ยวกับระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านสถานที่ ด้านบุคลากร/เจ้าหน้าที่ ด้านการบริการ ด้านความเชื่อถือและไว้วางใจ และด้านขั้นตอนการให้บริการ ทั้งรวมถึงปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ ที่อยู่ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ความสัมพันธ์กับผู้ป่วย และสิทธิคุ้มครองการรักษาพยาบาลที่ผู้ป่วยมี และข้อมูลของการมารับบริการ มีความคาดหวังและความพึงพอใจในคุณภาพการให้บริการของผู้มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อที่จะได้นำผลการศึกษามาเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการบริการให้เป็นไปตามความคาดหวังและความพึงพอใจเพื่อให้ผู้รับบริการเกิดความประทับใจในการบริการในทุกขั้นตอนที่เข้ามารับการรักษาในโรงพยาบาลให้ได้มากที่สุด ทำให้โรงพยาบาลสามารถบริหารจัดการให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ตลอดจนศึกษาปัญหาและอุปสรรคของผู้มารับบริการเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาคุณภาพการให้บริการของโรงพยาบาลให้เป็นไปตามความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้มารับบริการ

วิธีดำเนินการวิจัย:

1. กรอบแนวความคิดในการวิจัย



2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากร ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยไม่ทราบจำนวนผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก

2.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากผู้วิจัยไม่ทราบจำนวนผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2563 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ดังนั้นขนาดตัวอย่างสามารถคำนวณจำนวนตัวอย่างตามวิธีของ (W.G.Cochran) โดยกำหนดระดับค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความคลาดเคลื่อน 0.05 ซึ่งสูตรที่ใช้ในการคำนวณในครั้งนี้ คือ

$$n = \frac{P(1-P)Z^2}{e^2}$$

$$n = \frac{(0.5)(1-0.5)(1.96)^2}{(0.05)^2}$$

$$n = 384.16$$

ดังนั้นจะใช้ขนาดตัวอย่างอย่างน้อย 384 คน จึงจะสามารถประมาณค่าร้อยละ โดยมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 5 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อความสะดวกในการประเมินผล และการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 400 ตัวอย่าง ซึ่งถือได้ว่าผ่านเกณฑ์ตามที่เงื่อนไขกำหนด คือไม่น้อยกว่า 384 ตัวอย่าง และทำการสุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Non – probability sampling) ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาขอบเขตเนื้อหา แนวคิด ทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดขอบเขตและโครงสร้างของเนื้อหา ในการสร้างข้อคำถามในแบบสอบถาม และตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจากนั้นตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม (IOC) และได้ค่าดัชนีอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ทุกข้อ จากนั้นนำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อหาความเชื่อมั่นโดยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่า (Alpha Coefficient) ตามวิธีของครอนบัค (Cronbach) โดยมีความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.859

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลเกี่ยวกับบริการที่ท่าน/ผู้ป่วยได้รับ

ตอนที่ 3 ระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

โดยแบบสอบถามตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามแบบประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ซึ่งมีการแปลความหมายดังนี้

ระดับ 5 หมายถึงความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการมากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึงความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการมาก
ระดับ 3 หมายถึงความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึงความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการน้อย
ระดับ 1 หมายถึงความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการน้อยที่สุด
เกณฑ์การแปลความหมาย เพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ย ในช่วงคะแนนดังต่อไปนี้

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	**แปลความหมาย**
4.21 – 5.00	ความคาดหวัง/ความพึงพอใจมากที่สุด
3.41 – 4.20	ความคาดหวัง/ความพึงพอใจมาก
2.61 – 3.40	ความคาดหวัง/ความพึงพอใจปานกลาง
1.81 – 2.60	ความคาดหวัง/ความพึงพอใจน้อย
1.00 – 1.80	ความคาดหวัง/ความพึงพอใจน้อยที่สุด

ความกว้างของอันตรภาคชั้นของค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.8 ซึ่งได้ค่ามาจากการคำนวณโดยการใช้สมการทางคณิตศาสตร์

$$\text{ความกว้างของอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

โดยนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ประเมินผลที่กำหนดไว้

ตอนที่ 4 เป็นคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามซึ่งผู้วิจัยจะทำการแจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่วันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2563 ถึง 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 รวมเป็นระยะเวลา 1 เดือน

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้สำหรับข้อมูลทั่วไป ข้อมูลเกี่ยวกับการบริการที่ผู้ป่วยได้รับ และความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ในด้านต่าง ๆ

2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) คือ ใช้การทดสอบไคกำลังสอง (Chi-Square Test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปต่อระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิจัย:

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ที่มารับบริการ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 400 คน มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ที่มารับบริการ

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ที่อยู่		
ในเขตอำเภอสันป่าตอง	304	76.00
นอกเขตอำเภอสันป่าตอง	96	24.00
เพศ		
ชาย	184	46.00
หญิง	216	54.00
อายุ		
ไม่เกิน 10 ปี	5	1.30
11-20 ปี	14	3.50
21-30 ปี	56	14.00
31-40 ปี	63	15.70
41-50 ปี	53	13.30
51-60 ปี	109	27.20
61 ปีขึ้นไป	100	25.00
การศึกษาสูงสุด		
ไม่ได้ศึกษา	6	1.50
ประถมศึกษา	142	35.50
มัธยมหรืออนุปริญญา	167	41.80
ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	85	21.20

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	28	7.00
พนักงานบริษัทเอกชน	52	13.00
เกษตรกร	63	15.70
รับราชการ	19	4.80
พนักงานรัฐวิสาหกิจ	10	2.50
รับจ้างทั่วไป	144	36.00
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	53	13.20
ข้าราชการบำนาญ	13	3.30
อื่น ๆ เช่น พ่อบ้าน/แม่บ้าน	18	4.50
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
ไม่เกิน 10,000 บาท	190	47.50
10,001 – 20,000 บาท	146	36.50
20,001 – 30,000 บาท	49	12.20
30,001 – 40,000 บาท	12	3.00
40,001 – 50,000 บาท	3	0.80
ความสัมพันธ์กับผู้ป่วย		
ตัวผู้ป่วยเอง	271	67.70
พ่อ/แม่	34	8.50
สามี/ภรรยา	35	8.70
บุตร	37	9.30
ญาติ	23	5.80
สิทธิการรักษา		
ชำระเงิน	43	10.70
บัตรประกันสุขภาพถ้วนหน้า	232	58.00
ประกันสังคม	48	12.00
ข้าราชการ/ข้าราชการบำนาญ	61	15.30
รัฐวิสาหกิจ	11	2.70
อื่น ๆ เช่น พ.ร.บ. , สิทธิแรงานต่างด้าว	5	1.30

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้ที่มารับบริการทั้งหมด 400 คน ส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอสันป่าตองจำนวน 304 คน คิดเป็นร้อยละ 76.00 เป็นเพศหญิง จำนวน 216 คน คิดเป็นร้อยละ 54.00 อายุอยู่ในช่วง 51-60 ปี จำนวน 109 คน คิดเป็นร้อยละ 27.20 มีการศึกษาอยู่ในระดับมัธยมหรืออนุปริญญา จำนวน 167 คน คิดเป็นร้อยละ 41.80 ส่วนใหญ่ทำอาชีพรับจ้างทั่วไป จำนวน 144 คน คิดเป็นร้อยละ 36.00 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน คือ มีรายได้ไม่เกิน 10,000 บาท จำนวน 190 คน คิดเป็นร้อยละ 47.50 เป็นตัวผู้ป่วยเอง จำนวน 271 คน คิดเป็นร้อยละ 67.70 ส่วนใหญ่จะใช้สิทธิในรักษาแบบบัตรประกันสุขภาพถ้วนหน้า จำนวน 232 คน คิดเป็นร้อยละ 58.00

2. ผลการวิเคราะห์ระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิเคราะห์ระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ ด้านสถานที่ ด้านบุคลากร/เจ้าหน้าที่ ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ด้านความเชื่อถือและไว้วางใจ และด้านขั้นตอนการให้บริการ มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยภาพรวมและรายด้าน

ด้าน	ความคาดหวัง		ความพึงพอใจ	
	$\bar{X}(S.D.)$	ระดับความคาดหวัง	$\bar{X}(S.D.)$	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านสถานที่	4.24 (0.72)	มากที่สุด	4.15 (0.78)	มาก
2. ด้านบุคลากร/เจ้าหน้าที่	4.21 (0.66)	มากที่สุด	4.14 (0.70)	มาก
3. ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่	4.07 (0.73)	มาก	4.03 (0.70)	มาก
4. ด้านความเชื่อถือและไว้วางใจ	4.38 (0.64)	มากที่สุด	4.42 (0.62)	มากที่สุด
5. ด้านขั้นตอนการให้บริการ	3.76 (0.78)	มาก	3.60 (0.73)	มาก
รวม	**4.13 (0.40)**	**มาก**	**4.07 (0.42)**	**มาก**

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง มีความคาดหวังโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.13, $S.D.$ = 0.40) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ผู้รับบริการมีความคาดหวังอยู่ในระดับมากที่สุดและมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดจากระดับมากไปน้อย ในด้านความเชื่อถือและไว้วางใจ ($\bar{X}$ = 4.38, $S.D.$= 0.64) ด้านสถานที่ ($\bar{X}$ = 4.24, $S.D.$ = 0.72) ด้านบุคลากร/เจ้าหน้าที่ ($\bar{X}$ = 4.21, $S.D.$= 0.66) ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ($\bar{X}$ = 4.07, $S.D.$= 0.73) และด้านขั้นตอนการให้บริการ ($\bar{X}$ = 3.76, $S.D.$ = 0.78)

ส่วนผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.07, $S.D.$= 0.42) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ผู้รับบริการมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดและมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดจากระดับมากไปน้อย ในด้านความเชื่อถือและไว้วางใจ ($\bar{X}$ = 4.42, $S.D.$= 0.62) ด้านสถานที่ ($\bar{X}$ = 4.15, $S.D.$= 0.78) ด้านบุคลากร/เจ้าหน้าที่ ($\bar{X}$ = 4.14, $S.D.$= 0.70) ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ($\bar{X}$ = 4.03, $S.D.$= 0.70) และด้านขั้นตอนการให้บริการ ($\bar{X}$ = 3.60, $S.D.$= 0.73)

3. ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามต่อระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของข้อมูลทั่วไปต่อระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้สถิติไคกำลังสอง (Chi-Square Test) มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างที่อยู่ต่อระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตองจังหวัดเชียงใหม่

ข้อมูลส่วนบุคคล	ความคาดหวัง		ความพึงพอใจ	
	χ^2	$p-value$	χ^2	$p-value$
ที่อยู่	2.931	0.231	5.104	0.078
เพศ	0.912	0.634	0.083	0.959
อายุ	5.671	0.684	9.335	0.315
การศึกษาสูงสุด	5.396	0.249	7.684	0.104
อาชีพ	7.272	0.296	5.452	0.487
รายได้ต่อเดือน	1.952	0.745	6.650	0.156
ความสัมพันธ์กับผู้ป่วย	4.504	0.342	4.241	0.374
สิทธิการรักษา	2.707	0.608	2.503	0.644

จากตารางที่ 3 พบว่า ที่อยู่ เพศ อายุ การศึกษาสูงสุด อาชีพ รายได้ต่อเดือน ความสัมพันธ์กับผู้ป่วย และสิทธิการรักษา ไม่มีความสัมพันธ์ต่อระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย:

จากการศึกษาข้อมูลทั่วไปพบว่า ผู้ที่มารับบริการส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอสันป่าตอง เพราะผู้ที่มารับบริการอาศัยอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอสันป่าตอง เพศหญิงจะมาโรงพยาบาลมากกว่าเพศชาย ผู้รับบริการจะอยู่ในช่วงอายุระหว่าง 51 – 60 ปี ซึ่งสอดคล้องกับ [1] ที่ได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้ป่วยนอกต่อคุณภาพการให้บริการของโรงพยาบาลปทุมธานี ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่เป็นผู้หญิง มีอายุ 51-60 ปี ส่วนรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ไม่เกิน 10,000 บาท เนื่องจากผู้ที่มารับบริการส่วนมากอยู่ในวัยเริ่มเข้าสู่วัยสูงอายุจึงมีรายได้ไม่เพียงพอ โดยมารับบริการด้วยตัวเอง และใช้สิทธิคุ้มครองการรักษาบัตรประกันสุขภาพถ้วนหน้ามากที่สุด เพราะเป็นสวัสดิการของรัฐที่ช่วยเหลือเรื่องค่ารักษาพยาบาลซึ่งจะใช้สิทธิ์ได้แค่เฉพาะโรงพยาบาลที่ลงทะเบียนไว้ จากการศึกษาระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าระดับความคาดหวังของผู้ที่มารับบริการอยู่ในระดับมาก และสูงกว่าระดับความพึงพอใจทั้ง 4 ด้าน เพราะด้านความเชื่อถือและไว้วางใจ ระดับความพึงพอใจสูงกว่าระดับความคาดหวัง อาจเป็นเพราะผู้ที่มารับบริการมีความพึงพอใจในด้านความเชื่อถือและไว้วางใจสูง เนื่องจากเจ้าหน้าที่ไม่เปิดเผยข้อมูลการรักษาต่อบุคคลอื่น เจ้าหน้าที่มีความชำนาญในการรักษาดูแลให้ความช่วยเหลือผู้ป่วยเป็นอย่างดี และยังมีอุปกรณ์เครื่องมือทางการแพทย์ที่ทันสมัย ส่วนผู้ที่มารับบริการมีระดับความคาดหวังมากกว่าความพึงพอใจเนื่องจากผู้ที่มารับบริการมีความคาดหวังมาก แต่เมื่อมาใช้บริการแล้วไม่เป็นไปตามที่คาดหวังไว้จึงทำให้ความพึงพอใจทั้ง 4 ด้าน น้อยกว่าความคาดหวัง ดังนั้นทางโรงพยาบาลควรนำไปปรับปรุงในด้านสถานที่ ด้านบุคลากร/เจ้าหน้าที่ ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ และด้านขั้นตอนการให้บริการ ซึ่งสอดคล้องกับ [3] ความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ป่วยต่อการให้บริการศูนย์หัวใจธรรมศาสตร์ของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ ได้กล่าวว่า จากการศึกษาผู้ที่มาใช้บริการศูนย์หัวใจธรรมศาสตร์มีความคาดหวังและความพึงพอใจต่อการให้บริการทั้งด้านการรักษา ด้านการให้บริการ และด้านสถานที่ อยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับ [2] ความคาดหวังและความพึงพอใจในคุณภาพการให้บริการของผู้มารับบริการโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้กล่าวว่า ความคาดหวังและความพึงพอใจในคุณภาพการให้บริการของผู้มารับบริการโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในภาพรวมอยู่ในระดับมากทุกด้าน

สำหรับข้อมูลทั่วไป พบว่า ที่อยู่ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ความสัมพันธ์กับผู้ป่วย และสิทธิคุ้มครองการรักษาพยาบาล ไม่มีความสัมพันธ์ต่อความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ จากการหาความสัมพันธ์ดังกล่าวซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาใด อาจจะเกิดจากผู้ที่มารับบริการตั้งใจที่จะมารับบริการที่โรงพยาบาลสันป่าตอง เพราะอาศัยอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอสันป่าตองซึ่งถือว่า

โรงพยาบาลแห่งนี้ใกล้บ้านและเดินทางสะดวก และยังเป็นแหล่งที่ผู้ป่วยทุกคนมีสิทธิที่มารับบริการ เนื่องจากผู้รับบริการส่วนมากใช้สิทธิคุ้มครองการรักษาบัตรประกันสุขภาพถ้วนหน้า เพราะลงทะเบียนไว้ที่โรงพยาบาลสันป่าตอง

ข้อเสนอแนะ:

1. ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

จากผลการวิจัย การศึกษาระดับความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1.1 ขั้นตอนในการรอเรียกตรวจและพบแพทย์ช้าทำให้ผู้รับบริการรอนาน

1.2 ควรจัดให้มีแพทย์เฉพาะทางแต่ละแผนกให้เพียงพอ เพื่อผู้ป่วยจะได้ไม่รอนาน

1.3 ควรมีเจ้าหน้าที่มาซักประวัติคนไข้เพิ่ม

1.4 ปรับปรุงระบบการจัดลำดับการเข้าตรวจรักษาและการนัดตรวจให้มีความถูกต้องรวดเร็ว

1.5 ปรับปรุงห้องน้ำในด้านของความสะอาด

1.6 บริเวณที่จอดรถไม่เพียงพอต่อผู้ที่มารับบริการ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการทุกแผนกทั่วทั้งโรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

2.2 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

2.3 ควรเก็บข้อมูลทั่วไปให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น เพื่อที่จะได้ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลมากขึ้น

2.4 ควรศึกษาถึงปัญหาและความต้องการในแต่ละด้าน เพื่อที่จะได้ทราบวิธีการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบพระคุณฝ่ายงานข้อมูลและสารสนเทศทางการแพทย์ โรงพยาบาลสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ และสาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

[1] เขมจิรา พุ่มกาหลง, ความพึงพอใจของผู้ป่วยนอกต่อคุณภาพการให้บริการของโรงพยาบาลปทุมธานี, บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจระหว่างประเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2553.

[2] วรัญญา เขยตุ้ย, ชัญญานุช ทิวะสิงห์ และวลัยพร ราชคมน์, “ความคาดหวังและความพึงพอใจในคุณภาพการให้บริการของผู้มารับบริการโรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล”, วารสาร Mahidol R2R e-Journal, ปีที่ 5, ฉบับที่ 1, หน้า 101-119 (2561)

[3] วรวรรณ สโมสรสุข ดามพวรรณ คูณค้ำ และนฤมล กาญจนลักษณ์, การศึกษาความคาดหวังและความพึงพอใจของผู้ป่วยต่อการให้บริการศูนย์หัวใจธรรมศาสตร์ของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ, วิจัยเพื่อพัฒนางานของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ, 2556

[4] โรงพยาบาลสันป่าตอง, ข้อมูลเกี่ยวกับโรงพยาบาลสันป่าตอง [ระบบออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 3 มกราคม 2563, จาก http://www.sanpatonghospital.go.th.

การศึกษาวิธีแก้ปัญหาเชิงตัวเลขของสมการเชิงอนุพันธ์ที่มีตัวหน่วงโดยใช้ระเบียบวิธีรุงเงคุตตาอันดับที่สี่

STUDY OF NUMERICAL SOLUTION OF DELAY DIFFERENTIAL EQUATIONS BY RUNGE-KUTTA METHODS ORDER FORTH

พิลาศลักษณ์ ศรแก้ว[1], กัญญารัตน์ พลมาตย์[1]
Pilasluck Sornkaew[1], Kanyarat Phollamat[1]
[1] *สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: พิลาศลักษณ์ ศรแก้ว อีเมล: pisorn@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

ในบทความนี้จะใช้ระเบียบวิธีรุงเงคุตตาในการหาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์ที่มีตัวหน่วง โดยที่ระเบียบวิธีรุงเงคุตตา มี 2 ชนิดคือ ระเบียบวิธีรุงเงคุตตาอันดับที่สองและระเบียบวิธีรุงเงคุตตาอันดับที่สี่ และในบทความนี้จะใช้ระเบียบวิธีรุงเงคุตตาอันดับที่สี่ในการหาผลเฉลยซึ่งทำให้ได้คำตอบที่มีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : สมการเชิงอนุพันธ์ที่มีตัวหน่วง ระเบียบวิธีรุเงคุตตาอันดับที่สี่

Abstract:

In this paper,we using the Runge-kutta methods for solutions of delay differential equations (DDEs) ,where Runge-kutta method have 2 types , which are Runge-kutta method order 2 and Runge-kutta method order 4. In this paper ,we using the Runge-kutta method order 4,shows that this method more efficient and accurate.

Keywords: Delay diferential equations,Runge-kutta method order 4

บทนำ:

ในการวิเคราะห์เชิงตัวเลขระเบียบวิธีรุงเง-คุตตา (Runge-Kutta method) [2] เป็นอีกวิธีที่ใช้ในการหาผลเฉลยเชิงตัวเลขของสมการเชิงอนุพันธ์ ระเบียบวิธีรุงเง-คุตตา เป็นระเบียบวิธีที่นิยมใช้สำหรับการคำนวณที่ต้องการความละเอียดและความแม่นยำสูง โดยแนวความคิดของระเบียบวิธีรุงเง-คุตตา คือ การหาค่าความชันที่มีความเที่ยงตรงสูงเพื่อนำไปใช้ในการหาผลลัพธ์ที่มีความเที่ยงตรงสูง

ระเบียบวิธีของรุงเง-คุตตา โดยในปัจจุบันมีมากมายหลายสูตร แต่ที่นิยมใช้และสูตรไม่ยุ่งยากมากนักก็คือ ระเบียบวิธี ของรุงเง-คุตตาอันดับสี่

ในงานวิจัยนี้ผู้ศึกษาสนใจหาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์ที่มีตัวหน่วงโดยใช้ระเบียบวิธีของรุงเง-คุตตาอันดับสี่

วิธีดำเนินการวิจัย :

ระเบียบวิธีของรุงเง-คุตตาอันดับสี่

1. ใช้แก้สมการ $y' = f(x,y)$ โดยที่ $y(x_0) = y_0$

   จะคำนวณค่า y_i อันเป็นค่าประมาณของ $y(x_i)$ โดยใช้สูตร

$$y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

   เมื่อ

$$k_1 = hf(x_i, y_i)$$

$$k_2 = hf(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_1)$$

$$k_3 = hf(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_2)$$

$$k_4 = hf(x_i + h, y_i + k_3)$$

2. การใช้วิธี Runge-Kutta ในการแก้ระบบสมการเชิงอนุพันธ์

   กำหนดให้

$$y' = f(x, y(x), z(x))$$
$$z' = g\big(x, y(x), z(x)\big)$$
$$y(x_0) = y_0 \quad , \quad z(x_0) = z_0$$

   ต้องการหา $y(x_i), z(x_i)$ บนช่วง $[x_0, x_n]$

   การหาค่าจะเหมือนกับการแก้สมการเชิงอนุพันธ์อันดับ 1 คือ คำนวณหาค่า $y(x_i), z(x_i)$ จากสูตร

$$y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

   และ

$$z_{i+1} = z_i + \frac{1}{6}(w_1 + 2w_2 + 2w_3 + w_4)$$

จะคำนวณค่า k_i, w_i ดังนี้

$$k_1 = hf(x_i, y_i, z_i)$$

$$w_1 = hg(x_i, y_i, z_i)$$

$$k_2 = hf(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_1, z_i + \frac{1}{2}w_1)$$

$$w_2 = hg(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_1, z_i + \frac{1}{2}w_1)$$

$$k_3 = hf(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_2, z_i + \frac{1}{2}w_2)$$

$$w_3 = hg(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_2, z_i + \frac{1}{2}w_2)$$

$$k_4 = hf(x_i + h, y_i + k_3, z_i + w_3)$$

$$w_4 = hg(x_i + h, y_i + k_3, z_i + w_3)$$

ตัวอย่าง 1 พิจารณาสมการเชิงอนุพันธ์ที่มีตัวหน่วงเชิงเส้น

$$v''(t) = \frac{3}{4}v(t) + v\left(\frac{t}{2}\right) - t^2 + 2$$

โดยที่ $v(0) = 0\,, v'(0) = 0$ ค่าจริง $v(t) = t^2$

วิธีทำ จาก $v''(t) = \frac{3}{4}v(t) + v\left(\frac{t}{2}\right) - t^2 + 2$

ให้ $v'(t) = z = f(t_i, v_i, z_i)$

จะได้ $z'(t) = \frac{3}{4}v(t) + v\left(\frac{t}{2}\right) - t^2 + 2 = g(t_i, v_i, z_i)$

เงื่อนไขเริ่มต้น $v(0) = 0\,, z(0) = 0$

ให้ $h = 0.1$ และ $0 \le t \le 0.5$

จากสูตรระเบียบวิธีรุงเง-คุตตาอันดับสี่ จะได้

$i = 0\,;$ $k_1 = hf(t_0, v_0, z_0) = 0$

$w_1 = hg(t_0, v_0, z_0) = 0.2$

$k_2 = hf(t_0 + \frac{1}{2}h, v_0 + \frac{1}{2}k_1, z_0 + \frac{1}{2}w_1) = 0.01$

$w_2 = hg(t_0 + \frac{1}{2}h, v_0 + \frac{1}{2}k_1, z_0 + \frac{1}{2}w_1) = 0.19975$

$k_3 = hf(t_0 + \frac{1}{2}h, v_0 + \frac{1}{2}k_2, z_0 + \frac{1}{2}w_2) = 0.0099875$

$w_3 = hg(t_0 + \frac{1}{2}h, v_0 + \frac{1}{2}k_2, z_0 + \frac{1}{2}w_2) = 0.200625$

$k_4 = hf(t_0 + h, v_0 + k_3, z_0 + w_3) = 0.0200625$

$w_4 = hg(t_0 + h, v_0 + k_3, z_0 + w_3) = 0.200747813$

จะได้ $v_1 = 0 + \frac{1}{6}(0 + 2(0.01) + 2(0.0099875) + 0.0200625)$

$v(0.1) = 0.01000625$

$z_1 = 0 + \frac{1}{6}(0.2 + 2(0.19975) + 2(0.200625) + 0.200747813)$

$z(0.1) = 0.200249636$

$i = 1$; $k_1 = hf(t_1, v_1, z_1) = 0.020024964$

$w_1 = hg(t_1, v_1, z_1) = 0.200250781$

$k_2 = hf(t_1 + \frac{1}{2}h, v_1 + \frac{1}{2}k_1, z_1 + \frac{1}{2}w_1) = 0.030037503$

$w_2 = hg(t_1 + \frac{1}{2}h, v_1 + \frac{1}{2}k_1, z_1 + \frac{1}{2}w_1) = 0.200752966$

$k_3 = hf(t_1 + \frac{1}{2}h, v_1 + \frac{1}{2}k_2, z_1 + \frac{1}{2}w_2) = 0.030062612$

$w_3 = hg(t_1 + \frac{1}{2}h, v_1 + \frac{1}{2}k_2, z_1 + \frac{1}{2}w_2) = 0.201629063$

$k_4 = hf(t_1 + h, v_1 + k_3, z_1 + w_3) = 0.040187870$

$w_4 = hg(t_1 + h, v_1 + k_3, z_1 + w_3) = 0.202511738$

จะได้

$v_2 = 0.01000625 + \frac{1}{6}(0.020024964 + 2(0.030037503) + 2(0.030062612) + 0.040187870)$

$v(0.2) = 0.040075094$

$z_2 = 0.200249636 + \frac{1}{6}(0.200250781 + 2(0.200752966) + 2(0.201629063) + 0.202511738)$

$z(0.2) = 0.401504066$

$i = 2$; $k_1 = hf(t_2, v_2, z_2) = 0.040150407$

$w_1 = hg(t_2, v_2, z_2) = 0.201009387$

$k_2 = hf(t_2 + \frac{1}{2}h, v_2 + \frac{1}{2}k_1, z_2 + \frac{1}{2}w_1) = 0.050200876$

$w_2 = hg(t_2 + \frac{1}{2}h, v_2 + \frac{1}{2}k_1, z_2 + \frac{1}{2}w_1) = 0.152832229$

$k_3 = hf(t_2 + \frac{1}{2}h, v_2 + \frac{1}{2}k_2, z_2 + \frac{1}{2}w_2) = 0.047792018$

$w_3 = hg(t_2 + \frac{1}{2}h, v_2 + \frac{1}{2}k_2, z_2 + \frac{1}{2}w_2) = 0.203151963$

$k_4 = hf(t_2 + h, v_2 + k_3, z_2 + w_3) = 0.060465603$

$w_4 = hg(t_2 + h, v_2 + k_3, z_2 + w_3) = 0.204372990$

จะได้ $v_3 = 0.040075094 + \frac{1}{6}(0.040150407 + 2(0.050200876) + 2(0.047792018) + 0.060465603)$

$v(0.3) = 0.089508727$

$z_3 = 0.401504066 + \frac{1}{6}(0.201009387 + 2(0.152832229) + 2(0.203151963) + 0.204372990)$

$z(0.3) = 0.587729193$

$i = 3$; $k_1 = hf(t_3, v_3, z_3) = 0.058772919$

$w_1 = hg(t_3, v_3, z_3) = 0.202188591$

$k_2 = hf(t_3 + \frac{1}{2}h, v_3 + \frac{1}{2}k_1, z_3 + \frac{1}{2}w_1) = 0.068882349$

$w_2 = hg(t_3 + \frac{1}{2}h, v_3 + \frac{1}{2}k_1, z_3 + \frac{1}{2}w_1) = 0.204081221$

$k_3 = hf(t_3 + \frac{1}{2}h, v_3 + \frac{1}{2}k_2, z_3 + \frac{1}{2}w_2) = 0.068976980$

$w_3 = hg(t_3 + \frac{1}{2}h, v_3 + \frac{1}{2}k_2, z_3 + \frac{1}{2}w_2) = 0.204965796$

$k_4 = hf(t_3 + h, v_3 + k_3, z_3 + w_3) = 0.079269499$

$w_4 = hg(t_3 + h, v_3 + k_3, z_3 + w_3) = 0.207228062$

จะได้ $v_4 = 0.089508727 + \frac{1}{6}(0.058772919 + 2(0.068882349) + 2(0.068976980) + 0.079269499)$

$v(0.4) = 0.158468906$

$z_4 = 0.587729193 + \frac{1}{6}(0.202188591 + 2(0.204081221) + 2(0.204965796) + 0.207228062)$

$z(0.4) = 0.792314308$

$i = 4$; $k_1 = hf(t_4, v_4, z_4) = 0.079231431$

$w_1 = hg(t_4, v_4, z_4) = 0.203808613$

$k_2 = hf(t_4 + \frac{1}{2}h, v_4 + \frac{1}{2}k_1, z_4 + \frac{1}{2}w_1) = 0.089421861$

$w_2 = hg(t_4 + \frac{1}{2}h, v_4 + \frac{1}{2}k_1, z_4 + \frac{1}{2}w_1) = 0.206491363$

$k_3 = hf(t_4 + \frac{1}{2}h, v_4 + \frac{1}{2}k_2, z_4 + \frac{1}{2}w_2) = 0.089555999$

$w_3 = hg(t_4 + \frac{1}{2}h, v_4 + \frac{1}{2}k_2, z_4 + \frac{1}{2}w_2) = 0.207383026$

$k_4 = hf(t_4 + h, v_4 + k_3, z_4 + w_3) = 0.099969733$

$w_4 = hg(t_4 + h, v_4 + k_3, z_4 + w_3) = 0.210480913$

จะได้ $v_5 = 0.158468906 + \frac{1}{6}(0.079231431 + 2(0.089421861) + 2(0.089555999) + 0.099969733)$

$v(0.5) = 0.247995053$

$$z_5 = 0.792314308 + \frac{1}{6}(0.203808613 + 2(0.206491363) + 2(0.207383026) + 0.210480913)$$

$$z(0.5) = 0.999320692$$

ตารางที่ 1: การเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าประมาณของตัวอย่างที่ 1

t	Exact	Runge-Kutta	เปอร์เซ็นความผิดพลาด
0	0	0	0%
0.1	0.01	0.01000625	0.06250%
0.2	0.04	0.040075094	0.187735%
0.3	0.09	0.089508727	0.545858889%
0.4	0.16	0.158468906	0.956933750%
0.5	0.25	0.247995053	0.801978800%

จากตารางที่1 ผลลัพธ์ที่ได้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูงเนื่องจากเปอร์เซ็นความผิดพลาดไม่ถึง 1 %

ตัวอย่าง 2 พิจารณาสมการเชิงอนุพันธ์ที่มีตัวหน่วงไม่เชิงเส้น

$$v'(t) = 1 - 2v^2\left(\frac{t}{2}\right)$$

โดยที่ $v(0) = 0$ ค่าจริง $v(t) = sin(t)$

วิธีทำ จาก $v'(t) = 1 - 2v^2\left(\frac{t}{2}\right)$

ให้ $v'(t) = 1 - 2v^2\left(\frac{t}{2}\right) = f(t_i, v_i)$

ให้ $h = 0.1$ และ $0 \le t \le 0.5$

จากสูตรระเบียบวิธีรุงเง-คุตตาอันดับสี่ จะได้

ให้ $h = 0.1$ และ $0 \le t \le 0.5$

$i = 0\,;\ k_1 = hf(t_0, v_0) = 0.1$

$$k_2 = hf\left(t_0 + \frac{1}{2}h, v_0 + \frac{1}{2}k_1\right) = 0.0995$$

$$k_3 = hf\left(t_0 + \frac{1}{2}h, v_0 + \frac{1}{2}k_2\right) = 0.099504988$$

$$k_4 = hf(t_0 + h, v_0 + k_3) = 0.098019751$$

จะได้

$$v_1 = v_0 + \tfrac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

$$v_1 = 0 + \frac{1}{6}(0.1 + 2(0.0995) + 2(0.099504988) + 0.098019751)$$

$$v(0.1) = 0.099338288$$

$i = 1$;
$k_1 = hf(t_1, v_1) = 0.099506595$

$$k_2 = hf\left(t_1 + \frac{1}{2}h, v_1 + \frac{1}{2}k_1\right) = 0.098023036$$

$$k_3 = hf\left(t_1 + \frac{1}{2}h, v_1 + \frac{1}{2}k_2\right) = 0.098052425$$

$$k_4 = hf(t_1 + h, v_1 + k_3) = 0.095635668$$

จะได้

$$v_2 = v_1 + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

$$v_2 = 0.099338288 + \frac{1}{6}(0.099506595 + 2(0.098023036) + 2(0.098052425) + 0.095635668)$$

$$v(0.2) = 0.197220486$$

$i = 2$;
$k_1 = hf(t_2, v_2) = 0.098055204$

$$k_2 = hf\left(t_2 + \frac{1}{2}h, v_2 + \frac{1}{2}k_1\right) = 0.095640613$$

$$k_3 = hf\left(t_2 + \frac{1}{2}h, v_2 + \frac{1}{2}k_2\right) = 0.095711619$$

$$k_4 = hf(t_2 + h, v_2 + k_3) = 0.092447803$$

จะได้

$$v_3 = v_2 + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

$$v_3 = 0.197220486 + \frac{1}{6}(0.098055204 + 2(0.095640613) + 2(0.095711619) + 0.092447803)$$

$$v(0.3) = 0.292755065$$

$i = 3$;
$k_1 = hf(t_3, v_3) = 0.095714724$

$$k_2 = hf\left(t_3 + \frac{1}{2}h, v_3 + \frac{1}{2}k_1\right) = 0.092454561$$

$$k_3 = hf\left(t_3 + \frac{1}{2}h, v_3 + \frac{1}{2}k_2\right) = 0.092580677$$

$$k_4 = hf(t_3 + h, v_3 + k_3) = 0.088579795$$

จะได้

$$v_4 = v_3 + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

$$v_4 = 0.292755065 + \frac{1}{6}(0.095714724 + 2(0.092454561) + 2(0.092580677) + 0.088579795)$$

$$v(0.4) = 0.385149231$$

$i = 4$;
$k_1 = hf(t_4, v_4) = 0.092583003$

$$k_2 = hf\left(t_4 + \frac{1}{2}h, v_4 + \frac{1}{2}k_1\right) = 0.088588596$$

$$k_3 = hf\left(t_4 + \frac{1}{2}h, v_4 + \frac{1}{2}k_2\right) = 0.088778624$$

$$k_4 = hf(t_4 + h, v_4 + k_3) = 0.084168071$$

จะได้

$$v_5 = v_4 + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

$$v_5 = 0.385149231 + \frac{1}{6}(0.092583003 + 2(0.088588596) + 2(0.088778624) + 0.084168071)$$

$$v(0.5) = 0.473730150$$

ตารางที่ 2 : การเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าประมาณของตัวอย่างที่ 2

T	Exact	Runge-Kutta	เปอร์เซ็นความผิดพลาด
0	0	0	0
0.1	0.099833417	0.099338288	0.495955177%
0.2	0.198669331	0.197220486	0.729274616%
0.3	0.295520207	0.292755065	0.935686269%
0.4	0.389418342	0.385149231	1.096278870%
0.5	0.479425539	0.473730150	1.187961119%

จากตารางที่2 ผลลัพธ์ที่ได้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูงเนื่องจากเปอร์เซ็นความผิดพลาดไม่ถึง 2 %

สรุปผลการวิจัย

ในบทความนี้ได้ใช้ระเบียบวิธีของรุงเง-คุตตาในการหาผลเฉลยของสมการเชิงอนุพันธ์ที่มีตัวหน่วงโดยโจทย์ที่นำมาศึกษานั้นมีทั้งสมการเชิงอนุพันธ์ที่มีตัวหน่วงไม่เชิงเส้นอันดับหนึ่งและสมการเชิงอนุพันธ์ที่มีตัวหน่วงเชิงเส้นอันดับสอง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูงเนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความคลาดเคลื่อนน้อย ค่าเปอร์เซ็นความผิดพลาดไม่ถึง 2%

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาใน ทุก ๆ ด้านและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัย ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่าน และสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ให้การสนับสนุนผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้อง ๆ นักศึกษาปริญญาตรีทุกคน ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือที่ดีมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

[1] Subashini Vilu , Rokiah Rozita Ahmad , and Ummul Khair Salma Din. Variational Iteration Method and Sumudu Transform for Solving Delay Differential Equation, International Journal of Differential Equations,2019.

[2] ระเบียบวิธีรุงเง-คุตตา, ศูนย์วิทยทรัพยากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, สืบค้นเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2563, จาก http://cuir.car.chula.ac.th/dspace/bitstream/123456789/25394/5/Suntree_po_ch4.pdf

[3] วิฑูรย์ พึ่งรัตนา,การวิเคราะห์เชิงตัวเลข,คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม,สืบค้นเมื่อ 17 กุมภาพันธ์ 2563, จาก http://home.npru.ac.th/withun/news/numerical.pdf?fbclid=IwAR1LDbfC0xA1qXYbYMh6osVopbBAY3DRmKfsQKS8TU6gTx6z3-Z10no_bbE

การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยของโรคที่มียุงเป็นพาหะ

POLICY DESIGN FOR MOSQUITOES BORNE DISEASE

สุภาพรรณ ภู่ศรัทธา[1,*], ณิชกานต์ ชูสมบัติ[1] , ธัญกมล ถานัดดี[1] และ รศ.ดร.สุภารัตน์ นิวิศพงศ์[2]

Suphaphan Phusattha[1], Nitchakan Chusombat[1], Thankamon Thanaddee[1] and Assoc. Prof. Dr.Suparat Niwitpong[2]

[1]*สาขาวิชาสถิติธุรกิจและการประกันภัย คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย*

[2]*สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สุภาพรรณ ภู่ศรัทธา อีเมล : suphaphan.phusattha@gmail.com

บทคัดย่อ:

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นซึ่งเป็นสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการแพร่พันธุ์ของยุง ซึ่งยุงเป็นแมลงขนาดเล็กที่เป็นพาหะของโรคหลายชนิดที่อาจส่งผลร้ายแรงถึงชีวิต การตระหนักถึงอันตรายของโรคที่เกิดจากยุงจึงเป็นสิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งในการดำเนินชีวิตประจำวัน ในการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาถึงความเสี่ยงในการเกิดโรคไข้เลือดออก โรคไข้มาลาเรีย โรคชิคุนกุนยาหรือโรคไข้ปวดข้อยุงลายและโรคไวรัสซิกา เพื่อออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยสำหรับโรคที่มียุงเป็นพาหะ เพื่อเป็นกรณีศึกษาและแนวทางให้กับบริษัทประกันภัยนำไปพัฒนาต่อยอดให้เกิดประสิทธิภาพและสามารถใช้ได้จริงในอนาคต โดยแบ่งการคำนวณเบี้ยประกันภัยตามช่วงอายุและจำนวนทุนประกันภัย และสร้างเว็บไซต์เพื่อเป็นอีกหนึ่งช่องทางการจำหน่วยและให้ความรู้ โดยผลของการวิจัยพบว่าค่าเบี้ยประกันภัยของเด็กจะแพงกว่าค่าเบี้ยประกันภัยของผู้ใหญ่ เนื่องจากอัตราการเกิดโรคในเด็กนั้นมีจำนวนสูงกว่ามากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงอายุ 0 – 14 ปี

คำสำคัญ : กรมธรรม์ประกันภัย เบี้ยประกันภัย อัตราการเกิดโรค

Abstract:

Thailand is a country with tropical climate that is suitable for mosquitoes breeding. Mosquitoes are small insects that carry various diseases and may have serious consequences for life. Being aware of the dangers of mosquitoes borne disease is one of the important things in daily life. In this study, considered the risk of Dengue fever,Malaria,Chikungunya and Zika virus disease to design an insurance policy for mosquitoes borne disease. In order to be a case study and guideline for the insurance company to develop to be more efficient and can be used in the future. By dividing the calculation of insurance

premiums according to age and amount of sum insured. And create a website to be another channel for sales and education. The results of the research show that insurance premiums of child are more expensive than insurance premiums of adult. Because of the incidence of diseases in child is much higher, especially between the ages 0 – 14 years.

Keywords : Policy, Premium, Disease Rate

บทนำ:

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรทำให้ลักษณะภูมิอากาศของประเทศมีลักษณะเป็นแบบร้อนชื้นหรือภูมิอากาศแบบทุ่งหญ้าสะวันนา ซึ่งผลวิจัยพบว่ากลุ่มประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้นนั้นมีอัตราการเพิ่มของจำนวนยุงมากกว่าประเทศที่มีเขตอุณหภูมิต่ำ อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ยุงมีชีวิตที่ยืนยาวและทำให้เกิดการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสและโรคต่างๆเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆเช่น โรคไข้เลือดออกที่สามารถทำให้เกิดอันตรายจนถึงขั้นทำให้เสียชีวิตได้ จากสถิติ แสดงให้เห็นว่ามีผู้ป่วยไข้เลือดออก 3 ปีย้อนหลังพบว่าปี 2559 มีจำนวนผู้ป่วย 63,310 ราย เสียชีวิต 61 ราย ปี 2560 มีผู้ป่วย 53,190 ราย และเสียชีวิต 63 ราย ปี 2561 มีผู้ป่วย 86,918 ราย เสียชีวิต 111 ราย (กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ,2561) จึงชี้ให้เห็นว่าในอนาคตอาจจะมีจำนวนผู้ป่วยมากขึ้น และนอกจากโรคไข้เลือดออกยังมีอีกหลายโรคที่เกิดจากการที่มียุงเป็นพาหะ เช่น โรคมาลาเรีย โรคชิคุนกุนยา(โรคไข้ปวดข้อยุงลาย) และโรคไวรัสซิกา เป็นต้น ซึ่งค่าใช้จ่ายในการรักษาแต่ละครั้งอาจจะเกินกว่าที่คาดการณ์ไว้และเกินกว่าที่จะรับไหว

จากที่กล่าวมาข้างต้นทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว จึงได้ออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยของโรคที่มียุงเป็นพาหะ เพื่อตอบสนองต่อความคุ้มครองในด้านค่ารักษา ซึ่งถือเป็นการแบ่งเบาภาระค่าใช้จ่ายของผู้เอาประกันภัย

วิธีการทดลอง:

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบกรมธรรม์ให้เหมาะสมกับการประกันภัยของโรคที่มียุงเป็นพาหะ เพื่อเป็นการคุ้มครองความเสี่ยงในกรณีที่เกิดการเจ็บป่วยโรคไข้เลือดออก โรคมาลาเรีย โรคชิคุนกุนยา(โรคไข้ปวดข้อยุงลาย) และโรคไวรัสซิกา โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับโรคที่มียุงเป็นพาหะ

ในที่นี้จะทำการศึกษาข้อมูลทั้งหมด 4 โรค ได้แก่ โรคไข้เลือดออก โรคมาลาเรีย โรคชิคุนกุนยา(โรคไข้ปวดข้อยุงลาย) และโรคไวรัสซิกา โดยทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับโรคและอัตราการเกิดโรคทั้ง 4 โรค (ข้อมูลจาก กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข) เพื่อทำความเข้าใจและนำมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาครั้งนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงจำนวนผู้ป่วยและจำนวนประชากรโรคไข้เลือดออกปีพ.ศ.2561

ช่วงอายุ	จำนวนผู้ป่วย (ราย)	จำนวนประชากร (คน)	อัตราป่วย (ต่อประชากรแสนคน)
0-14 ปี	37,407	11,153,397	335.39
15-34 ปี	34,246	18,102,144	189.18
35-64 ปี	13,627	28,284,496	48.18
65 ปีขึ้นไป	1,638	7,263,133	22.55

ตารางที่ 2 ตารางแสดงจำนวนผู้ป่วยและจำนวนประชากรโรคมาลาเรียปีพ.ศ.2561

จำนวนผู้ป่วย (ราย)	จำนวนประชากร (คน)	อัตราป่วย (ต่อประชากรแสนคน)
7,366	66,413,979	11.09

ตารางที่ 3 ตารางแสดงจำนวนผู้ป่วยและจำนวนประชากรโรคชิคุนกุนยาปีพ.ศ.2561

ช่วงอายุ	จำนวนผู้ป่วย (ราย)	จำนวนประชากร (คน)	อัตราป่วย (ต่อประชากรแสนคน)
0-14 ปี	663	11,153,397	5.94
15-34 ปี	1,371	18,102,144	7.57
35-64 ปี	1,432	28,284,496	5.06
65 ปีขึ้นไป	114	7,263,133	1.57

ตารางที่ 4 ตารางแสดงจำนวนผู้ป่วยและจำนวนประชากรโรคไวรัสซิกาปีพ.ศ.2561

จำนวนผู้ป่วย (ราย)	จำนวนประชากร (คน)	อัตราป่วย (ต่อประชากรแสนคน)
601	66,413,979	0.90

หมายเหตุ : ข้อมูลอัตราการเกิดโรคของโรคมาลาเรียและโรคไวรัสซิกาเป็นข้อมูลที่ไม่มีการแบ่งตามช่วงอายุเนื่องจากอัตราการเกิดโรคของทุกช่วงอายุไม่มีความแตกต่างกันมาก

2. ค้นคว้าข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างกรมธรรม์ประกันภัย

โดยทำการศึกษาเนื้อหาของวิชา 040533202 การประกันวินาศภัย ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติธุรกิจและการประกันภัย และศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย (คปภ.) ในการออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยให้ตรงตามหลักการที่กำหนดและกรมธรรม์ประกันภัยที่มีรูปแบบใกล้เคียงกันในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเริ่มต้นการออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยโรคที่มียุงเป็นพาหะ เช่น กรมธรรม์ประกันสุขภาพ(Health Insurance) เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษามีรายละเอียดที่ต้องใช้ในการสร้างกรมธรรม์ประกันภัย ดังนี้

2.1 เงื่อนไขในการรับประกันภัย

2.2 เงื่อนไขความคุ้มครอง

2.3 ข้อยกเว้นของกรมธรรม์ประกันภัย

2.4 การคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิ

3. วิเคราะห์ออกแบบเงื่อนไขในการรับประกันภัย เงื่อนไขความคุ้มครอง และข้อยกเว้นของกรมธรรม์

กรมธรรม์ประกันภัยของโรคที่มียุงเป็นพาหะเป็นกรมธรรม์ประกันภัยเบ็ดเตล็ดที่มีความคล้ายคลึงกับกรมธรรม์ประกันภัยสุขภาพ ทางคณะผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ออกแบบเงื่อนไขในการรับประกันภัย เงื่อนไขความคุ้มครองและข้อยกเว้นของกรมธรรม์ของโรคที่มียุงเป็นพาหะโดยอ้างอิงมาจากกรมธรรม์ประกันภัยสุขภาพเพื่อนำมาปรับปรุงให้สอดคล้องกับงานวิจัยนี้

4. การคำนวณเบี้ยประกันสุทธิที่ต้องใช้ในการสร้างกรมธรรม์ประกันภัย

คำนวณโดยใช้ข้อมูลจำนวนประชากรผู้ป่วยคนไทยแยกรายอายุและจังหวัดในปีพ.ศ.2561ที่มีอาการเจ็บป่วยโรคไข้เลือดออก โรคมาลาเรีย โรคชิคุนกุนยา(โรคไข้ปวดข้อยุงลาย) และโรคไวรัสซิกา (สำนักระบาดวิทยา,กรมควบคุมโรค) และข้อมูลจำนวนประชากรคนไทยทั้งหมดในปีพ.ศ.2561 (ระบบสถิติทางการทะเบียน,กรมการปกครอง) ในการคำนวณค่าต่างๆที่ต้องใช้ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิ

โดยมีสูตรการคำนวณ (โชติมา พัวศิริ,2561) ดังนี้

สูตรที่ใช้ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยของโรคที่มียุงเป็นพาหะประยุกต์มาจากการคิดเบี้ยประกันภัยตามแบบประกันวินาศภัย โดยมีสูตรที่เกี่ยวข้องดังนี้

$$Average\ Claim\ Frequency = \frac{Number\ of\ Incurred\ Claim}{Unit\ of\ Earned\ Exposure}$$

$$Average\ Loss\ Sererity\ = \frac{Amount\ of\ Incurred\ Losses}{Number\ of\ Incurred\ Claim}$$

$$Loss\ Cost = Frequency \times Severity$$

$$Gross\ Premium = \frac{Loss\ Cost}{(1 - Commission - Expense - Profit)}$$

$Premium =$ เบี้ยประกันภัย + อากรแสตมป์ + ภาษีมูลค่าเพิ่ม

อากรแสตมป์ = เบี้ยประกันภัย $\times$ 0.04%

ภาษีมูลค่าเพิ่ม = (อากรแสตมป์ + เบี้ยประกันภัย) $\times$7%

เมื่อ *Average Claim Frequency* คือ ค่าเฉลี่ยความถี่ของความเสียหาย

Number of Incurred Claim คือ จำนวนครั้งการเกิดความเสียหาย

Unit of Earned Exposure คือ จำนวนหน่วยเสี่ยงภัย

Average Loss Sererity คือ ค่าเฉลี่ยของความเสียหายหรือความรุนแรง

Amount of Incurred Losses คือ ค่าสินไหมทดแทนที่เกิดขึ้น

Loss Cost คือ ต้นทุนความเสียหาย

Premium คือ เบี้ยประกันภัยรวมภาษีและอากรแสตมป์

Commission คือ ค่าคอมมิชชัน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

Expense คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

Profit คือ กำไรของบริษัท มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

Gross Premium คือ เบี้ยประกันภัยรวม

หมายเหตุ ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยรวมในโครงงานพิเศษนี้ ใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในการคำนวณเบี้ยประกันภัย และกำหนดให้ $Commission = 10\%, Expense = 10\%$ และ $Profit = 5\%$

4.1 การคำนวณเบี้ยประกันภัย

ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยของกรมธรรม์นี้ได้ทำการคำนวณเบี้ยประกันภัยตามช่วงอายุของผู้เอาประกันภัย ซึ่งแบ่งออกเป็นช่วงอายุ 0-14 , 15-34 , 35-64 และ65ปีขึ้นไป และยังทำการคำนวณตามเงินทุนประกันภัย ซึ่งมีให้เลือก 2 แบบคือ 40,000 บาท(แผน1) และ 60,000 บาท(แผน2) ดังแสดงวิธีคิดดังต่อไปนี้

4.1.1 ช่วงอายุ 0-14 ปี

ตารางที่ 4-1 ตารางแสดงจำนวนผู้ป่วยและจำนวนประชากรช่วงอายุ 0–14 ปี

ช่วงอายุ 0 - 14ปี	จำนวนผู้ป่วย(ราย)	จำนวนประชากร(คน)
โรคไข้เลือดออก	37,407	11,153,397
โรคมาลาเรีย	7,366	66,413,979
โรคชิคุนกุนยา(โรคไข้ปวดข้อยุงลาย)	663	11,153,397
โรคไวรัสซิกา	601	66,413,979

4.1.1.1 การคำนวณค่าเฉลี่ยความถี่ของความเสียหาย $(Average\ Claim\ Frequency)$

$$Average\ Claim\ Frequency = \frac{Number\ of\ Incurred\ Claim}{Unit\ of\ Earned\ Exposure}$$

โดยกำหนดให้ จำนวนผู้ป่วย คือ $Number\ of\ Incurred\ Claim$ และจำนวนประชากร คือ $Unit\ of\ Earned\ Exposure$

- โรคไข้เลือดออก $= \frac{37,407}{11,153,397} = 0.003353866$
- โรคมาลาเรีย $= \frac{7,366}{66,413,979} = 0.0001191$
- โรคชิคุนกุนยา $= \frac{663}{11,153,397} = 0.000059443$
- โรคไวรัสซิกา $= \frac{601}{66,413,979} = 0.000009049$

จากการคำนวณข้างต้น จะได้ว่าทั้ง 4 โรคมีค่าเฉลี่ยความถี่ของความเสียหายรวมทั้งหมดคือ

$$0.003353866 + 0.0001191 + 0.000059443 + 0.000009049 = 0.003533268$$

4.1.1.2 การคำนวณค่าเบี้ยประกันภัยเมื่อกำหนดทุนประกันภัย 40,000 บาท

คำนวณค่าต้นทุกความเสียหาย $(Loss\ Cost)$ เมื่อกำหนดความถี่ในการเกิด $(Frequency)$ และความรุนแรง $(Severity)$

$$Loss\ Cost = Frequency \times Severity$$

$$Loss\ Cost = 0.003533268 \times 40,000 = 141.33072$$

คำนวณหาค่าเบี้ยประกันภัยรวม $(Gross\ Premium)$ โดยใช้ค่าต้นทุกความเสียหาย $(Loss\ Cost)$ และกำหนดให้ ค่าคอมมิชชัน $(Commission) = 10\%$,ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน $(Expense) = 10\%$ และกำไร $(Profit) = 5\%$

$$Gross\ Premium = \frac{Loss\ Cost}{(1 - Commission - Expense - Profit)}$$

จะได้ว่า

$$Gross\ Premium = \frac{141.33072}{1 - 0.25} = 188.44096$$

- อากรแสตมป์

$$= \text{เบี้ยประกันภัย} \times 0.04\%$$

$$= 188.44096 \times 0.04\% = 0.075376384$$

- ภาษีมูลค่าเพิ่ม

  = (อากรแสตมป์ + เบี้ยประกันภัย) ×7%

  $=(0.075376384 + 188.44096)\times 7\% = 13.19614355$

- $Premium =$ เบี้ยประกันภัย + อากรแสตมป์ + ภาษีมูลค่าเพิ่ม

  $=188.44096+0.075376384+13.19614355$

  $=201.7124799\approx 202$

4.1.1.3 การคำนวณค่าเบี้ยประกันภัยเมื่อกำหนดทุนประกันภัย 60,000 บาท

$$Loss\ Cost = Frequency \times Severity$$

$$Loss\ Cost = 0.003533268\times 60,000 = 211.99608$$

$$Gross\ Premium = \frac{Loss\ Cost}{(1-Commission-Expense-Profit)}$$

$$Gross\ Premium = \frac{211.99608}{1-0.25} = 282.66144$$

- อากรแสตมป์

  = เบี้ยประกันภัย × 0.04%

  $=282.66144\times 0.04\% = 0.113064576$

- ภาษีมูลค่าเพิ่ม

  = (อากรแสตมป์ + เบี้ยประกันภัย) ×7%

  $=(0.113064576+282.66144)\times 7\% = 19.79421532$

- $Premium =$ เบี้ยประกันภัย + อากรแสตมป์ + ภาษีมูลค่าเพิ่ม

  $=282.66144+0.113064576+19.79421532$

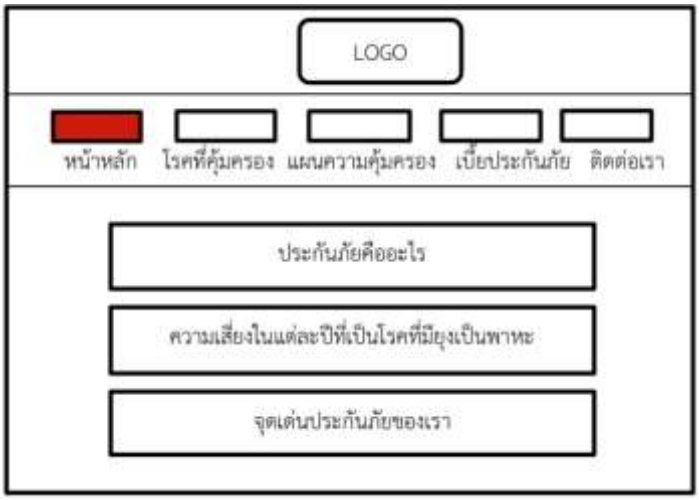
  $=302.5687199\approx 303$

ซึ่งในการคำนวณของช่วงอายุ **15-34ปี , 35-64ปี และ 65ปีขึ้นไป** จะทำการคำนวณหาค่า Average Claim Frequency , Loss Cost, Gross Premium และเบี้ยประกันภัยรวมภาษีและอากรแสตมป์(Premium) ของกรมธรรม์ประกันภัยนี้ โดยมีวิธีการคำนวณทำนองเดียวกันกับช่วงอายุ 0-14 ปี ซึ่งเบี้ยประกันภัยรวมภาษีและอากรแสตมป์(Premium)จะขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ป่วยที่เกิดเป็นโรคที่มียุงเป็นพาหะทั้ง 4 โรคของแต่ละช่วงอายุ

5. การสร้างเว็บไซต์สำหรับกรมธรรม์ของโรคที่มียุงเป็นพาหะ

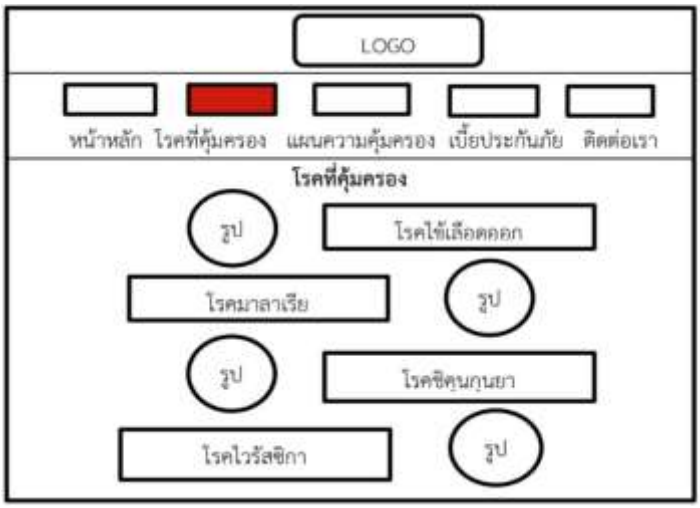
5.1 การออกแบบหน้าจอที่ใช้ในเว็บไซต์

5.1.1 การออกแบบส่วนการเลือกใช้งานบนหน้าจอของแถบหน้าหลัก



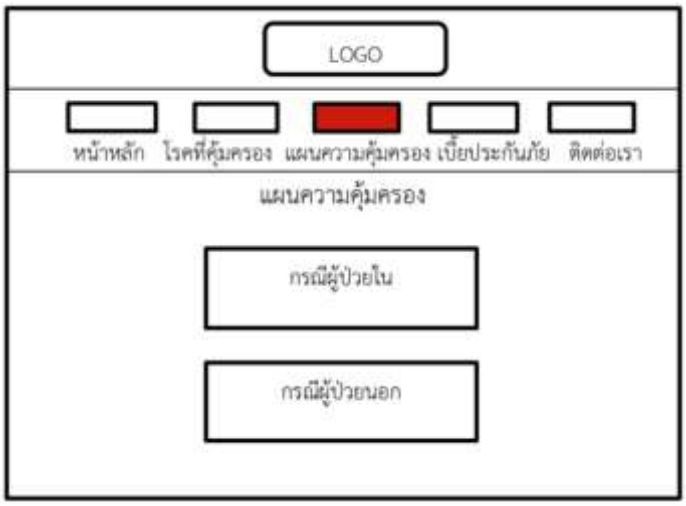
ภาพที่ 1 การออกแบบหน้าจอส่วนการใช้งานเกี่ยวกับการประกันภัย

5.1.2 การออกแบบส่วนการเลือกใช้งานบนแถบโรคที่คุ้มครอง



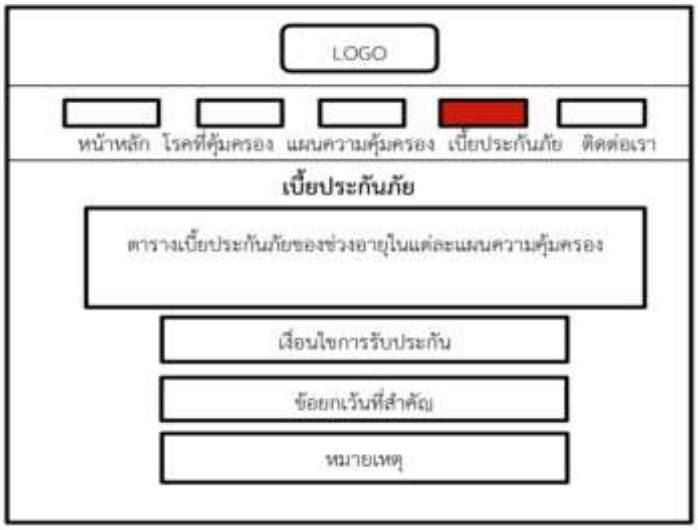
ภาพที่ 2 การออกแบบหน้าจอส่วนการใช้งานเกี่ยวกับรายละเอียดโรคที่คุ้มครอง

5.1.3 การออกแบบส่วนการเลือกใช้งานบนแถบแผนความคุ้มครอง



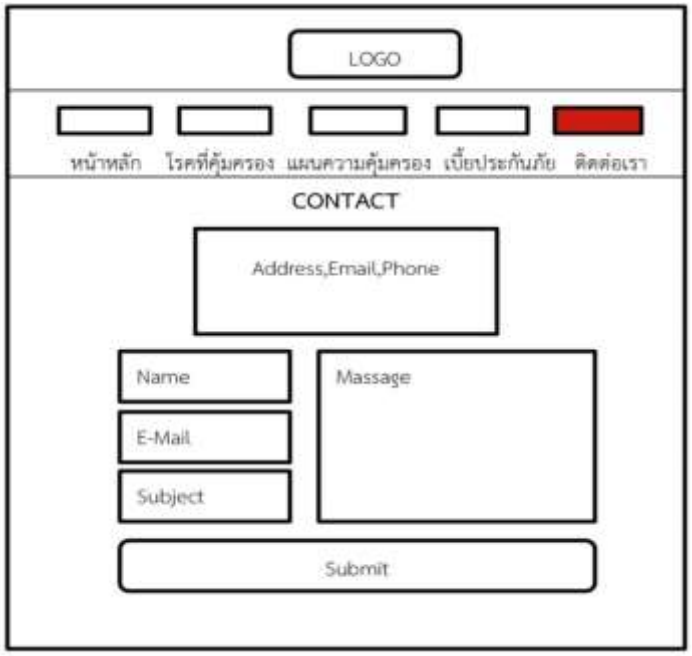
ภาพที่ 3 การออกแบบหน้าจอส่วนการใช้งานเกี่ยวกับตารางแผนความคุ้มครองและทุนประกันภัย

5.1.4 การออกแบบส่วนการเลือกใช้งานบนแถบเบี้ยประกันภัย



ภาพที่ 4 การออกแบบหน้าจอส่วนการใช้งานเกี่ยวกับเบี้ยประกันภัยของแต่ละช่วงอายุ

5.1.5 การออกแบบส่วนการเลือกใช้งานบนแถบติดต่อเรา



ภาพที่ 5 การออกแบบหน้าจอส่วนการใช้งานเกี่ยวกับช่องทางการติดต่อเรา

ผลการทดลอง:

ในการคำนวณเบี้ยประกันภัยของกรมธรรม์นี้ได้ทำการคำนวณเบี้ยประกันภัยตามช่วงอายุของผู้เอาประกันภัย ซึ่งแบ่งออกเป็นช่วงอายุ 0-14 , 15-34 , 35-64 และ 65 ปีขึ้นไป และยังทำการคำนวณตามเงินทุนประกันภัย ซึ่งมีให้เลือก 2 แบบ คือ 40,000 บาท (แผน1) และ 60,000 บาท (แผน2) ซึ่งได้ผลการวิจัยดังนี้

ตารางที่ 5-1 ตารางแสดงค่าเบี้ยประกันภัยสุทธิ

ช่วงอายุ(ปี)	เบี้ยประกันภัยสุทธิ(บาท)	
	แผน1	แผน2
0-14	202	303
15-34	119	179
35-64	37	56
65 ปีขึ้นไป	21	31

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากการคำนวณเบี้ยประกันภัยสุทธิพบว่าคนในช่วงอายุ 35-64 ปีและช่วง 65 ปีขึ้นไป เบี้ยประกันภัยสุทธิที่ต้องชำระในแผน1 ทุนประกันภัย 40,000 บาท คือ 37 บาท, 21 บาท ตามลำดับ และแผน2 ทุนประกันภัย 60,000 บาท คือ 56 บาท, 31 บาทตามลำดับ(แสดงในตารางที่ 5-1) จะมีค่าเบี้ยประกันภัยสุทธิถูกกว่าคนที่อยู่ในช่วงอายุ 0-14 ปีและช่วง 15-34 ปี ซึ่งเบี้ยประกันที่ต้องชำระในแผน 1 คือ 202 บาท, 119 บาท ตามลำดับ และแผน2 คือ 303 บาท, 179 บาท ตามลำดับ เนื่องจากอัตราการเกิดโรคของเด็กและวัยรุ่นมีมากกว่าผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ ตามที่ได้เห็นจากในข้อมูลของสำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค ซึ่งเมื่อนำค่าเบี้ยประกันภัยที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับประกันสุขภาพทั่วไปจะเห็นได้ว่าคนที่มีอายุมากไม่จำเป็นจะต้องเสียเงินค่าเบี้ยประกันภัยที่แพงกว่าคนอายุน้อยเสมอไป

เว็บไซต์ที่ได้สร้างขึ้นมีเนื้อหาเกี่ยวกับกรมธรรม์ประกันภัยของโรคที่มียุงเป็นพาหะซึ่งครอบคลุมทั้งหมดและมีความสะดวกสบายในการเข้าใช้งานในส่วนต่างๆ อีกทั้งยังสามารถประเมินความพึงพอใจในการเข้าชมเว็บไซต์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการร่วมพัฒนาในส่วนต่างๆของเว็บไซต์ได้ ผู้เข้าใช้งานสามารถเข้าใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านคอมพิวเตอร์ หรือ Smartphone รุ่นต่างๆภายใต้ชื่อเว็บไซต์ mosquitoes-shield.com หรือสามารถ Scan QR code เพื่อเข้าถึงเว็บไซต์



ภาพที่ 6 แสดง QR code เพื่อเข้าถึงเว็บไซต์ mosquitoes-shield.com

กิตติกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากรองศาสตาจารย์ ดร.สุภารัตน์ นิวิศพงศ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะตลอดจนควบคุมดูแลแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด พร้อมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ในการจัดทำโครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารอ้างอิง

[1] จุฑาทิพ อ่อนสี, เตชินี ดาวประดับวงษ์, พิชามญชุ์ นิลมา, สื่อการเรียนรู้การประกันชีวิตและประกันวินาศภัยผ่านแอพพลิเคชั่นบน Tablet PC และ Smartphone. หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพมหานคร, 2561.

[2] ปรีดาศักดิ์ หนูแก้ว, วิทยา ผ่องแผ้ว และ กีรติ สวยสมเรียม, พฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชน ตำบลชัยพร อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย, สำนักงานป้องกันควบคุมโรค, หน้า 47-55 (2556)

[3] ศรัณรัชต์ ชาญประโคม, พญ.ดารินทร์ อารีย์โชคชัย และ นพ.ปณิธี ธัมมวิจจยะ, การพยากรณ์โรคไข้เลือดออก พ.ศ.2561, สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค. (2560)

[4] ชำนาญ ปินนา วท.ม.(วิทยาการระบาด),ประสิทธิผลของการควบคุมโรคมาลาเรียในจังหวัดพื้นที่แพร่เชื้อภายใต้โครงการกองทุนโลก. วารสารวิชาการสาธารณสุข. 22. (6). หน้า 944-955. (2556)

[5] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข,ยุงร้ายกว่าเสือ, โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. (2559)

[6] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข,ชีววิทยา นิเวศวิทยาและการควบคุมยุงในประเทศไทย. บริษัท หนังสือดีวัน จำกัด (2544)

[7] สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคมโรค กระทรวงสาธารณสุข, รายงานประจำปี 2561 สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์. (2561)

[8] การจัดการพิจารณารับประกันภัยและการกำหนดอัตราเบี้ยประกันภัย. สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจประกันภัย. จาก www.oic.co.th

การเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของระเบียบวิธีเชิงตัวเลข

COMPARISON OF ERROR VALUES OF NUMERICAL METHODS

พิลาศลักษณ์ ศรแก้ว[1,*]และ เอเปา ลุงเฮิง[1]

Pilasluck Sornkaew[1*], Aepao Longheng[1]

[1] *สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: พิลาศลักษณ์ ศรแก้ว อีเมล: pisorn@mju.com

บทคัดย่อ:

การประมาณค่ามีหลายวิธี เช่น การประมาณค่าพื้นที่ การประมาณค่าในช่วงและการประมาณค่านอกช่วง เป็นต้น ในงานวิจัยนี้เราได้ทำการศึกษาการประมาณค่าในช่วง โดยเลือกใช้ 3 วิธี เพื่อทำการเปรียบเทียบ ให้ได้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด คือ วิธีออยเลอร์ วิธีรุงเง-คุตตา และวิธีเทเลอย์ จากการศึกษาพบว่า วิธีรุงเง-คุตตา และวิธีเทเลอย์ ให้ค่าความผิดพลาดที่น้อยที่สุด

คำสำคัญ : วิธีออยเลอร์ วิธีรุงเง-คุตตา วิธีเทเลอย์ ค่าความผิดพลาด

Abstract:

There are many estimation methods, such as estimation of area, interpolation and extrapolation, etc. In this research. In this research, we will use 3 methods to compare. To get the smallest error value. From the study found that Rung-Kutta method and the Taylor method Gives the smallest error value.

Keywords: Euler method, Runge-Kutta method, Taylor’s method, Error

บทนำ:

การหาคำตอบของสมการมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งหนึ่งในนั้นคือการหาคำตอบโดยวิธีการประมาณค่า และการประมาณค่ามีหลายประเภท เช่น การประมาณค่าพื้นที่ การประมาณค่าในช่วงและการประมาณค่านอกช่วง เป็นต้น โดยสมการที่ใช้การประมาณค่าในช่วงนั้นมีหลากหลาย เช่น สมการในรูปอินทิเกรต สมการเชิงอนุพันธ์ และสมการในรูปทั่วไป เป็นต้น โดยการประมาณค่าที่อยู่ในรูปของสมการเชิงอนุพันธ์สามารถคำนวนได้โดยใช้ วิธีการของผลต่างสืบเนื่องข้างหน้า ผลต่างสืบเนื่องข้างหลัง ผลต่างสืบเนื่องตรงกลาง วิธีออยเลอร์ วิธีรุงเง-คุตตา วิธีเทเลอย์ อดัมแบดเชอร์ ฯลฯ และสมการในรูปทั่วไป สามารถหาค่าประมาณโดยใช้ กฎสี่เหลี่ยมคางหมู ซิมสัน 1/3 ซิมสัน 3/8 ฯลฯ ซึ่งในปีที่ผ่านมาได้มีการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของสมการการแต่ละประเภท ในงานวิจัยนี้เราได้ทำการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดจากสมการอนุพันธ์ที่ไม่เชิงเส้น โดยเทียบจากวิธีการประมาณ 3 วิธี คือ วิธีออยเลอร์ วิธีรุงเง-คุตตา วิธีเทเลอย์ พบว่า วิธีที่ให้ค่าผิดพลาดน้อยที่สุด คือ วิธีการประมาณเทเลอย์ และวิธีประมาณรุงเง-คุตตา

วิธีการดำเนินงานวิจัย:

สูตร

สมการอนุพันธ์

$$\frac{dx}{dy} = y' = \mathrm{f(x)}$$

1. วิธีการของรุงเง-คุตตา ออเดอร์ 4

$$k_1 = hf(x_i, y_i)$$

$$k_2 = hf\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_1\right)$$

$$k_3 = hf\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_2\right)$$

$$k_4 = hf\left(x_i + h, y_i + k_3\right)$$

$$\Delta y_i = \frac{1}{6}\left(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4\right)$$

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y_i$$

2. วิธีการของออยเลอร์

$$y_{i+1} = y_i + hf(x_i, y_i)$$

3. วิธีการของเทเลอย์

$$y_{i+1} = y_i + hf\left(x_i, y_i\right) + \frac{h^2}{2!}f'\left(x_i, y_i\right) + \ldots + \frac{h^k}{k!}f^{k-1}\left(x_i, y_i\right)$$

ตัวอย่างโจทย์สำหรับใช้เปรียบเทียบค่าความผิดพลาด

$\frac{\partial u}{\partial t} + 2t^2 + 4 = 0$ โดยที่ $u(1) = 0$ และ $h = 0.2$

ค่าจริง หาค่าจริง $u' + 2t^2 + 4 = 0$ จะได้

$$\frac{du}{dt} = -2t^2 - 4$$

$$du = -2t^2 - 4\ dt$$

$$\int du = \int -2t^2 - 4\ dt$$

$$u(t) = \frac{-2t^3}{3} - 4t + C$$

จาก $u(1) = 0$

$$u(1) = \frac{-2(1)^3}{3} - 4(1) + C$$

$$0 = \frac{-2}{3} - 4 + C$$

$$C = \frac{14}{3}$$

แทนค่า C ใน $u(t) = \frac{-2t^3}{3} - 4t + C$

$$u(t) = \frac{-2t^3}{3} - 4t + \frac{14}{3}$$

แทนค่า

$$u(1.2) = \frac{-2(1.2)^3}{3} - 4(1.2) + \frac{14}{3} = -1.28533$$

$$u(1.4) = \frac{-2(1.4)^3}{3} - 4(1.4) + \frac{14}{3} = -2.76267$$

$$u(1.6) = \frac{-2(1.6)^3}{3} - 4(1.6) + \frac{14}{3} = -4.46400$$

ดังนั้น

$u(1) = 0$
$u(1.2) = -1.28533$
$u(1.4) = -2.76267$
$u(1.6) = -4.46400$

ตัวอย่างที่ 1 วิธีการของ Taylor's series method ซึ่ง $u' + 2t^2 + 4 = 0$ ให้ $u(1) = 0$ และ $h = 0.2$

วิธีทำ

$$u' + 2t^2 + 4 = 0$$
$$u' = -2t^2 - 4$$
$$u'' = -4t$$
$$u''' = -4$$

จาก $u(1) = 0$ จะได้

$$u'(1) = -6$$
$$u''(1) = -4$$
$$u'''(1) = -4$$

จาก $y_{i+1} = y_i + hf(x_i, y_i) + \frac{h^2}{2!}f'(x_i, y_i) + \cdots + \frac{h^k}{2!}f^{k+1}(x_i, y_i) + \cdots$

$i = 0;$ $\quad u_1 = u_0 + hf(t_0, u_0) + \frac{h^2}{2!}f'(t_0, u_0) + \frac{h^3}{3!}f''(t_0, u_0)$

$$= 0 + 0.2(-6) + \frac{0.2^2}{2!}(-4) + \frac{0.2^3}{3!}(-4)$$

$\therefore u(1.2) = -1.28533$

$$u'(1.2) = -2(1.2)^2 - 4 = -6.88$$

$$u''(1.2) = -4(1.2) = -4.8$$

$$u'''(1.2) = -4 = -4$$

$i = 1;$ $\quad u_2 = u_1 + hf(t_1, u_1) + \frac{h^2}{2!}f'(t_1, u_1) + \frac{h^3}{3!}f''(t_1, u_1)$

$$= -1.28533 + 0.2(-6.88) + \frac{0.2^2}{2!}(-4.8) + \frac{0.2^3}{3!}(-4)$$

$\therefore u(1.4) = -2.76266$

$$u'(1.4) = -2(1.4)^2 - 4 = -7.92$$

$$u''(1.4) = -4(1.4) = -5.6$$

$$u'''(1.4) = -4 = -4$$

$i = 2;$ $\quad u_3 = u_2 + hf(t_2, u_2) + \frac{h^2}{2!}f'(t_2, u_2) + \frac{h^3}{3!}f''(t_2, u_2)$

$$= -2.76266 + 0.2(-7.92) + \frac{0.2^2}{2!}(-5.6) + \frac{0.2^3}{3!}(-4)$$

$\therefore u(1.6) = -4.46399$

ตัวอย่างที่ 2 วิธีการของ Euler's method ซึ่ง $u' + 2t^2 + 4 = 0$ ให้ $u(1) = 0$ และ $h = 0.2$

วิธีทำ $\quad u' = -2t^2 - 4 = f(t_i, u_i)$

จาก $\quad y_{i+1} = y_i + hf(x_i, y_i)$

$i = 0,$ $\quad u_1 = u_0 + hf(t_0, u_0)$

$$= 0 + 0.2[-2(1)^2 - 4]$$

$\therefore u(1.2) = -1.2$

$i = 1,$ $\quad u_2 = u_1 + hf(t_1, u_1)$

$$= -1.2 + 0.2[-2(1.2)^2 - 4]$$

$\therefore u(1.4) = -2.576$

$i = 2,$ $\quad u_3 = u_2 + hf(t_2, u_2)$

$$= -2.576 + 0.2[-2(1.4)^2 - 4]$$

$\therefore u(1.6) = -4.16$

ตัวอย่างที่ 3 วิธีการของ Runge-Kutta' s method ซึ่ง $u' + 2t^2 + 4 = 0$ เมื่อ $u(1) = 0$ และ $h = 0.2$

วิธีทำ $u' = -2t^2 - 4 = f(t,u)$

$i = 0$; $k_1 = hf(t_0, u_0)$

$= 0.2[-2(1)^2 - 4]$

$= -1.2$

$k_2 = hf(t_0 + \frac{1}{2}h, u_0 + \frac{1}{2}k_1)$

$= 0.2f(1 + \frac{1}{2}(0.2), 0 + \frac{1}{2}(-1.2))$

$= 0.2f(1.1, -0.6)$

$= 0.2[-2(1.1)^2 - 4]$

$= -1.284$

$k_3 = hf(t_0 + \frac{1}{2}h, u_0 + \frac{1}{2}k_2)$

$= hf(1 + \frac{1}{2}(0.2), 0 + \frac{1}{2}(-1.284))$

$= hf(1.1, -0.642)$

$= 0.2[-2(1.1)^2 - 4]$

$= -1.284$

$k_4 = hf(t_0 + h, u_0 + k_3)$

$= hf(1 + 0.2, 0 + (-1.284))$

$= 0.2f(1.2, -1.284)$

$= 0.2[-2(1.2)^2 - 4]$

$= -1.376$

$\Delta u_0 = \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$

$= \frac{1}{6}((-1.2) + 2(-1.284) + 2(-1.284) + (-1.376))$

$= -1.28533$

$u_1 = u_0 + \Delta u_0$

$= 0 + (-1.28533)$

$u(1.2) = -1.28533$

$i = 1 \quad ; \quad k_1 = hf(t_1, u_1)$

$= 0.2f(1.2, -1.28533)$

$= 0.2[-2(1.2)^2 - 4]$

$= -1.376$

$k_2 = hf(t_1 + \frac{1}{2}h, u_1 + \frac{1}{2}k_1)$

$= 0.2f(1.2 + \frac{1}{2}(0.2), (-1.28533) + \frac{1}{2}(-1.376))$

$= 0.2f(1.3, -1.97333)$

$= 0.2[-2(1.3)^2 - 4]$

$= -1.476$

$k_3 = hf(t_1 + \frac{1}{2}h, u_1 + \frac{1}{2}k_2)$

$= 0.2f(1.2 + \frac{1}{2}(0.2), (-1.28533) + \frac{1}{2}(-1.476))$

$= 0.2f(1.3, -2.02333)$

$= 0.2[-2(1.3)^2 - 4]$

$= -1.476$

$k_4 = hf(t_1 + h, u_1 + k_3)$

$= 0.2f(1.2 + 0.2, (-1.28533) + (-1.476))$

$= 0.2f(1.4, -2.76133)$

$= 0.2[-2(1.4)^2 - 4]$

$= -1.584$

$\Delta u_1 = \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$

$= \frac{1}{6}(-1.376 + 2(-1.476) + 2(-1.476) + (-1.584))$

$= -1.47733$

$u_2 = u_1 + \Delta u_1$

$$= (-1.28533) + (-1.47733)$$

$$u(1.4) = -2.76266$$

$i = 2$; $k_1 = hf(t_2, u_2)$

$$= 0.2f(1.4, -2.76266)$$

$$= 0.2[-2(1.4)^2 - 4]$$

$$= -1.584$$

$$k_2 = hf(t_2 + \tfrac{1}{2}h, u_2 + \tfrac{1}{2}k_1)$$

$$= 0.2f(1.4 + \tfrac{1}{2}(0.2), -2.76266 + \tfrac{1}{2}(-1.584))$$

$$= 0.2f(1.5, -3.55466)$$

$$= 0.2[-2(1.5)^2 - 4]$$

$$= -1.7$$

$$k_3 = hf(t_2 + \tfrac{1}{2}h, u_2 + \tfrac{1}{2}k_2)$$

$$= 0.2f(1.4 + \tfrac{1}{2}(0.2), -2.76266 + \tfrac{1}{2}(-1.7))$$

$$= 0.2f(1.5, -3.61266)$$

$$= 0.2[-2(1.5)^2 - 4]$$

$$= -1.7$$

$$k_4 = hf(t_2 + h, u_2 + k_4)$$

$$= 0.2f(1.4 + 0.2, (-2.76266) + (-1.7))$$

$$= 0.2f(1.6, -4.46266)$$

$$= 0.2[-2(1.6)^2 - 4]$$

$$= -1.824$$

$$\Delta u_2 = \tfrac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

$$= \tfrac{1}{6}(-1.584 + 2(-1.7) + 2(-1.7) + (-1.824))$$

$$= -1.70133$$

$$u_3 = u_2 + \Delta u_2$$
$$= (-2.76266) + (-1.70133)$$
$$u(1.6) = -4.46399$$

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย:

ตารางการเปรียบเทียบค่าจริงและค่าประมาณ

T	ค่าจริง	Taylor	Taylor error	Euler	Euler error	Runge-Kutta	Runge-Kutta error
1	0	0	0	0	0	0	0
1.2	-1.28533	-1.28533	0	-1.2	0.08533	-1.28533	0
1.4	-2.76267	-2.76266	0.00001	-2.576	018667	-2.76266	0.00001
1.6	-4.46400	-4.46399	0.00001	-4.16	0.304	-4.46399	0.00001

วิธีที่ให้ค่าผิดพลาดน้อยที่สุด คือ Taylor's series method และ Runge-Kutta' s method

ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาสมการตัวอย่าง พบว่าวิธีการของเทเลอย์ และ รุงแง คุตตา ให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด หากสมการที่เปลี่ยนไปหรือเงื่อนไขที่ต่างไปอาจทำให้วิธีการที่ให้ค่าความผิดพลาดน้อยสุดเปลี่ยนไป นั่นคือวิธีการและสมการที่ต่างกันจะได้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงค่าจริงต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ส่งเสริมสนับสนุนการศึกษาใน ทุก ๆ ด้านและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัย ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่าน และสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้ให้การสนับสนุนผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้อง ๆ นักศึกษาปริญญาตรีทุกคน ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือที่ดีมาโดยตลอด

อ้างอิง:

[1] Taylor Series Method, Runge-Kutta Methods, สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2563 จาก http://www.cfm.brown.edu/people/sg/AM35odes.pdf

[2] วรงค์ จันทมาศ, สูตรออยเลอย์, สืบค้นเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.blockdit.com/posts/5c9b438f5ad1440ed3d70247

การพัฒนาโปรแกรมด้วย VBA บนโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุดโดยใช้การค้นหาแบบนกกาเหว่า

Program development with VBA on Microsoft Excel for Optimization By cuckoo search

ดลยา ชาญประเสริฐกุล, วฐา มินเสน* และ วีรินท์รดา วงค์รินทร์

Dollaya Chanprasertkul, Watha Minsan and Weerinrada Wongrin

กลุ่มวิทยาการข้อมูล ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย

*ผู้นิพนธ์ประสานงานหลัก: วฐา มินเสน อีเมล: wathaminsan@gmail.com

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel ในการหาค่าเหมาะที่สุดโดยใช้วิธีค้นหาแบบนกกาเหว่า (Cuckoo Search: CS) และเพื่อเปรียบเทียบวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดระหว่างวิธี CS และโซลเวอร์ (Solver) ของโปรแกรม Microsoft Excel 2 วิธี คือ วิธีการเจอเนอรัลรีดิวซ์เกรเดียนต์ (Generalized Reduced Gradient: GRG) และวิธีอีโวลูชั่นนารี (Evolutionary algorithm: EV) โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดภายใต้ 15 ฟังก์ชัน โดยมีเกณฑ์การตัดสินใจ 4 เกณฑ์ คือ 1. อัตราความสำเร็จ (Success rate: SR) 2. ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error : MAE) 3. อัตราความสำเร็จและค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SR and Standard Deviation Absolute Error: SAE) และ 4. เวลาเฉลี่ย (Average time: AT) โดยในแต่ละฟังก์ชันทำการทดลองซ้ำ 100 รอบ ผลการวิจัยพบว่า เกณฑ์การตัดสินใจลำดับที่ 1 ถึง 3 วิธี CS เป็นวิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด ส่วนเกณฑ์ที่ 4 วิธีการ GRG เป็นวิธีการที่ใช้เวลาในการหาคำตอบได้เร็วที่สุด

คำสำคัญ: การค้นหาแบบนกกาเหว่า โซลเวอร์ เจอเนอรัลรีดิวซ์เกรเดียนต์ อีโวลูชั่นนารี

Abstract:

The purposes of this research were to develop a Microsoft Office Excel software package for optimization by using the Cuckoo Search (CS) method and to compare the optimization methods between the CS and 2 solver add-Ins of the Microsoft Excel program: Generalized Reduced Gradient (GRG) and Evolutionary (EV) algorithms. Four criteria were used for comparing the efficiency of the optimization methods based on 15 benchmark functions which those four criteria were 1. Success rate (SR) 2. Mean Absolute Error (MAE) 3. SR and Standard Deviation Absolute Error (SAE) and 4. Average time (AT). For each function repeated with 100 times, the results showed that the CS method is the best optimizer under the 1-3 criteria. However, based on the AT criterion the GRG method provided the minimum time for running.

Keywords: Cuckoo Search, Solver, Generalized Reduced Gradient, Evolutionary

บทนำ

ในปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปมากมายที่มีความสามารถในการหาค่าเหมาะที่สุด เช่น โปรแกรม MATLAB แต่โปรแกรมเหล่านั้นก็มีข้อจำกัดในหลาย ๆ ด้าน เช่น ผู้ใช้ต้องศึกษาการใช้โปรแกรม การแปลผลจากโปรแกรม รวมทั้งภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการเขียนคำสั่งแต่ละโปรแกรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่ง Microsoft Excel นั้นเป็นที่รู้จักและนิยมนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย โดย Microsoft Excel เป็นหนึ่งโปรแกรมในชุด Microsoft Office มีความสามารถในด้านการสร้างตาราง การคำนวณ การวิเคราะห์ การออกรายงานในรูปแบบตารางและกราฟ เป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อการเรียนรู้สำหรับการใช้งานโปรแกรม และสิ่งที่ทำให้นักศึกษาสถิตินิยมใช้คือความสามารถในการเรียกใช้ฟังก์ชันที่เกี่ยวกับสถิติ รวมไปถึงความสามารถในการหาค่าเหมาะที่สุดโดยใช้โซลเวอร์ (Solver)

โซลเวอร์ เป็นส่วนหนึ่งของชุดคำสั่งในโปรแกรม (Add-in) ของ Microsoft Excel มีวัตถุประสงค์ในการใช้สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุดไม่ว่าจะเป็น ค่าต่ำสุด หรือ ค่าสูงสุด โดยโซลเวอร์สามารถเลือกอัลกอริทึมหรือวิธีแก้ไขปัญหาวิธีใดวิธีหนึ่งจากสามวิธีต่อไปนี้ คือ วิธี Generalized Reduced Gradient Nonlinear (GRG), Simplex LP และ วิธี Evolutionary (EV) นอกเหนือจากวิธีทั้งสามในโซลเวอร์สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุดใน Microsoft Excel แล้ว ยังมีอีกหลากหลายวิธีในการหาค่าเหมาะที่สุด ซึ่งอาจจะมีประสิทธิภาพในการทำงานเทียบเท่า หรือดีกว่าการใช้โซลเวอร์โดยการนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการหาค่าเหมาะที่สุดกับวิธีต่าง ๆ โดยการทำงานบนโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel จะมีการนำภาษาทางคอมพิวเตอร์คือ Visual Basic for Applications (VBA) เข้ามาช่วยในการเขียนคำสั่งพัฒนาโปรแกรม

VBA เป็นภาษาทางคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดยบริษัท Microsoft ซึ่ง VBA สามารถเขียนคำสั่งเพื่อปรับแต่ง Microsoft Excel ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยที่มีมากับชุด Microsoft Office ซึ่ง VBA จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน Excel ของผู้ใช้งานได้มากยิ่งขึ้น เช่น งานในลักษณะของการทำรูปแบบเดิมซ้ำ ๆ จะช่วยประหยัดเวลาในการทำงานมากยิ่งขึ้น VBA จึงเป็นภาษาทางคอมพิวเตอร์ ที่เหมาะสำหรับการนำมาเขียนคำสั่งในการหาค่าเหมาะที่สุดโดยวิธีการค้นหาแบบนกกาเหว่า (Cuckoo Search: CS) [1]

CS เป็นอัลกอริทึมเกี่ยวกับเมตาฮิวริสติก (Metaheuristic) ซึ่งเป็นวิธีที่หาค่าที่เหมาะสม โดยอาศัยการวนซ้ำและสุ่มค่าพารามิเตอร์ จากนั้นทำการค้นหาพื้นที่ของคำตอบที่เป็นไปได้ (Feasible Solution) ให้กว้างที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบเมตาฮิวริสติกมีจุดเด่นในส่วนของอัลกอริทึมที่เรียบง่าย มีจำนวนพารามิเตอร์น้อย สามารถหาค่าที่เหมาะสม (ผลลัพธ์) ได้รวดเร็วและมีความแม่นยำสูง นอกจากนี้ยังสามารถใช้กับข้อมูลที่ไม่จำเป็นต้องมีการไล่ระดับและมีวิธีการทำงานที่ไม่เป็นเชิงอนุพันธ์ ทำให้สะดวกต่อการนำไปใช้ [2] [3] วิธี CS ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ โดยมีพื้นฐานมาจากการเพาะพันธุ์ของนกกาเหว่าบางสายพันธุ์ที่มีการวางไข่ในรังของนกสายพันธุ์อื่น ๆ และมีลักษณะของการบินแบบ Lévy Flights ซึ่งมีต้นแบบมาจากการบินของแมลงวันผลไม้โดยการบินสำรวจภูมิทัศน์โดยใช้เส้นทางการบินตรงและเลี้ยว 90 องศา ในทันที ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ถูกนำไปพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการหาค่าเหมาะที่สุด โดยหลักการคือ นกกาเหว่าจะวางไข่ 1 ฟองต่อครั้ง โดยที่จะวางไข่ในรังของนกอื่นที่เลือกสุ่ม รังที่ดีและไข่ที่มีคุณภาพ หรือ คล้ายคลึงกับไข่ของนกที่เป็นเจ้าของรังจะสามารถทำให้ไข่ถูกฟักและถูกเลี้ยงดูโดยนกที่เป็นเจ้าของรัง ซึ่งจะเป็นนกกาเหว่าในรุ่นถัดไป ซึ่งความน่าจะเป็นที่ไข่ของนกกาเหว่าจะถูกพบโดยนกที่เป็นเจ้าของรังนั้น มีค่าความน่าจะเป็น p_a อยู่ระหว่างที่ 0 ถึง 1 ซึ่งนกกาเหว่าจะมีพฤติกรรมการบินค้นหารัง ในลักษณะการเคลื่อนที่แบบ Lévy Flights ที่มีประสิทธิภาพในการค้นหา [4] ด้วยวิธีการในการหาค่าเหมาะที่สุดของ

วิธี CS รวมถึงมีลักษณะการเคลื่อนที่แบบ Lévy Flights วิธี CS จึงเป็นอีกหนึ่งวิธีแบบเมตาฮิวริสติกที่มีความน่าสนใจและมีประสิทธิภาพในการหาค่าเหมาะที่สุด

กิตติพงษ์ (2555) ได้ศึกษาการเพิ่มความถูกต้องของตัวแบบ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบค่ากำลังสองน้อยที่สุดด้วยขั้นตอนวิธี CS โดยนำวิธีแบบซิมเพล็ค (Simplex Method) วิธีแบบหิ่งห้อย (Firefly Algorithm) และวิธี CS ในการปรับค่าตัวแปร มิว (μ) และ อีตา (η) ที่นำเข้าสู่ตัวแบบ LS-SVM เพื่อจำแนกข้อมูล โดยผลลัพธ์ของการจำแนกข้อมูลนั้นขั้นตอนวิธี CS ให้ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลสูงกว่า วิธีแบบซิมเพล็ค และวิธีแบบหิ่งห้อย เนื่องจากวิธีแบบซิมเพล็ค ติดอยู่ที่จุด Local Minima ไม่สามารถหลุดออกไปหาจุด Global Minima ได้ จึงทำให้การปรับค่า มิว และ อีตา เข้าสู่ตัวแบบ LS-SVM ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร ส่วนวิธีแบบหิ่งห้อย ให้ค่าความถูกต้องค่อนข้างใกล้เคียงกับวิธี CS ซึ่งวิธีแบบหิ่งห้อยให้ค่าความถูกต้องของข้อมูลมากสุด 3 ชุด ส่วนวิธี CS ให้ค่าความถูกต้องของข้อมูลมากที่สุด 8 ชุด [5]

จากข้างต้นที่กล่าวมาทางผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาโปรแกรมการหาค่าเหมาะที่สุดบนโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel โดยใช้วิธี CS โดยการเปรียบเทียบกับโซลเวอร์ด้วยวิธี GRG และ วิธี EV โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ (Benchmark Functions) ในการเปรียบเทียบ โดยมีภาษาทางคอมพิวเตอร์ คือ VBA เข้ามาช่วยในการในการเขียนคำสั่งการหาค่าเหมาะที่สุดโดยวิธี CS

วิธีการทดลอง:

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธี CS และโซลเวอร์ โดยวิธี GRG และ วิธี EV ในการทดสอบผลการหาค่าเหมาะที่สุด โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดภายใต้ 15 ฟังก์ชัน แต่ละฟังก์ชันทดสอบซ้ำ 100 รอบ โดยมีเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับวิธีการหาค่าเหมาะที่สุด ด้วยกันทั้งหมด 4 เกณฑ์ ซึ่งมีรายละเอียดตามลำดับดังนี้ [6]

1. วิธีการค้นหาแบบนกกาเหว่า (Cuckoo Search: CS)

CS เป็นขั้นตอนวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพที่ได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ วิธี CS ได้รับการพัฒนาโดย Xin-She Yang จากมหาวิทยาลัย เคมบริดและ Suash Deb จากวิทยาลัยวิศวกรรมรามานและได้รับการนำเสนอในปี 2009 วิธี CS มีพื้นฐานมาจากการเพาะพันธุ์ของนกกาเหว่าบางสายพันธุ์ที่มีการวางไข่ในรังของนกสายพันธุ์อื่น ๆ และมีลักษณะของการบินแบบ Lévy Flights [7] วิธี CS ตั้งอยู่บนแนวคิดพื้นฐาน 3 ข้อดังนี้ 1) นกกาเหว่าแต่ละตัวจะวางไข่จำนวน 1 ฟองต่อครั้งในรังที่มีการสุ่มเลือก 2) รังที่ดีและไข่ที่มีคุณภาพสูง จะดำเนินการไปยังรุ่นถัดไปได้ และ 3) กำหนดจำนวนของรังของนกเจ้าของรังที่ใช้ได้ n และ ความน่าจะเป็นที่นกเจ้าของรังจะพบไข่ของนกกาเหว่า อยู่ระหว่างที่ 0 ถึง 1 หากนกเจ้าของรังพบไข่ของนกกาเหว่าจะกำจัดไข่ออกนอกรังหรืออาจละทิ้งรังแล้วไปสร้างรังใหม่

วิธี CS สามารถแสดงเป็นขั้นตอนพื้นฐานในการหาค่าเหมาะที่สุด ได้ดังนี้

1) กำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์

2) สร้างประชากรเริ่มต้นโดยเป็นจำนวนรังเริ่มต้น

3) ตรวจสอบว่าครบรอบตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ หากครบรอบตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ทำตามขั้นตอนที่ 9 ถ้ายังไม่ครบรอบตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ทำตามขั้นตอนที่ 4

4) ประเมินคุณภาพของรังจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ หลังจากนั้นเลือกรังใหม่มาประเมินคุณภาพตามฟังก์ชัน

5) นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกัน ถ้าค่าจากรังเก่ามากกว่าค่าจากรังใหม่ ให้แทนที่ค่ารังจากรังใหม่เป็นคำตอบใหม่

6) โดยที่การค้นพบรังใหม่นั้นต้องมีค่าความน่าจะเป็นมากกว่าค่า p_a ที่กำหนดไว้ สำหรับรังที่น้อยกว่าเท่ากับค่า p_a ให้ทิ้งค่ารังแล้วสุ่มเลือกค่ารังใหม่

7) เก็บคำตอบที่ดีที่สุด หรือรังที่มีคุณภาพ

8) เรียงลำดับผลลัพธ์ที่ได้ จากนั้นกลับไปทำขั้นตอนที่ 3

9) ผลลัพธ์สุดท้ายจะได้คำตอบที่ดีที่สุด หรือรังที่มีคุณภาพดี

วิธี CS เป็นสมการสโตแคสติก (Stochastic Equation) สำหรับการเดินสุ่ม (Random Walk) โดยทั่วไปการเดินแบบสุ่ม ตำแหน่งถัดไปขึ้นอยู่กับตำแหน่งปัจจุบันเท่านั้น ซึ่งใช้รูปแบบมีรูปสมการดังสมการที่ (1) [7]

$$x_i^{(t+1)} = x_i^{(t)} + \alpha Lévy\ (\lambda) \quad ,(1 < \lambda \leq 3) \tag{1}$$

เมื่อ $x_i^{(t)}$ คือ ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาที่เลือกแบบสุ่มในตำแหน่งปัจจุบัน

$x_i^{(t+1)}$ คือ ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาที่เลือกแบบสุ่มในตำแหน่งถัดไป

$Lévy\ (\lambda)$ คือ การเดินแบบสุ่มที่มีการแจกแจงแบบ Lévy Flights

λ คือ ขนาดขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับระดับของปัญหาที่สนใจ

α คือ ช่วงการสุ่ม ซึ่งในกรณีส่วนใหญ่ กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1

2. การกำหนดค่าปริยาย (Default) ของวิธีการค้นหาคำตอบของโซลเวอร์โดยวิธี GRG, EV และวิธี CS

2.1 การกำหนดค่าปริยาย (Default) ของวิธีการค้นหาคำตอบของวิธี GRG และ EV ไว้ดังนี้ [6]

1) Constraint Precision: 0.000001
หมายเหตุ: ในงานวิจัยนี้ เงื่อนไขบังคับ (Constraint) คือ ขอบเขตบนสุด (Upper Bound) และ ขอบเขตล่างสุด (Lower Bound)

2) Use Automatic Scaling: True

3) Solving Limits มี Max Time เท่ากับ 5,000 วินาที หรือ จำนวนรอบ (Iterations) ในการค้นหาคำตอบของแต่ละวิธี เท่ากับ 5,000

4) Convergence: 0.0001

5) Population Size: 100

6) Random Seed: 0

7) Require Bounds on Variables: True

8) Maximum Time without Improvement: 30

9) สำหรับวิธีการ GRG กำหนด Derivatives: Forward and Use Multistart: True

10) สำหรับวิธีการ EV กำหนด Mutation Rate: 0.075

2.2 การกำหนดค่าปริยาย (Default) ของวิธีการค้นหาคำตอบของวิธี CS

1) จำนวนรอบ (Iterations) เท่ากับ 5,000

2) จำนวนรังเริ่มต้น (n) เท่ากับ 25

3) ความน่าจะเป็น (p_a) เท่ากับ 0.25

3. ฟังก์ชันเกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพ (Benchmark Functions)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดเป็นฟังก์ชันเกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพจำนวน 15 ฟังก์ชัน [8] [9] เป็นแบบ 2 มิติ มีรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 Ackley Function ดังสมการที่ (2) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม (Global Minimum) คือ

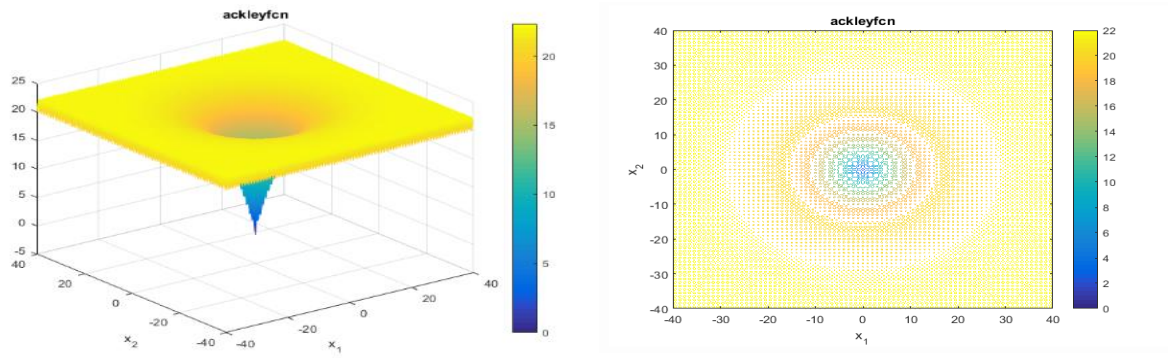
$$f(x_1^*,\ x_2^*) = 0,\ \text{at}\ \ x_i^* = (0,0)\ \ \text{สำหรับ}\ \ i = 1,2$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_i \in [-32.768, 32.768]$ สำหรับ $i = 1,2$

$$f(x_1,\ x_2) = -20\exp\left(-0.2\sqrt{\frac{1}{d}\sum_{i=1}^{d} x_i^2} - \exp\left(\frac{1}{d}\sum_{i=1}^{d} cos(2\pi x_i)\right)\right)$$

$$+20 + exp(1) \qquad (2)$$

ผิว (Surface) และ เส้นชั้นความสูง (Contour) ของ Ackley Function แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 Ackley Function [8]

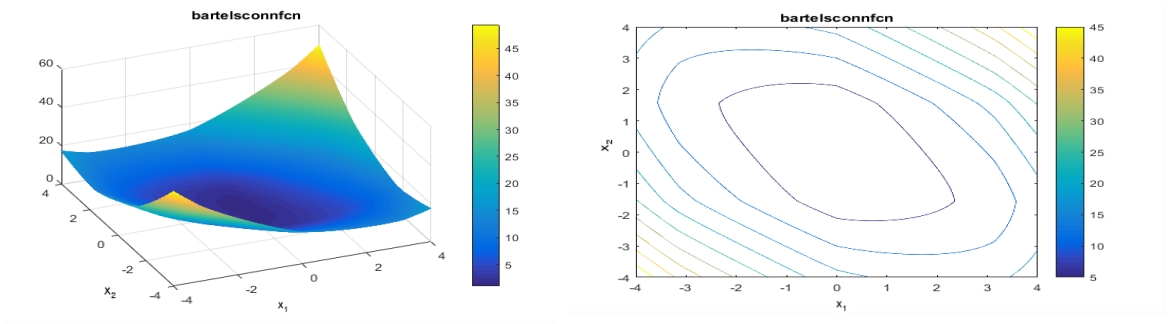
3.2 Bartels Conn Function ดังสมการที่ (3) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$f(x^*) = 1$ is located at $x^* = (0, 0)$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_1 \in [-500, 500]$ และ $x_2 \in [-500, 500]$

$$f(x_1,\ x_2) = |x_1^2 + x_2^2 + x_1\, x_2| + |sin(x_1)| + |cos(x_2)| \quad (3)$$

ผิว และเส้นชั้นความสูง ของ Bartels Conn Function แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 Bartels Conn Function [8]

3.3 Bird Function ดังสมการที่ (4) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

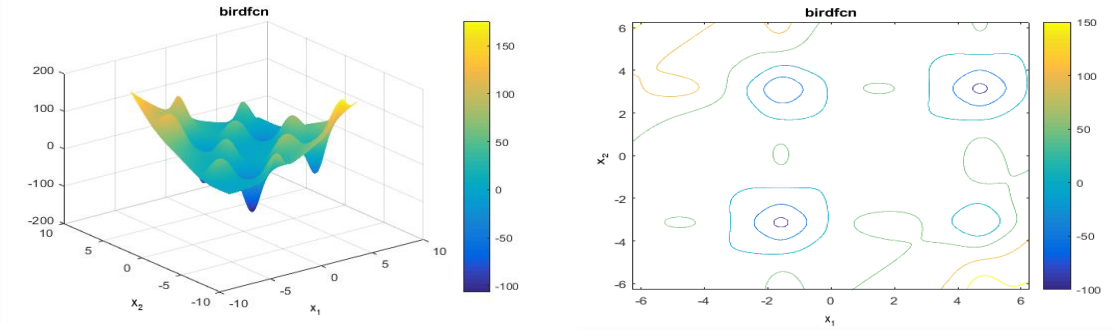
$f(x^*) = -106.764537$ at $x^* = (4.70104, 3.15294)$ และ

$x^* = (-1.58214,\ -3.13024)$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_i \in [-2\pi,\ 2\pi]\ \ i\ =\ 1, 2$

$$f(x_1,\ x_2) =\ sin(x_1)e^{(1-cos(x_2))^2} + cos(x_2)e^{(1-sin(x_2))^2} + (x_1\ -\ x_2)^2 \quad (4)$$

ผิว และเส้นชั้นความสูงของ Bird Function แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 Bird Function [8]

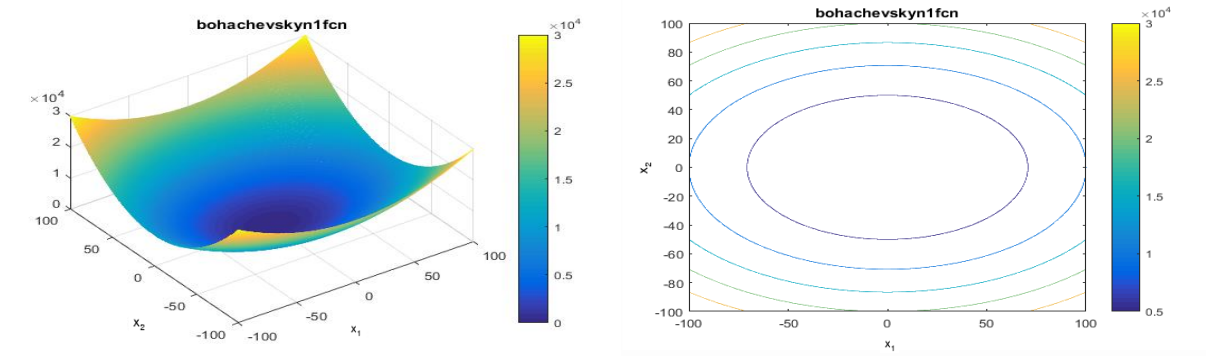
3.4 Bohachevsky N. 1 Function ดังสมการที่ (5) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x_1^*) = 0 \text{ at } \quad x^* = (0,0)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_i \in [-100, 100]$ สำหรับ $i = 1, 2$

$$f(x_1,\ x_2) = {x_1}^2 + 2{x_2}^2 - 0.3cos(3\pi x_1) - 0.4cos(4\pi x_2) + 0.7 \qquad (5)$$

ผิว และ เส้นชั้นความสูงของ Bohachevsky N. 1 Function แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 Bohachevsky N. 1 Function [8]

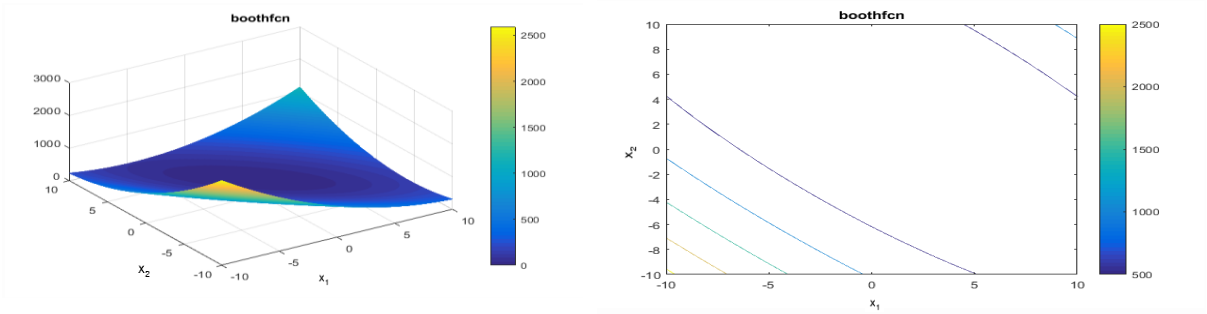
3.5 Booth Function ดังสมการที่ (6) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x^*) = 0 \quad at \quad x^* = (1,3)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_i \in [-10, 10] \quad i = 1, 2$

$$f(x_1,\ x_2) = (x_1 + 2x_2 - 7)^2 + (2x_1 + x_2 - 5)^2 \qquad (6)$$

ผิว และเส้นชั้นความสูงของ Booth Function แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 Booth Function [8]

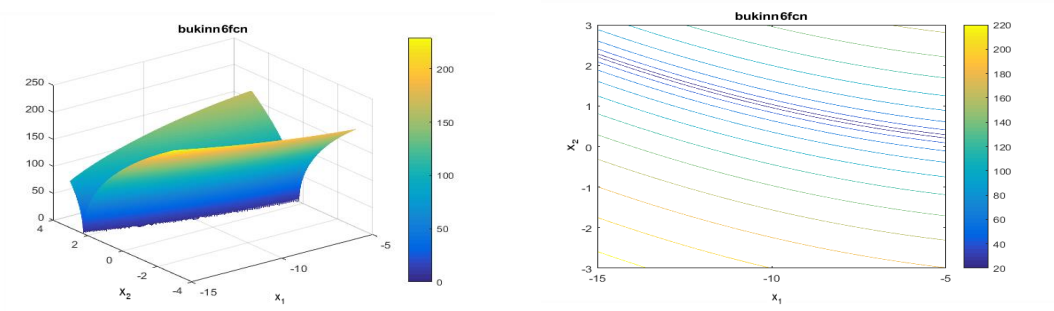
3.6 Bukin N. 6 Function ดังสมการที่ (7) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x^*) = 0 \quad \text{at} \quad x^* = (0, 0)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_1 \in [-15,\ -5]$ และ $x_2 \in [-3, 3]$

$$f(x_1,\ x_2) = 100\sqrt{|x_2 - 0.01{x_1}^2|} + 0.01|x_1 + 10| \tag{7}$$

ผิว และเส้นชั้นความสูงของ Bukin N. 6 Function แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 Bukin N. 6 Function [8]

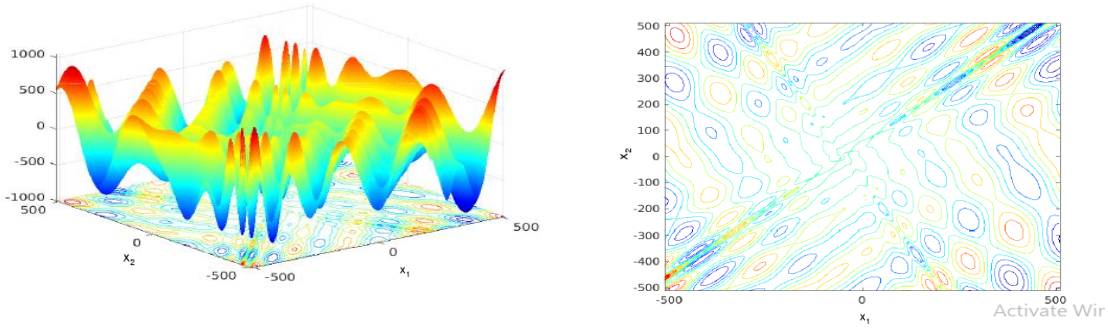
3.7 Egg Holder Function ดังสมการที่ (8) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x^*) \approx -959.6407 \quad \text{at} \quad x^* = (512, 404.2319)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_i \in [-512, 512] \quad i = 1, 2$

$$f(x_1,\ x_2) = -(x_2 + 47)sin\left(\sqrt{\left|x_2 + \frac{x_1}{2} + 47\right|}\right) - x_1 sin\left(\sqrt{|x_1 - (x_2 + 47)|}\right) \tag{8}$$

ผิว และเส้นชั้นความสูงของ Egg Holder Function แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 Egg Holder Function [10]

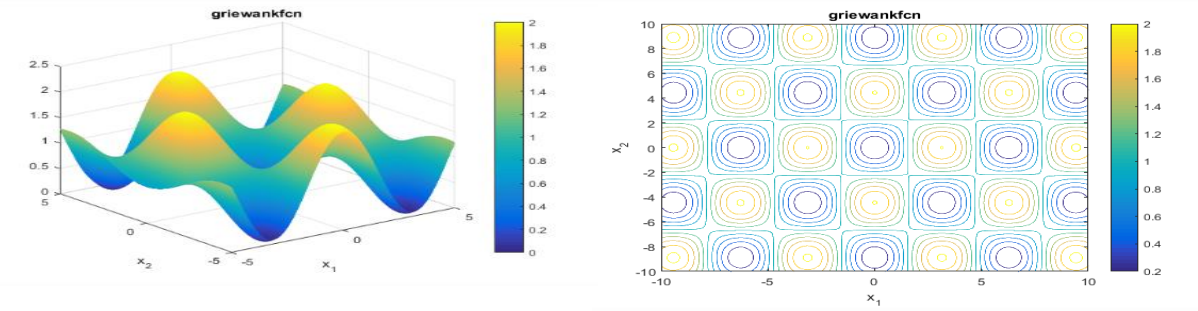
3.8 Griewank Function ดังสมการที่ (9) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x^*) = 0 \text{ at } x^* = (0, \ldots, 0)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_i \in [-600, 600] \quad i = 1, 2$

$$f(x_i) = 1 + \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i^2}{4000} - \prod_{i=1}^{n} cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right) \tag{9}$$

ผิว และเส้นชั้นความสูง ของ Griewank Function แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 Griewank Function [8]

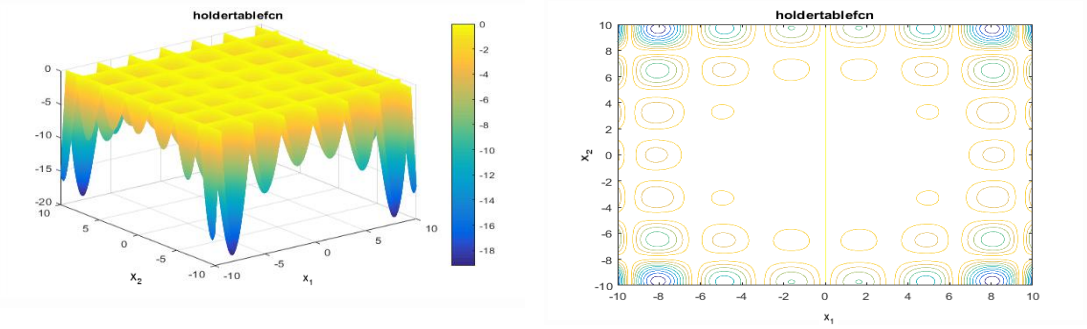
3.9 Holder-Table Function ดังสมการที่ (10) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x^*) = -19.2085 \text{ at } x^* = (\pm 8.05502, \pm 9.66459)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_1 \in [-10, 10]$ และ $x_2 \in [-10, 10]$

$$f(x_1, x_2) = -\left|sin(x_1)cos(x_2)exp\left(\left|1 - \frac{\sqrt{{x_1}^2 + {x_2}^2}}{\pi}\right|\right)\right| \tag{10}$$

ผิว และเส้นชั้นความสูงของ Holder-Table Function แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 Holder-Table Function [8]

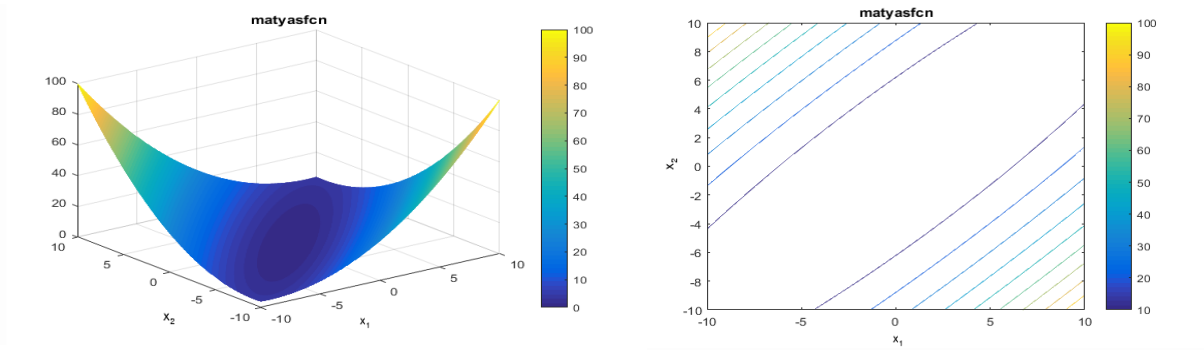
3.10 Matyas Function ดังสมการที่ (11) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x^*) = 0 \text{ at } \quad x^* = (0,0)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_1 \in [-10,10]$ และ $x_2 \in [-10,10]$

$$f(x_1,\ x_2) = \ 0.26({x_1}^2 + {x_2}^2) - 0.48x_1x_2 \qquad (11)$$

ผิว และ เส้นชั้นความสูงของ Matyas Function แสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 Matyas Function [8]

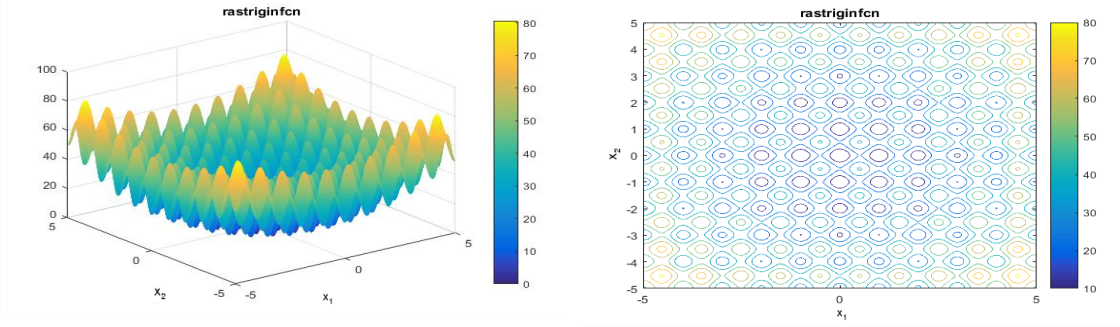
3.11 Rastrigin Function ดังสมการที่ (12) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x^*) = 0 \text{ is located at } \ x^* = (0,0)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_i \in [-5.12, 5.12]$ สำหรับ $i = 1,\ 2$

$$f(x_i) = \ 10n + \sum_{i=1}^{n}\left(x_{i=1}^2 - 10cos(2\pi x_i)\right) \qquad (12)$$

ผิว และเส้นชั้นความสูงของ Rastrigin Function แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 Rastrigin Function [8]

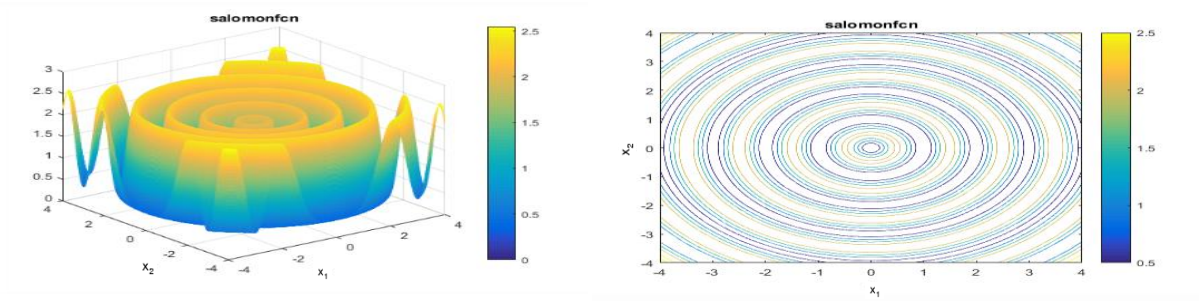
3.12 Salomon Function ดังสมการที่ (13) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x^*) = 0 \text{ at } \quad x^* = (0,\ 0)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_i \in [-100, 100] \quad i = 1,\ 2$

$$f(x_i) = 1 - cos\left(2\pi\sqrt{\sum_{i=1}^{D} x_i^2}\right) + 0.1\sqrt{\sum_{i=1}^{D} x_i^2} \tag{13}$$

ผิว และเส้นชั้นความสูงของ Salomon Function แสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 Salomon Function [8]

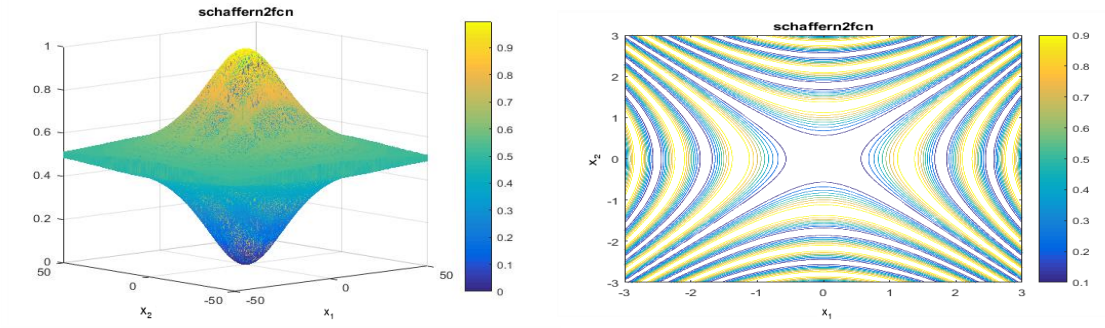
3.13 Schaffer N. 2 Function ดังสมการที่ (14) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x^*) = 0 \text{ at } \quad x^* = (0, 0)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_i \in [-100, 100] \quad i = 1, 2$

$$f(x_1,\ x_2) = 0.5 + \frac{sin^2(x_1{}^2 - x_2{}^2) - 0.5}{(1 + 0.001(x_1{}^2 + x_2{}^2))^2} \tag{14}$$

ผิว และเส้นชั้นความสูงของ Schaffer N. 2 Function แสดงดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 Schaffer N. 2 Function [8]

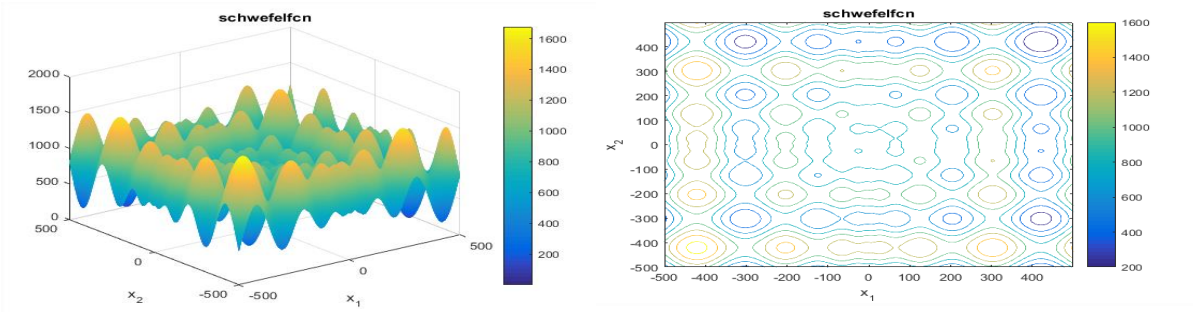
3.14 Schwefel Function ดังสมการที่ (15) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x^*) = 0 \quad \text{at} \quad x^* = (-420.9687, \ldots, 420.9687)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_i \in [-500, 500] \quad i = 1, 2$

$$f(x_i) = 418.9829d - \sum_{i=1}^{n} x_i sin\left(\sqrt{|x_i|}\right) \tag{15}$$

ผิว และเส้นชั้นความสูงของ Schwefel Function แสดงดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 Schwefel Function [8]

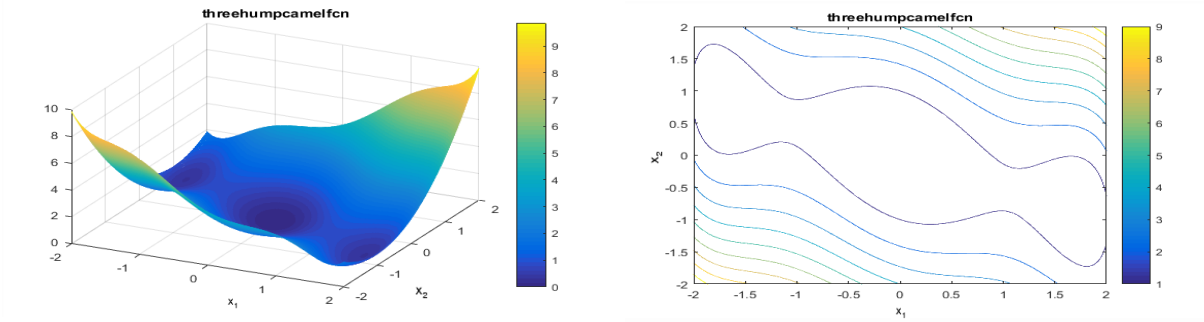
3.15 Three-Hump Camel Function ดังสมการที่ (16) ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม คือ

$$f(x^*) = 0 \ \textit{at} \quad x^* = (0, 0)$$

ขอบเขตบนสุด และ ขอบเขตล่างสุด $x_i \in [-5, 5] \quad i = 1, 2$

$$f(x_1, x_2) = 2{x_1}^2 - 1.05x_1 + \frac{{x_1}^6}{6} + x_1x_2 + {x_2}^2 \tag{16}$$

ผิว และเส้นชั้นความสูงของ Three-Hump Camel Function แสดงดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 Three-Hump Camel Function [8]

4. เกณฑ์การตัดสินใจ [6]

4.1 ใช้อัตราความสำเร็จในการค้นหาคำตอบที่มีค่ามากที่สุดเป็นตัวกำหนดวิธีการค้นหาคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีสูตรดังสมการที่ (17) และ (18) อัตราความสำเร็จในการค้นหาคำตอบ (Success Rate: SR) คือ

$$SR_k = \frac{s}{R} \times 100, \quad k = \text{GRG, EV, CS} \tag{17}$$

เมื่อ s คือ จำนวนครั้งที่หาค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม โดย ถ้าค่า $e = |f(x_1^*,\ x_2^*) - f(x_1,\ x_2)|$ ที่ $e \leq 10^{-5}$ ถือว่าการหาค่าเหมาะที่สุดในครั้งนั้น มีค่าต่ำที่สุดโดยรวม

R คือ จำนวนรอบของการทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ กำหนด $R = 100$

$$SR_{max} = Max(SR_{GRG},\ SR_{EV},\ SR_{CS}) \tag{18}$$

เมื่อ SR_{max} คือ วิธีการที่ดีที่สุดในการหาคำตอบ

4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) โดยมีสูตรดังสมการที่ (19) และ วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจะเป็นค่าต่ำสุดของ MAE ของแต่ละวิธี ดังสมการที่ (20)

$$MAE_k = \sum_{i=1}^{100} \frac{|f(x_1,\ x_2)_i - f(x_1^*,\ x_2^*)|}{100}, \quad k = \text{GRG, EV, CS} \tag{19}$$

เมื่อ $f(x_1,\ x_2)_i$ คือ ค่าที่ต่ำที่สุดรอบที่ i , $i = 1, 2, 3, \ldots, 100$

$f(x_1^*,\ x_2^*)$ คือ ค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม

$$MAE_{min} = Min(MAE_{GRG},\ MAE_{EV},\ MAE_{CS}) \tag{20}$$

เมื่อ MAE_{min} คือ วิธีการที่ดีที่สุดในการหาคำตอบ

4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation Absolute Error: SAE) โดยมีสูตรดังสมการที่ (21)

$$SAE_k = \sqrt{\sum_{i=1}^{100} \frac{(f(x_1,\ x_2)_i - MAE_k)^2}{100}}, \quad k = \text{GRG, EV, CS} \tag{21}$$

เมื่อ $f(x_1,\ x_2)_i$ คือ ค่าที่ต่ำที่สุดรอบที่ i , $i = 1, 2, 3, \ldots, 100$

MAE_k คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย , $k =$ GRG, EV, CS

และ วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจะพิจารณาจากวิธีที่ให้ SR_{max} มากที่สุดและมีค่าSAE_{min}ค่าต่ำสุด เนื่องจากการมีอัตราความสำเร็จที่สูงและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยนั้น อาจจะกล่าวได้ว่าเป็นวิธีการที่ทั้งแม่นยำ (Accuracy) และ เที่ยงตรง (Precision) ต่อคำตอบ ดังสมการที่ (22)

$$SAE_{min} = Min(SAE_{GRG},\ SAE_{EV},\ SAE_{CS}) \tag{22}$$

เมื่อ $SR_{max}\ and\ SAE_{min}$ คือ วิธีการที่ดีที่สุดในการหาคำตอบ

4.4 เวลาเฉลี่ย (Average Time: AT) คือเวลาเฉลี่ยในการหาคำตอบแต่ละรอบ โดยมีสูตรดังสมการที่ (23) และ (24)

$$AT_k = \frac{\sum_{i=1}^{100} T_i}{100}, \quad k = \text{GRG, EV, CS} \tag{23}$$

$$AT_{min} = Min(AT_{GRG}, AT_{EV}, AT_{CS}) \tag{24}$$

เมื่อ AT_{min} คือ วิธีการที่ดีที่สุดในการหาคำตอบ วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจะพิจารณาเวลาเฉลี่ยในการคำนวณหาคำตอบที่ต่ำสุด

5. เครื่องมือที่ใช้ในการประมวลผล

1) โปรแกรม Microsoft Excel 365 เครื่องมือในการประมวลผลและการเขียนโปรแกรม

2) เครื่องคอมพิวเตอร์: Intel (R) Core(TM) i 5 2400 S CPU 2.50 GHz /RAM 4.00 GB /ระบบปฏิบัติการ Windows 7 Professional 32 bit

ผลการทดลอง:

ในการวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบผลการหาค่าเหมาะที่สุด โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ (Benchmark Functions) เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดภายใต้ 15 ฟังก์ชัน ด้วยวิธี CS และโซลเวอร์ โดยวิธี GRG และ วิธี EV ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. อัตราความสำเร็จใจการค้นหาคำตอบ (SR) ที่มีค่ามากที่สุด

ใช้อัตราความสำเร็จในการค้นหาคำตอบที่มีค่ามากที่สุด เป็นตัวกำหนดวิธีการค้นหาคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดที่ให้ค่า SR ที่ดีที่สุด คือ วิธี CS โดยที่ วิธี CS ให้ค่า SR มากที่สุดจำนวน 14 ฟังก์ชัน รองลงมาเป็นวิธี EV ให้ค่า SR มากที่สุดจำนวน 9 ฟังก์ชัน และวิธี GRG ให้ค่า SR มากที่สุดจำนวน 5 ฟังก์ชัน

ตารางที่ 1 ค่า SR ของวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดของแต่ละฟังก์ชันเกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพ

Function	GRG	EV	CS
Ackley	16	40	100
BartelsConn	40	100	100
Bird	100	100	100
BohachevskyN.1	32	100	100
Booth	100	100	100
BukinN.6	3	1	0
Eggholder	74	79	100
Griewank	0	83	100
HolderTable	100	100	100
Matyas	100	100	100
Rastrigin	12	100	100
Salomon	0	98	100
SchafferN.2	2	100	100
Schwefel	92	96	100
ThreeHumpCamel	94	100	100

หมายเหตุ: เป็นวิธีที่ดีที่สุด

2. ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) ที่มีค่าต่ำที่สุด

ใช้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่มีค่าต่ำที่สุด โดยวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจะเป็นค่าต่ำสุดของ MAE ของแต่ละวิธี จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดที่ให้ค่า MAE ที่ดีที่สุด คือ วิธี CS โดยที่ วิธี CS ให้ค่า MAE ต่ำที่สุดจำนวน 13 ฟังก์ชัน รองลงมาเป็นวิธี EV ให้ค่า MAE ต่ำที่สุดจำนวน 1 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชัน BukinN.6 และวิธี GRG ให้ค่า MAE ต่ำที่สุดจำนวน 1 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชัน Bird

ตารางที่ 2 ค่า MAE ของวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดของแต่ละฟังก์ชันเกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพ

Function	GRG	EV	CS
Ackley	5.51786	1.56336E-05	4.44089E-16
BartelsConn	3.16455E-05	1.69472E-08	0
Bird	1.29329E-09	1.49696E-09	1.6628E-09
BohachevskyN.1	0.49511	5.38305E-09	0
Booth	1.4005E-11	8.44662E-12	3.51708E-96
BukinN.6	0.03158	0.01396	0.02845
Eggholder	5.48826	14.29361	1.02355E-08
Griewank	0.83741	0.00085	0
HolderTable	1.39494E-10	6.01768E-10	1.19144E-10
Matyas	2.47976E-13	1.4414E-13	2.5359E-56
Rastrigin	2.18891	2.1435E-10	0
Salomon	1.14587	0.00093	2.77582E-10
SchafferN.2	0.14977	2.81333E-13	0
Schwefel	10.67462	4.73753	5.42627E-10
ThreeHumpCamel	0.01792	1.18456E-12	1.0097E-73

หมายเหตุ: เป็นวิธีที่ดีที่สุด

3. อัตราความสำเร็จในการค้นหาคำตอบ (SR) ที่มีค่ามากที่สุด และค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SAE) ที่มีค่าต่ำที่สุด

วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจะพิจารณาจากวิธีที่ให้ SR มากที่สุดและมีค่า SAE ค่าต่ำสุด จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดที่ให้ค่า SAE ที่ดีที่สุด คือ วิธี CS โดยที่ วิธี CS ให้ค่า SAE ต่ำที่สุดจำนวน 14 ฟังก์ชัน วิธี EV ให้ค่า SAE ต่ำที่สุดจำนวน 1 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชัน BukinN.6 และวิธี GRG ไม่มีฟังก์ชันที่ให้ค่า SAE ต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาร่วมกับค่า SR พบว่าวิธีที่ให้ค่า SR มากที่สุดและมีค่า SAE ต่ำที่สุด คือ วิธี CS โดยที่ วิธี CS ให้ค่า SR มากที่สุดและมีค่า SAE ต่ำที่สุด จำนวน 14 ฟังก์ชัน วิธี EV และ วิธี GRG ไม่มีฟังก์ชันที่ให้ค่า SR มากที่สุดและมีค่า SAE ต่ำที่สุด

ตารางที่ 3 ค่า SAE ของวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดของแต่ละฟังก์ชันเกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพ

Function	GRG	EV	CS
Ackley	3.85408	1.18943E-05	0
BartelsConn	6.84926E-05	1.80852E-08	0
Bird	4.5036E-10	2.31307E-10	0
BohachevskyN.1	0.72746	6.90117E-09	0
Booth	2.50664E-11	1.09285E-11	3.35986E-95
BukinN.6	0.01770	0.01090	0.01695
Eggholder	24.13857	48.13344	0
Griewank	0.69469	0.00215	0
HolderTable	1.92251E-10	2.79594E-09	1.39373E-15
Matyas	3.64979E-13	1.91226E-13	1.61509E-55
Rastrigin	1.67082	2.8436E-10	0
Salomon	0.62903	0.00685	2.75965E-09
SchafferN.2	0.11091	4.66753E-13	0
Schwefel	37.89859	23.20908	0
ThreeHumpCamel	0.07092	1.75237E-12	9.36044E-73

หมายเหตุ: เป็นวิธีที่ให้ค่า SAE ต่ำที่สุด

4. เวลาเฉลี่ย (AT) ที่มีต่ำที่สุด

วิธีการที่ดีที่สุดในการหาคำตอบ วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจะพิจารณาเวลาเฉลี่ยในการคำนวณหาคำตอบที่ต่ำสุด จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดที่ให้ค่า AT ที่ดีที่สุด (หน่วย: วินาที) คือ วิธี GRG โดยที่ วิธี GRG ให้ค่า AT ต่ำที่สุดจำนวน 14 ฟังก์ชัน รองลงมาเป็นวิธี CS ให้ค่า AT ต่ำที่สุดจำนวน 1 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชัน Schwefel และวิธี EV ไม่มีฟังก์ชันที่ให้ค่า AT ต่ำที่สุด โดยวิธี GRG และวิธี CS ใช้เวลาในการรันหาคำตอบไม่เกิน 5 วินาที ส่วนวิธี EV ใช้เวลาในการหาคำตอบนานที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วใช้เวลาประมาณ 49 วินาที

ตารางที่ 4 ค่า AT (หน่วย: วินาที) ของวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดของแต่ละฟังก์ชันเกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพ

Function	GRG	EV	CS
Ackley	0.3628	53.5267	4.5713
BartelsConn	0.1830	51.2224	3.4652
Bird	0.6519	47.0181	3.4705
BohachevskyN.1	0.1784	51.7622	4.4837
Booth	0.3288	46.8844	3.4338
BukinN.6	0.2847	51.7302	3.3739
Eggholder	4.7475	48.0209	3.4305
Griewank	0.2128	48.1041	3.4642
HolderTable	3.7845	34.6110	3.9994
Matyas	0.1782	50.8848	3.4053
Rastrigin	0.4716	51.2955	4.5007
Salomon	0.1890	51.7234	4.1013
SchafferN.2	0.8791	50.1827	3.5798
Schwefel	3.7658	47.7220	3.4153
ThreeHumpCamel	0.1718	49.6845	3.5032

หมายเหตุ: เป็นวิธีที่ดีที่สุด

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

วิธีการหาค่าเหมาะที่สุดด้วยวิธี CS และโซลเวอร์วิธีการ GRG และ EV โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดภายใต้ 15 ฟังก์ชัน พบว่า วิธีการ CS เป็นวิธีการที่ค้นหาคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดทั้ง SR ที่สูงในการหาค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวม และค่า MAE และ SAE ที่ต่ำ จึงสรุปได้ว่า หากผู้ใช้ต้องการหาคำตอบที่ใกล้เคียงค่าที่ต่ำที่สุดโดยรวมสามารถใช้วิธี CS ในการค้นหาคำตอบ และหากผู้ใช้ต้องการคำตอบที่เร็วจากผลงานวิจัยนี้แนะนำว่าผู้ใช้ยังควรใช้วิธี CS เช่นกัน เนื่องจาก วิธี CS ใช้เวลาเฉลี่ยในการค้นหาคำตอบประมาณ 3.75 วินาที ส่วนวิธี GRG ที่ใช้เวลาเฉลี่ยในการค้นหาคำตอบประมาณ 1.09 วินาที ซึ่งจะเห็นได้ว่าแตกต่างกันอยู่เล็กน้อยเท่านั้น แต่ประสิทธิภาพของคำตอบที่ได้จะดีกว่ามาก

เอกสารอ้างอิง

[1] จีราวุธ วารินทร์. *สร้างระบบงานเพื่อจัดการข้อมูลด้วย Excel VBA ฉบับสมบูรณ์*(พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซิมพลิฟาย. (2561)

[2] Angad Singh, Avishek Majumder & Arun Goyal. Artificial intelligence based optimization of exocellular glucansucrase production from Leuconostoc dextranicum NRRL B-1146. *Bioresource Technology*, 99(17), 8201-8206 (2008)

[3] Xin-She Yang. Nature-inspired metaheuristic algorithms. Bristol: Luniver press. (2010).

[4] Xin-She Yang & Suash Deb. Cuckoo Search via Levey Flights. *World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing (NaBIC 2009)*, 1(1), 210-214 (2009)

[5] กิตติพงษ์ จรัญศิริไพศาล. เพิ่มความถูกต้องของตัวแบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทชีนแบบค่ากำลังสองน้อยที่สุดด้วยขั้นตอนวิธีการค้นหาแบบนกดุเหว่า. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13*, 13(1), 316-323 (2555)

[6] ปรารถนา มินเสน และ วฐา มินเสน. การเปรียบเทียบวิธีการหาค่าเหมาะที่สุด ด้วยโซลเวอร์ของโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกเซลล์. 2007 และ 2019. *วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ*, 13(2), 144-161 (2562)

[7] Xin-She Yang. *Cuckoo Search. Nature-Inspired Optimization Algorithms* (pp.129-139). London: Elsevier. (2014)

[8] Mazhar Ansari Ardeh. Benchmark Functions. สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2562, จาก http://benchmarkfcns.xyz/fcns

[9] Sonjai Surjanovic & Derek Binhham. Optimization Test Problems. สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2562, จาก https://www.sfu.ca/~ssurjano/optimization.html

[10] Marius Geitle. *Improving Differential Evolution using Inductive Programming*. (Master's Thesis, Osfold University College), 2017.

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

A STUDY OF INFLUENCING FACTORS TOWARD THE MENTAL HEALTH OF THE ELDERLY IN TANBOL CHIANG DAO, CHIANG DAO DISTRICT, CHIANG MAI THAILAND

นัทนรี จินดาคำ[1] และ พิชญ์สินี ชมภูคำ[2]

Nutnaree Jindakham[1] and Phichsinee Chomphucome[2]

1. นักศึกษาหลักสูตร วท.บ.(สถิติประยุกต์) ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

2.อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: นัทนรี จินดาคำ อีเมล: 59143906@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ:

การวิจัยเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ และเพื่อสร้างสมการทำนายสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ขนาดตัวอย่าง 250 คน เลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test F-test และ Welch test การเปรียบเทียบเชิงซ้อนโดยใช้ LSD และ Dunnett's T3 และการคัดเลือกตัวแปรอิสระโดยวิธีการถดถอยแบบทีละขั้น (Stepwise Regression) วิเคราะห์การถดถอยแบบแกร่ง (Robust Regression) และตรวจสอบสมการโดยใช้ Ramsey's RESET Test, Durbin-Watson test, Breusch-Pagan test และ VIF ผลการศึกษา พบว่า

1. ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า มีอย่างน้อย 1 กลุ่มของจำนวนสมาชิกในครอบครัว จำนวนการสูบบุหรี่ต่อวัน จำนวนครั้งการเข้าร่วมกิจกรรมของหมู่บ้าน / ชุมชน ระยะเวลาการพักผ่อนตอนกลางวัน และระยะเวลาการออกกำลังกาย ส่งผลทำให้คะแนนสุขภาพจิตแตกต่างกัน

2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ (Y) ได้แก่ คะแนนสุขภาพกาย (Q) น้ำหนัก (X_1) ระยะเวลาการนอนพักผ่อนตอนกลางวัน (X_3) จำนวนสมาชิกในครอบครัว (X_4) และจำนวนการทำกิจกรรมร่วมกับสมาชิกครอบครัว (X_5) มีความสัมพันธ์กับระดับสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญ 0.05 สามารถนำไปใช้ทำนายระดับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุถูกต้อง 58.81 เปอร์เซ็นต์ ได้รูปแบบสมการทำนาย ดังนี้

$$\hat{Y} = 42.50 + 0.57Q - 0.07X_1 - 0.02X_3 - 0.70X_4 + 0.19X_5$$

คำสำคัญ: ปัจจัย, วิเคราะห์การถดถอยแบบแกร่ง, การวิเคราะห์การถดถอย

Abstract:

The research aimed to study the factors affecting the mental health of the elderly and to create an equation to predict the mental health of the elderly in Tambol Chiang Dao, Chiang Dao District, Chiang Mai. A research instrument was a questionnaire collecting a sample of 250 people in the target area using the stratified sampling scheme. The statistical methods for analyzing data were percentage, mean, standard deviation, t-test, F-test, Welch test and multiple comparisons using LSD and Dunnett's T3. The Stepwise Regression and Robust Regression Ramsey's RESET test, Durbin-Watson test Breusch-Pegan test and Variance Inflation Factor (VIF) were applied to create the predicting equation. The study results were as follows:

1. At 0.05 level of significance, a number of family member, a number of cigarettes smoked per day, the number of activity participations in community, the duration of daytime rest and exercise duration affect the level of mental health.

2. At 0.05 level of significance, factors affecting the mental health score of the elderly (Y) were physical health score(Q), weight (X_1), amount of time to sleep during the day(X_3), a number of family members (X_4), a number of activities with family members (X_5) and can be used to predict the mental health level of the elderly approximately 58.81 percent. The equation can be expressed as

$$\hat{Y} = 42.50 + 0.57Q - 0.07X_1 - 0.02X_3 - 0.70X_4 + 0.19X_5$$

Keyword: Mental health, Robust regression analysis, Multiple linear regression analysis

บทนำ:

ปัจจุบันผู้สูงอายุถือเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ สาเหตุมาจากความเสื่อมตามธรรมชาติของร่างกายและโรคประจำตัวเรื้อรัง ซึ่งต้องได้รับการดูแลที่แตกต่างไปจากผู้ป่วยในกลุ่มอื่น นอกจากนี้การเจ็บป่วยของผู้สูงอายุอาจเกิดขึ้นกับอวัยวะต่าง ๆ ในเวลาเดียวกัน หากไม่ได้รับการรักษาอย่างทันท่วงทีจะทำให้มีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ผู้สูงอายุควรดูแลตนเองให้แข็งแรงตั้งแต่อายุน้อยเพื่อเป็นผู้สูงอายุที่แข็งแรงและมีความสุข

การมีสุขภาพจิตที่ดี ย่อมเป็นสิ่งที่ทุกคนพึงปรารถนา องค์การอนามัยโลกได้ให้ความสำคัญกับสุขภาพจิต องค์การอนามัยโลก อ้างใน [1] ได้ให้ความหมาย “สุขภาพ”หมายถึง สุขภาวะอันสมบูรณ์และมีความเป็นพลวัตทั้งทางกาย จิต สังคม และจิตวิญญาณ และไม่ใช่เพียงปราศจากโรค การเจ็บป่วยเท่านั้น โดยคำว่า พลวัต หมายถึง สุขภาพที่มีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับเหตุปัจจัยอันสลับซับซ้อนไม่ใช่เป็นภาวะที่คงที่ตายตัวหรือขึ้นกับปัจจัยเพียงอันหนึ่งอันใดเท่านั้น แต่สังคมปัจจุบันเป็นสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีตอย่างมาก พบว่าปัญหาเศรษฐกิจและผลกระทบทาง เศรษฐกิจส่งผลถึงปัญหาต่าง ๆ ที่ตามมามิใช่น้อย โดยเฉพาะสถาบันครอบครัวที่เป็นหน่วยพื้นฐานของบุคคลได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างมาก สภาพสังคม ครอบครัวขยายกลายเป็นครอบครัวเดี่ยวปริมาณมากขึ้น เกิดปัญหาครอบครัวเพิ่มสูงขึ้น คนในครอบครัวเกิดความไม่เข้าใจกัน เกิดปัญหาการทะเลาะเบาะแว้ง การทำร้ายร่างกาย การไม่มีน้ำใจต่อกัน ละเลยในเรื่องของความรู้สึกของคนรอบข้าง ปัญหาครอบครัวเป็นปัญหาที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในปัจจุบันและเป็น ปัญหาที่พบว่ามีผู้มีขอรับบริการให้คำปรึกษามากที่สุด ในคลินิกให้คำปรึกษา [2]

ปัญหาสุขภาพจิตไม่เพียงแต่ทำให้บุคคลเกิด ความทุกข์ในใจเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ร่างกายด้วย เช่น บุคคลที่อยู่ในสภาวะกดดันและมีความเครียดสูง มักจะทุกข์ทรมานกับอาการปวดศีรษะ มีอาการของโรคซึมเศร้า เป็นหวัด เป็นโรคกระเพาะ มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ และปวดหลัง แต่ถ้าสามารถรักษาปัญหาทางด้านสุขภาพจิตร่วมกับปัญหาทางด้านร่างกายไปพร้อม ๆ กันจะสามารถช่วยยืดชีวิตได้ยาวนานขึ้น การติดสุรา การดื่มสุรา การสูบบุหรี่ มีความผิดปกติทางอารมณ์ ภาวะปัญหาอ่อน และการพยายามฆ่าตัวตาย ซึ่งความผิดปกติทั้งหมดนี้คนไทยนิยมใช้พฤติกรรมการจัดการปัญหา เพื่อคลายความกดดันหรือความทุกข์ใจอย่างสร้างสรรค์ เช่น การออกกำลังกาย การปฏิบัติศาสนกิจ การทำงานต่าง ๆ เป็นต้น

ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาสุขภาพจิตในผู้สูงอายุ โดยต้องการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์ภาวะสุขภาพจิต และอาจเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหานี้อย่างรัดกุม

วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อศึกษาสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

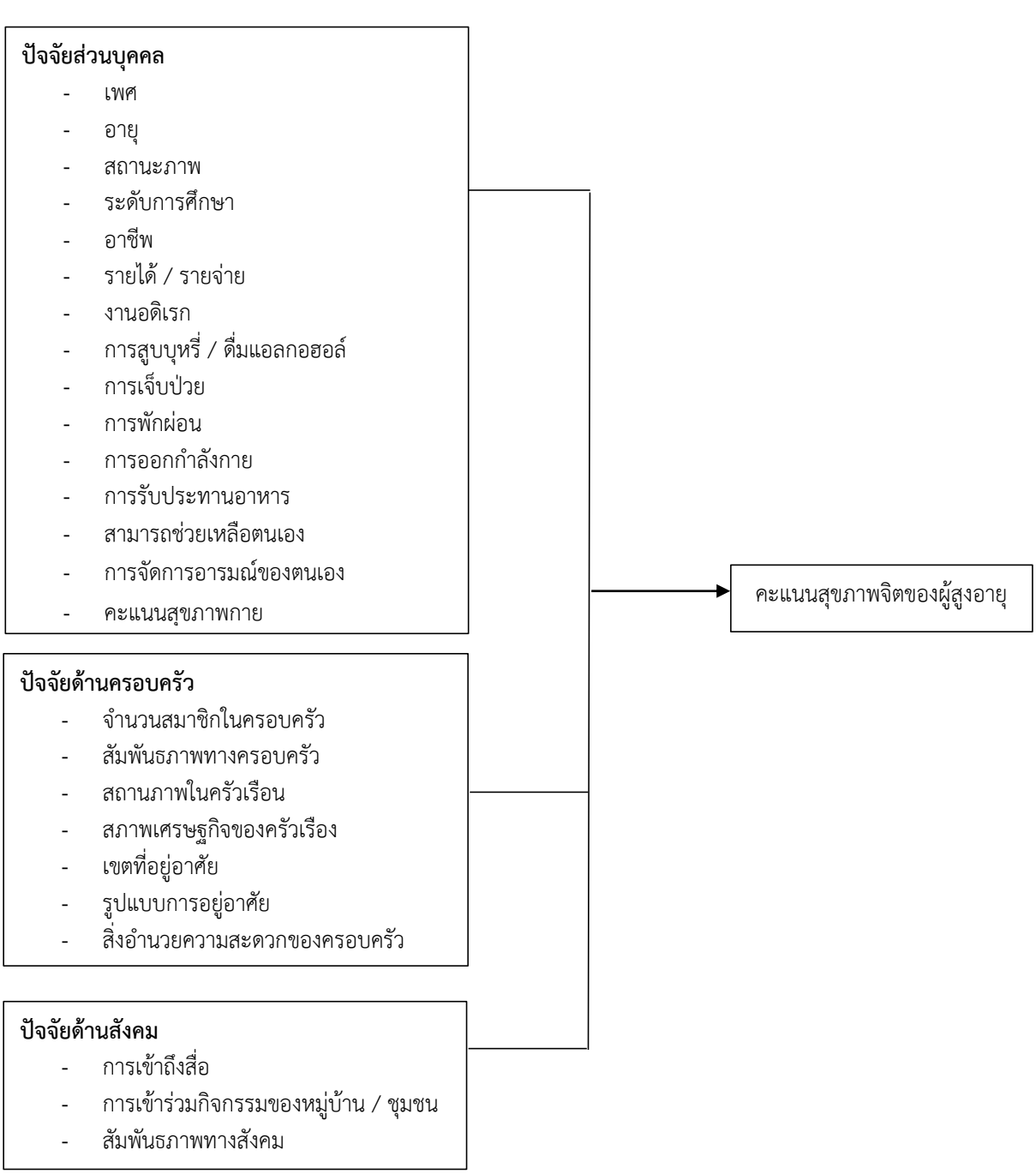
2) เพื่อสร้างสมการทำนายสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

สมมุติฐานการวิจัย

ปัจจัยส่วนบุคคล ครอบครัวและสังคมส่งผลให้คะแนนสุขภาพจิตผู้สูงอายุกัน ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ แตกต่างกัน

กรอบแนวคิดงานวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย:

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้สูงอายุ ซึ่งอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ประกอบด้วยผู้สูงอายุจำนวนทั้งหมด 1,283 คน จากทั้งหมด 5 หมู่บ้าน

ตัวอย่าง งานวิจัยครั้งนี้สุ่มตัวอย่างจากประชากร คือ ผู้สูงอายุในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 5 หมู่บ้าน และใช้การวิเคราะห์การถดถอยในรูปแบบการวิจัย แบบสหสัมพันธ์ ดังนั้นขนาดตัวอย่างต้องขึ้นอยู่กับตัวแปร และ ตัวแปรที่นำมาใช้วิเคราะห์ต้องไม่น้อยกว่า 20 ตัวแปร จึงใช้กฎของ Rules of thumb ของ Green : 1991 อ้างใน [3] โดยมีสูตรหาขนาดตัวอย่าง $n \geq 50 + 8m$

เมื่อ n คือ ขนาดตัวอย่าง

m คือ จำนวนตัวแปร ซึ่งตามกรอบแนวคิดเบื้องต้นมีจำนวนตัวแปร 24 ตัวแปร

แทนค่าได้ $n \geq 242$

ขนาดอย่างน้อยที่ต้องได้ไม่ต่ำ 242 คน ผู้วิจัยจึงเพิ่มขนาดตัวอย่างเป็น 250 คน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างสามารถเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรมากขึ้น ทำการเลือกตัวอย่างตามสัดส่วนขนาดของตัวอย่างในแต่ละหมู่บ้าน 5 หมู่บ้าน โดยเลือกตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีการแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ ข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศอายุ สถานะภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ / รายจ่าย งานอดิเรก การสูบบุหรี่ / ดื่มแอลกอฮอล์การเจ็บป่วย การพักผ่อน การออกกำลังกาย การรับประทานอาหาร สามารถช่วยเหลือตนเอง การจัดการอารมณ์ของตนเอง ข้อมูลด้านครอบครัว ประกอบด้วย จำนวนสมาชิกในครอบครัว สัมพันธภาพทางครอบครัว สถานภาพในครัวเรือน สภาพเศรษฐกิจของครัวเรือง เขตที่อยู่อาศัย รูปแบบการอยู่อาศัย สิ่งอำนวยความสะดวกของครอบครัว และด้านสังคม ประกอบด้วย การเข้าถึงสื่อ การเข้าร่วมกิจกรรมของหมู่บ้าน / ชุมชน สัมพันธภาพทางสังคม

ส่วนที่ 2 แบบประเมินสุขภาพกาย ของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนางเหล้า อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา พ.ศ. 2560 จำนวน 7 ข้อ [4] มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนพร้อมทั้งความหมายของแต่ละระดับดังนี้

กรณีที่ 1 เป็นคำถามที่ให้ความหมายในเชิงบวก ได้แก่ข้อคำถามที่ 1,2,4,6 และ 7

กรณีที่ 2 เป็นคำถามที่ให้ความหมายในเชิงลบ ได้แก่ข้อคำถามที่ 3

	ข้อคำถามเชิงบวก (คะแนน)	ข้อคำถามเชิงลบ (คะแนน)
ไม่เลย	1	5
เล็กน้อย	2	4
ปานกลาง	3	3
มาก	4	2
มากที่สุด	5	1

การแปลความหมายของเกณฑ์แต่ละระดับ เมื่อรวมคะแนนทุกข้อแล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติที่กำหนด (คะแนนเต็ม 35 คะแนน) ดังนี้

35-25	คะแนน	หมายถึง สุขภาพกายดีกว่าคนทั่วไป
24-18	คะแนน	หมายถึง สุขภาพกายเท่ากับคนทั่วไป
17	คะแนน หรือน้อยกว่า	หมายถึง สุขภาพกายต่ำกว่าคนทั่วไป

ส่วนที่ 3 แบบประเมินสุขภาพจิต ของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2551 จำนวน 15 ข้อ [5] มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 54 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนพร้อมทั้งความหมายของแต่ละระดับดังนี้

กรณีที่ 1 เป็นคำถามที่ให้ความหมายในเชิงบวก ได้แก่ ข้อคำถามที่ 1,2,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14 และ 15

กรณีที่ 2 เป็นคำถามที่ให้ความหมายในเชิงลบ ได้แก่ ข้อคำถามที่ 3

	ข้อคำถามเชิงบวก (คะแนน)	ข้อคำถามเชิงลบ (คะแนน)
ไม่เลย	1	4
เล็กน้อย	2	3
มาก	3	2
มากที่สุด	4	1

การแปลความหมายของเกณฑ์แต่ละระดับ เมื่อรวมคะแนนทุกข้อแล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติที่กำหนดดังนี้ (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)) ดังนี้

50-60	คะแนน	หมายถึง สุขภาพจิตดีกว่าคนทั่วไป
43-49	คะแนน	หมายถึง สุขภาพจิตเท่ากับคนทั่วไป
42	คะแนน หรือน้อยกว่า	หมายถึง สุขภาพจิตต่ำกว่าคนทั่วไป

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1) นำแบบสอบถามที่ได้ทำการสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2) แก้ไขปรับปรุงแบบสอบถามตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3) นำเสนอแบบถามส่วนที่ 1 ที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) คือ พิจารณาข้อคำถามที่สร้างขึ้นมาว่ามีความสอดคล้องระหว่างรายข้อกับวัตถุประสงค์ หรือจุดประสงค์ที่ต้องการ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) และคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าความตรง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน พิจารณาลงความเห็นและให้คะแนนตามที่ [3] เสนอไว้ดังนี้

+1 แน่ใจว่าข้อคำถามของเครื่องมือนั้นความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

0 ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามเครื่องมือนั้นความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

-1 แน่ใจว่าข้อคำถามของเครื่องมือนั้นความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

4) แก้ไขปรับปรุงแบบสอบถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5) เนื่องจาก ส่วนที่ 2 และส่วนที่ 3 เป็นแบบประเมินสุขภาพกายและสุขภาพจิตตามแบบมาตรฐานไม่มีการหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Reliability)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์แล้วไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับตัวอย่าง คือผู้สูงอายุ ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ในอำเภอเชียงดาว ตำบลเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 250 คน ด้วยตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป คือ โปรแกรม R ประมวลผล และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังนี้

1) นำแบบสอบถามที่ได้มาตรวจสอบความสมบูรณ์ในการตอบแบบสอบถาม แล้วนำมาลงรหัส นำมาวิเคราะห์ข้อมูล ประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และนำเสนอในรูปตารางประกอบ

2) วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลด้านครอบครัว และข้อมูลด้านสังคม โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ วิเคราะห์ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3) วิเคราะห์ความแตกต่างของสุขภาพกาย และสุขภาพจิตกับปัจจัยทั้ง 3 ด้าน โดยใช้สถิติอนุมาน ได้แก่ t-test, F-test (F) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อนใช้ Scheffe's Test และWelch test (F_w) และทดสอบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเชิงซ้อนใช้ Dunnett's T3

4) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนสุขภาพจิตใช้สถิติสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation)

5) สร้างสมการทำนายสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ สร้างสมการทำนายโดยการวิเคราะห์ถดถอย [6] โดยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) และตรวจสอบรูปแบบสมการถดถอยโดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk normality test, Ramsey's RESET Test, Durbin-Watson test, Breusch-Pagan test และ VariancejInflation Factor (VIF)

และทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพจิตโดยใช้สถิติ t-test และตรวจสอบรูปแบบสมการถดถอย

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนข้อมูลจำแนกทางเดียว (One-way Anova)

เป็นการทดสอบหรือเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่ตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม มีกลุ่มตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป ข้อตกลงเบื้องต้นในกำรวิเคราะห์ความแปรปรวน

(1) ตัวอย่างถูกสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

(2) ประชากรแต่ละกลุ่มเป็นอิสระกัน

(3) ความแปรปรวนของแต่ละประชากรต้องเท่ากัน

(4) ข้อมูลเก็บรวบรวมได้จากค่าสังเกต ต้องเป็นข้อมูลมาตราช่วง (Interval Scale) หรือ มาตราอัตราส่วน (Ratio Scale)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนดำเนินการ 3 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบ Assumption

(1) สุ่มตัวอย่างแต่ละชุดสุ่มอย่างเป็นอิสระ

(2) สุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงปรกติ

(3) ความเท่ากันของความแปรปรวนโดยใช้สถิติ Levene's test

สมมุติฐาน

H_0: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = ... = \sigma_i^2$

H_1: มีความแปรปรวนของประชากรอย่างน้อย 2 กลุ่มที่แตกต่างกัน

ขั้นที่ 2 ทดสอบค่าเฉลี่ยแบบ One-Way ANOVA

1) สถิติทดสอบ F-test (F) เมื่อทดสอบพบว่า $\sigma_i^2 = \sigma_j^2$

สมมุติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = ... = \mu_k$

H_1: $\mu_i \neq \mu_j$ มีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

2) สถิติทดสอบ Welch Test (F_w) เมื่อทดสอบพบว่ามีความแปรปรวนของประชากรอย่างน้อย 2 กลุ่มที่แตกต่างกัน

สมมุติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = ... = \mu_k$

H_1: $\mu_i \neq \mu_j$ มีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

ขั้นที่ 3 การเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple Comparisons) เมื่อขั้นตอนที่ 2 ปฏิเสธ H_0

สมมุติฐาน

H_0: $\mu_i = \mu_j$, H_1: $\mu_i \neq \mu_j$

ใช้สถิติทดสอบดังนี้

กรณีที่ 1 ตรวจสอบพบว่าประชากร $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = ... = \sigma_i^2$ ใช้สถิติทดสอบ LSD

กรณีที่ 2 ตรวจสอบพบว่าประชากร $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$ ใช้สถิติทดสอบ Dunnett's T

2. การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression) [6]

2.1 ค่า t ในการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย

สมมุติฐาน H_0: $\beta_i = 0$

H_1: $\beta_i \neq 0$; i = 1 , 2,...., k

สถิติทดสอบ $t = \frac{b_j - \beta_j}{S_{(bj)}}$

การตัดสินใจ ถ้าค่า p-value ของสถิติ t น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ ให้ ปฏิเสธ H_0

2.2 การตรวจสอบรูปแบบสมการถดถอย ดังนี้

(1) ตรวจสอบข้อมูลตัวแปรตาม มีการแจกแจงปรกติ โดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk normality test

(2) สร้างสมการทำนาย สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของกลุ่มตัวอย่าง

$$\hat{Y} = b_0+b_1X_1+b_2X_2+...+b_kX_k$$

(3) การตรวจสอบข้อกำหนดหลังการวิเคราะห์การถดถอย

- ตรวจสอบการแจกแจงปรกติของค่าคลาดเคลื่อน โดยใช้สถิติ Shapiro-Wilk normality test

สมมุติฐาน H_0 : ค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ

H_1 : ค่าคลาดเคลื่อนไม่มีการแจกแจงปรกติ

การตัดสินใจ ถ้าค่า p-value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ ให้ ปฏิเสธ H_0

- ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นตรงโดยใช้สถิติRamsey's RESET test

สมมุติฐาน H_0 : รูปแบบสมการถดถอยมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง

H_1 : รูปแบบสมการถดถอยไม่มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง

การตัดสินใจ ถ้าค่า p-value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ ให้ ปฏิเสธ H_0

- ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนของแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระกันโดยใช้สถิติ Durbin-Watson test

สมมุติฐาน H_0 : ค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กันเอง

H_1 : ค่าคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันเอง

การตัดสินใจ ถ้าค่า p-value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ ให้ ปฏิเสธ H_0

- ตรวจสอบความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่โดยใช้สถิติ Breusch-Pagan test

สมมุติฐาน H_0 : ความแปรปรวนมีค่าคงที่เป็น Homoscedasticity

H_1 : ความแปรปรวนมีค่าไม่คงที่เป็น Heteroscedasticity

การตัดสินใจ ถ้าค่า p-value น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ ให้ ปฏิเสธ H_0

- ตรวจสอบการเกิดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระโดยใช้สถิติVariance Inflation Factor (VIF) ถ้าค่า VIF ของ ตัวแปรอิสระต่าง ๆ มากกว่า 4 จะถือว่าตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระอื่นๆ สูง หรือเกิด Multicollinearity

- ตรวจสอบส่วนเหลือผิดปรกติประเภท Outlier

สมมุติฐาน H_0: ค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความผิดปรกติ; ค่าสังเกตที่ i ไม่เป็น Outlier

H_1: ค่าคลาดเคลื่อนมีความผิดปรกติ; ค่าสังเกตที่ i เป็น Outlier

สถิติทดสอบ: t-test: $t_0 = \frac{\tilde{\gamma}}{S(\tilde{\gamma})}$

ในการทดสอบคือการทดสอบค่าส่วนเหลือที่เป็นที่ค่าสังเกตที่ i ที่เป็นค่าขีดสุด($\mathbf{e}_i^*$) โดยใช้การแจกแจง t_{n-k-2} และอาณาเขตวิกฤต ถ้ากำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ใช้ค่าประมาณ $t_{0.025} = \pm 2$ และเพื่อแก้ไขปัญหาในการวิเคราะห์ข้อมูล Bonferroni ปรับเปลี่ยนเป็นค่า Bonferroni p-value และวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม R

ผลการวิจัย:

วัตถุประสงค์ 1 เพื่อศึกษาสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีผลต่อคะแนนสุขภาพจิตเฉลี่ยของผู้สูงอายุ

ปัจจัยส่วนบุคคล	คะแนนสุขภาพจิต (Y)		ค่าสถิติทดสอบ	p-value
	ค่าเฉลี่ย	S.D.		
1) จำนวนสมาชิกในครอบครัว				
- 1-3 คน	52.80	3.992		
- 4-6 คน	49.55	5.289	F_w = 22.748	0.000***
- มากกว่า 6 คน	45.75	3.808		
2) การสูบบุหรี่				
- ไม่สูบ	51.17	5.051		
- 1-5 มวลต่อวัน	50.79	5.144		
- 5-10 มวลต่อวัน	52.46	2.787	F_w = 9.421	0.000***
- มากกว่า 10 มวลต่อวัน	53.71	0.951		
3) อาชีพ				
- ไม่ได้ทำงานประจำ	50.17	5.029		
- ข้าราชการเกษียณ	51.62	3.201		
- เกษตรกร	50.48	4.953	F = 6.990	0.000***
- กิจการส่วนตัว / ค้าขาย	49.12	4.096		
- รับจ้างทั่วไป	53.45	4.933		

จากข้อมูลตารางที่ 1 พบว่า a) คะแนนสุขภาพจิตเฉลี่ยของผู้สูงอายุ อย่างน้อย 1 กลุ่มของผู้ที่มีจำนวนสมาชิกในครอบครัว หรือ กลุ่มผู้ที่สูบบุหรี่ หรือ กลุ่มอาชีพ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับ 0.01

แต่เมื่อการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับสุขภาพจิตรายคู่ กลุ่มผู้สูงอายุที่มีสมาชิกในครอบครัว 1-3 คน มีคะแนนสุขภาพจิตแตกต่างกับกลุ่มที่มีสมาชิกตั้งแต่ 4 คนขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 กลุ่มคนที่สูบบุหรี่มากกว่า 10 มวลต่อวัน มีคะแนนสุขภาพจิตแตกต่างกลุ่มที่สูบไม่เกิน 10 ม้วน และ กลุ่มกิจการส่วนตัว / ค้าขาย มีคะแนนคะแนนสุขภาพจิตแตกต่างกลุ่มอาชีพอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับ 0.01

ตารางที่ 2 ปัจจัยด้านการดำเนินชีวิตประจำวันที่มีผลต่อคะแนนสุขภาพจิตเฉลี่ยของผู้สูงอายุ

ปัจจัยด้านการดำเนินชีวิตประจำวัน	คะแนนสุขภาพจิต (Y)		ค่าสถิติทดสอบ	p-value
	ค่าเฉลี่ย	S.D.		
1) การเข้าร่วมกิจกรรมของหมู่บ้าน / ชุมชน				
- เข้าร่วมเป็นประจำ	53.02	4.659		
- เข้าร่วมบางครั้ง	50.49	5.303	F_w = 5.662	0.004***
- ไม่เคยเข้าร่วมเลย	50.97	3.980		
2) สิ่งอำนวยความสะดวกของครอบครัว				
- ไม่มี	53.08	2.326		
- มีบ้าง	56.00	0.000	F = 3.082	0.048**
- มี	50.96	5.099		
3) ระยะเวลาการนอนพักผ่อนตอนกลางวัน (นาที/วัน)				
- 0-5 นาที	51.72	4.310		
- 6-10 นาที	49.09	7.660	F_w = 6.391	0.005***
- 11-15 นาที	48.46	3.503		
4) ระยะเวลาการออกกำลังกาย (นาที/วัน)				
- 0-10 นาที	50.98	5.203		
- 11-20 นาที	53.10	3.934	F_w = 8.620	0.000***
- 21-30 นาที	49.55	4.024		
5) จำนวนการทำกิจกรรมกับครอบครัว (ครั้ง/สัปดาห์)				
- ไม่เกิน 5 ครั้ง	51.98	4.759		
- 6-10 ครั้ง	49.81	5.259	F = 6.374	0.002***
- มากกว่า 10 ครั้ง	48.82	2.714		

จากข้อมูลตารางที่ 2 พบว่า a) คะแนนสุขภาพจิตเฉลี่ยของผู้สูงอายุ อย่างน้อย 1 กลุ่มของการเข้าร่วมกิจกรรมของหมู่บ้าน / ชุมชน กลุ่มผู้ที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกของครอบครัว กลุ่มที่ระยะเวลาการนอนพักผ่อนตอนกลางวัน การออกกำลังกาย การทำกิจกรรมกับครอบครัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับ 0.01

แต่เมื่อการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนสุขภาพจิตรายคู่ ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับ 0.01 ดังนี้ กลุ่มผู้สูงอายุที่มีการเข้าร่วมกิจกรรมของหมู่บ้าน / ชุมชนเป็นประจำ แตกต่างกับกลุ่มเข้าร่วมบางครั้งหรือไม่เคยเข้าร่วม กลุ่มที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกของครอบครัว แตกต่างกับกลุ่มไม่มีสิ่งอำนวยฯ กลุ่มที่ใช้ระยะวลาการนอนพักผ่อนตอนกลางวัน 0-10 นาที แตกต่างจากกลุ่มที่ใช้เวลา 11-15 นาที กลุ่มระยะเวลาการออกกำลังกาย 11-20 นาที แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้เวลา 0-10 นาที และ21-30 นาที กลุ่มการทำกิจกรรมกับครอบครัว ไม่เกิน 5 ครั้ง แตกต่าง กลุ่มตั้งแต่ 6 ครั้งขึ้นไป

ตารางที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสุขภาพจิตกับตัวแปรลักษณะผู้สูงอายุ

ตัวแปร	คะแนนสุขภาพจิต
	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
1. อายุ	0.076
2. น้ำหนัก	-0.268**
3. ส่วนสูง	0.234
4. ระดับความดันโลหิต	0.118
5. รายได้	0.026
6. รายจ่าย	0.057
7. จำนวนการสูบบุหรี่ (มวล/วัน)	0.053
8. จำนวนการดื่มแอลกอฮอล์ (แก้ว/วัน)	0.065
9. ระยะเวลาการนอนพักผ่อนตอนกลางวัน (นาที/วัน)	-0.175**
10. ระยะเวลาการนอนพักผ่อนตอนกลางคืน (นาที/วัน)	0.124
11. จำนวนการออกกำลังกาย (วัน/สัปดาห์)	0.046
12. ระยะเวลาการออกกำลังกาย (วัน/นาที)	0.003
13. จำนวนสมาชิกในครอบครัว	-0.487***
14. จำนวนการทำกิจกรรมร่วมกับคนในครอบครัว (ครั้ง/สัปดาห์)	-0.218**
15. ระยะเวลาการเข้าถึงสื่อ (นาที/วัน)	0.080
16. ความถี่ในการเข้าถึงสื่อ (ครั้ง/วัน)	0.098
17. จำนวนเพื่อนสนิท	0.248
18. จำนวนการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน (ครั้ง/สัปดาห์)	0.179
19. ระยะเวลาในการพบปะเพื่อน (นาที/ครั้ง)	0.120
20. คะแนนสุขภาพกาย	0.683***

จากข้อมูลตารางที่ 3 พบว่า คะแนนสุขภาพกายมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ คะแนนสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญ 0.01 แต่ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับคะแนนสุขภาพจิต ได้แก่ น้ำหนัก ระยะเวลาการนอนพักผ่อนตอนกลางวัน จำนวนการทำกิจกรรมร่วมกับคนในครอบครัว คะแนนสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญ 0.05 และจำนวนสมาชิกในครอบครัว อย่างมีนัยสำคัญ 0.01

วัตถุประสงค์ 2 เพื่อสร้างสมการทำนายสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ โดยการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares: OLS) แล้วทำการตรวจสอบเงื่อนไขตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอย พบว่าการแจกแจงปรกติของส่วนเหลือมีการแจกแจงไม่ปรกติ จึงได้แก้ไขตัวแปรตามดังที่ [6] เสนอไว้โดยใช้วิธีการ Log และ Box – Cox Transformation ตามลำดับ แล้วตรวจสอบเงื่อนไขตามข้อตกลงเบื้องต้นอีกครั้งพบว่าส่วนเหลือยังมีการแจกแจงไม่ปรกติ จึงทำการวิเคราะห์โดยใช้ การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย โดยวิธีการประมาณค่า Robust regression ตามที่ [6] และ [7] เสนอไว้ ทั้งนี้ [8] ได้เสนอแนะว่าเมื่อมีการใช้ Robust regression ให้ตรวจสอบส่วนเหลือผิดปรกติประเภท Outlier แทนการตรวจสอบการแจกแจงปรกติ

ของส่วนเหลือ ผลการวิเคราะห์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณด้วยวิธีขั้นตอน ซึ่ง n=250 และมีตัวแปรที่ใช้ในสมการถดถอย ดังนี้

Y แทน คะแนนสุขภาพจิต
Q แทน คะแนนสุขภาพกาย
X_1 แทน น้ำหนักของผู้สูงอายุ
X_3 แทน ระยะเวลาการนอนพักผ่อนตอนกลางวันของผู้สูงอายุ
X_4 แทน จำนวนสมาชิกในครอบครัว
X_5 แทน จำนวนการทำกิจกรรมร่วมกับสมาชิกครอบครัว

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยและการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย จากผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย โดยวิธีการประมาณค่า Robust regression

ตัวแปร	b	beta	SE_b	t	R^2
Constant	42.75	-	2.04	20.99	58.81
Q	0.57	0.68	0.05	11.60	
X_1	-0.07	-0.15	0.02	-3.29	
X_3	-0.02	-0.13	0.01	-2.77	
X_4	-0.62	-0.19	0.16	-3.95	
X_5	0.19	0.20	0.05	3.48	

จากตารางที่ 4 พบว่า มีตัวแปรอิสระที่เข้าสมการทำนายทั้งหมด 5 ตัวแปร คือ Q แทน คะแนนสุขภาพกาย มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.57 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณเท่ากับ 0.05 X_1 แทน น้ำหนักของผู้สูงอายุ มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ -0.07 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณเท่ากับ 0.02 X_3 แทน ระยะการนอนพักผ่อนตอนกลางวันของผู้สูงอายุ มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ -0.02 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณเท่ากับ 0.01 X_4 แทน จำนวนสมาชิกในครอบครัว มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ -0.62 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณเท่ากับ 0.16 และ X_5 แทน จำนวนการทำกิจกรรมร่วมกับสมาชิกครอบครัว มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.19 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณ 0.05 สามารถเขียนสมการทำนาย สมการถดถอยที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ทำนายถูกต้องประมาณ 58.81 เปอร์เซ็นต์ได้ดังนี้

$$\hat{Y} = 42.50 + 0.57Q - 0.07X_1 - 0.02X_3 - 0.70X_4 + 0.19X_5$$

สมการถดถอย/สมการทำนายมาตรฐานได้ดังนี้

$$\hat{Y}^* = 0.68Q^* - 0.68X_1^* - 0.13X_3^* - 0.19X_4^* + 0.20X_5^*$$

จากสมการถดถอยมาตรฐาน พบว่า ตัวแปรที่มีผลต่อคะแนนสุขภาพจิต (Y) มากที่สุด คือ คะแนนสุขภาพกาย (Q) โดยที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานเท่ากับ 0.68

ตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบตัวแบบสมการทำนายคะแนนสุขภาพจิต

การตรวจสอบ	ตัวสถิติ	ค่าที่ได้	สรุปผล
1.ตรวจสอบรูปแบบการถดถอยเชิงเส้น (Linearility)	Ramsey's RESET test	p-value = 0.209	รูปแบบสมการทำนายมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง

การตรวจสอบ	ตัวสถิติ	ค่าที่ได้	สรุปผล
2.ตรวจสอบภาวะความแปรปรวนเท่ากัน (Homoscedasticity)	Breusch-Pagan test	p-value = 0.101	ความแปรปรวนมีค่าคงที่
3.ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนของแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระกัน (Independent)	Durbin-Watson test	p-value = 0.079	ค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กันเอง
4.ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนผิดปรกติ ประเภท outlier ค่าสังเกตที่ 240	t-test (Bonferroni ปรับแก้)	Bonferroni p = 0.160	ค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความผิดปรกติ ประเภท outlier
5. ตรวจสอบการเกิดความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุ (Multicollinearity)	VIF (Variance-inflation factor)	Q = 1.74 X_1 = 1.06 X_3 = 1.09 X_4 = 1.21 X_5 = 1.61	ค่า VIF ที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 4 สรุป ตัวแปรอิสระทุกตัวไม่เกิด Multicollinearity

จากตารางที่ 5 การตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นตรง พบว่า รูปแบบสมการทำนายมีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง การตรวจสอบความแปรปรวนมีค่าคงที่ พบว่า ภาวะความแปรปรวนมีค่าคงที่ การตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนของแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระกัน พบว่า ค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กันเอง การตรวจสอบการแจกแจงของค่าคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ ไม่ต้องทำการตรวจสอบ เนื่องจากใช้วิธีการประมาณค่า Robust regression แต่ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนผิดปรกติ ประเภท outlier พบว่า ค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความผิดปรกติ ประเภท outlier และการตรวจสอบการเกิดความสัมพันธ์เชิงเส้นพหุ พบว่า ตัวแปรอิสระไม่เกิด Multicollinearity ซึ่งในแต่ละเงื่อนไขเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น รูปแบบสมการทำนายที่สร้างขึ้น คือ

$$\hat{Y} = 42.50 + 0.57Q - 0.07X_1 - 0.02X_3 - 0.70X_4 + 0.19X_5$$

โดยสามารถอธิบายอิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวที่มีผลต่อตัวแปรตาม ดังนี้ เมื่อคะแนนสุขภาพกาย (Q) มีคะแนนเพิ่มขึ้น 1 คะแนน มีผลทำให้คะแนนสุขภาพจิตมีคะแนนเพิ่มขึ้น 0.57 คะแนน ในขณะที่ตัวแปรอื่นมีค่าคงที่ และเมื่อน้ำหนักของผู้สูงอายุ (X_1) มีคะแนนเพิ่มขึ้น 1 หน่วย ผลทำให้คะแนนสุขภาพจิตจะมีคะแนนลดลง 0.07 คะแนน ซึ่งสมการถดถอยที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ทำนายถูกต้องประมาณ 58.81 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างการแทนค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ เช่น ระดับสุขภาพจิตของผู้สูงคนหนึ่ง เมื่อสอบถาม ได้ข้อมูลดังนี้

Q	สุขภาพกาย	เท่ากับ	15 คะแนน
X_1	น้ำหนัก	เท่ากับ	45 กิโลกรัม
X_3	ระยะเวลาการนอนพักผ่อนตอนกลางวัน	เท่ากับ	10 นาที
X_4	จำนวนสมาชิกในครอบครัว	เท่ากับ	4 คน
X_5	จำนวนการทำกิจกรรมร่วมกับสมาชิกครอบครัว	เท่ากับ	5 ครั้ง

แทนค่าตัวแปรในสมการทำนาย

$$\hat{Y} = 42.50 + 0.57Q - 0.07X_1 - 0.02X_3 - 0.70X_4 + 0.19X_5$$

$$\hat{Y} = 42.50 + 0.57(15) - 0.07(45) - 0.02(10) - 0.70(4) + 0.19(5) = 55.93$$

ทำนายได้ว่า ผู้สูงอายุคนนี้มีคะแนนสุขภาพจิตประมาณ 55.93 คะแนน แสดงว่าผู้สูงอายุคนนี้มีสุขภาพจิตเท่ากับคนทั่วไป

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย:

1) ผู้สูงอายุที่บุหรี่มากขึ้นมีคะแนนสุขภาพจิตมากขึ้น อาชีพกิจการส่วนตัว / ค้าขาย เป็นกลุ่มที่มีคะแนนสุขภาพจิตน้อยกว่ากลุ่มอาชีพอื่น ๆ การเข้าร่วมการเข้าร่วมกิจกรรมของหมู่บ้าน / ชุมชนเป็นประจำมีผลให้คะแนนสุขภาพจิตสูงกว่าการเข้าร่วมเป็นบางครั้งหรือไม่เคยเข้าร่วมเลย การศึกษาสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ผู้สูงอายุที่ใช้เวลานอนกลางวันใช้เวลามาก มีคะแนนสุขภาพจิตต่ำ แต่กลุ่มที่ใช้เวลานอนน้อยมีคะแนนสุขภาพจิตสูง ผู้วิจัยจึงตรวจสอบตัวแปรที่มาเกี่ยวข้อง พบว่า ผู้สูงอายุที่ใช้เวลานอนกลางวันใช้เวลามาก ส่วนใหญ่เป็นผู้ที่เจ็บป่วยจึงทำให้คะแนนสุขภาพจิตต่ำ และ เวลาการออกกำลังกาย 11 – 20 นาที/วัน เป็นกลุ่มที่มีคะแนนสุขภาพจิตสูงกว่ากลุ่มอื่น และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนสุขภาพจิต อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ได้แก่ คะแนนสุขภาพกาย น้ำหนัก จำนวนสมาชิกในครอบครัว ระยะเวลาการนอนพักผ่อนตอนกลางวัน จำนวนการทำกิจกรรมร่วมกับคนในครอบครัว ซึ่งบางตัวแปรสอดคล้องกับงานวิจัย [9] ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุไทย พบว่า เพศ อายุ ความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน สุขภาพกาย ระดับการศึกษาสูงสุด สถานภาพสมรส เขตที่อยู่อาศัย สถานภาพในครัวเรือน การทำงาน การเข้าร่วมกิจกรรมของชุมชน ระดับรายได้ และความเพียงพอในรายได้ ส่งผลต่อภาวะสุขภาพที่ดีของผู้สูงอายุไทย

2) สมการทำนายสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในตำบลเชียงดาว อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ คือ คะแนนสุขภาพกาย (Q) น้ำหนักของผู้สูงอายุ (X_1) ระยะเวลาการนอนพักผ่อนตอนกลางวันของผู้สูงอายุ (X_3) จำนวนสมาชิกในครอบครัว (X_4) และการทำกิจกรรมร่วมกับครอบครัว (X_5)

ได้สมการทำนายปัจจัยที่ส่งผลต่อคะแนนสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ในอำเภอเชียงดาว ตำบลเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ดังนี้

$$\hat{Y} = 42.50 + 0.57Q - 0.07X_1 - 0.02X_3 - 0.70X_4 + 0.19X_5$$

จากการตรวจสอบข้อมูล พบว่า ผู้สูงอายุที่มีการนอนพักผ่อนตอนกลางวันส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุที่เป็นผู้ป่วยติดเตียง หรือไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ จึงมีผลทำให้มีสุขภาพจิตย่ำแย่ ส่วนผู้สูงอายุที่มีจำนวนสมาชิกในครอบครัวเยอะ มักจะประสบปัญหาในเรื่องของการเงิน มีรายจ่ายมากกว่ารายรับ จึงมีผลทำให้คะแนนสุขภาพจิตลดลง สมการถดถอย/สมการทำนายมาตรฐานได้ดังนี้

$$\hat{Y}^* = 0.68Q^* - 0.68X_1^* - 0.13X_3^* - 0.19X_4^* + 0.20X_5^*$$

โดยสมการทำนายที่ได้ ตรวจสอบตามเงื่อนไขข้อตกลงเบื้องต้น คือ

(1) ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นตรง

(2) ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนของแต่ละค่าสังเกตเป็นอิสระกัน

(3) ตรวจสอบความแปรปรวนของค่าความคลาดเคลื่อนคงที่

(4) ตรวจสอบค่าคลาดเคลื่อนผิดปรกติ ประเภท outlier

(5) ตรวจสอบการเกิดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

ผ่านตามเงื่อนไขสมการทำนายสามารถนำไปใช้ได้และสามารถทำนายได้ถูกต้องประมาณร้อยละ 58.81 ตัวแปรที่มีผลต่อคะแนนสุขภาพจิต (Y) มากที่สุด คือ คะแนนสุขภาพกาย (Q) โดยที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐานเท่ากับ 0.68

3) กิจกรรมทางครอบครัวและสังคมจะทำให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพจิตดีขึ้น โดยพบปะกับผู้อื่นในวัยใกล้เคียงกัน จึงไม่รู้สึกโดดเดี่ยว ปรับตัวและยอมรับตัวเองได้ง่ายขึ้น สนับสนุนให้พวกเขามีความนับถือในตัวเอง ป้องกันการเกิดภาวะซึมเศร้า แนวทางการจัดกิจกรรมสังคมควรจะมีความหลากหลายและสามารถแก้ปัญหาของผู้สูงอายุได้ เช่น ช่วยดูแลสุขภาพ ทำให้จิตใจสดชื่น มีความภูมิใจในชีวิต จัดการกับสภาวะอารมณ์ เป็นต้น อาจจะเป็นกิจกรรมรูปแบบออกกำลังกาย กิจกรรมส่งเสริมความรู้ให้ผู้สูงอายุ กิจกรรมตามประเพณีและศาสนา ฯลฯ

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่เทศบาล ผู้สูงอายุ ตำบลเชียงดาวที่ได้กรุณาให้ข้อมูลและผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องจนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง:

[1] นิตยา เพ็ญศิรินภา, หน่วยที่ 1 แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับสุขศึกษาและการส่งเสริมสุขภาพ. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, สืบคนเมื่อ 20 สิงหาคม 2562, จาก https://www.stou.ac.th/schools/shs/DOCUMENTS/54126.pdf

[2] ชมพูนุท พรหมภักดิ์, การเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของประเทศไทย (Aging society in Thailand), สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, 2556. สืบคนเมื่อ 15 สิงหาคม 2562, จาก http://library.senate.go.th/document/Ext6078/6078440_0002.PDF

[3] พิชญ์สินี ชมภูคำ, วิธีวิทยาการวิจัย, เชียงใหม่: ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2558).

[4] โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนางเหล้า อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา, แบบประเมินสุขภาพกาย, สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2562, จาก https://www.kmutt.ac.th

[5] กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข, แบบประเมินสุขภาพจิต, สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2562, จาก https://www.dmh.go.th/

[6] พิชญ์สินี ชมภูคำ, การวิเคราะห์การถดถอยพร้อมการใช้โปรแกรม R, ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2561).

[7] ศิริอร บุญมา, วิธีการประมาณแบบ Robust (Robust Regression), สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2562, จาก http://www.thapra.lib.su.ac.th

[8] Chuck A Arize., What are the diagnostic tests for robust regression?, สืบค้นเมื่อ 29 ธันวาคม 2562, จาก https://www.researchgate.net/post/what_are_the_diagnostic_tests_for_robust_regression.

[9] รักษพล สนิทยา, ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสุขภาพจิตของผู้สูงอายุไทย, สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2562, จาก http://cuir.car.chula.ac.th

ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดยาเสพติด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่

FACTORS AFFECTING DRUG ABUSES GETTING INTO REHABILITATION IN THANYARAK CHIANGMAI HOSPITAL

กรรณิการ์ ปัญญาเลิศ[1,*] และ กฤษณะ ลาน้ำเที่ยง[1]

Kannika Panyalert[1] and Krisana Lanumteang[1]

[1] *สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: กรรณิการ์ ปัญญาเลิศ อีเมล: kannika.pyl@gmail.com

บทคัดย่อ:

ยาเสพติดเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้เสพและสังคม การเข้ารับการบำบัดรักษาและการป้องกันจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะแก้ไขปัญหายาเสพติดให้หมดไป การศึกษานี้วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดยาเสพติด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ และประมาณความชุกของผู้ที่ติดยาเสพติดในจังหวัดเชียงใหม่ ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่าง ผู้เสพยาบ้า เฮโรอีน และไอซ์ ซึ่งมีภูมิลำเนาอยู่จังหวัดเชียงใหม่ที่เข้ารับการบำบัดรักษา ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2558–2562 จำนวน 2,750 ราย ใช้การวิเคราะห์ปัจจัยและประมาณจำนวนผู้ใช้ยาเสพติดแต่ละประเภทด้วยวิธีจับ–จับใหม่ ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยหลักที่ผู้เสพเข้ารับการบำบัดยาเสพติดแต่ละประเภท คือ 1) ยาบ้า: เหตุผลที่เข้ารับการบำบัด สิทธิการรักษา การว่างงาน การป่วยทางจิตเวช และจำนวนครั้งที่ใช้ต่อสัปดาห์ 2) เฮโรอีน: ระดับการศึกษา การป่วยทางจิตเวช และ 3) ไอซ์: สาเหตุการเสพครั้งแรก อายุ และเพศ การประมาณความชุกของผู้เสพยาบ้า เฮโรอีน และไอซ์ ในจังหวัดเชียงใหม่ เท่ากับ 84.21–126.49 9.30–15.36 และ 1.53–2.26 ต่อประชากร 10,000 ราย ตามลำดับ

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์ส่วนประกอบหลัก วิธีจับ–จับใหม่ ยาเสพติดประเภทหนึ่ง

Abstract:

Drug is one of the main problems in Thailand. Consequently, it might cause both users and society. Accessing to rehabilitation and prevention is one way to solve this problem. Factors affecting drug users getting into treatment in Thanyarak Hospital, Chiangmai was analyzed in this study. Estimating the prevalence of drug addicts in Chiangmai was also considered. We used samples of amphetamine, heroin and ice users, which have been treated in Thanyarak Hospital, Chiangmai and were also domiciled in only Chiangmai province. A total of 2,750 patients in the fiscal year 2015–2019 were selected as our samples. Factor analysis and estimation of the number of each type of drug users via the capture–recapture method were applied. The results show that the main factors affecting drug users received treatment are included 1) Amphetamine: reason for receiving treatment, treatment rights, unemployment, psychiatric illness, and the number of times used per week 2) Heroin: education level and psychiatric illness and 3) Ice: cause of first-time trial, age and gender. The estimated prevalence rates of amphetamine, heroin and ice users in Chiangmai are 84.21–126.49, 9.30–15.36, and 1.53–2.26 per 10,000 population, respectively.

Keywords: factor analysis, principal component analysis, capture–recapture method, type I drugs

บทนำ:

ปัญหายาเสพติดเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมไทยมาอย่างยาวนาน และเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศ ซึ่งนับวันจะเป็นปัญหาที่น่าวิตกกังวลและทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ปัญหาเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสังคม เศรษฐกิจ รวมถึงการพัฒนาประเทศ และจะส่งผลโดยตรงต่อผู้เสพ ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และพฤติกรรม [1] ซึ่งปัญหาเหล่านี้หากไม่มีการแก้ไขสถานการณ์อย่างจริงจัง ในอนาคตปัญหายาเสพติดอาจกลายเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงและปัญหาสังคมของประเทศอย่างรุนแรงยิ่งกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้หลายเท่า [2] การเข้ารับการบำบัดยาเสพติดเป็นวิธีการที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านร่างกาย จิตใจ ความคิด และพฤติกรรม โดยในประเทศไทยมีสถานบำบัดรักษาผู้ติดยาเสพติดที่เป็นหน่วยงานของรัฐบาลและเอกชน ซึ่งสถานบำบัดยาเสพติดหลักของรัฐบาล คือ โรงพยาบาลธัญญารักษ์ที่มีกระจายอยู่ตามภูมิภาคต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าในประเทศไทยนั้นได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาการติดยาเสพติดโดยการจัดสถานที่บำบัดรักษาอาการทางร่างกายของผู้ติดยาเสพติดไว้เกือบทุกจังหวัด [3] เพราะการเข้ารับการบำบัดรักษายาเสพติดเป็นแนวทางหนึ่งในการป้องกันแก้ไขปัญหายาเสพติดให้หมดไป

นอกจากนี้ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมามีนักวิจัยหลาย ๆ ท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับแรงจูงใจในการใช้สารเสพติด เช่น การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกระทำความผิดในคดียาเสพติดของเยาวชน จังหวัดพิษณุโลก [4] ที่ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลให้กระทำความผิดในคดียาเสพติดมากที่สุด คือ อยากรู้ อยากลอง และปัจจัยด้านสังคม เนื่องจากการที่ต้องการเป็นที่ยอมรับในสังคมของตนที่มีการมั่วสุมของยาเสพติด จึงเกิดการอยากรู้อยากลอง เพื่อให้ตนเองเป็นที่ยอมรับของกลุ่มเพื่อนฝูง และเป็นที่ยอมรับของกลุ่มคนที่ติดยาเสพติดด้วยกัน และการศึกษามูลเหตุจูงใจในการใช้ยาเสพติดของผู้ที่เข้ารับการบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี [5] ที่พบว่าเหตุผลในการตัดสินใจใช้ยาเสพติดครั้งแรกของกลุ่มตัวอย่างคือ เนื่องจากอยากลอง เหตุผลที่ยังคงใช้ยาเสพติดในปัจจุบัน คือ ความเคยชิน เหตุการณ์ที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้ยาเสพติดพบมากที่สุดคือ งานเลี้ยงสังสรรค์ ส่วนความรู้สึกที่มีผลต่อการใช้ยาเสพติดมากที่สุด คือ ต้องการความสนุกสนาน การแพร่ระบาดของยาเสพติดในหมู่บ้าน มีผลต่อการใช้ยาเสพติด และเพื่อนเป็นบุคคลที่มีอิทธิพลต่อการใช้ยาเสพติดมากที่สุด การเข้าถึงยาเสพติดสามารถเข้าถึงได้ง่าย ส่วนแรงจูงใจในการใช้ยาเสพติดด้านแรงจูงใจภายในพบมากในการที่ทำให้เกิดความสนุกสนาน และแรงจูงใจภายนอกเกิดจากเพื่อนแนะนำชักจูง ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ยาเสพติด คือ ด้านปัจจัยนำเริ่มมีการใช้ยาเสพติดในขณะที่อายุยังน้อย มีทัศนคติที่ดีต่อยาเสพติดว่าเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ ใช้แล้วช่วยให้ขยันทำงาน ด้านปัจจัยเอื้อเข้าถึงยาเสพติดได้ง่ายและใช้เวลาไม่มากในการได้ยามาเสพ ด้านปัจจัยเสริม เพื่อนเป็นบุคคลที่มีอิทธิพลสนับสนุนให้มีการใช้ยาเสพติด และมีผลงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการบำบัดรักษาของผู้ติดสารเสพติดประเภทต่าง ๆ เช่น [6] ที่ได้ศึกษาแรงจูงใจในการเลิกยาเสพติดของผู้ป่วยในโรงพยาบาลธัญญารักษ์ขอนแก่น ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยของแรงจูงใจในการเลิกยาเสพติดในภาพรวม เท่ากับ 3.53 นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุ สถานภาพสมรส และจำนวนครั้งที่เข้ารับการบำบัดรักษาที่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแรงจูงใจในการเลิกยาเสพติดแตกต่างกัน และกลุ่มตัวอย่างที่มีระยะเวลาในการใช้สารเสพติดหลักแตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนแรงจูงใจในการเลิกยาเสพติดด้าน Action และ Maintenance แตกต่างกัน และ [7] พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการเลิกสารเสพติดของผู้ติดยาเสพติดที่เข้ารับการบำบัดรักษาที่ใช้สารเสพติดโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี มี 4 ปัจจัย คือ 1) เจตนาในการทำพฤติกรรม 2) เจตคติต่อพฤติกรรม 3) การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง และ 4) การรับรู้และควบคุมพฤติกรรม โดยการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงมีอิทธิพลต่อความตั้งใจเลิกสารเสพติดของผู้ป่วยโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานีมากที่สุด รองลงมา คือ การควบคุมพฤติกรรมและเจตคติต่อพฤติกรรม ตามลำดับ และการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการเลิกสารเสพติดของเยาวชนที่ใช้สารเสพติดที่เข้ารับการบำบัดเพื่อฟื้นฟูสมรรถภาพในโรงเรียนวิวัฒน์พลเมือง กองทัพเรือ จังหวัดชลบุรี [8] ที่สรุปผลการศึกษาว่า พบว่า ร้อยละ 39.22 ของเยาวชนตัวอย่างมีความตั้งใจในการเลิกสารเสพติดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง และปัจจัยที่สามารถทำนายความตั้งใจ

ในการเลิกสารเสพติดได้แก่ ปัจจัยด้านแรงสนับสนุนทางสังคม ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 0.39 โดยสามารถทำนายความตั้งใจในการเลิกสารเสพติดของเยาวชนที่ใช้สารเสพติดได้ร้อยละ 15

ปัจจุบันจังหวัดเชียงใหม่เป็นพื้นที่ที่มีปัญหายาเสพติดสูง มีผู้เข้ารับการบำบัดฟื้นฟูยาเสพติดมากเป็นอันดับ 3 ของประเทศรองจากกรุงเทพมหานครและสงขลา เนื่องจากมีทั้งแหล่งผลิต แหล่งพัก และยังเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญของประเทศไทย มีประชาชนจากทั่วทุกภาคหลั่งไหลเข้ามาท่องเที่ยว จึงทำให้มีปัญหาการแพร่ระบาดของยาเสพติดมากตามไปด้วย ประกอบกับมีเส้นทางคมนาคมที่สะดวก ผู้ค้ายาเสพติดจึงมักใช้เป็นแหล่งพักยาเสพติดก่อนจะขนส่งไปยังที่อื่น [9] จากการที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสฝึกประสบการณ์ ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ พบว่ายังมีผู้เข้ารับการบำบัดยาเสพติดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดยาเสพติดของผู้เข้ารับบำบัดในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ เพื่อหาข้อสรุปว่าในกลุ่มผู้เข้ารับบำบัดเหล่านี้ให้ความสำคัญกับปัจจัยใดบ้างในการเข้ารับการบำบัดยาเสพติด รวมทั้งศึกษาว่าปัจจัยเหล่านั้นประกอบด้วยตัวแปรอะไรบ้าง ผลจากการศึกษาจะทำให้เข้าใจปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดยาเสพติดของผู้เข้ารับบำบัดในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและเป็นแนวทางพัฒนาการบำบัดฟื้นฟูผู้เข้ารับการบำบัดยาเสพติดต่อไป อีกทั้งยังประมาณค่าจำนวนผู้ติดยาเสพติดเพื่อประมาณความชุกเชิงพื้นที่ของผู้ที่ติดยาเสพติดในจังหวัดเชียงใหม่ โดยพิจารณาเฉพาะผู้ใช้ ยาบ้า เฮโรอีน และไอซ์ ซึ่งเป็นยาเสพติดประเภทที่ 1

วิธีการดำเนินการวิจัย:

ตัวแปรที่ศึกษา

ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดของผู้ติดยาเสพติด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ผู้วิจัยพิจารณาตัวแปรที่คาดว่าจะเกี่ยวข้องทั้งหมด 17 ตัวแปร ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลการเสพ/การรักษา ประกอบด้วย 1) ข้อมูลส่วนบุคคล (11 ตัวแปร): เพศ, อายุ, สัญชาติ, เชื้อชาติ, ศาสนา, ระดับการศึกษา, สถานภาพ, อาชีพ, สิทธิการเบิกจ่าย, การเจ็บป่วยทางจิตเวช และความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดา 2) ข้อมูลการเสพ/การรักษา (6 ตัวแปร): สาเหตุการเสพครั้งแรก, จำนวนครั้งที่ใช้ต่อสัปดาห์, วิธีเสพเหตุผลที่เข้าบำบัด, ผลการจำแนก และวิธีการบำบัด

สำหรับการประมาณค่าจำนวนผู้เสพยาบ้า เฮโรอีน และไอซ์ ในจังหวัดเชียงใหม่ ผู้วิจัยใช้จำนวนครั้งในการเข้ารับบำบัดซ้ำของผู้ป่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ตัวแปรเทียมรหัสผู้ป่วยในการแจกแจงจำนวนครั้งที่ผู้เข้ารับการบำบัดซ้ำ

ประชากรและตัวอย่าง:

ผู้วิจัยกำหนดประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เข้ารับการบำบัดยาเสพติดที่เสพ ยาบ้า เฮโรอีน และไอซ์ ทั้งหมดที่เข้ารับการบำบัดรักษา ทั้งแบบผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ และสำหรับตัวอย่างในการศึกษา กลุ่มตัวอย่างครั้งนี้ คือ ผู้เข้ารับบำบัดยาเสพติดที่เสพ ยาบ้า เฮโรอีน และไอซ์ ที่มีภูมิลำเนาอยู่จังหวัดเชียงใหม่ ที่เข้ารับการบำบัดรักษาทั้งแบบผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ซึ่งใช้ข้อมูลภาคตัดขวาง 5 ปีงบประมาณ ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 – 2562 (1 ตุลาคม พ.ศ. 2557 – 30 กันยายน พ.ศ. 2562) ผู้วิจัยได้ประสานงานกับนักวิชาการคอมพิวเตอร์ จากศูนย์คอมพิวเตอร์และสารสนเทศ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยและขอความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ในการขออนุญาตใช้ข้อมูล รวมจำนวนตัวอย่าง 2,750 ราย แบ่งเป็น ผู้เสพยาบ้า จำนวน 1,980 ราย ผู้เสพเฮโรอีน จำนวน 697 ราย และผู้เสพไอซ์ จำนวน 73 ราย ผู้วิจัยทำการกรองข้อมูลสูญหายออก คงเหลือจำนวน 1,970 ราย แบ่งเป็น ผู้เสพยาบ้า จำนวน 1,398 ราย ผู้เสพเฮโรอีน จำนวน 507 ราย และผู้เสพไอซ์ จำนวน 65 ราย ตามลำดับ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล:

1) สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่อวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานในการสรุปคุณลักษณะของข้อมูลตัวอย่างที่ศึกษา โดยใช้ ค่าแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เพื่อรวมกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันไว้ในปัจจัยเดียวกัน ซึ่งจะทำให้อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดยาเสพติด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของการวิเคราะห์ปัจจัยด้วยค่า KMO และผลการทดสอบของ Bartlett's Test สกัดปัจจัยด้วยวิธี Principal Component เพื่อจะให้ปัจจัยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงและลดจำนวนตัวแปรให้น้อยลง และทำการหมุนแกนด้วยวิธี Varimax เพื่อแสดงให้เห็นว่าภายในปัจจัยเดียวกันมีความสัมพันธ์กัน ต่างปัจจัยไม่มีความสัมพันธ์กัน [10]

3) การวิเคราะห์ความชุกเชิงพื้นที่ของผู้ที่ติดยาเสพติดแต่ละประเภทในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งคำนวนจากจำนวนผู้ติดยาเสพติดแต่ละประเภทหารด้วยจำนวนประชากรทั้งหมดในจังหวัดเชียงใหม่ โดยประมาณจำนวนผู้ใช้ยาเสพติดแต่ละประเภทด้วยวิธี จับ–จับใหม่ (Capture–Recapture Method) จำนวน 4 วิธีการ ประกอบด้วยวิธี Maximum Likelihood, Good-Turing, Chao และ Zelterman ซึ่งเป็นวิธีการที่ครอบคลุมทั้งตัวแบบปัวซงที่ตัดค่าศูนย์ในภาวะเอกพันธุ์และภาวะวิวิธพันธุ์ ในการใช้วิธีการจับ-จับใหม่ ผู้วิจัยแจกแจงจำนวนครั้งที่ผู้ป่วยเข้ารับการบำบัดซ้ำ $Y_j; j = 1,2,...,n$ ด้วยตัวแปรเทียมรหัสผู้ป่วย โดยกำหนดให้ f_i แทน จำนวนผู้ป่วยในตัวอย่างที่เข้ารับการบำบัด i ครั้ง $i = 1,2,3,...,m$ เมื่อ m คือจำนวนครั้งสูงสุดที่ผู้ป่วยเข้ารับการบำบัด และขนาดตัวอย่าง $n = f_1 + f_2 + f_3 + ... + f_m$ การประมาณค่าจำนวนผู้เสพยาเสพติดประเภทต่าง ๆ จากทั้ง 4 วิธีข้างต้น คำนวณตัวประมาณค่า $(\hat{N})$ และความแปรปรวนของตัวประมาณค่า $(\hat{Var}(\hat{N}))$ ดังนี้ [11, 12]

จากวิธี Capture–Recapture ซึ่งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีลักษณะเป็นข้อมูลแจงนับ โดยสนใจจำนวนครั้งที่หน่วยตัวอย่างถูกพบในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา ทำให้ผู้วิจัยตั้งข้อสมมติว่าตัวแปรสุ่มในวิธี Capture–Recapture มีลักษณะการแจงแจงปัวซงที่มีพารามิเตอร์ λ และเนื่องจากตัวอย่างที่ถูกพบในการเก็บข้อมูลโดยวิธีนี้จะไม่มีค่าศูนย์ ดังนั้น ฟังก์ชันความน่าจะเป็นจึงเป็นการแจกแจงปัวซงที่มีการตัดค่าศูนย์ออก $p_{i+} = \frac{e^{-\lambda}\lambda^i}{i(1-e^{-\lambda})}; i = 1,2,..., \lambda > 0$ ซึ่งเรียกว่าตัวแบบปัวซงที่ตัดค่าศูนย์ในภาวะเอกพันธุ์ เนื่องจากไม่ทราบค่าพารามิเตอร์ λ ทำให้ต้องประมาณค่าเพื่อใช้ในการประมาณขนาดประชากร โดยตัวประมาณขนาดประชากรที่พัฒนาภายใต้ตัวแบบดังกล่าว เช่น ตัวประมาณค่าโดยวิธี Maximum Likelihood และตัวประมาณค่าของ Good–Turing [11]

Maximum Likelihood Estimator $(\hat{N}_{MLE})$:

$$\hat{N}_{MLE} = \frac{n}{1-e^{-\hat{\lambda}_{MLE}}}$$ เมื่อ $\hat{\lambda}_{MLE}$ คือ ตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงปัวซงที่ตัดค่าศูนย์ด้วยวิธีความควรจะเป็นสูงสุด

$$\hat{Var}(\hat{N}_{MLE}) = \frac{\hat{N}_{MLE}}{e^{\frac{S}{\hat{N}_{MLE}}} - \frac{S}{\hat{N}_{MLE}} - 1}$$ เมื่อ $S = \sum_{i=1}^{m} if_i$

Good-Turing's Estimator $(\hat{N}_{Turing})$ *:*

$$\hat{N}_{Turing} = \frac{n}{1-\frac{f_1}{S}}$$ เมื่อ $S = \sum_{i=1}^{m} if_i$

$$\hat{Var}_{(Turing)} = \frac{n\frac{f_1}{S}}{(1-\frac{f_1}{S})^2} + \frac{n^2}{(1-\frac{f_1}{S})^4}\left\{\frac{f_1(1-\frac{f_1}{\hat{N}_{Turing}})}{S^2} + \frac{f_1^2}{S^3}\right\}$$

อย่างไรก็ดีในความเป็นจริงนั้น หน่วยตัวอย่างในประชากรมักมีความหลากหลายทำให้ความน่าจะเป็นที่หน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยจะถูกพบ i ครั้ง จึงมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับการแจกแจงของพารามิเตอร์ λ เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ λ มีฟังก์ชันหนาแน่นความน่าจะเป็น (Probability density function) เป็น $g(\lambda)$ ค่าความน่าจะเป็นที่หน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยจะถูกพบ i ครั้ง คือ $p_i = \int_0^\infty \frac{e^{-\lambda}\lambda^i}{i!} g(\lambda)d(\lambda)$ ในกรณีเช่นนี้ จะเรียกว่าตัวแบบปัวซงที่ตัดค่าศูนย์ในภาวะวิวิธพันธุ์ โดยตัวประมาณขนาดประชากรที่พัฒนาภายใต้ตัวแบบนี้ ยกตัวอย่างเช่น ตัวประมาณขนาดประชากรของ Chao และตัวประมาณขนาดประชากรของ Zelterman [12]

Chao's Estimator $(\hat{N}_{Chao})$:

$$\hat{N}_{Chao} = n + \frac{f_1^2}{2f_2}$$

$$\hat{Var}(\hat{N}_{Chao}) = \frac{f_1^4}{4f_2^3} + \frac{f_1^3}{f_2^2} + \frac{f_1^2}{2f_2} - \frac{f_1^4}{4nf_2^2} - \frac{f_1^4}{2f_2(2nf_2 + f_1^2)}$$

Zelterman's Estimator $(\hat{N}_{Zel})$:

$$\hat{N}_{Zel} = \frac{n}{1 - e^{\frac{-2f_2}{f_1}}}$$

$$\hat{Var}(\hat{N}_{Zel}) = nG(\hat{\lambda})\left\{1 + nG(\hat{\lambda}_{Zel})\hat{\lambda}_{Zel}^2\left(\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}\right)\right\};\ \hat{\lambda}_{Zel} = \frac{2f_2}{f_1} \text{ และ } G(\hat{\lambda}_{Zel}) = \frac{e^{-\hat{\lambda}_{Zel}}}{(1 - e^{-\hat{\lambda}_{Zel}})^2}$$

จากตัวประมาณค่าขนาดประชากรทั้ง 4 วิธี ที่ได้กล่าวถึง เมื่อเราสามารถประมาณค่า $\hat{N}$ จะทำให้เราสามารถประมาณค่าจำนวนหน่วยตัวอย่างที่ไม่ถูกตรวจพบ $(\hat{f}_0)$ ได้ด้วย ซึ่ง $\hat{f}_0 = \hat{N} - n$ โดยในการศึกษาครั้งนี้ $\hat{f}_0$ จะหมายถึงจำนวนผู้เสพยาเสพติดแต่ละประเภทในจังหวัดเชียงใหม่ที่ยังไม่ได้เข้ารับการบำบัด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่

ผลการวิจัย:

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง:

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างผู้เข้ารับบำบัดยาเสพติดประเภทยาบ้า เฮโรอีน และไอซ์ ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 - พ.ศ. 2562 รวมจำนวน 2,750 ราย ซึ่งพบว่าผู้เสพยาบ้า จำนวน 1,980 ราย ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (83.4%) ช่วงอายุ 20-39 ปี (71.1%) สัญชาติไทย (95.2%) เชื้อชาติไทย (85.0%) นับถือศาสนาพุทธ (94.5%) การศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า (47.7%) สถานภาพโสด (39.6%) อาชีพรับจ้าง (64.9%) ใช้สิทธิคุมประพฤติในการเบิกจ่าย (73.7%) ไม่มีการเจ็บป่วยทางจิตเวชร่วมด้วย (93.6%) ความสัมพันธ์ของบิดามารดาไม่ได้อยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น (56.3%) สาเหตุการเสพครั้งแรกเพราะอยากลอง (56.2%) ใช้ยาเสพติดจำนวน 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ (43.2%) โดยใช้วิธีสูบ (100.0%) เหตุผลที่เข้าบำบัดยาเสพติดเพราะถูกบังคับบำบัดตาม พ.ร.บ. (71.5%) บำบัดด้วยยาและเมทาโดน (99.7%) และถูกจำแนกเป็นผู้ติดยาเสพติดรุนแรง (99.3%)

เมื่อพิจารณาผู้เสพเฮโรอีน จำนวน 697 ราย ที่เข้ารับการบำบัด ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (90.5%) ช่วงอายุ 20-39 ปี (49.1%) สัญชาติไทย (78.9%) เชื้อชาติไทย (51.1%) นับถือศาสนาพุทธ (75.2%) การศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า (68.6%) สถานภาพสมรส (52.8%) อาชีพรับจ้าง (39.6%) ใช้สิทธิชำระเอง (54.4%) ไม่มีการเจ็บป่วยทางจิตเวชร่วมด้วย (93.1%) ความสัมพันธ์ของบิดามารดาไม่ได้อยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น (56.2%) สาเหตุการเสพครั้งแรกเพราะอยากลอง (52.9%) ใช้ยาเสพติดมากกว่า 4 ครั้งต่อสัปดาห์ (81.1%) โดยใช้วิธีสูบ (84.9%) เหตุผลที่เข้าบำบัดยาเสพติดเพราะอยากเลิก (62.3%) บำบัดด้วยยาและเมทาโดน (87.2%) และถูกจำแนกเป็นผู้ติดยาเสพติดรุนแรง (99.6%)

และสำหรับผู้เสพไอซ์ จำนวน 73 ราย ที่เข้ารับการบำบัด ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (76.7%) ช่วงอายุ 20-39 ปี (82.2%) สัญชาติไทย (98.6%) เชื้อชาติไทย (98.6%) นับถือศาสนาพุทธ (90.4%) การศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษา (50.7%) สถานภาพโสด (59.9%) สถานะมีงานทำ (39.7%) ใช้สิทธิชำระเอง (73.8%) ไม่มีการเจ็บป่วยทางจิตเวชร่วมด้วย (77.0%) บิดามารดาอยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น (54.8%) สาเหตุการเสพครั้งแรกเพราะอยากลอง (46.6%) ใช้ยาเสพติดมากกว่า 4 ครั้งต่อสัปดาห์ (42.5%) โดยใช้วิธีสูบ (86.3%) เหตุผลที่เข้าบำบัดยาเสพติดเพราะอยากเลิก (74.0%) บำบัดด้วยยาและเมทาโดน (100.0%) และถูกจำแนกเป็นผู้ติดยาเสพติดรุนแรง (100.0%)

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ผู้เสพเข้ารับการบำบัด

เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับการบำบัดยาเสพ ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ด้วยการวิเคราะห์ปัจจัย จากข้อมูลตัวแปรที่ผู้วิจัยคาดว่าจะมีผลต่อการเข้ารับบำบัดของผู้เสพยาเสพติดทั้งหมด 17 ตัว ซึ่งเป็นของข้อมูลส่วนบุคคล 11 ตัวแปร ข้อมูลการเสพและวิธีการบำบัดรักษา 6 ตัวแปร ผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) โดยสกัดปัจจัยด้วยวิธี Principal Component และหมุนแกนด้วยวิธี Varimax พบว่า สำหรับยาเสพติดประเภทยาบ้า สามารถรวมกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับการบำบัดของผู้เสพยาบ้าได้ 8 ปัจจัย โดยสามารถอธิบายความผันแปรรวมของการเข้ารับการบำบัดของผู้เสพยาบ้าได้ 65.703% ปัจจัยหลักที่ 1 คือ เหตุผลที่เข้ารับบำบัดรักษา สิทธิการรักษา การว่างงาน การเจ็บป่วยทางจิตเวช และจำนวนครั้งที่ใช้ต่อสัปดาห์ (อธิบายความผันแปรได้ 13.273%) ปัจจัยหลักที่ 2 คือ ระดับการศึกษาและความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดาที่อยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น (อธิบายความผันแปรได้ 10.715%) และปัจจัยหลักที่ 3 คือ สถานภาพสมรสและอายุ (อธิบายความผันแปรได้ 9.673%) รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าน้ำหนักของปัจจัยของผู้เสพยาบ้าที่มีผลต่อการเข้ารับการบำบัด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่

คำอธิบายปัจจัย	ตัวแปร	ค่าน้ำหนักปัจจัย (Factor Loading)	อธิบายความผันแปร (% of Variance)
ปัจจัยที่ 1: เหตุผลที่เข้ารับบำบัดรักษา สิทธิการรักษา การว่างงานและการเจ็บป่วยทางจิตเวช รวมถึงจำนวนครั้งที่ใช้ต่อสัปดาห์	1.1) อยากเลิก	0.845	13.273
	1.2) ชำระเงินเอง	0.789	
	1.3) ว่างงาน	0.531	
	1.4) การเจ็บป่วยทางจิตเวช	0.477	
	1.5) จำนวนครั้งที่ใช้ต่อ สัปดาห์	0.429	
ปัจจัยที่ 2: ระดับการศึกษาและความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดาที่อยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น	2.1) มัธยมศึกษา	0.928	10.715
	2.2) ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า	0.925	
	2.3) อยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น	0.324	
ปัจจัยที่ 3: สถานภาพสมรสและอายุ	3.1) โสด	0.875	9.673
	3.2) สมรส	0.836	
	3.3) อายุ	0.517	
ปัจจัยที่ 4: สาเหตุการเสพครั้งแรก	4.1) อยากลอง	0.968	9.369
	4.2) เพื่อนชวน	0.964	
ปัจจัยที่ 5: เชื้อชาติ สัญชาติและศาสนา	5.1) เชื้อชาติ	0.836	6.342
	5.2) สัญชาติ	0.698	
	5.3) ศาสนาพุทธ	0.637	
ปัจจัยที่ 6: ผลการจำแนกผู้ติดยาเสพติดรุนแรง	6.1) ผู้ติดยาเสพติดรุนแรง	0.665	6.041
ปัจจัยที่ 7: เพศ	7.1) เพศ	0.808	5.243
ปัจจัยที่ 8: วิธีการบำบัด	8.1) วิธีบำบัด	0.928	5.049
รวม			**65.703**

เมื่อพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดของผู้เสพเฮโรอีน พบว่ามีทั้งหมด 8 ปัจจัย ซึ่งสามารถอธิบายความผันแปรรวมของการเข้ารับการบำบัดของผู้เสพเฮโรอีนได้ 68.204% ปัจจัยหลักที่ 1 คือ ระดับการศึกษา การเจ็บป่วยทางจิตเวช และวิธีเสพ (อธิบายความผันแปรได้ 19.334%) ปัจจัยหลักที่ 2 คือ สถานภาพและอายุ (อธิบายความผันแปรได้ 10.051 %) และปัจจัยหลักที่ 3 คือ สาเหตุการเสพครั้งแรก (อธิบายความผันแปรได้ 9.184%) รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าน้ำหนักของปัจจัยของผู้เสพเฮโรอีนที่มีผลต่อการเข้ารับการบำบัด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่

คำอธิบายปัจจัย	ตัวแปร	ค่าน้ำหนักปัจจัย (Factor Loading)	อธิบายความผันแปร (% of Variance)
ปัจจัยที่ 1: ระดับการศึกษา การเจ็บป่วยทางจิตเวช และวิธีเสพ	1.1) มัธยมศึกษา	0.826	19.334
	1.2) ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า	0.812	
	1.3) การเจ็บป่วยทางจิตเวช	0.501	
	1.4) วิธีเสพด้วยการสูบ	0.426	
ปัจจัยที่ 2: สถานภาพและอายุ	2.1) โสด	0.908	10.051
	2.2) สมรส	0.895	
	2.3) อายุ	0.608	
ปัจจัยที่ 3: สาเหตุการเสพครั้งแรก	3.1) เพื่อนชวน	0.947	9.184
	3.2) อยากลอง	0.941	
ปัจจัยที่ 4: สิทธิการรักษาและเหตุผลที่เข้าบำบัด	4.1) ชำระเอง	0.801	6.724
	4.2) อยากเลิก	0.795	
ปัจจัยที่ 5: เชื้อชาติและสัญชาติ	5.1) สัญชาติ	0.901	
	5.2) เชื้อชาติ	0.683	6.280
ปัจจัยที่ 6: ศาสนาและความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดาที่อยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น	6.1) ศาสนาพุทธ	0.709	6.042
	6.2) อยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น	0.545	
ปัจจัยที่ 7: ว่างงานและยังเป็นนักเรียน นักศึกษา	7.1) ว่างงาน	0.733	5.368
	7.2) นักเรียน/นักศึกษา	0.591	
ปัจจัยที่ 8: เพศและจำนวนครั้งที่ใช้ต่อสัปดาห์	8.1) เพศ	0.582	5.221
	8.2) จำนวนครั้งที่ใช้ต่อสัปดาห์	0.486	
รวม			**68.204**

และสำหรับผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดของผู้เสพไอซ์ พบว่าสามารถรวมกลุ่มตัวแปรได้ทั้งหมด 8 ปัจจัย เช่นกัน ซึ่งทั้ง 8 ปัจจัยสามารถอธิบายความผันแปรรวมของการเข้ารับการบำบัดของผู้เสพไอซ์ได้ 75.482% ปัจจัยหลักที่ 1 คือ สาเหตุการเสพครั้งแรก อายุ และเพศ (อธิบายความผันแปรได้ 14.151%) ปัจจัยหลักที่ 2 คือ สถานภาพและวิธีการเสพ (อธิบายความผันแปรได้ 13.219 %) และปัจจัยหลักที่ 3 คือ สิทธิการรักษาและเหตุผลที่เข้ารับการบำบัดรักษา (อธิบายความผันแปรได้ 9.967%) รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าน้ำหนักของปัจจัยของผู้เสพไอซ์ที่มีผลต่อการเข้ารับการบำบัด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่

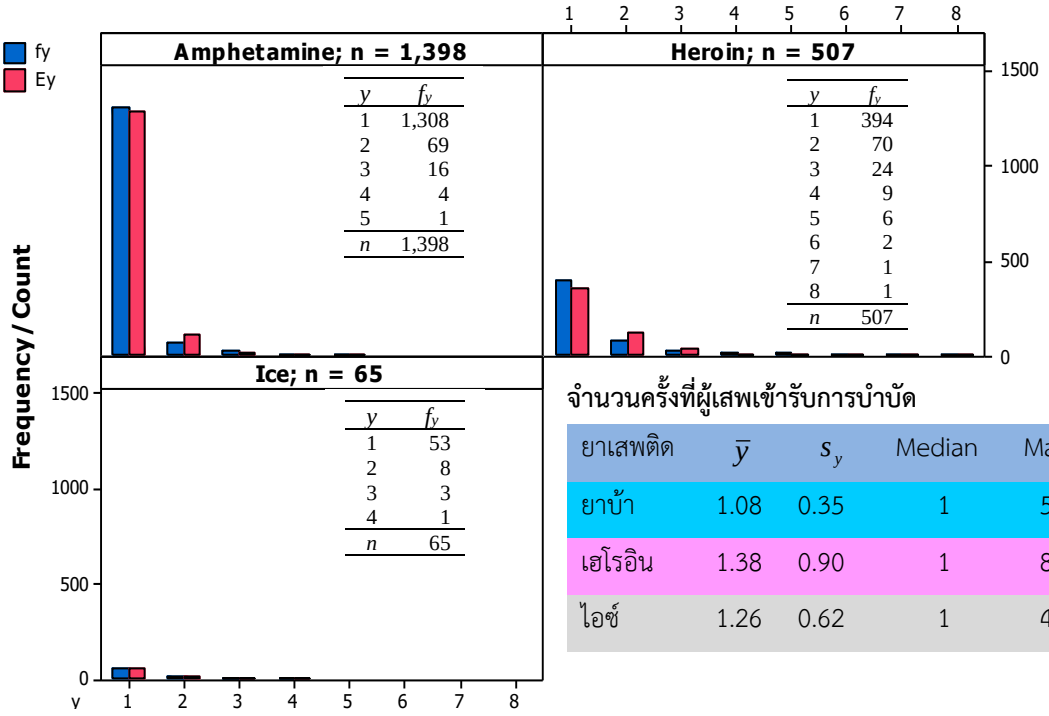
คำอธิบายปัจจัย	ตัวแปร	ค่าน้ำหนักปัจจัย (Factor Loading)	อธิบายความผันแปร (% of Variance)
ปัจจัยที่ 1: สาเหตุการเสพครั้งแรก รวมถึงอายุ และเพศ	1.1) เพื่อนชวน	0.726	14.151
	1.2) อยากลอง	0.706	
	1.3) อายุ	0.544	
	1.4) เพศ	0.519	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

คำอธิบายปัจจัย	ตัวแปร	ค่าน้ำหนักปัจจัย (Factor Loading)	อธิบายความผันแปร (% of Variance)
ปัจจัยที่ 2: สถานภาพและวิธีการเสพ	2.1) โสด 2.2) สมรส 2.3) วิธีเสพด้วยการสูบ	0.862 0.801 0.540	13.219
ปัจจัยที่ 3: สิทธิการรักษาและเหตุผลที่เข้ารับบำบัดรักษา	3.1) ชำระเอง 3.2) อยากเลิก	0.567 0.529	9.967
ปัจจัยที่ 4: การเจ็บป่วยทางจิตเวช การว่างงาน และจำนวนครั้งที่ใช้ต่อสัปดาห์	4.1) การเจ็บป่วยทางจิตเวช 4.2) ว่างงาน 4.3) จำนวนครั้งที่ใช้ต่อสัปดาห์	0.708 0.548 0.391	9.180
ปัจจัยที่ 5: ระดับการศึกษา	5.1) มัธยมศึกษา 5.2) ประถมศึกษาหรือต่ำกว่า	0.703 0.664	8.444
ปัจจัยที่ 6: ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดาที่อยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น	6.1) อยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น	0.474	7.289
ปัจจัยที่ 7: นักเรียน/นักศึกษา	7.1) นักเรียน/นักศึกษา	0.662	7.064
ปัจจัยที่ 8: ศาสนาพุทธ	8.1) ศาสนาพุทธ	0.662	6.169
รวม			**75.482**

การประมาณความชุกเชิงพื้นที่ของผู้เสพยาเสพติดในจังหวัดเชียงใหม่

ผลการวิเคราะห์ความชุกเชิงพื้นที่ของผู้ที่ติดยาเสพติดแต่ละประเภทในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งประชากรในจังหวัดเชียงใหม่ ปี 2562 เท่ากับ 1,103,814 คน ผู้วิจัยใช้ข้อมูลความถี่ของจำนวนซ้ำที่ผู้ป่วยเข้ารับบำบัด ในการประมาณขนาดของประชากรผู้เสพยาเสพติดแต่ละประเภท โดยใช้แนวคิดของวิธีจับ-จับใหม่ ซึ่งผู้ที่เสพยาเสพติดประเภท ยาบ้า เฮโรอีน และไอซ์ เข้ารับการบำบัดสูงสุดจำนวน 5 8 และ 4 ครั้ง ตามลำดับ เข้ารับบำบัดโดยเฉลี่ย 1.08 1.38 และ 1.26 ครั้ง ตามลำดับ โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35 0.90 และ 0.60 ตามลำดับ ซึ่งมัธยฐานของจำนวนครั้งที่เข้ารับบำบัดของยาเสพติดทั้ง 3 ประเภทเท่ากับ 1 และค่าประมาณพารามิเตอร์ของการแจกแจงปัวซงที่ตัดค่าศูนย์ของจำนวนครั้งที่ผู้เสพยาบ้า เฮโรอีน และไอซ์ เข้ารับการบำบัดด้วยวิธี Maximum Likelihood เท่ากับ 0.1630 0.6807 และ 0.4842 ครั้ง ตามลำดับ เมื่อทดสอบการแจกแจงปัวซงตัดค่าศูนย์ในภาวะเอกพันธุ์ของตัวแปรจำนวนครั้งที่ผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับบำบัดด้วยสถิติทดสอบไคกำลังสอง พบว่า ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ข้อมูลความถี่ของจำนวนครั้งที่ผู้เสพยาบ้าเข้ารับการบำบัดไม่ได้มีการแจกแจงปัวซงตัดค่าศูนย์ในภาวะเอกพันธุ์ ($\chi^2_{df=1} = 50.8127$, p-Value = 0.000) ส่วนการทดสอบการแจกแจงปัวซงตัดค่าศูนย์ของจำนวนครั้งผู้เสพเฮโรอีนที่เข้ารับบำบัด พบว่า ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ข้อมูลความถี่ของจำนวนครั้งที่ผู้เสพเฮโรอีนเข้ารับการบำบัดไม่ได้มีการแจกแจงปัวซงตัดค่าศูนย์ในภาวะเอกพันธุ์ ($\chi^2_{df=2} = 60.7558$, p-Value = 0.000) แต่การทดสอบการแจกแจงปัวซงตัดค่าศูนย์ของจำนวนครั้งผู้เสพไอซ์ที่เข้ารับบำบัด พบว่า ณ ระดับนัยสำคัญ 0.05 ข้อมูลความถี่ของจำนวนครั้งที่ผู้เสพไอซ์เข้ารับการบำบัดมีการแจกแจงปัวซงตัดค่าศูนย์ในภาวะเอกพันธุ์ ($\chi^2_{df=1} = 3.0277$, p-Value = 0.082) รายละเอียดดังรูปที่ 1



จำนวนครั้งที่ผู้เสพเข้ารับการบำบัด

ยาเสพติด	$\bar{y}$	s_y	Median	Max
ยาบ้า	1.08	0.35	1	5
เฮโรอิน	1.38	0.90	1	8
ไอซ์	1.26	0.62	1	4

รูปที่ 1 การแจกแจงความถี่จำนวนครั้งที่ผู้เสพยาเสพติดแต่ละประเภทเข้ารับการบำบัด

ในการประมาณจำนวนผู้เสพยาบ้า โดยใช้วิธี Maximum Likelihood, Chao, Zelterman และ Good-Turing ได้ค่าประมาณจำนวนผู้เสพยาบ้าเท่ากับ 9,295 13,796 13,962 และ 10,232 ราย ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าเท่ากับ 813.76 1,019.47 281.69 และ 2,368.73 ราย ตามลำดับ ซึ่งพบจำนวนผู้เสพยาบ้าที่ไม่ได้เข้ารับบำบัดและกระจายตัวอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 7,897 12,398 12,564 และ 8,834 ราย ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนของผู้เสพยาบ้าที่ไม่ได้เข้ารับบำบัดคิดเป็นร้อยละ 84.96 89.87 89.99 และ 86.34 ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าความชุกของผู้เสพยาบ้าในจังหวัดเชียงใหม่ เท่ากับ 84.21–126.49 ต่อประชากร 10,000 ราย รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การประมาณจำนวนผู้เสพยาบ้าในจังหวัดเชียงใหม่

Estimator	ค่าประมาณจำนวนผู้เสพยาบ้า (n=1,398)			
	$\hat{N}$	$Se(\hat{N})$	$\hat{f}_0$	$\frac{\hat{f}_0}{\hat{N}}\times 100$
Maximum Likelihood	9,295	813.76	7,897	84.96
Chao	13,796	1,019.47	12,398	89.87
Zelterman	13,962	281.69	12,564	89.99
Good-Turing	10,232	2,368.73	8,834	86.34

สำหรับการประมาณจำนวนผู้เสพเฮโรอีน โดยใช้วิธี Maximum Likelihood, Chao, Zelterman และ Good-Turing มีจำนวนผู้เสพเฮโรอีนเท่ากับ 1,027 1,616 1,695 และ 1,162 ราย ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าเท่ากับ 59.04 134.1 193.68 และ 92.21 ราย ตามลำดับ ซึ่งพบจำนวนผู้เสพเฮโรอีนที่ไม่ได้เข้ารับบำบัดและกระจายตัวอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 520 1,109 1,188 และ 655 ราย ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนของผู้เสพเฮโรอีนที่

ไม่ได้เข้ารับบำบัดคิดเป็นร้อยละ 50.63 68.63 70.09 และ 56.37 ตามลำดับ ซึ่งสามารถประมาณความชุกของผู้เสพเฮโรอีนในจังหวัดเชียงใหม่ เท่ากับ 9.30-15.36 ต่อประชากร 10,000 ราย รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การประมาณจำนวนผู้เสพเฮโรอีนในจังหวัดเชียงใหม่

Estimator	ค่าประมาณจำนวนผู้เสพเฮโรอีน (n=507)			
	$\hat{N}$	$Se(\hat{N})$	$\hat{f}_0$	$\frac{\hat{f}_0}{\hat{N}}\times 100$
Maximum Likelihood	1,027	59.04	520	50.63
Chao	1,616	134.1	1,109	68.63
Zelterman	1,695	193.68	1,188	70.09
Good-Turing	1,162	92.21	655	56.37

และผลการประมาณจำนวนผู้เสพไอซ์โดยใช้วิธี Maximum Likelihood, Chao, Zelterman และ Good-Turing มีจำนวน ผู้เสพไอซ์เท่ากับ 169 241 249 และ 184 ราย ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของประมาณค่า 34.95 58.86 26.61 และ 56.80 ตามลำดับ ซึ่งพบจำนวนผู้เสพไอซ์ที่ไม่ได้เข้ารับบำบัดและกระจายตัวอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 104 176 184 และ 119 ราย ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนของผู้เสพไอซ์ที่ไม่ได้เข้ารับบำบัด คิดเป็นร้อยละ 61.54 73.03 73.90 และ 64.67 ตามลำดับ ซึ่งสามารถประมาณความชุกของผู้เสพไอซ์ในจังหวัดเชียงใหม่ เท่ากับ 1.53-2.26 ต่อประชากร 10,000 ราย รายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การประมาณจำนวนผู้เสพไอซ์ในจังหวัดเชียงใหม่

Estimator	ค่าประมาณจำนวนผู้เสพไอซ์ (n=65)			
	$\hat{N}$	$Se(\hat{N})$	$\hat{f}_0$	$\frac{\hat{f}_0}{\hat{N}}\times 100$
Maximum Likelihood	169	34.95	104	61.54
Chao	241	58.86	176	73.03
Zelterman	249	26.61	184	73.90
Good-Turing	184	56.80	119	64.67

สรุปและอภิปราย:

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ตัวอย่างผู้เสพยาเสพติดที่ผู้เข้ารับการบำบัด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์ในช่วงปีงบประมาณ พ.ศ. 2558–2562 ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ยอยู่ในวัยผู้ใหญ่ตอนต้นหรือวัยหนุ่มสาว มีสัญชาติไทย เชื้อชาติไทย นับถือศาสนาพุทธ มีการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า สถานภาพโสด ทำอาชีพรับจ้าง ใช้สิทธิการเบิกจ่ายคุมประพฤติและชำระเองเป็นส่วนใหญ่ ไม่ได้มีการเจ็บป่วยทางจิตเวชร่วมด้วยและบิดามารดาอยู่ด้วยกันอย่างราบรื่น มีสาเหตุการเสพครั้งแรกเนื่องจากลอง ใช้ยาเสพติด 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยการสูบ และเหตุผลที่เข้ารับบำบัดก็คืออยากเลิกและถูกบังคับบำบัดตาม พ.ร.บ. ส่วนใหญ่บำบัดด้วยยา/เมทาโดนและถูกจำแนกเป็นผู้เสพติดรุนแรง

ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดของผู้เสพยาแต่ละประเภท มีจำนวน 8 ปัจจัย เท่ากัน ซึ่งปัจจัยหลักของผู้เสพยาบ้าที่เข้ารับการบำบัด คือ เหตุผลที่เข้ารับบำบัดรักษา สิทธิการรักษา การว่างงานและการเจ็บป่วยทางจิตเวช รวมถึงจำนวนครั้งที่ใช้ต่อสัปดาห์ สำหรับปัจจัยหลักของผู้เสพเฮโรอินที่เข้ารับการบำบัด คือ ระดับการศึกษา การเจ็บป่วยทางจิตเวช และ

วิธีการเสพ และปัจจัยหลักของผู้เสพไอซ์ที่เข้ารับการบำบัด คือ สาเหตุการเสพครั้งแรก อายุและเพศ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปัจจัยหลักของยาเสพติดประเภทยาบ้า เฮโรอีน และไอซ์ที่เข้ารับบำบัด พบว่า มีแค่ตัวแปรการเจ็บป่วยทางจิตเวชของปัจจัยหลักในการเข้ารับการบำบัดของผู้เสพยาบ้าและเฮโรอีนเท่านั้นที่เหมือนกัน นอกนั้นเป็นตัวแปรอื่น ๆ ที่แตกต่างกันออกไป ผลของการศึกษาปัจจัยที่ผู้เสพยาบ้าเข้ารับบำบัดในครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ [7] ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการเลิกสารเสพติดของผู้ติดยาเสพติดที่เข้ารับการบำบัดรักษาที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี ซึ่งสรุปผลการศึกษาว่า การคล้อยตามกลุ่มอ้างอิงมีอิทธิพลต่อความตั้งใจเลิกสารเสพติดมากที่สุด รองลงมา คือ การควบคุมพฤติกรรม และเจตคติต่อพฤติกรรม ตามลำดับ โดยภาพรวมของการวิเคราะห์ปัจจัยที่ผู้เสพยาเสพติดแต่ละประเภทเข้ารับการบำบัดสามารถอธิบายความผันแปรได้ในระดับปานกลาง ประมาณร้อยละ 65–75 ของความผันแปรรวมทั้งหมด ซึ่งเมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยหลักที่ผู้เสพยาเสพติดแต่ละเภทเข้ารับการบำบัด สามารถอธิบายความผันได้ประมาณร้อยละ 13–19 ของความผันแปรรวมทั้งหมด

ในการประมาณความชุกของผู้เสพยาเสพติดทั้ง 3 ประเภท เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแล้ว พบว่า มีผู้เสพยาเสพติดประเภทยาบ้ามากที่สุด รองลงมาคือเฮโรอีนกับไอซ์ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่ายาบ้าหาได้ง่ายในปัจจุบัน ซึ่งได้สอดคล้องกับการรายงานสถิติปัญหายาเสพติดของสำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด สัดส่วนของผู้ที่ไม่ได้เข้ารับการบำบัด หรือผู้เสพยาเสพติดที่กระจายตัวอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ผู้เสพยาบ้าที่ไม่ได้เข้ารับบำบัดมีมากกว่า 80% เมื่อเทียบกับเฮโรอีนและไอซ์ ซึ่งถือว่าเป็นความชุกที่มากที่สุด เท่ากับ 84.21–126.49 ราย ต่อประชากร 10,000 ราย เพราะบางทีอาจจะเป็นแค่ผู้เสพที่ยังไม่ถึงขั้นติด จึงยังไม่ต้องการเข้ารับบำบัด ส่วนผู้เสพเฮโรอีนที่ไม่ได้เข้ารับบำบัดมีประมาณ 50–70% ความชุกเท่ากับ 9.30–15.36 ราย ต่อประชากร 10,000 ราย และเนื่องจากเฮโรอีนเป็นยาเสพติดที่รุนแรง เมื่อพบผู้ที่เสพเฮโรอีนแล้วอาจจะต้องถูกจับกุมและถูกส่งเข้ารับบำบัดทันที จึงทำให้มีสัดส่วนในการเข้ารับบำบัดเกือบ 50% ส่วนผู้เสพไอซ์ที่ไม่ได้เข้ารับบำบัดมีประมาณ 60–70% ความชุกอยู่ที่ 1.53–2.26 ราย ต่อประชากร 10,000 ราย ซึ่งถือว่าเป็นความชุกน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับยาบ้าและเฮโรอีน

เมื่อพิจารณาวิธีการที่เหมาะสมในการประมาณจำนวนผู้เสพยาบ้าและเฮโรอีน สำหรับข้อมูลที่ศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลความถี่ของการเข้ารับบำบัดไม่ได้มีการแจกแจงปัวซงตัดค่าศูนย์ในภาวะเอกพันธุ์ ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่ามีภาวะวิวิธพันธุ์ในประชากร สำหรับกรณีนี้ วิธีจับ-จับใหม่ที่พัฒนาตัวประมาณค่าขนาดของประชากรตามแนวคิดของ Zelterman และ Chao อาจจะเหมาะสมมากกว่าวิธีอื่น ๆ แต่วิธีประมาณค่าที่เหมาะสมสำหรับการประมาณขนาดของผู้เสพไอซ์ ซึ่งข้อมูลจำนวนครั้งที่ผู้เสพไอซ์เข้ารับบำบัดมีการแจกแจงปัวซงที่ตัดค่าศูนย์ในภาวะเอกพันธุ์ ซึ่งสะท้อนความเป็นเอกพันธุ์ของประชากร ดังนั้นวิธี Maximum Likelihood และ Good-Turing จะเหมาะสมกับข้อมูลนี้มากกว่า

สำหรับข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้ ที่ทำให้ทราบถึงสัดส่วนของผู้ที่เสพยาบ้า เฮโรอีน และไอซ์ ที่เข้ารับบำบัด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ และกระจายตัวอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งสามารถนำผลการศึกษาไปวางแผนเพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับกลุ่มเป้าหมายตามปัจจัยหลัก และรณรงค์ให้ผู้ที่เสพยาเสพติดเข้ารับบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ และสำหรับแนวทางในการศึกษาครั้งต่อไป ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้ 1) เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ศึกษาเฉพาะผู้ป่วยที่มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ที่เข้ารับบำบัด ณ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ซึ่งยังไม่ครอบคลุมภูมิภาคอื่น ซึ่งเป็นข้อจำกัดของงานวิจัยนี้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษากับหน่วยตัวอย่างที่อยู่ในจังหวัดอื่นและสถานบำบัดอื่นเพื่อให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ 2) ควรเพิ่มตัวแปรที่ศึกษาให้มากขึ้นเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนและแม่นยำมากยิ่งขึ้น 3) ในการศึกษาครั้งนี้มีข้อจำกัดในขนาดตัวอย่างของผู้ที่เสพไอซ์ ที่มีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัด และ 4) การศึกษาครั้งต่อไปอาจจะพิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเข้ารับบำบัดซ้ำของผู้ป่วยที่ใช้ยาเสพติดแต่ละประเภทในสถานพยาบาล หรือสถานบำบัดต่าง ๆ

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มงานเทคโนโลยีสารสนเทศและสนับสนุนวิชาการ โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่ ที่ให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัยได้นำไปพัฒนาให้เกิดองค์ความรู้ใหม่

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักพัฒนาการป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติด, การป้องกันยาเสพติดในเด็กและเยาวชน, สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2562. จาก https://km.oncb.go.th/ebook_print.php?ebook_id=B0270.

[2] ทรงเกียรติ ปิยะกะ, ชาญวิทย์ เงินศรีตระกูล และสาวิตรี อัษณางค์กรชัย, เวชศาสตร์โรคติดยา : คู่มือสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ = Addiction medicine : clinical handbook for health care professionals, สงขลา : ลิมบราเดอร์การพิมพ์. (2545).

[3] โรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่, ประวัติโรงพยาบาลธัญญารักษ์เชียงใหม่, สืบค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2562. จาก http://www.tch.go.th/new/site/history.php

[4] ชาตรี ชีวาวัฒนานนท์, ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกระทำความผิดในคดียาเสพติดของเยาวชน จังหวัดพิษณุโลก, ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2559.

[5] นุชสา อินทะจักร์ และสมเดช พินิจสุนทร, มูลเหตุจูงใจในการใช้ยาเสพติดของผู้ที่เข้ารับการบำบัดในโรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี, เอกสารรวมบทความวิชาการการประชุมวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ 13: วิจัยและนวัตกรรม ขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม, (2560).

[6] กัณณิกา สิทธิพงษ์, “แรงจูงใจในการเลิกยาเสพติดของผู้ป่วยในโรงพยาบาลธัญญารักษ์ขอนแก่น”, วารสารการพัฒนาสุขภาพชุมชน มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 5, ฉบับที่ 2, หน้า 217-239, (2560).

[7] นรากร สารีแหล้, “ปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการเลิกสารเสพติดของผู้ติดยาเสพติดที่เข้ารับการบำบัดรักษาที่โรงพยาบาลธัญญารักษ์อุดรธานี”, วารสารการพยาบาลสุขภาพและการศึกษา, ปีที่ 1, ฉบับที่ 3, หน้า 35-42, (2561).

[8] นุชนาถ แก้วมาตร, จิณห์จุฑา ชัยเสนา ดาลลาส, พิชามญชุ์ ปุณโณทก, ภาคิณี เดชชัยยศ, และศรวิษฐ์ บุญประชุม, “ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจในการเลิกสารเสพติดของเยาวชนที่ใช้สารเสพติด”, วารสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ, ปีที่ 11, ฉบับที่ 1, หน้า 133-141 (2560).

[9] สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด, รายงานผลการดำเนินงานป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติดประจำปีงบประมาณ 2561. (2561).

[10] กัลยา วานิชย์บัญชา, การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows, กรุงเทพฯ: ธรรมสาร. (2554).

[11] ปารวัณ ไพจิตรรัตนะ, ช่วงความเชื่อมั่นของขนาดประชากรโดยตัวประมาณเจเนอรัลไรซ์ทูริ่ง, ปริญญาวิทยาศาสาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, (2557).

[12] Böhning D., van der Heijden P. G.M. and Bunge J., Capture-Recapture Methods for the Social and Medical Sciences, NW: CRC Press (2018).

การลดของเสียในกระบวนการผลิตฮาร์ดแบรกเก็ต: กรณีศึกษาบริษัทผลิตอลูมิเนียมแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่

DEFECT REDUCTION IN PRODUCTION OF HARD BRACKET: A CASE STUDY OF ONE OF ALUMINUM PRODUCTION IN CHIANGMAI

ณัฐพล ทับทิม[1]* และ กฤษณะ ลาน้ำเที่ยง[1]

Nuttapon Tubtim[1]* and Krisana Lanumteang[1]

[1] *สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ณัฐพล ทับทิม อีเมล: MJU5904104308@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

การควบคุมคุณภาพมีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐาน ตอบสนองความพึงพอใจและสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภค ช่วยลดของเสียและเพิ่มยอดขายผลิตภัณฑ์ ผู้ศึกษาใช้การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ ค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิดตำหนิ การแก้งาน หรือของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมประเภทกลุ่ม ฮาร์ด แบรกเก็ต ของบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ใบตรวจสอบเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนปรับปรุงกระบวนการ ตั้งแต่วันที่ 6 – 24 มกราคม พ.ศ 2563 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัยแสดงกระบวนการอยู่ภายใต้การควบคุม ดัชนีสมรรถภาพกระบวนการสะท้อนการผลิตมีศักยภาพดีเหลือเชื่อ การวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาเรโต พบว่า ชิ้นงานที่มีจำนวนของเสียมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ SFJ-N03T SFJ-N05 และ SFJ-N45T ซึ่งมีสาเหตุหลักเกิดจาก การทำเกลียวอัตโนมัติ การตัดไม่ได้ขนาด และการลบคม ผู้ศึกษาใช้การวิเคราะห์หลักการทำไมทำไมได้แนวทางแก้ไขปัญหา คือ 1) ตรวจสอบการตั้งค่าให้ถูกต้องและตรวจสอบชิ้นงานอยู่เสมอ 2) กำหนดให้หัวหน้างานตรวจสอบการตั้งค่าอีกครั้ง ตรวจเช็คใบเลื่อยให้อยู่ในอายุการใช้งาน และตรวจสอบเศษอลูมิเนียมที่ติดพินและเป่าทำความสะอาด 3) ย้ำเตือนพนักงานให้จับชิ้นงานใส่หม้อบาร์เรล ปรับระดับความเร็วของแรงสั่นให้เหมาะสม โดยกำหนดเป้าหมายของเสียแต่ละชิ้นงานลดลง 25% หลังปรับปรุงกระบวนการ ตั้งแต่วันที่ 10 - 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 พบว่า ของเสียจากการทำเกลียวอัตโนมัติ การตัดขนาด และการลบคม ลดลงถึง 40.2462% 40.0249% และ 100% ตามลำดับ

คำสำคัญ: แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ดัชนีสมรรถภาพกระบวนการ แผนภูมิพาเรโต การวิเคราะห์หลักการทำไมทำไม

Abstract:

Quality control is very important in the production process and consequently has impact on standard, satisfaction and building trust among consumers, reducing cost, and increasing sales volume. We applied the statistical quality control to find out the causes of defects in the manufacturing process of aluminum HARD BRACKET in one of case study company in Chiang Mai. Check sheets were used to collect data before improving process during 6^{th}–24^{th} January 2020. $\bar{X}$ & R charts show the process being in control. Process capability index indicates that process potential is strongly high performance. Pareto diagram yields that the top 3 waste products are SFJ-N03T, SFJ-N05 and SFJ-N45T which the main reasons are caused by tapping automatic, cutting dimension, and processing of barrel. We used why why analysis for finding the solution of these issues. Answers are 1) always checking the settings parameter and item, 2) rechecking the setting again by leader, checking the life time of the saw blade, inspecting aluminum scraps and cleaning blow and 3) reminding staff to put items into barrel pots and setting the speed of tremble into appropriate value. As a result, we aim to reduce the defects in each product by 25%.

After improving process from 10th–28th February 2020, the proportion of defective from tapping automatic, cutting dimension and processing of barrel can decrease by 40.2462%, 40.0249% and 100%, respectively.

Keywords: $\bar{X}$ & R charts, process capability index, Pareto diagram, why why analysis.

บทนำ:

อลูมิเนียม (Aluminum) เป็นโลหะที่มีลักษณะมันวาวไม่เงาและดัดได้ง่าย มีคุณสมบัติเด่น คือ มีความแข็งแรงทนทาน มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูง และน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่น ในช่วงปี พ.ศ. 2554 - 2560 ความต้องการอลูมิเนียมจากทั่วโลกมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น 40% และจะขยายตัวอย่างต่อเนื่อง 4% ต่อปี จนถึงปี พ.ศ. 2563 ซึ่งมีปัจจัยที่สนับสนุนหลักมาจากการเติบโตอุปสงค์ในประเทศจีน อลูมิเนียมถูกนำไปใช้อย่างกว้างในหลายอุตสาหกรรม เช่น การผลิตชิ้นส่วนของรถยนต์ การผลิตวัสดุที่ใช้ในการสร้างที่อยู่อาศัยและการผลิตภาชนะบรรจุอาหาร [1] ในปี พ.ศ. 2561 พบว่าประเทศไทยมีความต้องการใช้อลูมิเนียมขยายตัวเพิ่มขึ้นถึง 5% และมีการเติบโตต่อเนื่อง โดย 80% ของการใช้อลูมิเนียมทั่วประเทศมาจาก 3 อุตสาหกรรมหลัก คือ อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมก่อสร้าง และอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ดังนั้น ความผันผวนของราคาและการขยายตัวของการนำเข้าอะลูมิเนียมสำเร็จรูปจึงเป็นปัจจัยที่ผู้ผลิตหรือผู้ประกอบการที่ใช้อลูมิเนียมต้องจับตามอง เนื่องจากเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานของผู้ประกอบการ [1] การเพิ่มอัตราการผลิต การปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน และการลดของเสียในกระบวนการผลิต นับว่าเป็นอีกหนึ่งในหัวใจที่สำคัญของการอยู่รอดทางธุรกิจ เพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งรายอื่น ๆ ได้

การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามข้อกำหนดและลดของเสียในกระบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น [2] ได้ทำการศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตตัวสวมโช้ค กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งผู้ศึกษาทำการวิเคราะห์ผังก้างปลาเพื่อหาแนวทางการแก้ไข พบว่าปัญหาที่พบมากที่สุดคือ รอยเชื่อมไม่เต็ม (ขาด) มีสัดส่วนของเสียมากที่สุด 39.32% ของปริมาณของเสียทั้งหมด ซึ่งมีสาเหตุมาจากความไม่เที่ยงตรงของเครื่องจักรจึงแก้ไขโดยการติดตั้ง Stopper ควบคุมจุดพิกัดศูนย์ที่เป็นเครื่องมือทางกลแทนการหยุดที่ใช้ระบบ Sensor ควบคุมจุดพิกัดศูนย์ ผลจากการปรับปรุง พบว่า ของเสียจากรอยเชื่อมไม่เต็มไม่ปรากฏและทำให้สัดส่วนของเสียลดลงเหลือ 0% ซึ่งต่ำกว่าค่าที่บริษัทกำหนด และ [3] ได้ทำการศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานดาเดียร์เซรามิกในจังหวัดลำปาง โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง ได้แก่ ใบตรวจสอบ แผนภูมิพาเรโต และผังก้างปลา ในการค้นหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหา พบว่า ปัญหาของเสียส่วนใหญ่มาจากกระบวนการเผาชิ้นงานเซรามิก ซึ่งสาเหตุเกิดจากรถเข็นชิ้นงานเข้าเตาเผากับเตาเผาชิ้นงานเซรามิก มีการใช้งานมานานทำให้อุปกรณ์กับชิ้นส่วนเกิดการชำรุดเสียหายและการขาดมาตรฐานวิธีการเรียงชิ้นงานเข้าเตาเผาของคนงาน ทำให้ชิ้นงานเกิดการกระทบกันและทำให้เกิดของเสีย ดังนั้นจึงทำการแก้ไข โดยทำการปรับปรุงรถเข็นชิ้นงานเข้าเตาเผา และปรับปรุงเตาเผาชิ้นงานเซรามิกใหม่ จากนั้นทำการออกแบบตัวจับยึดชิ้นงานเซรามิก เพื่อช่วยคนงานในการจัดเรียง ผลการวิจัยและการรวบรวมข้อมูลจากแผนกตรวจสอบคุณภาพ ได้พบว่า ข้อมูลก่อนการปรับปรุงในเดือนกันยายน ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 เมื่อได้ทำการเทียบกับข้อมูลหลังการปรับปรุงในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 จำนวนของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตจากเดิม 8.97% ลดลงเหลือ 0.29% แสดงให้เห็นว่าในการปรับปรุงประสิทธิภาพในครั้งนี้ มีผลทำให้ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตลดลงถึง 8.68% สำหรับการประยุกต์ใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติในกระบวนการผลิตอลูมิเนียม ประกอบด้วยการศึกษาของ [4] ที่ทำการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นงานฉีดขึ้นรูปอลูมิเนียมด้วยหลักการของซิกส์ซิกม่า กรณีศึกษา ชิ้นงาน Oil Seal Case โดยใช้หลักการของซิกส์ ซิกม่า เพื่อค้นหาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียและหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข พบว่า ของเสียที่เกิดจากปัญหา Pin Hole เป็นของเสียที่มีปริมาณมากเป็นอันดับหนึ่ง โดยมีสาเหตุเกิดจากการออกแบบแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม แก้ไข

ด้วยวิธีการออกแบบแม่พิมพ์ใหม่และของเสียจากปัญหา Roundness NG. เป็นของเสียที่มีปริมาณมากเป็นอันดับสอง โดยมีสาเหตุมาจาก Jig จับยึดชิ้นงานสึกหรอ จึงแก้ไขด้วยวิธีการปรับปรุง Jig ให้สามารถจับยึดชิ้นงานได้ดีขึ้น ผลจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต สามารถลดของเสียปัญหา Pin hole ลงได้ โดยลดลงจาก 10.17% เหลือ 5.57% (คิดเป็นร้อยละที่ลดลง 45) และลดของเสียปัญหา Roundness NG. ลงได้ โดยลดลง จาก 1.42% เหลือ 0.02% (คิดเป็นร้อยละที่ลดลงถึง 99) และสามารถเพิ่มสมรรถภาพกระบวนการ (Cpk) เพิ่มขึ้น จาก 0.73 เป็น 1.20 และผลการศึกษาของ [5] ที่ทำการศึกษาการลดของเสียในอุตสาหกรรมผลิตล้ออลูมิเนียมอัลลอยด์ โดยใช้การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ ในการวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิต พบว่า กระบวนการผลิตมีของเสียรวม 9.53% และปัญหาของเสียที่ลูกค้าร้องเรียน มีของเสียเทียบกับยอดส่งให้ลูกค้า 0.10% โดยปัญหาโพรงอากาศเป็นปัญหาที่ควรทำการแก้ไขเป็นอันดับแรก ซึ่งมีสาเหตุเกิดจากเครื่องจักรและพนักงาน ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงแก้ไขด้วยการกำหนดมาตรการแก้ไขที่มีการดำเนินการดังนี้ 1) เพิ่มความสามารถในการตรวจจับของเสีย เช่น การตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้น การตรวจสอบชิ้นงานแรกที่เริ่มทำการผลิต การทวนสอบหลังการปรับตั้งเครื่อง การใช้ใบบันทึกในการบันทึกผล ตลอดจนการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เป็นต้น 2) ลดโอกาสหรือความถี่ในการเกิดปัญหา เช่น ทบทวนระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรและโมลด์ ปรับปรุงแก้ไขมาตรฐานเอกสารในการปฏิบัติงานตลอดไปจนการฝึกอบรม เพื่อเพิ่มความสามารถของพนักงาน ผลการดำเนินการแก้ไขเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นพบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบยอดการผลิตในกระบวนการ ลดลงจาก 9.53% เหลือ 6.15% (ลดลง 3.38%) และปัญหาของเสียที่ลูกค้าร้องเรียน มีของเสียเทียบกับยอดส่งให้ลูกค้าลดลงจากเดิม 0.100% เหลือ 0.027% (ลดลง 0.073%) สำหรับมูลค่าของเสียในกระบวนการผลิตโดยเฉลี่ยต่อเดือน 12,150,425 บาท เหลือ 7,253,410 บาท (ลดลง 4,897,015 บาท) และมูลค่าของเสียที่ลูกค้าร้องเรียน โดยเฉลี่ยต่อเดือน ลดลงจาก 301,795 บาท เหลือ 84,640 บาท (ลดลง 217,155 บาท) และค่าคะแนนดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) พบว่าลดลงตั้งแต่ 25.0% ถึง 92.9% จากค่า RPN ของกระบวนการผลิตก่อนการแก้ไข

บริษัทกรณีศึกษาในครั้งนี้เป็นหนึ่งในกลุ่มของผู้ประกอบการผลิตจำหน่ายผลิตภัณฑ์จากอลูมิเนียม โดยบริษัทมีระบบแผนการผลิตแบบ 80:20 โดยผลิตสินค้าแบบกำหนดไม่มีการเปลี่ยนแปลง 80% และผลิตแบบเปลี่ยนแปลงตามความต้องการลูกค้าหรือเหตุจำเป็นได้ 20% ของแต่ละการผลิต โดยทางบริษัทได้นำเครื่องจักรแบบอัตโนมัติและระบบสารสนเทศหรือซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เข้ามาพัฒนาบริษัทเพื่อลดแรงงานที่ไม่จำเป็นออก นอกจากนี้ ทางบริษัทได้จัดให้มีแผนการทำงานที่ครบวงจร ของทุกแผนก ทุกกระบวนการ ทุกช่วงเวลา เพื่อให้การผลิตและการทำงานมีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่ทางบริษัทกรณีศึกษาผลิตออกมานั้น บางส่วนก็ยังไม่ได้มาตรฐานตามเกณฑ์ที่วางไว้ ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตและมีความสูญเสียด้านค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนการผลิต จากการที่ผู้ศึกษามีโอกาสได้เข้าฝึกประสบการณ์สหกิจศึกษาในแผนกควบคุมคุณภาพของบริษัทกรณีศึกษา ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต โดยการนำเทคนิคการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และตัดสินใจและทำการบันทึกผลของสิ่งผิดปรกติที่เกิดขึ้นจากระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งเกิดจากเครื่องจักร วัตถุดิบ พนักงาน ขั้นตอนการทำงาน ตลอดจนสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และนำเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพเข้ามาช่วยในการศึกษาปัญหา เลือกปัญหา ค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจริง เพื่อสามารถแก้ไขได้อย่างถูกต้องตลอดจนช่วยในการจัดมาตรฐาน การทำงาน ควบคุมคุณภาพและลดของเสียในกระบวนการผลิต โดยกำหนดวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ คือ 1) เพื่อศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้เกิดตำหนิ การแก้งาน หรือของเสียจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมของบริษัทกรณีศึกษา 2) เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคทางสถิติในการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมของบริษัทกรณีศึกษา และ 3) เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตและลดปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมของ บริษัทกรณีศึกษา โดยกำหนดเป้าหมายในการลดของเสียลง 25%

วิธีดำเนินการวิจัย:

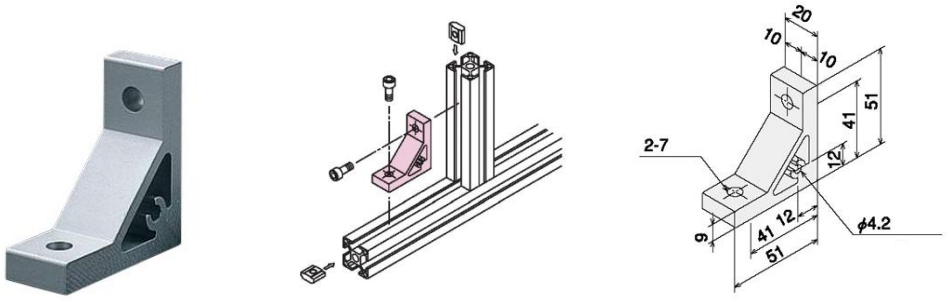
ผู้ศึกษาใช้ข้อมูลจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมของบริษัทกรณีศึกษา โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาเฉพาะการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมกลุ่ม Hard Bracket เท่านั้น ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงและรับน้ำหนักได้ดี มีประโยชน์ใช้เป็นตัวยึดผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นเข้าด้วยกัน ขั้นตอนของกระบวนการผลิต Hard Bracket ที่ศึกษาประกอบด้วย 1) การตัดวัสดุ (Cutting Material Bar) 2) การปาดผิว เจาะ และลบมุม ด้วยเครื่อง CNC (CNC Face, Drill, Chamfer) 3) การมิลลิ่ง เจาะ และลบมุม ด้วยเครื่อง CNC (CNC Milling, Drill, Chamfer) 4) การตัด (Cutting) 5) การลบมุมและทำเกลียวโดยเครื่องอัตโนมัติ (Chamfer, Tap Auto) 6) การลบคมชิ้นงาน (Barrel) 7) การตรวจสอบหลังลบคมชิ้นงาน (INS. Barrel) 8) การใช้เครื่องตรวจสอบขนาดตามแบบภาพ (INS. Auto Hard Bracket) 9) ตรวจสอบด้วย Function Check และ Jig Check (Angle and Jig Check) 10) การตรวจสอบชิ้นงาน (INS. Visual) 11) กระบวนการอโนไดซ์ (Anodize) และ 12) การตรวจสอบหลังการ อโนไดซ์ (INS. Anodize)

ตัวแปรที่ศึกษา:

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาหาสาเหตุทำให้เกิดตำหนิ การแก้งาน หรือของเสียจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียม และปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมกลุ่ม Hard Bracket ประกอบด้วย

1) ตัวแปรเชิงคุณภาพ ประกอบด้วย ลักษณะตำหนิซึ่งพิจารณาจาก รูปทรง สีผิว พื้นผิว

2) ตัวแปรเชิงปริมาณ ประกอบด้วย ลักษณะของขนาดผลิตภัณฑ์ คือ ความกว้างของชิ้นงานและระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างของชิ้นงาน โดยกำหนดกรณีศึกษาเฉพาะชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ซึ่งมีข้อกำหนดพิกัดเฉพาะของความกว้าง เท่ากับ 19.80 – 20.20 มิลลิเมตร และระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างของชิ้นงาน เท่ากับ 9.80 – 10.20 มิลลิเมตร (รายละเอียดดังรูปที่ 1)



รูปที่ 1 ตัวอย่างชิ้นงาน Hard Bracket : SFJ-N03

ข้อมูลและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล:

ผู้ศึกษาทำการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ช่วง คือ ก่อนการปรับปรุงกระบวนการและหลังปรับปรุงกระบวนการ โดยช่วงก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิตเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างวันที่ 6 – 24 มกราคม พ.ศ. 2563 และหลังปรับปรุงกระบวนการผลิตเก็บข้อมูลรวบรวมระหว่างวันที่ 10 – 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 โดยทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 08:00 – 17:00 บันทึกลงในใบตรวจสอบ (Check-Sheet) โดยในใบตรวจสอบประกอบด้วย วันที่ในการผลิต ชื่อกระบวนผลิต ประเภทของเสียที่เกิดในกระบวนการผลิต ชื่อผู้ตรวจสอบและหมายเหตุ สำหรับการตรวจสอบลักษณะของขนาดของชิ้นงาน Hard Bracket ที่ผลิตผู้ศึกษาจะทำการตรวจสอบ ทุก ๆ หนึ่งชั่วโมง ทำการตรวจสอบครั้งละ 1 ชิ้น รวมตรวจสอบช่วงเช้าและช่วงบ่าย ช่วงละ 4 ชิ้นงาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล:

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป โดยการใช้สถิติพรรณนา การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกระบวนการผลิต

2) การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและการปรับปรุงแก้ไข เพื่อค้นหาสาเหตุหลักและปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างถูกต้อง โดยการใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) เพื่อกำหนดหัวข้อเป้าหมายและจัดลำดับของปัญหาที่สำคัญที่ควรแก้ไขก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นใช้ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fishbone Diagram) ร่วมกับแนวคิด Why-Why Analysis เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางการแก้ไข

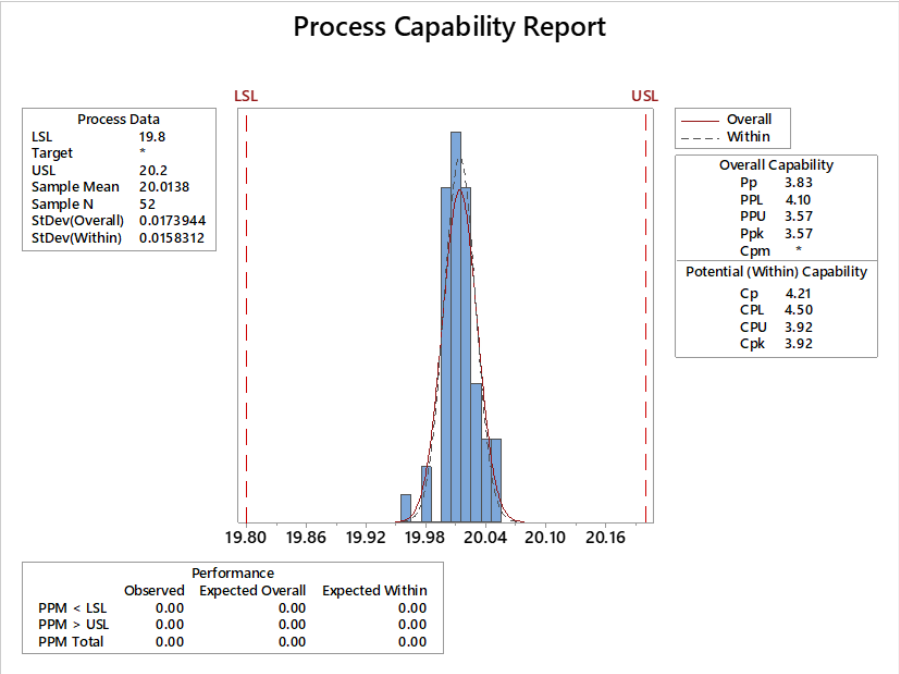
3) แผนภูมิควบคุมเชิงปริมาณคือ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ –Chart) และแผนควบคุมค่าพิสัย (R –Chart) เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและการกระจายของลักษณะผลิตภัณฑ์

4) การวิเคราะห์สมรรถภาพของกระบวนการ (Process Capability Analysis) เพื่อประเมินสมรรถภาพของกระบวนการผลิตเทียบกับข้อกำหนดเฉพาะที่กำหนด

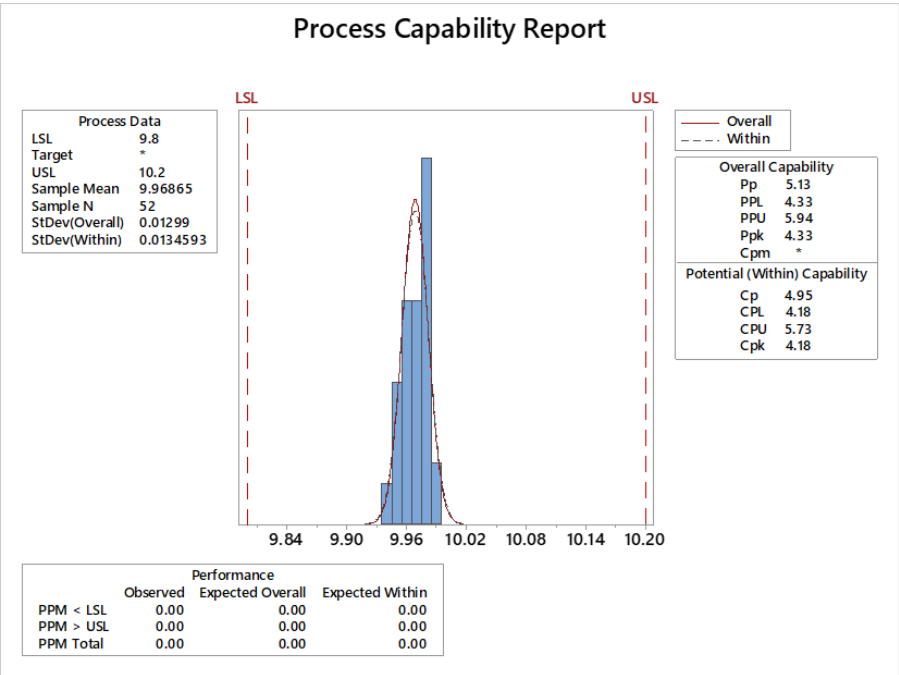
ผลการวิจัย:

ก่อนปรับปรุงกระบวนการ เมื่อพิจารณาข้อมูลเชิงปริมาณที่เก็บรวบรวมจากใบตรวจสอบ ซึ่งทำการวัดลักษณะของขนาดผลิตภัณฑ์ คือ ความกว้างของชิ้นงานและระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างของชิ้นงานจากตัวอย่าง SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T จากการเก็บตัวอย่าง 13 ชุด ชุดละ 4 ตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลความกว้างของชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ที่บริษัทผลิตได้เปรียบเทียบกับข้อกำหนดเฉพาะ ซึ่งมีข้อกำหนดเฉพาะขอบเขตล่างคือ 19.80 มิลลิเมตร และข้อกำหนดเฉพาะขอบเขตบนคือ 20.20 มิลลิเมตร จากการชักตัวอย่างชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T จำนวน 52 ชิ้น พบว่าความกว้างของชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 20.0138 มิลลิเมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความกว้างของชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ของตัวอย่างเท่ากับ 0.0174 มิลลิเมตร เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมพิสัย พบว่า กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม และฮิสโตแกรมของความกว้างของชิ้นงานมีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปรกติ และจากตัวอย่างไม่พบชิ้นงานตัวอย่างที่มีความกว้างต่ำกว่าข้อกำหนดเฉพาะขอบเขตล่าง และไม่พบชิ้นงานตัวอย่างที่มีความกว้างสูงกว่าข้อกำหนดเฉพาะขอบเขตบน ผลการวิเคราะห์สมรรถภาพของกระบวนการพบว่า ดัชนีสมรรถภาพของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 3.92 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั่วไปของดัชนีความสามารถของกระบวนการข้อกำหนดแบบสองด้าน 1.33 แสดงว่า เมื่อพิจารณาความกว้างของชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ของกระบวนการผลิตนี้ ถือว่ากระบวนการนี้มีความสามารถที่ดีเหลือเชื่อ [6] ซึ่งมีค่าประมาณสัดส่วนของเสียเท่ากับ 0 ppm กล่าวคือ ถ้ามีการผลิตชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ล้านชิ้น จะไม่พบชิ้นงานที่มีความกว้างต่ำกว่าข้อกำหนดเฉพาะด้านล่างหรือสูงกว่าข้อกำหนดเฉพาะด้านบน รายละเอียดดังรูปที่ 2 และสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างของชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ที่บริษัทผลิตได้กับข้อกำหนดเฉพาะ ซึ่งมีข้อกำหนดเฉพาะขอบเขตล่างคือ 9.80 มิลลิเมตร และข้อกำหนดเฉพาะขอบเขตบนคือ 10.20 มิลลิเมตร จากการชักตัวอย่างชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T จำนวน 52 ชิ้น พบว่าระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างของชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 9.969 มิลลิเมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความกว้างของชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ของตัวอย่างเท่ากับ 0.0130 มิลลิเมตร เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมพิสัย พบว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม และฮิสโตแกรมของระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างของชิ้นงานมีการแจกแจงใกล้เคียงการแจกแจงปรกติ และจากตัวอย่าง ไม่พบชิ้นงานที่มีระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างต่ำกว่าข้อกำหนดเฉพาะขอบเขตล่าง และไม่พบ SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ตัวอย่างที่มีระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างสูงกว่าข้อกำหนดเฉพาะขอบเขตบน และจากผลการวิเคราะห์สมรรถภาพของกระบวนการพบว่า ดัชนีสมรรถภาพของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 4.18

ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั่วไปของดัชนีความสามารถของกระบวนการ ข้อกำหนดแบบสองด้าน 1.33 แสดงว่าเมื่อพิจารณาระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างของชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ของกระบวนการผลิตนี้ ถือว่ากระบวนการนี้มีความสามารถที่ดีเหลือเชื่อ [6] ซึ่งมีค่าประมาณสัดส่วนของเสียเท่ากับ 0 ppm กล่าวคือ ถ้ามีการผลิตชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ล้านชิ้น จะไม่พบชิ้นงานที่มีระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างต่ำกว่าข้อกำหนดเฉพาะด้านล่างหรือสูงกว่าข้อกำหนดเฉพาะด้านบน รายละเอียดดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 ฮิสโตแกรมของความกว้างของชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ก่อนปรับปรุงกระบวนการ

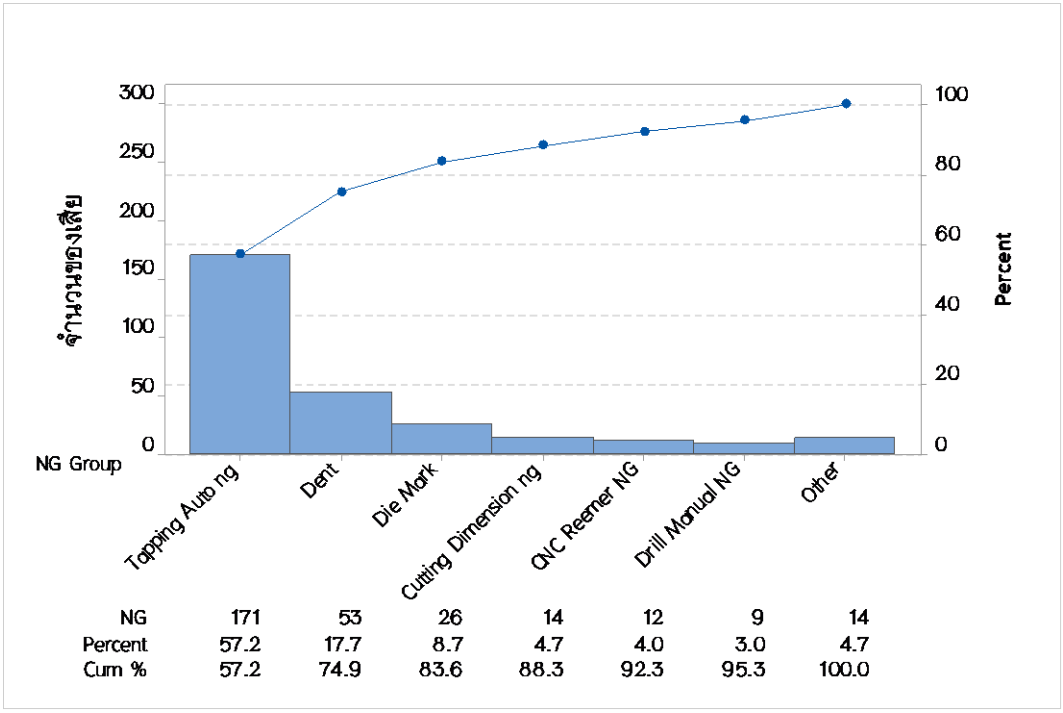


รูปที่ 3 ฮิสโตแกรมของระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างของชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T ก่อนปรับปรุงกระบวนการ

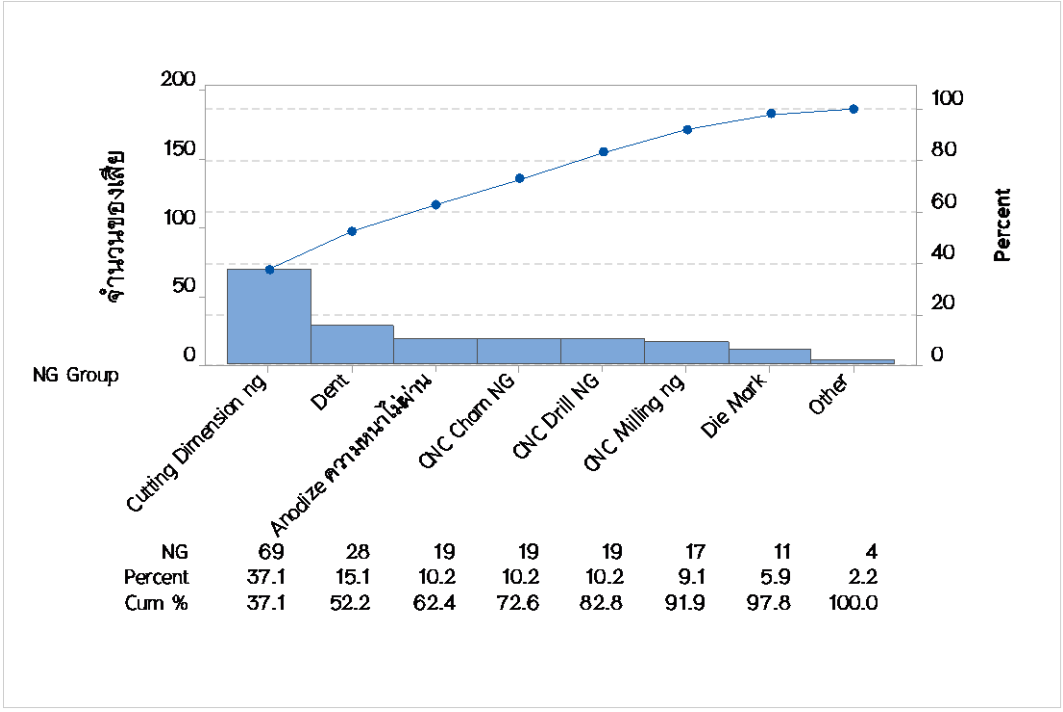
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการผลิตมีสมรรถภาพดีเหลือเชื่อ ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงพิจารณาว่ายังไม่มีความจำเป็นที่ต้องปรับปรุงแก้ไขการกระบวนการผลิตที่วัดค่าคุณภาพของชิ้นงานด้วยตัวแปรเชิงปริมาณ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยผู้ศึกษาได้ทำการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดในกระบวนการผลิต โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลของบริษัท นำมาจำแนกตามกระบวนการผลิต พบว่า กระบวนการผลิตที่เกิดของเสียมากที่สุด ได้แก่ การตรวจสอบชิ้นงาน (INS.VISUAL) มีจำนวนของเสีย 698 ชิ้น (58.6062%) มีมูลค่าเท่ากับ 11,179.20 บาท รองลงมาคือ การปาดผิวเจาะและลบมุมด้วยเครื่อง CNC (CNC FACE, DRILL, CHAMFER) มีจำนวนของเสีย 191 ชิ้น (16.0369%) มีมูลค่าเท่ากับ 3,402.62 บาท และการลบมุมและทำเกลียวโดยเครื่องอัตโนมัติ (CHAMFER, TAP AUTO) จำนวนของเสีย 146 ชิ้น (12.2586%) มีมูลค่าเท่ากับ 1,842.61 บาท จากนั้นผู้ศึกษานำข้อมูลข้างต้นมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาเรโต เพื่อพิจารณาถึงกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดของเสียสะสมมากที่สุด ตามหลักการ 80:20 ของพาเรโต พบว่า 86.9% ของกระบวนการผลิตที่เกิดของเสียทั้งหมด ประกอบไปด้วย 1) กระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน มีจำนวนของเสีย 698 ชิ้น (58.6%) 2) กระบวนการปาดผิว เจาะและลบมุมด้วยเครื่อง CNC มีจำนวนของเสีย 191 ชิ้น (16.0%) และ 3) กระบวนการลบมุมและทำเกลียวโดยเครื่องอัตโนมัติ มีจำนวนของเสีย 146 ชิ้น (12.3%)

แม้ว่าเราจะทราบว่าจำนวนการเกิดของเสียส่วนมากเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตใด แต่เรายังไม่สามารถหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียได้ เนื่องจากกระบวนการที่พบของเสียมากที่สุดเป็นกระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงวิเคราะห์ข้อมูล โดยจำแนกตามชิ้นงานที่เป็นของเสีย พบว่า จากการผลิตชิ้นงานทั้งหมดรวม 249,903 ชิ้น มีชิ้นงานที่เป็นของเสีย 1,191 ชิ้น (0.4766%) จำนวนของดี 248,712 ชิ้น (99.5234%) เมื่อพิจารณาชิ้นงานที่เกิดของเสียมากที่สุด 3 อันดับแรก ประกอบด้วย 1) SFJ-N03T มีจำนวนการผลิต 17,839 ชิ้น จำนวนของเสีย 299 ชิ้น (1.6761%) จากการผลิตทั้งหมด จำนวนของดี 17,540 ชิ้น (98.3239%) จากการผลิตทั้งหมด 2) SFJ-N05 มีจำนวนการผลิต 42,883 ชิ้น จำนวนของเสีย 186 (0.4337%) จากการผลิตทั้งหมด จำนวนของดี 42,697 ชิ้น (99.5663%) จากการผลิตทั้งหมด 3) SFJ-N45T มีจำนวนการผลิต 53,384 ชิ้น จำนวนของเสีย 121 ชิ้น (0.2267%) จากการผลิตทั้งหมด จำนวนของดี 53,263 ชิ้น (99.7733%) จากการผลิตทั้งหมด ดั้งนั้นผู้ศึกษาจึงเลือกพิจารณาเฉพาะชิ้นงานที่เกิดของเสียมากที่สุด 3 อันดับแรกข้างต้น เนื่องจากมีร้อยละของเสียสะสมสูงสุด สามารถปรับปรุงแก้ไขได้ง่าย ไม่ซับซ้อนและรวดเร็ว ซึ่งประกอบด้วย 1) SFJ-N03T 2) SFJ-N05 และ 3) SFJ-N45T มาวิเคราะห์ปัญหา จำแนกตามลักษณะตำหนิและสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียด้วยแผนภูมิพาเรโตอีกครั้ง เพื่อจะได้หาแนวทางปรับปรุงแก้ไขต่อไป พบว่า ชิ้นงาน SFJ-N03T สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในชิ้นงานมากที่สุดคือ ของเสียจากการทำเกลียวโดยเครื่องทำเกลียวอัตโนมัติ (Tapping Auto NG) มีจำนวนของเสีย 171 ชิ้น (57.2%) ชิ้นงาน SFJ-N05 สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในชิ้นงานมากที่สุดคือ ตัดไม่ได้ขนาด (Cutting Dimension NG) มีจำนวนของเสีย 69 ชิ้น (37.1%) และชิ้นงาน SFJ-N45T สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในชิ้นงานมากที่สุดคือ บาร์เรลเป็นรอย (Barrel เป็นรอย) มีจำนวนของเสีย 24 ชิ้น (19.8%) รายละเอียดดังรูปที่ 4 – 6

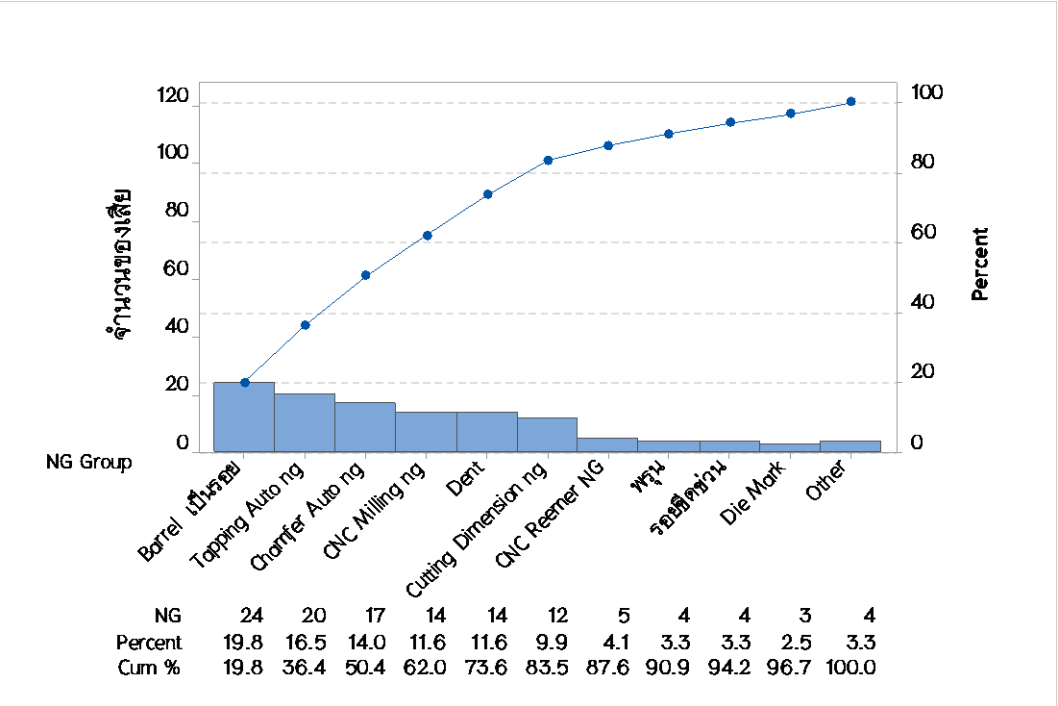
เมื่อทราบสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสียในแต่ละชิ้นงานแล้ว ผู้ศึกษาทำการวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงปัญหาต่าง ๆ โดยผู้ศึกษาได้ใช้ การวิเคราะห์หลักการทำไม ทำไม (Why Why Analysis) ในการหาแนวทางแก้ไขปัญหา โดยระดมสมองจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตของบริษัท เพื่อพิจารณาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียหรือตำหนิในแต่ละชิ้นงาน ผู้ศึกษาจึงได้เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหา คือ 1) ของเสียจากการทำเกลียวโดยเครื่องทำเกลียวอัตโนมัติ (Tapping Auto NG) ในชิ้นงาน SFJ-N03T คือ ตรวจสอบการตั้งค่าให้ถูกต้องและตรวจสอบชิ้นงานอยู่เสมอ 2) ตัดไม่ได้ขนาด (Cutting Dimension NG) ของชิ้นงาน SFJ-N05 คือ กำหนดให้หัวหน้างานตรวจสอบการตั้งค่าอีกครั้ง ตรวจเช็คใบเลื่อยให้อยู่ในอายุการใช้งาน และตรวจสอบเศษอลูมิเนียมที่ติดพินและเป่าทำความสะอาด และ 3) บาร์เรลเป็นรอย (Barrel เป็นรอย) ในชิ้นงาน SFJ-N45T คือ ย้ำเตือนพนักงานให้จับชิ้นงานใส่หม้อบาร์เรล และปรับระดับความเร็วของแรงสั่นให้เหมาะสม รายละเอียดดังรูปที่ 7 – 9



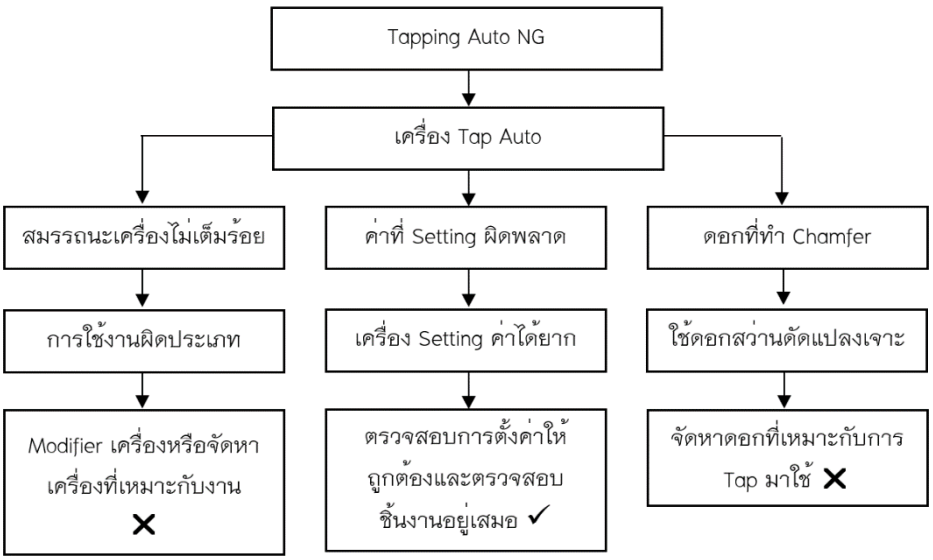
รูปที่ 4 แผนภูมิพาเรโตสาเหตุของเสียของชิ้นงาน SFJ-N03T



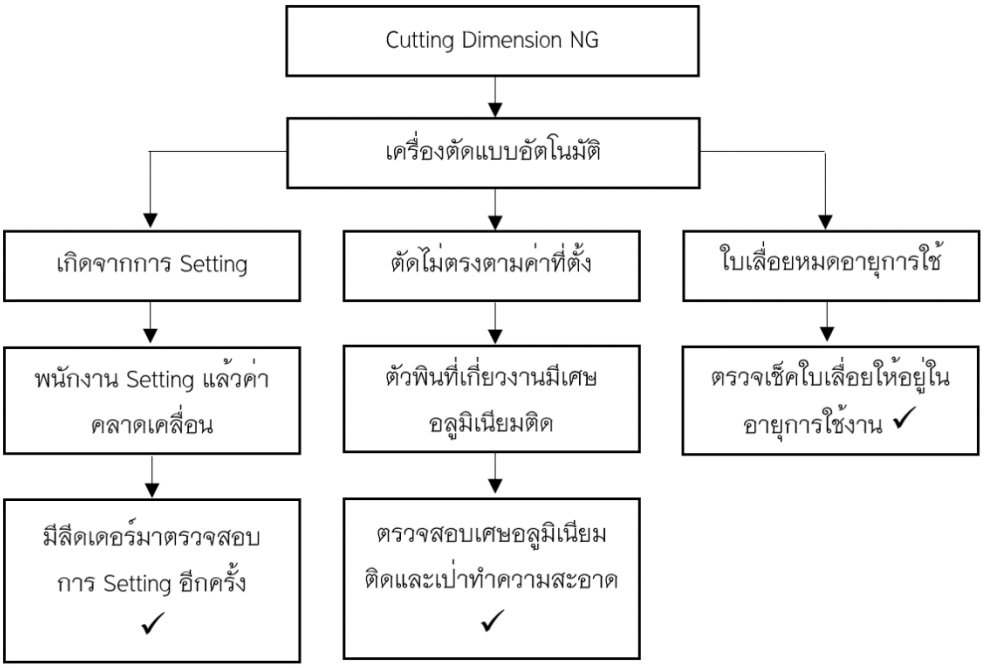
รูปที่ 5 แผนภูมิพาเรโตสาเหตุของเสียของชิ้นงาน SFJ-N05



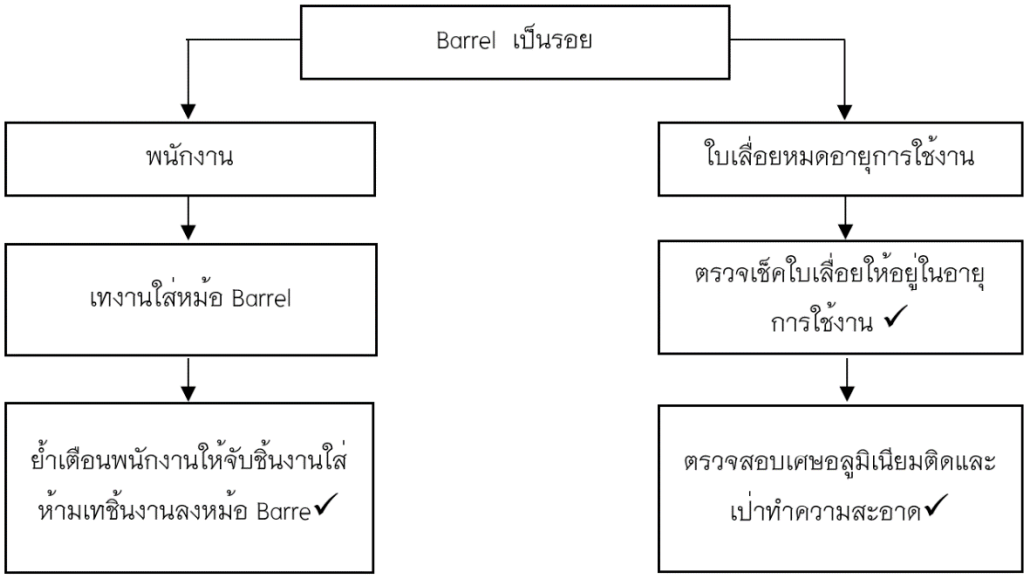
ภาพที่ 6 แผนภูมิพาเรโตสาเหตุของเสียของชิ้นงาน SFJ-N45T



รูปที่ 7 ผัง Why Why Analysis การวิเคราะห์ปัญหาของชิ้นงาน SFJ-N03T



รูปที่ 8 ผัง Why Why Analysis การวิเคราะห์ปัญหาของชิ้นงาน SFJ-N05



รูปที่ 9 ผัง Why Why Analysis การวิเคราะห์ปัญหาของชิ้นงาน SFJ-N45T

ภายหลังดำเนินการแก้ไขปัญหา โดยปรับปรุงกระบวนการ ดำเนินงานตามข้อเสนอแนะต่าง ๆ ตามหัวข้อที่ผ่านมา ผู้ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการ ตั้งแต่วันที่ 10 – 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 (รวม 15 วันทำการ) นำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนการปรับปรุงกระบวนการ พบว่า ภาพรวมการผลิตชิ้นงาน SFJ-N03T ก่อนปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 299 ชิ้น (1.6761%) จากการผลิตทั้งหมดและภายหลังการปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 180 ชิ้น (0.9820%) จากการผลิตทั้งหมด คิดเป็นของเสียในภาพรวมลดลง 41.4116% เมื่อพิจารณาลักษณะตำหนิที่พบมากที่สุดก่อนการปรับปรุงกระบวน ในชิ้นงาน SFJ-N03T คือ ของเสียจากการทำเกลียวโดยเครื่องทำเกลียว

อัตโนมัติ (Tapping Auto NG) มีจำนวนของเสีย 171 ชิ้น (0.9586%) จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 17,839 ชิ้น ซึ่งผู้ศึกษาได้แนะนำให้ฝ่ายผลิตทำการปรับปรุงกระบวนการโดยการตรวจสอบการตั้งค่าให้ถูกต้องและตรวจสอบชิ้นงานอยู่เสมอ ผลจากการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการ พบว่า ลักษณะตำหนิของเสียจากการทำเกลียวโดยเครื่องทำเกลียวอัตโนมัติ (Tapping Auto NG) มีจำนวนของเสีย 105 ชิ้น (0.5728%) จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 18,330 ชิ้น สามารถลดของเสียลงได้ถึง 40.2462% ซึ่งร้อยละของเสียที่ลดลงสูงกว่าเป้าหมายที่ผู้ศึกษากำหนดไว้ที่ 25% รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของลักษณะตำหนิ ชิ้นงาน SFJ-N03T ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ

ลักษณะตำหนิ/ของเสีย	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
	จำนวน (ชิ้น)	ร้อยละ	จำนวน (ชิ้น)	ร้อยละ
CNC Milling NG	1	0.0056	27	0.1473
CNC Reamer NG	12	0.0673	0	0.0000
Cutting Dimension NG	14	0.0785	38	0.2073
Dent	53	0.2971	7	0.0382
Die Mark	26	0.1457	0	0.0000
Drill Manual NG	9	0.0505	0	0.0000
Mat'l Dieline	3	0.0168	0	0.0000
Tapping Auto NG	**171**	**0.9586**	**105**	**0.5728**
คราบน้ำ, คราบสารเคมี	8	0.0448	0	0.0000
ลักษณะตำหนิอื่น ๆ	2	0.0112	3	0.0164
รวมชิ้นงานตำหนิ	**299**	**1.6761**	**180**	**0.9820**
รวมชิ้นงานดี	**17,540**	**98.3239**	**18,150**	**99.0180**

หมายเหตุ: 1) จำนวนชิ้นงาน SFJ-N03T ก่อนปรับปรุงกระบวนการ ผลิตจำนวน 17,839 ชิ้น
2) จำนวนชิ้นงาน SFJ-N03T หลังปรับปรุงกระบวนการ ผลิตจำนวน 18,330 ชิ้น
3) ค่าร้อยละคำนวนจากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด

ส่วนภาพรวมของการผลิตชิ้นงาน SFJ-N05 ก่อนปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 186 ชิ้น (0.4337%) จากการผลิตทั้งหมดและภายหลังการปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 29 ชิ้น (0.2545%) จากการผลิตทั้งหมด คิดเป็นร้อยละของเสียในภาพรวมลดลง 41.3189% เมื่อพิจารณาลักษณะตำหนิที่พบมากที่สุดก่อนการปรับปรุงกระบวน คือ ตัดไม่ได้ขนาด (Cutting Dimension NG) มีจำนวนของเสีย 69 ชิ้น (0.1609%) จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 42,883 ชิ้น ซึ่งผู้ศึกษาได้แนะนำให้ฝ่ายผลิตทำการปรับปรุงโดยทำการกำหนดให้หัวหน้างานตรวจสอบการตั้งค่าอีกครั้ง ตรวจเช็คใบเลื่อยให้อยู่ในอายุการใช้งาน และตรวจสอบเศษอลูมิเนียมที่ติดพินและเป่าทำความสะอาด ซึ่งจากการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงลักษณะตำหนิ ตัดไม่ได้ขนาด (Cutting Dimension NG) มีจำนวนของเสีย 11 ชิ้น (0.0965%) จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 11,395 ชิ้น สามารถลดของเสียลงได้ 40.0249% ซึ่งแสดงถึงร้อยละของเสียที่ลดลงสูงกว่าเป้าหมายที่ผู้ศึกษากำหนดไว้ที่ 25% รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของลักษณะตำหนิชิ้นงาน SFJ-N05 ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ

ลักษณะตำหนิ/ของเสีย	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
	จำนวน (ชิ้น)	ร้อยละ	จำนวน (ชิ้น)	ร้อยละ
Anodize ความหนาไม่ผ่าน	19	0.0443	0	0.0000
CNC Cham NG	19	0.0443	0	0.0000
CNC Drill NG	19	0.0443	0	0.0000
CNC Milling ng	17	0.0396	0	0.0000
CNC Reamer NG	4	0.0093	0	0.0000
Cutting Dimension NG	**69**	**0.1609**	**11**	**0.0965**
Dent	28	0.0653	18	0.1580
Die Mark	11	0.0257	0	0.0000
รวมชิ้นงานตำหนิ	**186**	**0.4337**	**29**	**0.2545**
รวมชิ้นงานดี	**42,697**	**99.5663**	**11,366**	**99.7455**

หมายเหตุ: 1) จำนวนชิ้นงาน SFJ-N05 ก่อนปรับปรุงกระบวนการ ผลิตจำนวน 42,883 ชิ้น

2) จำนวนชิ้นงาน SFJ-N05 หลังปรับปรุงกระบวนการ ผลิตจำนวน 11,395 ชิ้น

3) ค่าร้อยละคำนวณจากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด

และภาพรวมของการผลิตชิ้นงาน SFJ-N45T ก่อนปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 121 ชิ้น (0.2267%) จากการผลิตทั้งหมดและภายหลังการปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 110 ชิ้น (0.2338%) จากการผลิตทั้งหมด ซึ่งจะพบว่าร้อยละของเสียในภาพรวมเพิ่มขึ้น 3.1319% แต่เมื่อพิจารณาลักษณะตำหนิที่พบมากที่สุดก่อนการปรับปรุงกระบวน คือ บาร์เรลเป็นรอย (Barrel เป็นรอย) มีจำนวนของเสีย 24 ชิ้น (0.0450%) จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 53,384 ชิ้น ซึ่งผู้ศึกษาได้แนะนำให้ฝ่ายผลิตทำการปรับปรุงโดยทำการย้ำเตือนพนักงานให้จับชิ้นงานใส่หม้อบาร์เรลและปรับระดับความเร็วของแรงสั่นให้เหมาะสม ซึ่งจากการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง ลักษณะตำหนิ บาร์เรลเป็นรอย (Barrel เป็นรอย) มีจำนวนของเสีย 0 ชิ้น (0%) จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 47,041 ชิ้น สามารถลดของเสียลงได้ 100% แสดงถึงการไม่พบปัญหาบาร์เรลเป็นรอยในช่วงที่เก็บข้อมูลภายหลังการปรับปรุงกระบวนการ รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของลักษณะตำหนิชิ้นงาน SFJ-N45T ก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ

ลักษณะตำหนิ/ของเสีย	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
	จำนวน (ชิ้น)	ร้อยละ	จำนวน (ชิ้น)	ร้อยละ
Barrel เป็นรอย	**24**	**0.0450**	**0**	**0.0000**
Chamfer Auto ng	17	0.0318	7	0.0149
CNC Milling ng	14	0.0262	20	0.0425
CNC Reamer NG	5	0.0094	0	0.0000
Cutting Dimension ng	12	0.0225	12	0.0255
Dent	14	0.0262	43	0.0914
Die Mark	3	0.0056	5	0.0106
Tapping Auto ng	20	0.0375	17	0.0361

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลักษณะตำหนิ/ของเสีย	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
	จำนวน (ชิ้น)	ร้อยละ	จำนวน (ชิ้น)	ร้อยละ
พรุน	4	0.0075	0	0.0000
รอยขีดข่วน	4	0.0075	0	0.0000
ลักษณะตำหนิอื่น ๆ	4	0.0075	6	0.0128
รวมชิ้นงานตำหนิ	**121**	**0.2267**	**110**	**0.2338**
รวมชิ้นงานดี	**53,263**	**99.7733**	**46,931**	**99.7662**

หมายเหตุ: 1) จำนวนชิ้นงาน SFJ-N45T ก่อนปรับปรุงกระบวนการ ผลิตจำนวน 53,384 ชิ้น

2) จำนวนชิ้นงาน SFJ-N45T หลังปรับปรุงกระบวนการ ผลิตจำนวน 47,041 ชิ้น

3) ค่าร้อยละคำนวณจากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด

สรุปและอภิปรายผล:

ผู้ศึกษาได้ศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้เกิดตำหนิ การแก้งาน หรือของเสียจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมกลุ่ม Hard Bracket ของบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ โดยประยุกต์ใช้กระบวนการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ ทำการเก็บข้อมูล 2 ช่วง คือ ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงกระบวนการ โดยพิจารณาลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งพบว่า เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณของลักษณะขนาดผลิตภัณฑ์ คือ ความกว้างของชิ้นงานและระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างของชิ้นงาน จากตัวอย่างชิ้นงาน SFJ-N03 หรือ SFJ-N03T โดยตัวแปรความกว้างของชิ้นงาน มีดัชนีสมรรถภาพของกระบวนการ (Cpk) มีค่าเท่ากับ 3.92 และระยะห่างระหว่างรูกับขอบด้านข้างของชิ้นงาน มีดัชนีสมรรถภาพของกระบวนการ (Cpk) มีค่าเท่ากับ 4.18 โดยถือว่ากระบวนการนี้มีความสามารถที่ดีเหลือเชื่อ ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้สะท้อนกระบวนการผลิตที่มีสมรรถนะที่มีประสิทธิภาพดีกว่าผลการศึกษาของ [4] ที่ทำการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นงานฉีดขึ้นรูปอลูมิเนียมด้วยหลักการของซิกส์ ซิกม่า กรณีศึกษาชิ้นงาน Oil Seal Case ที่มีสมรรถภาพกระบวนการ (Cpk) เพียง 1.20 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั่วไปที่กำหนดค่า Cpk ขั้นต่ำ 1.33 การสะท้อนกระบวนการผลิตที่วัดลักษณะคุณภาพชิ้นงานด้วยตัวแปรเชิงปริมาณที่ดีเหลือเชื่อในการศึกษานี้ อาจจะมีผลเนื่องจากทางบริษัทกรณีศึกษามีการตรวจสอบลักษณะของขนาดผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 1 ชั่วโมงและทุกการใส่วัตถุดิบ โดยพนักงานหน้าเครื่องและพนักงานตรวจสอบคุณภาพ ทำให้สมรรถภาพของกระบวนการอยู่ในเกณฑ์ที่สูง

ในส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งผู้ศึกษาพิจารณาเฉพาะชิ้นงานที่มีร้อยละของเสียสูงสุด 3 อันดับแรกในช่วงที่ศึกษา สำหรับวิเคราะห์ก่อนปรับปรุงกระบวนการ พบว่า ชิ้นงาน SFJ-N03T ก่อนปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 299 ชิ้น คิดเป็น 1.6761% จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 17,839 ชิ้น และภายหลังการปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 180 ชิ้น คิดเป็น 0.9820% จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 18,330 ชิ้น ซึ่งพบว่าร้อยละของเสียในภาพรวมลดลง 41.4116% โดยมีลักษณะตำหนิที่พบมากที่สุดก่อนการปรับปรุงกระบวนการคือ ของเสียจากการทำเกลียวโดยเครื่องทำเกลียวอัตโนมัติ (Tapping Auto NG) มีจำนวนของเสีย 171 ชิ้น คิดเป็น 0.9586% หลังการปรับปรุงกระบวนการ พบว่า ลักษณะตำหนิของเสียจากการทำเกลียวโดยเครื่องทำเกลียวอัตโนมัติ (Tapping Auto NG) มีจำนวนของเสีย 105 ชิ้น คิดเป็น 0.5728% สามารถลดของเสียจากการทำเกลียวโดยเครื่องทำเกลียวอัตโนมัติลงได้ถึง 40.2462% เมื่อพิจารณาชิ้นงาน SFJ-N05 ก่อนปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 186 ชิ้น คิดเป็น 0.4337% จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 42,883 ชิ้น และภายหลังการปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 29 ชิ้น คิดเป็น 0.2545% จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 11,395 ชิ้น ซึ่งพบว่าร้อยละของเสียในภาพรวมลดลง 41.3189% โดยก่อนการปรับปรุงกระบวนการลักษณะตำหนิที่พบมากที่สุดคือ ตัดไม่ได้

ขนาด (Cutting Dimension NG) พบจำนวนของเสีย 69 ชิ้น คิดเป็น 0.1609% และหลังการปรับปรุงกระบวนการ ลักษณะตำหนิ ตัดไม่ได้ขนาด (Cutting Dimension NG) มีจำนวนของเสียเพียง 11 ชิ้น คิดเป็น 0.0965% ซึ่งแนวทางแก้ไขปัญหาที่ผู้ศึกษาเสนอ คือ กำหนดให้หัวหน้างานตรวจสอบการตั้งค่าอีกครั้ง ตรวจเช็คใบเลื่อยให้อยู่ในอายุการใช้งาน และตรวจสอบเศษอลูมิเนียมที่ติดพินและเป่าทำความสะอาด สามารถลดของเสียในชิ้นงาน SFJ-N05 ลงได้ 40.0249% ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ [2, 3, 4, 5] ที่ประยุกต์ใช้การควบคุมคุณเชิงสถิติในการควบคุมและลดของเสียในกระบวนการ สะท้อนให้เห็นว่าการควบคุมคุณภาพทางสถิติเป็นเครื่องมือที่สำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในการกระบวนการผลิตต่าง ๆ และสำหรับชิ้นงาน SFJ-N45T ก่อนปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 121 ชิ้น คิดเป็น 0.2267% จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 53,384 ชิ้น ภายหลังการปรับปรุงกระบวนการมีของเสียรวมจำนวน 110 ชิ้น คิดเป็น 0.2338% จากชิ้นงานที่ผลิตทั้งหมด 47,041 ชิ้น ซึ่งจะพบว่าแม้นร้อยละของเสียในภาพรวมเพิ่มขึ้น 3.1319% แต่เมื่อพิจารณาลักษณะตำหนิที่พบมากที่สุดคือ บาร์เรลเป็นรอย (Barrel เป็นรอย) ที่ผู้ศึกษาทำการเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา พบว่าก่อนปรับปรุงกระบวนมีจำนวนของเสียจากบาร์เรลเป็นรอย (Barrel เป็นรอย) 24 ชิ้น คิดเป็น 0.0450% และหลังการปรับปรุงกระบวนการ ไม่พบลักษณะตำหนิบาร์เรลเป็นรอย (Barrel เป็นรอย) เลย ซึ่งสะท้อนความสามารถในการลดของเสียจากลักษณะบาร์เรลเป็นรอย (Barrel เป็นรอย) ได้ 100%

สรุปผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า แนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่ผู้ศึกษาแนะนำ สามารถลดปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอลูมิเนียมของบริษัทกรณีศึกษาได้สูงกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ ต้องการลดของเสียลง 25% อย่างไรก็ตามผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลภายหลังการปรับปรุงกระบวนการ พบว่ามีลักษณะตำหนิหรือสาเหตุของเสียใหม่ ๆ เกิดขึ้น ผู้ศึกษาคิดว่าบริษัทกรณีศึกษาควรมีการตรวจเช็คปัญหาเป็นประจำและสม่ำเสมอเพื่อป้องกันความผิดพลาดหรือปัญหาอื่น ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคต ตามแนวคิดวงจรคุณภาพ Plan-Do-Check-Action: PDCA ของเดมมิ่ง ข้อจำกัดที่สำคัญของการศึกษาครั้งนี้คือ ผู้ศึกษามีระยะเวลาในการดำเนินงานเพียง 4 เดือน ในการศึกษาครั้งต่อไปสำหรับการค้นหาสาเหตุของปัญหา การหาแนวทางในการปรับปรุง และการปรับปรุงกระบวนการ ควรกำหนดระยะเวลาของการศึกษาแต่ละช่วงมากขึ้น โดยอาจจะพิจารณาการดำเนินงานรายไตรมาสหรือราย 6 เดือน และผู้ศึกษากำหนดขอบเขตการศึกษาโดยพิจารณาแนวทางในการแก้ปัญหารายชิ้นงาน ในการศึกษาครั้งต่อไปบริษัทกรณีศึกษาอาจจะพิจารณาแก้ไขปัญหาสาเหตุของลักษณะตำหนิหรือลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ ในภาพรวมทุกชิ้นงาน หรืออาจจะพิจารณาประยุกต์ใช้การศึกษาประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (Overall Equipment Effectiveness; OEE) เพื่อหาแนวทางปรับปรุงการทำงานของเครื่องจักรให้ดีขึ้น ซึ่งการคำนวณค่า OEE นั้น พิจารณาครอบคลุมถึงปัจจัยหลักที่สำคัญของการผลิต 3 ปัจจัย คือ อัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate) ประสิทธิภาพการเครื่องเดินเครื่อง (Performance Efficiency) และอัตราคุณภาพ (Quality Rate)

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบพระคุณทางบริษัทกรณีศึกษา และบุคลากรภายในบริษัทกรณีศึกษาทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้และให้ประสบการณ์ในการทำงาน รวมถึงการให้ข้อมูลแก่ผู้ศึกษาได้นำไปพัฒนาให้เกิดองค์ความรู้ใหม่

บรรณานุกรม:

[1] กณิศ อ่ำสกุล, ล้วงลึกอุตสาหกรรมอะลูมิเนียมกับปัจจัยที่ไม่ควรละสายตา [ระบบออนไลน์]. [วันที่สืบค้นข้อมูล 28 พฤศจิกายน 2562]. Available from: URL: https://www.scbeic.com/th/detail/product/4551

[2] วุฒิชัย ศรช่วย, การลดของเสียในกระบวนการผลิตตัวสวมโช๊ค กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์, วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556.

[3] จิรวัฒน์ วรวิชัย, ทวีศักดิ์ มโนสืบ, จำเนียร แดงเถิน, พุทธสายัน นราพินิจ, ศรายุทธ หอมแก่นจันทร์ และอุเทน ตองอ่อน, “การลดของเสียในกระบวนการผลิต กรณีศึกษา โรงงานดาเดียร์เซรามิกในจังหวัดลำปาง”, วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, ปีที่ 10, ฉบับที่ 2, หน้า 43-53 (2559).

[4] ธเนส เหล่าเขตกิจ, การปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นงานฉีดขึ้นรูปอลูมิเนียมด้วยหลักการของซิกซ์ ซิกม่า กรณีศึกษาชิ้นงาน Oil Seal Case, บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2558.

[5] สุวิมล จันทร์แก้ว และธรรมมา เจียรธราวานิช, การลดของเสียในอุตสาหกรรมผลิตล้ออลูมิเนียมอัลลอยด์, เอกสารรวมบทความวิชาการ การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 5 ประจำปี 2550.

[6] กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ. กรุงเทพฯ: ส.ส.ท. (2544).

การศึกษาเพื่อกำหนดตัวแบบการพยากรณ์ราคาทองคำในตลาดโลกและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาทองคำและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

A STUDY TO DEFINE FORECASTING MODEL OF GOLD SPOT AND RELATION ANALYSIS BETWEEN GOLD SPOT AND THE FACTORS RELATED

ภคนันท ศรานุชิต[1*],ธนพัทธ์ มิเอม[1] และ ชุติกาญจน์ อรรคฮาต[1]

Pakanan sranujit[1] ,Thanapat Miaim[1] and Chutigarn Akkahart[1]

[1] *สาขาวิชาสถิติธุรกิจและการประกันภัย คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ภคนันท ศรานุชิต อีเมล: nninng_ps@hotmail.com

บทคัดย่อ:

โครงงานพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดตัวแบบในการพยากรณ์ราคาทองคำในตลาดโลก (การเทรดทองคำในตลาดโลก) และทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้ง 7 ตัวแปร โดยราคาทองคำในตลาดโลก (Gold spot) ดอลลาร์สหรัฐ (XAU,USD) และ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 6 ปัจจัย ได้แก่ ราคาน้ำมันดิบ BRENT ราคาน้ำมันดิบ WTI ดัชนีหุ้นสหรัฐอเมริกา (MSCI US Net USD) อัตราดอกเบี้ยของสหรัฐอเมริกา (FED) ราคาเงินในตลาดโลก และข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนระหว่างเงินดอลลาร์และเงินยูโร ซึ่งทำการเก็บข้อมูล ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2557 ถึงเดือนธันวาคม 2561 ทั้งหมดจำนวน 1,304 วัน โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล 2 วิธี คือ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และ การวิเคราะห์แผนภาพเส้นทาง ผลจากการวิเคราะห์แผนภาพเส้นทางพบว่าราคาทองคำในตลาดโลกมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่เกี่ยวข้องทุกตัว ยกเว้น ราคาน้ำมันดิบ (WTI) ในส่วนปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 6 ปัจจัย มีความสัมพันธ์กันเองแทบจะทั้งหมด ซึ่งในกรณีนี้อาจมีโอกาสเกิด Multicollinearity ได้ จึงสามารถแก้ปัญหาโดยการตัดตัวแปรที่ไม่มีนัยสำคัญทิ้ง จากนั้นทำการวิเคราะห์ต่อไปโดยทำการตรวจสอบ และ เพิ่มการวิเคราะห์ข้อมูล และจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ สามารถกำหนดตัวแบบการพยากรณ์ได้โดยการวิเคราะห์ตัวแบบถดถอยพหุคูณด้วยข้อมูล ณ เวลาที่ต่างกัน โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE) เพื่อวัดประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์

คำสำคัญ : การพยากรณ์ , การเทรดทองคำในตลาดโลก , ข้อมูล ณ เวลาที่ต่างกัน ,ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ , ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์

Abstract:

The aim of this special project is to define a forecasting model for gold spot (XAU/USD) and the test of 7 variables relationship which are gold spot and the factors related including Brent Crude, WTI crude (West Texas Intermediate) , index(MSCI US Net USD) , interest rate (FED), silver spot (XAG/USD) and

exchange rate between USD US dollar and EUR euro. Data were collected from January 2014 to December 2018, in a total of 1,304 days. Data was analyzed by 2 methods ,which are Path Analysis and multiple regression analysis. The results of the study were found: 1)from path analysis gold spot has correlation with all variables, except WTI crude. In the part of factors related, most of 6 factors have a connection. And in this case, they have a chance of Multicollinearity, so the problem can solved by cut some variable that not Significance. Next, continue analyze by checked and added data analysis. 2)from multiple regression analysis we can define the model to forecast with data at different times. The low mean absolute deviation and mean absolute percent error was used as the criteria .

Keywords : Forecasting , Gold spot , Data at different times , Mean absolute deviation , Mean absolute percent error was used as the criteria

บทนำ:

ราคาทองคำมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความมั่นคงของเศรษฐกิจการคลังและการลงทุนต่าง ๆ การลงทุนนิยมในการใช้ทองคำเป็นทุนสำรองและอัตราทุนสำรอง ซึ่งราคาทองคำโลกเป็นตัวแปรทางเศรษฐกิจที่สำคัญในการรักษาเสถียรภาพของระบบเศรษฐกิจและมีความสำคัญต่อภาวะเศรษฐกิจรวมไปถึงมีความเชื่อมโยงกับการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ ถ้าราคาทองคำในตลาดโลกมีการปรับตัวเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะส่งผลกระทบต่อการขยายตัวของเศรษฐกิจโลก ความผันผวนของราคาทองคำในตลาดโลกเป็นสิ่งที่ยากต่อการคาดการณ์ เนื่องจากมีปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนไหวของราคาทองคำโลกทั้งปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจ นโยบายการคลัง ภาวะเศรษกิจโลก การคาดการณ์และการเก็งกำไร เสถียรภาพการเมือง จิตวิทยาตลาด ข่าวลือต่าง ๆ และปัจจัยทางเทคนิค ซึ่งความผันผวนของราคาทองคำโลกที่เกิดขึ้นนั้น ส่งผลกระทบต่อการขยายตัวของเศรษฐกิจโลก รวมถึงผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็น ความกังวลเรื่องอัตราเงินเฟ้อ เมื่อเริ่มมีความกังวลว่าเงินเฟ้อจะมากขึ้น มักจะส่งผลดีต่อทอง ความเสี่ยงทางการเมืองระหว่างประเทศและระบบการเงิน ราคาทองคำมักจะปรับตัวเพิ่มขึ้นในช่วงที่มีความตึงเครียดทางการเมืองระหว่างประเทศ และความไม่แน่นอนสูงในระบบการเงินโลก รวมถึงอุปสงค์และอุปทานในตลาด อุปทานของทองคำหลักๆ แล้วจะมาจากผลผลิตของเหมืองแร่ธนาคารกลาง ตามมาด้วยเศษทองคำเก่าที่หมุนเวียนอยู่ในระบบ การขายจากหน่วยงานภาครัฐและการขายล่วงหน้าเพื่อป้องกันความเสี่ยงของผู้ผลิต และในส่วนของอุปสงค์ มีมาจากทั้งภาคเครื่องประดับ ภาคอุตสาหกรรมและการแพทย์ และภาคการลงทุน โดยมีความต้องการทองคำเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ และยังช่วยสร้างสภาพคล่องให้กับตลาดทองคำเป็นอย่างมาก

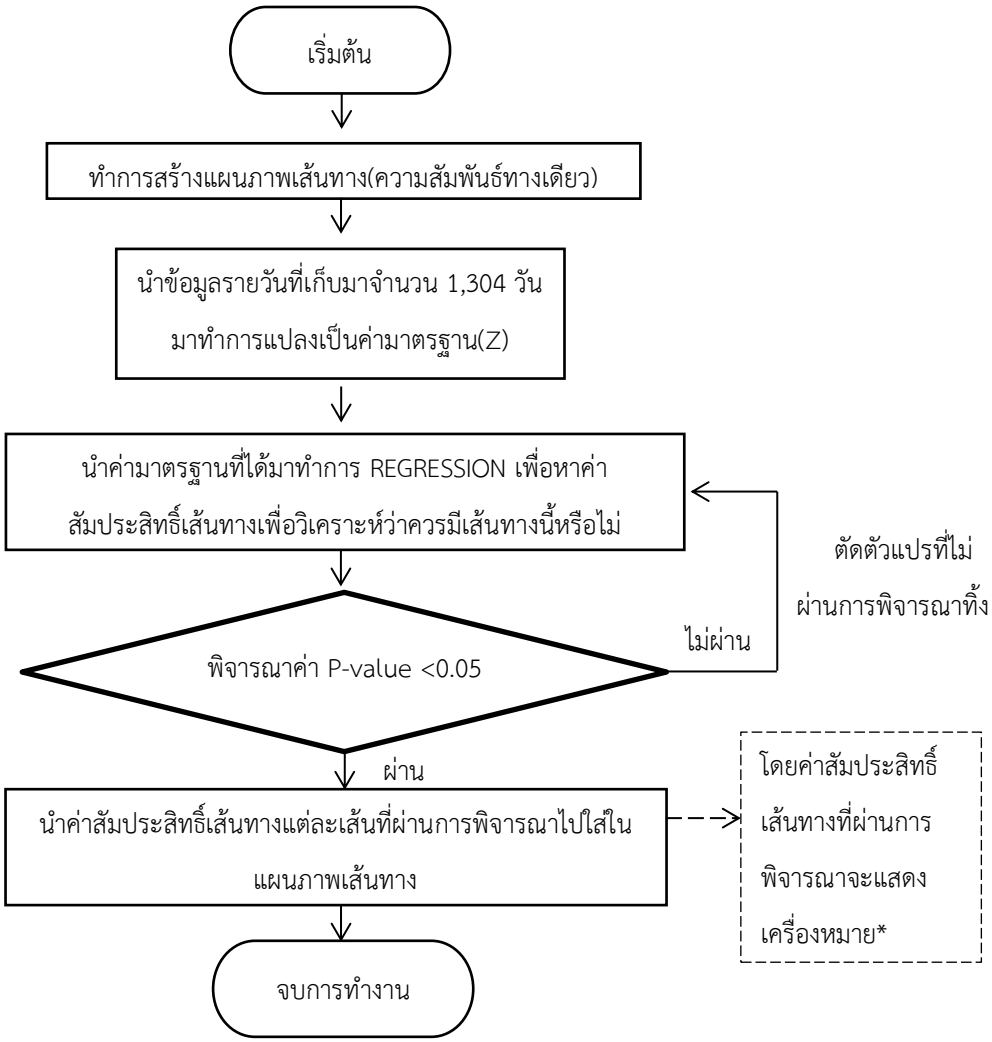
จากที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยสนใจศึกษาหาความสัมพันธ์ของราคาทองคำในตลาดโลก (Gold spot) ดอลลาร์สหรัฐ (XAU,USD) กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 6 ปัจจัย ได้แก่ ราคาน้ำมันดิบ (BRENT) ราคาน้ำมันดิบ (WTI) ดัชนีหุ้นสหรัฐอเมริกา (MSCI US Net USD) อัตราดอกเบี้ยของสหรัฐอเมริกา (FED) ราคาเงินในตลาดโลก

และข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนระหว่างเงินดอลลาร์และเงินยูโร และ กำหนดตัวแบบการถดถอยพหุคูณ ในการพยากรณ์ราคาทองคำในตลาดโลกโดยนำปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้นอกจากทราบถึงตัวแบบของข้อมูลราคาทองคำในตลาดโลกกับปัจจัยต่าง ๆ และสามารถนำตัวแบบที่ได้ไปทำการพยากรณ์ เพื่อให้ทราบถึงราคาทองคำในตลาดโลกในอนาคตได้

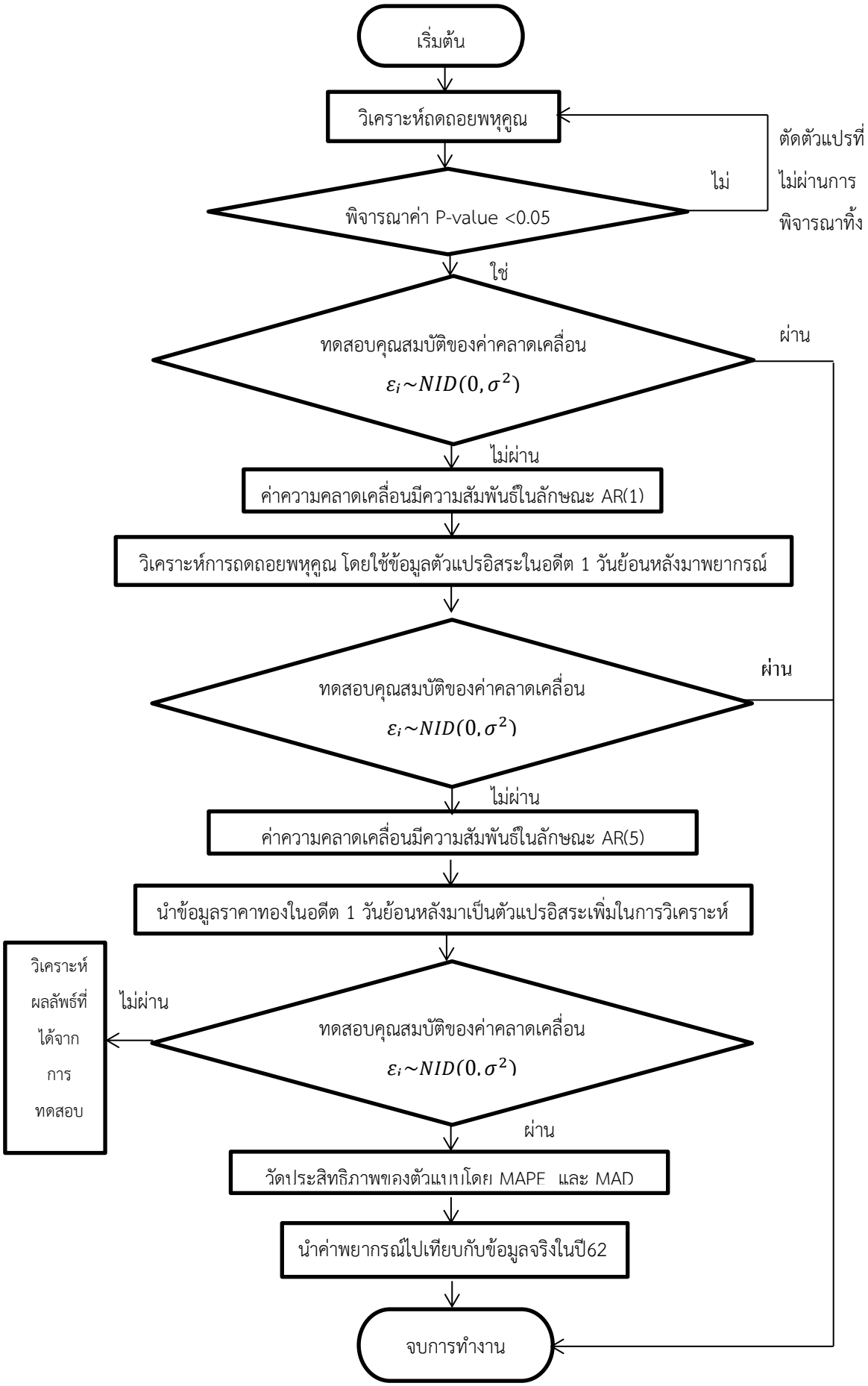
วิธีการทดลอง:

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลทุติยภูมิเป็นข้อมูลรายวันของราคาทองคำในตลาดโลกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 6 ปัจจัย ได้แก่ ราคาน้ำมันดิบ BRENT ราคาน้ำมันดิบ WTI ดัชนีหุ้นทั่วโลก (MSCI US Net USD) อัตราดอกเบี้ยของสหรัฐอเมริกา (FED) ราคาเงินในตลาดโลก และข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์กับเงินยูโร เก็บรวบรวม ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2557 ถึงเดือนธันวาคม 2561 ทั้งหมดหมด 1,304 วัน

การวิเคราะห์แผนภาพเส้นทาง (Path Analysis)



ตัวแบบการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)



ผลการทดลอง:

ในการวิเคราะห์แบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่

ส่วนที่หนึ่ง : การวิเคราะห์แผนภาพเส้นทาง (Path Analysis)

กำหนดให้ y คือ ราคาทองคำตลาดโลก (spot) ดอลลาร์สหรัฐ (XAU,USD)

x_1 คือ ราคาน้ำมันดิบ Brent

x_2 คือ ราคาน้ำมันดิบ WTI

x_3 คือ ดัชนีหุ้นโลก MSCI US NET USD

x_4 คือ อัตราดอกเบี้ยมาตรฐานของสหรัสอเมริกา

x_5 คือ ราคาเงินตลาดโลก (spot) ดอลลาร์สหรัฐ (XAG/USD)

x_6 คือ อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์กับยูโร

ตารางที่ 1 ANOVA

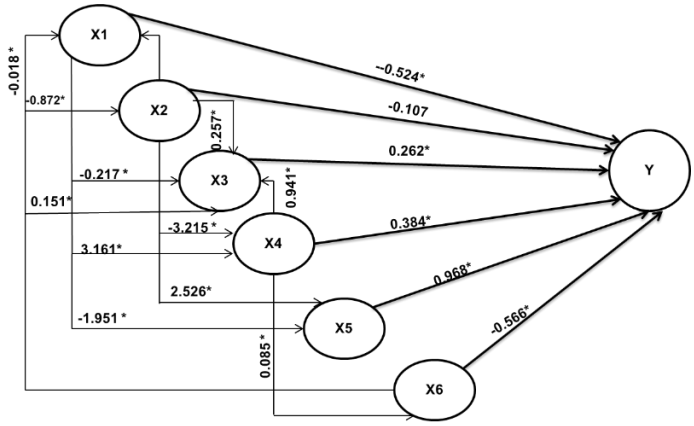
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Regression	1,136.093	6	189.349	1,472.528	0.000
Residual	166.907	1,298	0.129		
Total	1,303.000	1,304			

ที่มา : จากการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS

ตารางที่ 2 แสดงค่าสถิติของการพยากรณ์ y จาก x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 และ x_6

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
model	B	std.Error	Beta	t	sig
Z of x_1	-0.524	0.086	-0.524	-6.064	0.005
Z of x_2	-0.107	0.088	-0.107	-1.217	0.224
Z of x_3	0.262	0.031	0.262	8.463	0.000
Z of x_4	0.384	0.032	0.384	12.092	0.000
Z of x_5	0.968	0.014	0.968	69.208	0.000
Z of x_6	-0.566	0.021	-0.566	-26.613	0.000

ที่มา : จากการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS



ภาพที่ 1 แผนภาพเส้นทาง

ผลลัพธ์จากตารางที่ 1

เนื่องจากผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดย Multiple regression จึงต้องการตรวจสอบและแก้ปัญหาโอกาสการเกิด Multicollinearity ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรอิสระ ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลลัพธ์จากตาราง ANOVA พบว่าค่า F-significane มีค่าน้อยกว่า α (0.05) แปลว่า Regression model ดังกล่าวมีนัยสำคัญ

ผลลัพธ์จากตารางที่ 2

จากการทดสอบสมติฐาน

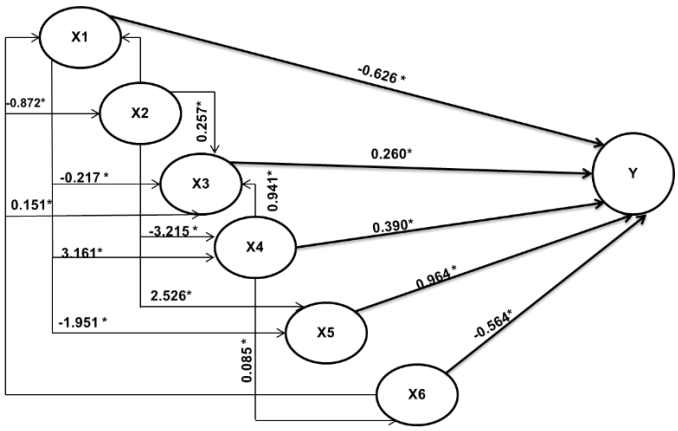
$H_0: B_i = 0, i = 1,2,3,4,5,6$

$H_1: B_i \neq 0$ แสดงให้เห็นว่าค่า sig ของ $i = 1,3,4,5,6 <$ 0.05 ซึ่งยอมรับ H_1 คือ x_1 , x_3, x_4, x_5 และ x_6 มีความสัมพันธ์ กับ y จึงสารถสรุปได้ว่า x_2 หรือ ราคาน้ำมันดิบ WTI เพียงตัวเดียวที่ไม่มีความสัมพันธ์กับ y หรือ ราคาทองคำตลาดโลก และในทำนองเดียวกันการที่สัมประสิทธิ์ตัวแปรอิสระ x_2 มีค่า sig มากกว่า α (0.05) แปลว่า มีโอกาสเกิด Multicollinearity ระหว่างตัวแปรอิสระสูง จึงสามารถสรุปได้ว่า x_2 ไม่มีนัยสำคัญต่อ Regression model และสามารถแก้ปัญหาโดยการตัด x_2 ออกจากการวิเคราะห์ Regression model

ตารางที่ 3 แสดงค่าสถิติของการพยากรณ์ y จาก x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 และ x_6 เมื่อตัดตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์ออก

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
model	B	std.Error	Beta	t	sig
Z of x_1	-0.626	0.021	-0.626	-30.42	0.000
Z of x_3	0.260	0.031	0.260	8.400	0.000
Z of x_4	0.390	0.031	0.390	12.466	0.000
Z of x_5	0.964	0.014	0.964	70.856	0.000
Z of x_6	-0.564	0.021	-0.564	-26.604	0.000

ที่มา : จากการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS



ภาพที่ 2 แผนภาพเส้นทางของตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน

ผลลัพธ์จากตารางที่ 3

จากการทดสอบสมติฐาน

$H_0: B_i = 0, i = 1,3,4,5,6$

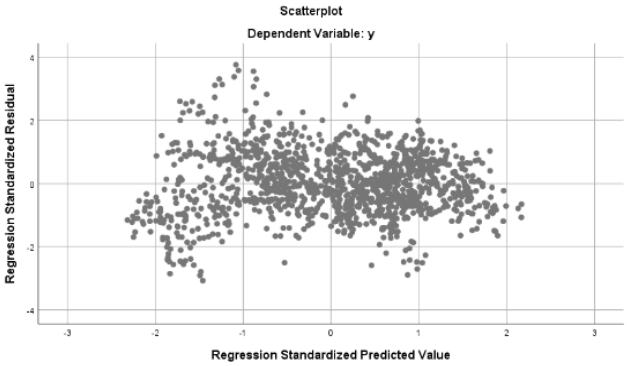
$H_1: B_i \neq 0$ แสดงให้เห็นว่าค่า sig ของ $\mathrm{i} = 1,3,4,5,6 < 0.05$ ซึ่งยอมรับ H_1 คือ x_1, x_3, x_4, x_5 และ x_6มีความสัมพันธ์ กับ y หรือ ราคาทองคำตลาดโลก จึงสามารถสรุปได้ว่า

- ค่าสัมประสิทธิ์ระหว่าง ราคาทองคำตลาดโลก และ ราคาน้ำมันดิบ Brent เท่ากับ -0.626 จึงสามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์กันแต่เป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน
- ค่าสัมประสิทธิ์ระหว่าง ราคาทองคำตลาดโลก (spot)ดอลลาร์สหรัฐ (XAU,USD) และ ดัชนีหุ้นโลก MSCI US NET USD เท่ากับ 0.260 จึงสามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์กันและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน
- ค่าสัมประสิทธิ์ระหว่าง ราคาทองคำตลาดโลก (spot)ดอลลาร์สหรัฐ (XAU,USD) และ อัตราดอกเบี้ยมาตรฐานของสหรัสอเมริกา เท่ากับ 0.390 จึงสามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์กันและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน
- ค่าสัมประสิทธิ์ระหว่าง ราคาทองคำตลาดโลก (spot)ดอลลาร์สหรัฐ (XAU,USD) และ ราคาเงินตลาดโลก (spot)ดอลลาร์สหรัฐ (XAG/USD) เท่ากับ 0.964 จึงสามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์กันและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน
- ค่าสัมประสิทธิ์ระหว่าง ราคาทองคำตลาดโลก (spot)ดอลลาร์สหรัฐ (XAU,USD) และ อัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์กับยูโร เท่ากับ -0.564 จึงสามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์กันแต่เป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน

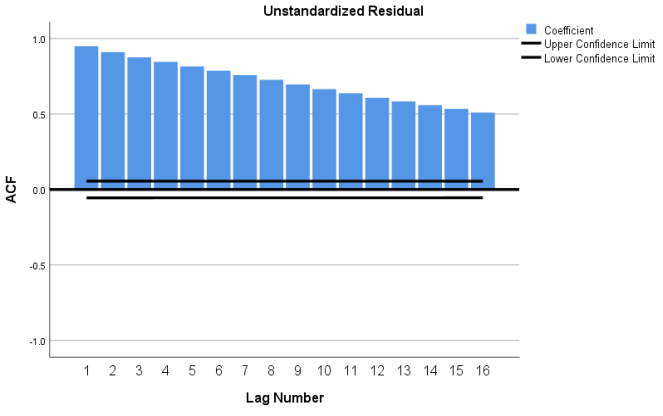
ส่วนที่สอง : การวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยวิธีถดถอยขั้นบันได (Stepwise regression method)

การวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยพหุคูณ โดยมีตัวแปรตามคือ ราคาทองคำในตลาดโลก มีตัวแปรอิสระคือ ราคาน้ำมันดิบ BRENT ดัชนีหุ้นทั่วโลก (MSCI US Net USD) อัตราดอกเบี้ยของสหรัฐอเมริกา (FED) ราคาเงินในตลาดโลก และข้อมูลอัตราแลกเปลี่ยนเงินดอลลาร์กับเงินยูโร (ตัด ราคาน้ำมันดิบ WTI ออก เนื่องจากปัญหา Multicollinearity จากผลลัพธ์ส่วนที่หนึ่ง)

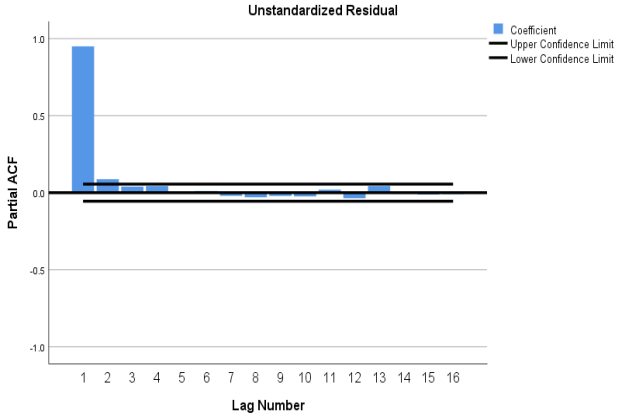
การวิเคราะห์ตัวแบบถดถอยเชิงเส้นด้วยข้อมูล ณ เวลาเดียวกัน ทำการตรวจสอบข้อสมมติฐานของค่าความคลาดเคลื่อน 4 ข้อ พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และ ความแปรปรวนคงที่ดังภาพที่ 3 และพบว่าค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความเป็นอิสระ โดยมีลักษณะความสัมพันธ์ในลักษณะ AR(1) เนื่องจากกราฟ ACF มีลักษณะที่แท่งกราฟค่อย ๆ ลดลงและกราฟ PACF มีลักษณะแท่งกราฟที่ 1 ออกจากขอบเขตการตัดสินใจดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5 และมีการแจงแจงปกติ ดังภาพที่ 6



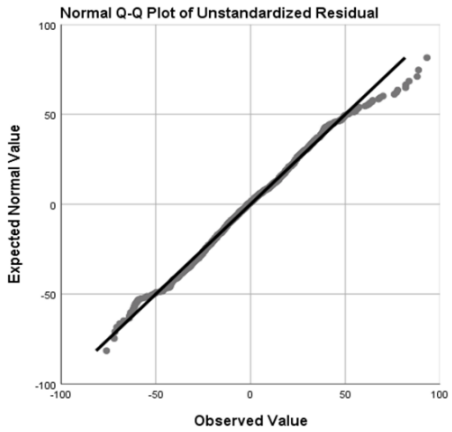
ภาพที่ 3 กราฟการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ x_1, x_3, x_4, x_5, x_6



ภาพที่ 4 กราฟ ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ x_1, x_3, x_4, x_5, x_6



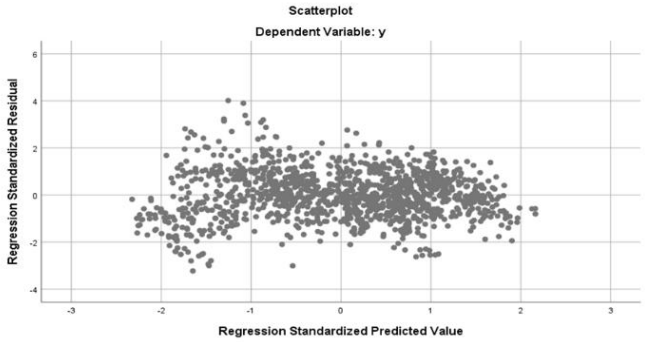
ภาพที่ 5 กราฟ PACF ของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ x_1, x_3, x_4, x_5, x_6



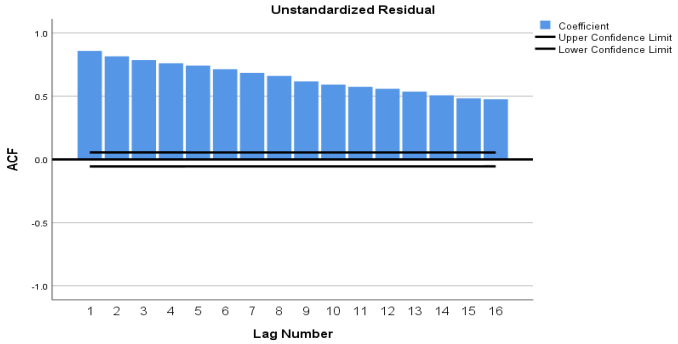
ภาพที่ 6 การทดสอบความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ x_1, x_3, x_4, x_5, x_6

เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์ในลักษณะ AR(1) จึงทำการสร้างตัวแบบพยากรณ์ใหม่โดยการใช้ตัวแปรตาม y กับตัวแปรอิสระในอดีต 1 วันย้อนหลังมาพยากรณ์ราคาทอง ณ ปัจจุบัน $(x_{1,t-1}, x_{3,t-1}, x_{4,t-1}, x_{5,t-1}, x_{6,t-1})$

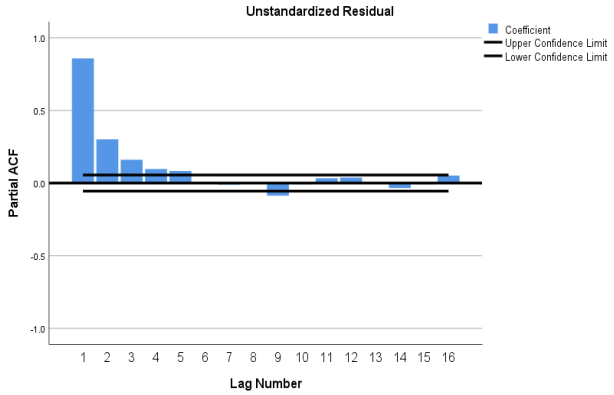
การวิเคราะห์ตัวแบบถดถอยเชิงเส้นด้วยข้อมูล ณ เวลาที่ต่างกัน โดยใช้ตัวแปรตาม y กับตัวแปรอิสระในอดีต 1 วันย้อนหลัง ในการทดสอบข้อสมมติฐานของค่าความคลาดเคลื่อน 4 ข้อพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนคงที่ดังภาพที่ 7 แต่พบว่าค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความเป็นอิสระ โดยมีลักษณะความสัมพันธ์ในลักษณะ AR(5) เนื่องจากกราฟ ACF มีลักษณะที่แท่งกราฟค่อย ๆ ลดลงและกราฟ PACF มีลักษณะแท่งกราฟที่ 1-5 ออกจากขอบเขตการตัดสินใจดังภาพที่ 8 และภาพที่ 9 และมีการแจงแจงปกติ ดังภาพที่ 10



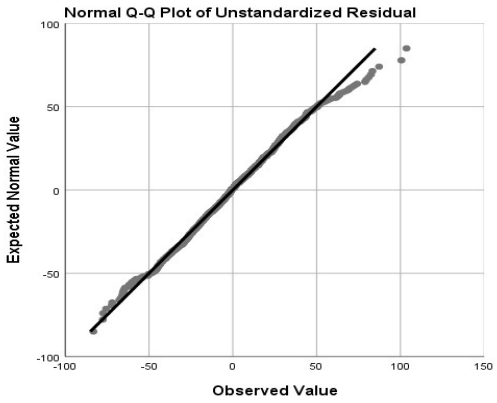
ภาพที่ 7 กราฟการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ $x_{1,t-1}, x_{3,t-1}, x_{4,t-1}, x_{5,t-1}, x_{6,t-1}$



ภาพที่ 8 กราฟ ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ $x_{1,t-1}, x_{3,t-1}, x_{4,t-1}, x_{5,t-1}, x_{6,t-1}$



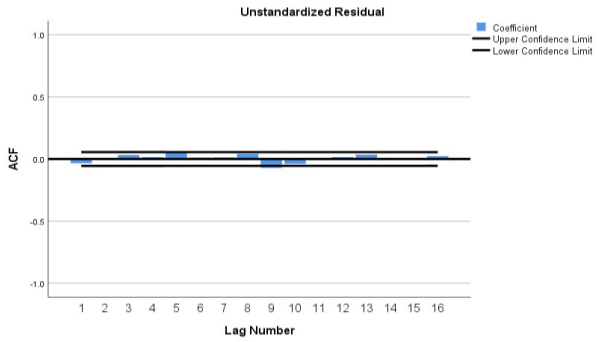
ภาพที่ 9 กราฟ PACF ของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ $x_{1,t-1}, x_{3,t-1}, x_{4,t-1}, x_{5,t-1}, x_{6,t-1}$



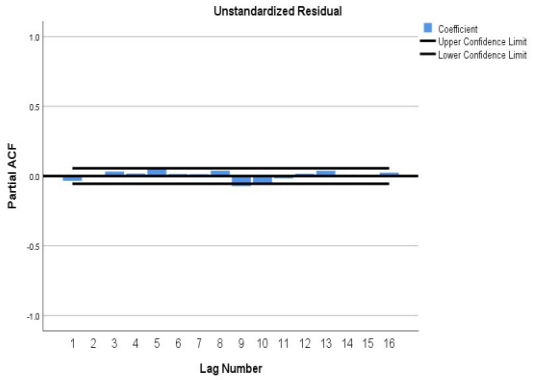
ภาพที่ 10 การทดสอบความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ $x_{1,t-1}, x_{3,t-1}, x_{4,t-1}, x_{5,t-1}, x_{6,t-1}$

เนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์ในลักษณะ AR(5) จึงใช้ข้อมูลราคาทองในอดีต 1 วันย้อนหลัง (y_{t-1}) มาเป็นตัวแปรอิสระเพิ่มในการวิเคราะห์

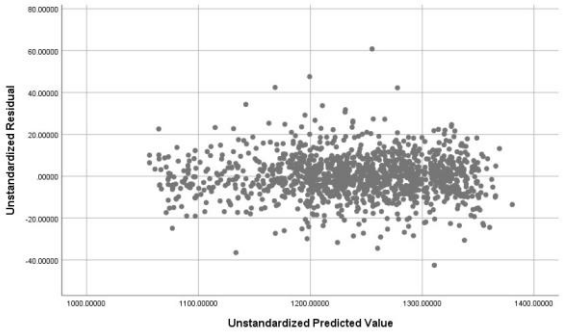
ผลการศึกษาโดยใช้ข้อมูลในอดีต 1 วันย้อนหลังของราคาทองคำมาเป็นตัวแปรอิสระอีกหนึ่งตัว ในการทดสอบข้อสมมติฐานของค่าความคลาดเคลื่อน 4 ข้อ พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และ ความแปรปรวนคงที่ดังภาพที่ 13 และมีการแจกแจงปกติดังภาพที่ 14 และพบว่าค่าคลาดเคลื่อนมีความเป็นอิสระดังภาพที่ 11 และภาพที่ 12



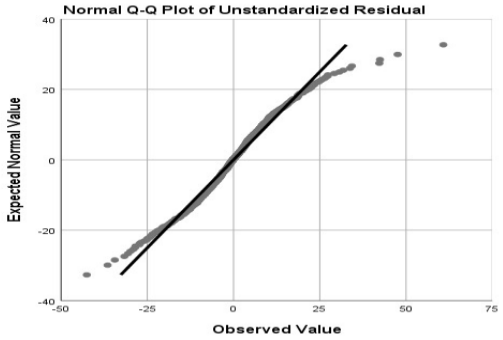
ภาพที่ 11 ACF ของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ $y_{t-1}, x_{1,t-1}, x_{4,t-1}, x_{5,t-1}, x_{6,t-1}$



ภาพที่ 12 PACF ของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ $y_{t-1}, x_{1,t-1}, x_{4,t-1}, x_{5,t-1}, x_{6,t-1}$



ภาพที่ 13 กราฟการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ $y_{t-1}, x_{1,t-1}, x_{4,t-1}, x_{5,t-1}, x_{6,t-1}$



ภาพที่ 14 การทดสอบความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนจากตัวแบบถดถอยเชิงเส้นระหว่าง y กับ $y_{t-1}, x_{1,t-1}, x_{4,t-1}, x_{5,t-1}, x_{6,t-1}$

ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์

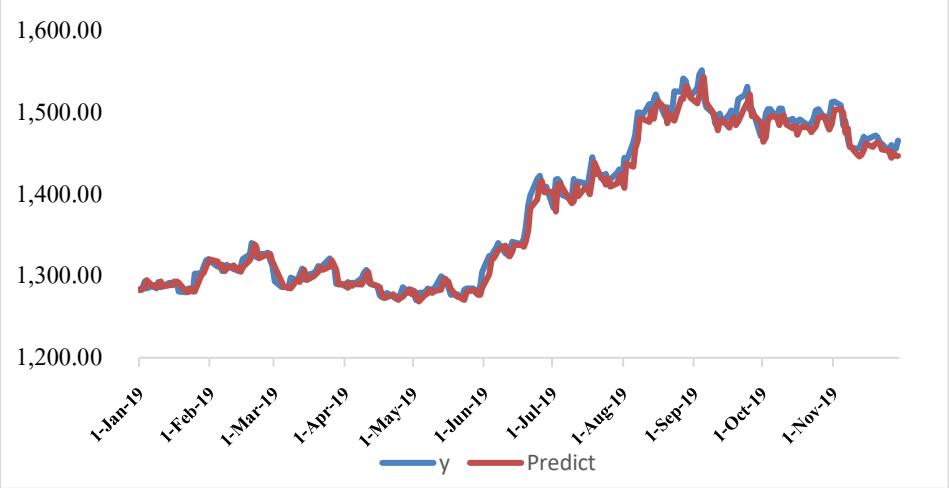
	Coefficients	Standard Error	t_c	p-value
(constant)	63.642	16.063	3.962	0.000
y_{t-1}	0.958	0.011	88.359	0.000
x_1	- 0.099	0.034	-2.913	0.004
x_4	2.630	0.868	3.029	0.002
x_5	1.158	0.451	2.570	0.010
x_6	-33.464	10.905	-3.069	0.002

หมายเหตุ : MAD = 0.0064, MAPE = 0.64%, R^2= 0.979

ที่มา : จากการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS

ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์สำหรับราคาทองคำในตลาดโลก คือ

$$\hat{y}_t = 63.642 + 0.958y_{t-1} - 0.099x_{1,t-1} + 2.63x_{4,t-1} + 1.158x_{5,t-1} - 33.464x_{6,t-1}$$



ภาพที่ 15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ของราคาทองคำในตลาดโลก

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากผลการวิเคราะห์ในส่วนของการวิเคราะห์แผนภาพเส้นทางจะพบว่าราคาทองคำโลกมีความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องทุกตัว ยกเว้น ราคาน้ำมันดิบ WTI โดยผลลัพธ์ที่ความสัมพันธ์ระหว่างราคาทองคำกับปัจจัยใด ๆ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ได้แก่ ดัชนีหุ้นโลก MSCI US NET USD อัตราดอกเบี้ยมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา (FED) และราคาเงินในตลาดโลก ความสัมพันธ์ระหว่างราคาทองคำกับปัจจัยใด ๆ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกัน ได้แก่ ราคาน้ำมันดิบ Brent และอัตราแรกเปลี่ยนเงินดอลลาร์กับยูโร และเมื่อเปรียบเทียบกับหลักเศรษฐศาสตร์จะพบว่าราคาน้ำมันดิบ Brent ดัชนีหุ้นโลก MSCI US NET USD และอัตราดอกเบี้ยมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา (FED) มีผลลัพธ์ที่ตรงข้ามกับทฤษฎี ในส่วนของการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณเนื่องจากข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์มีความซับซ้อนและผันแปรจึงทำให้มีการวิเคราะห์หลายขั้นตอน และ มีโอกาสเกิดปัญหา Multicollinearity ระหว่างตัวแปรอิสระ ดังนั้นจึงสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการตัดตัวแปรที่มีปัญหา Multicollinearity ออกไป (ราคาน้ำมันดิบ WTI) และ ทำการวิเคราะห์ต่อโดยนำข้อมูลตัวแปรอิสระย้อนหลังหนึ่งวันและตัวแปรตามย้อนหลังหนึ่งวันมาใช้เป็นตัวแปรอิสระ หลังจากที่ได้ตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ จึงนำตัวแบบที่ได้ทำการพยากรณ์ราคาทองคำในตลาดโลกตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2562 ถึง วันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2562 และนำค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริงที่เกิดขึ้นเพื่อดูความแม่นยำและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงจากข้อมูลได้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAD) เท่ากับ 0.0064 และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE) เท่ากับ 0.64% จึงสรุปได้ว่าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสมในการใช้พยากรณ์ราคาทองคำในตลาดโลก

กิตติกรรมประกาศ:

โครงงานพิเศษฉบับนี้ไม่อาจจะเสร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลืออย่างดีจากรองศาสตราจารย์ ดร.ฐิตนนท์ จารุโรจน์กีรติ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาตลอดจน ข้อเสนอแนะรวมทั้งควบคุมดูแลแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการจัดทำโครงงานพิเศษนี้มาด้วยดีตลอด พร้อมทั้งคณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษทุกท่านที่ได้สละเวลามาเป็นกรรมการสอบโครงงานพิเศษและกรุณาให้ คำชี้แนะอันเป็นประโยชน์ในการแก้ไขโครงงานพิเศษนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น คณะผู้จัดทำขอกราบขอบคุณคณาจารย์ ภาควิชาสถิติประยุกต์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือทุกท่านที่ให้โอกาสทางการศึกษา และให้ความรู้แก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษาจนกระทั่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานพิเศษนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] วิชุตา เจริญพานิช. (2557). ปัจจัยทางเศรษฐกิจที่ส่งผลกระทบต่อราคาทองคำแท่งในตลาดโลก. สืบค้น 28 พฤศจิกายน 2562, จาก https://www.dpu.ac.th/graduate/upload/content/files/ปีที่%203%20ฉบับที่%202%20ธันวาคม%202557%20-%20มีนาคม%202558/24-Jour_V3_No_2.pdf

การวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดในอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

THE ANALYSIS OF FACTORS FOR MARKET INDICATORS OF BOTTLED WATER IN CHOMTHONG DISTRICT, CHIANG MAI PROVINCE, THAILAND

อานนท์ เรือนคำ[1] และ พิชญ์สินี ชมภูคำ[2]

Arnon Rueankham[1] and Phichsinee Chomphucome[2]

1. นักศึกษาหลักสูตร วท.บ.(สถิติประยุกต์) ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

2.อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อานนท์ เรือนคำ อีเมล: 59143903@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ:

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลกับข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด วิเคราะห์ตัวบ่งชี้ที่เป็นปัจจัยทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด ศึกษาข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด กับปัจจัยทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 390 ครัวเรือน ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test, F-test, Welch's test และการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ ผลการวิจัยพบว่า ผู้ที่บริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุอยู่ในช่วง 56 – 65 ปี อาชีพรับจ้างทั่วไป ระดับการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา และปริญญา รายได้และรายจ่ายอยู่ในช่วง 5,000 – 10,000 บาท จำนวนสมาชิกในครอบครัวอยู่ในช่วง 3 – 4 คน ครัวเรือนส่วนใหญ่บริโภคน้ำดื่มลังแบบขวดสีขาวขุ่น และใช้น้ำดื่มบรรจุขวดในการบริโภคในครัวเรือน การวิเคราะห์ปัจจัยได้ค่า KMO = 0.970 และ Bartlett's Test of Sphericity, Sig. มีค่าใกล้ศูนย์ สรุปได้ว่าตัวแปรมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์ปัจจัยของอยู่ในระดับดีมาก และมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน วิเคราะห์ได้ 5 ปัจจัย ได้แก่ (1) ด้านมาตรฐานของโรงงานและบรรจุภัณฑ์ (2) ด้านมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวด และเครื่องกรองน้ำ (3) ด้านราคา และบุคลิกภาพของพนักงาน (4) ด้านความต้องการของผู้บริโภค และความมีน้ำใจของพนักงาน (5) ด้านกระบวนการกรองน้ำจากแหล่งน้ำดื่ม และความสะอาดของระบบนิเวศ และที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 พบว่า ช่วงค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวดต่อเดือนมากกว่า 500 บาท ขึ้นไป มีระดับคะแนนความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยทางการตลาดในปัจจัยที่ 2 ปัจจัยด้านมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวด และเครื่องกรองน้ำแตกต่างกับช่วงค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวดต่อเดือน 100 – 300 บาท

คำสำคัญ : ปัจจัย ตัวบ่งชี้ น้ำดื่มบรรจุขวด

Abstract:

This research aimed to study personal information toward bottled water usage and to analyze the indicators included in marketing factors toward bottle water consumption. Moreover, bottle water consumption with the marketing factors were also studied. A questionnaire was used as a research instrument to collect a sample of 390 households using the stratified sampling scheme. The statistical technique used for data analysis were percentage, average, standard deviation, t-test, F-test, Welch' s test and Exploratory Factor Analysis. The results were as follows

Most of the bottled water consumers are female, aged between 56 – 65 years, general employment, education level is elementary and bachelor degree, income and expenses are between 5,000 – 10,000 baht. During 3 – 4 people, most households consume drinking water in opaque colored bottles and use bottled water for household consumption. Analysis of factors, KMO = 0.970 and Bartlett's Test of Sphericity, Sig. is near zero suggested that the appropriateness of the variables were at a very good level and the relationship between variables, which can be categorized in 5 factors; (1) Factory and packaging standard (2) Standard of water and bottle quality (3) Price and personality of employee (4) Needs of consumers and the service of employees (5) The process of filtering water from drinking water sources and the cleanliness of the ecosystem. At 0.10 significance level, the bottle water expense per month more than 500 baht had the average level of importance of marketing factors in the standard of water and bottle quality which was different from the expense range Bottled water per month 100 – 300 baht.

Keywords: Factors, Indicator, Bottled water

บทนำ:

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีพของมนุษย์ เราจำเป็นต้องบริโภคน้ำสะอาดเพื่อสุขภาพที่ดีของเราโดยทั่วไปแล้วคนเราอาจขาดน้ำได้ประมาณ 3-5 วัน หากเกินกว่านี้เราอาจเสียชีวิตได้เพราะน้ำเป็นส่วนประกอบหลักของร่างกายมนุษย์ คุณภาพของน้ำจึงมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อสุขภาพร่างกาย เหตุผลสำคัญที่สุดที่คุณภาพของน้ำมีความสำคัญนั้นคือ คนเราดื่มน้ำถึงหนึ่งตันต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณมหาศาลที่ครอบคลุมชีวิตทั้งหมดของคนเรา ดังนั้นน้ำจึงไม่ได้เป็นเพียงเครื่องดื่มคลายกระหายปกติทั่วไปเท่านั้น แต่เป็นสิ่งจำเป็นต่อชีวิตของเรา [1] สภาพอากาศของประเทศไทยทำให้มีความต้องการน้ำมากขึ้นเพื่อช่วยดับกระหายคลายความร้อน น้ำดื่มบรรจุขวดจึงเป็นหนึ่งทางเลือก ด้วยราคาที่ไม่แพงและน้ำมีความสะอาดสูงโดยผ่านกระบวนการกรองหลากหลายขั้นตอน น้ำดื่มบรรจุขวดจึงเป็นที่นิยมอย่างมากเพราะทุกบ้านทุกครัวเรือนต้องใช้น้ำดื่มบรรจุขวดในการดำรงชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นการดื่มน้ำเพื่อช่วยดับกระหายคลายความร้อน บรรเทาอาการเหนื่อยล้า รวมไปถึงการใช้น้ำดื่มบรรจุขวดเพื่อประกอบอาหาร

การแข่งขันทางเศรษฐกิจ เป็นการที่หน่วยผลิตต่าง ๆ สร้างความสามารถในการแข่งขัน เพื่อแย่งชิงผลประโยชน์ให้กับธุรกิจของตน การแข่งขันอาจเป็นการแข่งขันทางด้านราคา ด้านคุณภาพ หรือด้านการให้บริการ ทำให้เกิดการได้เปรียบ

เสียเปรียบกันในทางเศรษฐกิจ ผู้ผลิตจึงควรผลิตในสิ่งที่ตนได้เปรียบสามารถผลิตสินค้าหรือบริการแตกต่างจากผู้ผลิตรายอื่น ๆ ด้วยต้นทุนต่ำหรือมีคุณภาพสูงกว่า [2]

ธุรกิจน้ำดื่มประเภทบรรจุขวด เป็นธุรกิจหนึ่งที่สร้างรายได้แก่ผู้ประกอบการจึงมีการแข่งขันกันจะเห็นแต่ละยี่ห้อมีกลยุทธ์ทางการตลาดที่มากเพื่อส่งเสริมการทำยอดขาย สร้างรายได้ให้กับยี่ห้อน้ำดื่มของตัวเอง ซึ่งธุรกิจน้ำดื่มบรรจุขวดที่ว่านี้ก็จะมีทั้งการผลิตออกมาเป็นขวดแบบ PET หรือขวดใส ขวดแก้ว ขวดขุ่น และถังใหญ่ โดยแต่ละตลาดก็ยังแนวโน้มที่จะเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีการคาดการณ์กันไว้ว่าในอนาคตจะมีการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด PET เพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากผู้บริโภคมีความเชื่อมั่นในคุณภาพและความปลอดภัยของน้ำดื่มที่บรรจุในขวด PET มากกว่าบรรจุภัณฑ์อื่นๆ น้ำดื่มบรรจุขวดยังมีหลากหลายขนาดและหลากหลายราคา โดยการเลือกขนาดของน้ำดื่มบรรจุขวดจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ที่นำไปใช้

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นทำให้ผู้ศึกษามีความสนใจที่จะศึกษาว่าตัวบ่งชี้ใดบ้างที่ทำให้ผู้บริโภคเลือกที่จะบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดในพื้นที่อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ และศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจสอบปัจจัยแต่ละด้านของน้ำดื่มบรรจุขวด ให้ตรงกับคุณลักษณะที่ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายต้องการ และผลการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการวางแผนกลยุทธ์และการตลาดให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการทางธุรกิจ และนำไปสู่ความสำเร็จในการทำธุรกิจต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลกับข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด

2) เพื่อวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ที่เป็นปัจจัยทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด

3) เพื่อศึกษาข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวดกับปัจจัยแต่ละด้านทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด

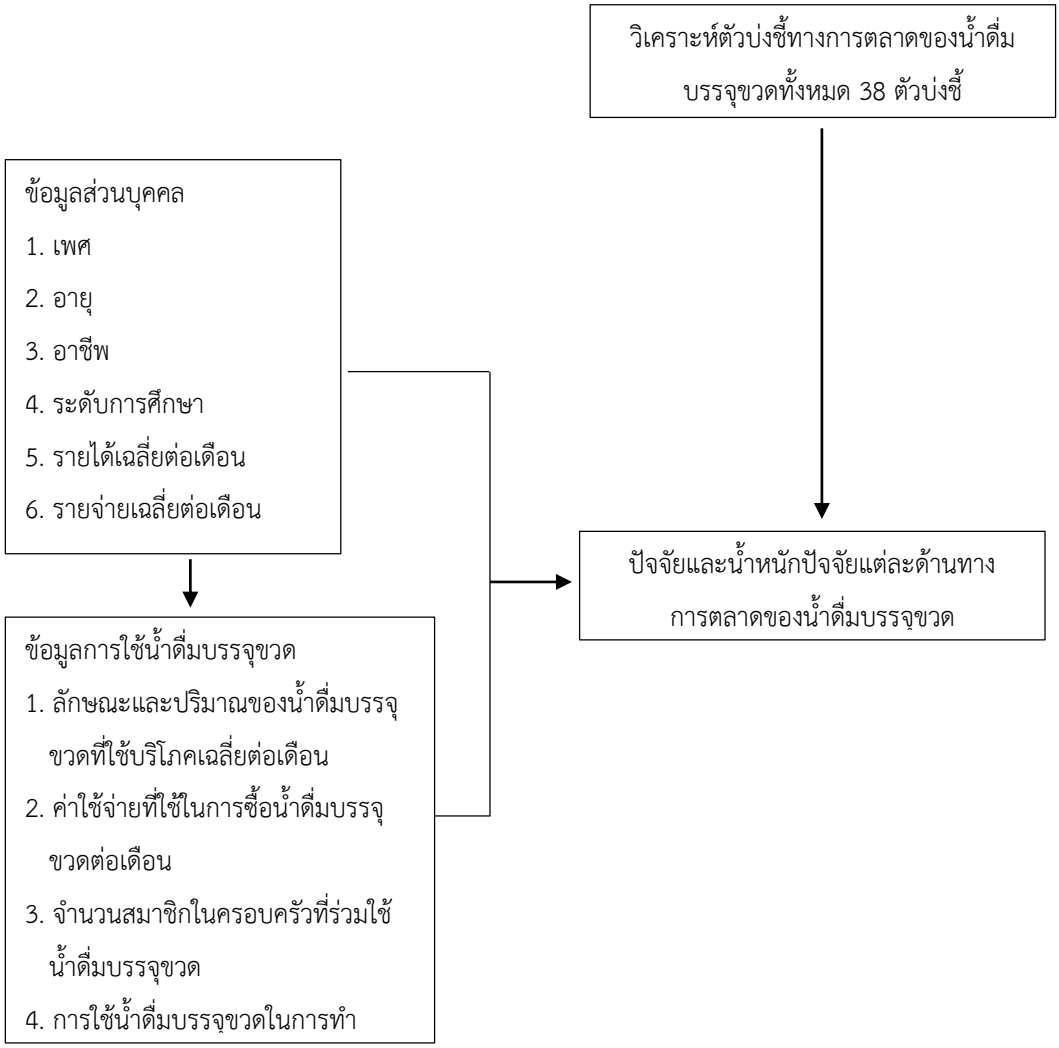
สมมุติฐานการวิจัย

1) ปัจจัยที่ส่งเสริมทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดมีมากกว่า 1 ปัจจัย

2) ข้อมูลส่วนบุคคลที่แตกต่างกันมีผลต่อปัจจัยทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด

3) ข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวดที่แตกต่างกันมีผลต่อปัจจัยทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย:

ประชากร การวิจัยครั้งนี้ประชากรคือ ครัวเรือนที่บริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดในอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลบ้านหลวง ตำบลข่วงเปา ตำบลสบเตี๊ยะ และตำบลดอยแก้ว จำนวน 10,201 ครัวเรือน แบ่งออกเป็น 34 หมู่บ้าน

ตัวอย่าง หาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมโดยที่ [3] ควรมีขนาด $n \geq 10x$ (โดยที่ x แทนจำนวนตัวแปรที่เป็นตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 38 ตัวแปร ได้ขนาดของตัวอย่างจำนวนอย่างน้อย 380 ครัวเรือน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างสามารถเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรมากขึ้นจึงใช้ตัวอย่างขนาด 390 ตัวอย่าง หาสัดส่วนของตัวอย่างตามจำนวนครัวเรือน เลือกตัวอย่างครัวเรือนแบบเป็นระบบ (Systematic sampling) แล้วเลือกตัวแทนครัวเรือนละ 1 คนจนครบตามขนาดตัวอย่างที่กำหนดไว้

เครื่องมือวิจัย แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งรายละเอียดของแบบสอบถามประกอบด้วย 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน รายจ่ายเฉลี่ยต่อเดือน จำนวนสมาชิกครอบครัว เป็นต้น

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด ได้แก่ ลักษณะน้ำดื่มบรรจุขวดที่บริโภค ปริมาณการบริโภคน้ำดื่มเฉลี่ยต่อเดือน ค่าใช้จ่ายในการซื้อน้ำดื่มบรรจุขวดต่อเดือน จำนวนสมาชิกที่บริโภคน้ำดื่มบรรจุขวด และลักษณะการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด

ส่วนที่ 3 ตัวบ่งชี้ของน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีความสำคัญกับระดับคะแนนของตัวบ่งชี้ โดยใช้เกณฑ์การให้ระดับความสำคัญของตัวบ่งชี้ตั้งแต่ 0 - 10 คะแนน มีจำนวนทั้งหมด 38 ข้อ

ส่วนที่ 4 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

การตรวจสอบเครื่องมือโดยนำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาได้ค่า IOC ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 ตัวแปร จึงได้นำแบบสอบถามไปทำการปรับแก้จนผ่านเกณฑ์ซึ่งต้องได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป [4] และการหาความเชื่อมั่นได้ค่า Cronbach's Coefficient of Alpha = 0.864 ตามเกณฑ์ที่ [5] เสนอไว้ ในเกณฑ์ที่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้คือที่ระดับความเชื่อมั่นที่ $\alpha \geq 0.700$ ใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่า ของครอนบาค (Cronbach's Coefficient of Alpha)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยประสานงานติดต่อผู้นำชุมชนเพื่อขอดำเนินการเก็บแบบสอบถาม แล้วเก็บแบบสอบถามด้วยตนเองจากตัวแทนของครัวเรือน

การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้แก่ Microsoft Excel และ SPSS for Window และดำเนินการวิเคราะห์ดังนี้

1) วิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลกับข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2) วิเคราะห์ตัวบ่งชี้ที่เป็นปัจจัยทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด โดยใช้สถิติอนุมาน ได้แก่ การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis) โดยมีการตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย โดยใช้สถิติ Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) และสถิติ Bartlett's Test of Sphericity การสกัดปัจจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) หมุนแกนปัจจัยโดยใช้การหมุนแบบ Varimax โดยเกณฑ์ค่า KMO ในแต่ละช่วง มีความหมายดังที่ [6] เสนอดังนี้

0.90 ขึ้นไป	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์ปัจจัยดีมาก
0.80 – 0.89	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์ปัจจัยดี
0.70 – 0.79	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์ปัจจัยดีพอใช้
0.60 – 0.69	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์ปัจจัยปานกลาง
0.50 – 0.59	เหมาะสมที่จะวิเคราะห์ปัจจัยน้อย
น้อยกว่า 0.50	ไม่เหมาะสมที่จะนำข้อมูลชุดนั้นมาวิเคราะห์ปัจจัย

3) วิเคราะห์ข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวดกับปัจจัยแต่ละด้านทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด โดยใช้สถิติอนุมาน ได้แก่ 3.1) เมื่อทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ใช้ F-test (F) ทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยใช้สถิติทดสอบ LSD และ 3.2) เมื่อทดสอบพบว่า ความแปรปรวนมีอย่างน้อย 1 กลุ่มแตกต่างกันจากกลุ่มอื่นใช้ Welch's test (F_w) ทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยใช้สถิติทดสอบ Games-Howell

ผลการวิจัย:

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลกับข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด

ตารางที่ 1 จำนวนและค่าร้อยละของข้อมูลส่วนบุคคล โดยจำแนกตามเพศ

ข้อมูลส่วนบุคคล	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
อายุ			
15 – 25 ปี	17 (4.36)	26 (6.67)	43 (11.03)
26 – 35 ปี	27 (6.92)	30 (7.69)	57 (14.61)
36 – 45 ปี	22 (5.64)	45 (11.54)	67 (17.18)
46 – 55 ปี	22 (5.64)	47 (12.05)	69 (17.69)
56 – 65 ปี	38 (9.74)	68 (17.44)	106 (27.18)
มากกว่า 65 ปี	25 (6.41)	23 (5.90)	48 (12.31)
อาชีพ			
รับจ้างทั่วไป	36 (9.23)	64 (16.41)	100 (25.64)
ข้าราชการ / พนักงานรัฐวิสาหกิจ	31 (7.95)	60 (15.39)	91 (23.33)
เกษตรกร	45 (11.54)	38 (9.74)	83 (21.28)
ธุรกิจส่วนตัว	16 (4.10)	37 (9.49)	53 (13.59)
นักเรียน / นักศึกษา	15 (3.85)	17 (4.36)	32 (8.21)
พนักงานเอกชน	6 (1.54)	13 (3.33)	19 (4.87)
อื่น ๆ	2 (0.51)	10 (2.56)	12 (3.08)
ระดับการศึกษา			
ประถมศึกษา	39 (10.00)	78 (20.00)	117 (30.00)
มัธยมศึกษาตอนต้น	23 (5.90)	20 (5.13)	43 (11.03)
มัธยมศึกษาตอนปลาย	30 (7.69)	29 (7.43)	59 (15.13)
อนุปริญญา / ปวส.	15 (3.85)	15 (3.85)	30 (7.69)
ปริญญาตรี	34 (8.72)	82 (21.02)	116 (29.74)
ปริญญาโท	10 (2.56)	15 (3.85)	25 (6.41)
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน			
ต่ำกว่า 5,000 บาท	19 (4.88)	35 (8.94)	54 (13.85)
5,000 – 10,000 บาท	64 (16.41)	92 (23.59)	156 (40.00)
10,001 – 15,000 บาท	19 (4.88)	28 (7.18)	47 (12.05)
15,001 – 20,000 บาท	18 (4.63)	24 (6.15)	42 (10.77)
20,001 – 25,000 บาท	8 (2.05)	12 (3.08)	20 (5.13)
25,001 – 30,000 บาท	9 (2.31)	19 (4.87)	28 (7.18)
มากกว่า 30,000 บาท ขึ้นไป	14 (3.59)	29 (7.44)	43 (11.02)

ตารางที่ 1 (ต่อ) จำนวนและค่าร้อยละของข้อมูลส่วนบุคคล โดยจำแนกตามเพศ

ข้อมูลส่วนบุคคล	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	
รายจ่ายเฉลี่ยต่อเดือน			
ต่ำกว่า 5,000 บาท	35 (8.97)	57 (14.62)	92 (23.59)
5,000 – 10,000 บาท	71 (18.20)	103 (26.41)	174 (44.62)
10,001 – 15,000 บาท	14 (3.59)	27 (6.92)	41 (10.51)
15,001 – 20,000 บาท	16 (4.10)	17 (4.36)	33 (8.46)
20,001 – 25,000 บาท	1 (0.26)	12 (3.08)	13 (3.33)
25,001 – 30,000 บาท	9 (2.31)	9 (2.31)	18 (4.62)
มากกว่า 30,000 บาท ขึ้นไป	5 (1.28)	14 (3.59)	19 (4.87)
จำนวนสมาชิกในครอบครัว			
1 – 2 คน	34 (8.72)	56 (14.36)	90 (23.08)
3 – 4 คน	69 (17.69)	116 (29.74)	185 (47.43)
5 – 6 คน	39 (10.00)	59 (15.13)	98 (25.13)
มากกว่า 6 คน ขึ้นไป	9 (2.31)	8 (2.05)	17 (4.36)
รวม	151 (38.72)	239 (61.28)	390 (100.00)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลส่วนบุคคล โดยจำแนกตามเพศ

ข้อมูลส่วนบุคคล	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	
	$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)	
อายุ (ปี)	47.85 (16.865)	47.71 (14.635)	47.77 (15.515)
รายได้เฉลี่ย (บาท/เดือน)	16,598.97 (26,229.517)	16,836.36 (18,876.589)	16,744.45 (21,984.386)
รายจ่ายเฉลี่ย (บาท/เดือน)	10,939.74 (9,572.670)	12,701.84 (17,165.742)	12,019.59 (14,709.042)
จำนวนสมาชิกในครอบครัว (คน)	3.80 (1.637)	3.68 (1.498)	3.73 (1.553)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด โดยจำแนกตามเพศ

ข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	
	$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)	
ลักษณะของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ครัวเรือนใช้			
ลังแบบขวดสีขุ่น (ลัง/เดือน)	4.69 (2.842)	5.78 (7.374)	5.31 (5.905)
ลังแบบขวดสีฟ้า (ลัง/เดือน)	4.95 (3.420)	5.08 (3.607)	5.03 (3.528)
ถังสีขุ่น (ถัง/เดือน)	4.16 (3.120)	4.14 (2.988)	4.15 (3.030)
ถังสีฟ้า (ถัง/เดือน)	6.75 (5.532)	6.00 (5.957)	6.25 (5.770)
น้ำดื่มขวด PET (ขวด/เดือน)	33.00 (21.095)	39.06 (26.201)	38.24 (25.397)
ถังแบบเติมเอง (ถัง/เดือน)	26.67 (29.956)	6.45 (8.335)	10.79 (16.296)
ค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวด (บาท/เดือน)	199.27 (127.710)	235.42 (175.049)	221.43 (159.210)
จำนวนสมาชิกในครอบครัวที่ร่วมใช้น้ำดื่มบรรจุขวด (คน)	3.64 (1.630)	3.45 (1.463)	3.53 (1.531)

หมายเหตุ ขนาดบรรจุ: 1 ลัง = 20 ขวด , 1 ถังสีขุ่น = 20 ลิตร , 1 ถังสีฟ้า = 18.9 ลิตร , 1 ขวดน้ำดื่มขวด PET = 600 มิลลิลิตร , 1 ถังแบบเติมเอง = 5 ลิตร

จากข้อมูลในตารางที่ 1 – 3 พบว่า ผู้ที่บริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 61.28 มีอายุเฉลี่ย 47.77 ปี อายุส่วนมากอยู่ในช่วง 56 – 65 ปี คิดเป็นร้อยละ 27.18 มีอาชีพรับจ้างทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 25.64 มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา และปริญญาตรี ซึ่งมีจำนวนใกล้เคียงกัน คิดเป็นร้อยละ 30.00 มีรายได้เฉลี่ย 16,744.45 บาท/เดือน รายได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5,000 – 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 40.00 มีรายจ่ายเฉลี่ย 12,019.59 บาท/เดือน รายจ่ายส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5,000 – 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 44.62 มีจำนวนสมาชิกในครอบครัวเฉลี่ย 3.73 คน สมาชิกในครอบครัวส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 3 – 4 คน คิดเป็นร้อยละ 47.43 ลักษณะของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ครัวเรือนใช้ คือ ลังแบบขวดสีขุ่น คิดเป็นร้อยละ 26.41 โดยใช้ลังแบบขวดสีขุ่นเฉลี่ย 5.31 ลัง/เดือน มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการซื้อน้ำดื่มบรรจุขวด 221.43 บาท/เดือน มีจำนวนสมาชิกในครอบครัวเฉลี่ยที่ร่วมใช้น้ำดื่มบรรจุขวด 3.53 คน และมีการใช้น้ำดื่มบรรจุขวดในการบริโภคในครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 42.05

วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ที่เป็นปัจจัยทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบ KMO และ Bartlett’s Sphericity Test ของตัวแปรอิสระ

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.970
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	16,550.641
	df	703
	Sig.	0.000**

จากข้อมูลในตารางที่ 4 พบว่า พบว่า KMO เท่ากับ 0.970 แสดงว่าตัวแปรชุดนี้เหมาะสมที่จะวิเคราะห์ปัจจัยอยู่ในระดับดีมาก และ และผลการทดสอบความเป็นอิสระของตัวแปรโดยใช้ Bartlett's Test of Sphericity ได้ค่า Sig. มีค่าใกล้

ศูนย์ สรุปได้ว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรทั้ง 38 ตัวแปร ไม่เป็นอิสระกัน และความเหมาะสมของตัวแปรอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าข้อมูลที่รวบรวมจากแบบสอบถามมานั้นมีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์ปัจจัยได้

ตารางที่ 5 ค่าไอเกนและร้อยละของปัจจัยร่วมของแต่ละปัจจัย

ปัจจัยที่	ค่าผลรวมกำลังสองเริ่มต้น			ผลลัพธ์ที่ได้จากการสกัดด้วยวิธี PCA		
	ค่าไอเกน	ร้อยละของความแปรปรวนร่วม	ร้อยละสะสมของความแปรปรวนร่วม	ค่าไอเกน	ร้อยละของความแปรปรวนร่วม	ร้อยละสะสมของความแปรปรวนร่วม
1	22.405	58.961	58.961	22.405	58.961	58.961
2	1.246	3.280	62.241	1.246	3.280	62.241
3	1.222	3.217	65.457	1.222	3.217	65.457
4	1.018	2.678	68.136	1.018	2.678	68.136
5	1.001	2.634	70.770	1.001	2.634	70.770
6	0.929	2.444	73.214			
7	0.895	2.356	75.571			
8	0.858	2.258	77.829			
9	0.850	2.237	80.066			
10	0.796	2.096	82.162			
⋮						
38	0.035	0.091	100.00			

จากข้อมูลในตารางที่ 5 พบว่า หลังจากใช้การสกัดปัจจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis) จะพบว่ามี 5 ปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปร ได้ร้อยละ 58.961, 3.280, 3.217, 2.678 และ 2.634 ตามลำดับ เมื่อร่วมร้อยละของสัดส่วนของปัจจัยที่ 1 ถึง 5 สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรทั้ง 38 ตัวแปร ได้ร้อยละ 70.770

ตารางที่ 6 หมุนแกนปัจจัยร่วมแบบตั้งฉากด้วยวิธี Varimax

ปัจจัยที่	ค่าไอเกน	ร้อยละของความแปรปรวนร่วม	ร้อยละสะสมของความแปรปรวนร่วม
1	11.342	29.846	29.846
2	7.696	20.252	50.098
3	2.956	7.778	57.877
4	2.536	6.672	64.549
5	2.364	6.221	70.770

จากข้อมูลในตารางที่ 6 พบว่า หลังจากหมุนแกนปัจจัยร่วมแบบตั้งฉากด้วยวิธี Varimax จะเห็นได้ว่าค่าน้ำหนักจะสูงขึ้นในบางปัจจัยและลดลงในบางปัจจัย ซึ่งทำให้ได้ปัจจัยดังนี้

ปัจจัยที่ 1 ด้านมาตรฐานของโรงงาน/บรรจุภัณฑ์ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด จำนวน 16 ตัว ซึ่งมีค่าน้ำหนักปัจจัยอยู่ระหว่าง 0.585 – 0.815 ค่าไอเกน 11.342 สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปร ได้ร้อยละ 29.846 โดยตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีน้ำหนักปัจจัยสูงสุด ได้แก่ ขวดมีความสะอาดสูง

ปัจจัยที่ 2 ด้านมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวด และเครื่องกรองน้ำ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด จำนวน 9 ตัว ซึ่งมีค่าน้ำหนักปัจจัยอยู่ระหว่าง 0.549 – 0.728 ค่าไอเกน 7.696 สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปร ได้ร้อยละ 20.252 โดยตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีน้ำหนักปัจจัยสูงสุด ได้แก่ น้ำดื่มมีความสะอาด (ไม่มีสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อน)

ปัจจัยที่ 3 ด้านราคา และบุคลิกภาพของพนักงาน ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด จำนวน 5 ตัว ซึ่งมีค่าน้ำหนักปัจจัยอยู่ระหว่าง 0.511 – 0.723 ค่าไอเกน 2.956 ร้อยละความแปรปรวนร่วม 7.778 โดยตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีน้ำหนักปัจจัยสูงสุด ได้แก่ ราคาเหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบกับยี่ห้ออื่น

ปัจจัยที่ 4 ด้านความต้องการของผู้บริโภค และความมีน้ำใจของพนักงาน ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด จำนวน 5 ตัว ซึ่งมีค่าน้ำหนักปัจจัยอยู่ระหว่าง 0.339 – 0.675 ค่าไอเกน 2.536 สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปร ได้ร้อยละ 6.672 โดยตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีน้ำหนักปัจจัยสูงสุด ได้แก่ มีขนาดหลากหลายให้เลือก

ปัจจัยที่ 5 ด้านกระบวนการกรองน้ำจากแหล่งน้ำดิบ และความสะอาดของระบบนิเวศ ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด จำนวน 3 ตัว ซึ่งมีค่าน้ำหนักปัจจัยอยู่ระหว่าง 0.277 – 0.722 ค่าไอเกน 2.364 สามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปร ได้ร้อยละ 6.221 โดยตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีน้ำหนักปัจจัยสูงสุด ได้แก่ เครื่องกรองน้ำต้องมีคุณภาพ

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อศึกษาข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวดกับปัจจัยแต่ละด้านทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบระดับคะแนนความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยแต่ละด้านทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดต่อข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด โดยจำแนกตามค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวดต่อเดือน

ค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวดต่อเดือน	ปัจจัยทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด				
	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ 3	ปัจจัยที่ 4	ปัจจัยที่ 5
	$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)	$\bar{X}$ (S.D.)
ต่ำกว่า 100 บาท	8.219 (1.769)	8.094 (1.894)	8.042 (1.829)	8.285 (1.686)	8.436 (1.771)
100 – 200 บาท	8.240 (1.415)	8.096 (1.582)	8.363 (2.847)	8.590 (2.680)	8.511 (2.391)
201 – 300 บาท	8.131 (1.481)	7.962 (1.729)	8.118 (1.682)	8.308 (1.462)	8.769 (3.565)
301 – 400 บาท	7.717 (2.125)	7.714 (2.335)	7.855 (2.227)	8.213 (1.851)	7.925 (2.473)
401 – 500 บาท	8.330 (1.530)	8.356 (1.579)	7.600 (1.882)	7.613 (1.897)	8.522 (1.516)
มากกว่า 500 บาท ขึ้นไป	8.476 (0.972)	8.708 (0.747)	9.667 (6.345)	8.474 (2.138)	8.522 (1.181)
สถิติทดสอบ	Welch's test	Welch's test	F-test	F-test	F-test
ค่าสถิติทดสอบ	0.795	2.865	1.735	0.794	0.589
p-value	0.557	0.019*	0.126	0.555	0.708

จากข้อมูลในตารางที่ 7 พบว่า ช่วงค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวดต่อเดือน มีอย่างน้อย 1 ช่วง ที่มีระดับคะแนนความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยทางการตลาดในปัจจัยที่ 2 ปัจจัยด้านมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวด และเครื่องกรองน้ำ แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบการเปรียบเทียบมีระดับคะแนนความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยทางการตลาดของปัจจัยที่ 2 ปัจจัยด้านมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวด และเครื่องกรองน้ำ ต่อข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด เกี่ยวกับค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวดต่อเดือน

ค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวด	ผลต่างของระดับคะแนนความสำคัญเฉลี่ยปัจจัยที่ 2				
	100 - 200 บาท	201 - 300 บาท	301 - 400 บาท	401 - 500 บาท	มากกว่า 500 บาท ขึ้นไป
ต่ำกว่า 100 บาท	-0.002	0.133	0.380	-0.261	-0.614
100 - 200 บาท	-	0.134	0.381	-0.260	-0.612*
201 - 300 บาท		-	0.247	-0.394	-0.746*
301 - 400 บาท			-	-0.641	-0.994
401 - 500 บาท				-	-0.352
มากกว่า 500 บาท ขึ้นไป					-

จากข้อมูลในตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบระดับคะแนนความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยทางการตลาด รายคู่ โดยใช้สถิติ Games-Howell พบว่า ช่วงค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวดต่อเดือน มากกว่า 500 บาท ขึ้นไป มีระดับคะแนนความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยทางการตลาด แตกต่างกับช่วงค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวด 100 – 300 บาท/เดือน

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย:

การศึกษาการวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นตัวบ่งชี้ทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดในอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ อภิปรายผลได้ดังนี้

1) กรณีศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลกับข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด

ผู้ที่บริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดในอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีการศึกษาระดับปริญญาตรี และประถมศึกษา จำนวนสมาชิกในครอบครัว 3 – 4 คน ซึ่งสอดคล้องกับ [7] โดยได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดตราเนสท์เล่เพียวไลฟ์ใน จังหวัดนนทบุรี พบว่า ผู้บริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดยี่ห้อเนสท์เล่เพียวไลฟ์ในจังหวัดนนทบุรี ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง การศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวนสมาชิกในครอบครัว 3 – 4 คน

2) กรณีศึกษาการวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ที่เป็นปัจจัยทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด

จากการวิเคราะห์ตัวแปรอิสระทั้งหมด 38 ตัวแปร พบว่า KMO มีค่าเท่ากับ 0.970 ซึ่งหมายถึงความเหมาะสมของตัวแปรอยู่ในระดับดีมากและการทดสอบ Bartlett's Test of Sphericity ได้ค่า Approx. Chi-Square เท่ากับ 16,550.641 และได้ค่า Sig. มีค่าใกล้ศูนย์ นั่นคือตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน หลังจากสกัดปัจจัยด้วยวิธีวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) มี 5 ปัจจัยที่มีค่าไอเกนมากกว่า 1 และสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรทั้ง 38 ตัว ได้ร้อยละ 70.770 จาก 38 ตัวแปร มี 22 ตัวแปรที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ [8] โดยได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อน้ำแร่บรรจุขวด ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่า ตัวแปรอิสระทั้งสิ้น 22 ตัวแปร พบว่า KMO มีค่า เท่ากับ 0.822 แสดงว่าข้อมูลที่รวบรวมจากแบบสอบถามมานั้นมีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์ ปัจจัยในการแบ่งกลุ่มตัวแปรได้ และจากการทดสอบ Bartlett’s Test Sphericity พบว่า ค่า Approx. Chi-Square เท่ากับ 4,475.287 และมีค่า Sig. มีค่าใกล้ศูนย์ นั่นคือตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ตัวแปรอิสระดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย เมื่อสกัดปัจจัยโดยใช้ Principal Component Analysis (PCA) พบว่า จากค่า Initial Eigenvalues สามารถจัดกลุ่มปัจจัยออกมาได้ทั้งสิ้น 5 ปัจจัย และสามารถอธิบายค่าแปรปรวนของ ตัวแปรทั้งหมด 22 ตัวแปรได้ถึงร้อยละ 66.048

3) การศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลกับปัจจัยแต่ละด้านทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด

จากงานวิจัยของ [8] ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อน้ำแร่บรรจุขวด ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่า เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ย ที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อน้ำแร่บรรจุขวดของผู้บริโภคใน เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แต่ในงานวิจัยในครั้งนี้ พบว่า ผู้บริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดเพศชายและเพศหญิง ช่วงอายุ อาชีพ ระดับการศึกษา และรายได้เฉลี่ย มีระดับคะแนนความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 5 ปัจจัย ไม่แตกต่างกัน จากผลการวิจัยที่แตกต่างกันอาจจะเป็นเพราะ ปัจจัยด้านสภาพทาง

ภูมิศาสตร์ และปัจจัยด้านสภาพเศรษฐกิจ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งมีความแตกต่างกับเขตชนบทเป็นอย่างมาก

4) การศึกษาศึกษาข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวดกับปัจจัยแต่ละด้านทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดมากกว่าในส่วนของข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวดกับปัจจัยแต่ละด้านทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด โดยที่พบว่าจากการวิจัยของ [8] ได้ศึกษาถึงการวิเคราะห์ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ กับการตัดสินใจเลือกซื้อน้ำแร่บรรจุขวด ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แต่ในการวิจัยครั้งนี้ได้พิจารณาเรื่องข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวดกับปัจจัยแต่ละด้านทางการตลาดของน้ำดื่มบรรจุขวด ซึ่งในงานวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อน้ำแร่บรรจุขวด ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ยังไม่ได้ทำถึงในส่วนของข้อมูลการใช้น้ำดื่มบรรจุขวด พบว่า ช่วงค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวดต่อเดือน มีอย่างน้อย 1 ช่วง ที่มีระดับคะแนนความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยทางการตลาดในปัจจัยที่ 2 ปัจจัยด้านมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวด และเครื่องกรองน้ำ แตกต่างกัน จากผลการเปรียบเทียบระดับคะแนนความสำคัญเฉลี่ย พบว่า มีค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวดมากกว่า 500 บาท ขึ้นไป มีระดับคะแนนความสำคัญเฉลี่ยของปัจจัยทางการตลาด แตกต่างกับช่วงค่าใช้จ่ายน้ำดื่มบรรจุขวด 100 – 300 บาท/เดือน

จากผลการศึกษานี้ ผู้ประกอบการหรือผู้ทำธุรกิจด้านน้ำดื่มบรรจุขวด ควรมีข้อมูลส่วนบุคคลที่จำเป็นของลูกค้า ควรมีการตรวจสอบการดำเนินการเกี่ยวกับน้ำดื่มบรรจุขวดให้เป็นไปตามตัวบ่งชี้ที่เป็นปัจจัยทางการตลาด และควรมีการวางแผนการผลิตที่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าดังผลการศึกษาที่กล่าวมา ซึ่งเป็นข้อมูลสารสนเทศที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนกลยุทธ์และการตลาดให้มีประสิทธิภาพ นำไปสู่ความสำเร็จในการทำธุรกิจต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบคุณผู้นำชุมชน ตัวแทนของครัวเรือนที่บริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดในอำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้กรุณาให้ข้อมูลและผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือจนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง:

[1] บริษัท วอเทอร์ เน็ท จำกัด(มหาชน), ความสำคัญของน้ำต่อชีวิต, สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2562, จาก : http://www.waternetplc.com/th/index.php?option=com

[2] เพ็ญศิริ จารุจินดา, การพึ่งพาอาศัยกันและการแข่งขันกันทางเศรษฐกิจภายในประเทศ, สืบค้นเมื่อ 23 สิงหาคม 2562, จาก: https://sites.google.com/site/classroomsocial/lesson/unit6/02

[3] Hair, Joseph F., Black, William C., Babin, Barry J. and Anderson, Rolph E., Multivariate Data Analysis. (7th ed.). USA: Pearson New International Edition. (2014).

[4] พิชญ์สินี ชมภูคำ, วิธีวิทยาการวิจัย, ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2560).

[5] กัลยา วานิชย์บัญชา, สถิติสำหรับงานวิจัย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2548).

[6] Hutcheson, Graeme D.and Sofronion, Nick., The Multivariate Social Scientist, California: SAGE Publications Ltd. (1999).

[7] ลักขณา ศิริรัตน์, ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดตราเนสท์เล่เพียวไลฟ์ในจังหวัดนนทบุรี, ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2559.

[8] รวิกร สยามิภักดิ์, ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อน้ำแร่บรรจุขวด ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล, ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2559.

ตัวแบบการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล

ESTIMATION MODEL FOR CONSTRUCTION COST OF A SINGLE-STOREY HOUSE AND A TWO-STOREY HOUSE IN CHIANG MAI PROVINCE BY MONTE CARLO SIMULATION

สุนิษา วงค์ราษฎร์[1]*, ปรารถนา มินเสน[2] และ ไชยเชิด ชัยนันท์[3]

Sunisa Wongrat[1]*, Pradthana Minsan[2] and Chaicherd Chainan[3]

[1,2]ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

[3]ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สุนิษา วงค์ราษฎร์ อีเมล: 59143924@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ:

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและสร้างตัวแบบจำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โล สำหรับการประมาณราคาต้นทุนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และ 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่ วิธีการศึกษาใช้ข้อมูลจากบริษัทรับเหมาก่อสร้าง A ซึ่งประกอบด้วย บ้านพักอาศัย 1 ชั้น จำนวน 20 หลัง และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น จำนวน 20 หลัง โดยแต่ละกลุ่มได้แบ่งประเภทตามหมวดงานก่อสร้าง 5 หมวด ได้แก่ หมวดงานโครงสร้าง หมวดงานหลังคา หมวดงานระบบไฟฟ้า หมวดงานสุขาภิบาล และหมวดงานสถาปัตยกรรม ในแต่ละหมวดงานแบ่งเป็นราคาค่าวัสดุและราคาค่าแรงงานโดยคิดเป็นราคาต่อตารางเมตร จากนั้นใช้ฟังก์ชันการแจกแจงรูปสามเหลี่ยมสร้างแบบจำลอง ด้วยวิธีจำลองมอนติคาร์โล จำนวน 10,000 ครั้ง เพื่อนำไปประมาณราคาต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรงงานของแต่ละหมวดงาน วิธีการวัดความแม่นยำของตัวแบบใช้ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) และการเปรียบเทียบราคาต้นทุนที่ได้จากตัวแบบกับราคาต้นทุนจากมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย

ผลการศึกษาพบว่าราคาต้นทุนค่าก่อสร้างเฉลี่ยของบ้านพักอาศัย 1 ชั้น เท่ากับ 8,128.61 บาท/ม.^{2} และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น มีราคาต้นทุนก่อสร้างเฉลี่ยเท่ากับ 7,018.76 บาท/ม.^{2} จากการตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบจากค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) พบว่าบ้านพักอาศัย 1 ชั้น มีค่า MAE เท่ากับ 141,812 บาท และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น มีค่า MAE เท่ากับ 256,827.87 บาท และจากการตรวจสอบความแม่นยำด้วยการเปรียบเทียบกับราคาต้นทุนจากมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย พบว่าบ้านพักอาศัย 1 ชั้น มีความความแตกต่างระหว่างราคาประเมินค่าก่อสร้างจากมูลนิธิฯ 19.88 % และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น มีความความแตกต่าง 28.04 %

คำสำคัญ: ตัวแบบจำลองด้วย วิธีมอนติคาร์โล, ฟังก์ชันการแจกแจงรูปสามเหลี่ยม, ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

Abstract:

The purpose of this study were to estimated model for construction cost of a single-storey house and a two-storey house in Chiang Mai province by Monte Carlo Simulation. The study method uses data from Construction Company A, which consist of 20 of single–storey houses and 20 of two-storey houses. The data in each group consist of 5 construction categories, i.e. structural work, roof work, electrical work, sanitation work and architecture in cost per square meter of materials and labor cost. The triangular distribution function used to estimate the cost of materials and labor in each category. The method of measuring the accuracy of the model uses the Mean Absolute Error (MAE) and compare with the cost of from the Appraisal Foundation of Thailand.

The results showed that, the average cost of a single–storey house is 8,128.61 Baht/square and the two–storey house has an average cost is 7,018.76 Baht/square meter. The model's accuracy from the Mean Absolute Error (MAE) found that the single–story house has MAE is 141,812 Baht and two–story house has MAE is 256,827.87 Baht. The accuracy by comparing with the cost of the Appraisal Foundation of Thailand was the difference between the single–storey house was 19.88 % and the two–storey house was 28.04 %

Keywords: Monte Carlo Simulation, Triangular distribution function, Mean Absolute Error

บทนำ:

ปัจจุบันธุรกิจงานก่อสร้างจัดเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าประเทศไทยมีศักยภาพในด้านงานก่อสร้างแบบครบวงจรเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ เช่น มีโรงงานที่ผลิตวัสดุก่อสร้างที่มีคุณภาพได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับ มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบทั้งงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรม แต่ผู้ประกอบการด้านธุรกิจงานก่อสร้างหลายรายต้องเผชิญกับปัญหาหลายประการ เช่น ปัญหาด้านการเงิน ฯลฯ นอกจากนี้ธุรกิจก่อสร้างยังมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากธุรกิจประเภทอื่น ซึ่งเป็นงานที่ต้องใช้บุคลากรจำนวนมากจากหลายๆ อาชีพ หลายระดับความรู้ หลายระดับความสามารถ และยังมีค่าใช้จ่ายสูง ล้วนแต่มีผลกระทบต่อเวลาและค่าใช้จ่าย ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงหรือการแก้ไขงาน การประมาณราคาค่าก่อสร้างถือว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อการดำเนินโครงการการก่อสร้าง เพราะนอกจากจะใช้การประมาณเพื่อให้ผู้รับเหมายื่นประกวดราคาของหน่วยงานก่อสร้างใหม่แล้ว อาจใช้การประมาณราคาค่าก่อสร้างเพื่อกำหนดงบประมาณและพิจารณาถึงผลประโยชน์จากโครงการดูความเหมาะสมในการวางแผนการลงทุนของเจ้าของโครงการและนักลงทุน นอกจากนี้ยังสามารถใช้กำหนดขอบเขตของงานก่อสร้างให้เหมาะสมกับงบประมาณที่เจ้าของมีอยู่ รวมไปถึงการจัดทำราคากลางของโครงการก่อสร้างโดยผู้ออกแบบทำการเสนอแก่เจ้าของ เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกผู้รับเหมาหรือใช้ต่อรองราคา [2]

การจำลองเชิงคณิตศาสตร์โดยวิธีมอนติคาร์โลเป็นการจำลองเชิงคณิตศาสตร์โดยพิจารณาเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเป็นหลัก ในการสร้างตัวแบบเพื่อทำการจำลองโดยวิธีมอนติคาร์โล เป็นการจำลองภายใต้สภาวะความเสี่ยงซึ่งอาศัยการสุ่มจากตัวเลขสุ่ม (Random Number) การจำลองเหตุการณ์ด้วยวิธีมอนติคาร์โลจะทำซ้ำๆ

เพื่อให้เกิดค่าของเหตุการณ์ที่แตกต่างกันไป เมื่อเสร็จสิ้นการจำลองนำข้อมูลที่ได้ ไปวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจและนำไปแก้ปัญหาได้ [4]

ดังนั้น การสร้างแบบจำลองสำหรับการประมาณค่าราคาด้วยวิธีมอนติคาร์โล จะช่วยให้สามารถทราบถึงต้นทุนการก่อสร้างได้อย่างรวดเร็วและค่อนข้างแม่นยำ เมื่อทราบต้นทุนราคาของหมวดงานก่อสร้างหากเกินงบประมาณที่สามารถรับได้ก็จะได้ปรับลดงานก่อสร้างในแต่ละหมวดลงได้ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้หลักการทางสถิติและการเก็บข้อมูลค่าก่อสร้างในอดีต แล้วนำไปหาความสัมพันธ์โดยการนำเสนอข้อมูลค่าต้นทุนของหมวดงานก่อสร้าง มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติและรูปแบบการแจกแจงของข้อมูลต้นทุนราคาตามหมวดงานที่เหมาะสม จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองประมาณค่าราคาก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่ เมื่อได้ตัวแบบการประมาณค่าคาก่อสร้างแล้ว จึงทำการจำลองตัวแบบประมาณค่าราคาก่อสร้างเพื่อประมาณราคาเฉลี่ยค่าต้นทุนสำหรับการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่ ที่จะก่อสร้างในอนาคตได้

วัตถุประสงค์:

1. เพื่อศึกษาและสร้างแบบจำลอง สำหรับการประมาณราคาต้นทุนในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย
2. สร้างตัวแบบสำหรับการประมาณค่าราคาก่อสร้างของการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น ขนาดพื้นที่ใช้สอย 85 - 200 ตารางเมตร และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ขนาดพื้นที่ใช้สอย 85 - 200 ตารางเมตร ในจังหวัดเชียงใหม่

วิธีการดำเนินงาน:

1. เก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลจากโครงการที่มีการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น จากบริษัทรับเหมาก่อสร้าง A ซึ่งเป็นโครงการที่อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ และเป็นโครงการก่อสร้างที่ทำการก่อสร้างที่แล้วเสร็จทุกโครงการ ดังนั้นข้อมูลราคาเหล่านี้จึงเป็นราคาที่เกิดขึ้นจริงในอดีต เพื่อเป็นข้อมูลที่นำไปใช้ในอนาคต

2. แยกหมวดหมู่ของงานก่อสร้าง

แยกหมวดงานตามมาตรฐานการแยกหมวดงานของงานก่อสร้าง ซึ่งแบ่งเป็น 5 หมวด ได้แก่ หมวดงานโครงสร้าง หมวดงานหลังคา หมวดงานระบบไฟฟ้า หมวดงานระบบสุขาภิบาล และหมวดงานสถาปัตยกรรม ซึ่งยกเว้น ค่าดำเนินการ กำไร และค่าภาษี จะหักออกไปไม่ได้นำมารวมเป็นค่าต้นทุน [6]

3. ปรับสภาพข้อมูล

3.1 ปรับข้อมูลราคาเป็นราคาต่อหน่วยพื้นที่หนึ่งตาราเมตร

เนื่องจากข้อมูลราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั้ง 2 กลุ่ม มีหน่วยพื้นที่ ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่แตกต่างกัน จึงต้องปรับฐานข้อมูลให้อยู่ในปีฐานเดียวกันก่อนจะนำไปวิเคราะห์ ด้วยการจำลองเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเปลี่ยนราคาจากราคาต่อหลังให้เป็นราคาตาต่อรางเมตร (บาท/ม.^{2}) จึงใช้สูตรการคำนวณหา ดังนี้

$$\text{ราคาค่าวัสดุของหมวดงาน} = \frac{\text{ราคาของบ้านพักอาศัย 2 ชั้น}}{\text{พื้นที่ใช้สอยของบ้านพักอาศัย 2 ชั้น}} \quad (1)$$

3.2 ปรับดัชนีราคาวัสดุและค่าแรงงาน

ในการปรับต้นทุนการก่อสร้างของบ้านแต่ละหลังให้เป็นปีเดียวกัน โดยใช้ ปี พ.ศ. 2553 เป็นปีฐาน สามารถทำได้โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าวัสดุ} = \frac{\text{ดัชนีค่าวัสดุปีที่ต้องการ}}{\text{ดัชนีค่าวัสดุปีที่เก็บข้อมูล}} \times \text{ราคาค่าวัสดุปีที่เก็บข้อมูล} \quad (2)$$

$$\text{ค่าแรงงาน} = \frac{\text{ดัชนีค่าแรงงานปีที่ต้องการ}}{\text{ดัชนีค่าแรงงานปีที่เก็บข้อมูล}} \times \text{ราคาค่าแรงงานปีที่เก็บข้อมูล} \quad (3)$$

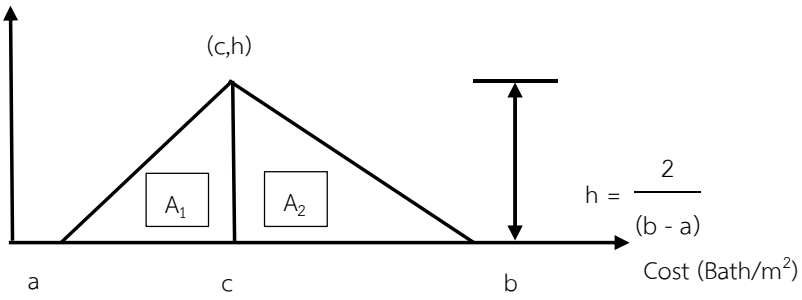
4. สร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์เพื่อทำนายราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่

4.1 ศึกษาและทำการเลือกรูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการแจกแบบรูปสามเหลี่ยม เพราะสามารถกำหนดระยะของขอบเขตของความเป็นไปได้ของข้อมูล ในกรณีที่มีข้อมูลไม่มากนัก ค่าประมาณอยู่ในช่วงของข้อมูล และในความเป็นจริงจะถูกประเมินราคาการก่อสร้างโดยใช้ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าฐานนิยม เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนในการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง

4.2 สร้างฟังก์ชันการแจกแจงรูปสามเหลี่ยม

นำต้นทุนราคาค่าก่อสร้างแบ่งเป็น ค่าวัสดุและค่าแรงงานของแต่ละหมวดงาน ซึ่งคิดเป็นราคาต่อตารางเมตร ของบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่ มาใช้ในการเขียนกราฟกระจายตัวรูปสามเหลี่ยมโดยประกอบไปด้วย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าฐานนิยม



ภาพที่ 1 ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นรูปสามเหลี่ยม

จากภาพที่ 1 ฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นรูปสามเหลี่ยมที่ประกอบไปด้วย ค่าต่ำสุด (a) ค่าสูงสุด (b) ค่าฐานนิยม (c) ของราคาค่าวัสดุและราคาค่าแรงงานของแต่ละหมวดงาน

คำนวณหาพื้นที่ A_1 และ A_2 ได้ดังสมการต่อไปนี้

พื้นที่ด้านซ้าย (A_1)

$$A_1 = \frac{(c - a)}{(b - a)} \tag{4}$$

พื้นที่ด้านขวา (A_2)

$$A_2 = \frac{(b - c)}{(b - a)} \tag{5}$$

ค่าตัวแปรสุ่มจากโค้งความหนาแน่นของความน่าจะเป็น (PDF) สำหรับการแจกแจงแบบต่อเนื่อง ในรูปสามเหลี่ยม คือ

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{2(x - a)}{(b - a)(c - a)}, & a \le x \le c, \\ \dfrac{2(b - x)}{(b - a)(b - c)}, & c < x \le b, \\ 0, & \text{อื่นๆ} \end{cases} \tag{6}$$

และค่าตัวแปรสุ่มจากเส้นโค้งของการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบสะสม (CDF) คือ

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x < a, \\ \dfrac{(x-a)^2}{(b - a)(c - a)}, & a \le x \le c, \\ 1 - \dfrac{(b-x)^2}{(b - a)(b - c)}, & c < x \le b, \\ 1, & x > b, \end{cases} \tag{7}$$

เนื่องจากค่า f(x) คือค่าเลขสุ่มที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล จำนวน 10,000 ครั้ง จะกำหนดช่วงให้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เพื่อแทนความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ สามารถหาค่าวัสดุและค่าแรงงานในแต่ละหมวดงานได้ เมื่อแทนด้วยตัวแปร x ในรูปแบบฟังก์ชันของค่าเลขสุ่ม (Random number ; RN) ได้ดังนี้

เมื่อค่าเลขสุ่มที่ได้น้อยกว่าพื้นที่ด้านซ้ายของสามเหลี่ยม ($RN \le A_1$)

$$x = a + \sqrt{RN \times (c - a) \times (b - a)} \tag{8}$$

เมื่อค่าเลขสุ่มที่ได้มากกว่าพื้นที่ด้านซ้ายของสามเหลี่ยม ($RN > A_1$)

$$x = b - \sqrt{(1 - RN) \times (b - c) \times (b - a)} \tag{9}$$

4.3 จำลองโดยใช้วิธีมอนติคาร์โล

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดเงื่อนไขให้ตัวเลขมีการแจกแจงอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 - 1 กำหนดทศนิยมไม่เกิน 2 ตำแหน่ง ทำซ้ำๆ กัน 10,000 ครั้ง จนได้ตัวเลขความน่าจะเป็นจำนวน 10,000 ค่า โดยการใช้โปรแกรม Microsoft Excel คำสั่งที่จะใช้ในการวิเคราะห์คือ Rand()

1 .สร้างแบบจำลองใน Work sheet โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งประกอบไปด้วยตารางข้อมูลและสูตรคำนวณต่างๆ เพื่อการประมาณราคาต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั้ง 2 กลุ่ม

2. กำหนด Cell ที่ต้องการวิเคราะห์ผล ซึ่งแบ่งตามหมวดงานก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั้ง 2 กลุ่ม

3. ใช้คำสั่ง Rand() โดยจำลองสถานการณ์ซ้ำ จำนวน 10,000 ครั้ง เพื่อนำมาสร้างตัวแบบการประมาณราคาต้นทุนค่าก่อสร้างของแต่ละหมวดงาน

5. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์และการทดสอบแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์

เมื่อได้ตัวเลขสุ่ม x สามารถนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในงานก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั้ง 2 กลุ่มได้ ซึ่งในวิจัยครั้งนี้สามารถหาความสัมพันธ์ของตัวเลขสุ่มกับการแจกแจงรูปสามเหลี่ยม โดยแบ่งตามหมวดงาน 5 หมวดงาน ประกอบไปด้วยค่าวัสดุและค่าแรงงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาราคาค่าต้นทุนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั้ง 2 กลุ่ม กำหนดให้เป็น ค่า C_i

6. การวิเคราะห์หาต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้นและบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

ค่า x สามารถแทนเป็นค่าวัสดุหรือค่าแรงงานของหมวดงาน จากการสุ่มแบบจำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โล 1 รอบ ในงานวิจัยนี้ทำการจำลองซ้ำ 10,000 รอบ เพื่อให้ได้กลุ่มความหนาแน่นของราคาค่าวัสดุและค่าแรงงานที่เพียงพอและข้อมูลมีการกระจายตัวในรูปแบบสามเหลี่ยม

ค่าต้นทุนเฉลี่ยของราคาค่าวัสดุและค่าแรงในแต่ละหมวดงานได้

$$C_i = M_i + L_i \qquad (10)$$

โดยที่ M แทน ค่าวัสดุ

L แทน ค่าแรงงาน

i แทน หมวดงาน , i = s , r , e , sa , a

C แทน ต้นทุนค่าก่อสร้างของหมวดงาน

สมการหาต้นทุนรวมเฉลี่ยของค่าก่อสร้าง

$$TC = C_s + C_{r+} C_e + C_{sa} + C_a \qquad (11)$$

โดยที่ TC แทน ต้นทุนค่าก่อสร้างรวมทั้งโครงการ

C_s แทน ราคาค่าก่อสร้างของหมวดงานโครงสร้าง

C_r แทน ราคาค่าก่อสร้างของหมวดงานหลังคา

C_e แทน ราคาค่าก่อสร้างของหมวดงานระบบไฟฟ้า

C_{sa} แทน ราคาค่าก่อสร้างของหมวดงานระบบสุขาภิบาล

C_a แทน ราคาค่าก่อสร้างของหมวดงานสถาปัตยกรรม

7. สร้างฮิตโตแกรม

1. กำหนดจำนวนอันตรภาคชั้นของข้อมูล ก่อนนำไปกำหนดค่าในแต่ละช่วง จากสมการต่อไปนี้ จำนวนอันตรภาคชั้น = 1 + 3.3 log (n) โดยที่ n คือจำนวนครั้งที่จำลองสถานการณ์ มอนติคาร์โล

2. หาความถี่ของข้อมูลในแต่ละช่วง

3. ใส่ค่าช่วงของข้อมูลราคาก่อสร้างที่ได้หลังจากการแบ่งจำนวนอันตรภาคชั้นลงบนกราฟในแกน X

4. สร้างแท่งความถี่ของข้อมูลลงบนกราฟในแนวตั้งหรือแกน Y

5. สร้างกราฟเส้นของค่าสูงที่สุดของความน่าจะเป็น เพื่อดูเปอร์เซ็นการเกิดเหตุการณ์หรือราคาก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั้ง 2 กลุ่ม

8. ตรวจสอบความแม่นยำของตัวแบบ

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error) หรือค่า MAE เนื่องจากเป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความแตกแต่งสมบูรณ์ระหว่างค่าพยากรณ์และค่าจริง ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ค่า MAE} = \frac{1}{n}\sum|\text{ค่าพยากรณ์} - \text{ค่าจริง}| \qquad (12)$$

9. เปรียบเทียบข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ได้จากการจำลองเชิงคณิตศาสตร์

เพื่อให้เกิดความชัดเจนและความน่าเชื่อถือว่าข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ มีความใกล้เคียงกับข้อมูลจริง ในที่นี้เลือกใช้ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคารในปีนั้นๆ กำหนดโดยมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย และเปรียบเทียบกับตาราง Factor F งานก่อร้างอาคาร

ผลการวิเคราะห์:

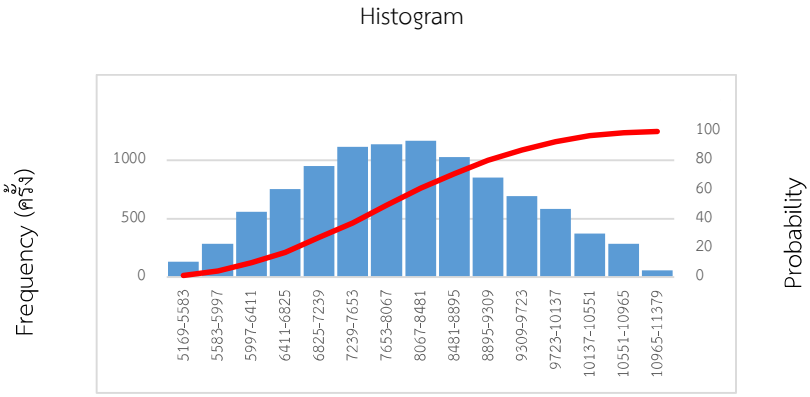
1. **ราคาต้นทุนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั้ง 2 กลุ่ม จากการสร้างตัวแบบจำลอง ด้วยวิธีมอนติคาร์โล 10,000 ครั้ง**

จากการสร้างตัวแบบการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล 10,000 รอบ ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ราคาต้นทุนเฉลี่ยค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น จากแบบจำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โล 10,000 รอบ

รายการ	ราคาค่าวัสดุ (บาท/ม.^{2})	ราคาค่าแรงงาน (บาท/ม.^{2})	ราคารวม (บาท/ม.^{2})
หมวดโครงสร้าง	1,622.33	474.07	2,096.40
หมวดงานหลังคา	851.26	234.29	1,085.55
หมวดงานไฟฟ้า	259.01	170.63	429.64
หมวดงานสุขาภิบาล	157.64	90.39	248.03
หมวดงานสถาปัตยกรรม	3,169.85	1,099.14	4,268.99
ต้นทุนค่าก่อสร้างรวม	6,060.09	2,068.52	8,128.61
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1,109.19	365.86	1,471.66

จากตารางที่ 1 พบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคามากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 52.3 % รองลงมาได้แก่ หมวดงานโครงสร้างอยู่ที่ 26.7 % หมวดงานหลังคาอยู่ที่ 14.1 % หมวดงานไฟฟ้าอยู่ที่ 4.3 % และหมวดงานสุขาภิบาลอยู่ที่ 2.6 % ส่วนราคาค่าแรงงาน พบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคามากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 53.1 % รองลงมาคือ หมวดโครงสร้างอยู่ที่ 22.9 % หมวดงานหลังคาอยู่ที่ 11.3 % หมวดงานไฟฟ้าอยู่ที่ 8.25 % และหมวดงานสุขาภิบาลอยู่ที่ 4.4 % จากการรวมค่าวัสดุและค่าแรงงาน ทุกหมวดงานเป็นราคาต้นทุนค่าก่อสร้างของบ้านพักอาศัย 1 ชั้นจะได้ต้นทุนค่าก่อสร้างรวม เท่ากับ 8,128.61 บาท/ม.^{2} และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1,471.66 นำข้อมูลต้นทุนรวมค่าก่อสร้างมาสร้างกราฟฮิตโตแกรม ได้ดังภาพที่ 2



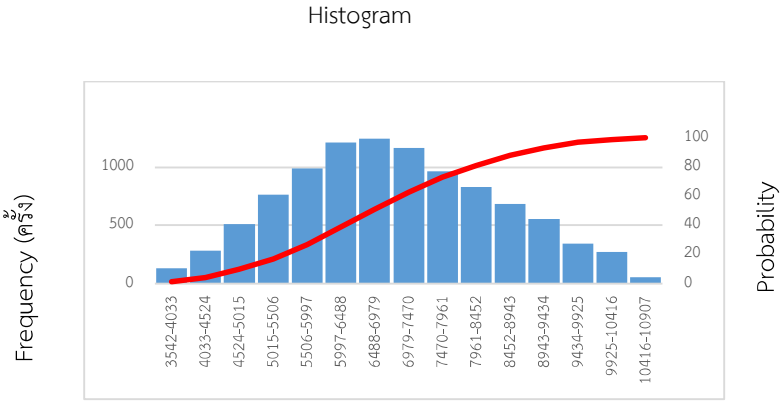
ภาพที่ 2 การกระจายตัวของต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และเส้นโค้งความน่าจะเป็น การเกิดเหตุการณ์ ราคาต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น

จากภาพที่ 2 ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลเป็นการกระจายตัวแบบปกติ ค่าที่ควรเลือกใช้จึงเป็นค่าเฉลี่ย โดยอัตราส่วนราคาค่าวัสดุอยู่ที่ 75 % และอัตราส่วนค่าแรงงานอยู่ที่ 25 %

ตารางที่ 2 ราคาต้นทุนเฉลี่ยค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น จากแบบจำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โล 10,000 รอบ

รายการ	ราคาค่าวัสดุ (บาท/ม.^{2})	ราคาค่าแรงงาน (บาท/ม.^{2})	ราคารวม (บาท/ม.^{2})
หมวดโครงสร้าง	1,430.19	465.78	1,895.97
หมวดงานหลังคา	858.15	251.05	1,109.20
หมวดงานไฟฟ้า	177.80	151.14	328.94
หมวดงานสุขาภิบาล	125.43	45.12	170.55
หมวดงาน สถาปัตยกรรม	2,539.57	974.53	3,514.10
ต้นทุนค่าก่อสร้างรวม	5,131.14	1,887.62	7,018.76
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	895.87	329.22	1,221.36

จากตารางที่ 2 พบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคาค่าวัสดุมากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 49.5 % รองลงมาได้แก่ หมวดโครงสร้างอยู่ที่ 27.9 % หมวดงานหลังคาอยู่ที่ 16.72 % หมวดงานไฟฟ้าอยู่ที่ 3.5 % และหมวดงานสุขาภิบาลอยู่ที่ 2.4 % ส่วนของราคาค่าแรงงาน พบว่า หมวดงานที่มีสัดส่วนราคามากที่สุด คือ หมวดงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนอยู่ที่ 51.6 % รองลงมาได้แก่ หมวดโครงสร้างอยู่ที่ 24.7 % หมวดงานหลังคาอยู่ที่ 13.3 % หมวดงานไฟฟ้าอยู่ที่ 8 % และหมวดงานสุขาภิบาลอยู่ที่ 2.4 % จากการรวมค่าวัสดุและค่าแรงงานของทุกหมวดงานเป็นราคาต้นทุนค่าก่อสร้างของบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ดังตารางที่ 4.29 จะได้ต้นทุนค่าก่อสร้างรวมสำหรับบ้านพักอาศัย 2 ชั้น เท่ากับ 7,018.76 บาท/ม.^{2} และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 1,221.36 นำข้อมูลต้นทุนรวมค่าก่อสร้าง มาสร้างกราฟฮิตโตแกรม ได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การกระจายตัวของต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น และเส้นโค้งความน่าจะเป็น การเกิดเหตุการณ์ ราคาต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น

จากภาพที่ 3 ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลเป็นการกระจายตัวแบบปกติ ดังนั้นค่าที่ควรเลือกใช้จึงเป็นค่าเฉลี่ย โดยอัตราส่วนราคาค่าวัสดุอยู่ที่ 73% และอัตราส่วนค่าแรงงานอยู่ที่ 27%

2. เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากสมการแบบจำลองกับราคาค่าก่อสร้างรวมทั้งโครงการกับข้อมูลจริง

การประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการ โดยใช้ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error ; MAE) ของราคาต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ทำการแทนค่าลงในสมการที่ (12) เปรียบเทียบกับค่าต้นทุนการก่อสร้างจริงได้ค่า MAE ของบ้านพักอาศัย 1 ชั้น เท่ากับ 141,812 บาท และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น เท่ากับ 256,827.87 บาท

3. เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากแบบจำลอง กับราคาประเมินค่าก่อสร้างปี พ.ศ. 2562

วิจัยครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบราคาที่ได้จากตัวแบบจำลองด้วยวิธีมอนติคาร์โล กับราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร ปี พ.ศ. 2562 พบว่า ราคาบ้านเดี่ยวตึกชั้นเดียว มีฐานนิยมอยู่ที่ 12,900 บาท และราคาบ้านเดี่ยวตึก 2-3 ชั้น มีฐานนิยม 12,100 บาท ซึ่งราคานี้เป็นราคาที่รวมค่าดำเนินการ กำไรและภาษี (Factor F) ถ้าหากทำการคิดราคาโดยไม่นำค่าดำเนินการและกำไรและภาษี (Factor F) พบว่าราคาบ้านเดี่ยวตึกชั้นเดียวจะมีต้นทุนค่าก่อสร้างเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 9,923.08 บาท/ม.^{2} และราคาบ้านเดี่ยวตึก 2 - 3 ชั้นจะมีต้นทุนค่าก่อสร้างเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 9,307.69 บาท/ม.^{2} ต้นทุนเฉลี่ยค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น เท่ากับ 8,128.61 บาท/ม.^{2} และต้นทุน

เฉลี่ยค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 เท่ากับ 7,018.76 บาท/ม.^{2} จากลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นของราคาต้นทุนค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ดังภาพที่ 2 - 3 สามารถหาความน่าจะเป็นของราคาค่าก่อสร้างตามช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 % ดังสมการต่อไปนี้

ระดับความเชื่อมั่น 95 % = ต้นทุนเฉลี่ยค่าก่อสร้างบ้าน ± 2 SD (13)

ดังนั้นต้นทุนรวมเฉลี่ยของค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัยที่ช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % ของบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น จะมีค่าอยู่ระหว่าง 5,185.30 ถึง 11,071.92 บาท/ม.^{2} และ 1,221.36 ถึง 9,461.48 บาท/ม.^{2}

อภิปรายผลการศึกษา:

ราคาต้นทุนบ้านพักอาศัยทั้ง 2 กลุ่ม ที่ได้จากตัวแบบจำลองไปวัดความแม่นยำ โดยใช้ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย ซึ่งบ้านพักอาศัย 1 ชั้น มีคลาดเคลื่อนจากราคาค่าก่อสร้างจริงเท่ากับ 11.29 % และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น มีคลาดเคลื่อนจากราคาค่าก่อสร้างจริงเท่ากับ 18.73 %

การเปรียบเทียบราคาต้นทุนที่ได้จากตัวแบบจำลองของบ้านพักอาศัยทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยวิธีมอนติคาร์โล กับราคาต้นทุนระดับปานกลาง จากมูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย พบว่า ราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากตัวแบบจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล ของบ้านพักอาศัย 1 ชั้น มีความแตกต่างระหว่างราคาประเมินค่าก่อสร้างจากมูลนิธิฯ กับต้นทุนราคาค่าก่อสร้าง เท่ากับ 19.88 % และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น เท่ากับ 28.04 % จะเห็นได้ว่าค่าความแตกต่างมีความคาดเคลื่อน เนื่องจากราคาที่มูลนิธิทำการประเมินเป็น ค่าก่อสร้างที่กำหนดใช้เฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเท่านั้น จึงทำให้เกิดค่าความแตกต่างมีความคาดเคลื่อน

กิตติกรรมประกาศ:

การวิจัยเรื่อง ตัวแบบการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล สามารถสำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาในการให้ข้อมูล จากบริษัทรับเหมาก่อสร้าง A และการให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย โดยได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่ง อาจารย์ไชยเชิด ชัยนันท์ ขอขอบพระคุณคณาจารย์ผู้สอนในภาควิชาสถิติประยุกต์ และภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่ได้อบรมสั่งสอน และประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการดำเนินการทำรายงานวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัทปูซีเมนต์ไทย. (2560). 10 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างบ้าน, สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2562, จาก https://www.scgbuildingmaterials.com

[2] วิศาลี นิมมานพัชรินทร์, และดนัย วันทนาการ, การประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล, สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์และการจัดการเชิงธุรกิจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2558.

[3] สุนิษา วงค์ราษฎร์, ตัวแบบการประมาณราคาค่าก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้น และบ้านพักอาศัย 2 ชั้น ในจังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีแบบจำลองมอนติคาร์โล, ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2562.

[4] สุภา ทองคง, การวิเคราะห์เชิงปริมาณทางการเงิน, กรุงเทพฯ: บริษัททริปเพิ้ล เอ็นดูเคชั่น จำกัด. (2551)

การพัฒนารูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยการคลอดก่อนกำหนด

A DEVELOPMENT OF PRETERM BIRTH INSURANCE POLICY

กิตติยา เสือบุญทอง[1,*] ,เบญจภรณ์ พลวี[1] ,วรัญชลี หนูแสง[1] และ อุไรวรรณ เจริญกีรติกุล[1]

Kittiya Sueabunthong[1] ,Benjaporn Pollawee[1] ,Varancharee Noosaeng[1] and Uraiwan Jaroengeratikun[1]

สาขาวิชาสถิติธุรกิจและการประกันภัย คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800 ประเทศไทย

[*]ผู้นิพนธ์ประสานงาน: กิตติยา เสือบุญทอง อีเมล: izeinguy@hotmail.com

บทคัดย่อ

การคลอดก่อนกำหนด เป็นภาวะการคลอดก่อนอายุครรภ์ครบ 37 สัปดาห์ ซึ่งช่วงหลังคลอดทารกมักต้องการการดูแลเป็นพิเศษต้องอยู่รักษาในโรงพยาบาลนานกว่าปกติ และค่าใช้จ่ายที่มากขึ้นในการรักษาทารกที่คลอดก่อนกำหนดคลอด การตระหนักถึงอุบัติการณ์ที่อาจจะเกิดกับทารกที่มีภาวะคลอดก่อนกำหนดจึงเป็นสิ่งสำคัญ และการประกันภัยก็เป็นวิธีจัดการความเสี่ยงหนึ่งที่จะลดความเดือดร้อน โดยในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและออกแบบรูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยคลอดก่อนกำหนด จากข้อมูลของสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณะสุขกองยุทธศาสตร์และแผนงาน นนทบุรี ปี พ.ศ. 2557 – 2562 คือการประมาณความเสี่ยงที่มีค่าสูงสุด 15 อุบัติการณ์แรกของอัตราการเกิดอุบัติการณ์ของทารกคลอดก่อนกำหนด พร้อมทั้งประมาณค่าความเสียหายในการกำหนดอัตราเบี้ยประกันภัยแท้จริง

คำสำคัญ: การประกันภัยการคลอดก่อนกำหนด เบี้ยประกันภัยแท้จริง

Abstract

Preterm birth is defined as babies born alive before 37 weeks of pregnancy are completed. Which after the birth, babies often require special care, are hospitalized longer than usual and the cost is higher for treating premature babies. Being aware of diseases that may occur to premature babies is therefore important and insurance is one way to manage the risks that can reduce the damage. The purpose of this study was to develop and design the preterm birth insurance policy. From the data of the Office of the Ministry of Public Health, Strategy and Planning Division, Nonthaburi 2014 – 2019 is to estimate the risk that has the highest value. The first 15 incidences of incidence of preterm babies along with estimating the damage in determining the actual insurance rate.

Key words: Preterm birth insurance policy and actual insurance rate.

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การคลอดก่อนกำหนด (Preterm Birth) เป็นภาวะการคลอดก่อนอายุครรภ์ครบ 37 สัปดาห์ ทารกเหล่านี้ถึงแม้ว่าอวัยวะต่างๆ จะครบสมบูรณ์ แต่การทำงานของอวัยวะบางส่วนอาจยังไม่ดีเท่าทารกที่ครบกำหนด ซึ่งช่วงหลังคลอดทารกมักต้องการการดูแลเป็นพิเศษ และต้องอยู่รักษาในโรงพยาบาลนานกว่าปกติ ปัจจัยที่ทำให้คลอดก่อนกำหนดเกิดได้ทั้งจากมารดาและทารกในครรภ์ ซึ่งยิ่งอายุครรภ์น้อยยิ่งพบปัญหารวมถึงภาวะแทรกซ้อนตามมามาก สำหรับปัจจัยจากมารดา ได้แก่ มารดามีอายุมากกว่า 35 ปีขึ้นไป หรือต่ำกว่า 16 ปี ล้วนมีความเสี่ยงที่ลูกจะคลอดก่อนกำหนด หรือมารดามีโรคประจำตัว เช่น หัวใจ เบาหวาน หรือเป็นโรคในระหว่างตั้งครรภ์ ความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์ มารดาที่เคยมีประวัติคลอดก่อนกำหนดมาก่อน มีโอกาสที่จะคลอดก่อนกำหนดได้มากกว่ามารดาที่ตั้งท้องโดยไม่มีปัจจัยเหล่านี้ นอกจากนี้การที่มารดามีมดลูกผิดปกติ ปากมดลูกสั้น ดื่มสุราหรือสูบบุหรี่ในขณะตั้งครรภ์ และการติดเชื้อก็เป็นปัจจัยของการคลอดก่อนกำหนดได้ทั้งสิ้น นอกจากปัจจัยในส่วนของมารดาแล้ว ปัจจัยในส่วนของทารกก็มีผล ถ้าทารกในครรภ์มีความผิดปกติ อาจทำให้ทารกคลอดก่อนกำหนดได้ ปัญหาสำคัญในทารกคลอดก่อนกำหนด คือ เรื่องของการหายใจ โดยส่วนใหญ่มักเกิดจากการขาดสารลดแรงตึงผิวที่เคลือบอยู่ในปอดและกล้ามเนื้อในการหายใจไม่แข็งแรง ทำให้เด็กหายใจได้ไม่เพียงพอ ต้องใช้เครื่องช่วยหายใจโดยรักษาระดับออกซิเจนให้อยู่ในเกณฑ์ปกติไม่สูงหรือต่ำเกินไป เด็กที่คลอดก่อนกำหนดส่วนใหญ่จะมีปัญหาซับซ้อนในหลายๆอวัยวะและระบบต่างๆของร่างกาย เช่น ปัญหาทางด้านหัวใจ อาจมีปัญหาเส้นเลือดเกินทำให้มีโอกาสเกิดหัวใจล้มเหลวได้ “สมอง” เด็กที่คลอดก่อนกำหนดมีความเสี่ยงที่จะมีเลือดออกในสมอง เนื่องจากเส้นเลือดในสมองค่อนข้างเปราะบาง ภายในช่วงสัปดาห์แรกหลังคลอด แพทย์จึงต้องทำอัลตร้าซาวด์เพื่อประเมินภาวะเลือดออกในสมองและตรวจเช็กอีกครั้งก่อนที่เด็กจะกลับบ้าน ในส่วนของลำไส้ พบว่าบางครั้งเด็กที่คลอดก่อนกำหนด มีปัญหาเรื่องของการย่อยและการดูดซึมอาหาร เนื่องจากลำไส้ยังบอบบาง จำเป็นต้องให้สารอาหารทางหลอดเลือดร่วมด้วยในระยะแรก เมื่ออาการคงที่แล้วจึงเริ่มให้นม โดยเฉพาะนมมารดา ซึ่งในช่วงของการเริ่มให้นมมารดานี้ มารดาจะเข้ามามีบทบาทอย่างมาก ข้อดีของนมมารดาคือย่อยง่าย มีภูมิต้านทานโรค ลดการเกิดภาวะลำไส้อักเสบ และไม่เพียงแต่อวัยวะที่กล่าวมาแล้วเท่านั้น เด็กที่คลอดก่อนกำหนด จำเป็นต้องได้รับการตรวจประเมินจอประสาทตาเป็นระยะโดยจักษุแพทย์ เนื่องจากจอประสาทตายังพัฒนาไม่สมบูรณ์ รวมทั้งรับการตรวจประเมินการได้ยินโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการได้ยิน ทารกที่คลอดก่อนกำหนดจะมีปัญหาในหลายอวัยวะที่จำเป็นต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษ รวมทั้งเฝ้าระวังภาวะการติดเชื้อที่ทารกกลุ่มนี้มีความเสี่ยงติดเชื้อได้ง่าย เนื่องจากระบบภูมิคุ้มกันยังทำงานได้ไม่เต็มที่ (อรวรรณ อิทธิโสภณกุล, 2562) ทำให้มารดาที่มีภาวะการคลอดก่อนกำหนดต้องรับภาระค่าใช้จ่ายในการคลอดก่อนกำหนดที่สูง และค่าใช้จ่ายต่างๆหลังจากการคลอดก่อนกำหนดที่อาจเกิดขึ้น เช่น ค่าตู้อบดูแลทารกคลอดก่อนกำหนด ค่าฉีดยากระตุ้นปลอด ค่าห้อง NICU (Neonatal Intensive Care Unit) เป็นต้น

ดังนั้นด้วยปัญหาความเดือดร้อนจากค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้นเนื่องจากจากการคลอดก่อนกำหนด คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยการคลอดก่อนกำหนด เพื่อเป็นการแบ่งเบาภาระค่าใช้จ่ายของผู้เอาประกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อพัฒนารูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยการคลอดก่อนกำหนด

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ข้อมูลรายงานประจำปี พ.ศ.2557 - 2562 จากสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขกองยุทธศาสตร์และแผนงาน จังหวัดนนทบุรี

1.3.2 ตัวแปรที่ใช้ศึกษา สถิติการคลอดก่อนกำหนด สถิติทารกที่คลอดก่อนกำหนด ค่าใช้จ่ายสำหรับการคลอดก่อนกำหนด อายุของมารดาที่คลอดก่อนกำหนด โรคประจำตัวของมารดา โรคประจำตัวของทารกที่คลอดก่อนกำหนด และสถิติอายุครรภ์ของมารดาที่คลอดก่อนกำหนด

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 การคลอดก่อนกำหนด (Preterm Birth) หมายถึง ภาวะการคลอดก่อนอายุครรภ์ครบ 37 สัปดาห์ ทารกเหล่านี้ถึงแม้ว่าอวัยวะต่างๆ จะครบสมบูรณ์ แต่การทำงานของอวัยวะบางส่วนอาจยังไม่ดีเท่าทารกที่ครบกำหนด ซึ่งช่วงหลังคลอดทารกมักต้องการการดูแลเป็นพิเศษ และต้องอยู่รักษาในโรงพยาบาลนานกว่าปกติ (อรวรรณ อิทธิโสภณกุล, 2562)

1.4.2 NICU (Neonatal Intensive Care Unit) หรือ หอผู้ป่วยทารกแรกเกิดระยะวิกฤต หมายถึง หน่วยดูแลผู้ป่วยภาวะวิกฤตที่ได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะทารกที่แรกเกิดต้องดูแลเป็นพิเศษ ภายในห้อง NICU มีอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อการนี้ และมีเจ้าหน้าที่ที่มีความชำนาญด้านการดูแลทารกแรกเกิด (เรื่องที่พ่อแม่ควรรู้เมื่อลูกต้องเข้า NICU, เข้าถึงได้จาก : https://th.theasianparent.com)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ในอนาคตของธุรกิจประกันภัย

วิธีดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบกรมธรรม์ให้เหมาะสมกับการประกันภัยการคลอดก่อนกำหนด เพื่อคุ้มครองความเสี่ยงในทุกกรณีที่จะเกิดกับการคลอดก่อนกำหนด และเงื่อนไขการรับประกันภัยของกรมธรรม์ซึ่งจะต้องทราบปัญหาความต้องการของผู้ที่มีภาวะเสี่ยงการคลอดก่อนกำหนด ในการศึกษานี้ศึกษาเฉพาะข้อมูลจากสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กองยุทธศาสตร์และแผนงาน นนทบุรี ที่มุ่งศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดภาวะคลอดก่อนกำหนด และโรคที่เกิดกับทารกที่คลอดก่อนกำหนด

ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 ศึกษาทฤษฎี แนวความคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้เกี่ยวกับภาวะคลอดก่อนกำหนด โรคของมารดาที่ทำให้เสี่ยงต่อการคลอดก่อนกำหนด โรคของทารกที่คลอดก่อนกำหนด และผลิตภัณฑ์ประกันภัยในปัจจุบัน เพื่อนำมาประกอบการศึกษาวิจัยนี้

2.2 เก็บรวบรวมข้อมูล (Data)

ข้อมูลรวบรวมจากสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กองยุทธศาสตร์และแผนงาน นนทบุรี รายงานสถิติเกี่ยวกับการคลอดก่อนกำหนดประจำปี พ.ศ.2557 - 2562

2.3 วิเคราะห์ปัญหาที่มารดาที่มีภาวะคลอดก่อนกำหนดประสบ

ศึกษาปัจจัยการเกิดปัญหาของมารดาที่มีภาวะคลอดก่อนกำหนด และผลกระทบ

2.4 วิเคราะห์ประเมินค่าความเสี่ยงในอุบัติการณ์ต่างๆของทารกที่คลอดก่อนกำหนด

2.5 วิเคราะห์ออกแบบความคุ้มครอง เงื่อนไข และข้อยกเว้น

พิจารณากรมธรรม์ประกันภัยตามที่มารดาที่มีภาวะคลอดก่อนกำหนดประสบภัยกับส่วนเงื่อนไขความคุ้มครองจากกรมธรรม์ประกันภัยเดิมที่บริษัทรับเสี่ยง และนำมาปรับให้สอดคล้องกับงานวิจัย

2.6 ประมาณค่าความเสียหาย

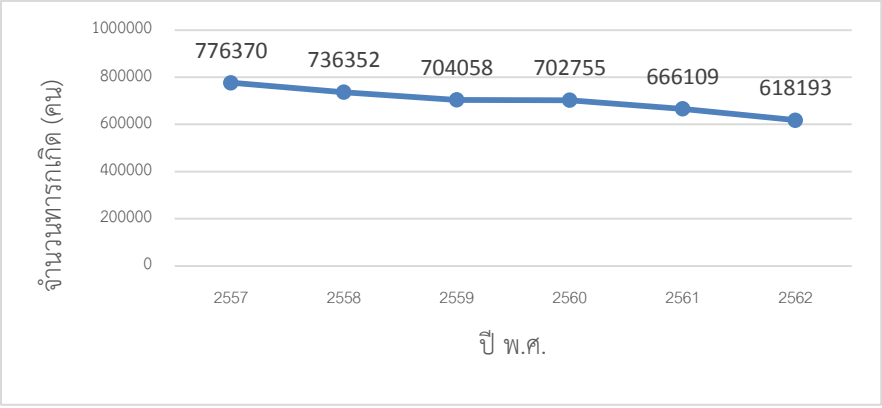
การประมาณค่าเบี้ยประกันภัยแท้จริงซึ่งจะใช้เป็นแนวทางในการกำหนดราคา

ผลการวิจัย

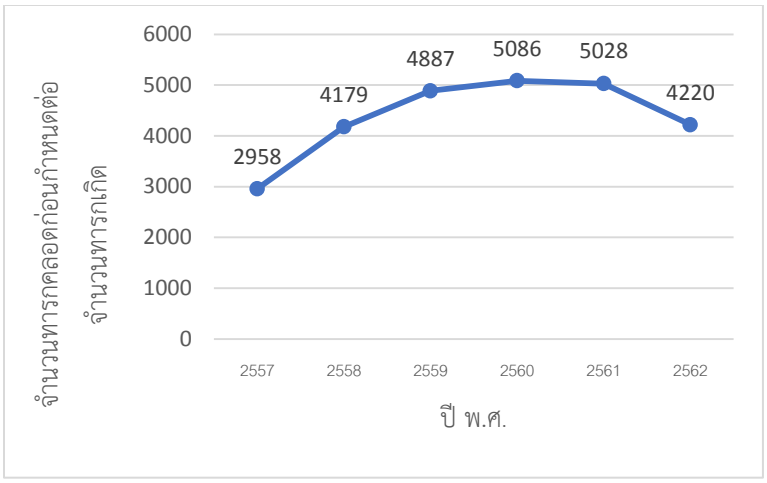
ผลการรวบรวมข้อมูลจากสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กองยุทธศาสตร์และแผนงาน นนทบุรี ปี พ.ศ. 2557 – 2562 มีลักษณะ ดังนี้

3.1 ลักษณะข้อมูลเบื้องต้น

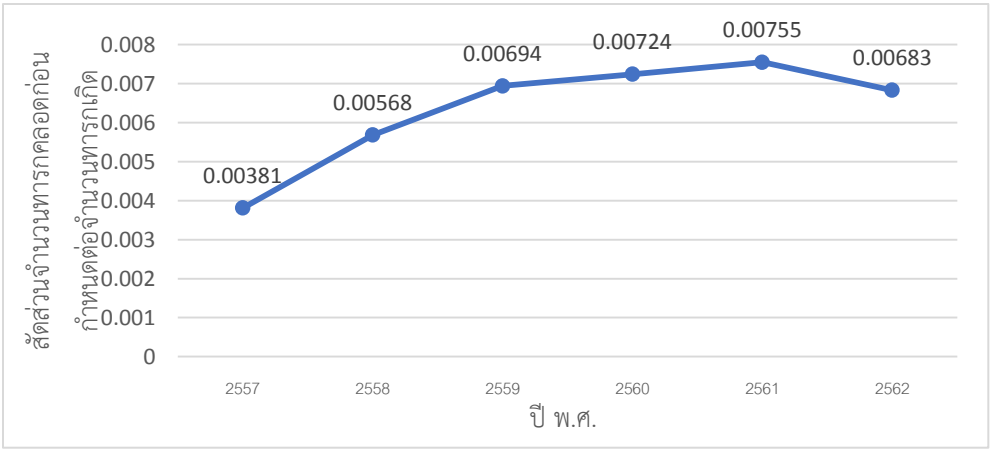
จากลักษณะข้อมูลในตารางที่ 3 -1และรูปที่ 3 -1 ถึง 3 -3 พบว่าสัดส่วนจำนวนทารกที่คลอดก่อนกำหนดต่อทารกที่เกิดในปี พ.ศ.2557 - 2562 มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเกือบทั้งหมดและพบว่ามีกรณีของอุบัติการณ์ของการคลอดก่อนกำหนดที่อยู่นอกเหนือความคุ้มครองของกรมธรรม์ประกันภัยการคลอดบุตรที่มีอยู่ในปัจจุบันหลายอุบัติการณ์ ทางผู้จัดทำโครงงานจึงได้นำเสนอแนวคิดของการพัฒนาและออกแบบการประกันภัยการคลอดก่อนกำหนดขึ้นมาเพื่อคุ้มครองอุบัติการณ์ที่อยู่นอกเหนือกรมธรรม์การคลอดบุตร



รูปที่ 3-1 แสดงจำนวนทารกที่เกิดในปี พ.ศ. 2557 – 2562



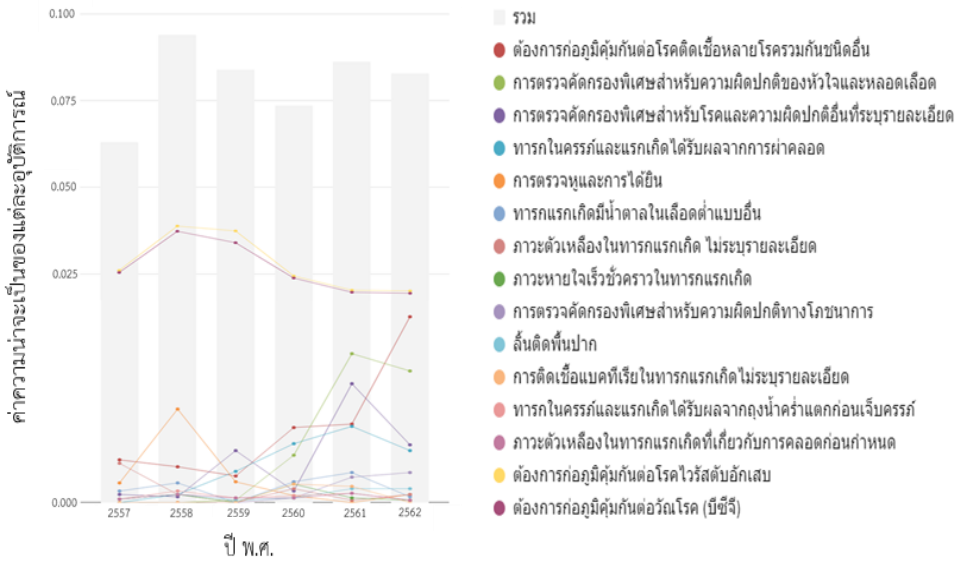
รูปที่ 3-2 แสดงจำนวนทารกที่คลอดก่อนกำหนดในปี พ.ศ.2557 – 2562



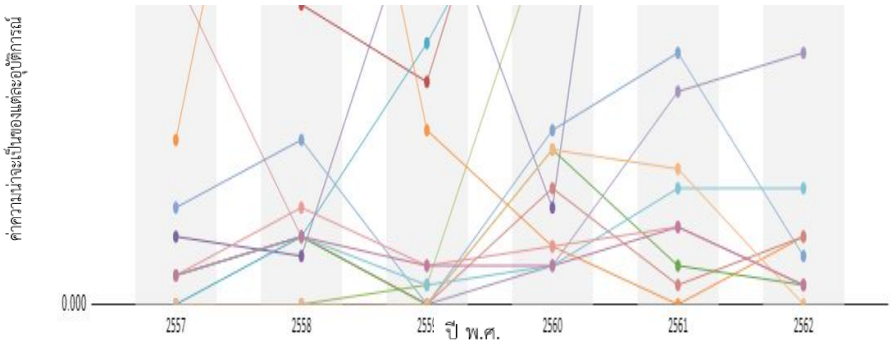
รูปที่ 3-3 แสดงสัดส่วนจำนวนทารกที่คลอดก่อนกำหนดต่อจำนวนทารกเกิด ในปี พ.ศ. 2557 - 2562

ตารางที่ 3-1 แสดงค่าความน่าจะเป็นของอุบัติการณ์ของภาวะการคลอดก่อนกำหนด

ชื่ออุบัติการณ์	ปี พ.ศ.					
	2557	2558	2559	2560	2561	2562
1.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อโรคไวรัสตับอักเสบ	0.0260	0.0388	0.0374	0.0244	0.0203	0.0201
2.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อวัณโรค	0.0254	0.0373	0.0340	0.0238	0.0197	0.0194
3.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อโรคติดเชื้อหลายโรครวมกันชนิดอื่น	0.0037	0.0031	0.0023	0.0065	0.0068	0.0161
4.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับความผิดปกติของหัวใจและหลอดเลือด	0.0000	0.0000	0.0002	0.0041	0.0129	0.0114
5.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับโรคและความผิดปกติอื่นที่ระบุรายละเอียด	0.0007	0.0005	0.0045	0.0010	0.0103	0.0050
6.ทารกในครรภ์และแรกเกิดได้รับผลจากการผ่าท้องคลอด	0.0000	0.0007	0.0027	0.0051	0.0066	0.0045
7.การตรวจหูและการได้ยิน	0.0017	0.0081	0.0018	0.0006	0.0000	0.0007
8.ทารกแรกเกิดมีน้ำตาลในเลือดต่ำแบบอื่น	0.0010	0.0017	0.0000	0.0018	0.0026	0.0005
9.ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด ไม่ระบุรายละเอียด	0.0034	0.0007	0.0000	0.0012	0.0002	0.0007
10.ภาวะหายใจเร็วชั่วคราวในทารกแรกเกิด	0.0003	0.0007	0.0000	0.0016	0.0004	0.0002
11.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับความผิดปกติทางโภชนาการ	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0022	0.0026
12.ลิ้นติดพื้นปาก	0.0003	0.0007	0.0002	0.0004	0.0012	0.0012
13.การติดเชื้อแบคทีเรียในทารกแรกเกิดไม่ระบุรายละเอียด	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0014	0.0000
14.ทารกในครรภ์และแรกเกิดได้รับผลจากถุงน้ำคร่ำแตกก่อนเจ็บครรภ์	0.0003	0.0010	0.0004	0.0006	0.0008	0.0002
15.ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดที่เกี่ยวกับการคลอดก่อนกำหนด	0.0003	0.0007	0.0004	0.0004	0.0008	0.0002



ภาพขยายแสดงค่าความน่าจะเป็นของแต่ละอุบัติการณ์



รูปที่ 3-4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแต่ละอุบัติการณ์

จากตารางที่ 3-1 และรูปที่ 3-4 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแต่ละอุบัติการณ์ ข้อมูลจากสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กองยุทธศาสตร์และแผนงาน นนทบุรี ปี พ.ศ. 2557 – 2562 นำเสนอ 15 อุบัติการณ์ที่มีความถี่สูงสุด 15 อุบัติการณ์แรก และอยู่นอกเหนือความคุ้มครองของกรมธรรม์ประกันภัยการคลอดบุตรที่มีอยู่ในปัจจุบัน พบว่าเกือบทุกอุบัติการณ์ที่เกิดกับทารกที่คลอดก่อนกำหนดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและด้วยช่วงหลังคลอดทารกมักต้องการ การดูแลเป็นพิเศษต้องอยู่รักษาในโรงพยาบาลนานกว่าปกติประกอบกับค่าใช้จ่ายที่สูงถึง 1,500 - 100,000 บาทต่อการรักษาแต่ละอุบัติการณ์ เพื่อแบ่งเบาค่ารักษาพยาบาลต่อมารดาที่ให้กำเนิดทารกที่คลอดก่อนกำหนด งานวิจัยในโครงงานพิเศษได้ใช้ข้อมูลดังลักษณะข้างต้นมาพัฒนาออกแบบประกัน

3.2 การออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยของอุบัติการณ์ที่เกิดในทารกคลอดก่อนกำหนด

การประกันภัยของอุบัติการณ์ที่เกิดในทารกคลอดก่อนกำหนดจัดอยู่ในประเภทประกันภัยเบ็ดเตล็ด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 รายละเอียดผลิตภัณฑ์

ความคุ้มครองหลัก คือ คุ้มครองอุบัติการณ์ที่ทารกคลอดก่อนกำหนด ที่มีจำนวนสูงสุด 15 อุบัติการณ์แรก

3.2.2 จุดเด่นของผลิตภัณฑ์

3.2.2.1 เป็นการแบ่งเบาภาระค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล

3.2.2.2 เป็นกรมธรรม์ประกันภัยที่มีวงเงินความคุ้มครองสูง เบี้ยประกันภัยต่ำเมื่อเทียบ กับเบี้ยประกันภัยสุขภาพ เนื่องจากประกันภัยอุบัติการณ์ที่ทารกคลอดก่อนกำหนดเท่านั้น

3.2.3 เงื่อนไขในการรับประกันภัย

3.2.3.1 รับประกันภัยเพศหญิงตั้งแต่อายุ 18-40 ปี และสามารถต่ออายุกรมธรรม์ได้จนถึงอายุ 44 ปี

3.2.3.2 เบี้ยประกันภัยปรับตามอายุของผู้เอาประกันภัย

3.2.3.3 ไม่ต้องได้รับการตรวจสุขภาพ แต่ต้องมีการแถลงประวัติสุขภาพในใบคำขอเอาประกันภัยตามความเป็นจริง

3.2.3.4 เป็นแผนประกันสุขภาพสำหรับคนไทยและให้ผลประโยชน์ความคุ้มครองค่ารักษาพยาบาลที่เกิดขึ้นภายในประเทศไทยเท่านั้น

3.2.4 เงื่อนไขความคุ้มครอง

3.2.4.1 กรมธรรม์ประกันภัยนี้จะเริ่มให้ความคุ้มครองเมื่อผู้เอาประกันภัยชำระเงินตามสัญญาประกันภัยแล้วเป็นเวลา 1 ปี

3.2.4.2 กรมธรรม์ประกันภัยนี้จะคุ้มครองทารกที่เกิดอุบัติการณ์ ดังนี้

1) ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อโรคไวรัสตับอักเสบ
2) ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อวัณโรค
3) ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อโรคติดเชื้อหลายโรครวมกันชนิดอื่น
4) การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับความผิดปกติของหัวใจและหลอดเลือด
5) การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับโรคและความผิดปกติอื่นที่ระบุรายละเอียด
6) ทารกในครรภ์และแรกเกิดได้รับผลจากการผ่าท้องคลอด
7) การตรวจหูและการได้ยิน
8) ทารกแรกเกิดมีน้ำตาลในเลือดต่ำแบบอื่น
9) ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด ไม่ระบุรายละเอียด
10) ภาวะหายใจเร็วชั่วคราวในทารกแรกเกิด
11) การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับความผิดปกติทางโภชนาการ
12) ลิ้นติดพื้นปาก
13) การติดเชื้อแบคทีเรียในทารกแรกเกิดไม่ระบุรายละเอียด
14) ทารกในครรภ์และแรกเกิดได้รับผลจากถุงน้ำคร่ำแตกก่อนเจ็บครรภ์
15) ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดที่เกี่ยวกับการคลอดก่อนกำหนด

3.2.4.3 กรมธรรม์ประกันภัยนี้คุ้มครองค่ารักษาพยาบาลต่างๆที่เกิดตามจริงและจ่ายตามจริงแต่ไม่เกินวงเงินเอาประกันภัยสูงสุด

3.2.4.2 กรมธรรม์ประกันภัยนี้คุ้มครองทั้งในกรณีที่เป็นผู้ป่วยใน(In Patient department) ดังแสดงในตารางความคุ้มครองและผลประโยชน์ต่อไปนี้

ตารางที่ 3-2 แสดงความคุ้มครองผลประโยชน์กรณีผู้ป่วยใน (In Patient department)

อุบัติการณ์ (i)	ทุนประกัน/อุบัติการณ์ (บาท : S_i)
1.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อโรคไวรัสตับอักเสบ	1,500
2.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อวัณโรค	1,500
3.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อโรคติดเชื้อหลายโรครวมกันชนิดอื่น	2,000
4.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับความผิดปกติของหัวใจและหลอดเลือด	20,000
5.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับโรคและความผิดปกติอื่นที่ระบุรายละเอียด	20,000
6.ทารกในครรภ์และแรกเกิดได้รับผลจากการผ่าท้องคลอด	100,000
7.การตรวจหูและการได้ยิน	1,000
8.ทารกแรกเกิดมีน้ำตาลในเลือดต่ำแบบอื่น	10,000

ตารางที่ 3-2 แสดงความคุ้มครองผลประโยชน์กรณีผู้ป่วยใน (In Patient department) (ต่อ)

อุบัติการณ์ (i)	ทุนประกัน/อุบัติการณ์ (บาท : S_i)
9.ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด ไม่ระบุรายละเอียด	20,000
10.ภาวะหายใจเร็วชั่วคราวในทารกแรกเกิด	20,000
11.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับความผิดปกติทางโภชนาการ	5,000
12.ลิ้นติดพื้นปาก	50,000
13.การติดเชื้อแบคทีเรียในทารกแรกเกิดไม่ระบุรายละเอียด	50,000
14.ทารกในครรภ์และแรกเกิดได้รับผลจากถุงน้ำคร่ำแตกก่อนเจ็บครรภ์	100,000
15.ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดที่เกี่ยวกับการคลอดก่อนกำหนด	20,000
16.ทารกคลอดก่อนกำหนดและเสียชีวิต	200,000

3.2.5 ข้อยกเว้น

กรมธรรม์ประกันภัยนี้ไม่คุ้มครองในกรณีต่อไปนี้

3.2.5.1 กรณีที่มารดาผู้คลอดทารกผู้ได้รับความคุ้มครองเป็นโรคที่สามารถติดเชื้อได้ง่ายอยู่แล้ว ตั้งแต่ก่อนทำประกันภัย เช่น ป่วยเป็นโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง

3.2.5.2 กรณีที่ผู้ได้รับความคุ้มครองได้รับค่าทดแทนจากสวัสดิการของรัฐหรือหน่วยงานอื่น รวมทั้งรับประกันภัยรายอื่นแล้ว บริษัทจะรับผิดชอบส่วนที่เกินจากสวัสดิการหรือสิทธิประกันอื่น

3.3 การประมาณค่าความเสียหาย

จากสถิติที่ได้จากสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กองยุทธศาสตร์และแผนงาน นนทบุรี ข้อมูลสถิติเกี่ยวกับการคลอดก่อนกำหนดประจำปี พ.ศ. 2557 – 2562 ของโรงพยาบาลภายในสังกัดกระทรวง

ข้อมูลจำนวนทารกที่คลอดก่อนกำหนด ปี พ.ศ. 2557 – 2562 มีจำนวนเฉลี่ยต่อปี 4,393 คน เป็นจำนวนภัยที่เกิดจากจำนวนในหน่วยเสี่ยงภัย ที่เป็นจำนวนทารกที่เกิดเฉลี่ยต่อปี 700,640 คน

โดยมีสูตรการคำนวณเบี้ยประกันภัยตามแบบประกันวินาศภัย (โชติมา พัวศิริ, 2561) ดังนี้

ค่าเบี้ยประกันภัยต่อหน่วยเสี่ยงภัยที่รวมภาษีและอากรแสตมป์ = เบี้ยประกันภัยต่อหน่วยเสี่ยงภัย (Premium)+อากรแสตมป์ +ภาษีมูลค่าเพิ่ม

โดยที่อากรแสตมป์ในปัจจุบันนิยมคิดเท่ากับ = เบี้ยประกันภัยต่อหน่วยเสี่ยงภัย × 0.04%

ค่าเบี้ยประกันภัยต่อหน่วยเสี่ยงภัยในงานวิจัยนี้พิจารณาค่าความเสียหายหรือทุนประกันจำแนกตามอุบัติการณ์(i) จึงใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{ค่าเบี้ยประกันต่อหน่วยเสี่ยงภัย} = \frac{(\hat{P}_{PB} \times \sum (\hat{P}_i \times S_i)) + F}{(1 - Q - V)}$$

$$\hat{P}_i = \frac{\text{จำนวนอุบัติการณ์ที่เกิดในทารกคลอดก่อนกำหนดปี 2557}}{\text{จำนวนทารกคลอดก่อนกำหนดปี 2557}} \quad ; \ \hat{P}_i \text{ ในอุบัติการณ์ i}$$

โดยค่า F แทนค่าใช้จ่ายคงที่ต่อหน่วยเสี่ยงภัย (Fixed Expense per Exposure)

Q แทนกำไรและส่วนบวกเพิ่มสำหรับเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้น (Profit and Contingencies Factor)

V แทนค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Expense Factor)

S_i แทนมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นคิดจากทุนประกันภัยที่บริษัทจะจ่ายให้แต่ละอุบัติการณ์ (Severity)

$\hat{P}_{PB}$ แทนค่าประมาณสัดส่วนที่เกิดทารกคลอดก่อนกำหนด

จากตารางที่ 3-2 แสดงความคุ้มครองผลประโยชน์กรณีผู้ป่วยใน (In Patient department)

อุบัติการณ์ (i)	ทุนประกัน/อุบัติการณ์ (บาท : S_i)
1.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อโรคไวรัสตับอักเสบ	1,500
2.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อวัณโรค	1,500
3.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อโรคติดเชื้อหลายโรครวมกันชนิดอื่น	2,000
4.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับความผิดปกติของหัวใจและหลอดเลือด	20,000
5.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับโรคและความผิดปกติอื่นที่ระบุรายละเอียด	20,000
6.ทารกในครรภ์และแรกเกิดได้รับผลจากการผ่าท้องคลอด	100,000
7.การตรวจหูและการได้ยิน	1,000
8.ทารกแรกเกิดมีน้ำตาลในเลือดต่ำแบบอื่น	10000
9.ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด ไม่ระบุรายละเอียด	20,000
10.ภาวะหายใจเร็วชั่วคราวในทารกแรกเกิด	20,000
11.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับความผิดปกติทางโภชนาการ	5,000
12.ลิ้นติดพื้นปาก	50,000
13.การติดเชื้อแบคทีเรียในทารกแรกเกิดไม่ระบุรายละเอียด	50,000
14.ทารกในครรภ์และแรกเกิดได้รับผลจากถุงน้ำคร่ำแตกก่อนเจ็บครรภ์	100,000
15.ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดที่เกี่ยวกับการคลอดก่อนกำหนด	20,000
16.ทารกคลอดก่อนกำหนดและเสียชีวิต	200,000

ด้วยเทคโนโลยีการแพทย์ที่ทันสมัยและการเข้าถึงการรักษาได้ง่ายขึ้น จึงทำให้สัดส่วนหรือโอกาสที่ทารกคลอดก่อนกำหนดลดลง แต่ก็ยังมีการเกิดภาวะคลอดก่อนกำหนดทำให้มารดามีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในส่วนนี้ จึงเป็นที่มาของการพัฒนากรมธรรม์ประกันภัยคลอดก่อนกำหนด

ประเมินความเสี่ยง

ค่าประมาณสัดส่วนที่จะเกิดอุบัติการณ์ของโรค และการเสียชีวิตของทารกที่คลอดก่อนกำหนด (ข้อมูลจากโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข กองยุทธศาสตร์และแผนงาน นนทบุรี ปี พ.ศ. 2557 – 2562)

ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % $\hat{p} \pm z_{0.025}\sqrt{\frac{\hat{p}_i(1-\hat{p}_i)}{n}} = (DL_i, DU_i)$; $z_{0.025} = 1.96 \approx 2$

โดยที่ $\hat{p}_i$ แทน ค่าประมาณสัดส่วนของการเกิดอุบัติการณ์ที่ i ต่อปี

n แทน จำนวนทารกคลอดก่อนกำหนดต่อปี

โดย มีค่าประมาณสัดส่วนที่เกิดทารกคลอดก่อนกำหนดจากตารางที่ 4-1 และรูปที่ 4-3 มีค่าเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 0.00634 แทนด้วย $\hat{P}_{PB}$

ตารางที่ 3-3 แสดงค่าประมาณสัดส่วนที่จะเกิดอุบัติการณ์ของโรค และการเสียชีวิตของทารกที่คลอดก่อน

อุบัติการณ์ (i)	$\hat{p}_i$	$\hat{p} \pm z_{0.025}\sqrt{\frac{\hat{p}_i(1-\hat{p}_i)}{n}}$	ต่ำสุด (DL_i)	สูงสุด (DU_i)
1.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อโรคไวรัสตับอักเสบ	0.02785	$0.02785 \pm 2\sqrt{\frac{0.02785(1-0.02785)}{4393}}$	0.022885	0.032815
2.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อวัณโรค(บีซีจี)	0.02659	$0.02659 \pm 2\sqrt{\frac{0.02659(1-0.02659)}{4393}}$	0.021735	0.031445
3.ต้องการก่อภูมิคุ้มกันต่อโรคติดเชื้อหลายโรครวมกันชนิดอื่น	0.0064075	$0.0064075 \pm 2\sqrt{\frac{0.0064075(1-0.0064075)}{4393}}$	0.004	0.008815
4.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับความผิดปกติของหัวใจและหลอดเลือด	0.0031822	$0.0031822 \pm 2\sqrt{\frac{0.0031822(1-0.0031822)}{4393}}$	0.001483	0.004882
5.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับโรคและความผิดปกติอื่นที่ระบุรายละเอียด	0.0031371	$0.0031371 \pm 2\sqrt{\frac{0.0031371(1-0.0031371)}{4393}}$	0.00145	0.004825
6.ทารกในครรภ์และแรกเกิดได้รับผลจากการผ่าท้องคลอด	0.00326	$0.00326 \pm 2\sqrt{\frac{0.00326(1-0.00326)}{4393}}$	0.00154	0.00498
7.การตรวจหูและการได้ยิน	0.0021615	$0.0021615 \pm 2\sqrt{\frac{0.0021615(1-0.0021615)}{4393}}$	0.00076	0.003563
8.ทารกแรกเกิดมีน้ำตาลในเลือดต่ำแบบอื่น	0.001253	$0.001253 \pm 2\sqrt{\frac{0.001253(1-0.001253)}{4393}}$	0.000186	0.00232
9.ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด ไม่ระบุรายละเอียด	0.0010313	$0.0010313 \pm 2\sqrt{\frac{0.0010313(1-0.0010313)}{4393}}$	0.0000625	0.002
10.ภาวะหายใจเร็วชั่วคราวในทารกแรกเกิด	0.000544	$0.000544 \pm 2\sqrt{\frac{0.000544(1-0.000544)}{4393}}$	-0.00016	0.001248
11.การตรวจคัดกรองพิเศษสำหรับความผิดปกติทางโภชนาการ	0.0005764	$0.0005764 \pm 2\sqrt{\frac{0.0005764(1-0.0005764)}{4393}}$	-0.00015	0.001301
12.ลิ้นติดพื้นปาก	0.000672	$0.000672 \pm 2\sqrt{\frac{0.000672(1-0.000672)}{4393}}$	-0.00011	0.001454

ตารางที่ 3-3 แสดงค่าประมาณสัดส่วนที่จะเกิดอุบัติการณ์ของโรค และการเสียชีวิตของทารกที่คลอดก่อน (ต่อ)

อุบัติการณ์ (i)	$\hat{p}_i$	$\hat{p} \pm z_{0.025}\sqrt{\frac{\hat{p}_i(1-\hat{p}_i)}{n}}$	ต่ำสุด (DL_i)	สูงสุด (DU_i)
13.การติดเชื้อแบคทีเรียในทารกแรกเกิดไม่ระบุรายละเอียด	0.000371	$0.000371 \pm 2\sqrt{\frac{0.000371(1-0.000371)}{4393}}$	-0.00021	0.000952
14.ทารกในครรภ์และแรกเกิดได้รับผลจากถุงน้ำคร่ำแตกก่อนเจ็บครรภ์	0.0005545	$0.0005545 \pm 2\sqrt{\frac{0.0005545(1-0.0005545)}{4393}}$	-0.00016	0.001265
15.ภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดที่เกี่ยวกับการคลอดก่อนกำหนด	0.0004818	$0.0004818 \pm 2\sqrt{\frac{0.0004818(1-0.0004818)}{4393}}$	-0.00018	0.001144
16.ทารกคลอดก่อนกำหนดและเสียชีวิต	0.0031110	$0.0031110 \pm 2\sqrt{\frac{0.0031110(1-0.0031110)}{4393}}$	0.0047902	0.001429

ตัวแบบเบี้ยประกันภัยต่อหน่วยเสี่ยงภัย

เบี้ยประกันภัยต่อหน่วยเสี่ยงภัย	ต่ำสุด(DL_i)	สูงสุด(DU_i)
	$\frac{\hat{P}_{PB} \times \sum (DL_i) \times S_i + F}{1 - Q - V}$	$\frac{\hat{P}_{PB} \times \sum (DU_i) \times S_i + F}{1 - Q - V}$

โดยที่ F แทนค่าใช้จ่ายคงที่ต่อหน่วยเสี่ยงภัย (Fixed Expense per Exposure)

Q แทนกำไรและส่วนบวกเพิ่มสำหรับเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้น (Profit and Contingencies Factor)

V แทนค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Expense Factor)

S_i แทนค่าเฉลี่ยความรุนแรงของความเสียหาย (Severity)

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การคลอดก่อนกำหนด (Preterm Birth) เป็นภาวะการคลอดก่อนอายุครรภ์ครบ 37 สัปดาห์ ซึ่งช่วงหลังคลอดทารกมักต้องการการดูแลเป็นพิเศษ ต้องอยู่รักษาในโรงพยาบาลนานกว่าปกติ และค่าใช้จ่ายที่มากขึ้นในการรักษาทารกที่คลอดก่อนกำหนดคลอด

4.1 สรุปผลการวิจัย

จากแนวโน้มสถิติการคลอดก่อนกำหนดที่มากขึ้น โดยข้อมูลจากสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขกองยุทธศาสตร์และแผนงาน นนทบุรี ปี พ.ศ. 2557 – 2562 และจากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง มีความเสี่ยงสูงขึ้นที่มารดาจะคลอดก่อนกำหนด และต้องรับภาระค่าใช้จ่ายที่มากขึ้น จากการศึกษาวิเคราะห์พบว่าสัดส่วนจำนวนทารกที่คลอดก่อนกำหนดต่อทารกที่เกิดในปี พ.ศ.2557 - 2562 มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเกือบทั้งหมดและพบว่าเกิดอุบัติการณ์ 15 อุบัติการณ์ที่มีความถี่สูงสุด ซึ่งเกือบทุกอุบัติการณ์ที่เกิดกับทารกที่คลอดก่อนกำหนดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและมีค่าใช้จ่ายที่สูงถึง 1,500 - 100,000 บาทต่อการรักษาแต่ละอุบัติการณ์ ซึ่งกรมธรรม์ประกันภัยการคลอดบุตรที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่ได้ครอบคลุมทุกอุบัติการณ์ ทางผู้จัดทำโครงงานจึงได้ออกแบบพัฒนารูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยการคลอดก่อนกำหนดขึ้นมาเพื่อคุ้มครองอุบัติการณ์ทั้ง 15 อุบัติการณ์รวมทั้งคุ้มครองกรณีเสียชีวิต และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ในอนาคตของธุรกิจประกันภัย

4.2 ข้อเสนอแนะ

4.2.1 ข้อมูลการคลอดก่อนกำหนดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีความจำกัดในเรื่องของจำนวนข้อมูลเพราะข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นเพียงการรวบรวมข้อมูลจากโรงพยาบาลที่อยู่ในสังกัดกระทรวง จากสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขกองยุทธศาสตร์และแผนงาน นนทบุรี ควรมีข้อมูลจากโรงพยาบาลต่างๆที่นอกเหนือจากโรงพยาบาลในสังกัดกระทรวง

4.2.2 ค่าใช้จ่ายแต่ละอุบัติการณ์ที่นำมาศึกษาอาจมีความคาดเคลื่อนไม่เท่ากันทุกโรงพยาบาล ดังนั้น ควรนำข้อมูลค่าใช้จ่ายจากหลายๆโรงพยาบาลมาศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบกรมธรรม์ประกันภัยการคลอดก่อนกำหนด โดยได้รับความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลในการศึกษาจากสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กองยุทธศาสตร์และแผนงาน นนทบุรี ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อุไรวรรณ เจริญกีรติกุล อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยฉบับนี้ ที่ได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำเกี่ยวเรื่องการออกแบบกรมธรรม์ประกันภัยและการสนับสนุนจากภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์ คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลของการศึกษาจะเป็นประโยชน์ไม่มากก็น้อย สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้สนใจ หากมีข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้วิจัยขออภัยเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัว ที่คอยให้การสนับสนุนส่งเสริม เป็นกำลังใจตลอดปีการศึกษา และขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาสถิติประยุกต์ รวมทั้งบุคคลที่มิได้กล่าวถึงมา ณ ที่นี้ด้วย ที่คอยเป็นกำลังใจเสนอแนะ ในการจัดทำงานวิจัยฉบับนี้มาโดยตลอดเป็นอย่างดี จนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] คลอดก่อนกำหนด, แหล่งที่มา https://pobpad.com

[2] บริษัท เมืองไทยประกันชีวิต จำกัด. (2560). การประกันภัยเบ็ดเตล็ด. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา https://www.muangthai.co.th/th/insurance/happy-lady-plus. 15 ธันวาคม พ.ศ.2562

[3] บริษัท เอ็ทน่า ประกันสุขภาพ. (2560). [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา https://www.aetna.co.th/th/individuals/health-insurance/individual. 15 ธันวาคม พ.ศ.2562

[4] ปราโมทย์ ประสาทกุล. (2559). สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย. สถาบันวิจัยประชากรและสังคม
มหาวิทยาลัยมหิดลมูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.).

[5] เรื่องที่พ่อแม่ควรรู้เมื่อลูกต้องเข้า NICU, แหล่งที่มา https://th.theasianparent.com

[6] รายงานสังเคราะห์การวิเคราะห์สถานการณ์การตั้งครรภ์ของวัยรุ่นในประเทศไทย,
แหล่งที่มา https://www.unicef.org

[7] สำนักงานอัตราเบี้ยประกันวินาศภัย. (2551). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการคำนวณอัตราเบี้ย
ประกันภัย. ครั้งที่พิมพ์ 2

[8] สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กองยุทธศาสตร์และแผนงาน นนทบุรี (2562).
รายงานสถิติเกี่ยวกับการคลอดก่อนกำหนด

[9] สารประชากร มหาวิทยาลัยมหิดล (ฉบับเดือนมกราคม)

[10] สถาบันสุขภาพจิตเด็กและวัยรุ่นราชนครินทร์.เด็กไทยท้องไม่พร้อม,
แหล่งที่มา http://new.smartteen.net/infographic/36

[11] อรวรรณ อิทธิโสภณกุล. (2562). คลอดก่อนกำหนด. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา https://www.thairath.co.th/lifestyle/woman/health/1709796. 30 พฤศจิกายน 2562.

[12] โชติมา พัวศิริ. (2561).เอกสารประกอบการเรียนวิชาการประกันวินาศภัย

การประยุกต์ใช้เทคนิคการเลือกปัจจัยและเทคนิคแบบรวมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองในการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย กรณีศึกษา: โรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ

APPLYING THE FEATURE SELECTION TECHNIQUES AND ENSEMBLE TECHNIQUES FOR LMPROVING THE MODEL TO PREDICT LOW BIRTHWEIGHT INFANT A CASE STUDY: KHUNHAN HOSPITAL, KHUNHAN, SI SA KET.

พัฒนวดี ศิริจันทร์[1], อนุพงศ์ สุขประเสริฐ[2] และ จิรโรจน์ ตอสะสุกุล[3]
Pattanawadee sirijan[1], Anupong Sukprasert[2] and Jiraroj Tosasukul[3]
[1]*นิสิตสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย*
[2]*อาจารย์ประจำคณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย*
[3]*อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 65000 ประเทศไทย*
*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: พัฒนวดี ศิริจันทร์ อีเมล: std59010912689@acc.msu.ac.th

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ โดยนำข้อมูลของมารดาที่เข้ารับบริการฝากครรภ์และคลอดบุตรที่แผนกสูตินารีเวช จำนวน 3 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 - พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 1,756 รายการ มาทำการคัดเลือกปัจจัย (Feature Selection) ที่มีความสำคัญต่อการส่งผลให้ทารกแรกเกิดมีน้ำหนักน้อย ด้วยเทคนิคสัมประสิทธิ์จีนี (Gini Index) เทคนิคการจัดลำดับคุณสมบัติ (Information Gain) และเทคนิคการทดสอบไคสแคว์ (Chi-square) จากนั้นได้นำเทคนิคแบบรวม (Ensemble Technique) มาเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองในการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย 3 เทคนิค ได้แก่ (1) เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) (2) เทคนิคการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) (3) เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor) ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าการใช้เทคนิคสัมประสิทธิ์จีนีมาทำการคัดเลือกปัจจัยและเทคนิคแบบรวม ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 92.99% ดังนั้นจึงทั้งสองเทคนิคนี้จึงเป็นเทคนิคที่เหมาะสำหรับการนำไปใช้สร้างตัวแบบสำหรับหรับพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ และสามารถนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลไปใช้ในการกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ในการให้ความรู้และป้องกันโอกาสเสี่ยงต่อการให้กำเนิดทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยต่อไป

คำสำคัญ: การเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลอง การพยากรณ์ เหมืองข้อมูล ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

Abstract:

The purpose of this research was to increase the efficiency of the model for predicting low birth weight infants at Khun Han Hospital, Khun Han District, Si sa ket Province. The data used were collected from mothers who attended the antenatal care and gave childbirth from 2016 to 2018, a total of 1,756 records then the researcher applied the feature selection techniques such as Gini Index, Information Gain, and Chi-square. Ensemble Vote technique including Naive Bayes, Logistic Regression and K-Nearest Neighbor were also used to increase the efficiency of accuracy for prediction of the low birth weight infants. The results showed that the Gini Index for feature selection and Ensemble Vote are provided the highest accuracy at 92.99%. Therefore, both techniques are suitable for creating a model for predicting low birth weight infants. Furthermore, the results of study can be used to formulate policies and strategies for educating and preventing the mothers at risk of giving birth to low birth weight babies.

Keywords: Improving Model, Prediction, Data Mining, Low birth weight Infants.

บทนำ:

วัยทารกเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่สุดของชีวิตมนุษย์เพราะการพัฒนาศักยภาพของมนุษย์นั้นนอกจากจะขึ้นกับพันธุกรรมแล้วคุณภาพการเลี้ยงดูและการส่งเสริมพัฒนาการตามวัยอย่างเหมาะสมตั้งแต่วัยทารกเป็นตัวกำหนดความสำคัญที่จะช่วยเสริมศักยรูปที่ติดตัวมาตั้งแต่เกิดและบ่งบอกถึงการมีชีวิตรอดของทารกถ้าหากมีน้ำหนักที่น้อยกว่า หรือมากกว่าเกณฑ์นั่นอาจเป็นสัญญาณของความผิดปกติทางด้านร่างกายอัตราการอยู่รอดต่ำทารกที่คลอดในแต่ละปีมีน้ำหนักน้อยกว่า 2,500 กรัมเป็นทารกที่คลอดน้ำหนักน้อยและโอกาสที่ทารกน้ำหนักตัวน้อยจะเสียชีวิต

ซึ่งมีปัจจัยที่ส่งผลต่อทารกน้ำหนักน้อย ได้แก่ มารดาที่ตั้งครรภ์ขณะอายุน้อยๆทำให้ลูกในครรภ์เจริญเติบโตได้ไม่ดีมักจะเสี่ยงต่อปัญหาแทรกซ้อนขณะตั้งครรภ์ไม่ว่าจะเป็นโรคเบาหวานหรือความดันโลหิตสูงขณะตั้งครรภ์ในกรณีที่คุณมารดาตั้งครรภ์มีอายุต่ำกว่า 18 ปีหรือมีอายุมากกว่า 34 ปี จะมีโอกาสคลอดก่อนกำหนดมากกว่าผู้ที่มีอายุ 18 ถึง 34 ปีความดันโลหิตสูงระหว่างตั้งครรภ์เชื่อว่าเป็นผลจากการหดรัดตัวของเส้นเลือดโดยทั่วไปอาจมีผลทำลายเนื้อเยื่อจากการขาดออกซิเจนมีผลทำให้เลือดที่ผ่านรกไปยังทารกลดลงส่งผลให้ทารกได้รับออกซิเจนและสารอาหารไม่เพียงพอดังนั้นจึงอาจส่งผลกระทบให้ทารกเกิดภาวะโตช้าในครรภ์หรือทำให้ทารกมีสุขรูปที่ผิดปกติซึ่งอาจรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตในครรภ์ได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) นำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิด โดยมุ่งเน้นในเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของการพยากรณ์เพื่อให้เกิดความแม่นยำมากที่สุดด้วยเทคนิคการคัดเลือกปัจจัย (Feature Selection) มาศึกษาสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักของทารกแรกเกิด และการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคแบบรวม

(Ensemble Vote) โดยใช้ข้อมูลข้อมูลการฝากครรภ์และการคลอดของมารดาที่เข้ามารับบริการในแผนกสูตินารีเวชของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ โดยผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ สามารถนำไปใช้ในการวางแผนสำหรับการดูแลสุขภาพอนามัยมารดาก่อนคลอดและกำหนดแนวทางการป้องกันปัญหาของการอุบัติการณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย:

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ

2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับแบบจำลองในการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิด

3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการคัดเลือกปัจจัย (Feature Selection) ที่มีผลต่อการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิด

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง:

1. น้ำหนักแรกเกิดน้อยกว่าปกติมาก (Very low birth weight (VLBW) ทารกทีมีน้ำหนักตัวน้อยเมื่อแรกคลอดจะมีอัตราการเสียชีวิตสูงกว่าทารกที่มีน้ำหนักปกติ 40 เท่า และเพิ่ม 200 เท่า ถ้าน้ำหนักต่ำกว่า 1,500 กรัม ทารกกลุ่มที่รอดชีวิตมีอัตราการเจ็บป่วยเรื้อรังมากว่าทารกปกติ [เกียงศักดิ์จีระแพทย์]

2. การทำเหมืองข้อมูล (Data mining) หรืออาจจะเรียกว่า การค้นหาความรู้ในฐานข้อมูล (Knowledge Discovery in Databases - KDD) เป็นเทคนิคเพื่อค้นหารูปแบบ (pattern) ของจากข้อมูลจำนวนมหาศาลโดยอัตโนมัติ การทำเหมืองข้อมูล คือ กระบวนการที่กระทำกับข้อมูล (โดยส่วนใหญ่จะมีจำนวนมาก) เพื่อค้นหารูปแบบแนวทางและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้นโดยอาศัยหลักสถิติการรู้จำการเรียนรู้ของเครื่อง และหลักคณิตศาสตร์ [**ศจี วานิช**]

3. เทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis Techniques) งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยโดยการพัฒนาตัวแบบที่ใช้ ในการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ โดยใช้เทคนิคการทำ เหมืองข้อมูล (Data Mining) ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิคที่ใช้ทำสำหรับการสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์น้ำหนักของทารก แรกเกิดโดยใช้เทคนิคการจำแนกประเภทของข้อมูล (Classification) ได้แก่ เทคนิคการจัดลำดับคุณสมบัติ (Information Gain: IG),เทคนิคไคสแคว์ (Chi-Square), เทคนิคสัมประสิทธิ์จีนี (Gini Index) และเทคนิคแบบรวม (Ensemble Vote) [อนุพงศ์ สุขประเสริฐ]

3.1 เทคนิคการจัดลำดับคุณสมบัติ (Information Gain: IG) การแบ่งข้อมูลออกตามการพยากรณ์และหลังการแบ่งว่ามีประสิทธิภาพดีขึ้นหรือไม่ ถ้ามีประสิทธิภาพดีขึ้นค่า Information Gain จะมีค่าสูง การคำนวณค่า Information Gain จะใช้ค่าในการวัดความแตกต่างหรือการกระจัดกระจายของข้อมูลถ้าข้อมูลมีความแตกต่างกันมากก็จะมีค่าสูง ในทางตรงข้ามถ้าข้อมูลมีความคล้ายกันมากค่าก็จะมีค่าต่ำ กำหนดการทดสอบโดยการใช้สูตรเทคนิคการจัดลำดับคุณสมบัติ (Information Gain: IG)

$$\text{Information}(x) = \log_2\left(\frac{1}{P(R=x)}\right) \quad (1)$$

3.2 เทคนิคไคสแคว์ (Chi-Square) การทดสอบ χ^2 เป็นการทดสอบเพื่อต้องการ ทราบว่าความถี่ที่ได้จากการสังเกต จากแบบจำลองในการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญจังหวัดศรีสะเกษกำหนดการทดสอบโดยการใช้สูตรคำนวณ χ^2

$$\chi 2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)}{E_i} \quad (2)$$

โดยที่ χ^2 คือ ค่าสถิติไคสแควร์

O_i คือ ความถี่ที่ได้จากการสังเกต (Observed Frequency)

E_i คือ ความถี่ที่คาดหวัง (Expected Frequency)

k คือ จำนวนกลุ่มหรือจำนวนระดับ

3.3 เทคนิคสัมประสิทธิ์จีนี (Gini Index) การคำนวณการเลือกค่าที่บ่งบอกแอตทริบิวต์วัดการกระจายตัวเชิงเปรียบเทียบข้อมูลทำให้สามารถบ่งชี้ถึงความไม่เสมอภาค สัมประสิทธิ์จีนีเป็นอัตรส่วนซึ่งมีค่าระหว่าง 0 และ 1 โดยค่าสัมประสิทธิ์จีนีแสดงถึงการกระจายความเหลื่อมล้ำกันมากขึ้นถ้าสัมประสิทธิ์จีนีมีค่าเท่ากับ 0 หมายถึงความเท่ากันอย่างสมบูรณ์และถ้าสัมประสิทธิ์จีนีมีค่าเท่ากับ1 หมายถึงความไม่เท่ากันอย่างสมบูรณ์

$$\text{Gini}(t) = 1 \sum_{i=0}[p(p|t)] \quad (3)$$

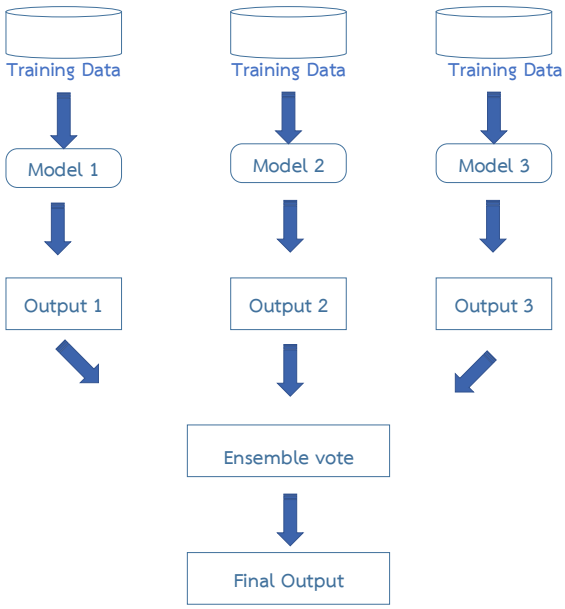
โดยที่ p การวัดความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ

T คลาส

จากผลลัพธ์ของการเลือกปัจจัย (Feature Selection) ด้วยวิธีการคำนวณหาค่า Information Gain , Chi-Square และวิธีคำนวณหาค่า Gini index ระหว่างแอตทริบิวต์กลับลาเบลจะพบว่าทั้ง 3 วิธีนี้ให้ผลลัพธ์ของแอตทริบิวต์ที่สุดที่สามารถนำไปใช้สำหรับการทำนายในรูปแบบแตกต่างกันสามารถนำแอตทริบิวต์นี้ไปใช้ในการพยากรณ์เพื่อช่วยให้ค่าประสิทธิภาพของการพยากรณ์มีค่าสูงเพิ่มขึ้น

3.4 การนำข้อมูลเทรนนิ่งดาต้าให้เป็นข้อมูลชุดเดียว โดยใช้เทคนิคแบบรวม (Ensemble Vote) ซึ่งมีหลายๆโมเดลนี้แต่ละโมเดลก็จะทำให้คำตอบออกมาในขั้นตอนสุดท้ายเราจะต้องนำคำตอบเหล่านี้มารวมกันเพื่อดูว่าคำตอบไหนเหมาะสมที่สุดโดยอาจจะใช้วิธีการโหวต (Vote) เลือกคำตอบที่ต้องการมากที่สุดหลักการสร้างโมเดลคือโมเดลที่สร้างจะมีหลากหลายเพื่อให้ทำนายข้อมูลแบบต่างๆกันได้มากกว่าการสร้างโมเดลโดยการทำการทำนายนี้สามารถใช้วิธีการจำแนกประเภทข้อมูล

วิธีการนี้เป็นการนำเทนนิ่งดาต้าชุดเดียวกันแต่เพื่อให้โมเดลมีความหลากหลายมากขึ้นจึงเลือกที่จะสร้างโมเดลด้วยเทคนิค classification ที่ต่างกันขั้นตอนการสร้างโมเดลได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การทำงานของวิธีแบบรวม (Ensemble vote)

อุปกรณ์และวิธีทดลอง:

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการทำเหมืองข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิดของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ประกอบด้วย 2 ซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรม Microsoft Excel ใช้ สำหรับการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ และโปรแกรม RapidMiner Studio ใช้สำหรับการเตรียมข้อมูล การสร้างตัว แบบในการทำนายน้ำหนักของทารกแรกเกิด และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย โดยใช้ขั้นตอนในการประมวลผลข้อมูลตามขั้นตอนกระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา (Business Understanding)

น้ำหนักทารกแรกเกิดเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งสะท้อนถึงความแข็งแรงสมบูรณ์ของทารกและบ่งบอกถึงการมีชีวิตอยู่รอดสุขภาพพัฒนาการของสมองการเจริญเติบโตและพัฒนาการของทารก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักทารกแรกเกิด เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิดของโรงพยาบาลขุนหาญ

ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจกับข้อมูล (Data Understanding)

ขั้นตอนเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลว่าจะนำมาใช้เป็นไปในทิศทางไหน ลักษณะอย่างไร เพื่อทำการหาความถูกต้องที่ดีที่สุดเพื่อนำมาวิเคราะห์และนำมาประเมินผลประโยชน์ที่จะได้รับจากข้อมูล ปัจจัยการเกิดทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

(Data Mining) ซึ่งเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูล จากโรงพยาบาลขุนหาญ ซึ่งมีการเก็บข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2559 ถึง ปี พ.ศ. 2561 ซึ่งเป็นข้อมูลขนาดใหญ่ที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล จำนวนชุดข้อมูล 1,849 รายการ เพื่อใช้ในการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิด ประกอบด้วย

ตารางที่ 1 รายละเอียดแอททริบิวต์ทั้งหมดของข้อมูลที่ได้รับจากแผนกสูตินรีเวช โรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษที่ใช้ในงานวิจัย

ลำดับ	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	DATE	วันที่เข้ารับบริการ
2	No.	ลำดับ
3	No. Give	เลขที่ใบรับรองการเกิดของทารก
4	Age	อายุมารดา
5	BMI	ค่าดัชนีมวลกายของมารดา
6	HN	หมายเลขทะเบียนผู้ป่วยนอก
7	Subdistrict	ตำบล
8	District	อำเภอ
9	Province	จังหวัด
10	G	จำนวนครั้งของการตั้งครรภ์
11	P	จำนวนครั้งของการคลอดบุตร
12	A	จำนวนครั้งของการแท้งบุตร
13	L	จำนวนบุตรที่รอดชีวิต
14	last child	ลำดับลูกคนสุดท้อง
15	Hct1	ความเข้มของเลือด ตรวจครั้งที่ 1
16	Hct2	ความเข้มของเลือด ตรวจครั้งที่ 2
17	Hct3	ความเข้มของเลือด ตรวจครั้งที่ 3
18	VDRL	ผลการตรวจวัดความผิดปกติของเลือด
19	HIV 32 wks.	ผลการติดเชื้อ HIV 32 สัปดาห์
20	HIV.PT	ค่าความแข็งตัวของเมล็ดเลือด
21	HIV.Man	ผลการติดเชื้อ HIV ของสามี
22	HBsAg	ผลการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี
23	OF	ค่าทดสอบความเปราะของเม็ดเลือดแดง
24	DCIP	การตกตะกอนของผลเลือด
25	TT1	การฉีดวัคซีนครั้งที่ 1
26	TT2	การฉีดวัคซีนครั้งที่ 2
27	TT3	การฉีดวัคซีนครั้งที่ 3
28	ANC	พื้นที่การฝากครรภ์

ลำดับ	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
29	PT	อำเภอโรงพยาบาล
30	GA.While	อายุครรภ์ขณะคลอด
31	GA.ANC	อายุครรภ์ครั้งแรกที่มาฝากในโรงพยาบาล
32	GA.Doctor	อายุครรภ์ที่พบแพทย์
33	ANC คุณภาพ	คุณภาพการฝากครรภ์
34	ANC ทั้งหมด	คุณภาพการฝากครรภ์ทั้งหมด
35	No1	การตรวจสุขภาพของมารดา ครั้งที่ 1
36	No2	การตรวจสุขภาพของมารดา ครั้งที่ 2
37	No3	การตรวจสุขภาพของมารดา ครั้งที่ 3
38	No4	การตรวจสุขภาพของมารดา ครั้งที่ 4
39	No5	การตรวจสุขภาพของมารดา ครั้งที่ 5
40	U/S	จำนวนครั้งการตรวจอัลตราซาวด์
41	Water walk	ลักษณะของถุงน้ำคร่ำ
42	Wwc	ลักษณะสีของน้ำคร่ำ
43	Delivery	การคลอด
44	episiotomy	การขยายตัวของปากมดลูก
45	LBP	แผลของปากมดลูกหลังคลอด
46	HT	ความสูงของมารดา
47	TBL	ปริมาณเลือดที่ออกเมื่ออยู่ในห้องผ่าตัด
48	SEX	เพศของทารกที่คลอด
49	TIME	เวลาที่คลอด
50	BW	น้ำหนักทารก
51	Apgar 1 t	การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 1 นาที
52	Apgar 5 t	การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 5 นาที
53	Apgar 10 t	การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 10 นาที
54	HN Baby	หมายเลขลงทะเบียนของลูก
55	An Baby	รหัสหมายเลขของลูก
56	Bed	จำนวนวันที่นอนโรงพยาบาล (ชม.)

ขั้นตอนที่ 3.การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

ขั้นตอนเริ่มจากกระบวนการจัดการข้อมูลที่เกิดความผิดพลาดในชุดข้อมูล เช่น ในแอตทริบิวต์เดียวกันจะต้องมีค่าอยู่ในแอตทริบิวต์เหมือนกันแต่กลับมีค่าในแอตทริบิวต์เข้ามาจัดการกับข้อมูลที่เกิดความผิดพลาด เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์สามารถแบ่งได้ 3 ขั้นตอน

1. การกลั่นกรองข้อมูลเพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม (Data cleaning) นำข้อมูลที่เป็นข้อมูลดิบนำมาแปลงไฟล์ เพื่อทำการคัดกรองข้อมูลที่เป็นระโยชน์

2. การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection)

ทำการคัดเลือกแอตทริบิวต์ที่ไม่สำคัญหรือไม่ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพแบบจำลองการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยออก และนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาทำการทำนายและนำไปสร้างตัวแบบในการคัดกรอง

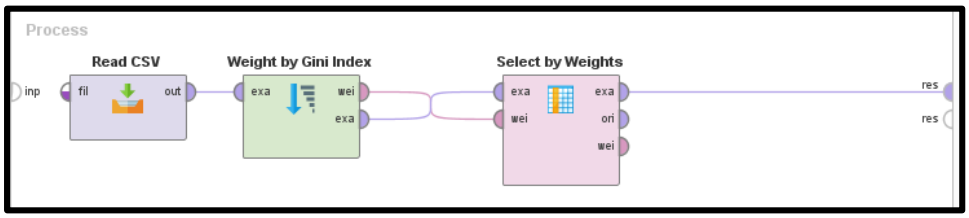
3. รูปแบบในการแปลงข้อมูล (Data Transformation)

แปลงข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์โดยการแปลงค่าข้อมูลให้อยู่ในช่วงสั้นๆ เพื่อสามารถนำข้อมูลไปประมวลผลได้มีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 4.การสร้างแบบจำลอง (Modeling)

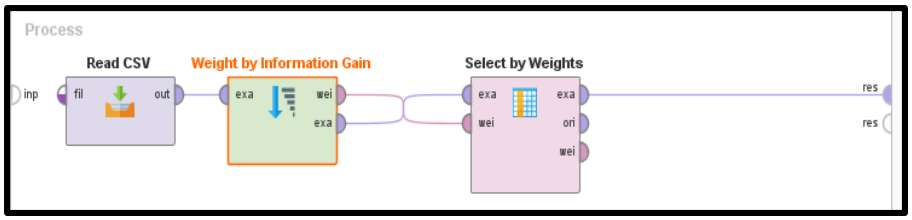
ขั้นตอนนี้การสร้างตัวแบบหาความสัมพันธ์ (Relational Patten) เพื่อหาปัจจัยเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วยด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล โดยการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามอัลกอริทึมการสร้างแบบจำลองกาจำแนกกลุ่ม (Classification) โดยเทคนิคที่นำมาใช้ในมีด้วยกัน 3 เทคนิค ประกอบไปด้วย

1. สัมประสิทธิ์จีนี (Gini Index) สำหรับการคัดเลือกปัจจัย (Feature Selection) เพื่อทดสอบสมมติฐานว่าตัวแปรแต่ละคู่จะมีความสัมพันธ์กันหรือไม่จะมีหลักการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อให้สามารถหาค่าที่คาดหมายได้ โดยกำหนดสมมติฐานเป็นกลางว่าจะไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง หรืออีกลักษณะหนึ่งก็คือตัวแปรทั้งสองมีอิสระต่อกัน โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 2



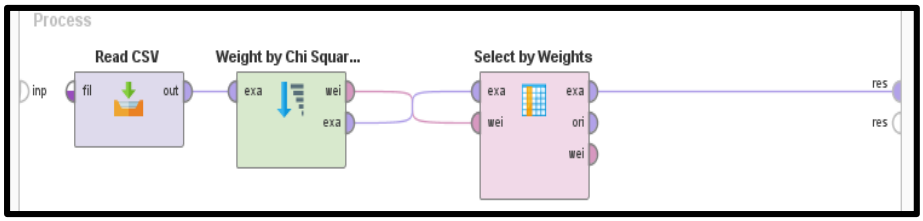
รูปที่ 2 สัมประสิทธิ์จีนี (Gini Index) สำหรับการคัดเลือกปัจจัย (Feature Selection)

2. การจัดลำดับคุณสมบัติ (Information Gain) สำหรับการคัดเลือกปัจจัย (Feature Selection) การคำนวณการจัดลำดับคุณสมบัติ (Information Gain) จะใช้ค่าในการวัดความแตกต่างหรือการกระจัดกระจายของข้อมูลถ้าข้อมูลมีความแตกต่างกันมากก็จะมีค่าสูง ในทางตรงข้ามถ้าข้อมูลมีความคล้ายกันมากค่าก็จะมีค่าต่ำ โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3



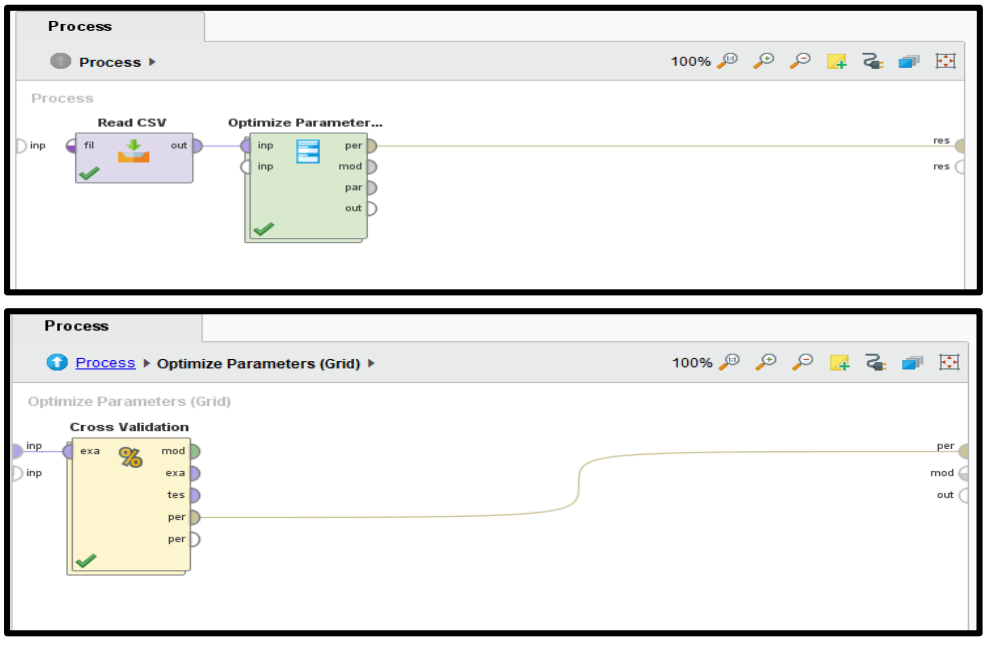
รูปที่ 3 การจัดลำดับคุณสมบัติ (Information Gain) สำหรับการคัดเลือกปัจจัย (Feature Selection)

3. การทดสอบไคสแคว์ (Chi-square) สำหรับการคัดเลือกปัจจัย (Feature Selection) การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่อยู่ในรูปของความถี่หรือในรูปของสัดส่วนซึ่งเป็นข้อมูลที่ เกิดจากการเก็บรวบรวมจากตัวแปรที่เกี่ยวข้องแล้วจำแนกออกมาหรือสัดส่วน โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 4

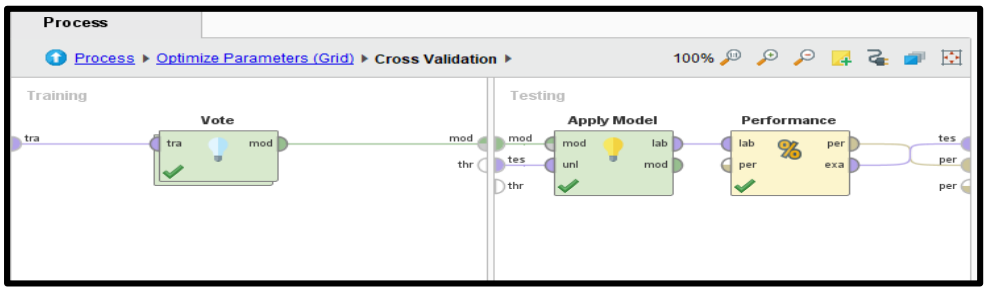


รูปที่ 4 การทดสอบไคสแคว์ (Chi-square) สำหรับการคัดเลือกปัจจัย (Feature Selection)

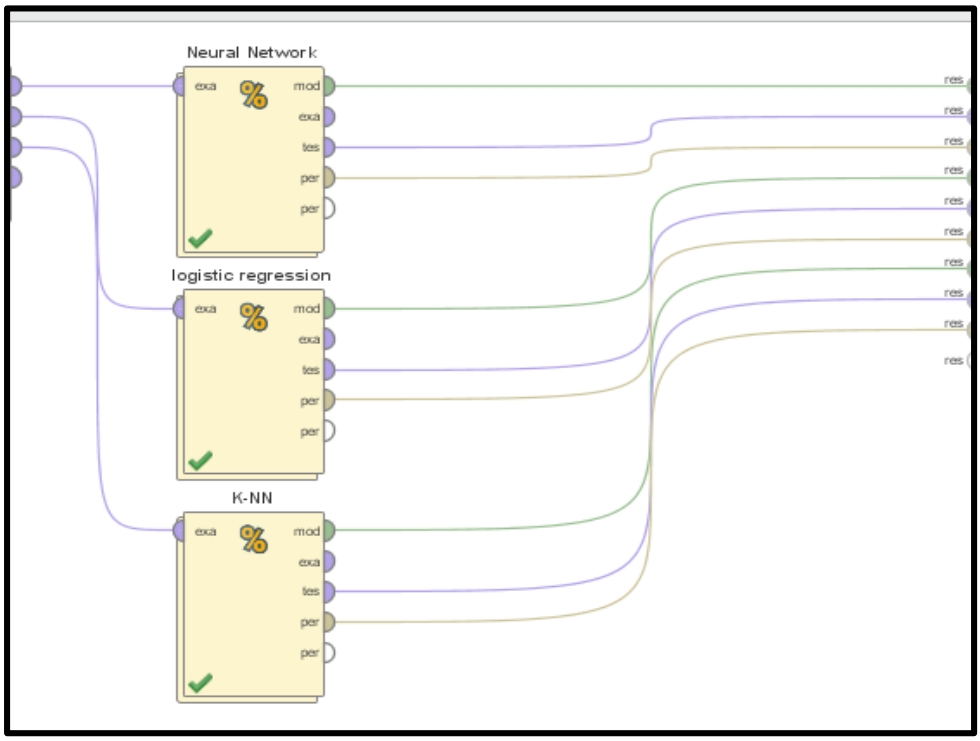
4. เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคแบบรวม ๖(Ensemble Vote) วิธีการนี้เป็นการนำเทรนนิ่งดาต้าชุดเดียวกันแต่เพื่อให้โมเดลมีความหลากหลายมากขึ้นจึงเลือกที่จะสร้างโมเดลด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลที่ต่างกัน โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคแบบรวม (Ensemble Vote) โดยใช้โอเปเรเตอร์ Cross validation



รูปที่ 6 เทคนิคแบบรวม (Ensemble Vote)



รูปที่ 7 เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคแบบรวม (Ensemble Vote)

ขั้นตอนที่ 5. การประเมินผล (Evaluation)

การประเมินผลลัพธ์จากแบบจำลองและอัลกอริธึมที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูลว่ามีผลลัพธ์ที่ได้นั้นครอบคลุมและสามารถตอบวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ จากนั้นจึงนำแบบจำลองที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูล มาประเมินพิจารณาถึงความเหมาะสมในการทำแบบจำลองการพยากรณ์ไปประยุกต์ใช้ว่ามีความแม่นยำในการทำนายผลการพยากรณ์มากน้อยเพียงใด โดยในการประเมินแบบการพยากรณ์จากความเชื่อมั่น และค่าสนับสนุน โดยการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ที่ได้กับข้อมูลจริงที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 6.การนำไปใช้งาน (Deployment)

หลังจากที่ได้แบบจำลองมาและได้ค่าความแม่นยำถูกต้องตามความต้อการของเราที่จำนำไปใช้ได้จริง โดยการนำโมเดลที่ได้จากการศึกษามาประยุกต์ใช้ในการวางแผนพัฒนาการดูแลสุขภาพให้แก่มารดาที่มาฝากครรภ์เพื่อป้องกันไม่ให้คลอดทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยและใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาบริ การด้านการดูแลทารกที่มีภาวะเสี่ยงน้ำหนักน้อย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล:

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิดของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ผู้วิจัยได้คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ การวัด ประสิทธิภาพและค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าประสิทธิภาพ โดยรวม (F-measure) ซึ่งวัดจากค่าประสิทธิภาพของทั้ง 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคการจัดลำดับคุณสมบัติ (Information Gain: IG),เทคนิคไคสแคว์ (Chi-Square) ,เทคนิคสัมประสิทธิ์จีนี (Gini Index)และเทคนิคแบบรวม (Ensemble Vote) ดังผลลัพธ์ดังนี้

1. การวิเคราะห์การเลือกปัจจัยด้วยเทคนิคการหาสัมประสิทธิ์จีนี (Gini Index) เพื่อเลือกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย โดยใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล 3 เทคนิคมาใช้สำหรับการสร้างตัวแบบด้วย ซึ่งได้แก่ เทคนิคการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) พบว่าให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 92.60% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 61.76% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 15.22% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 24.42% การสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างอย่าง (Naïve bay) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 91.00% ค่าความแม่นยำ(Precision) มีค่าเท่ากับ 34.38% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 15.94% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 21.78% และการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-nearest Neighbours) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 92.48% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 56.82% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 18.12% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 27.47% จากนั้นได้ทำการรวมเทคนิคทั้ง 3 เทคนิคเพื่อใช้สำหรับการสร้างตัวแบบด้วยวิธีการแบบรวม (Ensemble Vote) พบว่าให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 93.00% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 80.00%ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 14.49% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 24.54%

2. การวิเคราะห์การเลือกปัจจัยด้วยเทคนิคการจัดลำดับคุณสมบัติ (Information Gain)เพื่อเลือกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย โดยใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล 3 เทคนิคมาใช้สำหรับการสร้างตัวแบบด้วย ซึ่งได้แก่ เทคนิคการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) พบว่าให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 91.63% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 41.18% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 15.22% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 22.22% การสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve bay) พบว่าค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่า

เท่ากับ 91.00% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 35.71% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 18.12% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 24.04% และการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-nearest Neighbours) พบว่าค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 92.54% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 73.33% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 7.97% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 27.47% จากนั้นได้ทำการรวมเทคนิคทั้ง 3 เทคนิคเพื่อใช้สำหรับการสร้างตัวแบบด้วยวิธีการแบบรวม (Ensemble Vote) พบว่าให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 92.48%ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 61.54%ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 11.59%และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 19.51%

3. การวิเคราะห์การเลือกปัจจัยด้วยเทคนิคการทดสอบไคสแคว์ (Chi-square) เพื่อเลือกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย โดยใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล 3 เทคนิคมาใช้สำหรับการสร้างตัวแบบด้วย ซึ่งได้แก่ เทคนิคการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) พบว่าให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 92.82%ค่าความแม่นยำ(Precision) มีค่าเท่ากับ 77.27% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 12.32%และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 21.25% การสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve bay) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 91.12% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 35.48% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 15.94% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 22.00% และการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-nearest Neighbours) ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 92.37% ค่าความแม่นยำ(Precision) มีค่าเท่ากับ 54.17% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 18.84% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 27.96% จากนั้นได้ทำการรวมเทคนิคทั้ง 3 เทคนิคเพื่อใช้สำหรับการสร้างตัวแบบด้วยวิธีการแบบรวม (Ensemble Vote) พบว่าให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 92.94%ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 76.92%ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 14.49% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 14.49%

การเปรียบประสิทธิภาพของตัวแบบที่ได้จากเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค พบว่า เทคนิคแบบรวม (Ensemble Vote) เป็นเทคนิคที่ให้ค่าประสิทธิภาพสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลที่มากที่สุด เพราะมีค่าความถูกต้องสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 93.00% ดังนั้นจึงเป็นเทคนิคที่เหมาะสมที่สุดสำหรับในมาสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง:

เมื่อทำการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิดของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัด ศรีสะเกษแล้วนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบหาค่าการทดสอบการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ การ วัดประสิทธิภาพและค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่า ประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure)ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค ซึ่งผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ข้อมูลได้ทำการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ข้อมูลของประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล

ตารางที่ 2 แสดงตารางแสดงผลความแม่นยำในการทำนายผลของ 3 เทคนิค

Classification Techniques	Classification Performance	Feature Selection Techniques		
		Gini index	Information Gain	Chi-square
Logistics Regression	Accuracy	92.60%	91.63%	92.82%
	Precision	61.76%	41.18%	77.27%
	Recall	15.22%	15.22%	12.32%
	F-Measure	24.42%	22.22%	21.25%
k-nearest neabours	Accuracy	92.48%	92.54%	92.37%
	Precision	56.82%	73.33%	54.17%
	Recall	18.12%	7.97%	18.84%
	F-Measure	27.47%	14.38%	27.96%
Naïve Bay	Accuracy	91.00%	91.00%	91.12%
	Precision	34.38%	35.71%	35.48%
	Recall	15.94%	18.12%	15.94%
	F-Measure	21.78%	24.04%	22.00%
Ensemble Vote*	Accuracy	93.00%**	92.48%	92.94%
	Precision	80.00%	61.54%	76.92%
	Recall	14.49%	11.59%	14.49%
	F-Measure	24.54%	19.51%	14.49%

หมายเหตุ: * โมเดลที่ดีที่สุดที่ใช้ในพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิด

** ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ที่มีค่ามากที่สุด

ผลการวิเคราะห์การคัดเลือกปัจจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกับเทคนิคเหมืองข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคการหาสัมประสิทธิ์จีนี (Gini Index) เทคนิคการจัดลำดับคุณสมบัติ (Information Gain) และ เทคนิคการทดสอบไคสแคว์ (Chi-square) พบว่า เทคนิคการหาสัมประสิทธิ์จีนี (Gini Index) มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาคัดเลือกปัจจัยในงานวิจัยนี้ โดยหลังจากการคัดเลือกปัจจัยจากทั้งหมด 56 ปัจจัย ผลการวิเคราะห์พบว่ามีเพียง 9 ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ได้แก่

1. ค่าดัชนีมวลกาย (BMI)
2. การแข็งตัวของเมล็ดเลือด (HIV.PT)
3. ค่าทดสอบความเปราะของเม็ดเลือดแดง (OF)
4. การตกตะกอนของผลเลือด (DCIP)

5. อายุครรภ์ขณะคลอด (GA.While)
6. น้ำหนักทารก (BW)
7. การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 1 นาที (Apgar 1 t)
8. การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 5 นาที (Apgar 5 t)
9. การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 10 นาที (Apgar 10 t)

ข้อเสนอแนะ:

1. ทางโรงพยาบาลขุนหาญมีการจัดเก็บข้อมูลไม่เป็นระบบ และยังมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของเอกสาร โดยบุคลากรทางการแพทย์เป็นผู้จดบันทึกทำให้มีค่าผิดพลาด และค่าสูญหายเกิดขึ้น ดังนั้นควรมีการตรวจสอบข้อมูลว่ามีความครบถ้วนหรือค่าสูญหายของข้อมูลก่อนทำการบันทึกข้อมูลทุกครั้ง

2. ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ในครั้งนี้เป็นจัดเก็บในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งหากมีการเก็บข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้นจะมีผลต่อผลของการวิเคราะห์และการคัดเลือกข้อมูลเพื่อนำไปสร้างตัวแบบจำลอง ดังนั้นควรมีการนำเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลเทคนิคอื่น ๆ เข้ามาใช้ในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย

3. เนื่องจากข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งหรือมีการเก็บข้อมูลเพิ่มมากขึ้น อาจส่งผลต่อการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล ดังนั้นควรมีการสร้างตัวแบบจำลองใหม่ ทุก 6 เดือน เพื่อเพิ่มประสิทธิค่าความถูกต้องและความแม่นยำเพิ่งมากยิ่งขึ้น

4. ประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลขึ้นอยู่กับการปรับค่าพารามิเตอร์ (p) ในสมการหาค่าน้ำหนักของคุณลักษณะซึ่งในงานวิจัย ได้เลือกค่าพารามิเตอร์ที่ทดสอบกับข้อมูลแต่ละชุด โดยทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ไปเรื่อยๆ ตั้งแต่ 0.1 ถึง 0.9 แล้วเลือกพารามิเตอร์ที่ให้ค่า ประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้น ถ้ามีแนวคิดการปรับค่าพารามิเตอร์อัตโนมัติตามชุดข้อมูล จะช่วยให้ลด ขั้นตอนการทดลองที่ใช้เลือกพารามิเตอร์ได้

5. ควรนำหลักการโครงสร้างข้อมูลหลากหลายข้อมูล เพื่อนำมาพัฒนาขั้นตอนการขจัดคุณลักษณะที่ซ้ำซ้อน เพื่อลดเวลาในการขจัดคุณลักษณะที่ซ้ำซ้อน

การนำแบบจำลองไปใช้:

1. แบบจำลองในการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยที่ได้จากการสร้างตัวแบบจำลองด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลและเทคนิคสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองนี้ สามารถนำไปใช้สำหรับการพยากรณ์โอกาสเสี่ยงของทารกที่จะคลอด หากทราบว่ามารดามีโอกาสเสี่ยงต่อการคลอดบุตรน้ำหนักน้อย ทีมแพทย์และทีมสหวิชาชีพสามารถลงไปให้คำแนะนำเกี่ยวกับเรื่องการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องในช่วงการตั้งครรภ์ ช่วงหลังตั้งคลอด และเกี่ยวกับการดูแลส่งเสริมภาวะโภชนาการพัฒนาการของเด็กเพื่อลดจำนวนมารดาที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการให้กำเนิดทารกน้ำหนักน้อย

2. การกำหนดกลยุทธ์ให้กับโรงพยาบาลสำหรับการเข้ารับบริการแผนกสูตินรีเวชการฝากครรภ์ของมารดา เช่น การจัดอบรมส่งเสริมสุขภาพ นำไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางจัดทำหลักสูตรให้ความรู้เรื่องอนามัยแม่และ

การวางแผนกำลังจะมีบุตร กลุ่มพ่อแม่มือใหม่และกลุ่มวัยรุ่น และใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้สาเหตุและภาวะเสี่ยงต่อการให้กำเนิดทารกน้ำหนักน้อย ทำการออกประชาสัมพันธ์ให้ความรู้เกี่ยวกับการฝากครรภ์ตามหมู่บ้าน และติดตามให้หญิงตั้งครรภ์มาฝากครรภ์ครบตามเกณฑ์ ส่งต่อหญิงตั้งครรภ์เสี่ยงพบแพทย์ติดตามเยี่ยมหลังคลอดเพื่อลดจำนวนเสี่ยงต่อการให้กำเนิดทารกน้ำหนักน้อย

3. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาระบบสารสนเทศด้านการแพทย์สำหรับการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยในอนาคตเพื่อลดอัตราความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นจากการคลอดที่ไม่ปกติ

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยนี้ สำเร็จได้ด้วยการเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และความร่วมมือต่าง ๆ ของหลายท่าน ซึ่งให้การ สนับสนุนคณะผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มต้นงานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์อนุพงศ์ สุขประเสริฐ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ ปรึกษางานวิจัยฉบับนี้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ชี้แนะแนวทาง ให้คำแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์รวมถึงให้โอกาสและ สนับสนุนในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ และขอบคุณคณะการบัญชีและการจัดการ ที่สนับสนุนทุนการศึกษาในการนำเสนอผลงานการประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ภาคการนำเสนอ ในสาขาวิทยาการ คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง:

[1] เกรียงศักดิ์จีระแพทย์.(2560). วิจัยทารกน้ำหนักตัวน้อย.บรรณาธิการ. Good clinical practice in neonatology. กรุงเทพฯ:

[2] บธัญภา วรสิงห์. (2559). การศึกษาเปรียบเทียบผลการตั้งครรภ์ในหญิงตั้งครรภ์วัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่. วารสารการแพทย์โรงพยาบาลศรีสะเกษสุรินทร์ บุรีรัมย์ ปีที่ 31 ฉบับที่ 2.

[3] อุษาวดี จะระนิลและคณะ. (2556). ปัจจัยของหญิงตั้งครรภ์ที่มีผลต่อทารกน้ำหนักน้อย โรงพยาบาลหนองบัวลำภูจังหวัดหนองบัวลำภู. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 20 ก.ค. 2557

[4] พรพจน์ หอสุวรรณศักดิ์. (2533). การศึกษาการฝากครรภ์น้อยกว่า 4 ครั้ง และปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ต่อการเกิด น้ำหนักน้อย ในโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช.แพทย์สารทหารอากาศ

[5] แววดาว พิมลธเรศ. (2555). อุบัติการณ์การตั้งครรภ์และภาวะแทรกซ้อนของหญิงตั้งครรภ์วัยรุ่นในโรงพยาบาลหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี. วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลินิก โรงพยาบาลพระปกเกล้า

[6] วรรษมน ปาพรม.(2561).ผลของโปรแกรมการสนับสนุนและให้ความรู้ต่อพฤติกรรมการดูแลทารกคลอดก่อนกำหนดของมารดาวัยรุ่น.วารสารพยาบาลสงขลานครินทร์

[7] อรพินท์ กอสนาน.(2556).ผลต่อการเกิดทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยในโรงพยาบาลบางน้ำเปรี้ยว.กลุ่มงานเทคนิคบริการทางการแพทย์ โรงพยาบาลบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

[8] ธัญภา วรสิงห์. (2559). การศึกษาเปรียบเทียบผลการตั้งครรภ์ ในหญิงตั้งครรภ์วัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่. วารสารการแพทย์โรงพยาบาลศรีสะเกษสุรินทร์ บุรีรัมย์ ปีที่ 31 ฉบับที่ 2

[9] นพัสร ทรัพย์พิพัฒน์. (2550). ปัจจัยเสี่ยงของมารดาต่อการเกิด ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยในโรงพยาบาลกาฬสินธุ์. งานอนามัยแม่และเด็กจังหวัดมหาสารคาม. ปีที่ 34 ฉบับที่ 3

[10] ธัญภา วรสิงห์ (2559). การศึกษาเปรียบเทียบผลการตั้งครรภ์ ในหญิงตั้งครรภ์วัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่. วารสารการแพทย์โรงพยาบาลศรีสะเกษสุรินทร์

[11] ธานินทร์ วรานันตกุล. (2560). ปัจจัยทำนายทารกแรกเกิดนักน้อยในโรงพยาบาลทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิชาการแพทย์ เขต 11

การพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

FORECASTING CRUDE OIL PRICES USING DATA MINING TECHNIQUES

กิตติศักดิ์ พิศสุวรรณ[1] เพ็ญพิชชา วิชาผา[1*] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ[2] และณัฐกานต์ ชุติมารังสรรค์[2]
Kittisak Phitsuwan[1] Phenphitcha Wichapa[1*] Anupong Sukprasert[2] and Nattakarn Shutimarrungson[2]
[1]*นิสิตสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150 ประเทศไทย*
[2]*อาจารย์ประจำคณะบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150 ประเทศไทย*
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: เพ็ญพิชชา วิชาผา อีเมล: std59010912701@acc.msu.ac.th

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้เป็นข้อมูลราคาหุ้นของบริษัทในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยที่ส่งผลต่อการขึ้นลงของราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก จำนวนทั้งหมด 12 บริษัท จำนวน 5 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2558-พ.ศ.2562 มาทำการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ ตามกระบวนการมาตรฐานในการสร้างเหมืองข้อมูล (Cross-Industry Process for Data Mining) ซึ่งเทคนิคที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย เทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor หรือ K-NN) เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) และเทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าเทคนิคที่ให้ค่าทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลที่ดีที่สุดคือ เทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ซึ่งให้ค่า Root Mean Square Error (RMSE) เท่ากับ 0.244 ค่า Absolute Error (ASE) เท่ากับ 0.152 และค่า Squared Error (SE) เท่ากับ 0.060 จึงเป็นเทคนิคที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบในครั้งนี้
คำสำคัญ : ราคาน้ำมันดิบ, การพยากรณ์, การทำเหมืองข้อมูล

Abstract:

This research aimed to create a model for forecasting crude oil prices using data mining techniques. The data obtained were from the stock prices in the Stock Exchange of Thailand affecting the fluctuation of crude oil prices, a total of 12 companies traced back to 5 years from the years 2015 to 2019. The data were analyzed using the Cross-Industry Process for Data Mining, whereas the techniques used consisted of K-Nearest Neighbours, Neural Network and Linear Regression. The findings showed that the K-nearest neighbor was the best technique indicating the minimum of Root Mean Square Error (RMSE) equivalent to 0.244, Absolute Error (ASE) at 0.152 and Squared Error (SE) at 0.060. Thus, K-Nearest Neighbor can be used to develop a model for crude oil prices prediction.
Keywords: Crude oil price, Forecasting, Data mining

บทนำ:

น้ำมันเป็นทรัพยากรชนิดหนึ่งที่มนุษย์เริ่มรู้จักและนำมาใช้ตั้งแต่สมัยโบราณ การขุดเจาะน้ำมันเพื่อการพาณิชย์เกิดขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2400 ที่ประเทศเยอรมณี การสำรวจน้ำมันโดยใช้ความรู้สมัยใหม่เริ่มขึ้นภายหลังสงครามที่ 2 [3] นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา มนุษย์เริ่มใช้พลังงานจากน้ำมันมากขึ้น เนื่องจากมีความได้เปรียบโดยเมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานชนิดอื่น อุปสงค์ที่มีต่อน้ำมันที่เพิ่มขึ้นจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมรวมถึงการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของจำนวนประชากรจึงจำเป็นต้องมีการสำรวจขุดเจาะน้ำมันอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่ออุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นจนกล่าวได้ว่าน้ำมันได้กลายเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานการดำรงชีวิตของมนุษย์ไปแล้ว น้ำมันดิบเป็นหนึ่งในสินค้ายอดนิยมที่ผู้ลงทุนให้ความสนใจนอกเหนือจากหุ้น ทองคำ และอัตราแลกเปลี่ยน เนื่องจากการเคลื่อนไหวของราคาน้ำมันดิบมีไม่สัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของราคาหุ้นมากนัก (ความสัมพันธ์อยู่ที่ประมาณ 30%) ดังนั้น สำหรับผู้ที่ลงทุนในหุ้นการลงทุนในน้ำมันดิบเพิ่มเติมจะช่วยกระจายพอร์ตลงทุน ทำให้พอร์ตลงทุนมีความเสี่ยงโดยรวมลดลง น้ำมันดิบมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเศรษฐกิจทั่วโลกและภาวะความเป็นอยู่ของประชาชน เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับการใช้งานในครัวเรือนและการผลิตในภาคอุตสาหกรรม รวมถึงการคมนาคมขนส่ง เมื่อราคาน้ำมันดิบเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้ราคาผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นน้ำมันสำเร็จรูป หรือพลาสติกเพิ่มขึ้นตาม ราคาน้ำมันดิบจึงมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อต้นทุนสินค้าและค่าครองชีพของประชาชน

แหล่งน้ำมันสำคัญของโลกส่วนมากจะอยู่ใน ตะวันออกกลาง เช่น ซาอุดีอาระเบีย อิหร่าน อิรัก คูเวต กาตาร์ สหพันธ์รัฐอาหรับเอมิเรตส์ รวมถึงกลุ่มประเทศแถบทะเลแคริบเบียน เช่น เวเนซูเอลลา โคลัมเบีย เม็กซิโก และตรินิแดด รวมถึงสหรัฐอเมริกาอีกด้วย ส่วนในประเทศไทยมีผลิตน้ำมันดิบเช่นกันโดยแหล่งผลิตบนบก เช่น แหล่งสิริกิติ์ ส่วนแหล่งผลิตในอ่าวไทยได้ก๊าซธรรมชาติเป็นหลัก แต่ปริมาณน้ำมันในประเทศไทยมีไม่เพียงพอกับปริมาณการใช้ ไทยจึงจำเป็นต้องนำเข้าน้ำมันดิบ เพื่อผลิตเป็นน้ำมันสำเร็จรูป

ราคาน้ำมันดิบถือเป็นสินค้าที่สำคัญของตลาดเนื่องจากเป็นสินค้าที่จำเป็นและมีความต้องการสูง แหล่งน้ำมันดิบในโลกที่มีการขุดพบมีหลายแห่งซึ่งแต่ละแห่งมีปริมาณความหนาแน่นไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงมีการกำหนดราคาน้ำมันดิบขึ้นเพื่อให้เป็นมาตรฐานในทุกแหล่งทั่วโลก การศึกษาค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ผู้ศึกษาได้กำหนดราคาน้ำมันจากตลาด West Texas Intermediate (WTI) เป็นตัวแปรอิสระในการศึกษา และตัวแปรตามที่มีความสัมพันธ์โดยตรงน้ำมันดิบเป็นปิโตรเลียมเหลวชนิดหนึ่งที่มีไฮโดรคาร์บอนอยู่ น้ำมันดิบจากแหล่งต่าง ๆ ในโลกมีส่วนประกอบและคุณสมบัติที่ไม่เหมือนกัน เพราะแต่ละแหล่งมีองค์ประกอบสารอินทรีย์มากหมายหลายชนิดต่างกันออกไป การแทรกแซงกลไกราคาน้ำมันดิบในประเทศไทยเริ่มต้นขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2516 เนื่องจากในขณะนั้นเกิดวิกฤตการณ์ราคาน้ำมันขึ้นทั่วโลกราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศสูงขึ้น และเกิดการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงขึ้น รัฐบาลจึงได้ดำเนินการการออกพระราชกำหนดแก้ไขและป้องกันภาวการณ์ขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2516 เพื่อให้อำนาจแก่นายกรัฐมนตรีในการออกมาตรการต่าง ๆ เพื่อป้องกันและแก้ไขสภาวะการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิงจนกระทั่งในปี พ.ศ. 2520 กลุ่มประเทศผู้ส่งออกปิโตรเลียม (Organization of the Petroleum Exporting Countries : OPEC) ได้ประกาศขึ้นราคาน้ำมันดิบ แต่รัฐบาลได้ขึ้นราคาขายปลีกในสัดส่วนที่น้อยกว่าราคาน้ำมันดิบที่เพิ่มขึ้น รัฐบาลโดยใช้มาตรการลดอัตราภาษีผลิตภัณฑ์น้ำมันลงตามส่วนของต้นทุนน้ำมันดิบ แต่ในกรณีน้ำมันเตาการลดอัตราภาษีไม่พอเพียงกับต้นทุนราคาน้ำมันดิบ รัฐบาลจึงได้ใช้วิธีลดภาษีที่เก็บจากน้ำมันเบนซินมากกว่าต้นทุนที่เพิ่ม และกันเงินส่วนนี้ไว้ในกองทุน โดยได้อาศัยอำนาจตามพระราชกำหนดแก้ไขและป้องกันภาวะการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2516 เรื่องการกำหนดให้ผู้ค้าน้ำมันส่งเงินเข้ากองทุนรักษาระดับราคาน้ำมันเชื้อเพลิงและการจ่ายเงินชดเชยให้แก่ผู้ค้าน้ำมัน เพื่อจัดตั้งกองทุนรักษาระดับราคาน้ำมันเชื้อเพลิง โดยให้โรงกลั่นน้ำมัน และผู้นำเข้าส่งเงินเข้ากองทุน และเงินกองทุนนี้นำไปชดเชยให้ผู้ค้าน้ำมันเตา

สาเหตุที่ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกลดลงครั้งนี้มาจากการผลิตน้ำมันดิบในตลาดโลกมีมากกว่าความต้องการในการใช้การพยากรณ์ราคาน้ำมันเป็นการพยากรณ์หนึ่งที่มีความสำคัญ เพราะน้ำมันเป็นปัจจัยการผลิตขึ้นราคาเมื่อไหร่ก็มีผลกระทบทำให้สินค้าอื่นขึ้นราคาตามไปด้วย นอกจากนี้ราคาน้ำมันยังเป็นปัจจัยสำคัญของการเจริญของเศรษฐกิจ มี

ผลกระทบโดยตรงกับมาตรฐานการดำรงชีวิต สำหรับประเทศผู้ผลิต รายได้จากการจำหน่ายน้ำมัน และราคาที่ถูกเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ เนื่องจากประเทศไทยมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมในปริมาณที่สูง เพราะมีขีดจำกัดด้านความสามารถในการผลิต แลพปริมาณทรัพยากรในประเทศมีจำกัดทำให้ต้องใช้จ่ายเงินตราต่างประเทศเป็นจำนวนสูง เพื่อแลกกับการนำเข้าปิโตรเลียมจากต่างประเทศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อดุลการชำระเงินเป็นอย่างมาก ดังเช่นในปี พ.ศ. 2536 ต้องจัดหาปิโตรเลียมจากแหล่งต่างประเทศคิดเป็นร้อยละ 69.4 ของความต้องการใช้ปิโตรเลียมภายในประเทศ ดังนั้นการที่เราเป็นประเทศผู้บริโภค สามารถทำการพยากรณ์ราคาน้ำมันได้จะทำให้เราตัดสินใจดำเนินการที่เหมาะสม เช่น การวิจัยและพัฒนา การจัดหาแหล่งทรัพยากรอื่น ๆ มาทดแทนซึ่งจะก่อให้เกิดกาสทางธุรกิจ และลดการขาดดุลการค้าประเทศ ซึ่งในปัจจุบันการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ เมื่ออยู่ในช่วงกาลังขยายตัว ทำให้ความต้องการใช้งานน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นและส่งผลให้ความต้องการน้ำมันดิบ และราคาน้ำมันเชื้อเพลิงปรับตัวขยายตามเศรษฐกิจ ทำให้การใช้งานน้ำมันดิบและการใช้เชื้อเพลิงขึ้นอยู่กับเศรษฐกิจเป็นหลักจึงจะเกิดราคาความผันผวนตามเศรษฐกิจโลกและหากเศรษฐกิจโลกถดถอยและนักลงทุนลดภาวะความเสี่ยงในการลงทุนทำให้ความต้องใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและ ความต้องการน้ำมันดิบลดลง จะทำให้ราคาลดลงตามไปด้วย ปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาน้ำมันดิบมีหลายปัจจัย เช่นสภาพภูมิอากาศ อุปสงค์น้ำมันจากประเทศผู้มีความต้องการสูงอย่างประเทศจีน และ อุปทานของกลุ่มผู้ผลิตน้ำมัน ปริมาณน้ำมันสำรอง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อราคาน้ำมันดิบ ได้แก่ การสร้างแหล่งพลังงานทดแทนเพื่อ ลดความต้องการใช้งานน้ำมันดิบ ภาวะสงครามหรือความไม่สงบในประเทศผู้ผลิตน้ำมันซึ่งส่งผลต่อการผลิต และ ระดับอัตราแลกเปลี่ยนเงินจากปัญหาราคาน้ำมันที่เกิดความผันผวนทำให้นักลงทุนและ ผู้ที่ต้องการใช้พลังงานเชื้อเพลิงไม่สามารถคาดการณ์ ราคาน้ำมันได้ หากนักลงทุนและผู้ต้องการใช้พลังงานเชื้อเพลิงสามารถคาดการณ์ราคาน้ำมันล่วงหน้าได้ จะช่วยลดต้นทุนและมีการวางแผนเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น

ผลกระทบต่อไทย พบว่าไทยเป็นประเทศที่นำเข้าน้ำมันในระดับสูง จากข้อมูลในปี 2561 ไทยนำเข้าน้ำมันดิบ 8.2 แสนล้านบาทต่อปีหรือร้อยละ 63 ของการบริโภคน้ำมันดิบในประเทศ ราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นย่อมส่งผลต่อรายจ่ายที่เพิ่มขึ้นของทุกภาคส่วน โดยภาคประชาชนไม่ว่าจะเป็นค่าน้ำมันสำหรับรถยนต์ส่วนตัวหรือค่าขนส่งจากการใช้บริการสาธารณะ รวมถึงราคาก๊าซหุงต้มที่อาจปรับเพิ่มขึ้นตาม ซึ่งจะทำให้เงินเฟ้อเพิ่มสูงขึ้นด้วยขณะที่ต้นทุนการผลิตของภาคธุรกิจที่ใช้น้ำมันเป็นวัตถุดิบและค่าขนส่งสินค้าก็สูงขึ้นเช่นกัน หากดูเครื่องชี้ที่สะท้อนการพึ่งพาพลังงานต่อกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เรียกว่าความเข้มข้นของการใช้พลังงาน (Energy Intensity) ข้อมูลล่าสุดในปี 2558 ของ World Bank พบว่า Energy Intensity ของไทยอยู่ในระดับสูง (สูงเป็นอันดับที่3) เมื่อเทียบกับประเทศใน ASEAN แม้มีแนวโน้มลดลงบ้างในระยะหลังแต่ก็ยังอยู่ในระดับสูง ซึ่งสะท้อนประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ไม่ดีนัก [2]

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์การเคลื่อนไหวของราคาน้ำมันดิบล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลราคาน้ำมันดิบจากตลาด West Texas Intermediate (WTI) เป็นตัวแปรตาม และราคาหุ้นของบริษัทในกลุ่มสายการบิน กลุ่มวัตถุก่อสร้าง กลุ่มขนส่งโลจิสติก และกลุ่มหุ้นน้ำมัน ซึ่งเป็นตัวแปรต้นที่ใช้ในการศึกษา โดยนำมาวิเคราะห์ตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross - Industry Standard Process for Data Mining หรือ CRISP-DM) เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) เพื่อใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย:

1. เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง:

1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาน้ำมันดิบ

ซึ่งสาเหตุของราคาน้ำมันดิบ พบว่าส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้ [1]

1.1 การขยายตัวทางเศรษฐกิจและความต้องการเชื้อเพลิงในแต่ละฤดูกาล โดยเมื่อเข้าสู่ช่วงเศรษฐกิจขยายตัวจะส่งผลให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเนื่องให้ความต้องการใช้น้ำมันเพิ่มขึ้น และแน่นอนว่าเป็นแรงผลักดันให้ราคาน้ำมันขยับตัวสูงขึ้น

1.2 ปริมาณน้ำมันไม่เพียงพอ ปริมาณน้ำมันสำรองของประเทศไม่เพียงพอต่อผู้บริโภค โดยปกติประเทศจะมีความต้องการใช้น้ำมันสูงจะเก็บสำรองน้ำมันไว้ส่วนหนึ่งเพื่อเสถียรภาพและความมั่นคงทางพลังงานของประเทศ สถานการณ์ที่ราคาน้ำมันอยู่ในระดับสูง ประเทศผู้บริโภคน้ำมันสูงมักจะเก็บสำรองน้ำมันในระดับที่เพียงพอใช้เท่านั้นเพื่อลดค่าใช้จ่าย

1.3 สภาพอากาศและภัยพิบัติ จะเห็นชัดเจนในการเกิดเฮอร์ริเคนในสหรัฐฯ ที่มีผลให้โรงกลั่นในสหรัฐฯ ปิดตัวชั่วคราว ทำให้ความต้องการน้ำมันดิบเพื่อใช้ในการผลิตลดลง ราคาน้ำมันดิบอาจปรับตัวลดลง แต่ราคาน้ำมันสำเร็จรูปอาจปรับตัวสูงขึ้น

1.4 อัตราการแลกเปลี่ยนสกุลเงิน ในช่วงที่ผ่านมาเงินบาทอยู่ในระดับแข็งค่า ซึ่งทำให้ต้นทุนในการนำเข้าพลังงานลดลงและมีผลต่อราคาน้ำมันขายปลีกในประเทศ

1.5 พลังงานทดแทน หากมีการค้นพบและพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถนำพลังงานชนิดอื่น ๆ เช่น ก๊าซธรรมชาติถ่านหิน มาใช้ทดแทนน้ำมันได้มากขึ้น ในราคาที่แข่งขันได้และสะดวกในการใช้งานของผู้ที่ต้องการบริโภคความต้องการใช้และระดับราคาน้ำมันย่อมลดราคา

1.6 เศรษฐกิจโลก ราคาของน้ำมันดิบ เมื่อเศรษฐกิจโลกไม่ดี ความต้องการใช้น้ำมันดิบก็ลดลง สาเหตุมาจากการลดลงของการผลิตโดยรวมและส่งผลต่อการใช้น้ำมันดิบ ควรสังเกตสถานการณ์ทางเศรษฐกิจของประเทศใหญ่ๆ อีกด้วย

2. การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูล หมายถึง กระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมาก เพื่อค้นหา รูปแบบ และความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลขนาดใหญ่ที่ซับซ้อน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ มีขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลประกอบด้วยการ คัดลอกข้อมูล การเตรียมข้อมูล การแปลงรูปแบบข้อมูล การทำเหมืองข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ในงานเหมืองข้อมูลประกอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ ประกอบด้วย การจัดหมวดหมู่ การประเมินค่า การทำนาย การจัดกลุ่ม และการการรวมตัวปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภท [4] เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ประกอบด้วย เทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม และเทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งได้อธิบายขั้นตอนการทำงานของแต่ละเทคนิคดังต่อไปนี้

3. เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย (Data Mining Techniques)

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้สำหรับการพยากรณ์ พบว่า เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล ได้แก่ เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม เทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น ดังนี้

3.1 เทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor หรือ K-NN) การจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด เป็นวิธีการในการจัดแบ่งคลาส เทคนิคนี้จะตัดสินใจ ว่าคลาสใดที่จะแทนเงื่อนไขหรือกรณีใหม่ ๆ ได้บ้าง โดยการตรวจสอบจำนวนบางจำนวน (“K” ใน K-nearest neighbor) ของกรณีหรือเงื่อนไขที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยจะหาผลรวม (Count Up) ของจำนวนเงื่อนไข หรือกรณีต่าง ๆ สำหรับแต่ละคลาส และกำหนดเงื่อนไขใหม่ๆ ให้คลาสที่เหมือนกันกับคลาสที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ในการนำเทคนิคของการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ไปใช้ในนั้น

เป็นการหาวิธีการวัดระยะห่างระหว่างแต่ละแอททริบิวต์ ในข้อมูลให้ได้ และจากนั้นคำนวณค่าออกมา ซึ่งวิธีนี้จะเหมาะสำหรับข้อมูลแบบตัวเลข แต่ตัวแปรที่เป็นค่าแบบไม่ต่อเนื่องนั้นก็สามารถทำได้ เพียงแต่ต้องการการจัดการแบบพิเศษเพิ่มขึ้น อย่างเช่น ถ้าเป็นเรื่องของสี เราจะใช้อะไรวัดความแตกต่างระหว่างสีน้ำเงินกับสีเขียว ต่อจากนั้นเราต้องมีวิธีในการรวมค่าระยะห่างของแอททริบิวต์ทุกค่าที่วัดมาได้ เมื่อเราสามารถคำนวณระยะห่างระหว่างเงื่อนไขหรือกรณีต่าง ๆ ได้จากนั้นเราเลือกชุดของเงื่อนไข ที่ใช้จัดคลาสมาเป็นฐานสำหรับการจัดคลาสในเงื่อนไขใหม่ๆ ได้แล้วเราจะตัดสินได้ว่าขอบเขตของจุดข้างเคียงที่ควรเป็นนั้น ควรมีขนาดใหญ่เท่าไร และอาจตัดสินใจได้ด้วยว่าจะนับจำนวนจุดข้างเคียงตัวมันได้อย่างไรไปใช้ในนั้น
เป็นการหาวิธีการวัดระยะห่างระหว่างแต่ละแอททริบิวต์ในข้อมูลให้ได้ และจากนั้นคำนวณค่าออกมา ซึ่งวิธีนี้จะเหมาะสำหรับข้อมูลแบบตัวเลข แต่ตัวแปรที่เป็นค่าแบบไม่ต่อเนื่องนั้นก็สามารถทำได้เพียงแต่ต้องการการจัดการแบบพิเศษเพิ่มขึ้น อย่างเช่น ถ้าเป็นเรื่องของสี เราจะใช้อะไรวัดความแตกต่างระหว่างสีน้ำเงินกับสีเขียว ต่อจากนั้นเราต้องมีวิธีในการรวมค่าระยะห่างของแอททริบิวต์ทุกค่าที่วัดมาได้ เมื่อเราสามารถคำนวณระยะห่างระหว่างเงื่อนไขหรือกรณีต่าง ๆ ได้จากนั้นเราเลือกชุดของเงื่อนไขที่ใช้จัดคลาสมาเป็นฐานสำหรับการจัดคลาสในเงื่อนไขใหม่ๆ ได้แล้วเราจะตัดสินได้ว่าขอบเขตของจุดข้างเคียงที่ควรเป็นนั้น ควรมีขนาดใหญ่เท่าไร และอาจตัดสินใจได้ด้วยว่าจะนับจำนวนจุดข้างเคียงตัวมันได้อย่างไร

$$\text{Distance} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n}(p_k - q_k)^2} \quad (1)$$

โดย n คือ จำนวนรวม
k คือ ตำแหน่งของควอไทล์เดไซล์หรือเปอร์เซ็นไทล์
p คือ ค่าความน่าจะเป็น
q คือ ค่าควอไทล์

3.2 เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) เป็นหนึ่งในเทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือโมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการสร้างความรู้ใหม่ (Knowledge Extraction) เช่นเดียวกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์ แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาโครงข่ายไฟฟ้าชีวภาพ (Bioelectric Network) ในสมอง ซึ่งประกอบด้วย เซลล์ประสาท หรือ "นิวรอน" (Neurons) และ "จุดประสานประสาท" (Synapses) แต่ละเซลล์ประสาทประกอบด้วยปลายในการรับกระแสประสาท เรียกว่า "เดนไดรท์" (Dendrite) ซึ่งเป็น input และปลายในการส่งกระแสประสาทเรียกว่า "แอคซอน" (Axon) ซึ่งเป็นเหมือน output ของเซลล์ เซลล์เหล่านี้ทำงานด้วยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี เมื่อมีการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าภายนอกหรือกระตุ้นด้วยเซลล์ด้วยกัน กระแสประสาทจะวิ่งผ่านเดนไดรท์เข้าสู่นิวเคลียสซึ่งจะเป็นตัวตัดสินว่าต้องกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อหรือไม่ ถ้ากระแสประสาทแรงพอ นิวเคลียสก็จะกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อไปผ่านทางแอคซอนของมัน

$$y_j^h = \sum_{j=1}^{n} w_{ji}^h x_i + \theta_j^h \quad (2)$$

โดยที่ i คือ ลำดับเซลล์ในชั้นข้อมูลขาเข้า
j คือ ลำดับเซลล์ในชั้นซ่อน

h คือ จำนวนชั้นซ่อน
n คือ จำนวนเซลล์ในชั้นข้อมูลขาเข้า
O^h คือ ค่าไบแอสในระดับชั้นซ่อน
x_i^j คือ ค่าข้อมูลขาออกที่ส่งจากชั้นข้อมูลขาเข้า
w^h คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของการเชื่อมต่อเซลล์ i กับเซลล์ j_{ji}
y^h คือ ค่าผลรวมของผลคูณระหว่างข้อมูลขาเข้าและค่าถ่วงน้ำหนักของการเชื่อมต่อเซลล์ i กับ j

3.3 เทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) จะเป็นการทำนายข้อมูลที่มีค่าเชิงตัวเลขที่เกี่ยวข้องกับ ตัวแปรตาม (Response variable) หรือ "y" โดยการพิจารณาค่าตัวแปรต้น (Predictor variable) หรือ "x" เพียงแค่ ค่าเดียวด้วยการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันเชิงเส้นตรง (Linear function) ที่ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก $\hat{y} = a + bx$ เมื่อรู้ค่า X ก็สามารถรู้ค่า Response หรือค่าในแกน Y ได้ โดยการลากเส้นตั้งฉากกับแกน Y จากจุดบนแกน X มาตัดกับ Response line จะทราบได้ทันที และที่สำคัญการนำสมการความสัมพันธ์ไปใช้ได้ จะต้องมีการตรวจสอบเสียก่อนว่าสมการที่ได้มานั้นมีความถูกต้องพอที่จะใช้เป็นสมการในการคาดการณ์ตัวแปรที่ไม่รู้ค่าจริงหรือไม่จริง

$$\hat{y} = a + bx \tag{3}$$

โดยที่ $\hat{y}$ คือ ค่าประมาณของตัวแปรผลตอบสนอง
a คือ ระยะตัดแกน Y
b คือ ค่าความชันของเส้นตรงแนวโน้ม
x คือ ตัวแปรต้น

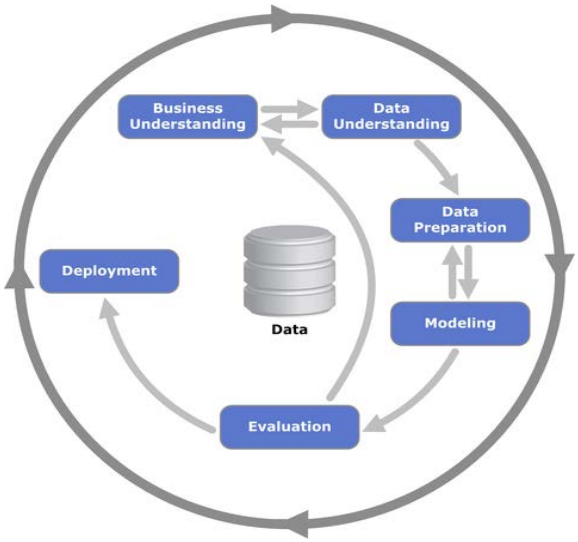
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง:

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ประกอบด้วย 3 ซอฟต์แวร์ ได้แก่ (1) โปรแกรม R ใช้ในการดึงข้อมูลราคาน้ำมันดิบและหุ้นบริษัทในตลาดหลักทรัพย์ (2) โปรแกรมม Microsoft Excel ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลของราคาปิดของน้ำมันดิบและราคาปิดของราปิดของหุ้นแต่ละบริษัท และ (3) โปรแกรม RapidMiner Studio ใช้สำหรับการเตรียมข้อมูล การสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ และวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลในครั้งนี้

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) ทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลตามมาตรฐาน CRISP-DM

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจเกี่ยวกับธุรกิจ (Business Understanding) ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องของราคาน้ำมันดิบที่เกิดปัญหาขึ้นจริงกับราคาน้ำมันดิบ (1) วิกฤตการณ์ทางการเมืองความตึงเคียดด้านความสัมพันธ์ในหลายๆ เหตุการณ์ของประเทศผู้ผลิตน้ำมันส่งผลต่อการลดกำลังการผลิตน้ำมันในประเทศต่าง ๆ (2) ปัจจัยทางเศรษฐกิจประเทศที่มีความเจริญทางด้านเศรษฐกิจมากขึ้นความต้องการทางพลังงานก็จะเพิ่มมากขึ้น (3)ด้านพลังงานความต้องการใช้พลังงานเพื่อพัฒนาประเทศยิ่งมีความต้องการมากราคาน้ำมันก็จะสูงขึ้นตาม ในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศก็ส่งผลต่อความต้องการทางด้านพลังงาน (4) อัตราภาษีการเก็บภาษีเป็นส่วนสำคัญของราคาน้ำมันต่อลิตรโดยขึ้นอยู่กับประเภทของน้ำมัน (5) การตลาด น้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูปทำการซื้อขายในตลาดเปิดจึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเก็งกำไรของตลาดได้ซึ่งการเก็งกำไรเช่นนี้ เพิ่มแรงผลักดันความผันผวนของราคาน้ำมัน [6]

ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูล (Data Understanding) ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลของราคาน้ำมันดิบและข้อมูลของหุ้นแต่ละบริษัท 5 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2558 ถึงปี พ.ศ. 2562 จำนวน 2,303 แถว 13 แอททริบิวต์ ซึ่งประกอบไปด้วย วันเดือนปีที่ทำการซื้อขายของข้อมูลราคาน้ำมันดิบ บริษัท เอเชีย เอวิเอชั่นจำกัด (AAV) บริษัท การบินกรุงเทพ จำกัด (BA) บริษัท การบินไทย จำกัด (THAI) บริษัท ทิปโก้แอสฟัลท์ จำกัด (TASCO) บริษัท ไดนาสตี้เซรามิค จำกัด (DCC) บริษัท ปตท. จำกัด (PTT) บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (PTTEP) บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (TOP) บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (BCP) บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (PTTGC) และบริษัท อินเตอร์เนชั่นแนล รีเสริช คอร์ปอเรชั่น จำกัด (IRPC)

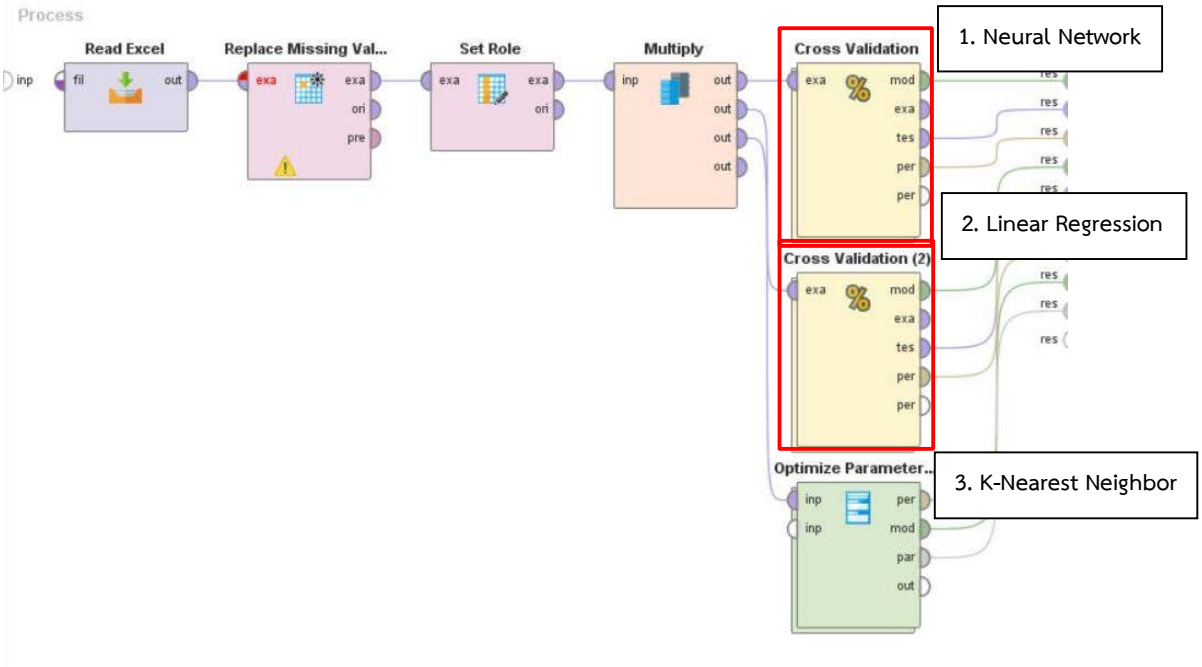
ลำดับ	ชื่อแอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	Date	วันที่ทำการซื้อขาย
2	Price	ราคาน้ำมันดิบ
3	AAV	บริษัท เอเชีย เอวิเอชั่น จำกัด (มหาชน)
4	BA	บริษัท การบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)
5	THAI	บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)
6	TASCO	บริษัท ทิปโก้แอสฟัลท์ จำกัด (มหาชน)
7	DCC	บริษัท ไดนาสตี้เซรามิค จำกัด (มหาชน)
8	PTT	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)

ลำดับ	ชื่อแอททริบิวต์	คำอธิบาย
9	PTTEP	บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)
10	TOP	บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน)
11	BCP	บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)
12	PTTGC	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)
13	IRPC	บริษัท อินเตอร์เนชั่นแนล รีเสริช คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) การเตรียมข้อมูลเลือกเฉพาะข้อมูลที่เป็นราคาปิด ของหุ้นแต่ละตัว เป็นการเตรียมข้อมูล 4 ขั้นตอนดังนี้ (1) การดึงข้อมูลจากราคาน้ำมันดิบ โดยดึงข้อมูลจาก (West Texas Intermediate : WIT) โดยดึงข้อมูลในส่วนของราคาเปิดของราคาน้ำมันดิบ จำนวน 5 ปีย้อนหลัง เพื่อที่จะนำข้อมูลราคาน้ำมันดิบมาสร้างในไฟล์ Excel นำไปพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ (2) การคัดเลือกเฉพาะแอททริบิวต์ของราคาน้ำมันดิบ (Crude oil Price) นำข้อมูลจากข้อมูลหลักทรัพย์ที่มีผลได้เสียต่อราคาน้ำมันดิบโดยดึงข้อมูลในส่วนนี้เป็นข้อมูลราคาปิดของแต่ละข้อมูลหลักทรัพย์ (3) การรวมไฟล์ข้อมูลราคาน้ำมันดิบของราคาเปิด และราคาปิด ของข้อมูลหลักทรัพย์ที่มีผลต่อการขึ้นลงของราคาน้ำมันดิบมารวมเป็นไฟล์เดียวกัน เพื่อที่จะนำข้อมูลของราคาน้ำมันดิบและข้อมูลของราคาหลักทรัพย์มาพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (4) ขั้นตอนนี้จะทำการกำหนด ID ตั้งเป็นตัวแปรต้นและกำหนด Label ให้เป็นตัวแปรตาม โดยข้อมูลที่ดึงมาจะกำหนดให้ราคาเปิดน้ำมันดิบเป็นตัวแปรตามหรือชนิดข้อมูลเป็น Label และราคาปิดของข้อมูลหลักทรัพย์แต่ละประเภทเป็นตัวแปรชนิดต้น หรือชนิดข้อมูลเป็น ID

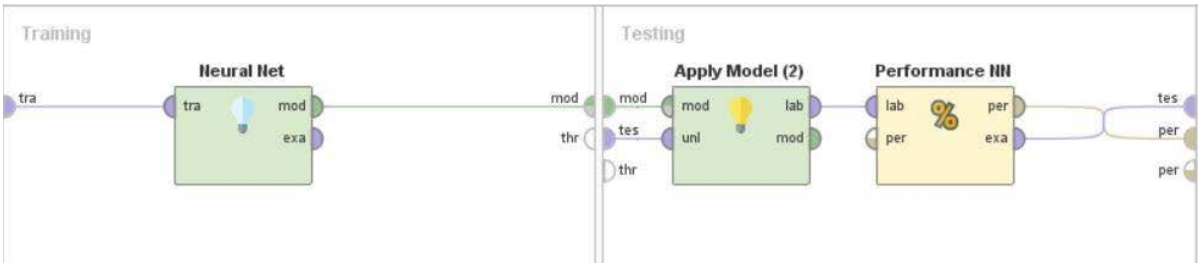
ลำดับ	ชื่อแอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	Date (ID)	วันที่ทำการซื้อขาย
2	Price (Label)	ราคาน้ำมันดิบ
3	AAV	บริษัท เอเชีย เอวิเอชั่น จำกัด (มหาชน)
4	BA	บริษัท การบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)
5	THAI	บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)
6	TASCO	บริษัท ทิปโก้แอสฟัลท์ จำกัด (มหาชน)
7	DCC	บริษัท ไดนาสตี้เซรามิค จำกัด (มหาชน)
8	PTT	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
9	PTTEP	บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)
10	TOP	บริษัท ไทยออยล์ จำกัด (มหาชน)
11	BCP	บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)
12	PTTGC	บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)
13	IRPC	บริษัท อินเตอร์เนชั่นแนล รีเสริช คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างแบบจำลอง (Modeling) เป็นขั้นตอนสำหรับการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทั้งหมด 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคการถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear regression) และเทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor หรือ K-NN) ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio [5] โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนสำหรับการสร้างตัวแบบ (Training Set) และสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพ (Testing Set) ด้วยวิธีการ 10-fold cross validation ดังรูปที่ 2 จากนั้นทำการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค ดังนี้



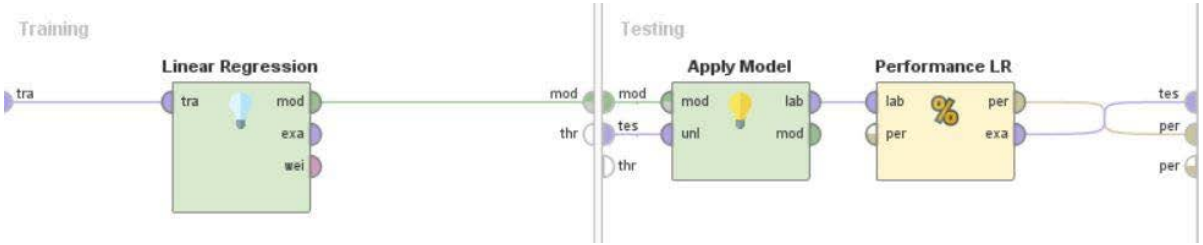
รูปที่ 2 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯ ในโปรแกรม RapidMiner Studio

4.1 เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ดังแสดงในรูปที่ 3



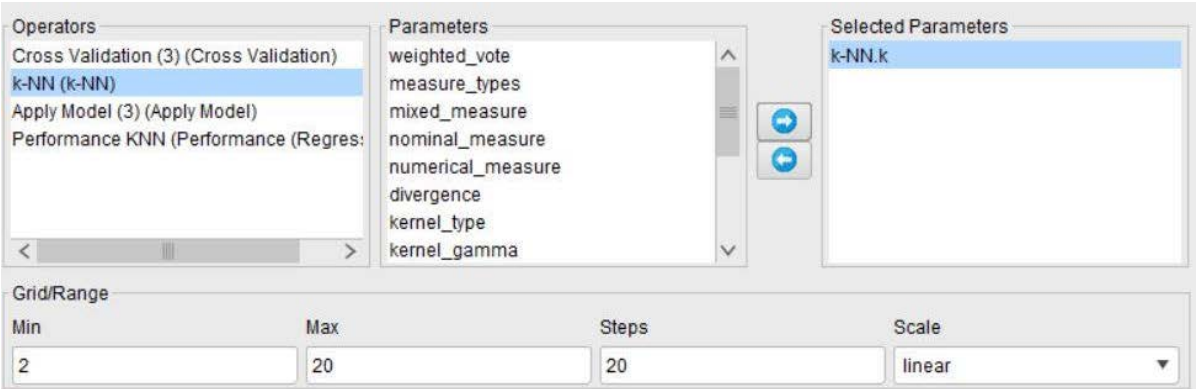
รูปที่ 3 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม

4.2 เทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) เป็นการทำนายข้อมูลที่มีค่าเชิงตัวเลขที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรตาม (Response variable) หรือ “y” โดยการพิจารณาค่าตัวแปรต้น (Predictor variable) หรือ “x” เพียงแค่ ค่าเดียวด้วยการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันเชิงเส้นตรง ดังแสดงในรูปที่ 4

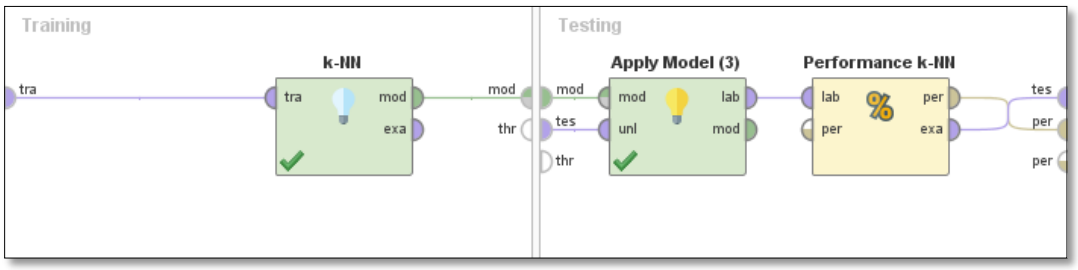


รูปที่ 4 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น

4.3 เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors K-NN) หรือ Lazy-Learning นั้น มาจากรูปแบบในการจำแนกประเภทข้อมูล โดยไม่มีการสร้างโมเดลสำหรับจำแนกประเภทข้อมูลเตรียมไว้ล่วงหน้าเมื่อมีข้อมูลใหม่ที่ต้องการจำแนกประเภท เพียงนำมาเทียบกับข้อมูลเดิมและดูความคล้ายคลึงกันของข้อมูลใหม่และข้อมูลเดิมที่มีก็สามารถจำแนกประเภทของข้อมูลใหม่ได้โดยให้เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลเดิมที่อยู่ใกล้เคียง จากนั้นทำการหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับค่า k ด้วยวิธีการ Optimization โดยกำหนดค่า parameter k ต่ำสุดให้มีเท่ากับ 2 และค่า **k** สูงสุดให้มีค่าเท่ากับ 20 และให้มีการเพิ่มค่า k ขึ้นที่ละ 1 ค่า โดยกำหนดค่า Steps เป็น 20 ดังแสดงในรูปที่ 5 และทำการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลด้วยวิธี 10 fold Cross-validation ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6



รูปที่ 5 การ set ค่า parameter สำหรับการทำ optimize หาค่า k ที่ดีที่สุดของเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด



รูปที่ 6 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนการประเมินผลผู้วิจัยได้นำค่าประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลของการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification Performance) ด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค มาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่า Root Mean Square Error (RMSE), Absolute Error (ASE) และ Squared Error (SE) ดังผลลัพธ์ในตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

เทคนิคการพยากรณ์	**Root Mean Square Error (RMSE)**	**Absolute Error (ASE)**	**Squared Error (SE)**
โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)	0.487	0.356	0.238

จากตารางที่ 3 สามารถอภิปรายผลจากตารางได้ดังนี้การใช้เทคนิคเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยให้ค่าเฉลี่ยของรากที่สองของกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error, RMSE) เท่ากับ 0.487 ค่าเฉลี่ยค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error, ASE) เท่ากับ 0.356 และ ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error, SE) เท่ากับ 0.238

ตารางที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor)

เทคนิคการพยากรณ์	**Root Mean Square Error (RMSE)**	**Absolute Error (ASE)**	**Squared Error (SE)**
วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor)	0.244	0.152	0.060

จากตารางที่ 4 สามารถอภิปรายผลจากตารางได้ดังนี้ การใช้เทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยให้ค่าเฉลี่ยของรากที่สองของกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error, RMSE) เท่ากับ 0.244 ค่าเฉลี่ยค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error, ASE) เท่ากับ 0.152 และ ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error, SE) เท่ากับ 0.606

ตารางที่ 5 การทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

เทคนิคการพยากรณ์	**Root Mean Square Error (RMSE)**	**Absolute Error (ASE)**	**Squared Error (SE)**
สมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)	0.606	0.437	0.369

จากตารางที่ 5 สามารถอภิปรายผลจากตารางได้ดังนี้การใช้เทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยให้ค่าเฉลี่ยของรากที่สองของกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error, RMSE) เท่ากับ 0.606 ค่าเฉลี่ยค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error, ASE) เท่ากับ 0.437 และ ค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error, SE) เท่ากับ 0.369

ขั้นตอนที่ 6 การนำไปใช้ (Deployment) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศในการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาโอกาสการขึ้นลงของราคาน้ำมันดิบ

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

การสร้างแบบจำลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด และเทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้ง 3 เทคนิค โดยนำค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ซึ่งได้แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลอง			
เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล	**Root Mean Square Error (RMSE)**	**Absolute Error (ASE)**	**Squared Error (SE)**
Neural Network	0.487	0.356	0.238
K-Nearest Neighbor*	0.244**	0.152**	0.060**
Linear Regression	0.606	0.437	0.369

หมายเหตุ: * คือ เทคนิคที่เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการสร้างตัวแบบ

** คือ ค่าประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลที่มีค่าต่ำที่สุด

จากตารางที่ 6 แสดงเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ราคานั้นดิบ ได้แก่ เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor หรือ K-NN) โดยค่า RMSE มีค่าเท่ากับ 0.244 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดและเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาน้ำมันดิบ เพื่อนำไปพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการพยากรณ์ เพื่อหาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาโอกาสการเกิดต่อหุ้นแต่ละบริษัท เพื่อเป็นแนวทางในการเฝ้าระวังและป้องกันการเกิดการขึ้นลงของราคาน้ำมันดิบ

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้โอกาสในการนำเสนอผลงานวิชาการในครั้งนี้ รวมไปถึงอาจารย์อนุพงศ์ สุขประเสริฐ ที่คอยให้ความรู้และคำปรึกษา คอยชี้แนะแนวทางให้คำแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ รวมทั้งการดูแลเอาใจใส่ ติดตาม และคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำในการเขียนรูปเล่มและแก้ไขจนสำเร็จเป็นรูปเล่มวิจัยที่สมบูรณ์ รวมถึงให้โอกาสและการสนับสนุนด้วยดีตลอดมาในการทำงานทุกขั้นตอนของการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] นิรมล ลิขิตประธาน. Thai oil มั่นคงด้วยคนที่มั่นคงกลั่นพลังงาน สร้างสรรค์คุณค่า. ภาพข่าวประชาสัมพันธ์, สืบค้นจาก https://www.thaioilgroup.com/, 2562.

[2] พรนภา เถาวัลย์. การวิเคราะห์ความผันผวนของราคาน้ำมันดิบต่อดัชนีหลักทรัพย์ในแต่ละ ภาคอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. 2558.

[3] สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. (2536). วิวัฒนาการของอุตสาหกรรมปิโตรเลียมในประเทศไทย / สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2562, จาก http://clm.up.ac.th/BibDetail.aspx?bibno=141025

[4] ศุภามณ จันทร์สกุล, “เทคนิคเหมืองข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูล”, วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย, ปีที่ 12 ฉบับที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม-สิงหาคม 2561

[5] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ. คู่มือการทำเหมืองข้อมูลด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2562

[6] Sasi Sirikarnjanarak. ปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาน้ำมันดิบตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน. สืบค้นจาก https://prezi.com/bi_lkvbvtfcl/presentation/, 2013

ตัวแบบการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงาน กรณีศึกษา: บริษัท สยามกลาสอินดัสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ

FORECASTING MODEL FOR HEARING IMPAIRMENT CAUSED BY NOISE A CASE STUDY: SIAM GLASS INDUSTRY CO.LTD, SAMUT PRAKAN

ปิยรัช สิงห์[1*] พิไลวรรณ โพธิ์หิรัญ[1] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ[2] และเบญจมาภรณ์ สมบัติธีระ[2]
Piyarat Sing[1] Pilaiwan Pohran[1] Anupong Sukprasert[2] and Benchamaphorn Sombatthira[2]
[1] *สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150 ประเทศไทย*
[2] *อาจารย์ประจำคณะบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150 ประเทศไทย*
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ปิยรัช สิงห์ อีเมล: std59010912590@acc.msu.ac.th

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงาน ของพนักงาน บริษัท สยามกลาสอินดัสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ โดยนำข้อมูลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินประจำปีของพนักงานย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2557- พ.ศ. 2561 มาทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมตามขั้นตอนกระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (Cross Industry Standard Process for Data Mining) ซึ่งเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) และเทคนิคการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย ให้ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ (Accuracy) สูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 93.50% ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสำหรับการนำไปสร้างตัวแบบการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงาน นอกจากนั้นยังสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อยอดเป็นระบบการพยากรณ์ได้ในอนาคต เพื่อเป็นแนวทางในการเฝ้าระวังและป้องกันการสูญเสียการได้ยินของพนักงาน
คำสำคัญ : การพยากรณ์, การทำเหมืองข้อมูล, โรคประสาทหูเสื่อม

Abstract:

The purposes of this study were to create the forecasting model **hearing impairment caused by the noise** of Siam glass industry Co.Ltd, Samut Prakan. We used annual ear performance data of the staff from 2014 to 2018 (5 years) for **hearing impairment caused by noise.** The research instrument used three technics which are Decision Tree, Naive Bayes, and Logistic Regression. The result of the study revealed that Naive Bayes is the best technic to crate the for **hearing impairment caused by noise.** The highest accuracy is 93.50%. The result can be developed into the prognosis system to be the guideline for prevention and solving the for **hearing impairment caused by noise** in the future.

Keywords: forcasting, data mining, sudden hearing less

บทนำ

บริษัท สยามกลาสอินดัสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ ดำเนินธุรกิจทางด้านผลิตและส่งออกขวดแก้ว บริษัทก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2520 โดยความริเริ่มของกลุ่มนักธุรกิจไทย มีทุนจดทะเบียนเริ่มแรกจำนวน 70 ล้านบาท ดำเนินการผลิตขวดแก้วปากกว้างและขวดแก้วปากแคบ ทั้งสีขาวและสีชา โดยบริษัททำการผลิตขวดแก้วเองดังนั้น จึงมีเครื่องจักรภายในบริษัทเพื่อดำเนินการผลิตขวดแก้วส่งออกให้แก่ลูกค้า จึงมีพนักงานเข้าไปทำงานในภายในพื้นที่ ที่มีเครื่องจักรอยู่เป็นประจำ เป็นเหตุให้มีโอกาสเกิดโรคประสาทหูเสื่อมได้มากเนื่องจากเสียงที่ดังเกินมาตรฐาน จึงทำให้เกิดการอัดและขยายตัวของอาการสลับกันไป เช่นเดียวกับการอัดขยายของอากาศ คลื่นที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า คลื่นเสียงการทำงานหรือการเข้าไปทำงานภายในพื้นที่ บริเวณที่มีเครื่องจักรเป็นประจำอาจมีผลทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยินได้ โดยมักมีความผิดปกติของหูทั้ง 2 ข้าง มากกว่าข้างเดียว ประเภทของการสูญเสียของการนำเสียง (Conductive) หรือประสาทการได้ยิน (Sensorineural) หรือแบบผสม (Mixed) สำหรับการสูญเสียการได้ยินแบบการนำเสียง (Conductive) หมายถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นที่หูชั้นนอก หรือหูชั้นกลาง ซึ่งเป็นการส่งผ่านของเสียงก่อนที่จะไปถึงหูชั้นใน ดึงนั้นจึงมีการจัดการตรวจสุขภาพประจำปีขึ้นมาและมีการจัดการตรวจสมรรถภาพทางการได้ยินให้แก่พนักงาน โดยพบปัญหาในการทำงานของพนักงานที่เข้าไปทำงานภายในเครื่องจักรมีโอกาสเสี่ยงเกิดโรคประสาทหูเสื่อมเป็นจำนวนมาก โดยแบ่งออกเป็นแผนกและแต่ละแผนกจะมีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกันออกไปจึงทำให้แต่ละแผนกมีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดโรคประสาทหูเสื่อมไม่เท่ากัน เช่น แผนกช่างซ่อมบำรุงเครื่องจักรมีหน้าที่คอยซ่อมเครื่องจักรและคอยดูแลภายในภายในภายในพื้นที่ ที่มีเครื่องจักรอยู่ตลอดเวลาจึงอาจส่งผลกระทบต่อระบบประสาทหูของพนักงานในแผนกช่างซ่อมบำรุงที่อยู่ภายในเครื่องจักรโดยตรงได้มากกว่าแผนกอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ภายในพื้นที่ ที่มีเครื่องจักรโดยตรง เช่นแผนกฝ่ายบุคคลที่ไม่ได้เข้าไปทำงานภายในพื้นที่ บริเวณที่มีเครื่องจักรโดยตรงจึงอาจไม่ได้รับผลกระทบโดยตรงเหมือนกับแผนกอื่น ๆ ที่ทำงานภายในภายในพื้นที่ บริเวณที่มีเครื่องจักรแต่แต่ก็มีโอกาสได้รับผลกระทบเช่นเดียวกันแต่เพราะอาจมีบางครั้งที่ต้องเข้าไปดูงานภายในภายในพื้นที่ บริเวณที่มีเครื่องจักรอาจไม่ได้รับผลกระทบมากเท่ากับแผนกที่เข้าไปทำงานภายในพื้นที่ ที่มีเครื่องจักรโดยตรง และสิ่งที่ทำให้พนักงานเกิดอาการที่พบบ่อยคือปัญหาที่พนักงานไม่ใส่ที่ครอบหูป้องกันเสียงเพราะพนักงานส่วนใหญ่คิดว่าไม่จำเป็นมากนัก หรือพนักงานบางคนเข้าไปทำงานภายในเครื่องจักรแค่ 10-20 นาทีอาจคิดว่าไม่นานจึงไม่จำเป็นต้องใส่ที่ครอบหูเข้าไปภายในพื้นที่ ที่มีเครื่องจักร และปัญหาที่พบบ่อยที่สุดคือ พนักงานเกิดความมักง่ายโดยคิดว่าไม่เป็นอะไรจึงไม่จำเป็นต้องใส่ที่ครอบหูโดยไม่คิดถึงผลที่จะตามมา เพราะโรคประสาทหูเสื่อมไม่ได้แสดงอาการโดยทันทีโดยจะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป เหมือนคนที่เกิดอาการตามวัย จึงทำให้พนักงานไม่ทราบว่าตนเองมีความเสี่ยงในการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมได้ โดยเสียงที่ดังในโรงงานจะค่อยๆ ทำลายเส้นประสาทหูลงไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเสื่อมและส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตในที่สุด เพื่อที่จะได้แนวทางในการปรับปรุงพัฒนาวางแผนให้พนักงานหันมาใส่ใจในการดูแลสุขภาพหูของตนเองให้มากขึ้น มีปัจจัยเอื้ออำนวยในการดูแลสุขภาพหูของพนักงานมากขึ้น ดังนั้นบริษัท สยามกลาสอินดัสทรี จำกัด เป็นหนึ่งบริษัทที่เก็บข้อมูลการตรวจสุขภาพประจำปีของพนักงาน โดยข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาก แต่ไม่ได้ถูกนำมาใช้อย่างจริงจังจึงเป็นที่มาของการทำวิจัยนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมของพนักงานบริษัทฯ

2.เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมของพนักงานบริษัทฯ

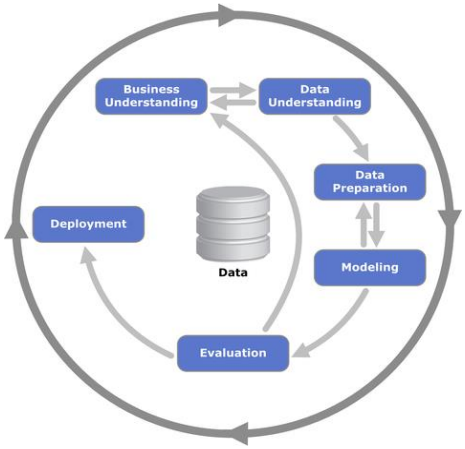
3.เพื่อพยากรณ์โอกาสของพนักงานที่มีโอกาสเป็นโรคประสาทหูเสื่อมของพนักงานบริษัทฯ

ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมของพนักงาน บริษัท สยามกลาสอินดัสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ โดยข้อมูลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินประจำปีของพนักงานบริษัท สยามกลาสอินดัสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ มาวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross – Industry Standard Process For Data Mining หรือ CRISP-DM) ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) ทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลตามมาตรฐาน CRISP-DM

1. การทำความเข้าใจเกี่ยวกับธุรกิจ (Business Understanding) โรคประสาทหูเสื่อมเป็นปัญหาของพนักงานของบริษัทฯ ซึ่งพนักงานส่วนใหญ่ทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีเสียงดังเกิน 80 เดซิเบล เป็นระยะเวลานาน และพนักงานไม่ค่อยใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง จึงมีผลต่อเส้นประสาทหูทำให้มีโอกาสเสี่ยงสูงต่อการป่วยเป็นโรคเส้นประสาทหูเสื่อม

2. การทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูล (Data Understanding) ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินประจำปีของพนักงาน บริษัท สยามกลาสอินดัสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ 5 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2559 ถึงปี 2561 รวม 1,306 จากโรงพยาบาลพญาไท และโรงพยาบาลเกษมราษฎร์อินเตอร์เนชั่นแนล รัตนาธิเบศร์ จำนวน 18 แอตทริบิวต์ ดังตารางที่ 1

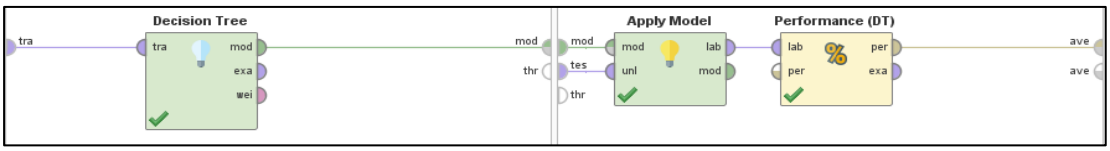
ตารางที่ 1 ข้อมูลการตรวจสมรรถภาพการได้ยินของพนักงาน

ลำดับ	ชื่อแอตทริบิวต์
1	เพศ
2	รหัสพนักงาน
3	แผนก
4	ตำแหน่ง
5	ระดับการได้ยินหูขวาที่ระดับ 5,00 Hz
6	ระดับการได้ยินหูขวาที่ระดับ 1,000 Hz
7	ระดับการได้ยินหูขวาที่ระดับ 2,000 Hz
8	ระดับการได้ยินหูขวาที่ระดับ 3,000 Hz
9	ระดับการได้ยินหูซ้ายที่ระดับ 500 Hz
10	ระดับการได้ยินหูซ้ายที่ระดับ 1,000 Hz
11	ระดับการได้ยินหูซ้ายที่ระดับ 2,000 Hz
12	ระดับการได้ยินหูซ้ายที่ระดับ 3,000 Hz
13	ระดับการได้ยินหูขวาที่ระดับ 4,000 Hz
14	ระดับการได้ยินหูขวาที่ระดับ 6,000 Hz
15	ระดับการได้ยินหูขวาที่ระดับ 8,000 Hz
16	ระดับการได้ยินหูซ้ายที่ระดับ 4,000 Hz
17	ระดับการได้ยินหูซ้ายที่ระดับ 6,000 Hz
18	ระดับการได้ยินหูซ้ายที่ระดับ 8,000 Hz

3. การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการเตรียมข้อมูลโดยมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้ (1) การรวบรวมข้อมูล (Data Integration) เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลการตรวจการได้ยินของพนักงาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมจาก 2 แหล่ง คือ โรงพยาบาลพญาไท และโรงพยาบาลเกษมราษฎร์ อินเตอร์เนชั่นแนล รัตนาธิเบศร์ และนำข้อมูลแต่ละปีมารวมเป็นข้อมูลเดียวกัน ก่อนนำไปทำการวิเคราะห์ (2) การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) เป็นการตรวจสอบข้อมูลและทำการปรับปรุงข้อมูลต่าง ๆ ให้เป็นมาตรฐานความถูกต้อง โดยการกำจัดค่า (Missing Value) และค่าความผิดปกติจากค่าอื่นๆ (Outliner) (3) การลดจำนวนตัวแปร (Data Reduction) เป็นขั้นตอนการลดข้อมูลที่ไม่จำเป็นต่อการวเคราะห์ออก โดยเลือกเฉพาะปัจจัยที่มีความสำคัญในการทำวิจัยครั้งนี้มาวิเคราะห์

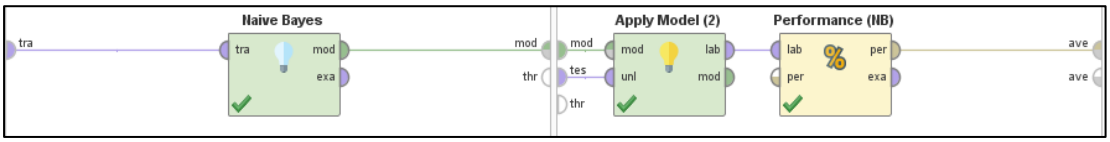
4. การสร้างแบบจำลอง (Modeling) เป็นขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ โดยใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) ซึ่งมี 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) และเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) โดยผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนสำหรับการสร้างตัวแบบ (Training Set) และสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพ (Testing Set) ด้วยวิธีการ 10-fold cross validation ดังต่อไปนี้

4.1 ต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) คือ กระบวนการเรียนรู้โดยการแบ่งแยกข้อมูลออกเป็นแขนงสาขา ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับการตัดสินใจจริงของมนุษย์และถูกแสดงเป็นภาพที่เข้าใจได้ง่าย และสามารถทำงานได้กับข้อมูลที่มีความเกี่ยวกันของข้อมูล ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือในการเรียนรู้การจดจำ และการพยากรณ์อนาคต โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 3.2



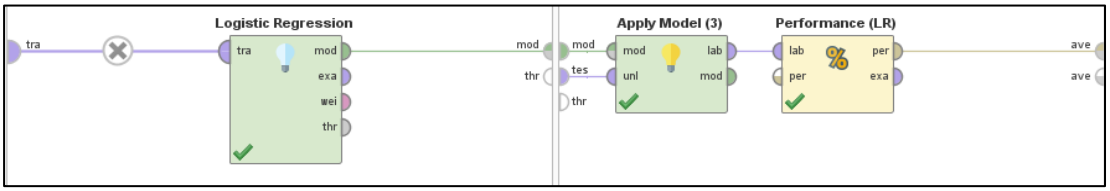
รูปที่ 2 แบบจำลองตัวแบบการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงานด้วยเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree)

4.2 เทคนิคนาการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) คือ โมเดลการจัดกลุ่มที่ใช้หลักความน่าจะเป็น และสมมติฐานที่กำหนดให้การเกิดของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดกลุ่มนั้นเป็นอิสระต่อกัน ซึ่งกระบวนการของเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) นี้ได้ถูกใช้อย่างแพร่หลาย และยังได้รับความนิยมเนื่องจากมีการทำงานที่ไม่ซับซ้อน แต่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการพยากรณ์โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 3.3



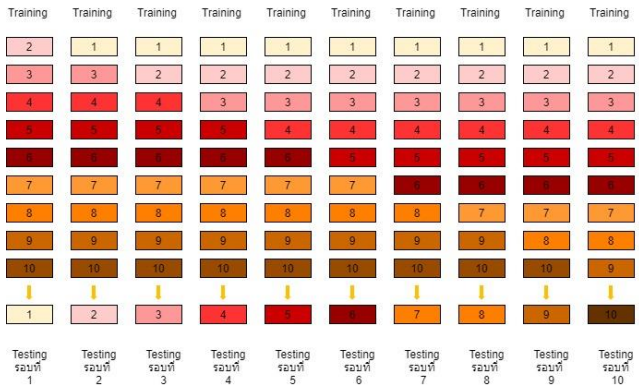
รูปที่ 3 แบบจำลองตัวแบบการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงาน ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes)

4.3 เทคนิคสมการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) คือ เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับการพยากรณ์ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจจากชุดตัวแปรอิสระ โมเดลนี้เริ่มใช้ในการวิจัยทางการแพทย์และสาธารณสุขก่อน ดังนั้นจึงมีการนำเทคนิคนี้มาเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูลไปใช้ในการวิจัยอย่างเหมาะสม โดยมีขั้นตอนดังภาพที่ 3.5



รูปที่ 4 แบบจำลองตัวแบบการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงานด้วยเทคนิคการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression)

โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน ดังแสดงในภาพที่ 2



รูปที่ 5 แสดงการแบ่งข้อมูลเพื่อใช้สำหรับวัดประสิทธิภาพของโมเดลด้วยวิธี cross-validation

5. การประเมินผล (Evaluation)

ขั้นตอนการประเมินผลผู้วิจัยได้นำค่าประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลของการจำแนกประเภทข้อมูล(Classification Performance) ด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค มาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และ ค่าถ่วงดุล (F-Measure) เพื่อหาแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับนำไปใช้ในการการพยากรณ์โรคเส้นประสาทหูเสื่อม

6. การนำไปใช้ (Deployment)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศในการพยากรณ์โอกาศเสี่ยงต่อการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมของพนักงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาโอกาศการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมของพนักงาน บริษัท สยามกลาสอินดัสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. โรคประสาทหูเสื่อม การได้ยินของคนเรานั้นเสียงจะเคลื่อนที่จากหูชั้นนอกเข้าสู่หูชั้นกลางแล้วเข้าสู่หูชั้นใน ที่หูชั้นในตรงบริเวณอวัยวะรูปก้นหอยจะมีเซลล์ขน (Hair cells) ที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียงต่อไปให้เส้นใยประสาท เพื่อส่งต่ออีกทอดหนึ่งไปยังสมอง และสมองจะทำการแปลความหมายต่อไป ถ้าเซลล์ขนเสียหายหรือชำรุดเนื่องจากการที่มีเสียงดังมากกระทบเซลล์ขน เซลล์ขนจะไม่สามารถปรับสภาพคืนสู่สภาพเดิมได้นาน ๆ ไปเซลล์ขนจะหลุดร่วงทำให้เกิดการขาดช่วงการเดินทางของเสียงที่จะไปยังสมอง ทำให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน หรือเรียกว่าโรคประสาทหูเสื่อม การเสียหายของเซลล์ขนต้องใช้เวลา ทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่ค่อยให้ความสำคัญ ถ้ามีโอกาสได้พักอยู่ในที่เงียบเป็นเวลานานพอ เซลล์ขนจะสามารถฟื้นกลับสู่สภาพเดิมได้ การได้ยินก็จะเป็นปกติเทียบได้กับสภาพของหญ้าที่เหยียบย่ำอยู่ทุกวัน เมื่อคนผ่านไปหญ้าก็กลับชูขึ้นได้อย่างเช่นเดิม แต่ถ้าถูกเหยียบซ้ำ ๆเป็นเวลานานติดต่อกัน หญ้าก็จะบอบช้ำและตายไป

โรคประสาทหูเสื่อมจากการประกอบอาชีพ แม้จะไม่สามารถทำการรักษาให้การได้ยินกลับคืนสภาพเดิมได้เมื่อมีการสูญเสียการได้ยินแบบถาวรแล้ว แต่เป็นโรคที่สามารถวินิจฉัยได้ตั้งแต่ระยะแรกที่ผู้ปฏิบัติงานสู ญเสียสมรรถภาพการได้ยินไม่มากนักและยังไม่มีผลต่อชีวิตประจำวัน รวมทั้งสามารถป้องกันได้ด้วยวิธีที่ไม่สิ้นเปลืองมาก โดยการให้ผู้ปฏิบัติงานใส่เครื่องป้องกันเสียงและคอยรับการตรวจเฝ้าระวังการได้ยิน ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการป้องกัน เฝ้าระวังแล้วค้นหาโรคในระยะเริ่มแรก [11]

2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรคประสาทหูเสื่อม การสูญเสียการได้ยินจากอาชีพ เกิดขึ้นได้เมื่อได้รับเสียงดังเป็นระยะเวลานานในการทำงาน และการสัมผัสกับสารเคมี มีความสัมพันธ์กับการสูญเสียการได้ยินของพนักงาน ซึ่งการได้ยินจากสาเหตุนี้จะต้องมีเหตุมาจากการได้รับเสียงที่เกิดมาตรฐาน (Noise-induced Hearing Loss: NIHL) ในกลุ่มคนทำงานในสถานที่เดียวกันเป็นเวลานาน และจะต้องมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมการทำงาน การตรวจวัดการได้ยินด้วยส้อมเสียง (Tuning fork) จะพบว่าผู้ป่วย NIHL จะได้ยินเสียงทางอากาศ (Air Conduction) ดีกว่าได้ยินเสียงทางกระดูก (Bone conduction) ซึ่งเป็นลักษณะ ของการสูญเสียทางประสาทรับสัญญาณ (Sensorineural Hearing Loss) ถ้าทดสอบในระดับความถี่ต่าง ๆ จะพบว่ามีความผิดปกติที่ระดับการได้ยินที่ความถี่สูง ถ้าทำการตรวจวัดด้วยเครื่องตรวจวัดการได้ยิน (Audiometer) มักจะพบความผิดปกติในแบบที่มีการสูญเสียการได้ยินมากที่สุด (Drop) ที่ระดับความถี่ 400 Hz ในกรณีที่ผู้ป่วยมีการสัมผัสเสียงดังต่อไปเรื่อย ๆ การสูญเสียจะมากขึ้นและขยายมากเป็นการสูญเสียที่ระดับความถี่ลดลงเรื่อย ๆ จนถึงระดับความถี่ที่เป็นช่วงของคำพูดหรือสื่อภาษาต่าง ๆ (ระดับความถี่ 500 Hz – 2,000 Hz) ซึ่งจะทำให้ผู้ป่วยมีปัญหาในการติดต่อสื่อสารและการใช้ชีวิตประจำวันในที่สุด และลักษณะของการสูญเสียการได้ยินที่ความถี่สูง (4,000 Hz notch) ซึ่งเป็นความผิดปกติในระยะเริ่มแรก ดังนั้นผู้ป่วยในระยะนี้จึงยังไม่มีความผิดปกติในเรื่องของการสื่อสาร ฉะนั้นจึงไม่สามารถใช้วิธีการทดสอบด้วยการสื่อภาษา (Speech Discrimination Score) มาใช้ในการตรวจคัดกรองในระยะเริ่มแรกได้ [14]

3.การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) การทำเหมืองข้อมูล หมายถึง กระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมาก เพื่อค้นหา รูปแบบ และความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลขนาดใหญ่ที่ซับซ้อน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการ ตัดสินใจ มีขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลประกอบด้วยการ คัดลอกข้อมูล การเตรียมข้อมูล การแปลงรูปแบบข้อมูล การทำเหมืองข้อมูล และ การวิเคราะห์ข้อมูล ในงานเหมืองข้อมูลประกอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ ประกอบด้วย การจัดหมวดหมู่ การประเมินค่า การทำนาย การจัดกลุ่ม และ การการรวมตัวปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภท [10] เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ประกอบด้วย เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) และเทคนิคสมการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) ซึ่งได้อธิบายขั้นตอนการทำงานของแต่ละเทคนิคดังต่อไปนี้

3.1. ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) การสร้างแบบแผนการต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) นั้นประกอบไปด้วยการระบุคุณลักษณะ (Attribute) และชนิดของ Attribute การ Split และ Pruning จำนวนทางเลือกแบบสองทาง (Binary) หรือ หลายทาง (Multiway) เป็นต้น ส่วนค่าที่บ่งบอกว่า attribute สมควรนำมาใช้เป็นคุณลักษณะในการแบ่ง ซึ่งมีสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Gini (t)} = 1 - \sum_{i=0}[p(i|t)] \quad (1)$$

และการคำนวณค่า Entropy หรือค่าความยุ่งเหยิงของข้อมูลนั้น มีสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Entropy (t)} = 1 \sum i = 0 \ (\ p\ (i|t))\ \log 2P\ (i|t) \quad (2)$$

การเรียนรู้จำแนกในแบบแผนการตัดสินใจ (decision tree) ถือได้ว่าถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลายปัญหาตั้งแต่ปัญหาพื้นฐานไปจนถึงปัญหาที่ซับซ้อน และแม้จะเป็นโมเดลที่ง่ายแต่ก็ได้รับการพิสูจน์ว่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นหนึ่งโมเดลที่ถูกเลือกเป็นพื้นฐานในการทำงานกับข้อมูลที่มีความซับซ้อน [3]

3.2 การเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) เป็นการใช้ความน่าจะเป็นในการทำนายผลโดยเป็นเทคนิคที่ใช้ในการแก้ปัญหาแบบการจำแนกประเภทที่สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ได้ อัลกอริทึมในการทำงานไม่ซับซ้อน [2]

กำหนดให้ P(h) เป็นความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ h และ P(h|D) คือความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ h เมื่อเกิดเหตุการณ์ D จากตัวแปรที่กำหนดและแนวคิดของ Naive Bayes นั้นเราสามารถทำนายเหตุการณ์ที่พิจารณาได้จากการเกิดของเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ดังสมการ

$$P(h|D) = [P(D|h)\ *P(h)]\ /P(D) \quad (3)$$

3.3 สมการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression: LR) การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 1 ตัว กับ ตัวแปรตาม 1 ตัว คล้ายกับการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เป็นตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป แตกต่างกันที่การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ไม่ได้ระบุตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวตัวแปรตาม ซึ่งนอกจากจะทราบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองแล้ว ยังสามารถนำค่าของตัวแปรต้นไปทำนายหรือพยากรณ์ตัวแปรที่เป็นผลได้ และบอกขนาดของการทำนายหรือการอธิบายตัวแปรผล ว่ามีมากน้อยเพียงใด สมการการถดถอยของตัวอย่างเขียนในรูปของค่าสถิติ ได้

$$F(x) = \frac{1}{1+\exp\ (-x)} \quad (4)$$

ผลการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ประมวลผลข้อมูลตามขั้นตอนของกระบวนมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) และได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมของพนักงาน เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree)	
Accuracy	93.37%
Precision	93.97%

Recall	97.69%
F-Measure	95.79%

จากตารางที่ 2 แสดงผลวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) ผลการวิเคราะห์พบว่า

ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 93.37% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 93.97% ค่าความระลึก (Recall) มีค่าเท่ากับ 97.69% และค่าถ่วงดุล (F-Measure) มีค่าเท่ากับ 95.79%

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมของพนักงาน ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes)

เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes)	
Accuracy	94.13%
Precision	96.98%
Recall	95.38%
F-Measure	96.17%

จากตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 94.13% ค่าแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 96.98% ค่าความระลึก (Recall) มีค่าเท่ากับ 95.38% และค่าความถ่วงดุล (F-Measure) มีค่าเท่ากับ 96.17%

ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมของพนักงาน ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression)

เทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression)	
Accuracy	92.86%
Precision	95.38%
Recall	95.38%
F-Measure	95.38%

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 96.17% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 87.18% ค่าความระลึก (Recall) มีค่าเท่ากับ 98.55% และค่าถ่วงดุล (F-Measure) มีค่าเท่ากับ 92.52%

สรุปผลการวิจัย

การสร้างแบบจำลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมของพนักงาน กรณีศึกษา บริษัท สยามกลาสอิสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) และเทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น (Logistic Regression) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้ง 3 เทคนิค โดยนำค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ซึ่งได้แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล

เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล	**ค่าทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล**			
	Accuracy	**Precision**	**Recall**	**F-Measure**
Decision Tree	93.37%	93.97%	97.69%	95.79%
Naive Bayes*	94.13%	96.98%	95.38%	96.17%
Logistic Regression	92.86%	95.38%	95.38%	95.38%

หมายเหตุ: * เทคนิคที่เหมาะสำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์

จากตารางที่ 5 พบว่าผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ระหว่าง 3 เทคนิค เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล เทคนิคที่ให้ค่าทดสอบประสิทธิภาพที่ดีที่สุด คือ เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naive Bayes) โดยค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 93.50% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 95.76% ค่าความระลึก (Recall) มีค่าเท่ากับ 95.83% ค่าความถ่วงดุล (F-measure) มีค่าเท่ากับ 95.79% รองลงมาคือเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (logistic regression) มีความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 93.11% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 94.84% ค่าความระลึก (Recall) มีค่าเท่ากับ 96.33% ค่าความถ่วงดุล (F-measure) มีค่าเท่ากับ 95.57% และเทคนิคที่ให้ค่าน้อยที่สุดคือเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 91.27% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 93.20% ค่าความระลึก (Recall) มีค่าเท่ากับ 95.74% ค่าความถ่วงดุล (F-measure) มีค่าเท่ากับ 94.43

การนำแบบจำลองไปใช้กับการวางแผนทางการศึกษา

เมื่อได้แบบจำลองการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทำวิจัย เรื่องตัวแบบการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของตัวพนักงานเองหรือเป็นการตัดสินใจของทางบริษัทฯ ในการลดความเสี่ยงโอกาสเกิดโรคประสาทหูเสื่อมต่อไป อีกทั้งยังสามารถนำไปเป็นแบบแผนของการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานและลดความเสี่ยงโดยตรงจากการรับเสียงเกินมาตรฐานของเครื่องจักรฯ บริษัทฯ สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเป็นแนวทางแก้ไขปัญหา โดยให้คำแนะนำแก่พนักงาน และให้ความรู้ด้านการป้องกันเสียงที่เกินมาตรฐานของเครื่องจักรฯได้ หรือแนะนำพนักงานในด้านวิธีการป้องกันการเข้าไปทำงานภายในบริเวณพื้นที่ที่มีเสียงเกินมาตรฐานโดยใช้งานอุปกรณ์ป้องกันเสียง รวมถึงการจัดกิจกรรมให้กับพนักงานในการพัฒนาศักยภาพด้านการทำงาน และมีการตรวจอุปกรณ์ป้องกันเสียง

ก่อนเข้าไปทำงานภายในบริเวณเครื่องจักรทุกครั้ง ทั้งนี้เพื่อผลักดันให้พนักงานมีความกระตือรือร้นในการป้องกันโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมมากยิ่งขึ้น และสามารถจัดการให้พนักงานที่มีความเสี่ยงได้เข้ารับการรักษาและดูแลตนเองให้มากขึ้นโดยลดโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการของพนักงานให้น้อยลง

ข้อเสนอแนะ

1. ในการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์การเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงาน สิ่งสำคัญคือการเลือกปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงาน ซึ่งนำปัจจัยที่มีความสัมพันธ์คลาสคำตอบ (Label) หรือตัวแปรตาม มาใช้สำหรับสร้างตัวแบบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ก่อนจะนำมาทำการวิเคราะห์

2. การเลือกปัจจัยเพื่อใช้สำหรับการสร้างแบบจำลองในครั้งนี้ เกิดจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจมีบางปัจจัยที่ไม่มีผลต่อการจำแนกประเภทข้อมูล ซึ่งในอนาคตอาจมีการใช้เทคนิคการคัดเลือกปัจจัย (Feature Selection) เพื่อในการคัดเลือกตัวแปรที่ส่งผลต่อการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงานที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของตัวแบบให้มีความแม่นยำเมากยิ่งขึ้น

3. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลที่ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท สยามกลาสอินดัสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ เท่านั้นซึ่งตัวแบบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลนี้จะไม่สามารถนำไปใช้สำหรับพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงานของบริษัทฯอื่น ๆ ได้ เนื่องจากข้อมูลของพนักงานแต่ละบริษัทฯจะมีความเหมาะส่งกับชุดข้อมูลของบริษัทนั้น ๆ ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรนำข้อมูลจากหลากหลายบริษัทฯมาวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นและสามารถนำผลที่ได้ไปใช้พยากรณ์พนักงานที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงานได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยการเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และความร่วมมือต่าง ๆ ของหลายท่าน ซึ่งให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ขอขอบพระคุณ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ชี้แนะแนวทางให้คำแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์และมอบโอกาสให้การสนับสนุนในการทำงานวิจัยครั้งนี้ จนทำให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณฝ่ายบริหารบุคคล บริษัท สยามกลาสอินดัสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ ที่กรุณาให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวกและอนุเคราะห์ให้ข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ในโครงงานคอมพิวเตอร์ธุรกิจในครั้งนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านสุขภาพของพนักงานและด้านธุรกิจแก่ผู้ที่สนใจ

ขอขอบพระคุณอาจารย์อนุพงศ์ สุขประเสริฐ ที่ปรึกษาการทำวิจัยการใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลพัฒนาตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โรคประสาทหูเสื่อมจากการทำงาน ของพนักงานบริษัท สยามกลาสอินดัสทรี จำกัด สาขาสมุทรปราการ และผู้ชี้ทางนำพาสู่ความสำเร็จเพื่อที่จะได้นำความรู้ไปศึกษาต่อยอดต่อไป

ขอขอบพระคุณพ่อแม่ ญาติพี่น้อง ที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจอันยิ่งใหญ่ในการเล่าเรียนตลอดมา และสุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจตลอดมา

อ้างอิง

[1] กนกพัฒน์ ลักษณานุรักษ์. (2556). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงโดยใช้เทคนิคการถดถอยโลจิสติก ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และนาอีฟเบย์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.สำนักหอสมุดกลาง

[2] นิเวศ จิระวิชิตชัย (2553). การค้นหาเทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลการวิเคราะห์โรคอัตโนมัติ. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

[3] ชณัฐดาภรณ์ เย็นประเสริฐ, 2557, การเปรียบเทียบความแม่นยำการพยากรณ์สถานการณ์ชำระหนี้ของลูกหนี้โดยใช้เทคนิคการถดถอยลอจิสติก นาอีฟย์เบย์ และต้นไม้การตัดสินใจ, สารนิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 79 น.

[4] ณิชา นภาพร จงกะสิกิจ. (2559). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการ เกิดโรคเรื้อรังกรณีของโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง,ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม 2559 – ธันวาคม 2559, หน้าที่ 11 – 19

[5] นรชัย ณ วิเชียร วท.ม. ประสพชัย พสุนนท์ และ ธีระวัฒน์ จันทึก.(2561). ปัจจัยที่มีผลต่อการ เกิดโรคอ้วนของกำลังพลโรงเรียนจ่าอากาศ กรมยุทธศึกษาทหารอากาศ. วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ, ปีที่ 36 ฉบับที่ 2 : เมษายน - มิถุนายน

[6] ประยุทธ์ศิลป์ ชัยนาม. (2019). Data Classification Model for Chronic Kidney Disease using data mining Technique and Visualization.

[7] พนิดา สมบัต มาก, ภัสสร จันทร์หอม, ศุภกร รัศมี, โอฬาร รุ่งมณี ธรรมคุณ, & สายชล สินสมบูรณ์ทอง. (2019). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจำแนกเมื่อข้อมูลมีค่านอกเกณฑ์ในการทำเหมืองข้อมูล. *Thai Science and Technology Journal*, 975-988.

[8] รัตนาภรณ์เพ็ชร ประพันธ์, วันดี ไข่มุกด์, & ฐิติวร ชูสง. (2015). การประเมินระดับเสียงและสมรรถภาพการได้ยินของพนักงานโรงงานโม่หินแห่งหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ*, *8*(27), 13-23.

[9] วิชญ์วิสิฐ เกสรสิทธิ์, วิชิต หล่อจีระชุณห์กุลและ จิราวัลย์ จิตนถเวช. (2560). การแก้ปัญหาข้อมูลไม่สมดุลของข้อมูลสำหรับการจำแนกผู้ป่วยโรคเบาหวาน. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น(ฉบับบัณฑิตศึกษา),ปีที่ 18 ฉบับที่ 3, กรกฎาคม – กันยายน, 11 – 2

[10] วิธวินท์ แสงมณี วีระวุฒ รัตนเจริญเลิศ ณัฏฐภพ โพธิรัชต์ และเพียงฤทัย หนูสวัสดิ์. (2560). การสร้างโมเดลทำนายโอกาสการกลับมารักษาตัวซ้ำของผู้ป่วยโรคเบาหวานโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล.

[11] สุนันทา พลปัถพี. (2542). การได้ยิน. ใน สดับ ธีระบุตร (บรรณาธิการ), มลพิษทางเสียง. (น. 17-22). กรุงเทพฯ: บริษัท สารมวลชน จำกัด

[12] สุนันทา พลปัถพี. (2542). ตำราอาชีเวชศาสตร์: โรงหูตึงเหตุอาชีพ. กรุงเทพมหานคร: เจ เอส เค การพิมพ์.

[13] สุรวัชร ศรีเปารยะ, & สายชล สินสมบูรณ์ทอง. (2017). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการ จำแนกกลุ่มการเป็นโรคไตเรื้อรัง: กรณีศึกษาโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในประเทศอินเดีย. Thai ScienceandTechnology Journal, 839-853.

[14] อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก. (2557). อาชีวอนามัย และความปลอดภัย (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์

[15] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ. (2562). คู่มือการทำเหมืองข้อมูลด้วยใช้โปรแกรม RapidMiner Studio (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม.

[16]KhunsoongnoenS.,Thammaboosadee,S.,andWattanasirichaigoon, S. (2019). การใช้ การวิเคราะห์เชิงทำนายสำหรับการระบุสถานการณ์จำหน่ายและการรอดชีวิตในผู้ป่วยภาวะติดเชื้อและผู้ป่วยภาวะช็อกจากเหตุพิษ ติดเชื้อบนพื้นฐานของปัจจัยกาผ่าตัดและการทำหัตถการทางการแพทย์. *KKU ResearchJournal(Graduate Studies)*, *19*(2), 117-130.

การพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

FORECASTING MODEL FOR THE NUMBER OF INJURED AND DECEASED DURING THE NEW YEAR FESTIVAL USING DATA MINING TECHNIQUES

สุภาวดี แฉล้มไธสง[1*] บุษยา คำวิไชย[1] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ[2] และ วีระศักดิ์ สว่างโลก[2]

Supawadee Chalaemthaisong[1*] Bussaya Kamwichai[1] Anupong Sukprasert[2] and Weerasak Sawangloke[2]

[1]นิสิตสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

[2]อาจารย์ประจำคณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

***** ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สุภาวดี แฉล้มไธสง อีเมล: std59010912696@acc.msu.ac.th

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล โดยนำข้อมูลจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงโครงการ 7 วันอันตราย จากศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉิน ด้านการแพทย์และสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข ที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลรายปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2550 ถึงปี พ.ศ. 2563 จำนวนข้อมูลทั้งหมด 91 รายการ มาทำการวิเคราะห์ตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) ซึ่งเทคนิคที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย 3 เทคนิค ได้แก่ (1) เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network :NN) (2) เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours :K-NN) และ (3) เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่ คือ เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งให้ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) มีค่าเท่ากับ 135.708 และ 9.871 ตามลำดับ ซึ่งผลลัพธ์ของการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ นโยบายการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน และมาตรการการคุมเข้มเป็นกรณีพิเศษในบางเส้นทางที่พบจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตมากที่สุด เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติในการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนในช่วงเทศกาลปีใหม่

คำสำคัญ การพยากรณ์, ผู้บาดเจ็บ, ผู้เสียชีวิต, การทำเหมืองข้อมูล

Abstract:

This research aimed to create a forecasting model for the number of injured and deceased during the New Year festival using data mining techniques. The number of fatality during 7-Day precaution project by Emergency Operations Center, Medical and public health, Ministry of Public Health collected from the years 2007 to 2020, a total of 91 items was carried out in the study. The data was then analyzed using Cross-Industry Standard Process for Data Mining with 3 techniques: (1)

Neural Network (NN), (2) K-Nearest Neighbours (K-NN) and (3) Linear Regression. The findings revealed that the appropriate technique to create a forecasting model of road fatality during the New Year festival was Linear Regression where it indicated Root Mean Squared Error (RMSE) equivalent to 135.708 and 9.871 respectively. It was suggested that the results of the study be used for formulating strategies and policy in order to prevent road accidents as a prevention guideline during the New Year festival, including intensive control measures for some routes where the occurrence of fatality was high.

Keywords: Forecast, the injured, the deceased, Data Mining

บทนำ:

อุบัติเหตุทางบกเป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บจำนวนไม่น้อยในแต่ละปี โดยเฉพาะในช่วงเทศกาล ไม่ว่าจะเป็นเทศกาลปีใหม่ เทศกาลสงกรานต์ หรือช่วงวันหยุดยาว ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียเป็นจำนวนมาก ทั้งทางสังคม เศรษฐกิจ และสาธารณสุข ปัจจุบันประเทศไทยมีการบาดเจ็บและเสียชีวิตที่เกิดจากอุบัติเหตุทางบกเพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก จึงก่อให้เกิดความสูญเสียมีผู้บาดเจ็บและพิการอีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งในช่วงเทศกาลปีใหม่เป็นช่วงที่เกิดอุบัติเหตุเป็นจำนวนมากและส่งผลให้มีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตมากที่สุด เนื่องจากเทศกาลปีใหม่เป็นช่วงวันหยุดยาว ประชาชนส่วนใหญ่เดินทางกลับภูมิลำเนา โดยวัตถุประสงค์ในการเดินทาง คือ เที่ยวพักผ่อนกับครอบครัว หรือเดินทางกลับภูมิลำเนาต่างจังหวัด ทำให้มีปริมาณพาหนะบนท้องถนนเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถบรรทุก ฯ ผู้ขับขี่ต้องใช้เวลานานอยู่บนท้องถนน บางส่วนพักผ่อนไม่เพียงพอเมื่อต้องเดินทางในระยะทางที่ไกล หรือมักจะมีการดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้สาเหตุอีกประการหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุ คือ การประมาทเลินเล่อของผู้ขับขี่รถบนท้องถนน ที่ไม่ได้มีความระมัดระวังในการขับขี่มากนัก จึงส่งผลทำผู้ใช้ท้องถนนร่วมกันเกิดความเสียหายทั้งทรัพย์สินและชีวิตตามไปด้วย

ด้วยเหตุนี้ทางหน่วยงานของรัฐจึงเล็งเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากการขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนน จึงได้มีโครงการป้องกันและลดอุบัติเหตุบนท้องถนนในช่วงเทศกาลปีใหม่ เพื่อเฝ้าระวังในช่วงโครงการ 7 วันอันตราย และป้องกันการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน รวมถึงให้บริการข้อมูลเส้นทางและอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้รถใช้ถนนและนักท่องเที่ยว และรักษาความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในช่วงเทศกาลปีใหม่นี้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำข้อมูลผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่ เฉพาะในช่วงโครงการ 7 วันอันตราย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2550 ถึง พ.ศ.2563 มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เพื่อทำนายจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากการเกิดอุบัติเหตุทางบก ในช่วงเทศกาลปีใหม่ของ ปี พ.ศ. 2564 โดยทำการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับนำไปใช้ในการกำหนดนโยบายหรือมาตรการในการควบคุมอุบัติเหตุและลดจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในเทศกาลปีใหม่ได้

วัตถุประสงค์การวิจัย:

1. เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ในช่วงเทศกาลปีใหม่

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง:

1. เหมืองข้อมูล (Data Mining)

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบ Pattern หรือการจำแนกประเภทของข้อมูลระหว่างข้อมูลในฐานขนาดใหญ่ [5] ได้นำมาสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์หรือการสร้างตัวแบบสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล การดำเนินงานอยู่ในลักษณะของการสร้างตัวแบบ (Modeling) ที่อธิบายความเป็นไปที่เกิดขึ้น แล้วนำตัวแบบนี้มาใช้อธิบายสถานการณ์ที่ยังไม่เกิดหรือที่ไม่ทราบคำตอบ [3]

2. เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย (Data Mining Techniques)

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้สำหรับการพยากรณ์ พบว่า เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล ได้แก่ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network หรือ NN) เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours หรือ K-NN) และเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ดังนี้

2.1 เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network: NN)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) เป็นหนึ่งในเทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือโมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ(Pattern Recognition) และการสร้างความรู้ใหม่ (Knowledge Extraction) [4] ซึ่งมีสมการดังต่อไปนี้

$$y_j^h = \sum_{j=1}^{n} w_{ji}^h x_i + \theta_j^h \qquad (1)$$

โดยที่ i แทน ลำดับเซลล์ในชั้นข้อมูลขาเข้า

j แทน ลำดับเซลล์ในชั้นซ่อน

h แทน จำนวนชั้นซ่อน

n แทน จำนวนเซลล์ในชั้นข้อมูลขาเข้า

O^h แทน ค่าไบแอสในระดับชั้นซ่อน

x_i^j แทน ค่าข้อมูลขาออกที่ส่งจากชั้นข้อมูลขาเข้า

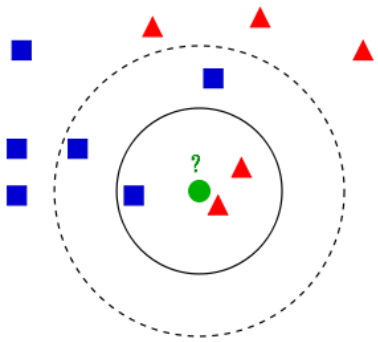
w^h แทนค่าถ่วงน้ำหนักของการเชื่อมต่อเซลล์ i กับเซลล์ j_{ji}

y^h แทนค่าผลรวมของผลคูณระหว่างข้อมูลขาเข้าและค่าถ่วงน้ำหนักของการเชื่อมต่อเซลล์ i กับ j

2.2 เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: K-NN)

เป็นวิธีในการจำแนกประเภทของข้อมูลวิธีการหนึ่งที่เป็นที่นิยม โดยลักษณะพิเศษของเคเนียร์เรสเบอร์คือ Lazy-Learning นั้นมาจากรูปแบบในการจำแนกประเภทข้อมูลของ k-NN โดยไม่มีการสร้างโมเดลสำหรับจำแนกประเภทข้อมูลเตรียมไว้ล่วงหน้า เมื่อมีข้อมูลใหม่ที่ต้องการจำแนกประเภทเพียงนำมาเทียบกับข้อมูลเดิมหรือดูความคล้ายคลึงกันของข้อมูลใหม่และข้อมูลเดิม ก็สามารถจำแนกประเภทของข้อมูลใหม่ได้ โดยให้เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลเดิมที่อยู่ใกล้เคียง [4] ซึ่งมีสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Distance} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n}(p_k - q_k)^2} \quad (2)$$



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN)
อ้างอิง: https://zhuanlan.zhihu.com/p/36545205

จากรูปที่ 1 กำหนดให้จุดที่พิจารณา คือ วงกลมสีเขียว ควรจัดกลุ่มให้จุดที่สนใจไปอยู่ใน คลาสแรกของสี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน หรือ คลาสสองของสามเหลี่ยมสีแดง

ถ้า k=3 แล้ว วงกลมสีเขียวจะอยู่ในคลาสสอง เพราะมี สี่เหลี่ยม 1 รูป และ สามเหลี่ยม 2 รูป อยู่ในวงกลมวงใน

ถ้า k=5 แล้ว วงกลมสีเขียวจะอยู่ในคลาสแรก เพราะมี สี่เหลี่ยม 3 รูป และ สามเหลี่ยม 2 รูป อยู่ในวงกลมวงนอก

2.3 เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

เป็นการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis) จะทำนายข้อมูลที่มีค่าเชิงตัวเลขที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรตาม (response Variable) หรือ "y" โดยการพิจารณาค่าตัวแปรต้น (predictor variable) หรือ "x" เพียงแค่ค่าเดียวด้วยการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) เมื่อรู้ค่า x ก็สามารถรู้ค่า response หรือค่าในแนวแกน y ได้โดยการลาดเส้นตั้งฉากกับ แกน y จากจุดบนแกน x มาตัดกับ Regression line จะทราบทันที และที่สำคัญการจะนำสมการความสัมพันธ์ไปใช้ได้ จะต้องมีการตรวจสอบสียก่อนว่าสมการที่ได้มานั้นมีความถูกต้องพอที่จะใช้เป็นสมการในการคาดการตัวแปรที่ไม่รู้ค่า [4] สมการที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ

$$\hat{y} = a + bx \tag{3}$$

โดยที่ $\hat{y}$ คือ ค่าพยากรณ์ตัวแปรตาม

b คือ ค่าความชันของเส้นตรงแนวโน้ม

a คือ ค่าคงที่ที่ตัดแกน y

x คือ ตัวแปรอิสระ

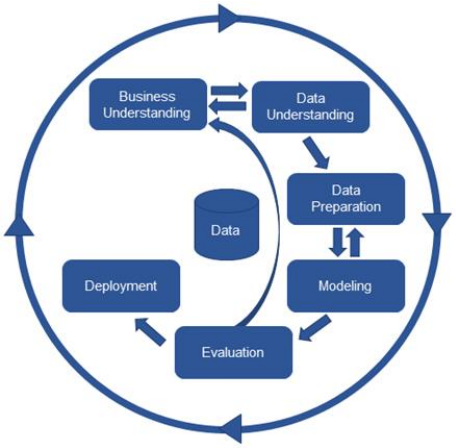
อุปกรณ์และวิธีทดลอง:

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

การสร้างตัวแบบในการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ในช่วงเทศกาลปีใหม่ เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานวิจัย ประกอบด้วย 2 ซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ในช่วงเทศกาลปีใหม่ และโปรแกรม RapidMiner Studio ใช้สำหรับการเตรียมข้อมูลการวิเคราะห์ สร้างตัวแบบในการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่ และวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลในครั้งนี้

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross-Industry Standard Process for Data Mining หรือ CRISP-DM) โดยแบ่งขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 2 กระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM)

อ้างอิง: https://www.kdnuggets.com/2017/01/four-problems-crisp-dm-fix.html

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Research Understanding Phase)

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดอุบัติเหตุจราจรทางบกในช่วงเทศกาลปีใหม่ของศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉินด้านการแพทย์และสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงกับการเกิดอุบัติเหตุจราจรทางบก ดังนี้ [1]

1.1 การเกิดอุบัติเหตุจราจรทางบกทำให้มีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก โดยสาเหตุเกิดจากหลายปัจจัยและแต่ละปีมีจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

1.2 การประมาทเลินเล่อของผู้ขับขี่รถบนท้องถนน ที่ไม่ได้มีความระมัดระวังในการขับขี่ ซึ่งส่งผลทำผู้ใช้ท้องถนนร่วมกันเกิดความเสียหายทั้งทรัพย์สินและชีวิต

1.3 เมาแล้วขับ การดื่มแอลกอฮอล์จะทำให้สมรรถภาพ สติในการขับขี่ลดลง

1.4 ขับรถไม่คาดเข็มขัดนิรภัยทำให้เมื่อเกิดอุบัติเหตุจึงทำให้เกิดความรุนแรงและถึงแก่ชีวิต

1.5 ไม่สวมหมวกขณะขับขี่ เมื่อมีฝุ่นหรือเศษดินเข้าตาอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุและถึงแก่ชีวิต

1.6 คุยโทรศัพท์ขณะขับรถ เมื่อละสายตาไปจากถนนอาจมีสิ่งกีดขวาง หรือการหักหลบที่กระทันหันทำให้เกิดการพุ่งชนและอาจทำให้ผู้อื่นเดือดร้อนด้วย

ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูล (Data Understanding Phase)

ข้อมูลที่นำมาใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) โดยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตทั้งหมด และพยากรณ์เลือกข้อมูลเฉพาะผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตเท่านั้น โดยศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉินด้านการแพทย์และสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข [2] ซึ่งอยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel ผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วง

เทศกาลปีใหม่ โดยเก็บข้อมูลเป็นรายวันที่อยู่ในช่วงโครงการ 7 วันอันตราย ตั้งแต่ พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ. 2563 จำนวนทั้งสิ้น 91 รายการ

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) คัดเลือกข้อมูลจากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลที่สูญหาย เป็นการจัดเก็บข้อมูลให้ถูกต้อง และเป็นระเบียบเรียบร้อยสะดวกต่อการนำไปใช้งานหรือนำไปประมวลผลเพื่อใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องทำการเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ โดยเริ่มจากการนำเข้าข้อมูล การคัดเลือกตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลงข้อมูลให้เหมาะสมสำหรับเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนการเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1 นำเข้าข้อมูลที่เป็นข้อมูลดิบ (Raw Data) จากการเก็บรวบรวมมาที่อยู่ในรูปของไฟล์ Microsoft Excel และนำเข้าข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผลในโปรแกรม RapidMiner Studio ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดแอททริบิวต์ทั้งหมดจากการเก็บรวบรวมมาในรูปของไฟล์ Microsoft Excel

ลำดับที่	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	Date	วันเดือนปีที่เกิดอุบัติเหตุ
2	casualty	จำนวนผู้บาดเจ็บ
3	percent	เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้บาดเจ็บ
4	Deceased	จำนวนผู้เสียชีวิต
5	percent	เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้เสียชีวิต
6	EMS	จำนวนผู้ป่วยรับบริการการแพทย์ฉุกเฉิน
7	percent	เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ป่วยรับบริการการแพทย์ฉุกเฉิน
8	Admit	จำนวนการรับผู้ป่วยเข้ารักษาพยาบาล
9	percent	เปอร์เซ็นต์จำนวนการรับผู้ป่วยเข้ารักษาพยาบาล
10	Drink	จำนวนผู้ป่วยที่ดื่มสุรา
11	percent	เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ป่วยที่ดื่มสุรา
12	Age	จำนวนผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 20 ปีดื่มสุรา
13	percent	เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่า 20 ปีดื่มสุรา
14	Helmeted	จำนวนผู้ป่วยที่สวมหมวก
15	percent	เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ป่วยที่สวมหมวก
16	Belt	จำนวนผู้ป่วยที่คาดเข็มขัด
17	percent	เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ป่วยที่คาดเข็มขัด

3.2 คัดเลือกแอททริบิวต์ โดยทำการตัดแอททริบิวต์เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้บาดเจ็บ เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้เสียชีวิต เปอร์เซ็นต์จำนวนการส่งผู้ป่วยแบบเร่งด่วน เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ป่วยเข้ารับรักษาตัว เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ป่วยที่เกิดอุบัติเหตุจากการดื่มสุรา เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่า 20 ปีดื่มสุรา เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ป่วยที่สวมหมวก เปอร์เซ็นต์จำนวนผู้ป่วยที่คาดเข็มขัด ในตารางที่ 2 ออก เนื่องจากข้อมูลที่ได้มามีการเก็บค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้ข้อมูลไม่มีผลต่อการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่

3.3 แปลงแอททริบิวต์ วันเดือนปีที่เกิดอุบัติเหตุ ให้อยู่ในรูปวันของสัปดาห์ อาทิตย์ จันทร์ อังคาร พุธ พฤหัสบดี ศุกร์ และเสาร์ด้วย Function Weekday โดยใช้สูตร = weekday() แล้วทำการสร้างตัวแปรใหม่ขึ้นมาโดยเพิ่มแอททริบิวต์ชื่อ วันที่เกิดอุบัติเหตุ เพื่อเก็บค่าที่แปลงได้จากแอททริบิวต์ วันเดือนปีที่เกิดอุบัติเหตุ โดยมีตัวอย่างการแปลง ดังนี้ WEEKDAY(serial_number,[return_type])

3.4 ตรวจสอบประเภทของข้อมูล (Data Type) ที่จัดเก็บในแต่ละแอททริบิวต์ ให้ตรงกับประเภทข้อมูล โดยกำหนดให้ แอททริบิวต์จำนวนผู้บาดเจ็บ จำนวนผู้เสียชีวิต จำนวนการส่งผู้ป่วยแบบเร่งด่วน จำนวนผู้ป่วยเข้ารับรักษาตัว จำนวนผู้ป่วยที่เกิดอุบัติเหตุจากการดื่มสุรา จำนวนผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่า 20 ปีดื่มสุรา จำนวนผู้ป่วยที่สวมหมวก จำนวนผู้ป่วยที่คาดเข็มขัด ที่มีข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนจริง ฉะนั้นจึงกำหนด Data Type ให้เป็น integer และวันที่เกิดอุบัติเหตุ กำหนด Data Type ให้เป็น polynominal

3.5 กำหนดหน้าที่ (Set Role) แอททริบิวต์ โดยให้วันเดือนปีที่เกิดอุบัติเหตุเป็น ID และกำหนดให้จำนวนผู้บาดเจ็บและจำนวนผู้เสียชีวิตเป็น Label เนื่องจากจะทำการศึกษาว่าในแต่ละปีที่อยู่ในช่วงโครงการ 7 วันอันตรายจะมีจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตมากน้อยเพียงใด ดังนั้นจึงได้ทำการกำหนดตัวแปรที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย (Label) 2 ตัวแปร แยกตามการจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ดังตารางที่ 2

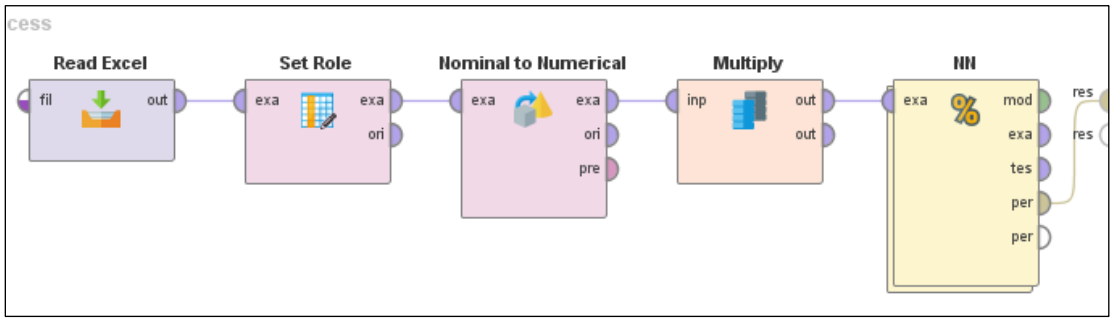
ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

ลำดับ	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	Date (ID)	วันเดือนปีที่เกิดอุบัติเหตุ
2	Casualty (Label)	จำนวนผู้บาดเจ็บ
3	Deceased (Label)	จำนวนผู้เสียชีวิต
4	EMS	จำนวนผู้ป่วยรับบริการการแพทย์ฉุกเฉิน
5	Admit	จำนวนการรับผู้ป่วยเข้ารักษาพยาบาล
6	Drink	จำนวนผู้ป่วยที่ดื่มสุรา
7	Age	จำนวนผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 20 ปีดื่มสุรา
8	Helmeted	จำนวนผู้ป่วยที่สวมหมวก
9	Belt	จำนวนผู้ป่วยที่คาดเข็มขัด
10	Day	วันในสัปดาห์ที่เกิดอุบัติเหตุ

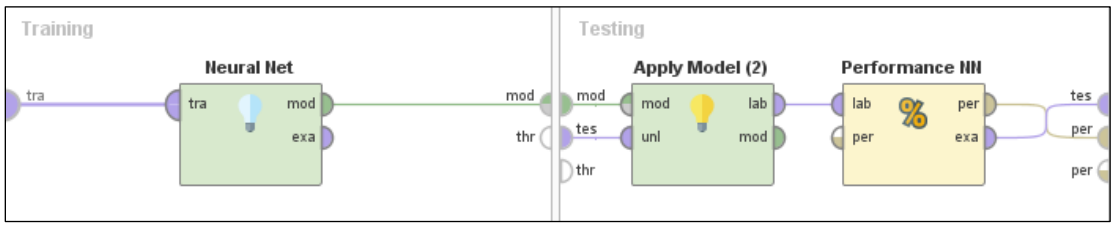
ขั้นตอนที่ 4 การสร้างแบบจำลอง (Modeling Phase)

เป็นขั้นตอนสำหรับการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทั้งหมด 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network หรือ NN) เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours หรือ K-NN) และเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio [4] โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบ (Training Set) และข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพ (Testing Set) ด้วยวิธี 10-fold cross validation ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

4.1 เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณในลักษณะความสัมพันธ์เชิงเชื่อมโยงระหว่างส่วนหรือแบบคอนเนคชันนิสต์ (connectionist) เพื่อพยากรณ์การทำงานเครือข่ายประสาทในสมอง ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีสามารถในการเรียนรู้การจดจำแบบรูป และการพยากรณ์อนาคต ดังแสดงในรูปที่ 3 และ 4

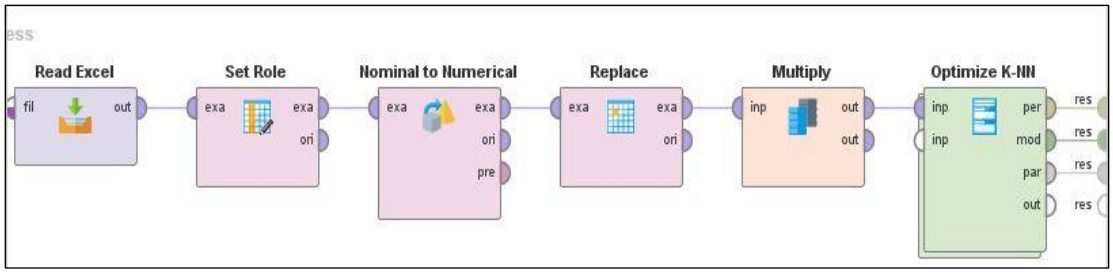


รูปที่ 3 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ในโปรแกรม RapidMiner Studio



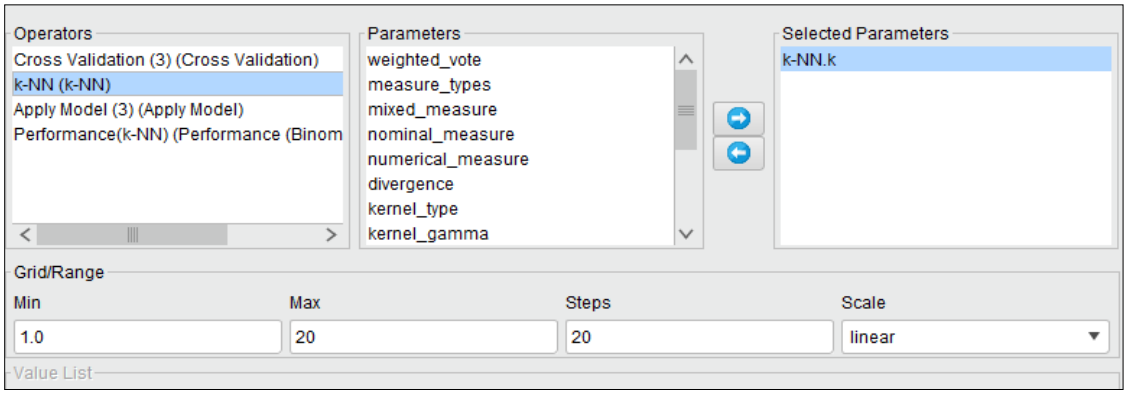
รูปที่ 4 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

4.2 เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) หรือ Lazy-Learning นั้น มาจากรูปแบบในการจำแนกประเภทข้อมูล โดยไม่มีการสร้างโมเดลสำหรับจำแนกประเภทข้อมูลเตรียมไว้ล่วงหน้าเมื่อมีข้อมูลใหม่ที่ต้องการจำแนกประเภท เพียงนำมาเทียบกับข้อมูลเดิมและดูความคล้ายคลึงกันของข้อมูลใหม่และข้อมูลเดิมที่มีก็สามารถจำแนกประเภทของข้อมูลใหม่ได้โดยให้เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลเดิมที่อยู่ใกล้เคียง ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 8

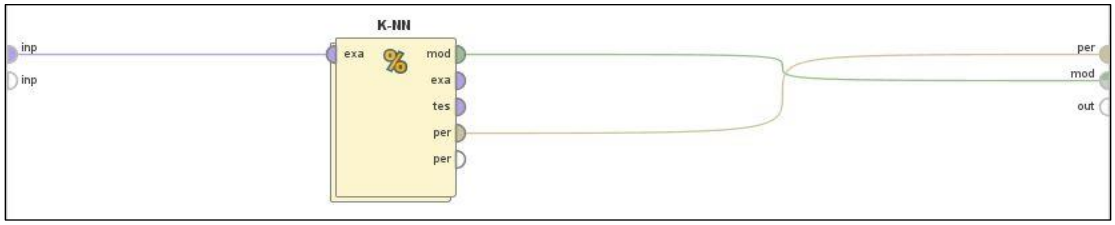


รูปที่ 5 การหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับค่า k ด้วยวิธีการ Optimization ของเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) ในโปรแกรม RapidMiner Studio

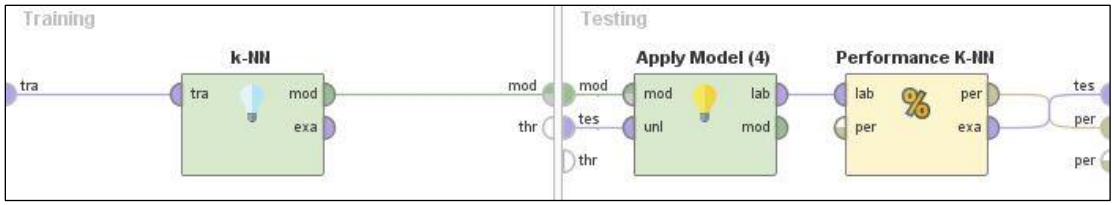
การหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับค่า k ด้วยวิธีการ Optimization โดยกำหนดค่า parameter k ต่ำสุดให้มีเท่ากับ 1 และค่า k สูงสุดให้มีค่าเท่ากับ 20 และให้มีการเพิ่มค่า k ขึ้นที่ละ 1 ค่า โดยกำหนดค่า Steps เป็น 20 ดังแสดงในรูปที่ 6 และทำการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลด้วยวิธี 10-fold Cross-validation ดังแสดงในรูปที่ 7 และ 8



รูปที่ 6 การ set ค่า parameter สำหรับการทำ optimize หาค่า k ที่ดีที่สุดของเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours)

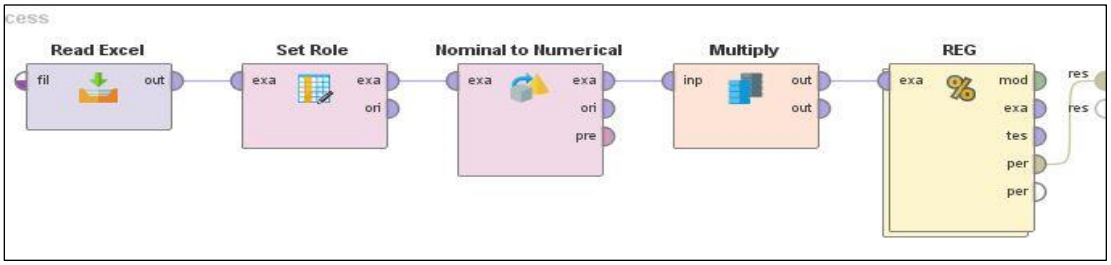


รูปที่ 7 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) ในโปรแกรม RapidMiner Studio

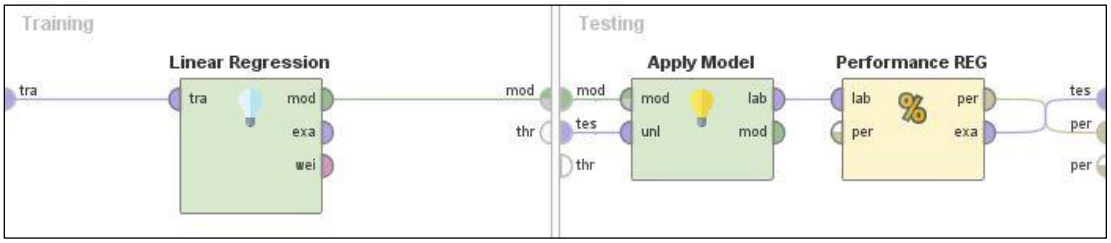


รูปที่ 8 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours)

4.3 เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) คือ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง จะทำนายข้อมูลที่มีค่าเชิงตัวเลขที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรตาม (response Variable) หรือ "y" โดยการพิจารณาค่าตัวแปรต้น (predictor variable) หรือ "x" เพียงแค่ค่าเดียวด้วยการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) ดังแสดงในรูปที่ 9 และ 10



รูปที่ 9 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ในโปรแกรม RapidMiner Studio

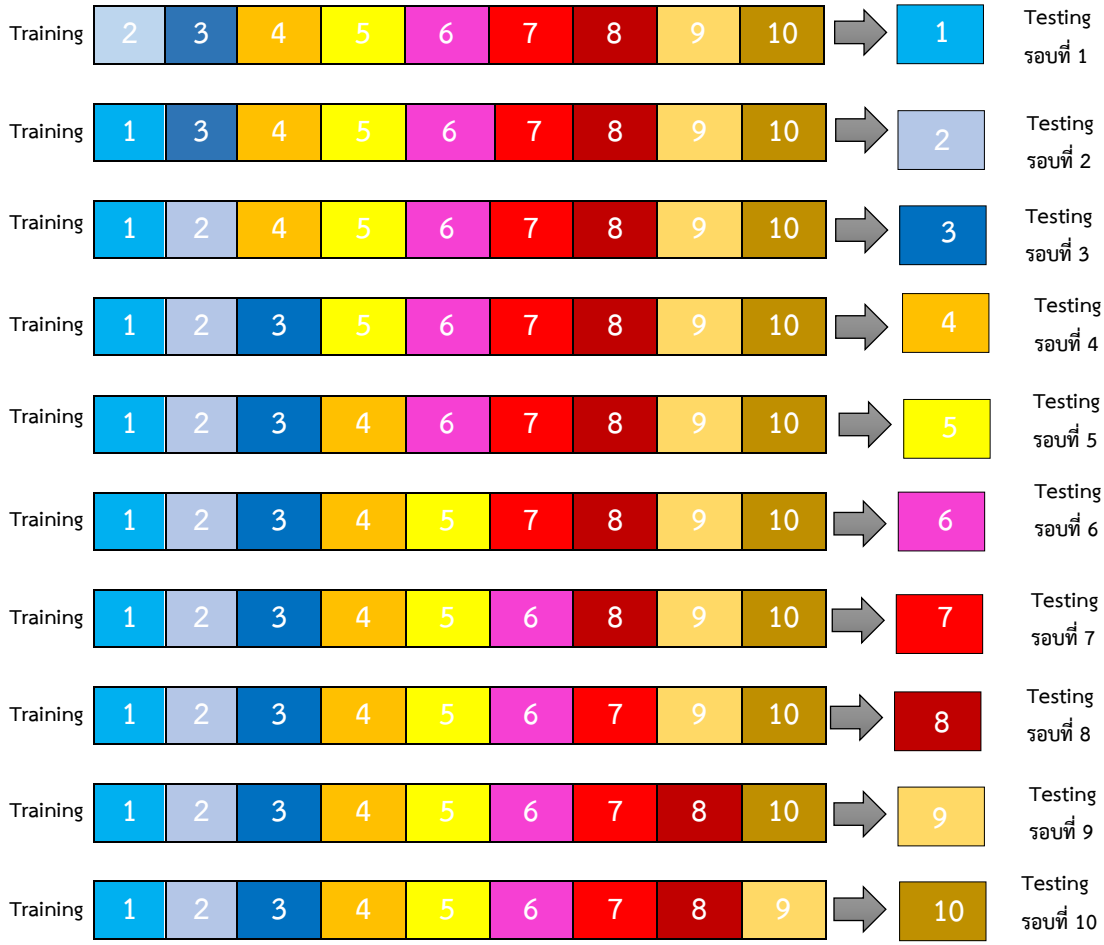


รูปที่ 10 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

ขั้นตอนที่ 5 ทำการประเมินผล (Evaluation)

ทำการแบ่งข้อมูลเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล ซึ่งแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน เพื่อใช้สำหรับในการสร้างโมเดลและทำนายค่า ด้วยวิธี 10-fold Cross-validation แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบแบบจำลอง โดยชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) ดังรูปที่ 11 และวัดประสิทธิภาพด้วยค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE), ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

(Absolute Error: ASE) จากนั้นทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์แต่ละเทคนิค เพื่อให้ได้แบบจำลองจากอัลกอริทึมที่ดีที่สุด



รูปที่ 11 แสดงการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วนเพื่อใช้สำหรับการสร้างตัวแบบและการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล

ขั้นตอนที่ 6 การนำไปใช้ (Deployment)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ นโยบายการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนน และมาตรการการคุมเข้มเป็นกรณีพิเศษในบางเส้นทางที่พบจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตมากที่สุด เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติในการป้องกันการเกิด อุบัติเหตุบนท้องถนนในช่วงเทศกาลปีใหม่ อีกทั้งยังสามารถนำไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศสำหรับการพยากรณ์การเกิด อุบัติเหตุบนท้องถนน และนอกจากนั้นยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ช่วงเทศกาลอื่น ๆ ได้ เช่น เทศกาลสงกานต์ เป็นต้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล:

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ในช่วงเทศกาลปีใหม่ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) และเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ซึ่งทำการแบ่งข้อมูลสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของ Model โดยการแบ่งข้อมูลสำหรับทำหน้าที่เป็น Training Set และ Testing Set ด้วยวิธีการ 10-fold cross-validation โดยวัดประสิทธิภาพด้วยค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: ASE) ดังตารางที่ 3-5

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ในช่วงเทศกาลปีใหม่ด้วย เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

เทคนิคที่ใช้	**คลาส กลุ่มเป้าหมาย**	**Squared Error: SE**	**Root Mean Square Error: RMSE**	**Absolute Error: ASE**
Neural Network	จำนวนผู้บาดเจ็บ	19966.738	136.624	108.447
	จำนวนผู้เสียชีวิต	114.158	10.432	8.701

จากตารางที่ 3 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ คลาสกลุ่มเป้าหมายจำนวนผู้บาดเจ็บ โดยตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) มีค่าเท่ากับ 19966.738 ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) มีค่าเท่ากับ 136.624และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: ASE) มีค่าเท่ากับ 108.447 คลาสกลุ่มเป้าหมายจำนวนผู้เสียชีวิต ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) มีค่าเท่ากับ 114.158 ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) มีค่าเท่ากับ 10.432 และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: ASE) มีค่าเท่ากับ 8.701

ตารางที่ 4 ทดสอบหาค่า K ที่ดีที่สุดด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด เป็นการค้นหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับชุดของพารามิเตอร์โดยใช้เทคนิคการจัดแบ่งคลาส (K-NN) ซึ่งจะประกอบไปด้วย ค่า iteration , ค่า k-NN.k และค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE)

iteration	**k-NN.k**	Root Mean Squared Error: RMSE
1	2	214.838

iteration	**k-NN.k**	Root Mean Squared Error: RMSE
2	3	208.771
3	4*	203.166
4	5	219.282
5	6	227.011
6	7	228.319
7	8	233.598
8	9	242.598
9	10	244.352
10	11	248.981
11	12	254.333
12	13	261.649
13	14	273.958
14	15	279.537
15	16	291.831
16	17	297.547
17	18	299.908
18	19	307.195
19	20	307.156

หมายเหตุ: * ค่า k ที่ดีที่สุด คือ k = 4

จากตารางที่ 4 แสดงผลลัพธ์การใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) จะได้ค่า k ที่ดีที่สุด นั้นก็คือ k = 4

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ในช่วงเทศกาลปีใหม่ด้วย เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางแสดงผลในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours)

เทคนิคที่ใช้	คลาส กลุ่มเป้าหมาย	Squared Error: SE	Root Mean Square Error: RMSE	Absolute Error: ASE
K-Nearest Neighbours	จำนวนผู้บาดเจ็บ	42393.494	203.166	164.172
	จำนวนผู้เสียชีวิต	114.158	10.432	8.701

จากตารางที่ 5 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ คลาสกลุ่มเป้าหมายจำนวนผู้บาดเจ็บ โดยตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) มีค่าเท่ากับ 42393.494 ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) มีค่าเท่ากับ 203.166และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: ASE) มีค่าเท่ากับ 164.172 คลาสกลุ่มเป้าหมายจำนวนผู้เสียชีวิต ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) มีค่าเท่ากับ 114.158 ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) มีค่าเท่ากับ 10.432 และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: ASE) มีค่าเท่ากับ 8.701

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ในช่วงเทศกาลปีใหม่ด้วย เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางแสดงผลในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

เทคนิคที่ใช้	คลาส กลุ่มเป้าหมาย	Squared Error: SE	Root Mean Square Error: RMSE	Absolute Error: ASE
Linear Regression	จำนวนผู้บาดเจ็บ	20044.741	135.708	105.229
	จำนวนผู้เสียชีวิต	105.967	9.871	7.909

จากตารางที่ 6 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ คลาสกลุ่มเป้าหมายจำนวนผู้บาดเจ็บ โดยตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) มีค่าเท่ากับ 20044.741 ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) มีค่าเท่ากับ 135.708 และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: ASE) มีค่าเท่ากับ 105.229 คลาสกลุ่มเป้าหมายจำนวนผู้เสียชีวิต ให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) มีค่าเท่ากับ 105.967 ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) มีค่าเท่ากับ 9.871 และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: ASE) มีค่าเท่ากับ 7.909

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง:

เมื่อทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ในช่วงเทศกาลปีใหม่ แล้วนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบหาค่าการทดสอบการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพและค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: ASE) แสดงผลลัพธ์ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าทดสอบการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล

คลาส กลุ่มเป้าหมาย	**เทคนิคที่ใช้**	**Squared Error: SE**	**Root Mean Square Error: RMSE**	**Absolute Error: ASE**
จำนวนผู้บาดเจ็บ	Neural Network	19966.738**	136.624	108.447
	K-Nearest Neighbours	42393.494	203.166	164.172
	Linear Regression*	20044.741	135.708**	105.229**
จำนวนผู้เสียชีวิต	Neural Network	114.158	10.432	8.701
	K-Nearest Neighbours	107.043	9.931	7.824
	Linear Regression*	105.967**	9.871**	7.909**

หมายเหตุ: * คือ เทคนิคที่เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการสร้างตัวแบบ

** คือ ค่าประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลที่มีค่าต่ำที่สุด

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่ คือ เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) มีค่าเท่ากับ 20044.741 และ 105.967 ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) มีค่าเท่ากับ 135.708 และ 9.871 และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: ASE) มีค่าเท่ากับ 105.229 และ 7.909 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ:

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ วันเดือนปีที่เกิดอุบัติเหตุ จำนวนผู้บาดเจ็บ จำนวนผู้เสียชีวิต จำนวนผู้ป่วยรับบริการการแพทย์ฉุกเฉิน จำนวนการรับผู้ป่วยเข้ารักษาพยาบาล จำนวนผู้ป่วยที่ดื่มสุรา จำนวนผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 20 ปีดื่มสุรา จำนวนผู้ป่วยที่สวมหมวก จำนวนผู้ป่วยที่คาดเข็มขัด และวันในสัปดาห์ที่เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งเป็นปัจจัยที่อาจจะมีความสัมพันธ์ต่อจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตค่อนข้างน้อย ดังนั้นควรมีการนำปัจจัยอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์สูงกับตัวแปรตาม โดยการทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการหาความสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม เพื่อค้นหาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อจำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ต่อไป

2. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูล ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งผลของการวิเคราะห์จะมีความเหมาะสมกับข้อมูลชุดนั้น ๆ และเมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามา ตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์อาจจะไม่สามารถนำตัวแบบเดิมมาทำการพยากรณ์ ดังนั้น จึงควรมีการสร้างตัวแบบใหม่ทุกครั้งเมื่อข้อมูลเกิดการเปลี่ยนแปลง

3. เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) และเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ซึ่งได้ศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทั้งนี้อาจมีการนำเทคนิคแบบรวม (Ensemble Vote) เข้ามาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตัวแบบสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตในช่วงเทศกาลปีใหม่

การนำไปใช้งาน:

1. นำผลการวิเคราะห์การสร้างตัวแบบไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศสำหรับการพยากรณ์การเกิด อุบัติเหตุบนท้องถนน และนอกจากนั้นยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ช่วงเทศกาลอื่น ๆ ได้ เช่น เทศกาลสงกานต์ เป็นต้น

2. จัดทำข้อตกลงที่จะร่วมมือระหว่างหน่วยงานของภาครัฐที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการป้องกันและลดอุบัติเหตุบนท้องถนน เพื่อเฝ้าระวังความปลอดภัย และลดปัจจัยเสี่ยงจากอุบัติเหตุบนท้องถนน

3. นำผลการวิเคราะห์เพื่อวางแนวทางป้องกันอุบัติเหตุให้สอดคล้องกับปัจจัยเสี่ยง ซึ่งจะส่งเสริมการสร้างความปลอดภัยบนท้องถนน

กิตติกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะการบัญชีและการจัดการ ที่กรุณาสนับสนุนผู้วิจัยในการนำเสนอผลงานวิชาการ รวมไปถึงศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉิน ด้านการแพทย์และสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข ที่เผยแพร่ข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์งานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์รับแจ้งเหตุประสานงานเคลมอุบัติเหตุทุกบริษัทประกันภัย. (2562). วิธีป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ. สืบค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2562, จาก https://www.directasia.co.th/tips-help/accident-prevention/

[2] ศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉิน ด้านการแพทย์และสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข. (2563). ระบบรายงานผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ. สืบค้นเมื่อ 2 กรกฎาคม 2562, จาก http://healthcaredata.moph.go.th/acc_moph/onepage_all.php

[3] สุชาดา กีระนันท์. (2554). คำถามคำตอบเกี่ยวกับการทำเหมืองข้อมลูเบื้องต้น. Retrieved from บริษัท. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2562, จาก https://home.kku.ac.th/wichuda/Knowlage/6 Data Mining/Datamining_Suchada.pdf

[4] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ. (2562). คู่มือการทำเหมืองข้อมูล ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio (พิมพ์ครั้งที่ 2), ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[5] Gordon S. Linoff, Michael J.A.Berry. (2011). Data Mining Techniques: For Marketing, Sales, and Customer Relationship Management (4 ed.). IN: Wiley Publishing.

การสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา: เขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

CREATING A MODEL TO PREDICT PM2.5 CONCENTRATIONS USING DATA MINING TECHNIQUES A CASE STUDY OF KHON KAEN AREA.

อภิสิทธิ์ เกตุวงศ์[1*] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ[2] และเบญจมาภรณ์ สมบัติธีระ[2]

Aphisit Ketwong[1*] Anupong Sukprasert[2] and Benchamaphorn Sombatthira[2]

[1]นิสิตสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

[2]อาจารย์ประจำคณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อภิสิทธิ์ เกตุวงศ์ อีเมล: std59010912756@acc.msu.ac.th

บทคัดย่อ:

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ฝุ่นละออง PM 2.5 ในเขตจังหวัดขอนแก่น ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล โดยนำข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษและกรมอุตุนิยมวิทยา จังหวัดขอนแก่น ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซโอโซน (O_3) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) อุณหภูมิเฉลี่ยต่อวัน ความชื้นสัมพันธ์ ทิศทางลมสูงสุด ความเร็วลมสูงสุด ปริมาณน้ำฝน ความยาวนานแสงแดด และวันในการเก็บข้อมูล โดยมีการรวบรวมข้อมูลรายวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2560 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2562 จำนวนทั้งสิ้น 1,095 รายการ และนำมาวิเคราะห์ตามกระบวนการมาตรฐานของการทำเหมืองข้อมูล (Cross-Industry Process for Data Mining) เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors : k-NN) และเทคนิคเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model: GLM) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ฝุ่นละออง PM 2.5 ในเขตจังหวัดขอนแก่น คือ เทคนิคเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model : GLM) ซึ่งให้ค่าความแม่นยำ (Accuracy) มากที่สุดเท่ากับ 76.98% ซึ่งผลลัพธ์ของการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้สำหรับการสร้างระบบเพื่อพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ในอนาคต โดยกำหนดแนวทางการเฝ้าระวังการเกิดปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 และมาตรการรองรับสถานการณ์ปัญหาที่จะทำให้เกิดมลพิษทางอากาศต่อไป

คำสำคัญ: ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เหมืองข้อมูล การพยากรณ์

Abstract:

This research aimed to create a forecasting model for Particulate Matter (PM 2.5) in Khon Kaen province using data mining techniques. Based on the information from Pollution Control Department and Meteorological Department, substances in Khon Kaen province affecting changes to PM 2.5 consisted of Carbon Monoxide (CO), Nitrogen Dioxide (NO), Sulfur Dioxide (2SO), Ozone (O_3), Dust Particles less than 10 microns (PM10), Dust Particles less than 2.5 microns (PM2.5), Average Daily Temperature, Relative Humidity, Maximum Wind Direction, Maximum Wind Speed, Rainfall, and lasting sunlight and day. The daily data were collected starting 1 January 2017 to 31 December 2019, a total of 1,095 sets and were analyzed using Cross-Industry Process for Data Mining. There were 3 data mining techniques used: Deep Learning, K-Nearest Neighbors (k-NN) and Generalized Linear Model (GLM). The findings revealed that the most appropriate technique to create a forecasting model for PM 2.5 in the investigated province was Generalized Linear Model as it was the highest accuracy of all, equivalent to 76.98%. Meanwhile, the results of study can be used to create a system to predict PM 2.5 in the future by setting guidelines for surveillance of PM 2.5 problems and measures to prevent air pollution problems.

Keywords: Dust particles less than 2.5 microns (PM2.5), Data Mining, Forecast

บทนำ:

มลพิษทางอากาศกลายเป็นวิกฤตด้านสาธารณสุขในประเทศไทยโดยที่เด็กคนสูงวัย และกลุ่มประชากรเสี่ยงในสังคมได้รับผลกระทบมากที่สุด ก๊าซโอโซนพื้นผิวและฝุ่นละอองโดยเฉพาะ PM2.5 คือมลพิษสองชนิดหลักที่เป็นภัยคุกคามร้ายแรงที่สุดต่อสุขภาพอนามัยของคนในประเทศไทย ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรม สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่าง ๆ หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด จากการศึกษาโดย Institute for Health and Evaluation มหาวิทยาลัยวอชิงตัน พบว่า มลพิษทางอากาศเป็นปัจจัยร่วมที่เป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ เนื่องจากมีส่วนประกอบของสารเคมีหลายชนิดทั้งที่เป็นสารระคายเคืองไปจนถึงสารก่อมะเร็งจึงเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรค ได้แก่ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหลอดเลือดในสมอง โรคหัวใจขาดเลือด โรคมะเร็งปอด และโรคติดเชื้อเฉียบพลัน ระบบหายใจส่วนล่างก่อให้เกิดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรในประเทศไทยประมาณ 50,000 คนต่อปี[1]

ผลตรวจวัดคุณภาพอากาศของกองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ประจำวันที่ 9 ก.พ. 2562 เวลา 07.00 น. พื้นที่ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พบปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่า 94 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อยู่ในเกณฑ์ มีผลกระทบต่อสุขภาพ (เกินค่ามาตรฐานที่ 50 มคก./ลบ.ม.) และ

ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่า 148 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรด้วย ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ[2]

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำข้อมูลสภาพอากาศรายวัน จากกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมควบคุมมลพิษ โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ.2560-2562 จำนวน 3 ปีย้อนหลังมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 เขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่นในปี พ.ศ. 2563 ด้วยเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับนำไปใช้ในการจัดการและกำหนดนโยบายหรือมาตรการในการควบคุมการเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 และลดจำนวนผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อประชาชนได้

วัตถุประสงค์การวิจัย:

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดฝุ่นละออง PM2.5 ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
2. เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM2.5 ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
3. เพื่อเปรียบเทียบเทคนิคที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM2.5 ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง:

1. ปัจจัยที่ก่อให้เกิดมลพิษฝุ่นละออง PM 2.5

ปัจจัยที่ทำให้เกิดมลพิษฝุ่นละอองและเป็นผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนและสภาพแวดล้อม ประกอบด้วย (1) แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง (2) การพัดพาและแปรสภาพของมลพิษ และ (3) สภาพของผู้รับมลพิษ ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน มีรายละเอียดดังอธิบายไว้ในหนังสือมลภาวะอากาศ[5] และตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ[3] สภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของมลพิษอากาศ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา หุบเขา ชายฝั่งทะเล รวมถึงสิ่งกีดขวางลมที่พัดพามลพิษให้แพร่กระจายและเจือจาง เช่น อาคารและสิ่งปลูก สร้าง ผังเมืองซึ่งกำหนดความหนาแน่นและการกระจายตัวของการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยเฉพาะที่พักอาศัยหรือ ผู้รับมลพิษ ที่ตั้งและการกระจายตัวของแหล่งกำเนิดมลพิษ อันจะส่งผลต่อระดับมลพิษในพื้นที่ใต้ลม ซึ่งจะ ได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดมลพิษทั้งในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และพื้นที่รอบนอก

2. เหมืองข้อมูล (Data Mining)

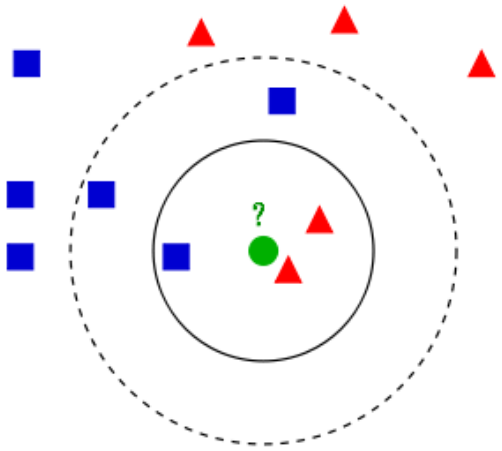
เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบ (Pattern) หรือการจำแนกประเภทของข้อมูลระหว่างข้อมูลในฐานขนาดใหญ่[8] ได้นำมาสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์หรือการสร้างตัวแบบสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล การดำเนินงานอยู่ในลักษณะของการสร้างตัวแบบ (Modeling) ที่อธิบายความเป็นไปที่เกิดขึ้น แล้วนำตัวแบบนี้มาใช้อธิบายสถานการณ์ที่ยังไม่เกิดหรือที่ไม่ทราบคำตอบ

3 เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis Techniques)

ปัจจุบันเทคนิคเหมืองข้อมูลมีหลายรูปแบบ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิคที่ใช้ทำเหมืองข้อมูลเพื่อสำหรับการพยากรณ์ ได้แก่ เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors : k-NN) เทคนิคเชิงเส้นนัยทั่วไป (Generalized Linear Model : GLM) ดังนี้

3.1 เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ปัจจุบันการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) กำลังได้รับความสนใจและถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง เนื่องจากสถาปัตยกรรมของ Deep learning ได้พัฒนา เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของการเรียนรู้ด้วยวิธี Artificial Neural Network คือหากโครงข่ายเส้นใยประสาทเทียมมีความลึก หลายระดับชั้น จะส่งผลให้ใช้เวลาในการประมวลผลนาน และอาจพบคำตอบที่เป็นค่าที่ดีที่สุดเฉพาะที่ (Local minimum) ซึ่งไม่ใช้คำตอบที่ดีที่สุดของปัญหา โดยมีสาเหตุ มาจากโครงข่ายในระดับลึกมีอัตราการเรียนรู้ต่าง จึงส่งผล ให้การปรับค่าถ่วงน้ำหนักในระดับลึกมีการเปลี่ยนแปลงที ละน้อยทำให้ต้องใช้เวลานานในการเรียนรู้วิธี Deep learning เป็นที่นิยมอย่างมากในการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์เพื่อทำให้สามารถรู้จำ และการตัดสินใจได้ เช่นเดียวกับมนุษย์

3.2 เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors: k-NN) เป็นวิธีในการจำแนกประเภทของข้อมูลวิธีการหนึ่งที่เป็นที่นิยม โดยลักษณะพิเศษของเคเนียร์เรสเบอร์คือ Lazy-Learning นั้นมาจากรูปแบบในการจำแนกประเภทข้อมูลของ k-NN โดยไม่มีการสร้างโมเดลสำหรับจำแนกประเภทข้อมูลเตรียมไว้ล่วงหน้า เมื่อมีข้อมูลใหม่ที่ต้องการจำแนกประเภทเพียงนำมาเทียบกับข้อมูลเดิมหรือดูความคล้ายคลึงกันของข้อมูลใหม่และข้อมูลเดิม ก็สามารถจำแนกประเภทของข้อมูลใหม่ได้ โดยให้เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลเดิมที่อยู่ใกล้เคียง[7]



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากเทคนิค K-Nearest Neighbors (k-NN)
ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/K-nearest_neighbors_algorithm

กำหนดให้จุดที่พิจารณา คือ วงกลมสีเขียว ควรจัดกลุ่มให้จุดที่สนใจไปอยู่ใน คลาสแรกของสี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน หรือ คลาสสองของสามเหลี่ยมสีแดง

ถ้า k=3 แล้ว วงกลมสีเขียวจะอยู่ในคลาสสอง เพราะมี สี่เหลี่ยม 1 รูป และ สามเหลี่ยม 2 รูป อยู่ในวงกลมวงใน

ถ้า k=5 แล้ว วงกลมสีเขียวจะอยู่ในคลาสแรก เพราะมี สี่เหลี่ยม 3 รูป และ สามเหลี่ยม 2 รูป อยู่ในวงกลมวงนอก

3.3 เทคนิคเชิงเส้นโดยนัยทั่วไป (Generalized Linear Model: GLM) เป็นโมเดลที่แนะนำครั้งแรกโดย Nelder and Wedderburn (1972) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบได้แก่ องค์ประกอบตัวแปรสุ่ม (random component) องค์ประกอบเชิงระบบ (systematic component) และฟังก์ชั่นการเชื่อมโยง (link function)

$$E(Y) = a + \beta_1 x_1 + \ldots + \beta_k x_k \quad (1)$$

องค์ประกอบตัวแปรสุ่ม (Random Component) เป็นองค์ประกอบที่ เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรตาม (Response Variable) หรือเรียกว่า “ชนิดของตระกูลเอกโพเนนเชียล” (Type of Exponential Family)

องค์ประกอบเชิงระบบ (Systematic component) เป็นการกำหนดฟังก์ชั่นเชิงเส้นของตัวแปรอิสระที่ใช้ในการพยากรณ์ตัวแปรตาม การรวมตัวในลักษณะเชิงเส้น (Linear combination) ของตัวแปร อรรถาธิบายดังกล่าวเรียกว่า “ตัวพยากรณ์ เชิงเส้น (Linear predictor)” ค่าของตัวแปรอรรถาธิบาย x_i ใดๆ เป็นค่าใดๆ ขึ้นกับโมเดล เช่น ค่าของ x_3 = x_l x_2 (x_3 มีค่าเท่ากับ interaction ระหว่าง ตัวแปร x_l และ x_2) หรือ x_3 = x_1^2

ฟังก์ชั่นการเชื่อมโยง (Link function) เป็นส่วนที่ใช้อธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเกี่ยวกับตัวแปรสุ่มและ องค์ประกอบเชิงระบบเป็นการเชื่อมโยงระหว่างส่วนตัวแปรสุ่มและส่วนเชิงระบบ หมายความว่า เป็นการเชื่อมโยงระหว่าง $\mu = E(Y)$ และตัวแปรอรรถาธิบายที่กำหนดเป็นตัวพยากรณ์เชิงเส้น (Linear predictor)[4]

ขอบเขตของงานวิจัย:

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงพยากรณ์ โดยการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลสภาพอากาศรายวัน จำนวน 3 ปีย้อนหลัง มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross - Industry Standard Process for Data Mining หรือ CRISP-DM) และคัดเลือกปัจจัย (Feature Selection) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 จากนั้นนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลโดยใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) จำนวน 3 เทคนิค ได้แก่ การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors: k-NN) และเชิงเส้นนัยทั่วไป (Generalized Linear Model: GLM) เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ โปรแกรม RapidMiner Studio มาใช้สำหรับการเตรียมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล

วิธีการดำเนินการวิจัย:

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

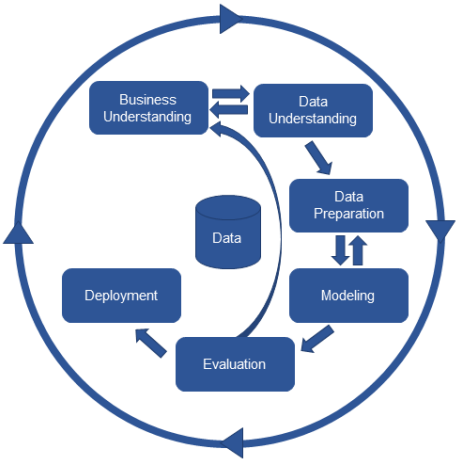
ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศรายวัน จากกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมควบคุมมลพิษ โดยใช้ข้อมูลดิบ (Raw data) ที่เก็บในฐานข้อมูลแบบรายวัน จำนวน 3 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึงปีพ.ศ. 2562 ประกอบไปด้วย วันที่/เดือน/ปีของวันที่เกิดข้อมูล ก๊าซโอโซน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ฝุ่นละอองPM2.5 อุณหภูมิเฉลี่ยต่อวัน ความชื้นสัมพันธ์ ทิศทางลม ความเร็วลม ปริมาณน้ำฝน และความยาวนานแสงแดด โดยนำมาสร้างตัวแบบเพื่อใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

การสร้างตัวแบบในการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานวิจัย ประกอบด้วยซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลสภาพอากาศรายวัน และโปรแกรม RapidMiner Studio ใช้สำหรับการเตรียมข้อมูลการวิเคราะห์ สร้างตัวแบบในการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 และวิเคราะห์เปรียบเทียบเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในครั้งนี้

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross-Industry Standard Process for Data Mining หรือ CRISP-DM) โดยแบ่งขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 2 แสดงกระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM)

โดยขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Research Understanding Phase) ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยการเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 เขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงกับฝุ่นละออง PM 2.5 ทำให้เกิดปัญหา ดังนี้

1. การเผาในที่โล่งปล่อย PM2.5 มากที่สุดถึง 209,937 ตันต่อปี

2. การรวมตัวของก๊าซอื่น ๆ ในบรรยากาศ โดยเฉพาะซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) รวมทั้งมีสารปรอท (Hg), แคดเมียม (Cd), อาร์เซนิก (As) หรือโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) ที่ล้วนแล้วแต่เป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกายของมนุษย์

3. ฝุ่นละออง PM 2.5 กระตุ้นให้คนที่มีโรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรังเกิดอาการกำเริบ เช่น โรคจมูกอักเสบภูมิแพ้ โรคหอบหืด และโรคถุงลมโป่งพอง

4. กระตุ้นให้คนที่มีโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดเรื้อรังเกิดอาการกำเริบ โดยเฉพาะโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด

5. สำหรับผลระยะยาวจะทำให้การทำงานของปอดถดถอย อาจเกิดโรคถุงลมโป่งพองได้แม้จะไม่สูบบุหรี่ และเพิ่มโอกาสทำให้เกิดมะเร็งปอดได้ด้วย

ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding Phase) ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการพยากรณ์ โดยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศรายวัน และพยากรณ์เลือกข้อมูลเฉพาะฝุ่นละออง PM 2.5 เท่านั้น ซึ่งข้อมูลได้มาจากกรมอุตุนิยมวิทยาจังหวัดขอนแก่น และกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งอยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel โดยเก็บเป็นข้อมูลดิบ (Raw Data) ประกอบด้วย สภาพอากาศรายวัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึงปี พ.ศ. 2562 เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ต่อไปนี้ จำนวนทั้งหมด 1,095 แถว

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดแอทริบิวท์ของข้อมูลที่ได้มา

ลำดับ	ชื่อแอททริบิวท์	คำอธิบาย
1	Date	วันที่/เดือน/ปีที่เกิดข้อมูล
2	O_3	ก๊าซโอโซน
3	CO	ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
4	NO_2	ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์
5	SO_2	ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
6	PM2.5	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5)
7	PM10	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10)
8	Temperature	อุณหภูมิเฉลี่ยต่อวัน (เซลเซียส)
9	Relative humidity	ความชื้นสัมพันธ์ (เปอเซ็นต์)
10	Wind direction	ทิศทางลมสูงสุด (องศา)
11	Wind speed	ความเร็วลมสูงสุด (น็อต)

ลำดับ	ชื่อแอททริบิวท์	คำอธิบาย
12	Rain	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)
13	Sunlight	ความยาวนานแสงแดด (ชั่วโมง)

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) การจัดเตรียมข้อมูลให้มีความถูกต้อง เพื่อให้แบบจำลองมีความแม่นยำ โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศรายวัน นำไปสร้างแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 กรณีศึกษา: เขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

1 ทำการนำเข้าข้อมูลที่เป็นข้อมูลดิบ (Raw Data) จากการเก็บรวบรวมมาที่อยู่ในรูปของไฟล์ Microsoft Excel

2 ผู้วิจัยได้ทำการ Discretize แบ่งข้อมูลเป็น 5 ขั้น โดยให้ค่าฝุ่นน้อยที่สุด เท่ากับ 25, ฝุ่นน้อย เท่ากับ 37, ฝุ่นปานกลาง เท่ากับ 50, ฝุ่นมาก เท่ากับ 90 และฝุ่นมากที่สุด เท่ากับ 100

3 ทำการ Set Role โดยให้ วัน/เดือน/ปี เป็น ID และให้ PM2.5 เป็น label

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดแอทริบิวท์ที่ใช้ในงานวิจัย

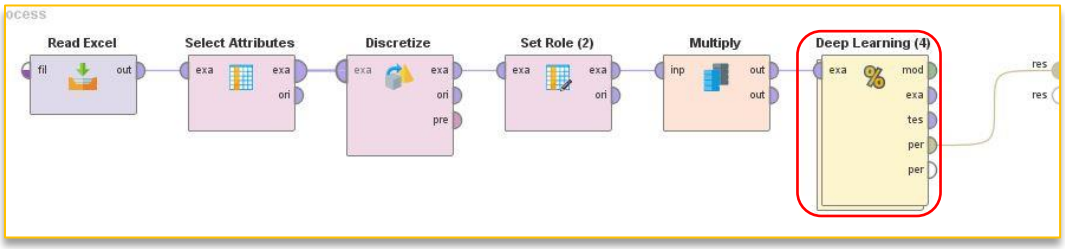
ลำดับ	ชื่อแอททริบิวท์	คำอธิบาย
1	วัน/เดือน/ปี (ID)	วันที่/เดือน/ปีที่เกิดข้อมูล
2	O_3	ก๊าซโอโซน
3	CO	ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
4	NO_2	ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์
5	SO_2	ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
6	PM 2.5 (Label)	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5)
7	PM10	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM10)
8	Temperature	อุณหภูมิเฉลี่ยต่อวัน (เซลเซียส)
9	Relative humidity	ความชื้นสัมพันธ์ (เปอเซ็นต์)
10	Wind direction	ทิศทางลมสูงสุด (องศา)
11	Wind speed	ความเร็วลมสูงสุด (น็อต)
12	Sunlight	ความยาวนานแสงแดด (ชั่วโมง)

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างแบบจำลอง (Modeling Phase)

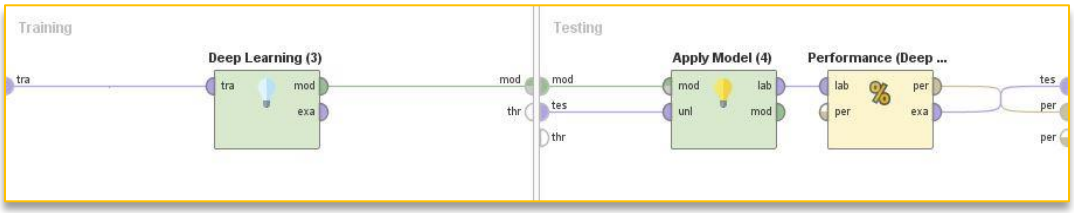
การทบทวนวรรณกรรมในบทที่ 2 พบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ (1) การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) (2) เพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors : k-NN) (3) เชิงเส้นนัยทั่วไป (Generalized Linear Model : GLM)

ในงานวิจัยนี้ จึงได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามอัลกอริทึม การสร้างแบบจำลองการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) โดยเทคนิคที่นำมาใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) ดูคำตอบที่ได้ในแต่ละเทคนิคว่าคำตอบใดดีที่สุด บางครั้งอาจมีการกลับไปที่ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) เพื่อแปลงข้อมูลบางส่วนให้เหมาะสมในแต่ละเทคนิค ซึ่งมีจำนวนแอททริบิวท์ อยู่ 2 แอททริบิวท์ที่ทำหน้าที่เป็น Label คือ แอททริบิวท์ PM 2.5 ดังนี้

1. เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เป็นหนึ่งในฟังก์ชันของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่เรียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ในกระบวนการประมวลผลข้อมูลและเป็นการสร้างรูปแบบ สำหรับใช้ในการตัดสินใจ นอกจากนี้ Deep Learning ยังเป็นเซตย่อยของ Machine Learning ใน Artificial Intelligence (AI) เป็นเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพของการเรียนรู้ที่ไม่มีผู้สอน หรือ Unsupervised Learning จากข้อมูลแบบไม่มีโครงสร้างและแบบที่ไม่กำกับข้อมูล ทั้งนี้เป็นที่รู้จักกันในชื่อ Deep Neural Learning และ Deep Neural Network ขั้นตอนดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4



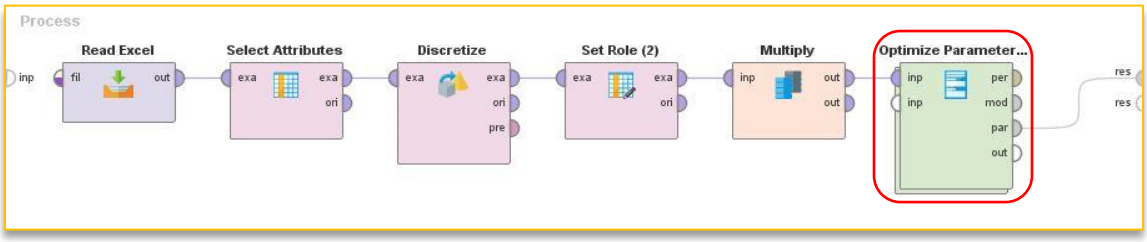
รูปที่ 3 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)



รูปที่ 4 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

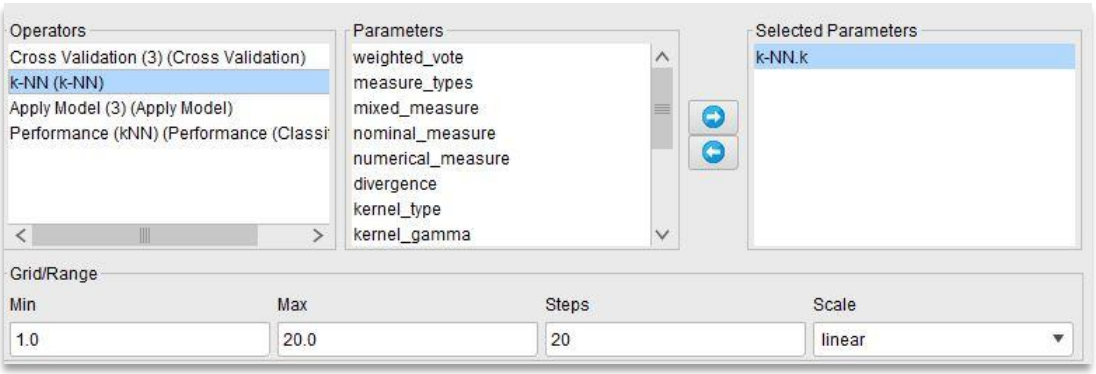
2. การจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors : k-NN) วิธีการในการจัดแบ่งคลาส เทคนิคนี้จะตัดสินใจ ว่าคลาสใดที่จะแทนเงื่อนไขหรือกรณีใหม่ๆ ใดบ้าง โดยการตรวจสอบจำนวนบาง

จำนวน (“K” ใน K-nearest neighbor) ของกรณีหรือเงื่อนไขที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยจะหาผลรวม (Count Up) ของจำนวนเงื่อนไข หรือกรณีต่างๆสำหรับแต่ละคลาส และกำหนดเงื่อนไขใหม่ๆให้คลาสที่เหมือนกันกับคลาสที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6

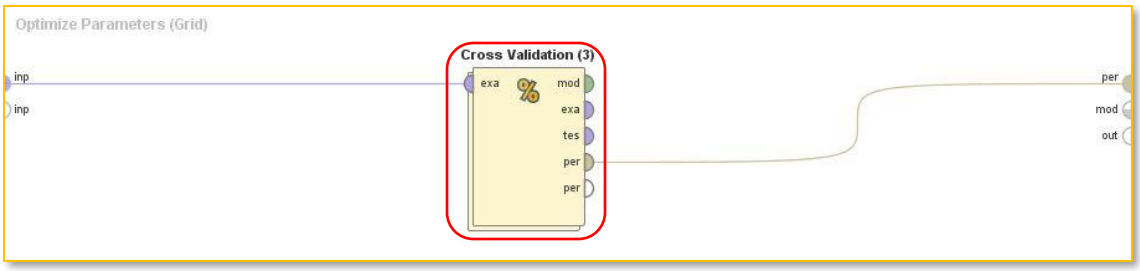


รูปที่ **5** การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด สำหรับค่า k

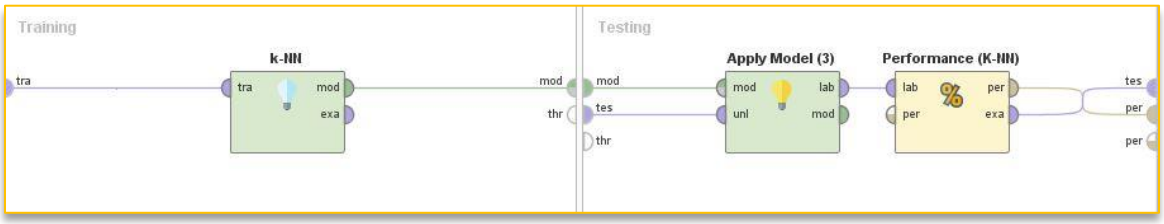
การหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับค่า k ด้วยวิธีการ Optimization โดยกำหนดค่า parameter k ต่ำสุดให้มีเท่ากับ 1 และค่า **k** สูงสุดให้มีค่าเท่ากับ 20 และให้มีการเพิ่มค่า k ขึ้นที่ละ 1 ค่า โดยกำหนดค่า Steps เป็น 20 ดังแสดงในรูปที่ 6 และทำการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลด้วยวิธี 10 fold Cross-validation ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 6 การ set ค่า parameter สำหรับการทำ optimize หาค่า k ที่ดีที่สุดของเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

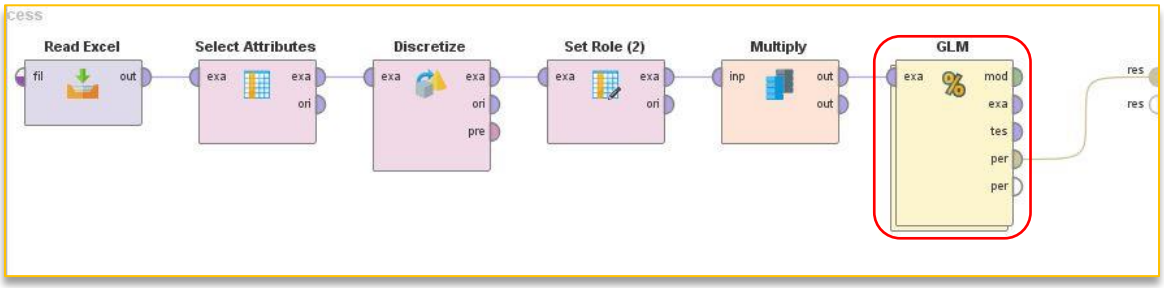


รูปที่ 7 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์และทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors : k-NN)

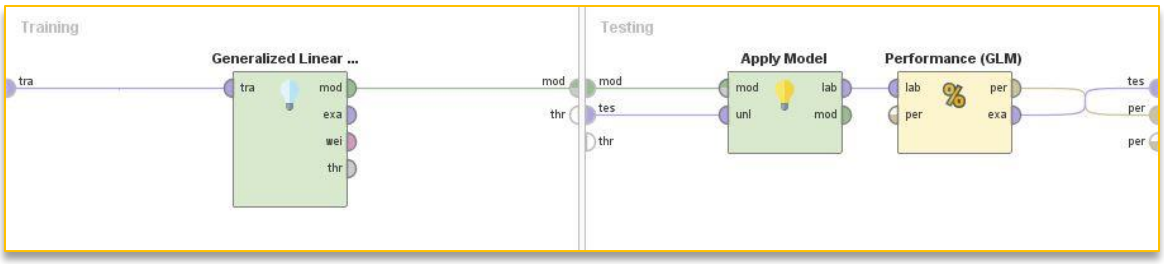


รูปที่ 8 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors)

3. เทคนิคเชิงเส้นนัยทั่วไป (Generalized Linear Model : GLM) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (Explanatory Variables) กับตัวแปรตาม (Response Variable) โดยมีแนวคิดว่า ตัวแปรตาม (Y) สามารถเขียนอยู่ในรูปของผลรวมของค่าเฉลี่ย (μ) กับความคลาดเคลื่อน (ε) ได้ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการดังนี้ Y = $\mu + \varepsilon$ [6] ขั้นตอนดังรูปที่ 9 และ 10



รูปที่ 9 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคเชิงเส้นนัยทั่วไป (Generalized Linear Model : GLM)



รูปที่ 10 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคเชิงเส้นนัยทั่วไป (Generalized Linear Model : GLM)

ขั้นตอนที่ 5 ทำการประเมินผล (Evaluation) วิเคราะห์ข้อมูลทดสอบแบบจำลอง โดยชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) โดยวัดประสิทธิภาพด้วยค่า ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความครบถ้วน (Recall) จากนั้นทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์ในแต่ละอัลกอริทึม เพื่อให้ได้แบบจำลองจากอัลกอริทึมที่ดีที่สุด เพราะก่อนที่นำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งานต่อต้องมีการวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์ว่าตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ตั้งแต่ข้อแรกหรือไม่ มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด เมื่อทำการวัดประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยของความคลาดเคลื่อนแล้ว ผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์ของการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง ของแต่ละเทคนิคที่ใช้ในการสร้างตัวแบบ มาเปรียบเทียบเพื่อหาแบบจำลองที่ดีที่สุดเพื่อใช้เป็นแบบจำลองในการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5

ขั้นตอนที่ 6 การนำไปใช้ (Deployment) การสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การการเกิดฝุ่นละออง PM2.5 ของพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง PM 2.5 และสามารถนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้กับฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาฝุ่นละออง PM 2.5 โดยวางแผนหาแนวทางในการป้องกันและแก้ปัญหา กำหนดมาตรการรองรับสถานการณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ที่จะเกิดขึ้น และนโยบายต่าง ๆที่ส่งผลต่อแนวโน้มการเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 เช่น รณรงค์ไม่ให้มีการเผาในที่โล่ง เพื่อไม่ให้ประชาชนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่นได้รับความเดือดร้อน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล:

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ผู้วิจัยได้คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพและค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความครบถ้วน (Recall) ซึ่งวัดจากค่าประสิทธิภาพของทั้ง 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors :k-NN) และเทคนิคเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model: GLM) ดังผลลัพธ์ในตารางที่ 3-6

ผลวิเคราะห์การทดสอบทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทของข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ดูผลลัพธ์สำหรับการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผล Confusion Matrix ในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล	**ค่าทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล**		
	Accuracy	**Precision**	**Recall**
เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)	63.01%	56.73%	53.88%

จากตารางที่ 3 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ ตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 63.01% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 56.73% และค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 53.88%

ผลวิเคราะห์การทดสอบทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทของข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ดูผลลัพธ์สำหรับการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors :k-NN) ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางแสดงผล Confusion Matrix ในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors :k-NN)

เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล	**ค่าทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล**		
	Accuracy	**Precision**	**Recall**
เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors)	76.80%	72.49%	68.95%

จากตารางที่ 4 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ ตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 76.80% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 72.49% และค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 68.95%

ตารางที่ 5 ทดสอบหาค่า **k** ที่ดีที่สุดด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด เป็นการค้นหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับชุดของพารามิเตอร์ โดยใช้เทคนิคการจัดแบ่งคลาส **(**k-NN) ซึ่งจะประกอบไปด้วย ค่า iteration **,** ค่า k-NN.k และค่าความถูกต้อง (accuracy)

Iteration	K-NN.k	Accuracy
1	1	0.732
2	2	0.732
3	3	0.765
4	4	0.767
5*	5*	0.768*
6	6	0.761
7	7	0.751
8	8	0.759
9	9	0.748
10	10	0.752
11	11	0.743
12	12	0.751
13	13	0.747
14	14	0.748
15	15	0.746
16	16	0.750
17	17	0.739
18	18	0.741
19	19	0.731
20	20	0.731

หมายเหตุ * ค่า k ที่ดีที่สุด คือ k-NN.k = 5

จากตารางที่ 5 แสดงผลลัพธ์การใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) จะได้ค่า k ที่ดีที่สุด นั้นก็คือ k-NN.k = 5

ผลวิเคราะห์การทดสอบทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทของข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ดูผลลัพธ์สำหรับการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ด้วยเทคนิคเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model: GLM) ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางแสดงผล Confusion Matrix ในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลเทคนิคเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model: GLM)

เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล	**ค่าทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล**		
	Accuracy	**Precision**	**Recall**
เทคนิคเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model)	76.98%	76.19%	72.96%

จากตารางที่ สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ ตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 76.98% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 76.19% และค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 72.96%

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล:

เมื่อทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5 ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น แล้วนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบหาค่าการทดสอบการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพและค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความครบถ้วน (Recall) แสดงผลลัพธ์ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค

เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล	**ค่าทดสอบประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล**		
	Accuracy	**Precision**	**Recall**
Deep Learning	63.01%	56.73%	53.88%
K-Nearest Neighbors	76.80%	72.49%	68.95%
Generalized Linear Model*	76.98%**	76.19%**	72.96%**

หมายเหตุ * คือ เทคนิคที่นำไปใช้ในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM 2.5

** คือ ค่าทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลที่ดีที่สุด

จากตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่าง 3 เทคนิคเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล เทคนิคที่ให้ค่าทดสอบประสิทธิภาพที่ดีที่สุด คือ เทคนิคเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model : GLM) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 76.98% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 76.19% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 72.96%

วิจารณ์:

1. ขั้นตอนขออนุเคราะห์ข้อมูลมีความล่าช้า เนื่องจากเป็นระบบราชการ ทำให้ขาดความสะดวกรวดเร็วในการนำข้อมูลมาใช้งาน

2. ในการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เกิดปัญหาเพราะมีค่ามีว่างจำนวนมาก ทำให้เกิดการล่าช้าในการประมวลผล

ข้อเสนอแนะ:

1. ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ได้รับการบันทึกไว้ในฐานข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษและกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งข้อมูลที่บันทึกไว้อาจจะไม่ได้บ่งชี้ถึงตัวปัจจัยที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง PM2.5การพยากรณ์การการเกิดฝุ่นละออง PM2.5

2. กระบวนการขั้นตอนขอข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์มีความล่าช้า เนื่องจากผ่านระบบกระบวนการทางราชการ ทำให้ได้ข้อมูลช้า กรมควบคุมมลพิษควรมีการเผยแพร่ข้อมูลจำนวนมากผ่านระบบเว็บไซต์ของกรมควบคุมมลพิษ เพื่อให้มีการเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็วต่อการได้ข้อมูลมาทำการวิเคราะห์

3. การเตรียมข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบ ต้องกำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามให้มีความสัมพันธ์ รวมไปถึงการกำหนดชนิดของข้อมูลให้ถูกต้องกับข้อมูลที่จัดเก็บเพื่อป้องกันปัญหาในการประมวลผลสำหรับการตัวแบบในการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM2.5 ของพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

4. คอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการทำการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การเกิดฝุ่นละออง PM2.5 บางตัวแบบใช้เวลาในการประมวลผลนาน เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์มีจำนวนมาก ดังนั้นคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลควรมีประสิทธิภาพในการประมวลผลที่สูง ทำงานเร็ว และรองรับการทำงานของข้อมูลที่มีปริมาณมาก

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะการบัญชีและการจัดการ ที่กรุณาสนับสนุนผู้วิจัยในการนำเสนอผลงานวิชาการ รวมไปถึงเจ้าหน้าที่จากกรมควบคุมมลพิษและกรมอุตุนิยมวิทยา ที่กรุณาให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกและอนุเคราะห์ให้ข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2562). มลพิษทางอากาศเป็นปัจจัยร่วมที่เป็นสาเหตุของโรคต่างๆ. สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2562, จาก https:// http://www.ttc.most.go.th

[2] กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. (2562). ผลตรวจวัดคุณภาพอากาศของพื้นที่ตำบลในเมืองอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2562, จาก https://www.sanook.com/news/7673754/

[3] นพภาพร พานิช, แสงสันติ์ พานิช, วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, วิจิตรา จงวิศาล และวราวุธ เสือดี. (2550). ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ. ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาฯ. พิมพ์ครั้งที่ 2.

[4] นิคม ถนอมเสียง. (2549). โมเดลฟังก์ชั่นการเชื่อมโยง (link function) ของเทคนิคเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Model : GLM)

[5] วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, ธีระ เกรอต และนิตยา มหาผล. มลภาวะอากาศ. (2543). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 6

[6] สำนักงานอัตราเบี้ยประกันวินาศภัย. (2559). การสร้างตัวแบบเชิงเส้นวางนัยทั่วไป (Generalized Linear Models)

[7] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ. (2562). คู่มือการทำเหมืองข้อมูล ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio (พิมพ์ครั้งที่ 2), ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[8] Linoff, G. S., and Berry, M. J. (2011). เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบ Pattern หรือการจำแนกประเภทของข้อมูลระหว่างข้อมูลในฐานขนาดใหญ่. Data Mining Techniques: For Marketing, Sales, and Customer Relationship Mamagement

การพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

UTILIZING DATA MINING TECHNIQUES TO PREDICT THE AMOUNT OF WATER IN UBONRAT DAM, KHON KAEN PROVINCE

อนุชิต เนาแสง[1*] ชลธิชา วงษ์คะสุ่ม[1] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ[2] และ ประภัสสร วารีศรี[2]

Anuchit Naosaeng[1*] Chonthicha Wongkhasum[1] Anupong Sukprasert[2] and Prapasson Wareesri[2]

[1]นิสิตสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

[2]อาจารย์ประจำคณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อนุชิต เนาแสง อีเมล: Anuchit.nao@gmail.com

บทคัดย่อ:

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลรายงานสถานภาพน้ำในเขื่อนเป็นรายวันจากเว็บไซต์ (www.thaiwater.net) ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2558 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 5 ปีย้อนหลัง ซึ่งมีจำนวนข้อมูลทั้งหมด 1,825 รายการ มาวิเคราะห์ตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross-Industry Process for Data Mining) เพื่อนำมาสร้างตัวแบบในครั้งนี้ เทคนิคที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคโครงข่ายประสาท (Neural Network) เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) และเทคนิคถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ผลการวิจัยพบว่า เทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ให้ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) เท่ากับ 191.216 ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) เท่ากับ 37,107.442 และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: ASE) เท่ากับ 77.595 ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการนำไปสร้างตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ และผลการวิเคราะห์ข้อมูลยังสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาต่อยอดเป็นระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนฯ รวมไปถึงการวางแผนในการกักเก็บน้ำและจ่ายน้ำในเขื่อน เพื่อนำมาประมาณการในการวางแผนจัดการปริมาณน้ำเพื่อใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด และลดปัญหาการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้งและป้องกัน อุทกภัยในช่วงฤดูฝนได้

คำสำคัญ : การพยากรณ์ การทำเหมืองข้อมูล ปริมาณน้ำในเขื่อน

Abstract:

This research aimed to create a model to predict an amount of water level in Ubonrat Dam using data mining techniques. Based on the data collection of daily water status in the dam from the website (www.thaiwater.net) starting 1 January 2015 to 31 December 2019, for the past 5 years, there were a total of 1,825 data items used for the study. Then, the data were analyzed applying Cross-Industry Process for Data Mining (CRISP-DM) to create the model. There were 3 data mining techniques used in the research: Neural Network, K-Nearest Neighbours and Linear Regression. The findings showed that the K-

Nearest Neighbours was the closest with a minimum Root Mean Square Error (RMSE), equivalent to 191.216, Squared Error (SE) at 37,107.442, and Absolute Error (ASE) at 77.595. Thus, it was a suitable technique for creating the model to predict the amount of water in Ubonrat Dam. Furthermore, the result of study can be used to develop a system to predict the amount of water in the dam, including managing and planning the water use to make the best resources and maximize benefits during the rainy season.

Keywords: Forecasting, Data mining, The amount of water in the dam

บทนำ:

ในปัจจุบันประเทศไทยได้ประสบปัญหาภาวะการขาดแคลนน้ำซึ่งในภาคอีสานก็ได้รับผลกระทบจากภาวะการขาดแคลนน้ำนี้เช่นเดียวกัน เช่น ในเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น พบว่าในปัจจุบันปริมาณน้ำในเขื่อนมีปริมาณลดน้อยลงทำให้ส่งผลกระทบถึงเกษตรกรที่ทำการเกษตร เกิดปัญหาภัยแล้งทำลายผลผลิตทางการเกษตร จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ เนื่องจากเขื่อนอุบลรัตน์เป็นเขื่อนอเนกประสงค์แห่งที่สองของประเทศไทย ซึ่งสร้างขึ้นถัดจากเขื่อนภูมิพล สร้างปิดกั้นแม่น้ำพอง ตรงบริเวณที่เรียกว่า "พองหนีบ" ตำบลโคกสูง อำเภอน้ำพอง (ปัจจุบันเป็นอำเภออุบลรัตน์) จังหวัดขอนแก่น วัตถุประสงค์ของการสร้างเขื่อนนี้เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า การชลประทาน การบรรเทาอุทกภัยและการประมง เริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2507 และเริ่มใช้งานเมื่อปี พ.ศ. 2509 ลักษณะตัวเขื่อนเป็นเขื่อนหินทิ้ง มีแกนกลางเป็นดินเหนียว สูง 32 เมตร โดยที่สันเขื่อนอยู่ที่ระดับ 185.00 เมตรระดับน้ำทะเลกลาง ต่อมาในปี พ.ศ. 2521 และ พ.ศ. 2523 ได้เกิดอุทกภัยขนาดใหญ่มาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจึงได้จัดทำโครงการปรับปรุงเขื่อนอุบลรัตน์ เพื่อให้สามารถรับมือกับอุทกภัยขนาดเช่นที่เคยเกิดขึ้น หรือขนาดใหญ่กว่าที่เคยเกิดขึ้นได้ งานก่อสร้างปรับปรุงเขื่อนอุบลรัตน์ได้เริ่มขึ้นเมื่อปลายปี พ.ศ. 2527 และแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2530 นอกจากจะมีความจุมากถึง 2,431 ล้านลูกบาศก์เมตรยังเป็นเขื่อนผลิตไฟฟ้าพลังน้ำแห่งแรกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และยังเป็นเขื่อนอเนกประสงค์ขนาดใหญ่ที่สุดภาคอีสาน นอกจากนี้เขื่อนอุบลรัตน์ยังเป็นเขื่อนเอนกประสงค์ที่เอื้ออำนวยประโยชน์ ต่อประชาชนในด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านการผลิตไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้าได้ปีละ 55 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ด้านคมนาคม อ่างเก็บน้ำของเขื่อนใช้เป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำที่สำคัญประชาชนใช้เป็นเส้นทางสัญจร ไปมาหาสู่กันอย่างสะดวกและรวดเร็ว ทั้งยังเป็นสถานที่ท่องเที่ยวและพักผ่อนหย่อนใจของประชาชนทั่วไป ในด้านการชลประทานและการเกษตร น้ำที่ปล่อยผ่านการผลิตไฟฟ้าแล้วจะส่งเข้าสู่ระบบชลประทาน ให้ประโยชน์แก่พื้นที่เกษตรกรรมที่จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 300,000 ไร่ ซึ่งสามารถจะเพาะปลูกได้ถึงปีละ 2 ครั้ง อีกทั้งยังปลูกพืชในฤดูแล้งได้ด้วย [3]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำทฤษฎีการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ เพื่อนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลยังสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาต่อยอดเป็นระบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนฯ รวมไปถึงการวางแผนในการกักเก็บน้ำและจ่ายน้ำในเขื่อน เพื่อนำมาประมาณการในการวางแผนจัดการปริมาณน้ำเพื่อใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด และใช้ในการศึกษาหาพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับประมาณน้ำในแต่ละช่วง

วัตถุประสงค์การวิจัย:

1. เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์
3. เพื่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง:

1. เหมืองข้อมูล (Data Mining)

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบ Pattern หรือการจำแนกประเภทของข้อมูลระหว่างข้อมูลในฐานขนาดใหญ่ [6] ได้นำมาสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์หรือการสร้างตัวแบบสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล การดำเนินงานอยู่ในลักษณะของการสร้างตัวแบบ (Modeling) ที่อธิบายความเป็นไปที่เกิดขึ้น แล้วนำตัวแบบนี้มาใช้อธิบายสถานการณ์ที่ยังไม่เกิดหรือที่ไม่ทราบคำตอบ[4]

2. เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย (Data Mining Techniques)

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้สำหรับการพยากรณ์ พบว่า เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล ได้แก่ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) และเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ดังนี้

2.1 เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network: NN)

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) เป็นหนึ่งในเทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือโมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ(Pattern Recognition) และการสร้างความรู้ใหม่ (Knowledge Extraction) [5] ซึ่งมีสมการดังต่อไปนี้

$$y_j^h = \sum_{j=1}^{n} w_{ji}^h x_i + \theta_j^h \quad (1)$$

โดยที่ i แทน ลำดับเซลล์ในชั้นข้อมูลขาเข้า

j แทน ลำดับเซลล์ในชั้นซ่อน

h แทน จำนวนชั้นซ่อน

n แทน จำนวนเซลล์ในชั้นข้อมูลขาเข้า

O^h แทน ค่าไบแอสในระดับชั้นซ่อน

x_i^j แทน ค่าข้อมูลขาออกที่ส่งจากชั้นข้อมูลขาเข้า

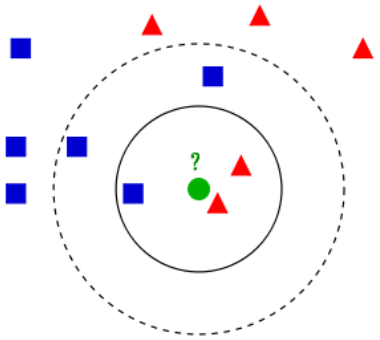
w^h แทน ค่าถ่วงน้ำหนักของการเชื่อมต่อเซลล์ i กับเซลล์ j_{ji}

y^h แทน ค่าผลรวมของผลคูณระหว่างข้อมูลขาเข้าและค่าถ่วงน้ำหนักของการเชื่อมต่อเซลล์ i กับ j

2.2 เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: K-NN)

เป็นวิธีในการจำแนกประเภทของข้อมูลวิธีการหนึ่งที่เป็นที่นิยม โดยลักษณะพิเศษของเคเนียร์เรสเบอร์คือ Lazy-Learning นั้นมาจากรูปแบบในการจำแนกประเภทข้อมูลของ k-NN โดยไม่มีการสร้างโมเดลสำหรับจำแนกประเภทข้อมูลเตรียมไว้ล่วงหน้า เมื่อมีข้อมูลใหม่ที่ต้องการจำแนกประเภทเพียงนำมาเทียบกับข้อมูลเดิมหรือดูความคล้ายคลึงกันของข้อมูลใหม่และข้อมูลเดิม ก็สามารถจำแนกประเภทของข้อมูลใหม่ได้ โดยให้เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลเดิมที่อยู่ใกล้เคียง [2] ซึ่งมีสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Distance} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n}(p_k - q_k)^2} \quad (2)$$



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากเทคนิค K-Nearest Neighbours (k-NN)
อ้างอิง: https://zhuanlan.zhihu.com/p/36545205

จากรูปที่ 1 กำหนดให้จุดที่พิจารณา คือ วงกลมสีเขียว ควรจัดกลุ่มให้จุดที่สนใจไปอยู่ใน คลาสแรกของสี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน หรือ คลาสสองของสามเหลี่ยมสีแดง

ถ้า k=3 แล้ว วงกลมสีเขียวจะอยู่ในคลาสสอง เพราะมี สี่เหลี่ยม 1 รูป และ สามเหลี่ยม 2 รูป อยู่ในวงกลมวงใน

ถ้า k=5 แล้ว วงกลมสีเขียวจะอยู่ในคลาสแรก เพราะมี สี่เหลี่ยม 3 รูป และ สามเหลี่ยม 2 รูป อยู่ในวงกลมวงนอก

2.3 เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

เป็นการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง (Linear Regression Analysis) จะทำนายข้อมูลที่มีค่าเชิงตัวเลขที่เกี่ยวข้องกับ response Variable "y" โดยการพิจารณาค่า predictor variable "x" เพียงแค่ค่าเดียวด้วยการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) เมื่อรู้ค่า x ก็สามารถรู้ค่า response หรือค่าในแนวแกน y ได้โดยการลากเส้นตั้งฉากกับ แกน y จากจุดบนแกน x มาตัดกับ Regression line จะทราบทันที และที่สำคัญการจะนำสมการความสัมพันธ์ไปใช้ได้ จะต้องมีการตรวจสอบสียก่อนว่าสมการที่ได้มานั้นมีความถูกต้องพอที่จะใช้เป็นสมการในการคาดการตัวแปรที่ไม่รู้ค่า สมการที่ใช้ในการพยากรณ์ [5] คือ

$$\hat{y} = a + bx \tag{3}$$

โดยที่ $\hat{y}$ คือ ค่าพยากรณ์ตัวแปรตาม

b คือ ค่าความชันของเส้นตรงแนวโน้ม

a คือ ค่าคงที่ที่ตัดแกน y

x คือ ตัวแปรอิสระ

อุปกรณ์และวิธีทดลอง:

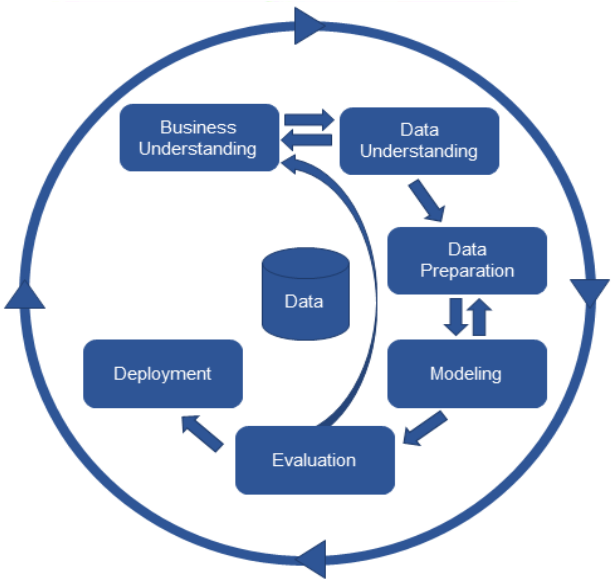
1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

การสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานวิจัยประกอบด้วย โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ และโปรแกรม RapidMiner Studio ใช้

สำหรับการเตรียมข้อมูลการวิเคราะห์ สร้างตัวแบบในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ และวิเคราะห์เปรียบเทียบเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ข้อมูลในครั้งนี้

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross-Industry Standard Process for Data Mining หรือ CRISP-DM) โดยแบ่งขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 2 กระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM)

ที่มา https://www.kdnuggets.com/2017/01/four-problems-crisp-dm-fix.html

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Research Understanding) ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ ซึ่งพบว่า การเก็บน้ำ และจ่ายน้ำในเขื่อน ไม่ว่าจะเป็นด้านชลประทาน ด้านการเกษตร ด้านการอุปโภคบริโภค และด้านการประมงทำให้ปัญหาการใช้น้ำมีปริมาณน้ำที่ต้องการมีไม่เพียงพอต่อความต้องการในการใช้งานด้านต่าง ๆ สถานการณ์ภัยแล้งไม่เพียงกระทบต่อการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคแต่ยังส่งผลต่อการทำการเกษตรในหลายพื้นที่ด้วย จึงทำให้เกิดปริมาณการใช้น้ำเป็นจำนวนมาก จากสาเหตุต่าง ๆ ได้แก่ ภัยแล้ง สาธารณูปโภค การผลิตไฟฟ้า การประมง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจเข้าใจข้อมูล (Data Understanding) ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการพยากรณ์ โดยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ทั้งหมด และพยากรณ์เลือกข้อมูลเฉพาะปริมาณน้ำเท่านั้น โดยคลังข้อมูลน้ำและภูมิอากาศแห่ง สถานีสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ซึ่งอยู่ในรูปแบบไฟล์ Excel [1] จำนวน 1,825 รายการ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้งานดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดแอททริบิวต์ที่ใช้ในงานวิจัย

ลำดับ	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	Date	วันเดือนปี
2	water_tower	ปริมาตรน้ำในอ่าง
3	current_water	ปริมาตรน้ำปัจจุบัน
4	compare_current	เทียบระดับน้ำเก็บกักของอ่างปัจจุบัน
5	real_water	ปริมาตรน้ำใช้การได้จริง

ลำดับ	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
6	Comparable	เทียบระดับน้ำเก็บกักของอ่างใช้การได้จริง
7	water_basin	ปริมาตรน้ำลงอ่าง
8	cumulative_water	ปริมาตรน้ำสะสม
9	cumulative_compared	เทียบกับค่าเฉลี่ยทั้งปีสะสม
10	water_today	ปริมาณน้ำระบายวันนี้
11	average_water	ค่าเฉลี่ยน้ำรวมทั้งปี
12	accumulated_water	ปริมาณน้ำระบายสะสม

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) คัดเลือกข้อมูลจากนั้นทำการตรวจสอบข้อมูลที่สูญหาย เป็นการจัดเก็บข้อมูลให้ถูกต้อง และเป็นระเบียบเรียบร้อยสะดวกต่อการนำไปใช้งานหรือนำไปประมวลผลเพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

1. ทำการนำเข้าข้อมูลที่เป็นข้อมูลดิบ (Raw Data) จากการเก็บรวบรวมมาที่อยู่ในรูปของไฟล์ Microsoft Excel

2. คัดเลือกแอททริบิวต์แล้วทำการตัดแอททริบิวต์ที่ไม่มีความ เปลี่ยนแปลง เนื่องจากข้อมูลที่ได้มามีการเก็บที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทำให้ข้อมูลไม่มีผลต่อการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์

3. ตรวจสอบประเภทของข้อมูล (Data Type) ที่จัดเก็บในแต่ละ Column ให้ตรงกับประเภทข้อมูลโดยกำหนดให้ Column ของปริมาณน้ำในอ่าง (water_tower), ปริมาณน้ำในเขื่อน (current_water), เทียบระดับน้ำเก็บกักของอ่างปัจจุบัน (compare_current),ปริมาตรน้ำใช้การได้จริง (real_water), เทียบระดับน้ำเก็บกักของอ่างใช้การได้จริง (comparable), ปริมาตรน้ำลงอ่าง (water_basin), ปริมาตรน้ำสะสม (cumulative_water), เทียบกับค่าเฉลี่ยทั้งปีสะสม (cumulative_compared), ปริมาณน้ำระบายวันนี้ (water_today), ค่าเฉลี่ยน้ำรวมทั้งปี (average_water) และ ปริมาณน้ำระบายสะสม (accumulated_water) และ ที่มีข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนจริง ฉะนั้นจึงกำหนดชนิดข้อมูล (Data Type) ให้เป็น Integer และ date กำหนด Data Type ให้เป็น binominal

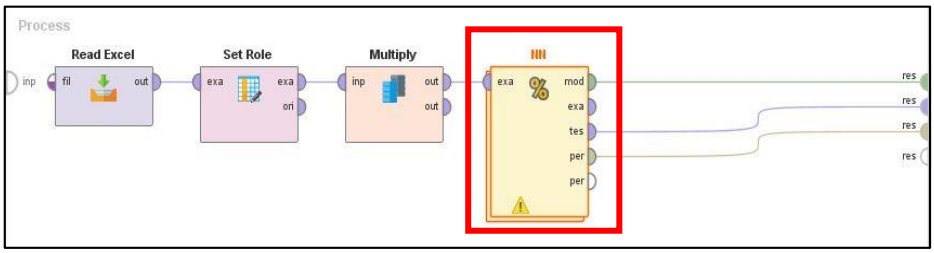
4. กำหนดหน้าที่ (Set Role) แอททริบิวต์ โดยให้วันเดือนปี เป็น ID และกำหนดให้ปริมาตรน้ำในอ่างเป็น Label ซึ่งหลังจากกระบวนการเตรียมข้อมูล แอททริบิวต์ที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบได้แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดแอททริบิวต์ที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบ

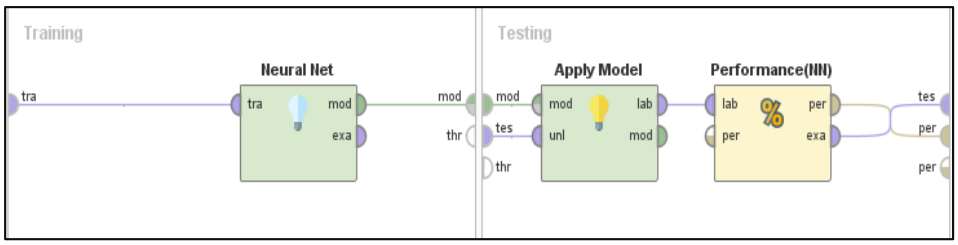
ลำดับที่	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	Date (ID)	วันเดือนปี
2	water_tower (Label)	ปริมาตรน้ำในอ่าง
3	current_water	ปริมาตรน้ำปัจจุบัน
4	compare_current	เทียบระดับน้ำเก็บกักของอ่างปัจจุบัน
5	real_water	ปริมาตรน้ำใช้การได้จริง
6	Comparable	เทียบระดับน้ำเก็บกักของอ่างใช้การได้จริง
7	water_basin	ปริมาตรน้ำลงอ่าง
8	cumulative_water	ปริมาตรน้ำสะสม
9	cumulative_compared	เทียบกับค่าเฉลี่ยทั้งปีสะสม
10	water_today	ปริมาณน้ำระบายวันนี้
11	average_water	ค่าเฉลี่ยน้ำรวมทั้งปี
12	accumulated_water	ปริมาณน้ำระบายสะสม

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างแบบจำลอง (Modeling Phase) เป็นขั้นตอนสำหรับการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทั้งหมด 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network หรือ NN) เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours หรือ K-NN) และเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบ (Training Set) และข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพ (Testing Set) ด้วยวิธี 10-fold cross validation ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

4.1 เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณในลักษณะความสัมพันธ์เชิงเชื่อมโยงระหว่างส่วนหรือแบบคอนเนคชันนิสต์ (connectionist) เพื่อพยากรณ์การทำงานเครือข่ายประสาทในสมอง ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีสามารถในการเรียนรู้การจดจำแบบรูป และการพยากรณ์อนาคต ดังแสดงในรูปที่ 3 และ 4

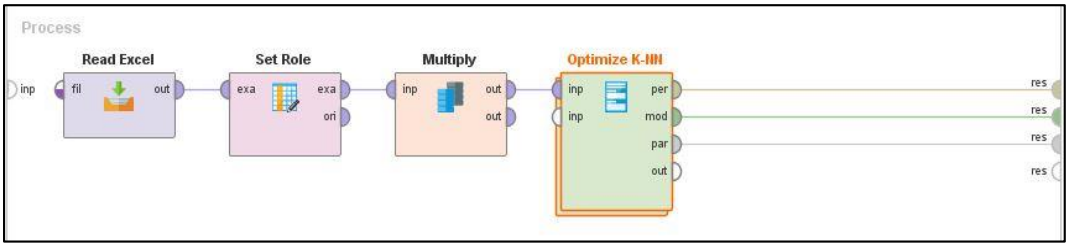


รูปที่ 3 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ในโปรแกรม RapidMiner Studio



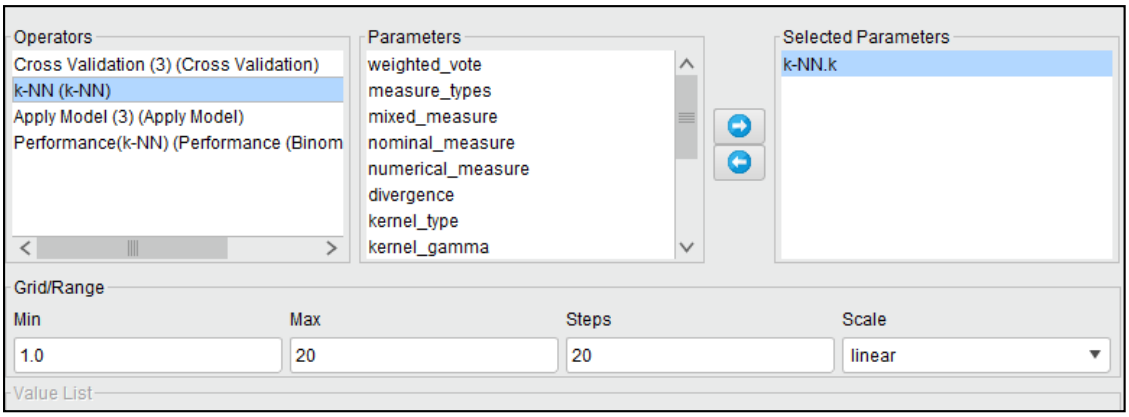
รูปที่ 4 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

4.2 เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) หรือ Lazy-Learning นั้น มาจากรูปแบบในการจำแนกประเภทข้อมูล โดยไม่มีการสร้างโมเดลสำหรับจำแนกประเภทข้อมูลเตรียมไว้ล่วงหน้าเมื่อมีข้อมูลใหม่ที่ต้องการจำแนกประเภท เพียงนำมาเทียบกับข้อมูลเดิมและดูความคล้ายคลึงกันของข้อมูลใหม่และข้อมูลเดิมที่มีก็สามารถจำแนกประเภทของข้อมูลใหม่ได้โดยให้เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลเดิมที่อยู่ใกล้เคียง ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 8

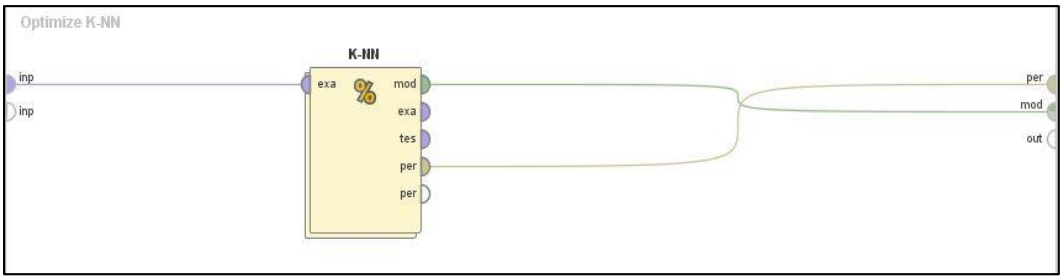


รูปที่ 5 การหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับค่า k ด้วยวิธีการ Optimization ของเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) ในโปรแกรม RapidMiner Studio

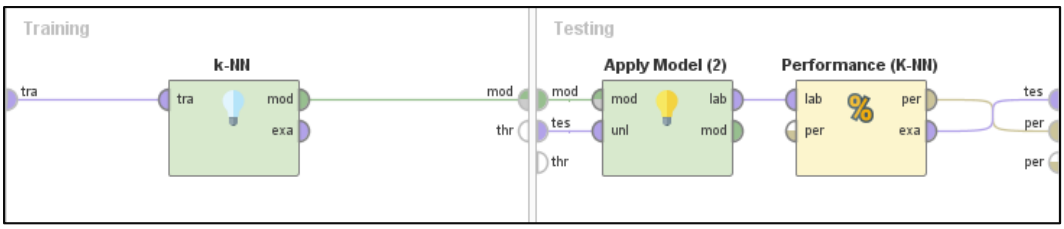
การหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับค่า k ด้วยวิธีการ Optimization โดยกำหนดค่า parameter k ต่ำสุดให้มีเท่ากับ 1 และค่า **k** สูงสุดให้มีค่าเท่ากับ 20 และให้มีการเพิ่มค่า k ขึ้นที่ละ 1 ค่า โดยกำหนดค่า Steps เป็น 20 ดังแสดงในรูปที่ 6 และทำการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลด้วยวิธี 10-fold Cross-validation ดังแสดงในรูปที่ 7 และ 8



รูปที่ 6 การ set ค่า parameter สำหรับการทำ optimize หาค่า k ที่ดีที่สุดของเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours)

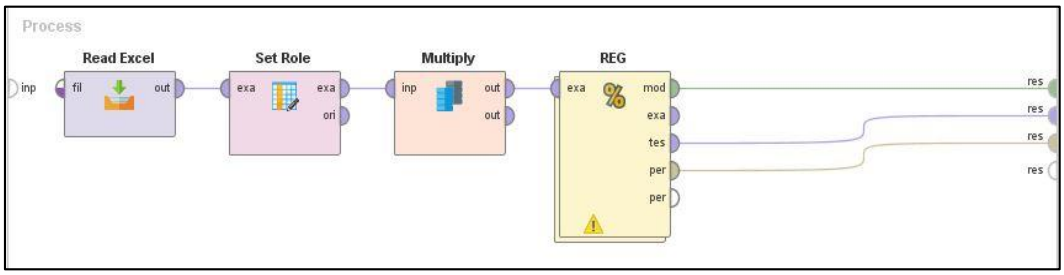


รูปที่ 7 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) ในโปรแกรม RapidMiner Studio

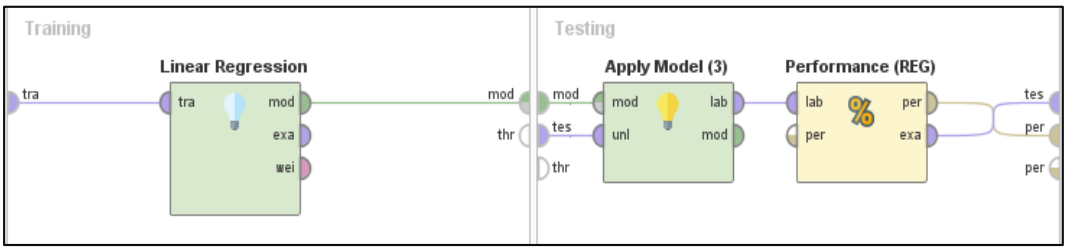


รูปที่ 8 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours)

4.3 เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) คือ การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรง จะทำนายข้อมูลที่มีค่าเชิงตัวเลขที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรตาม (response Variable) หรือ "y" โดยการพิจารณาค่าตัวแปรต้น (predictor variable) หรือ "x" เพียงแค่ค่าเดียวด้วยการประยุกต์ใช้ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) ดังแสดงในรูปที่ 9 และ 10



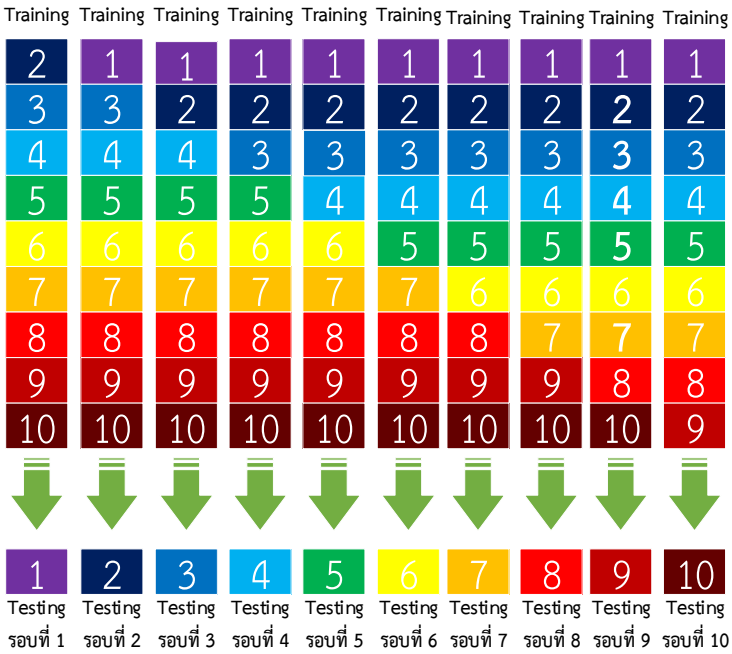
รูปที่ 9 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ในโปรแกรม RapidMiner Studio



รูปที่ 10 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

ทำการแบ่งข้อมูลเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล ซึ่งแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน เพื่อใช้สำหรับในการสร้างโมเดลและทำนายค่า ด้วยวิธี 10-fold Cross-validation แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบแบบจำลอง โดยชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) ดังรูปที่ 11 และวัดประสิทธิภาพด้วยค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE), ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error: ASE) จากนั้นทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยากรณ์แต่ละเทคนิค เพื่อให้ได้แบบจำลองจากอัลกอริทึมที่ดีที่สุด



รูปที่ 11 แสดงการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วนเพื่อใช้สำหรับการสร้างตัวแบบและการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล

ขั้นตอนที่ 6 การนำไปใช้งาน (Deployment)

เพื่อในการใช้น้ำที่เป็นปัญหาจึงรู้ถึงสาเหตุที่ส่งผลต่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นความรู้ที่มีประโยชน์เป็นอย่างมากในการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ จะได้มีการวางแผนหาแนวทางการป้องกันการเกิดอุทกภัย ภัยแล้ง และแก้ปัญหาการเกิดปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้งานในการแก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ให้ดียิ่งขึ้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล:

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ผู้วิจัยได้คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย Mean Squared Error (MSE) ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย Root Mean Squared Error (RMSE) และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ Absolute Error (ASE) ซึ่งวัดจากค่าประสิทธิภาพของทั้ง 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคโครงข่ายประสาท (Neural Network) เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor) และเทคนิคถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) และเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ซึ่งทำการแบ่งข้อมูลสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของ Model โดยการแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างแบบจำลอง (Training Set) และการทดสอบแบบจำลอง (Testing Set) ด้วยวิธีการ 10-fold cross-validation โดยวัดประสิทธิภาพด้วยค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (absolute error: ASE)

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์พยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ ด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลลัพธ์การทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

เทคนิคที่ใช้	**Squared Error: SE**	**Root Mean Square Error: RMSE**	**Absolute Error: ASE**
โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)	263.379	201.016	69,907.482

จากตารางที่ 3 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ การใช้เทคนิคเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยให้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) เท่ากับ 263.379 ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error : ASE) เท่ากับ 201.016 และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error : SE) เท่ากับ 69,907.482

ตารางที่ 4 ทดสอบหาค่า K ที่ดีที่สุดด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด เป็นการค้นหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับชุดของพารามิเตอร์โดยใช้เทคนิคการจัดแบ่งคลาส (K-NN) ซึ่งจะประกอบไปด้วย ค่า iteration , ค่า k-NN.k และค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE)

Iteration	**k-NN.k**	**Root Mean Squared Error: RMSE**
1	2	248.752
2	3	206.932
3	4	192.837
4	5	199.942
5	6	196.413
6	7	192.006
7	8	191.898
8	9	192.586
9	10	192.275
10	11*	191.216
11	12	192.228
12	13	192.400
13	14	192.801
14	15	192.968
15	16	193.564
16	17	193.365
17	18	193.571
18	19	196.106

Iteration	k-NN.k	Root Mean Squared Error: RMSE
19	20	195.840

หมายเหตุ: * ค่า k ที่ดีที่สุด คือ k = 11

จากตารางที่ 4 แสดงผลลัพธ์การใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) จะได้ค่า k ที่ดีที่สุด นั้นก็คือ k = 11

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ในช่วงเทศกาลปีใหม่ด้วย เทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางแสดงผลลัพธ์การทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours)

เทคนิคที่ใช้	Squared Error: SE	Root Mean Square Error: RMSE	Absolute Error: ASE
วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbor)	191.216	77.595	37,107.442

จากตารางที่ 5 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ การใช้เทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยให้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) เท่ากับ 191.216 ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error : ASE) เท่ากับ 77.595 และค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error : SE) เท่ากับ 37,107.442

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์จำนวนผู้บาดเจ็บและเสียชีวิต ในช่วงเทศกาลปีใหม่ด้วย เทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางแสดงผลลัพธ์การทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)

เทคนิคที่ใช้	Squared Error: SE	Root Mean Square Error: RMSE	Absolute Error: ASE
สมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression)	421.368	326.088	178,620.962

จากตารางที่ 6 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ การใช้เทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยให้ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) เท่ากับ 421.368 ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error : ASE) เท่ากับ 326.088 และ ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error : SE) เท่ากับ 178,620.962

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ แล้วนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบหาค่าการทดสอบการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพและค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

(Squared Error: SE) ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (absolute error: ASE) แสดงผลลัพธ์ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าทดสอบการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล

เทคนิคที่ใช้	**Squared Error: SE**	**Root Mean Square Error: RMSE**	**Absolute Error: ASE**
โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)	263.379	201.016	69,907.482
วิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด* (K-Nearest Neighbours)	191.216**	77.595**	37,107.442**
สมการถดถอยเชิงเส้น(Linear Regression)	421.368	326.088	178,620.962

หมายเหตุ: * คือ เทคนิคที่เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการสร้างตัวแบบ

** คือ ค่าประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลที่มีค่าต่ำที่สุด

จากตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ คือ เทคนิควิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ซึ่งให้ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Squared Error: SE) มีค่าเท่ากับ 37,107.442 ค่ารากที่สองของคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error: RMSE) มีค่าเท่ากับ 191.216 และค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (absolute error: ASE) มีค่าเท่ากับ 77.595 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ:

1. เนื่องจากการเก็บข้อมูลที่นำมาใช้สำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่นนี้ ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์ (thaiwater.net) ด้วยมือเป็นรายวันและนำมาจัดเก็บไว้ในโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งขั้นตอนในการจัดเก็บข้อมูลนี้อาจมีค่าผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ดังนั้นควรมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการจัดเก็บข้อมูล และก่อนจะทำการบันทึกข้อมูลแต่ละครั้งควรตรวจสอบข้อมูลว่ามีค่าครบถ้วนหรือไม่ เพื่อลดค่าผิดพลาดของข้อมูลที่จะเกิดขึ้น

2. ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ปริมาตรน้ำในอ่างปริมาตรน้ำปัจจุบัน ปริมาตรน้ำใช้การได้จริง ปริมาตรน้ำลงอ่าง ปริมาตรน้ำสะสม ปริมาณน้ำระบายวันนี้ ค่าเฉลี่ยน้ำรวมทั้งปี ปริมาณน้ำระบายสะสม ซึ่งอาจเป็นปัจ จัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลได้ค่าประสิทธิภาพของความแม่นยำของโมเดลค่อนข้างต่ำ ดังนั้นควรมีการนำเอาปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาทำการวิเคราะห์เพิ่มเติม เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ สภาพอากาศ เพื่อให้ค่าประสิทธิภาพของความแม่นยำของตัวแบบมีค่าเพิ่มมากขึ้น

3. เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น และข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เมื่อมีข้อมูลใหม่เพิ่มขึ้นเข้ามาในฐานข้อมูล ตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนก็ต้องมีการสร้างตัวแบบใหม่ขึ้นมา เพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ซึ่งมีผลต่อผลของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล ดังนั้นจึงควรมีการสร้างแบบจำลองใหม่ทุก ๆ ปี

4. เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อน ในงานวิจัยได้เลือกใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลเพียง 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) และเทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours หรือ k-NN) ซึ่งอาจจะให้ค่าความถูกต้องที่ยังมีค่าไม่มากพอ ดังนั้น ควรมีการนำเอาเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลเทคนิคอื่น ๆ เข้ามาวิเคราะห์เพื่อ

เปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบและเลือกเทคนิคที่ให้ค่าความถูกต้องและความแม่นยำสูงสุดในการพัฒนาตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนต่อไป

การนำแบบจำลองไปใช้งาน:

1. สามารถนำแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อนที่ได้จากการวิเคราะห์นี้ไปใช้เป็นแนวทางพัฒนาต่อยอดเป็นระบบสารสนเทศสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อน ในประเทศไทย

2 สามารถนำผลการวิเคราะห์ไปวางแผนในการปล่อยน้ำ กักเก็บน้ำ รวมไปถึงการป้องกันการเกิดปัญหา อุทกภัย ปัญหาภัยแล้ง และปัญหาการเกิดปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการใช้งานของประชาชน

3 สามารถนำผลการวิเคราะห์ไปเป็นแนวทางศึกษาและหาพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่จะปล่อยให้ประชาชนใช้ในการทำการเกษตร หรือมีการจัดให้ความรู้กับประชาชนที่ทำการเกษตรให้มีการใช้น้ำอย่างคุ่มค่า และเกิดประโยชน์สูงสุด

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยนี้ สำเร็จได้ด้วยการเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และความร่วมมือต่าง ๆ ของหลายท่าน ซึ่งให้การสนับสนุนคณะผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มต้นงานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์อนุพงศ์ สุขประเสริฐ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยฉบับนี้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ชี้แนะแนวทาง ให้คำแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ รวมถึงให้โอกาสและสนับสนุนในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบคุณคณะการบัญชีและการจัดการ ที่สนับสนุนทุนการศึกษาในการนำเสนอผลงานการประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ภาคการนำเสนอ ในสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ขอขอบคุณโรงไฟฟ้าพลังน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย เขื่อนอุบลรัตน์ที่กรุณาให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และอนุเคราะห์ให้ข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง:

[1] กรมชลประทาน. (2016). สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) กรุงเทพมหานคร. [ออนไลน์] แหล่งที่มา https://www.thaiwater.net/DATA/REPORT/php/rid_bigcm.html.

[2] พงศกร ธีรรัศมี. (2558). วิธีการหาค่า เค ที่เหมาะสมในการจำแนกแบบเคเนียร์เรสเนเบอร์กับขอ้มูลทางการแพทย์. วิทยานิพนธ์ วศ. ม นครราชศรีมา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีพรพล ธรรมรงค์รัตน์. การจำแนกประเภทเว็บเพจโดย วิธีการลดขนาดลักษณะเฉพาะและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน.สงขลา:มหาวิทยาลับสงขลาครินทร์,2551

[3] พิพัทต์ คงสินทวีสุข. (2017). ประวัติเขื่อน. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โรงไฟฟ้าพลังน้ำภาคตะวันเฉียงเหนือ เขื่อนอุบลรัตน์. [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://bit.ly/2INjNzE.

[4] สุชาดา กีระนนัท์. (2554). คำถามคำตอบเกี่ยวกับการทำเหมืองข้อมลูเบื้องต้น. Retrieved from บริษัท. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://home.kku.ac.th/wichuda/KnowIage/6Data Mining/Datamining_Suchada.pdf

[5] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ. (2562). คู่มือการทำเหมืองข้อมูล ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio (พิมพ์ครั้งที่ 2), ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[6] Gordon S. Linoff, Michael J.A.Berry. (2011). Data Mining Techniques: For Marketing, Sales, and Customer Relationship Management (4 ed.). IN: Wiley Publishing.

การพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา: บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์

CUSTOMER CHURN PREDICTION IN AN INTERNET SERVICE PROVIDER USING DATA MINING TECHNIQUES A CASE STUDY OF TOT PUBLIC COMPANY LIMITED, THATOM BRANCH, SURIN PROVINCE

พรชิตา คารมหวาน[1*] มัทนา พานทอง[1] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ[2] นันทนา งามตามพงศ์[2]

Pornchita Karomwan[1], Mathana Panthong[1], Anupong Sukprasert[2] and Nanthana Ngamtampong[2]

[1]นิสิตสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

[2]อาจารย์ประจำคณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: พรชิตา คารมหวาน อีเมล: pornchitakaromwan114@gmail.com

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเตอร์เน็ตของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล โดยนำข้อมูลการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของบริษัทฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ถึงปี พ.ศ. 2561 มาวิเคราะห์ตามกระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) และเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด เป็นเทคนิคที่ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 93.23% จึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้สำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเตอร์เน็ตของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ และผลวิจัยนี้ยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการกำหนดกลยุทธ์และนโยบายในการลดจำนวนลูกค้าที่จะมีโอกาสที่จะยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของบริษัทฯ ในอนาคต

คำสำคัญ: การพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการ, การทำเหมืองข้อมูล, การจำแนกประเภทข้อมูล

Abstract:

This study aimed to create a model for a customer churn prediction in an internet service provider of TOT Public Company Limited, Tha Tum Branch, Surin Province using data mining techniques. The data of customer churn from the years 2016 to 2018 were obtained for analysis based on Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM). The data mining techniques used in this research consisted of Decision Tree, K-Nearest Neighbours and Naive Bayes followed by a comparison of efficiency of the 3 classification techniques. The results showed that K-Nearest Neighbours is the best technique providing the most accuracy equivalent to 93.23%. It was suitable to be used in creating a model for customer churn prediction in an internet service provider of TOT Public Company Limited, Tha Tum Branch district, Surin Province. Thus, it was suggested the result can be applied to formulate strategies and policies to reduce the churn rate of customers who tend to cancel the company's internet service in the future.

Keyword: Churn Prediction, Data Mining, Classification

บทนำ

บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) เป็นผู้นำในธุรกิจด้านการสื่อสารโทรคมนาคมไทยดำเนินงานมากกว่า 60 ปี พร้อมให้บริการสื่อสารโทรคมนาคมแบบครบวงจร ตอบสนองความต้องการครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมายให้ได้รับความพึงพอใจ ได้ก่อตั้งเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2497 ภายใต้การดำเนินธุรกิจให้เช่าหรือบริการ [1] ซึ่งบริษัทฯได้มีการแบ่งการให้บริการตามภูมิภาคต่าง ๆ แบ่งการบริหารออกเป็น 5 ภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ [2] และขยายศูนย์บริการทั่วในเขตพื้นที่ทุกจังหวัด โดยบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) จังหวัดสุรินทร์ แบ่งการบริหารออกเป็น 3 ศูนย์บริการ คือ ศูนย์บริการ ทีโอที สาขาสุรินทร์ สาขาปราสาท และสาขาท่าตูม และบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ให้บริการอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง บริการบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตผ่านโครงข่ายเคเบิลใยแก้วนำแสง (Optical Fiber Cable) สามารถใช้งานด้านธุรกิจและส่วนบุคคลได้อย่างไร้ขีดจำกัด อีกทั้งยังเป็นผู้ให้บริการสื่อสารโทรคมนาคมแบบครบวงจร ได้แก่ การให้บริการโทรศัพท์พื้นฐาน บริการอินเทอร์เน็ตบ้าน บริการอินเทอร์เน็ตเคลื่อนที่ กล่องรับสัญญาณทีวี มีจำนวนผู้ใช้บริการจำนวนมากทั้งประชาชน และหน่วยงานภาคเอกชนและภาคราชการ ด้วยเครือข่ายสื่อสารไร้สายที่มั่นคงและครอบคลุมถึง 6 อำเภอ ของพื้นที่ แต่เนื่องจากปัจจุบันการเข้าถึงการบริการสื่อสารโทรคมนาคมผ่านเทคโนโลยีบรอดแบนด์นั้นสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็ว ซึ่งคุณภาพการให้บริการถือเป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จไม่เป็นที่พึงพอใจของลูกค้า โดยเฉพาะลูกค้าที่ใช้บริการบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตที่ยังคงมีอัตราการคืนเลขหมายที่สูง บริษัท ฯ ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาคุณภาพการให้บริการที่มีต่อลูกค้าที่ใช้บริการ จึงจำเป็นต้องดูแลลูกค้าให้เหมาะสมในแต่ละพื้นที่และต้องพัฒนาคุณภาพบริการอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการยกเลิกการใช้บริการส่งผลกระทบต่อบริษัท ผลกำไรลดลง การสูญเสียลูกค้า การหาลูกค้าใหม่อาจสูญเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าในการรักษาลูกค้าเก่า ซึ่งค่าเฉลี่ยการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตเฉลี่ยต่อเดือนร้อยละ 25 มีหนี้ค้างร้อยละ 70 [1] และสาเหตุของการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตส่วนมากคือลูกค้าไม่ทำสัญญาต่อในการใช้บริการ สาเหตุรองลงมาคือ การย้ายค่ายบริการใหม่ ได้แก่ 3BB, CAT, TRUR, AIS เป็นต้น

ดังนั้น ผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการนำทฤษฎีการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) มาวิเคราะห์ข้อมูลการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ เพื่อนำมาสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ต และนำผลการวิเคราะห์มาช่วยในการพัฒนาปรับปรุงบริการให้มีประสิทธิภาพตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการได้ จนทำให้เกิดการใช้อย่างต่อเนื่อง และใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการให้บริการที่เหมาะสมต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเตอร์เน็ตของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบสร้างจากเทคนิคของการจำแนกประเภทข้อมูลแต่ละเทคนิค

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีการตีจาก

ปัจจุบันการยกเลิกใช้บริการเป็นสิ่งที่อุตสาหกรรมให้ความสำคัญหลัก และทุกบริษัทมีความตื่นตัวที่จะจัดการกับเรื่องนี้ เนื่องจากการยกเลิกใช้บริการสามารถทำรายได้ลดลง เกิดการสูญเสียข้อตกลงทางการค้าที่ดี และการสูญเสียงานที่เกิดจากการที่ไม่ได้ให้บริการต่อเนื่องกับลูกค้า นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยโดย Reichheld and Sasser ได้เปิดเผยว่า จากการเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ของอัตราการรักษาลูกค้าไว้ สามารถเพิ่มมูลค่าปัจจุบันสุทธิของลูกค้า โดยเฉลี่ยได้ถึงร้อยละ 35 สำหรับบริษัทที่ดำเนินธุรกิจด้านซอฟต์แวร์สูงถึงร้อยละ 95 และบริษัทดำเนินธุรกิจด้านตัวแทนโฆษณา นอกจากนั้นเป้าหมายในทางปฏิบัติที่จะดำเนินการเกี่ยวกับการยกเลิกบริการยังแบ่งได้เป็นสองแบบ คือ แบบที่บริษัทรอจนกระทั่งสิ้นสุดสัญญาหลังจากนั้นก็

นำเสนอบริการที่สร้างแรงจูงใจ เช่น ส่วนลดหรือโบนัสเพื่อให้ลูกค้าอยู่ต่อ ซึ่งเราเรียกวิธีการนี้ว่า Reactive ส่วนอีกวิธีการหนึ่งเรียกว่า Proactive คือ การที่ผู้ให้บริการพยายามที่จะค้นหาลูกค้าที่มีแนวโน้มการยกเลิกบริการล่วงหน้าให้ได้ หลังจากนั้นก็นำเสนอบริการที่พิเศษหรือส่วนลดเพื่อที่จะรักษาลูกค้าที่กำลังยกเลิกบริการ [7]

2. การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบ Pattern หรือการจำแนกประเภทของข้อมูลระหว่างข้อมูลในฐานขนาดใหญ่ [6] ได้นำมาสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์หรือการสร้างตัวแบบสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล การดำเนินงานอยู่ในลักษณะของการสร้างตัวแบบ (Modeling) ที่อธิบายความเป็นไปที่เกิดขึ้น แล้วนำตัวแบบนี้มาใช้อธิบายสถานการณ์ที่ยังไม่เกิดหรือที่ไม่ทราบคำตอบ [3]

3. เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย (Data Mining Techniques)

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้สำหรับการพยากรณ์ พบว่า เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล ได้แก่ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN) ดังนี้

3.1 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เป็นกระบวนการเรียนรู้จำแนกโดยการแบ่งแยกข้อมูลออกเป็นแขนงสาขา ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับการตัดสินใจจริงของมนุษย์และถูกแสดงเป็นภาพที่เข้าใจง่าย และสามารถทำงานได้กับข้อมูลที่มีความเกี่ยวกันของข้อมูลสูง และอาจมีหลายลำดับชั้นโดยมีอัลกอริทึมที่นิยมนำมาใช้ในการสร้างแผนตัดสินใจ (Decision tree) อยู่หลายกระบวนการ เช่น Hunt's Algorithm, CAR, ID3, C4.5 และ SLIQ เป็นต้น ซึ่งการสร้างแผนการตัดสินใจ (Decision tree) จากข้อมูลที่ต้องการทำการเรียนรู้จะต้องมีการกำหนดคุณลักษณะ (Attribute) และการแบ่งโหนด (Node or split) ของตัวแบบแผน (Tree) นั้น ซึ่งอาจเป็นไปตามข้อมูลที่ได้มา [4]

สำหรับสิ่งที่ต้องคำนึงในการสร้างแบบแผนการตัดสินใจ (Decision tree) นั้นประกอบไปด้วยการระบุคุณลักษณะ (Attribute) และชนิดของ Attribute การ Split และ Pruning, จำนวนทางเลือกแบบสองทาง (Binary) หรือหลายทาง (Multiway) เป็นต้น ส่วนการเลือกค่าที่บ่งบอกว่า attribute สมควรนำมาใช้เป็นคุณลักษณะในการแบ่งหรือไม่นั้นจะใช้ค่า Gini Index ซึ่งมีสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Gini (t)} = 1 - \sum_{i=0}[p(i|t)] \quad (1)$$

และการคำนวณค่า Entropy หรือค่าความยุ่งเหยิงของข้อมูลนั้น มีสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Entropy (t)} = 1 \sum i = 0 \text{ (p (i | t)) } \log_2 P \text{ (i | t)} \quad (2)$$

โดยที่ p (i | t) คือ จำนวนสมาชิกกลุ่ม i ต่อจำนวนทั้งหมดในกิ่ง

3.2 เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) คือ โมเดลการจัดกลุ่มข้อมูลที่ใช้หลักความน่าจะเป็นซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ Bayes' Theorem และสมมติฐานที่กำหนดให้การเกิดของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดกลุ่มนั้นเป็นอิสระต่อกัน (independence) ซึ่งการเรียนรู้จำแนกด้วยกระบวนการของ (Naive Bayes) สามารถแสดงการคำนวนโดยใช้ Bayes' Theorem ได้ดังสมการต่อไปนี้ [4]

$$P(H|E_1, E_2, \ldots E_n) = \frac{P(E_1,E_2,\ldots E_n|H) * P(H)}{P(E_1,E_2,\ldots E_n)} \quad (3)$$

เมื่อกำหนดให้เหตุการณ์ $E_1,E_2,\ldots E_n$ คือ เหตุการณ์ n เหตุการณ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่ม และจากสมมติฐานที่เรากำหนดให้แต่ละเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดกลุ่มเป็นอิสระต่อกันแล้วนั้น เราจะสามารถแสดงการคำนวนโดยใช้ Bayes' Theorem ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\frac{P(E_1|H)*(E_2|H),\ldots P(E_n|H)*P(H)}{P(E_1|H)*P(E_2|H),\ldots P(E_n|H)} \quad (4)$$

โดยที่

p คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ จากทั้งหมด N เหตุกาณ์

E_n คือ เหตุการณ์ *n* เหตุการณ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่ม

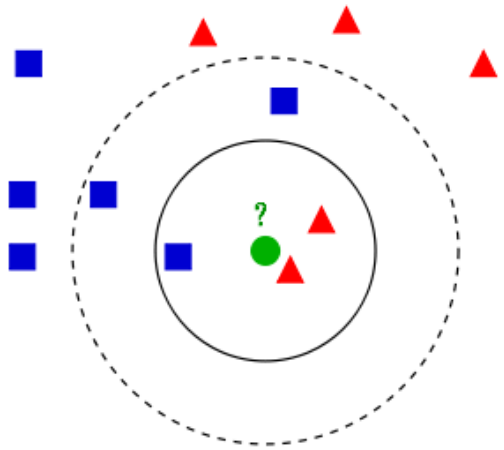
H คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ H เมื่อเกิดเหตุการณ์ E

3.3 เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors: k-NN) เป็นวิธีในการจำแนกประเภทของข้อมูลวิธีการหนึ่งที่เป็นที่นิยม โดยลักษณะพิเศษของเคเนียร์เรสเบอร์คือ Lazy-Learning นั้นมาจากรูปแบบในการจำแนกประเภทข้อมูลของ k-NN โดยไม่มีการสร้างโมเดลสำหรับจำแนกประเภทข้อมูลเตรียมไว้ล่วงหน้า เมื่อมีข้อมูลใหม่ที่ต้องการจำแนกประเภทเพียงนำมาเทียบกับข้อมูลเดิมหรือดูความคล้ายคลึงกันของข้อมูลใหม่และข้อมูลเดิม ก็สามารถจำแนกประเภทของข้อมูลใหม่ได้ โดยให้เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลเดิมที่อยู่ใกล้เคียง [4]

กำหนดให้จุดที่พิจารณา คือ วงกลมสีเขียว ควรจัดกลุ่มให้จุดที่สนใจไปอยู่ใน คลาสแรกของสี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน หรือคลาสสองของสามเหลี่ยมสีแดง

ถ้า k=3 แล้ว วงกลมสีเขียวจะอยู่ในคลาสสอง เพราะมี สี่เหลี่ยม 1 รูป และ สามเหลี่ยม 2 รูป อยู่ในวงกลมวงใน

ถ้า k=5 แล้ว วงกลมสีเขียวจะอยู่ในคลาสแรก เพราะมี สี่เหลี่ยม 3 รูป และ สามเหลี่ยม 2 รูป อยู่ในวงกลมวงนอก



รูปที่ 1 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN)
ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/K-nearest_neighbors_algorithm

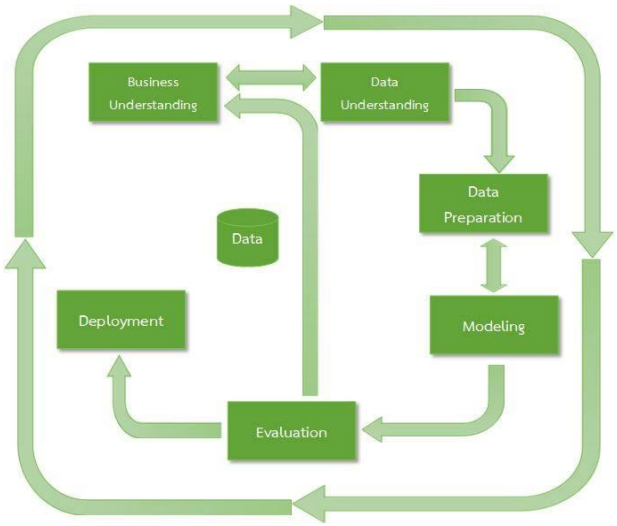
อุปกรณ์และวิธีทดลอง

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้การดำเนินการสร้างแบบสำหรับพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตลูกค้าของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ประกอบด้วย 2 ซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรม Microsoft Excel ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของบริษัททีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ และโปรแกรม RapidMiner Studio ใช้สำหรับการเตรียมข้อมูล การสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของลูกค้า และวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลในครั้งนี้

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross-Industry Standard Process for Data Mining หรือ CRISP-DM) โดยแบ่งขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 2 กระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM)

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Business Understanding Phase)

ปัญหาการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของลูกค้าถือว่าเป็นปัญหาสำคัญของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ถือเป็นปัญหาหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อรายได้ของบริษัทฯ และลูกค้าที่ทำการยกเลิกในแต่ละครั้งนั้นส่งผลเสียต่อตัวเอง ทั้งที่ต้องชำระค่าปรับก่อนครบสัญญา(กรณี ที่ลูกค้ายกเลิกสัญญาก่อนครบกำหนด) ซึ่งการยกเลิกการใช้บริการของลูกค้านั้น มาจากสาเหตุการให้บริการอินเทอร์เน็ตของทางบริษัทฯ มีความล่าช้า การทำงานในการตรวจสอบ/แก้ไขปัญหาการซ่อมบำรุงที่มีการแจ้งซ่อมเกิดความล่าช้า จึงส่งผลทำให้ลูกค้าเกิดการยกเลิกใช้บริการอินเทอร์เน็ตกับทางบริษัทฯ

ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding Phase)

ข้อมูลที่นำมาใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของลูกค้า ซึ่งได้รับอนุเคราะห์ข้อมูลจากบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 3 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 - พ.ศ.2561 โดยเป็นข้อมูลการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของลูกค้าที่ใช้บริการในเขตพื้นที่ให้บริการของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ทั้งหมด 6 อำเภอ จำนวนทั้งสิ้น 2,880 รายการ ที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation Phase)

เนื่องจากข้อมูลดิบ (Raw data) ที่ได้รวบรวมมานั้นมีจำนวนแอทริบิวต์และค่าสูญหาย (Missing Values) เป็นจำนวนมาก หากนำไปวิเคราะห์ก็จะส่งผลทำให้ผลลัพธ์ที่ได้เกิดความผิดพลาด ไม่น่าเชื่อถือ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องทำการเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ โดยเริ่มจากการนำเข้าข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ การคัดเลือกตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลงข้อมูลให้เหมาะสมสำหรับเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนการเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. การนำเข้าข้อมูลที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของบริษัทฯ ผู้วิจัยจึงได้ส่งออกข้อมูลมาเก็บให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์ Excel และนำเข้าข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผลในโปรแกรม RapidMiner Studio แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดแอททริบิวต์ทั้งหมดของข้อมูลจากบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์

ลำดับที่	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	Account_no	ลำดับที่บัญชี
2	Service_no	หมายเลขการให้บริการ
3	Type	ประเภทลูกค้า
4	Name	ชื่อลูกค้า
5	Gov code	รหัสหน่วยงาน
6	Due_date	ก่อนวันครบกำหนด
7	D1	จำนวนการค้างชำระ 30 วัน
8	D2	จำนวนการค้างชำระ 60 วัน
9	D3	จำนวนการค้างชำระ 90 วัน
10	D4	จำนวนการค้างชำระ 120 วัน
11	D5	จำนวนการค้างชำระ 180 วัน
12	M1	จำนวนการค้างชำระ 13-15 เดือน
13	M2	จำนวนการค้างชำระ 16-18 เดือน
14	M3	จำนวนการค้างชำระ 19-21 เดือน
15	M4	จำนวนการค้างชำระ 12-24 เดือน
16	Y1	จำนวนการค้างชำระ 1 ปี
17	Y2	จำนวนการค้างชำระ มากกว่า 2 ปี
18	Total	จำนวนยอดเงินรวม

2. การคัดเลือกตัวแปรที่นำมาสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตลูกค้าของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ เพื่อให้ได้ตัวแปรที่มีความสำคัญในการวิเคราะห์และมีความแม่นยำสูง หลังจากสำรวจข้อมูลในแต่ละแอททริบิวต์ พบว่า ข้อมูลยังมีความไม่สมบูรณ์ เช่น มีค่าว่าง (Missing Value) และสิ่งรบกวน (Noisy Data) โดยผู้วิจัยได้ตัดแอทริบิวต์ที่มีค่าว่างทั้งหมดของแอทริบิวต์ ได้แก่ จำนวนการค้างชำระ 13-15 เดือน (M1), จำนวนการค้างชำระ 16-18 เดือน (M2), จำนวนการค้างชำระ 19-21 เดือน (M3), จำนวนการค้างชำระ 12-24 เดือน (M4), จำนวนการค้างชำระ มากกว่า 2 ปี (Y2) เนื่องจากไม่มีผลต่อการนำไปประมวลผลข้อมูล ซึ่งได้แสดงในตารางที่ 2

3. การแปลงข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่ได้มานั้นยังไม่เหมาะสมสำหรับบางเทคนิคที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบ ดังนั้นผู้วิจัยจำทำการแปลงข้อมูลจากข้อมูลเชิงปริมาณให้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ตัวแปร จำนวนการค้างชำระ 1 ปี (Y1), จำนวนยอดเงินรวม (Total), จำนวนเดือนที่ค้างชำระ (Overdue) และตัวแปรรอบบิลชำระก่อนวันครบกำหนด (Due Date) ด้วยเทคนิค Discretization by Binning เพื่อแบ่งช่วงของข้อมูลให้มีค่าเท่ากัน จากนั้นทำการเพิ่มตัวแปรจำนวน 3 ตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรโปรโมชั่นอินเทอร์เน็ต (Promotion) โดยทำการเก็บข้อมูลโปรโมชั่นที่ลูกค้าเลือกใช้บริการอินเทอร์เน็ตรูปแบบรายเดือน โปรโมชั่นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเวลากำหนด ซึ่งโปรโมชั่นทางบริษัทฯ แนะนำ คือ 1. โปรโมชั่นเน็ตได้ใจ 2. โปรโมชั่น Blue Speed และ 3. โปรโมชั่น Top Speed ที่นิยมใช้กับองค์กรหรือบุคคลทั่วไป ตัวแปรจำนวนเดือนที่ค้างชำระ (Overdue) วิเคราะห์จากจำนวนกค้างชำระของลูกค้าที่ค้างชำระบริการแต่ละเดือน กำหนดการชำระแต่ละรอบบิลมาบวกกัน

ถ้าไม่มีการชำระหรือค้างชำระทางบริษัทฯจะระงับการใช้อินเทอร์เน็ตทันที และตัวแปรการยกเลิกการใช้บริการของลูกค้า (Churn) วิเคราะห์จากการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของลูกค้าที่มีโอกาสที่จะยกเลิกหรือไม่ยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ต

การกำหนดหน้าที่ของแอทริบิวต์ โดยกำหนดให้ การยกเลิกการใช้บริการของลูกค้า มีหน้าที่เป็นคลาสที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ (label) และหมายเลขบริการ มีหน้าที่เป็นรหัส (id) ดังแสดงในตารางที่ 2

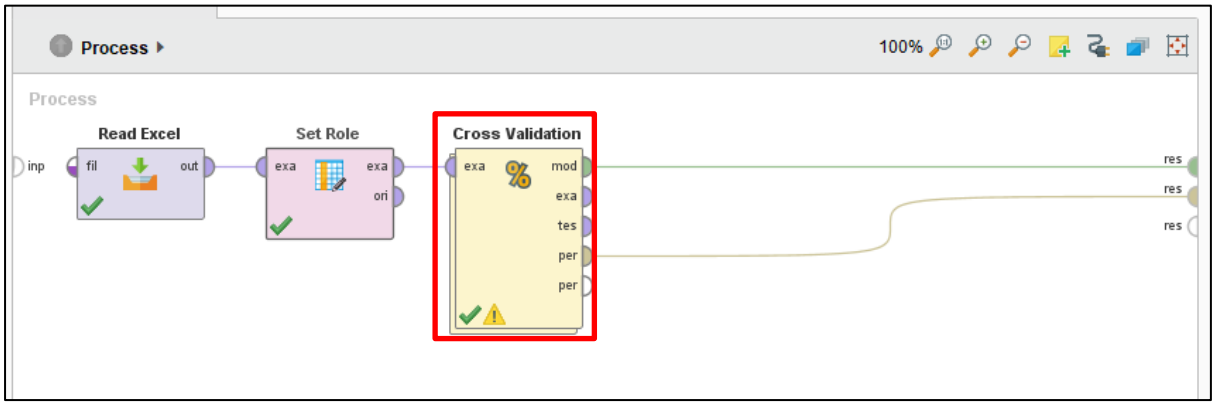
ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดแอททริบิวต์ที่ใช้ในงานวิจัย

ลำดับที่	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	Service_no (ID)	หมายเลขการบริการ
2	Due_date	ก่อนวันครบกำหนด
3	D1	จำนวนการค้างชำระ 30 วัน
4	D2	จำนวนการค้างชำระ 60 วัน
5	D3	จำนวนการค้างชำระ 90 วัน
6	D4	จำนวนการค้างชำระ 120 วัน
7	D5	จำนวนการค้างชำระ 180 วัน
8	Y1	จำนวนการค้างชำระ 1 ปี
9	Total	จำนวนยอดเงินรวม
10	Churn (LABEL)	การยกเลิกการใช้บริการของลูกค้า
11	Promotion	โปรโมชั่นอินเทอร์เน็ต
12	Overdue	จำนวนเดือนที่ค้างชำระ

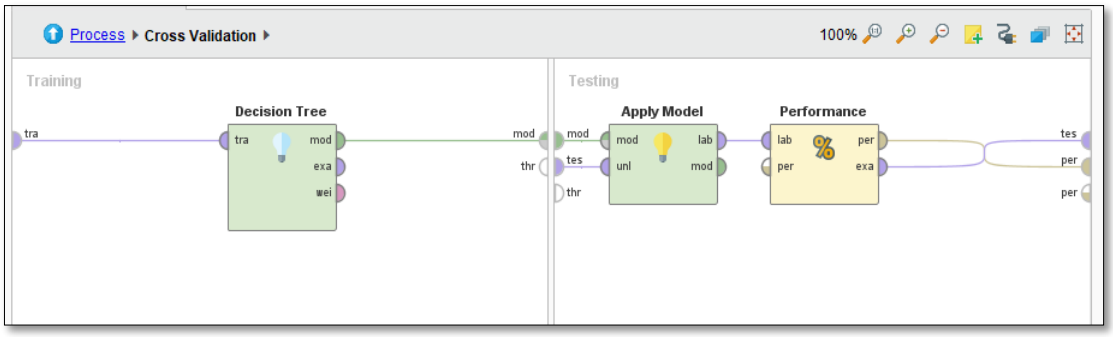
ขั้นตอนที่ 4 การสร้างตัวแบบจำลอง (Modeling Phase)

เป็นขั้นตอนสำหรับการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลทั้งหมด 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคการเรียนเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบ (Training Set) และข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพ (Testing Set) ด้วยวิธี 10-fold cross validation ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

4.1 เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) คือ การจำแนกกลุ่ม (Classify) ชุดข้อมูลนำเข้าแต่ละกรณี (Instance) แต่ละบัพ (node) ของต้นไม้ตัดสินใจคือตัวแปร (attribute) ต่าง ๆ ของชุดข้อมูล [4] ดังแสดงในรูปที่ 3 และ 4

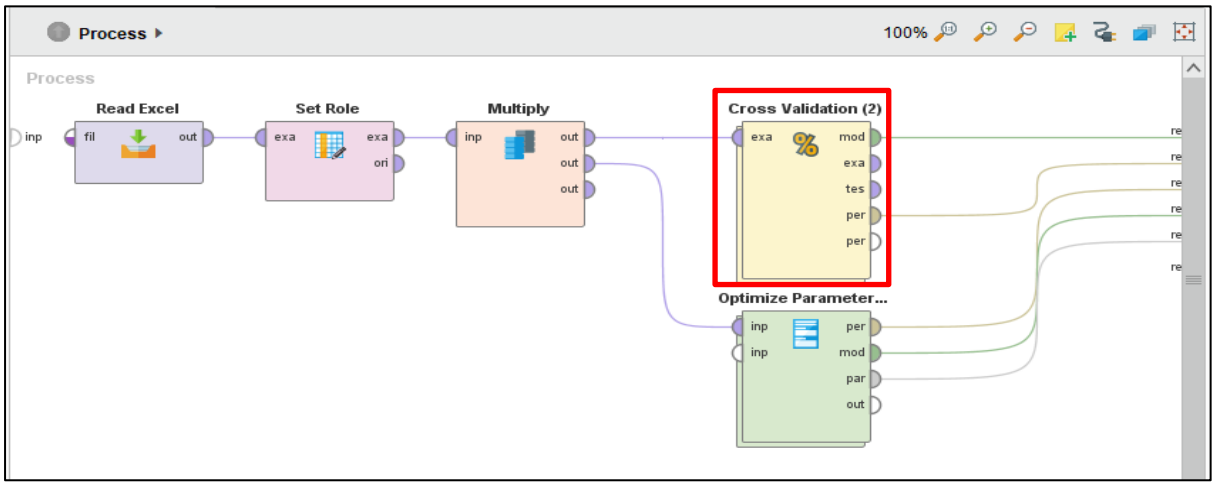


รูปที่ 3 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ในโปรแกรม RapidMiner Studio

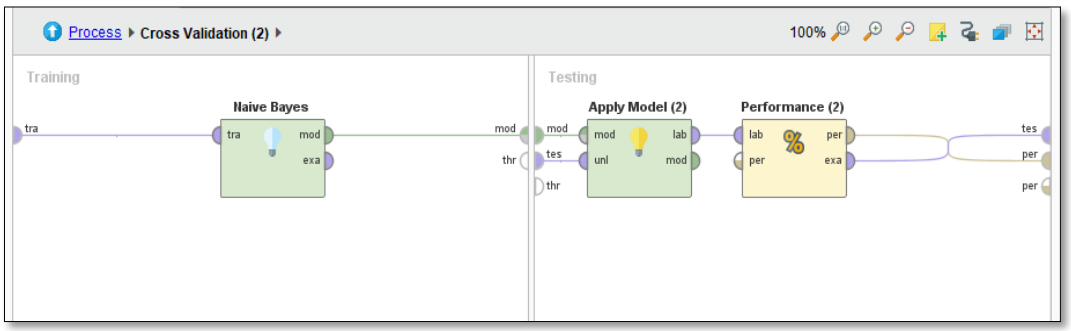


รูปที่ 4 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

4.2 เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) คือ โมเดลที่ใช้ในการจัดกลุ่มอาศัยหลักความน่าจะเป็นซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ Bayes' Theorem และสมมติฐานที่กำหนดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดกลุ่มนั้นมีความเป็นอิสระต่อกัน [4] ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6

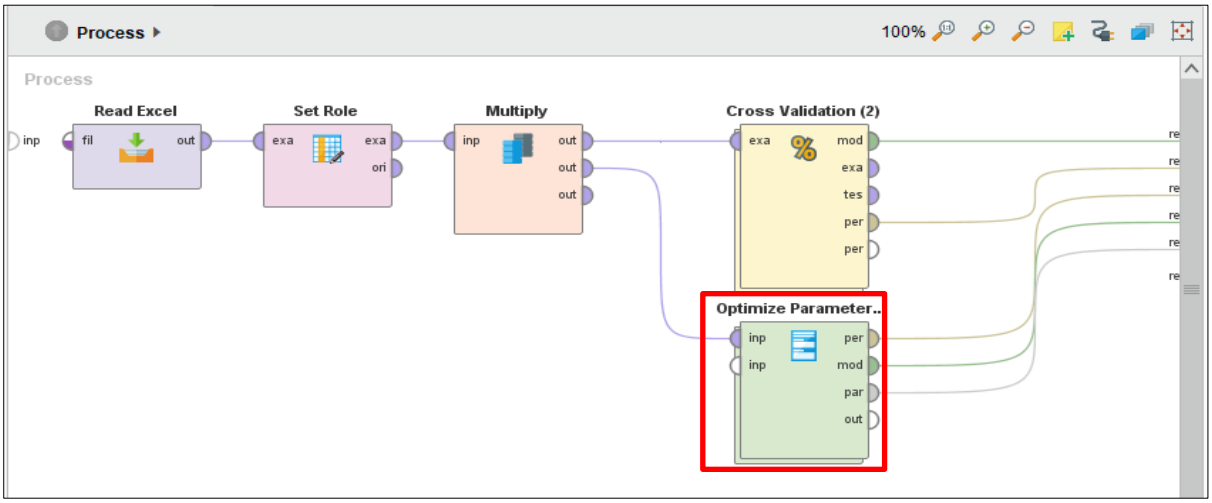


รูปที่ 5 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) ในโปรแกรม RapidMiner Studio



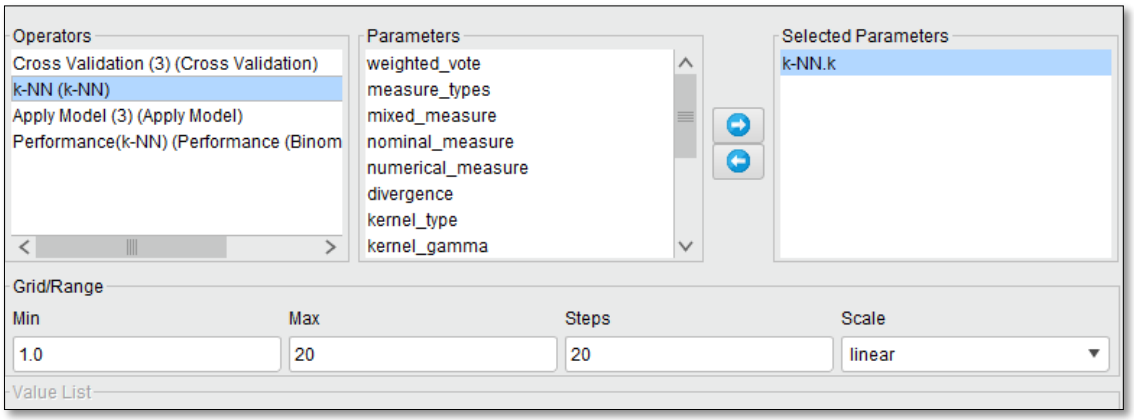
รูปที่ 6 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes)

4.3 เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN) หรือ Lazy-Learning นั้น มาจากรูปแบบในการจำแนกประเภทข้อมูล โดยไม่มีการสร้างโมเดลสำหรับจำแนกประเภทข้อมูลเตรียมไว้ล่วงหน้าเมื่อมีข้อมูลใหม่ที่ต้องการจำแนกประเภท เพียงนำมาเทียบกับข้อมูลเดิมและดูความคล้ายคลึงกันของข้อมูลใหม่และข้อมูลเดิมที่มีก็สามารถจำแนกประเภทของข้อมูลใหม่ได้โดยให้เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลเดิมที่อยู่ใกล้เคียง [4] ดังแสดงในรูปที่ 7 และ 10

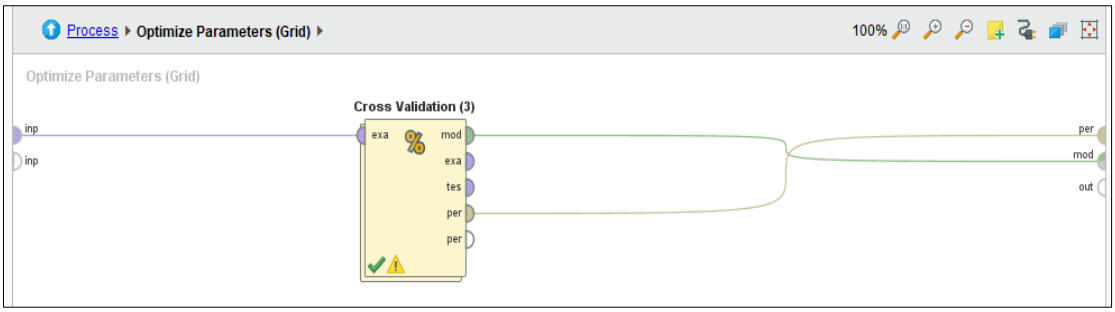


รูปที่ **7** การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดในโปรแกรม RapidMiner Studio

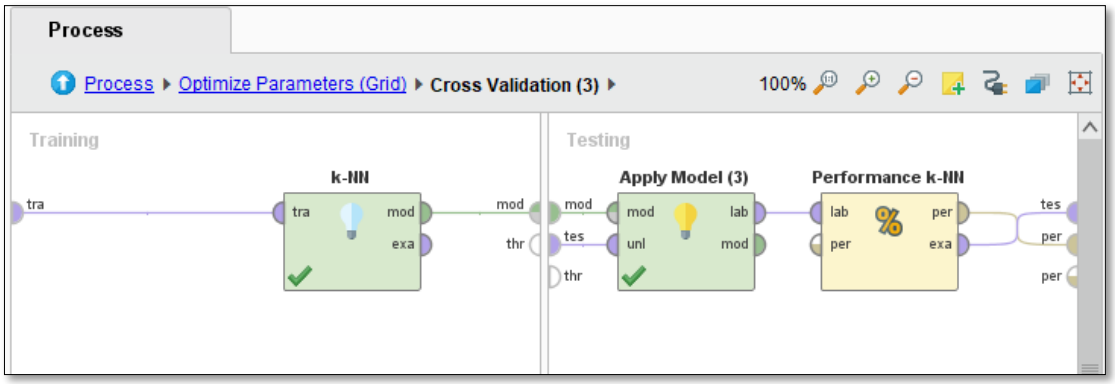
การหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับค่า k ด้วยวิธีการ Optimization โดยกำหนดค่า parameter k ต่ำสุดให้มีเท่ากับ 1 และค่า k สูงสุดให้มีค่าเท่ากับ 20 และให้มีการเพิ่มค่า k ขึ้นที่ละ 1 ค่า โดยกำหนดค่า Steps เป็น 20 ดังแสดงในรูปที่ 8 และทำการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลด้วยวิธี 10 fold Cross-validation ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 8 การ set ค่า parameter สำหรับการทำ optimize หาค่า k ที่ดีที่สุดของเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN)



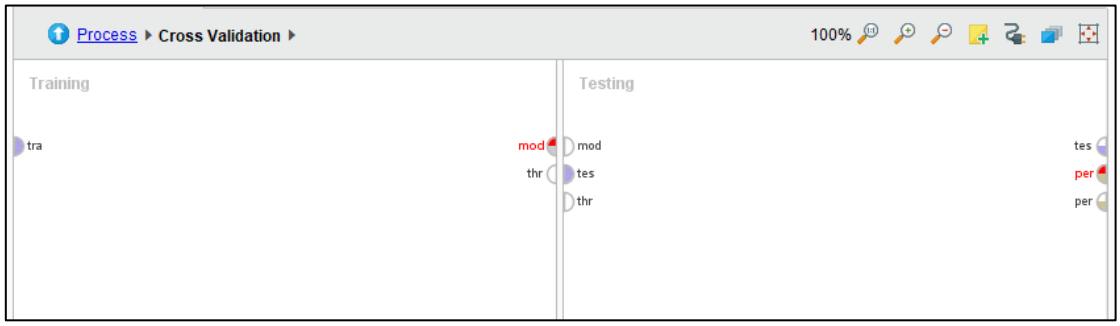
รูปที่ 9 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์ฯและทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN) ในโปรแกรม RapidMiner Studio



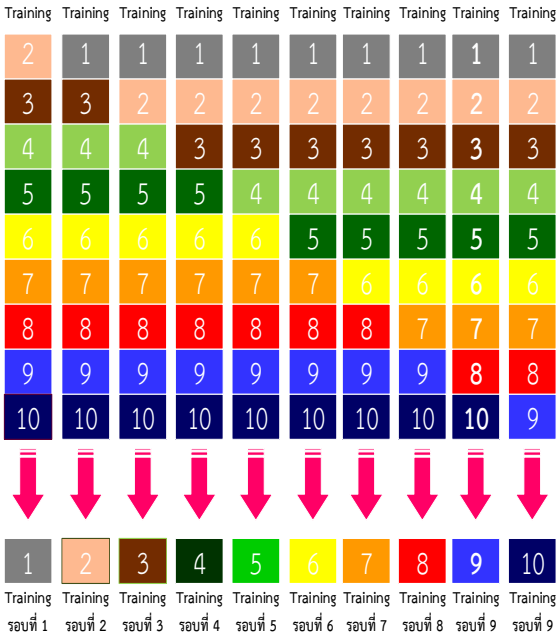
รูปที่ 10 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN)

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

ขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification Performance) สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-Measure) จากนั้นทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่เทคนิค เพื่อให้ได้แบบจำลองที่ให้ค่าความแม่นยำของการพยากรณ์ที่ดีที่สุด โดยผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน สำหรับการสร้างตัวแบบ (Training Set) และสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพ (Testing Set) ด้วยวิธีการ 10-fold cross validation โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน



รูปที่ 11 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพด้วย Cross-validation Test



รูปที่ 12 แสดงการแบ่งข้อมูลเพื่อใช้สำหรับวัดประสิทธิภาพของโมเดลด้วยวิธี 10-fold cross-validation

ขั้นตอนที่ 6 การนำไปใช้งาน (Deployment)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปใช้สำหรับพยากรณ์การยกเลิกการใช้อินเทอร์เน็ตของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ โดยนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารความสัมพันธ์กับลูกค้า เป็นเครื่องมือที่จะมาช่วยลดอัตราการสูญเสียลูกค้าไปยังคู่แข่งให้น้อยลง และสร้างความสัมพันธ์ลูกค้ากับองค์กรควบคู่กันให้ยาวนาน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดกลยุทธ์และนโยบายในการลดจำนวนลูกค้าที่จะมีโอกาสที่จะยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของบริษัทฯ ในอนาคต

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ผู้วิจัยได้คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพและค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) ซึ่งวัดจากค่าประสิทธิภาพของทั้ง 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN) ดังผลลัพธ์ในตารางที่ 3-6

ผลวิเคราะห์การทดสอบทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทของข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ดูผลลัพธ์สำหรับการพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผล Confusion Matrix ในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

ค่าทำนาย / ค่าจริง	ค่าจริงของกลุ่มNo	ค่าจริงของกลุ่มYes
ค่าทำนายเป็นกลุ่มNo	2,218	185
ค่าทำนายกลุ่มYes	23	55
accuracy: 91.62% +/- 1.81% (micro average: 91.62%)		
precision: 92.33% +/- 1.75% (micro average: 92.30%) (positive class: No)		
recall: 98.97% +/- 0.76% (micro average: 98.97%) (positive class: No)		
f-measure: 95.53% +/- 0.95% (micro average: 95.52%) (positive class: No)		

จากตารางที่ 3 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ คลาสเป้าหมายคือกลุ่มที่ไม่มีการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ต จำนวนทั้งสิ้น 2,241 คน โดยมีค่าทำนายเป็นกลุ่มที่ไม่มีการยกเลิกอินเทอร์เน็ต จำนวน 2,218 คน และทำนายเป็นกลุ่มที่มีการยกเลิกอินเทอร์เน็ต จำนวน 23 คน โดยตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 91.62% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 92.33% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 98.97% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 95.53%

ผลวิเคราะห์การทดสอบทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทของข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ดูผลลัพธ์สำหรับการพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางแสดงผล Confusion Matrix ในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes)

ค่าทำนาย / ค่าจริง	ค่าจริงของกลุ่มNo	ค่าจริงของกลุ่มYes
ค่าทำนายเป็นกลุ่มNo	2,063	168
ค่าทำนายกลุ่มYes	178	72
accuracy: 86.05% +/- 1.41% (micro average: 86.05%)		
precision: 92.47% +/- 0.68% (micro average: 92.47%) (positive class: No)		
recall: 92.06% +/- 1.56% (micro average: 92.06%) (positive class: No)		
f-measure: 92.26% +/- 0.83% (micro average: 92.26%) (positive class: No)		

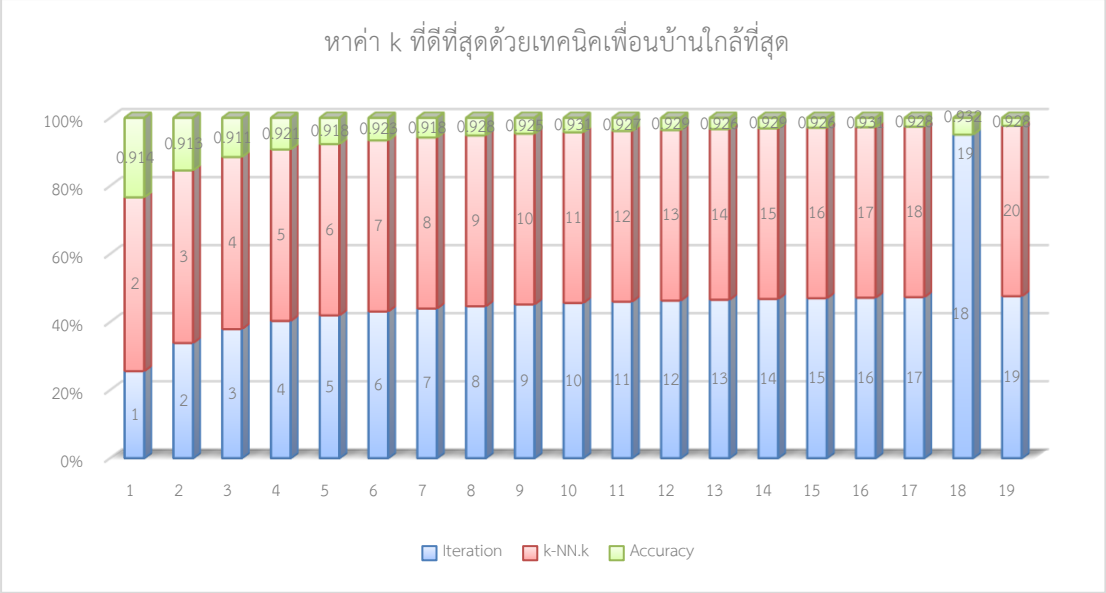
จากตารางที่ 4 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ คลาสเป้าหมายคือกลุ่มที่ไม่มีการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ต จำนวนทั้งสิ้น 2,241 คน โดยมีค่าทำนายเป็นกลุ่มที่ไม่มีการยกเลิกอินเทอร์เน็ต จำนวน 2,063 คน และทำนายเป็นกลุ่มที่มีการยกเลิกอินเทอร์เน็ต จำนวน 178 คน โดยตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 86.05% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 92.47% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 92.06% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 92.26%

ตารางที่ 5 ทดสอบหาค่า **k** ที่ดีที่สุดด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด เป็นการค้นหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับชุดของพารามิเตอร์โดยใช้เทคนิคการจัดแบ่งคลาส **(k-NN)** ซึ่งจะประกอบไปด้วย ค่า **Iteration ,** ค่า **k-NN.k** และค่าความถูกต้อง **(Accuracy)**

Iteration	k-NN.k	Accuracy
1	2	0.914
2	3	0.913
3	4	0.911
4	5	0.921
5	6	0.918
6	7	0.923
7	8	0.918
8	9	0.928
9	10	0.925
10	11	0.931
11	12	0.927
12	13	0.929
13	14	0.926
14	15	0.929
15	16	0.926
16	17	0.931
17	18	0.928
18	19*	0.932
19	20	0.928

หมายเหตุ * ค่า k ที่ดีที่สุด คือ k = 19

จากตารางที่ 5 แสดงผลลัพธ์การใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN) จะได้ค่า k ที่ดีที่สุด นั้นก็คือ k = 19



รูปที่ 13 แสดงผลลัพธ์การใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN) จะได้ค่า k ที่ดีที่สุด นั้นก็คือ k = 19

ผลวิเคราะห์การทดสอบทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทของข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ดูผลลัพธ์สำหรับการพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN) ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางแสดงผล Confusion Matrix ในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN)

ค่าทำนาย / ค่าจริง	**ค่าจริงของกลุ่มNo**	**ค่าจริงของกลุ่มYes**
ค่าทำนายเป็นกลุ่มNo	2,154	81
ค่าทำนายกลุ่มYes	87	159
accuracy: 93.23% +/- 1.33% (micro average: 93.23%)		
precision: 96.42% +/- 1.72% (micro average: 96.38%) (positive class: No)		
recall: 96.12% +/- 1.63% (micro average: 96.12%) (positive class: No)		
f-measure: 96.25% +/- 0.73% (micro average: 96.25%) (positive class: No)		

จากตารางที่ 6 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ คลาสเป้าหมายคือกลุ่มที่ไม่มีการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ต จำนวนทั้งสิ้น 2,241 คน โดยมีค่าทำนายเป็นกลุ่มที่ไม่มีการยกเลิกอินเทอร์เน็ต จำนวน 2,154 คน และทำนายเป็นกลุ่มที่มีการยกเลิกอินเทอร์เน็ต จำนวน 87 คน โดยตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 93.23% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 96.42% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 96.12% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 96.25%

สรุปผลการวิจัย

เมื่อทำการสร้างตัวแบบการพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ แล้วนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบหาค่าการทดสอบการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพและค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) แสดงผลลัพธ์ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าทดสอบการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล

เทคนิคสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล	**การทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล**			
	Accuracy	**Precision**	**Recall**	**F-measure**
Decision Tree	91.62%	92.33%	98.97%	95.53%
Naïve Bayes	86.05%	92.47%	92.06%	92.26%
K-Nearest Neighbours*	93.23%**	96.42%**	96.12%**	96.25%**

หมายเหตุ: * โมเดลที่ดีที่สุดที่ใช้ในพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ต

** ค่าทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล

จากตารางที่ 4.17 ผลการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่าง 3 เทคนิคเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล เทคนิคที่ให้ค่าทดสอบประสิทธิภาพที่ดีที่สุด คือ เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 93.23% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 96.42% ค่าความครบถ้วน (Recall) มีค่าเท่ากับ 96.12% และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) มีค่าเท่ากับ 96.25%

ข้อเสนอแนะ

1. การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของลูกค้าเป็นปัญหาที่ผู้จัดการสาขาควรให้ความสำคัญกับปัญหานี้ พร้อมทั้งศึกษาสาเหตุของการยกเลิกการใช้บริการฯ และหารือเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นกับคนในองค์กร เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตอย่างจริงจัง

2. ข้อมูลที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ในระบบฐานข้อมูลของบริษัทฯ ที่ไม่ได้บันทึกข้อมูลของสมาชิกที่ได้ทำการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ต และไม่ได้มีการระบุโปรโมชั่นของลูกค้าไว้ เป็นข้อมูลที่เก็บเฉพาะจำนวนการค้างชำระเพียงอย่างเดียว ดังนั้นจึงควรมีการเก็บบันทึกข้อมูลเหล่านี้ไว้ในระบบฐานข้อมูล เพื่อที่จะสามารถนำมาวิเคราะห์การยกเลิกการใช้บริการได้เลยโดยไม่ต้องแปลงข้อมูลอีก

3. ในการสร้างแบบจำลองสำหรับการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ต สิ่งสำคัญคือการเลือกปัจจัยที่มีผลต่อการยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ต ซึ่งนำปัจจัยที่มีความสัมพันธ์คลาสคำตอบ (Label) มาใช้สำหรับสร้างตัวแบบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ค่าทางสถิติเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาและตัวแปรตาม ก่อนจะนำมาทำการวิเคราะห์

การนำแบบจำลองไปใช้งาน

1. นำแบบจำลองการพยากรณ์การยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตที่ได้จากการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการให้บริการอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้ที่มีโอกาสที่จะยกเลิกการใช้บริการฯ ตาม

แบบจำลอง เพื่อลดจำนวนผู้ยกเลิกการใช้บริการอินเทอร์เน็ตของบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ต่อไป

2. นำผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาจัดโปรโมชั่นให้เหมาะสมกับลูกค้าพฤติกรรมของลูกค้าแต่ละราย ยกตัวอย่างเช่น ลูกค้าใช้บริการอินเทอร์เน็ต โปรโมชั่น Top Speed ในราคาโปรโมชั่น 590 บาท ซึ่งความเร็วอินเตอร์เน็ต 100/100 Mbps พบว่าลูกค้ามีแนวโน้มที่ยกเลิกการใช้บริการฯ เนื่องจากราคาโปรโมชั่นที่สูง ดังนั้นทางบริษัทจึงแนะนำโปรโมชั่นใหม่ที่เหมาะสมให้แก่ลูกค้า เช่น โปรโมชั่นเน็ตได้ใจในราคา 490 บาท ความเร็วอินเตอร์เน็ต 150/50 Mbps ที่มีราคาถูกกว่า แต่ความเร็วในดาวน์โหลดเพิ่มขึ้น เพื่อรักษาลูกค้าให้ใช้บริการอินเทอร์เน็ตกับทางบริษัทฯ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะการบัญชีและการจัดการ ที่กรุณาสนับสนุนผู้วิจัยในการนำเสนอผลงานวิชาการ รวมไปถึงเจ้าหน้าที่จากบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) สาขาท่าตูม จังหวัดสุรินทร์ ที่กรุณาให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และอนุเคราะห์ให้ข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ในโครงงานคอมพิวเตอร์ธุรกิจในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน). (2561). เกี่ยวกับองค์กร. ข้อมูลบริษัท. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.tot.co.th [สืบค้นเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2562].

[2] ภูษิต ภูมิสุทธิกุล. (2550). รายงานการศึกษา:จำนวนสถานที่ตั้งศูนย์บริการลูกค้า TOT ในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2549. กองนโยบายและแผนงาน. สำนักผังเมือง. กรุงเทพมหานคร. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://cpd.bangkok.go.th:90/web2/strategy/reportstudy50/Infrastructure/501%20Totservicecenterreport2549.pdf [สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มีนาคม 2562].

[3] สุชาดา กีระนนัท์. (2554). คำถามคำตอบเกี่ยวกับการทำเหมืองข้อมลูเบื้องต้น. Retrieved from บริษัท. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://home.kku.ac.th/wichuda/Knowlage/6Data Mining/Datamining_Suchada.pdf [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2562].

[4] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ. (2562). คู่มือการทำเหมืองข้อมูลด้วย โปรแกรม Rapid Miner. มหาสารคาม : สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[5] Ekasit Patcharawongsakda. (2014). Data analysis with basic data mining techniques. 2nd ed. Bangkok: Data Cube.

[6] Gordon S. Linoff, Michael J.A.Berry. (2011). Data Mining Techniques: For Marketing, Sales, and Customer Relationship Management. (4 ed.). IN: Wiley Publishing.

[7] S.A. Neslin, S. Gupta, W. Kamakura, J. Lu and C. H. Mason. (2006). “Defection Detection: Measuring and Understanding the Predictive Accuracy of Customer Churn Models.” Journal of Marketing Research. Vol. 43, No. 2, 2006, pp. 204-211.

การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลสำหรับพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย กรณีศึกษา : โรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ

APPLYING DATA MINING TECHNIQUES TO PREDICT LOW BIRTH WEIGHT INFANTS: A CASE STUDY OF KHUNHAN HOSPITAL, KHUNHAN DISTRIC, SI SA KET PROVINCE

จิราภรณ์ ชอบทำ[1*] , สุกัญญา ทองภู[1] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ[2] และเลอศักดิ์ โพธิ์ทอง[2]
Jiraporn Chobtham[1*] Sukanya Thongphu[1] Anupong Sukprasert[2] and Lersak Phothong[2]
[1]นิสิตสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย
[2]อาจารย์ประจำคณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 44150 ประเทศไทย
[*]ผู้นิพนธ์ประสานงาน: จิราภรณ์ ชอบทำ อีเมล: std59010912530@acc.msu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ โดยนำข้อมูลของมารดาที่เข้ารับบริการฝากครรภ์และคลอดบุตรที่แผนกสูตินารีเวช จำนวน 3 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ถึงปี พ.ศ. 2561 รวมทั้งสิ้น 1,756 รายการ มาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross-Industry Standard Process for Data Mining: CRISP-DM) เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย (1) เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) (2) เทคนิคการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) และ(3) เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลทั้ง 3 เทคนิค ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด เป็นเทคนิคที่ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 92.83% ดังนั้น เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดจึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้สร้างตัวแบบสำหรับหรับพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ และสามารถนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลไปใช้สนับสนุนการวางแผนการรับบริการฝากครรภ์และการประชาสัมพันธ์ให้ความรู้เกี่ยวกับการฝากครรภ์ตามหมู่บ้านได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการลดจำนวนมารดาที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการให้กำเนิดทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยต่อไป

คำสำคัญ: การพยากรณ์ ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย การทำเหมืองข้อมูล

Abstract:

The purpose of this research was to apply data mining techniques to create a model to predict low birth weight infants at Khun Han Hospital, Khun Han District, Si Sa Ket Province. Based on a number of mothers who received antenatal care 3 years dated back from the years2016 to2018, there were a total of 1,756 cases used as data in this study. The data were analyzed using the cross-industry standard process for data mining (CRISP-DM). The data mining techniques used in this research consisted of (1) Naïve Bayes (2) Logistic Regression and (3) K-Nearest Neighbours. The efficiency of the data classification of all 3 techniques was then compared. The study showed that the K-Nearest Neighbours was the closest as it provided the most accuracy is at 92.83% which was suitable for creating a model to predict low birth weight infants for the investigated hospital. Furthermore, the result of the study was recommended for

the strategy and policy formulation to educate families, preventing mothers from getting risk in giving low birth weight babies.

Keywords: Prediction, Low birth weight infants, Data mining

บทนำ:

น้ำหนักทารกแรกเกิดเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งสะท้อนถึงความแข็งแรงสมบูรณ์ของทารก และบ่งบอกถึงการมีชีวิตอยู่รอด สุขภาพ พัฒนาการของสมอง การเจริญเติบโตและพัฒนาการของทารก หากน้ำหนักของทารกเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่จัดไว้ จะแสดงให้เห็นว่าทารกมีการเจริญเติบโตที่เป็นไปตามวัยอย่างสมบูรณ์ กำแหง จาตุรจินดาและคณะ (2559) ได้กล่าวว่า ถ้าหากมีน้ำหนักที่น้อยกว่า หรือมากกว่าเกณฑ์นั่นอาจเป็นสัญญาณของความผิดปกติทางด้านร่างกาย อาจเสี่ยงต่อการตายในระยะปริกำเนิดหรือแรกคลอด รวมถึงขวบปีแรกของชีวิต นอกจากนี้ ทารกแรกเกิดที่มีน้ำหนักน้อย ยังเสี่ยงต่อการเจ็บป่วย ภาวะทุพโภชนาการ และการมีพัฒนาการล่าช้าในทุกด้านมากกว่าเด็กที่มีน้ำหนักแรกคลอดปกติ ที่สำคัญยังส่งผลต่อสัมพันธ์ภาพระหว่างมารดากับทารก [1]

ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยส่วนใหญ่มีสาเหตุหลักมาจากการคลอดก่อนกำหนด และการเจริญเติบโตช้าในครรภ์ (Intrauterine growth retardation: IUGR) หรือเรียกว่าน้ำหนักน้อย เมื่อเทียบกับอายุครรภ์ (Small for gestational age: SGA) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพตนเองของหญิงตั้งครรภ์ การมีภาวะเครียด ภาวะซีด การติดเชื้อ การใช้ยาหรือสารเสพติด ก็ล้วนแล้วแต่เป็นสาเหตุทำให้ทารกแรกเกิดน้ำหนักตัวน้อยได้ อย่างไรก็ตาม พบว่าการที่มารดาไม่มา ฝากครรภ์หรือไม่มารับบริการฝากครรภ์ตามนัด แต่จะมารับบริการเมื่อถึงเวลาคลอดเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถเตรียมมารดาตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของการตั้งครรภ์ได้ มารดาจึงอาจขาดความรู้ ความเข้าใจในการปฏิบัติ ตัวอย่างถูกต้อง และทำให้เกิดความกลัว ความเครียด และความเจ็บปวดตามลำดับ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิด ภาวะแทรกซ้อน หรือความผิดปกติในระยะตั้งครรภ์ ระยะคลอด รวมไปถึงการส่งผลต่อน้ำหนักทารกแรกเกิด ทำให้ทารกแรกเกิดมีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ได้ [2]

นงลักษณ์ ทองโต (2553) ได้กล่าวว่า จากสถิติในประเทศไทยการเสียชีวิตของทารกที่มีอายุต่ำกว่า 28 วัน พบว่าทารก 1,000 คน จะเสียชีวิต 13 คน ซึ่งเป็นอัตราที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศในกลุ่มสมาชิกอาเซียน [3] จากการสำรวจสถานการณ์เด็กและสตรีในประเทศไทย พ.ศ. 2548 ถึงปี พ.ศ.2549 พบว่า มีทารก 1 ใน 10 รายเกิดมาด้วยน้ำหนักน้อยกว่า 2,500 กรัม [4] ถึงแม้ประเทศไทยจะตระหนักถึงความสำคัญของปัญหานี้ตลอดจนได้ตั้งเป้าหมายที่จะลดอัตราทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติตั้งแต่ฉบับที่ 7 ถึงฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2535 ถึงปี พ.ศ.2549) และต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันที่กำหนดในแผนปฏิบัติราชการ 4 ปีของกระทรวงสาธารณสุข (พ.ศ. 2552 ถึงปี พ.ศ.2555) ให้มีอัตราทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยไม่เกินร้อยละ 7 [5] สถิติภาพรวมของปี พ.ศ. 2558 อยู่ที่ร้อยละ 10.60 [6] ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากกลุ่มภารกิจด้านข่าวสารสุขภาพ สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข ที่พบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2554 ถึงปี พ.ศ.2557 มารดามีอัตราการคลอดทารกน้ำหนักน้อย ร้อยละ 10.28, 10.23, 10.68 และ 10.44 ตามลำดับ [7]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data mining) สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย กรณีศึกษาโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ โดยใช้ข้อมูลของมารดาที่เข้ารับบริการฝากครรภ์และคลอดบุตร จากโรงพยาบาลขุนหาญ เพื่อนำไปใช้ในการจำแนกน้ำหนักทารกในครรภ์ว่าอยู่ในกลุ่มปกติ หรือกลุ่มเสี่ยงที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าเกณฑ์ และสามารถนำผลลัพธ์จากการศึกษามาประยุกต์ใช้ในการวางแผนพัฒนาการดูแลสุขภาพทารกแรกเกิดรวมไปถึงการดูแลสุขภาพทารกแรกเกิดที่สถานพยาบาลของรัฐทุกแห่งในประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์:

1. เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยของมารดาที่มีผลต่อน้ำหนักทารกแรกเกิด
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิด

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง:

1. ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย (Low Birth Weight: LBW) หมายถึง ทารกที่มีน้ำหนักแรกเกิด น้อยกว่า 2,500 กรัม ทารกกลุ่มนี้เสี่ยงต่อการเจ็บป่วยและการเสียชีวิตในระยะขวบปีแรกมากกว่า ทารกแรกเกิดน้ำหนักปกติ

2. การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลหาภาพแบบหรือการจำแนกประเภทของข้อมูลระหว่างข้อมูลในฐานขนาดใหญ่ เพื่อนำมาสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์หรือการสร้างตัวแบบสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล การดำเนินงานอยู่ในลักษณะของการสร้างตัวแบบ (Modeling) ที่อธิบายความเป็นไปที่เกิดขึ้น แล้วนำตัวแบบนี้มาใช้อธิบายสถานการณ์ที่ยังไม่เกิดหรือที่ไม่ทราบคำตอบ [8]

3. เทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis Techniques) งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยโดยการพัฒนาตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิคที่ใช้ทำสำหรับการสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์น้ำหนักของทารกแรกเกิดโดยใช้เทคนิคการจำแนกประเภทของข้อมูล (Classification) ได้แก่ เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) เทคนิคการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours หรือ k-NN) ดังนี้

3.1 เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) เป็นโมเดลการจัดกลุ่มข้อมูลที่ใช้หลักความน่าจะเป็นซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ Bayes' Theorem และสมมติฐานที่กำหนดให้การเกิดของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดกลุ่มนั้นเป็นอิสระต่อกัน (independence) ซึ่งการเรียนรู้จำแนกด้วยกระบวนการของ (Naive Bayes) สามารถแสดงการคำนวนโดยใช้ Bayes' Theorem ได้ดังสมการต่อไปนี้ [9]

$$\frac{P(E_1|H)*(E_2|H),...P(E_n|H)*P(H)}{P(E_1|H)*P(E_2|H),...P(E_n|H)} \quad (1)$$

โดยที่

p คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ จากทั้งหมด N เหตุกาณ์

E_n คือ เหตุการณ์ n เหตุการณ์ที่ใช้ในการจัดกลุ่ม

H คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ H เมื่อเกิดเหตุการณ์ E

3.2 เทคนิคการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) เป็นการวิเคราะห์ที่มีเป้าหมายเพื่อทำนายโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ โดยอาศัยสมการโลจิสติคที่สร้างขึ้นจากชุดตัวแปรทำนาย ที่เป็นตัวแปรที่มีข้อมูลอยู่ในระดับช่วงเป็นอย่างน้อย โดยที่ระหว่างตัวแปรทำนายจะต้องมีความสัมพันธ์กันต่ำ และในการวิเคราะห์จะต้องใช้ขนาดตัวแปรทำนายไม่ต่ำกว่า 30 ตัวแปร [10] สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง x กับ y จะอยู่ในภาพเชิงเส้น ดังนี้

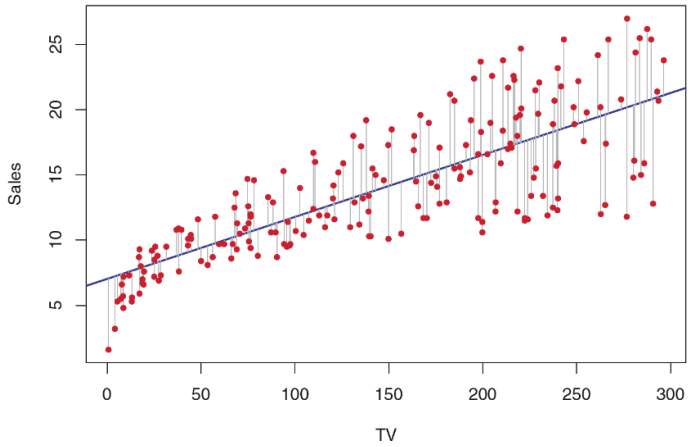
$$y = a + bx \quad (2)$$

โดย y แทนค่าตัวแปรตาม

x แทนค่าตัวแปรอิสระ

a แทนจุดตัดแกน x

b แทนความชันเส้นตรงแนวโน้ม

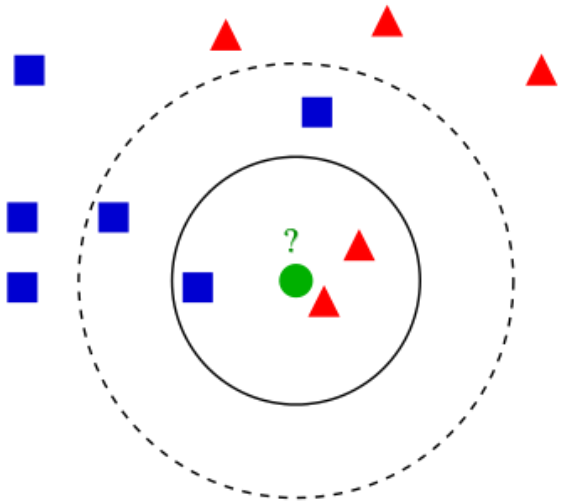


รูปที่ 1 แสดงการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก

ที่มา: https://medium.com/coeffest/

3.3 เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours: k-NN) เป็นวิธีในการจำแนกประเภทของข้อมูลวิธีการหนึ่งที่เป็นที่นิยม โดยลักษณะพิเศษของเคเนียร์เรสเบอร์คือ Lazy-Learning นั้นมาจากภาพแบบในการจำแนกประเภทข้อมูลของ k-NN โดยไม่มีการสร้างโมเดลสำหรับจำแนกประเภทข้อมูลเตรียมไว้ล่วงหน้า เมื่อมีข้อมูลใหม่ที่ต้องการจำแนกประเภทเพียงนำมาเทียบกับข้อมูลเดิมหรือดูความคล้ายคลึงกันของข้อมูลใหม่และข้อมูลเดิม ก็สามารถจำแนกประเภทของข้อมูลใหม่ได้ โดยให้เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลเดิมที่อยู่ใกล้เคียง [11] สมการที่ใช้ในการวิเคราะห์

$$\text{Distance} = \sqrt{\sum_{k=1}^{n}(p_k - q_k)^2} \quad (3)$$



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบของวิธีการเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors: k-NN)

ที่มา: https://www.analyticsvidhya.com/blog/2018/03/introduction-k-neighbors-algorithm-clustering/

จากรูปที่ 2 กำหนดให้จุดที่พิจารณา คือ วงกลมสีเขียว ควรจัดกลุ่มให้จุดที่สนใจไปอยู่ใน คลาสแรกของสี่เหลี่ยมสีน้ำเงิน หรือ คลาสสองของสามเหลี่ยมสีแดง

ถ้า k=3 แล้ว วงกลมสีเขียวจะอยู่ในคลาสสอง เพราะมี สี่เหลี่ยม 1 ภาพ และ สามเหลี่ยม 2 ภาพ อยู่ในวงกลมวงใน

ถ้า k=5 แล้ว วงกลมสีเขียวจะอยู่ในคลาสแรก เพราะมี สี่เหลี่ยม 3 ภาพ และ สามเหลี่ยม 2 ภาพ อยู่ในวงกลมวงนอก

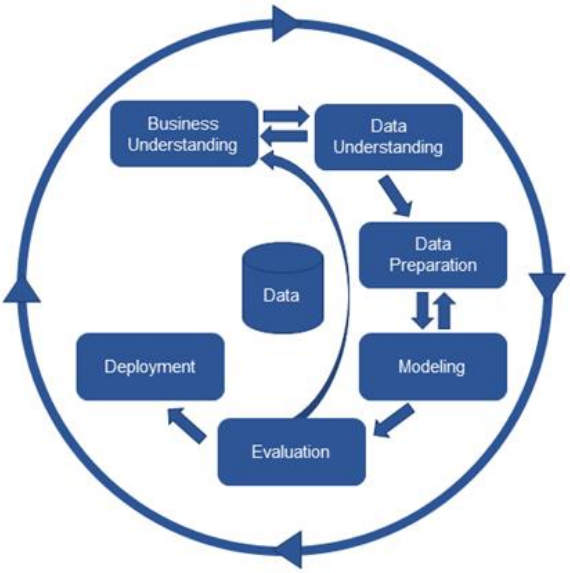
อุปกรณ์และวิธีทดลอง:

1. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการทำเหมืองข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิดของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ประกอบด้วย 2 ซอฟต์แวร์ ได้แก่ โปรแกรม Microsoft Excel ใช้สำหรับการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ และโปรแกรม RapidMiner Studio ใช้สำหรับการเตรียมข้อมูล การสร้างตัวแบบในการทำนายน้ำหนักของทารกแรกเกิด และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินวิเคราะห์ข้อมูลตามกระบวนการมาตรฐานในการทำเหมืองข้อมูล (Cross-Industry Standard Process for Data Mining หรือ CRISP-DM) โดยแบ่งขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 3 แสดงกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM

ที่มา: https://www.kdnuggets.com/2017/01/four-problems-crisp-dm-fix.html

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Research Understanding Phase)

น้ำหนักทารกแรกเกิดเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งสะท้อนถึงความแข็งแรงสมบูรณ์ของทารก และบ่งบอกถึงการมีชีวิตอยู่รอด สุขภาพ พัฒนาการของสมอง การเจริญเติบโตและพัฒนาการของทารก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาปัญหาและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำหนักทารกแรกเกิดของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ

ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจเข้าใจข้อมูล (Data Understanding Phase)

ข้อมูลที่นำมาใช้สำหรับการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิด เป็นข้อมูลของมารดาที่เข้ารับบริการฝากครรภ์และคลอดบุตรที่แผนกสูตินารีเวช จำนวน 3 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559 ถึงปี พ.ศ. 2561 ของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ที่ถูกจัดเก็บที่ไว้ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ รวมทั้งสิ้น 1,756 รายการ 56 แอททริบิวต์

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

เนื่องจากข้อมูลดิบ (Raw data) ที่ได้รวบรวมมานั้นมีจำนวนแอทริบิวต์และค่าสูญหาย (Missing Values) เป็นจำนวนมาก หากนำไปวิเคราะห์ก็จะส่งผลทำให้ผลลัพธ์ที่ได้เกิดความผิดพลาด ไม่น่าเชื่อถือ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องทำการเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ โดยเริ่มจากการนำเข้าข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ทำการคัดเลือกตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ข้อมูลโดยศึกษาจากงานวิจัย และทำการแปลงข้อมูลให้เหมาะสมสำหรับเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยมีขั้นตอนการเตรียมข้อมูลดังต่อไปนี้

3.1. การนำเข้าข้อมูลที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสร้างตัวแบบถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของโรงพยาบาล ผู้วิจัยจึงได้ส่งออกข้อมูลมาเก็บให้อยู่ในภาพแบบของไฟล์ Excel และนำเข้าข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผลในโปรแกรม RapidMiner Studio แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดแอททริบิวต์ทั้งหมดของข้อมูลที่ได้รับจากแผนกสูตินรีเวช โรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ

ลำดับ	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	DATE	วันที่เข้ารับบริการ
2	No.	ลำดับ
3	No. Give	เลขที่ใบรับรองการเกิดของทารก
4	Age	อายุมารดา
5	BMI	ค่าดัชนีมวลกายของมารดา
6	HN	หมายเลขทะเบียนผู้ป่วยนอก
7	Subdistrict	ตำบล
8	District	อำเภอ
9	Province	จังหวัด
10	G	จำนวนครั้งของการตั้งครรภ์
11	P	จำนวนครั้งของการคลอดบุตร
12	A	จำนวนครั้งของการแท้งบุตร
13	L	จำนวนบุตรที่รอดชีวิต
14	last child	ลำดับลูกคนสุดท้อง
15	Hct1	ความเข้มของเลือด ตรวจครั้งที่ 1
16	Hct2	ความเข้มของเลือด ตรวจครั้งที่ 2
17	Hct3	ความเข้มของเลือด ตรวจครั้งที่ 3
18	VDRL	ผลการตรวจวัดความผิดปกติของเลือด
19	HIV 32 wks.	ผลการติดเชื้อ HIV 32 สัปดาห์
20	HIV.PT	ค่าความแข็งตัวของเมล็ดเลือด
21	HIV.Man	ผลการติดเชื้อ HIV ของสามี
22	HBsAg	ผลการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี
23	OF	ค่าทดสอบความเปราะของเม็ดเลือดแดง
24	DCIP	การตกตะกอนของผลเลือด
25	TT1	การฉีดวัคซีนครั้งที่ 1
26	TT2	การฉีดวัคซีนครั้งที่ 2
27	TT3	การฉีดวัคซีนครั้งที่ 3
28	ANC	พื้นที่การฝากครรภ์

ลำดับ	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
29	PT	อำเภอโรงพยาบาล
30	GA.While	อายุครรภ์ขณะคลอด
31	GA.ANC	อายุครรภ์ครั้งแรกที่มาฝากในโรงพยาบาล
32	GA.Doctor	อายุครรภ์ที่พบแพทย์
33	ANC คุณภาพ	คุณภาพการฝากครรภ์
34	ANC ทั้งหมด	คุณภาพการฝากครรภ์ทั้งหมด
35	No1	การตรวจสุขภาพของมารดา ครั้งที่ 1
36	No2	การตรวจสุขภาพของมารดา ครั้งที่ 2
37	No3	การตรวจสุขภาพของมารดา ครั้งที่ 3
38	No4	การตรวจสุขภาพของมารดา ครั้งที่ 4
39	No5	การตรวจสุขภาพของมารดา ครั้งที่ 5
40	U/S	จำนวนครั้งการตรวจอัลตราซาวด์
41	Water walk	ลักษณะของถุงน้ำคร่ำ
42	Wwc	ลักษณะสีของน้ำคร่ำ
43	Delivery	การคลอด
44	episiotomy	การขยายตัวของปากมดลูก
45	LBP	แผลของปากมดลูกหลังคลอด
46	HT	ความสูงของมารดา
47	TBL	ปริมาณเลือดที่ออกเมื่ออยู่ในห้องผ่าตัด
48	SEX	เพศของทารกที่คลอด
49	TIME	เวลาที่คลอด
50	BW	น้ำหนักทารก
51	Apgar 1 t	การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 1 นาที
52	Apgar 5 t	การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 5 นาที
53	Apgar 10 t	การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 10 นาที
54	HN Baby	หมายเลขลงทะเบียนของลูก
55	An Baby	หมายเลขทะเบียนทารก
56	Bed	จำนวนวันที่นอนโรงพยาบาล (ชม.)

3.2. การคัดเลือกตัวแปรที่นำมาสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิดของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ โดยศึกษาจากงานวิจัย เพื่อให้ได้ตัวแปรที่มีความสำคัญในการวิเคราะห์และมีความแม่นยำสูง หลังจากสำรวจข้อมูลในแต่ละแอททริบิวต์ พบว่า ข้อมูลยังมีความไม่สมบูรณ์ เช่น มีค่าว่าง (Missing Value) และสิ่งรบกวน (Noisy Data) จากการศึกษา ทำให้ทราบตัวแปรที่มีผลต่อน้ำหนักทารกแรกเกิด ทั้งหมด 30 แอททริบิวต์ แสดงในตารางที่ 2

การกำหนดหน้าที่ของแอทริบิวต์ โดยกำหนดให้ น้ำหนักทารก มีหน้าที่เป็นคลาสที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ (label) และเลขที่ใบรับรองการเกิดของทารกมีหน้าที่เป็นรหัส (id) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดแอททริบิวต์ที่ใช้ในงานวิจัย

ลำดับ	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
1	No.Give (ID)	เลขที่ใบรับรองการเกิดของทารก
2	Age	อายุมารดา
3	HT	ความสูงของมารดา
4	BMI	ค่าดัชนีมวลกายของมารดา
5	G	จำนวนครั้งของการตั้งครรภ์
6	P	จำนวนครั้งของการคลอดบุตร
7	A	จำนวนครั้งของการแท้งบุตร
8	L	จำนวนบุตรที่รอดชีวิต
9	Hct1	ความเข้มของเลือด ตรวจครั้งที่ 1
10	Hct2	ความเข้มของเลือด ตรวจครั้งที่ 2
11	Hct3	ความเข้มของเลือด ตรวจครั้งที่ 3
12	VDRL	ผลการตรวจวัดความผิดปกติของเลือด
13	HIV 32 wks.	ผลการติดเชื้อ HIV 32 สัปดาห์
14	HIV.PT	ค่าความแข็งตัวของเมล็ดเลือด
15	HIV.Man	ผลการติดเชื้อ HIV ของสามี
16	HBsAg	ผลการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี
17	OF	ค่าทดสอบความเปราะของเม็ดเลือดแดง
18	DCIP	การตกตะกอนของผลเลือด
19	TT1	การฉีดวัคซีนครั้งที่ 1
20	TT2	การฉีดวัคซีนครั้งที่ 2
21	TT3	การฉีดวัคซีนครั้งที่ 3
22	GA.ANC	อายุครรภ์ครั้งแรกที่มาฝากในโรงพยาบาล
23	GA. Doctor	อายุครรภ์คุณภาพที่มาพบแพทย์

ลำดับ	แอททริบิวต์	คำอธิบาย
24	GA. While	อายุครรภ์ขณะคลอด
25	Water walk	ลักษณะของถุงน้ำคร่ำ
26	Wwc	ลักษณะสีของน้ำคร่ำ
27	Apgar 1 t	การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 1 นาที
28	Apgar 5 t	การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 5 นาที
29	Apgar 10 t	การประเมินสภาวะเด็กทารกแรกเกิด 10 นาที
30	BW (Label)	น้ำหนักทารก

3.3. การแปลงข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่ได้มานั้นยังไม่เหมาะสมสำหรับบางเทคนิคที่ใช้สำหรับการสร้างตัวแบบ ดังนั้น ผู้วิจัยจำทำการแปลงข้อมูลจากข้อมูลเชิงปริมาณให้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ตัวแปร อายุมารดา (Age) น้ำหนักทารก (birth weight) ด้วยเทคนิค Discretization by Binning เพื่อแบ่งช่วงของข้อมูลให้มีค่าเท่ากันดังนี้

3.3.1. อายุมารดา (Age)

- ช่วงที่ 1 อายุ 13-19 ปี
- ช่วงที่ 2 อายุ 20-27 ปี
- ช่วงที่ 3 อายุ 28-35 ปี
- ช่วงที่ 4 อายุ 36-43 ปี
- ช่วงที่ 5 อายุ 44 ขึ้นไป

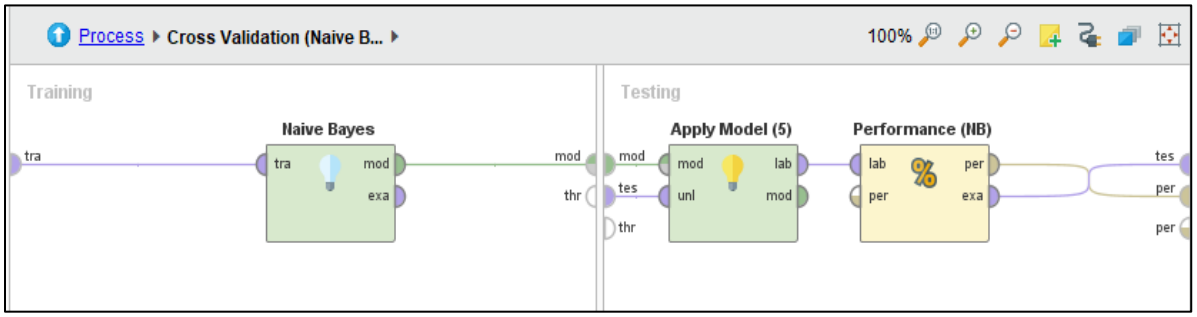
3.3.2. น้ำหนักทารก (birth weight BW)

- มากกว่า 2,500 ไปเป็นค่า กลุ่มปกติ
- น้อยกว่า 2,500 ไปเป็นค่า กลุ่มเสี่ยง

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างแบบจำลอง (Modeling Phase)

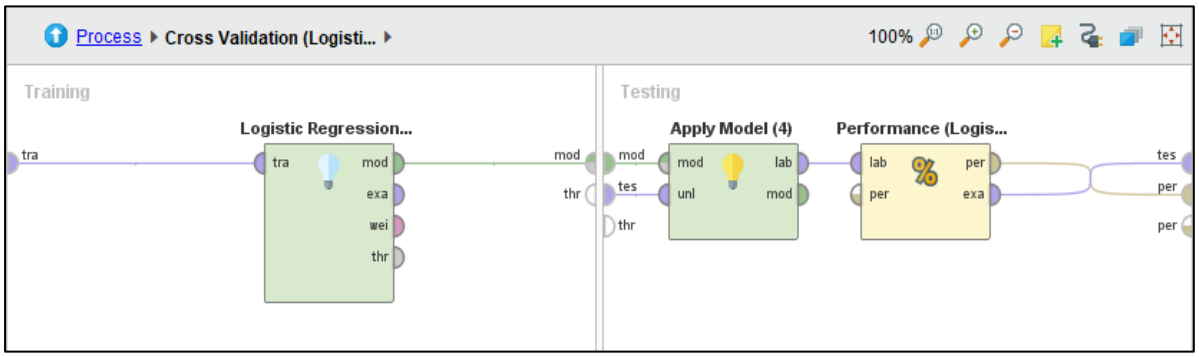
ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลได้แก่ คือ (1) เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) (2) เทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (logistic regression) (3) เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) ด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบ (Training Set) และข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพ (Testing Set) ด้วยวิธี 10-fold cross validation ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

4.1 การสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) คือ โมเดลที่ใช้ในการจัดกลุ่มอาศัยหลักความน่าจะเป็นซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ Bayes' Theorem และสมมติฐานที่กำหนดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดกลุ่มนั้นมีความเป็นอิสระต่อกัน ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes)

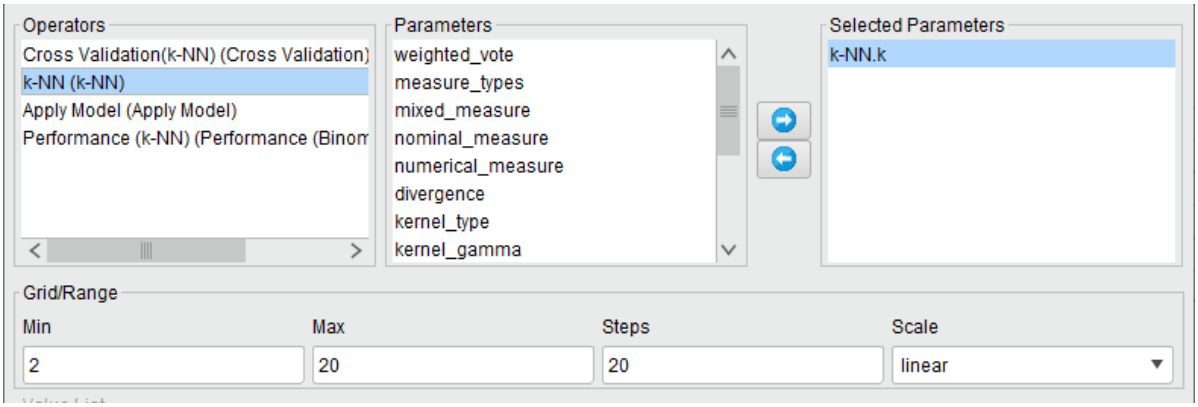
4.2 การสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (logistic regression) คือ การวิเคราะห์ที่มีเป้าหมายเพื่อทำนายโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ โดยอาศัยสมการโลจิสติกที่สร้างขึ้นจากชุดตัวแปรทำนาย ที่เป็นตัวแปรที่มีข้อมูลอยู่ในระดับช่วงเป็นอย่างน้อย โดยที่ระหว่างตัวแปรทำนายจะต้องมีความสัมพันธ์กันต่ำ และในการวิเคราะห์จะต้องใช้ขนาดตัวแปรทำนายไม่ต่ำกว่า 30 ตัวแปร ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 5



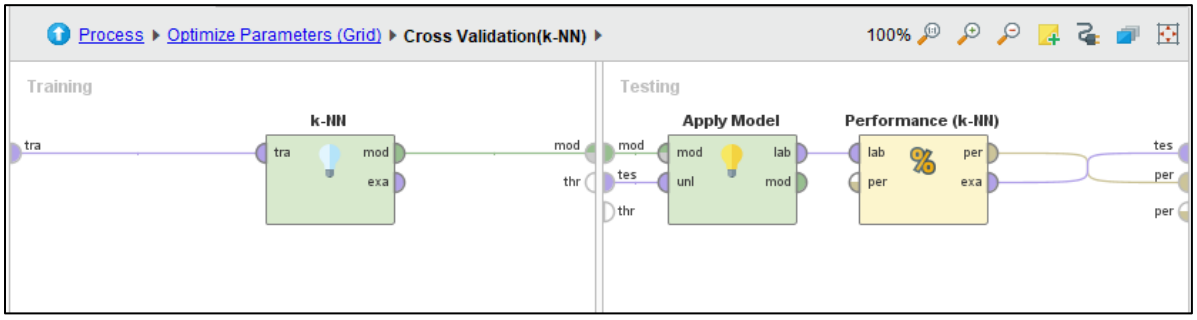
รูปที่ 5 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (logistic regression)

4.3 การสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) คือ วิธีการในการจัดแบ่งคลาส เทคนิคนี้จะตัดสินใจ ว่าคลาสใดที่จะแทนเงื่อนไขหรือกรณีใหม่ๆ ได้บ้าง โดยการตรวจสอบจำนวนบางจำนวน (“K” ใน K-nearest neighbor) ของกรณีหรือเงื่อนไขที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยจะหาผลรวม (Count Up) ของจำนวนเงื่อนไข หรือกรณีต่าง ๆ สำหรับแต่ละคลาส และกำหนดเงื่อนไขใหม่ๆ ให้คลาสที่เหมือนกันกับคลาสที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด

การหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับค่า k ด้วยวิธีการ Optimization โดยกำหนดค่า parameter k ต่ำสุดให้มีเท่ากับ 1 และค่า **k** สูงสุดให้มีค่าเท่ากับ 20 และให้มีการเพิ่มค่า k ขึ้นที่ละ 1 ค่า โดยกำหนดค่า Steps เป็น 20 ดังแสดงในรูปที่ 6 และทำการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลด้วยวิธี 10 fold Cross-validation ดังแสดงในรูปที่ 7

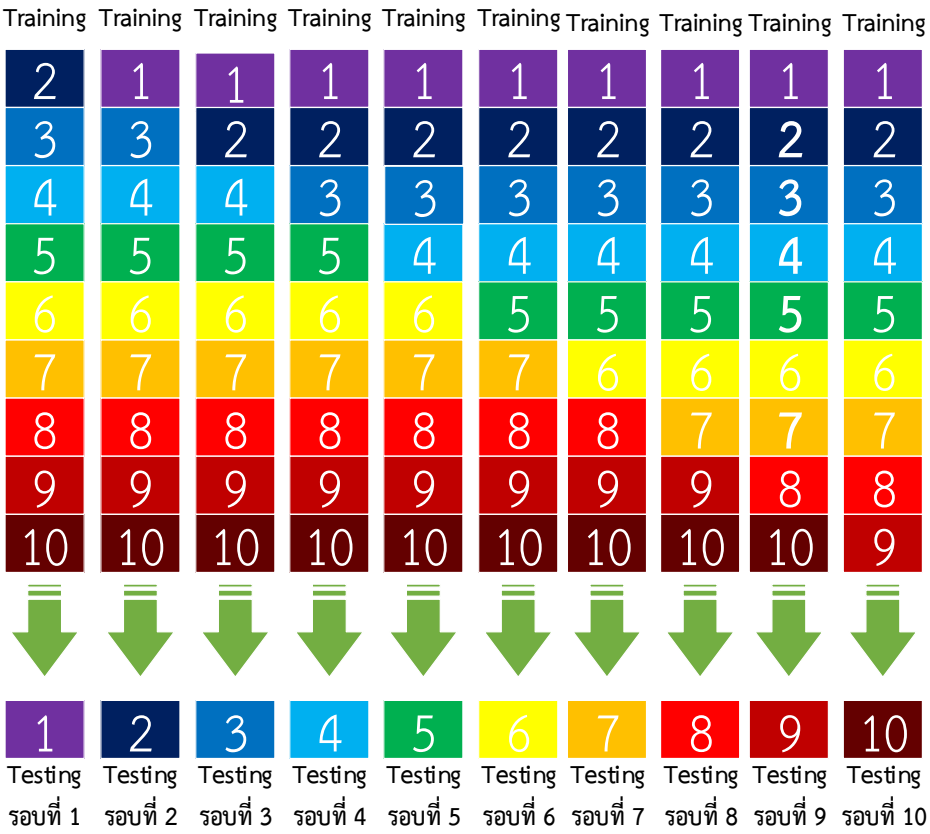


รูปที่ 6 การ set ค่า parameter สำหรับการทำ optimize หาค่า k ที่ดีที่สุดของเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด



รูปที่ 7 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors)

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation Phase) ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบแบบจำลอง โดยชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) โดยวัดประสิทธิภาพด้วยค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) จากนั้นทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแต่ละอัลกอริทึม เพื่อให้ได้แบบจำลองจากอัลกอริทึมที่ดีที่สุด เพราะก่อนที่นำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งานต่อต้องมีการวัดประสิทธิ์ภาพของผลลัพธ์ว่าตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ตั้งแต่ข้อแรกหรือไม่ มีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด ในที่นี้จะใช้เทคนิค 10-fold cross validation เพราะเป็นเทคนิคที่นิยมในการทำงานวิจัย เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล โดยแบ่งข้อมูลเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 การแบ่งข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบ (Training Set) และส่วนที่ 2 ข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบประสิทธิภาพ (Testing Set) ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วนเพื่อใช้สำหรับการสร้างตัวแบบและการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล

ขั้นตอนที่ 6 การนำแบบจำลองไปใช้งาน (Deployment Phase) หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปใช้ในการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงถึงองค์ความรู้ที่มีประโยชน์ และนำองค์ความรู้ที่ได้เหล่านี้ ไปใช้ได้จริงในโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ โดยการนำโมเดลที่ได้จากการศึกษามาประยุกต์ใช้ในการวางแผนพัฒนาการดูแลสุขภาพทารกแรกเกิดรวมไปถึงการดูแลสุขภาพทารกแรกเกิดที่สถานพยาบาลของรัฐทุกแห่ง เช่น จัดอบรมให้ความรู้แก่หญิงตั้งครรภ์ สามี และอาสาสมัครในการดูแลหญิงตั้งครรภ์ในเรื่องการฝากครรภ์คุณภาพและการส่งเสริมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ การออกติดตามเยี่ยมบ้านหญิงตั้งครรภ์ หญิงหลังคลอดร่วมกับอาสาสมัครในการดูแลหญิงตั้งครรภ์ และมอบชุดของขวัญเยี่ยมหลังคลอด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล:

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสำหรับการสร้างตัวแบบการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิดของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ผู้วิจัยได้คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพและค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure) ซึ่งวัดจากค่าประสิทธิภาพของทั้ง 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) เทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (logistic regression) และเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้สุด (K-Nearest Neighbours หรือ K-NN) ดังผลลัพธ์ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดง Confusion Matrix ในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคนาอีฟ เบย์ (Naïve Bayes)

ค่าทำนาย / ค่าจริง	ค่าจริงของกลุ่มปกติ	ค่าจริงของกลุ่มเสี่ยง
ค่าทำนายเป็นกลุ่มปกติ	1,573	114
ค่าทำนายกลุ่มเสี่ยง	45	24
accuracy: 90.95% +/- 1.73% (micro average: 90.95%)		
precision: 40.33% +/- 22.30% (micro average: 34.78%) (positive class: กลุ่มเสี่ยง)		
recall: 17.27% +/- 8.17% (micro average: 17.39%) (positive class: กลุ่มเสี่ยง)		
F-measure: 23.26% +/- 10.02% (micro average: 23.19%) (positive class: กลุ่มเสี่ยง)		

จากตารางที่ 3 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ คลาสเป้าหมายคือกลุ่มที่มีโอกาสเสี่ยงที่จะเป็นทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ทั้งหมด 138 ตัวอย่าง โดยมีค่าทำนายเป็นกลุ่มน้ำหนักปกติ จำนวน 114 คน และทำนายเป็นกลุ่มที่มีโอกาสเสี่ยง จำนวน 24 คน โดยตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 90.95% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 40.33% ค่าความระลึก (Recall) มีค่าเท่ากับ 17.27% และค่าความถ่วงดุล (F-measure) มีค่าเท่ากับ 23.26%

ตารางที่ 4 แสดง Confusion Matrix ในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (logistic regression)

ค่าทำนาย / ค่าจริง	ค่าจริงของกลุ่มปกติ	ค่าจริงของกลุ่มเสี่ยง
ค่าทำนายเป็นกลุ่มปกติ	1,599	118
ค่าทำนายกลุ่มเสี่ยง	19	20
accuracy: 92.20% +/- 0.93% (micro average: 92.20%)		
precision: 49.67% +/- 28.45% (micro average: 51.28%) (positive class: กลุ่มเสี่ยง)		
recall: 14.47% +/- 7.50% (micro average: 14.49%) (positive class: กลุ่มเสี่ยง)		
F-measure: 22.60% (positive class: กลุ่มเสี่ยง)		

จากตารางที่ 4 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ คลาสเป้าหมายคือกลุ่มที่มีโอกาสเสี่ยงที่จะเป็นทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ทั้งหมด 138 ตัวอย่าง โดยมีค่าทำนายเป็นกลุ่มน้ำหนักปกติ จำนวน 118 คน และทำนายเป็นกลุ่มที่มีโอกาสเสี่ยง จำนวน 20 คน โดยตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 92.20% ค่าความแม่นนำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 49.67% ค่าความระลึก (Recall) มีค่าเท่ากับ 14.47% และค่าความถ่วงดุล (F-measure) มีค่าเท่ากับ 22.60%

ตารางที่ 5 ทดสอบหาค่า K ที่ดีที่สุดสำหรับ เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด(K-Nearest Neighbors) เป็นการค้นหาค่าที่ดีที่สุดสำหรับชุดของพารามิเตอร์โดยใช้ เทคนิคการจัดแบ่งคลาส (K-Nearest Neighbors) ซึ่งจะประกอบไปด้วย ค่า iteration , ค่า K.NN.k และ ค่า Accuracy

Iteration	k-NN.k	Accuracy
1	2	0.884
2	3	0.916
3	4	0.915
4	5	0.927
5	6*	0.928
6	7	0.924
7	8	0.926
8	9	0.925
9	10	0.925
10	11	0.925
11	12	0.925
12	13	0.923
13	14	0.924
14	15	0.923
15	16	0.923
16	17	0.923
17	18	0.923
18	19	0.922
19	20	0.923

หมายเหตุ: * ค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุดของพารามิเตอร์เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

จากภาพ 5 ผลลัพธ์การใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors) จะให้ค่า k ที่ดีที่สุด นั้นก็คือ k-NN.k = 6

ตารางที่ 6 แสดง Confusion Matrix ในการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbors)

ค่าทำนาย / ค่าจริง	ค่าจริงของกลุ่มปกติ	ค่าจริงของกลุ่มเสี่ยง
ค่าทำนายเป็นกลุ่มปกติ	1,616	124
ค่าทำนายกลุ่มเสี่ยง	2	14
accuracy: 92.83% +/- 0.85% (micro average: 92.82%)		
precision: 87.50% (positive class: กลุ่มเสี่ยง)		
recall: 10.12% +/- 7.75% (micro average: 10.14%) (positive class: กลุ่มเสี่ยง)		
F-measure: 18.18% (positive class: กลุ่มเสี่ยง)		

จากตารางที่ 6 สามารถอภิปรายผลจากตาราง ได้ดังนี้ คลาสเป้าหมายคือกลุ่มที่มีโอกาสเสี่ยงที่จะเป็นทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ทั้งหมด 138 ตัวอย่าง โดยมีค่าทำนายเป็นกลุ่มน้ำหนักปกติ จำนวน 124 คน และทำนายเป็นกลุ่มที่มีโอกาสเสี่ยง จำนวน 14 คน โดยตัวแบบที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ด้วยเทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) มีค่าเท่ากับ 92.83% ค่าความแม่นยำ (Precision) มีค่าเท่ากับ 87.50% ค่าความระลึก (Recall) มีค่าเท่ากับ 10.12% และค่าความถ่วงดุล (F-measure) มีค่าเท่ากับ 18.18%

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง:

เมื่อทำการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิดของโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษแล้วนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบหาค่าการทดสอบการทดสอบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพและค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) และค่าประสิทธิภาพโดยรวม (F-measure)

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองงานวิจัยทั้ง 3 เทคนิค

Classification Performance	Classification techniques		
	เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes)	**เทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression)**	**เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours)**
Accuracy	90.95%	92.20%	92.83%**
Precision	40.33%	49.67%	87.50%
Recall	17.27%	14.47%	10.12%
F-measure	23.26%	22.60%	18.18%

หมายเหตุ: ** โมเดลที่ดีที่สุดที่ใช้ในพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิด

จากตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่าง 3 เทคนิค เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูล เทคนิคที่ให้ค่าทดสอบประสิทธิภาพที่ดีที่สุด คือ เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (K-Nearest Neighbours) โดยมีค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับ 92.83% ค่าความแม่นยำ (Precision) 87.50% ค่าความระลึก (Recall) 10.12% ค่าความถ่วงดุล (F-measure) 18.18% รองลงมาคือ เทคนิคการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (logistic regression) มีความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับ 92.20% ค่าความแม่นยำ (Precision) 49.67% ค่าความระลึก (Recall) 14.47%ค่าความถ่วงดุล (F-measure) 22.60% และน้อยที่สุดคือ เทคนิคการเรียนรู้เบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) เท่ากับ 90.95% ค่าความแม่นยำ (Precision) 40.33% ค่าความระลึก (Recall) 17.27% ค่าความถ่วงดุล (F-measure) 23.26%

ข้อเสนอแนะ:

1. ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้มีปริมาณข้อมูลค่อนข้างน้อย เนื่องจากเป็นโรงพยาบาลขุนหาญ เป็นโรงพยาบาลชุมชน (รพช.) โดยเป็นโรงพยาบาลประจำอำเภอและมีขีดความสามารถในระดับทุติยภูมิ ซึ่งมีจำนวนข้อมูลของมารดาที่เข้ารับบริการฝากครรภ์และคลอดบุตรน้อย ส่งผลทำให้การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทข้อมูลของตัวแบบโดยให้ผลลัพธ์ออกมาค่อนข้างต่ำ ดังนั้นหากมีการนำข้อมูลที่มีปริมาณมากมาทำการวิเคราะห์ อาจจะส่งผลทำให้ค่าประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูลของตัวแบบมีค่าเพิ่มมากขึ้น

2. การจัดเก็บข้อมูลมีความผิดพลาดสูง เนื่องจากมีการจัดเก็บข้อมูลไม่เป็นระบบ และยังมีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของเอกสาร โดยบุคลากรทางการแพทย์เป็นผู้จดบันทึก ทำให้มีค่าผิดพลาดและค่าสูญหายเกิดขึ้น ดังนั้นควรมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการจัดเก็บข้อมูล และก่อนจะทำการบันทึกข้อมูลแต่ละครั้งควรตรวจสอบข้อมูลว่ามีค่าครบถ้วนหรือไม่เพื่อลดค่าสูญหายของข้อมูลที่จะเกิดขึ้น

3. เนื่องจากชุดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ในครั้งนี้ มีการจัดเก็บในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งหากมีการเก็บข้อมูลเพิ่มก็จะมีผลต่อผลของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล ดังนั้นควรมีการนำเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลเทคนิคอื่น ๆ เข้ามาใช้ในการสร้างตัวแบบสำหรับการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อย ซึ่งอาจจะทำให้ได้ผลของประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล ค่าความถูกต้องและความแม่นยำมากขึ้น

4. ควรมีการสร้างแบบจำลองใหม่ทุก ๆ ครึ่งปี เนื่องจากข้อมูลที่เพิ่มขึ้นมานั้นมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งมีผลต่อผลของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจำแนกประเภทข้อมูล

7.5 งานวิจัยนี้มีการเลือกใช้ตัวแปรในการวิเคราะห์ทั้งหมด 30 ตัวแปร ซึ่งบางตัวแปร อาจจะส่งผลต่อค่าคำตอบน้อย และในอนาคตอาจมีการใช้ตัวแปรอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อน้ำหนักทารกแรกเกิดซึ่งทำให้การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตัวแบบมีความแม่นยำเพิ่งมากยิ่งขึ้น

การนำแบบจำลองไปใช้:

1. นำแบบจำลองการพยากรณ์ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยที่ได้จากการสร้างตัวแบบด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลไปใช้เป็นแนวทางพัฒนาระบบสารสนเทศด้านการแพทย์สำหรับพยากรณ์น้ำหนักทารกแรกเกิด พร้อมสื่อการสอนเกี่ยวกับเรื่องการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องในช่วงการตั้งครรภ์ ช่วงหลังคลอด และเกี่ยวกับการดูแลส่งเสริมภาวะโภชนาการพัฒนาการเด็กในช่วงเวลาเปิดบริการคลินิกฝากครรภ์ (ANC) และคลินิกเด็กดี (Well baby) เพื่อลดจำนวนมารดาที่เสี่ยงต่อการให้กำเนิดทารกน้ำหนักน้อย

2. นำไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางจัดทำหลักสูตรให้ความรู้เรื่องอนามัยแม่และเด็กในคู่แต่งงานใหม่ที่ยังไม่มีบุตรหรือวางแผนกำลังจะมีบุตร กลุ่มพ่อแม่มือใหม่และกลุ่มวัยรุ่น และใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ให้กับโรงพยาบาลสำหรับการรับบริการการฝากครรภ์ของมารดา เช่น การจัดกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพ การส่งเสริมการเรียนรู้สาเหตุและภาวะเสี่ยงต่อการให้กำเนิดทารกน้ำหนักน้อย ทำการออกประชาสัมพันธ์ให้ความรู้เกี่ยวกับการฝากครรภ์ตามหมู่บ้าน ติดตามให้หญิงตั้งครรภ์มาฝากครรภ์ครบตามเกณฑ์ ส่งต่อหญิงตั้งครรภ์เสี่ยงพบแพทย์ และติดตามเยี่ยมหลังคลอดเพื่อลดจำนวนมารดาที่เสี่ยงต่อการให้กำเนิดทารกน้ำหนักน้อย

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยนี้ สำเร็จได้ด้วยการเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และความร่วมมือต่าง ๆ ของหลายท่าน ซึ่งให้การสนับสนุนคณะผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มต้นงานวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์อนุพงศ์ สุขประเสริฐ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยฉบับนี้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ชี้แนะแนวทาง ให้คำแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ รวมถึงให้โอกาสและสนับสนุนในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ จนทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลขุนหาญ อำเภอขุนหาญ จังหวัดศรีสะเกษ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลมารดาที่เข้ารับการฝากครรภ์และคลอดบุตร เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ในโครงงานคอมพิวเตอร์ธุรกิจครั้งนี้

ขอบคุณคณะการบัญชีและการจัดการ ที่สนับสนุนทุนการศึกษาในการนำเสนอผลงานการประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ภาคการนำเสนอ ในสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง:

[1] กำแหง จาตุรจินดา และคณะ.(2559). “ทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยในประเทศไทย.” วารสารจดหมายเหตุทางแพทย์แพทย์สมาคมแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ปีที่ : 76 ฉบับที่ : Suppl 1 เลขหน้า : S36-S39

[2] จีรเนาว์ ทัศศรี.(2536). “การพยาบาลมารดาคลอดก่อนกำหนด.” คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2545 พิมพ์ครั้งที่ 1 ก-จ, หน้า 224

[3] นงลักษณ์ ทองโต.(2553). “ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดทารกแรกเกิดน้ำหนักน้อยในประเทศไทย” จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

[4] องค์การยูนิเซฟประเทศไทย. (2549).โครงการสำรวจสถานการณ์เด็กและสตรีในประเทศไทย พ.ศ. 2558 – 2559 (MICS) : ผลการสำรวจที่สำคัญ.

[5] กระทรวงสาธารณสุข.แผนปฏิบัติราชการ 4 ปี พ.ศ.2552 - 2555. มปท.2552.

[6] สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. (2560). สารประชากร มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2553. นครปฐม: สถาบันวิจัยประชากรและสังคม.

[7] ธานินทร์ วรานันตกุล.(2560). “ปัจจัยทำนายทารกแรกเกิดนักน้อยในโรงพยาบาลทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช.” วารสารวิชาการแพทย์ เขต 11 ปีที่ 31 ฉบับที่ 3

[8] สุชาดา กีระนันท์. (2554). “สัมมนาหนึ่งทศวรรษไอทีจุฬาฯ: การเพิ่มศักยรูป ระบบการจัดการดวยเทคโนโลยีสารสนเทศ” พฤศจิกายน 2545

[9] อนุพงศ์ สุขประเสริฐ. (2562). คู่มือการทำเหมืองข้อมูลด้วย โปรแกรม RapidMiner Studio (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาสารคาม : สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[10] ยุทธ ไกยวรรณ. (2555). “หลักการและการใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคสำหรับการวิจัย” ,วารสารวิจัย มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 4(1) : 1-12 (2555)

[11] พงศกร ธีรรัศมี. (2558). วิธีการหาค่า เค ที่เหมาะสมในการจำแนกแบบเคเนียร์เรสเนเบอร์กับข้อมูลทางการแพทย์. วิทยานิพนธ์ วศ. ม นครราชศรีมา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีพรพล ธรรมรงค์รัตน์. การจำแนกประเภทเว็บเพจโดย วิธีการลดขนาดลักษณะเฉพาะและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน.สงขลา:มหาวิทยาลับสงขลาครินทร์,2551

ผลของกระบวนการทางความร้อนต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติของผิวเคลือบด้วยความร้อนของโลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐาน

EFFECTS OF HEAT TREATMENT ON MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF THERMALLY SPRAYED IRON-BASED ALLOY COATINGS

อภิวัฒน์ มหาวัน[1,2], ไกร กุลเพชรดารา[2], คมสันติ โชคถวาย[2*], สิทธิชัย วิโรจนุปถัมภ์[3], แมน ตุ้ยแพร่[4] และ เกียรติศักดิ์ มีขันทอง[5]

Apiwat Mahawan[1,2], Krai Kulpetchdara[2], Komsanti Chokethawai[2*], Sittichai Wirojanupatump[3], Man Tuiprae[4] and Kiattisak Meekhanthong[5]

[1] *หลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*

[2] *ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย*

[3] *ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200 ประเทศไทย*

[4] *คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ 50300 ประเทศไทย*

[5] *บริษัท แอดวานซ์ เซอร์เฟส เทคโนโลยี จำกัด พระนครศรีอยุธยา 13230 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: คมสันติ โชคถวาย อีเมล: komsanti.chokethawai@cmu.ac.th

บทคัดย่อ:

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของกระบวนการทางความร้อนต่อโครงสร้างและสมบัติของผิวเคลือบด้วยโลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐานที่พ่นเคลือบด้วยความร้อนแบบอาร์ค โครงสร้างจุลภาคและองค์ประกอบทางเคมีของผิวเคลือบจะถูกตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) ควบคู่กับเอกซ์เรย์สเปคโตรสโคปีแบบกระจายพลังงาน (EDS) และเครื่องเอ็กซเรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์ (XRD) ตามลำดับ สมบัติทางกลและการสึกหรอของผิวเคลือบจะถูกตรวจสอบด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแบบวิคเกอร์และการทดสอบการสึกหรอแบบไถลด้วยลูกบอลกดบนจานหมุน โครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบโลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐานที่พ่นเคลือบด้วยความร้อน มีโครงสร้างเป็นแผ่นบางๆเรียงทับซ้อนกันอันแสดงให้เห็นว่าอนุภาคถูกหลอมละลายอย่างเต็มที่ก่อนตกกระทบกับพื้นผิวชิ้นงาน หลังจากการผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 และ 950 องศาเซลเซียส พบว่าโครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบที่ได้มีโครงสร้างแบบอสัณฐานและโครงสร้างแบบนาโน มีความแข็งสูง (8.8 GPa) ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างจุลภาคและประสิทธิภาพการสึกหรอของผิวเคลือบที่พ่นก่อนและหลังการอบด้วยความร้อนภายใต้อุณหภูมิต่างๆจะนำเสนอในรายละเอียด

คำสำคัญ : โลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐาน การพ่นเคลือบด้วยความร้อนแบบอาร์ค

Abstract:

In this work, effects of heat treatment on the structure and mechanical properties of cored wire arc sprayed Fe-based alloy coatings were studied. Microstructure and phase composition of the obtained coating was characterized by means of scanning electron microscopy (SEM) coupled with energy dispersive spectroscopy (EDS) and X-ray diffractometry (XRD), respectively. The mechanical and wear properties of the coatings were investigated by Vickers microhardness tester and sliding wear testing with a ball-on-disk apparatus. Microstructure of the arc sprayed Fe-based alloy coatings revealed a thin splat and fine lamella structure implied that particles were fully molten upon impact onto the substrate. After sintering at

temperature of 550°C and 950°C, the heat treated coatings revealed a very fine mixed structure of the amorphous and nano-crystalline phases exhibited high hardness (8.8 GPa). The relationships between microstructure and wear performance of the as sprayed coatings before and after heat treatment under various sintering temperature will be presented in details.

Keywords: Fe-based alloy, thermal arc spraying

1. บทนำ:

ปัจจุบันอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้มีการนำเครื่องจักรมาใช้ในกระบวนการผลิต ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ และอื่นๆ เป็นต้นเพื่อให้สามารถผลิตสินค้าในด้านต่างๆ ในปริมาณที่มากและมีคุณภาพสูง สอดคล้องกับความต้องการของตลาด โดยสามารถลดการใช้แรงงานคน อย่างไรก็ตามเมื่อใช้เครื่องจักรไปได้ระยะเวลาหนึ่ง ชิ้นส่วนเครื่องจักรนั้นอาจเกิดการสึกหรอและเสียหาย ซึ่งหากไม่ได้มีการแก้ไขได้ทันเวลาจะทำให้เครื่องจักรเกิดความเสียหายไปมากเกินกว่าซ่อมแซมและบางครั้งจำเป็นต้องซื้อชิ้นส่วนใหม่จากผู้ผลิตเครื่องจักรในต่างประเทศมาทดแทน ทำให้สูญเสียทรัพยากรและเงินทุนเป็นจำนวนมาก ในการแก้ไขปัญหาเครื่องจักรที่เกิดการสึกหรอหรือเสียหายดังกล่าว โดยทั่วไปมักเริ่มเกิดขึ้นเนื่องจากการสึกหรอที่บริเวณพื้นผิว ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยเทคนิคการพ่นเคลือบด้วยความร้อน (Thermal Spray Coating) [1-2]

เทคนิคการพ่นเคลือบด้วยความร้อน (Thermal Spray Technology) ถือเป็นเทคนิคหนึ่งในการป้องกันการสึกหรอและการกัดกร่อนของโลหะและวัสดุ ซึ่งในกระบวนการพ่นเคลือบนั้น วัตถุดิบตั้งต้นที่ต้องการผลิตเป็นผิวเคลือบอาจจะอยู่ในรูปของผง (Powder) หรือ ลวด (Wire) จากนั้นจะให้ความร้อนแก่วัตถุดิบตั้งต้นให้เกิดการหลอมเหลวหรือกึ่งหลอมเหลว (โดยการจุดระเบิดของเปลวเพลิงหรือพลังงานจากพลาสมา) จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการพ่นเคลือบโดยใช้แรงดันของก๊าซ ทำให้อนุภาคหลอมเหลวของวัตถุดิบตั้งต้นถูกส่งไปตกกระทบและแข็งตัวบนวัสดุพื้น (Substrate) เมื่ออนุภาคหลอมเหลวกระทบกับผิวเคลือบจะมีรูปร่างแบนเรียกว่า อนุภาคแผ่ (Splat) และยึดติดกับวัสดุพื้นจากการแข็งตัว (Solidification) แล้วเกิดการทับถมกันหลายชั้นของอนุภาคแผ่ เกิดเป็นชั้นผิวเคลือบ [3] ซึ่งภายในชั้นผิวเคลือบประกอบด้วยชั้นออกไซด์ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างผิวเคลือบกับความร้อน (Oxide inclusion) ช่องว่างระหว่างชั้นของอนุภาคแผ่และอนุภาคของวัตถุดิบตั้งต้นที่เกิดการหลอมเหลว [2] การพ่นแบบอาร์ค (Arc Spraying, AS) เป็นกระบวนการพ่นเคลือบด้วยความร้อนที่อาศัยการพ่นจากแหล่งความร้อนจากการอาร์คด้วยไฟฟ้าระหว่างขั้วทำให้วัตถุดิบเกิดการหลอมเหลวแล้วถูกพาโดยแก๊สไปตกกระทบบนวัสดุพื้น เทคนิคนี้มีข้อดีคือ ความแข็งแรงพันธะสูง ต้นทุนต่ำและสามารถผลิตผิวเคลือบได้ในอัตราที่สูง เป็นต้น [4-5]



รูปที่ 1 ปืนพ่น TAFA Arcjet 9000

โลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐานเป็นโลหะผสมที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางในงานภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการผิวเคลือบที่มีความแข็งแรงและทนทานต่อการสึกหรอได้ดีรวมทั้งมีราคาไม่สูงมากนัก โลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐานที่เจือด้วยธาตุโบรอน อย่างเช่น Cr-B-Si-Fe based มีคุณสมบัติพิเศษเนื่องจากมีค่าความสามารถในการขึ้นรูปคล้ายแก้ว (glass forming ability) สูงกว่าโลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐานแบบทั่วๆไป จึงทำให้สามารถเกิดโครงสร้างที่เป็นแบบอสัณฐานได้ง่ายและเมื่อนำไปผ่านกระบวนการทางความร้อน ณ อุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิของการเกิดผลึก (crystallization temperature) เพียงเล็กน้อยจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเฟสจากรูปแบบอสัณฐานไปเป็นโครงสร้างแบบนาโนเมตรได้ และส่งผลทำให้สมบัติด้านความแข็งแรงมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย [6-7] แม้ว่าในปัจจุบันได้มีการนำโลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐาน Cr-B-Si-Fe based มาประยุกต์ใช้ในการพ่นเคลือบลงบนผิววัสดุเพื่อให้เกิดความแข็งแรงและทนทานต่อการสึกหรออย่างแพร่หลายมากขึ้นก็ตาม แต่การพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของผิวเคลือบด้วยกระบวนการทางความร้อนภายหลังการพ่นเคลือบแล้วนั้นยังมีไม่มากนัก ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายในการศึกษาผลของกระบวนการทางความร้อนต่อโครงสร้างและสมบัติของผิวเคลือบด้วยโลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐานที่พ่นเคลือบด้วยความร้อนแบบอาร์ค เพื่อให้ได้ผิวเคลือบที่มีความสามารถทนทานต่อการสึกหรอได้ดี เหมาะสมกับการใช้งานที่มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นและยังคงต้นทุนการผลิตที่ต่ำเมื่อเทียบกับวัสดุอื่นๆ

2. วิธีการทดลอง:

2.1 การวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของลวดพ่นแบบแกน

ในการวิจัยนี้ใช้ลวดพ่นแบบแกน Cr-B-Si-Fe based มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.6 มิลลิเมตร และมีองค์ประกอบทางเคมีจากบริษัทผู้ผลิต (Polymet Corporation, USA) ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยในการทดลองได้ทำการศึกษาลักษณะเฉพาะของลวดพ่นแบบแกนทั้งในส่วนเปลือกของลวดพ่นและในส่วนของวัสดุในแกนลวดพ่น โดยการตัดลวดพ่นตามแนวขวางและทำการวิเคราะห์ด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด ด้วยโหมด SE-SEM และ โหมด BSE-SEM รวมทั้งทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิคการกระจายตัวของรังสีเอ็กซ์ (EDS-SEM)

Designated code	Chemical Compositions (wt%)							
	Cr	Si	B	Mn	Mo	W	C	Fe
CrSiB-Fe based	27.5	1.6	3.7	1.7	-	-	-	Bal.

ตารางที่1 องค์ประกอบทางเคมีของลวดพ่นแบบแกนจากแหล่งผู้ผลิต

2.2 การผลิตผิวเคลือบโดยการพ่นแบบ arc spray

ผิวเคลือบที่พ่นด้วยความร้อนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ผลิตโดยใช้ปืนพ่นเคลือบแบบ Arc Spray TAFA Arcjet 9000 (รูปที่ 1) ทำการพ่นเคลือบวัสดุลวดพ่นแบบแกน Cr-B-Si-Fe based ลงบนเหล็กอ่อน (mild steel) ที่ตัดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด กว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 40 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร โดยทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการพ่นเคลือบด้วย acetone และทำผิวให้หยาบด้วยเครื่องพ่นทราย (grit blast) โดยใช้ทราย silicon carbide ขนาด 500 ไมโครเมตร ด้วยแรงดันอากาศ 600 kPa นาน 10 นาที

ตาราง 2 พารามิเตอร์ในการพ่นเคลือบของปืนพ่น TAFA Arcjet 9000

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการพ่น	
แรงดันไฟฟ้า (Volt)	35
กระแสไฟฟ้า (Amp.)	200
แรงดันลม (bar)	4.2
อัตราการป้อนลวด (g/min)	95
ระยะการพ่น (mm.)	200

โดยชิ้นงานที่ผ่านการเตรียมผิวหยาบเสร็จแล้วจะนำมาพ่นเคลือบทันทีในกระบวนการพ่นชิ้นงานที่นำมาพ่นเคลือบถูกจับยึดอยู่บนอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ซึ่งหมุนอยู่บนเครื่องกลึงตามแนวนอน โดยหมุนด้วยความเร็ว 333 รอบต่อนาที สำหรับปืนพ่นถูกจับอยู่บนตัวจับยึดและเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ตามแกนหมุน ซึ่งความเร็วในการเคลื่อนที่ของปืนพ่นเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1.09 เมตรต่อนาที ในการพ่นเคลือบอุณหภูมิของชิ้นงานจะถูกควบคุมไม่ให้มีอุณหภูมิสูงเกิน 200 องศาเซลเซียส และวัดความหนาของผิวเคลือบโดยใช้เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ สำหรับพารามิเตอร์ในการพ่นเคลือบแบบอาร์คนี้มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

2.3 การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบ

การวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบกระทำโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (JEOL JSM-IT300LV) ใช้เร่งอิเล็กตรอนที่ 15 kV ตรวจสอบโดยใช้เทคนิค BSE-SEM และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยเทคนิค EDS-SEM ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์แบบพื้นที่โดยรวมของผิวเคลือบ และวิเคราะห์แบบจุด โดยก่อนการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคผิวเคลือบตัวอย่างจะถูกนำมาตัดภาคตัดขวาง โดยเครื่องตัด Struers ใช้ใบตัด 34 TRE แล้วนำชิ้นงานมาทำการขึ้นรูปร้อนด้วย phenolic resin (hot mount) ทำการขัดชิ้นงานด้วยกระดาษหยาบและกระดาษทรายละเอียด เบอร์ 200, 400, 800 และ 1200 ตามลำดับ และขัดมันด้วยผ้าสักหลาดที่โรยด้วยผงอลูมิเนียมออกไซด์ ขนาด 1 และ 0.3 ไมโครเมตร จากนั้นทำความสะอาดชิ้นงานด้วย acetone และเขย่าด้วยเครื่อง ultrasonic ก่อนนำไปวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคผิวเคลือบตัวอย่าง นอกจากนี้ผิวเคลือบตัวอย่างยังถูกนำไปตรวจสอบโครงสร้างของเฟสด้วยเครื่องเอ็กซเรย์ดิฟแฟรกโตมิเตอร์ (XRD) อีกครั้งเพื่อเป็นการยืนยันการเปลี่ยนแปลงของเฟสที่เกิดขึ้นภายในผิวเคลือบตัวอย่าง

2.4 กระบวนการทางความร้อน

เพื่อศึกษาอิทธิพลของกระบวนทางความร้อนต่อโครงสร้างจุลภาคและสมบัติของผิวเคลือบ จึงมีการนำผิวเคลือบที่เตรียมได้มาผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 550 องศาเซลเซียส และ 950 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราการขึ้นของอุณหภูมิที่ 300 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง อัตราการลงของอุณหภูมิที่ 300 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง โดยเผาแช่เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงนำผิวเคลือบที่ได้มาทำการศึกษาสมบัติและลักษณะเฉพาะต่างๆ เช่น โครงสร้างผลึก โครงสร้างจุลภาค องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์สมบัติอื่นๆ เช่น ความแข็ง และการต้านการสึกหรอแบบไถล โดยมีการเปรียบเทียบสมบัติต่างๆเหล่านี้กับผิวเคลือบที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการทางความร้อน (AS)

2.5 การทดสอบความแข็งของผิวเคลือบ

ชิ้นงานที่ทดสอบความแข็งเป็นชิ้นงานเดียวกันกับชิ้นงานที่นำไปวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบความแข็งจุลภาค ยี่ห้อ Galileo microscan OD โดยใช้หัวกดแบบ vickers microhardness ใช้น้ำหนักกด 100 กรัม นาน 15 วินาที ทดสอบทั้งหมด 10 ตำแหน่งแบบสุ่มเพื่อหาค่าเฉลี่ยของค่าความแข็งโดยการวัดแต่ละตำแหน่งจะห่างกัน 2 มิลลิเมตร ไปตามแนวขนานกับบริเวณกึ่งกลางของผิวเคลือบ

2.6 การทดสอบการสึกหรอแบบไถล (sliding wear)

การทดสอบการสึกหรอแบบไถล ทำการทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบการสึกหรอ pin on disk [7-8] ตามมาตรฐาน ASTM G99-90 รุ่น ISC-200 TRIBOMETER (รูปที่ 2) ใช้หัวกดทังสเตนคาร์ไบด์ ต้านกับผิวเคลือบโดยใช้น้ำหนักกดทับ 100 กรัม ความเร็วในการเคลื่อนที่ 0.1 เมตรต่อนาที ทดสอบในอุณหภูมิ 25 °C และสภาวะบรรยากาศปกติ ก่อนการทดสอบเตรียมชิ้นงานโดยการขัดชิ้นงานด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ 600, 800,1000 และ 1200 ตามลำดับ หลังจากนั้นขัดละเอียดด้วยผงอลูมิเนียมออกไซด์ ขนาด 1 ไมโครเมตร ให้ได้ความเรียบของผิวตามต้องการ หลังจากนั้นนำมาทำการทดสอบการสึกหรอของผิวเคลือบโดยใช้ระยะทางในการทดสอบ 100 เมตร หลังการทดสอบทำการวัดขนาดความกว้างของรอยสึกหรอของแต่ละผิวเคลือบตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด 4 จุด ที่ระยะห่างกันแล้วหาค่าเฉลี่ยของความกว้างรอยสึกหรอ

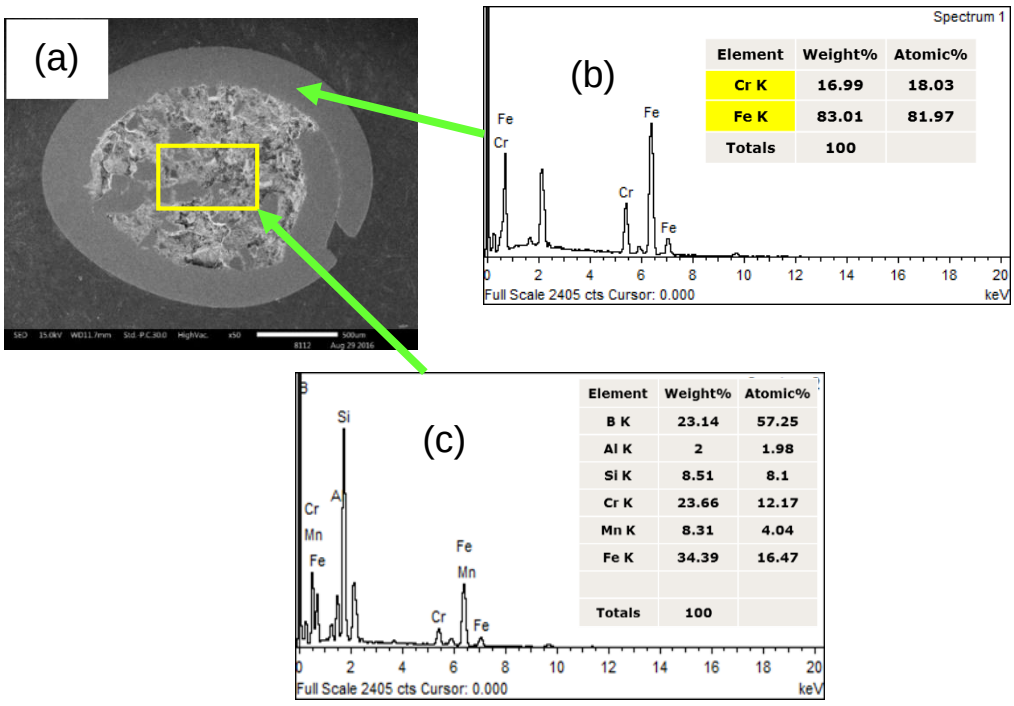


รูปที่ 2 เครื่องทดสอบการสึกหรอแบบ pin on disk

3. ผลการทดลอง:

3.1 โครงสร้างจุลภาคและองค์ประกอบทางเคมีของลวดพ่นแบบแกน

เมื่อทำการวิเคราะห์ลวดพ่นแบบแกนตามขวางด้วยเทคนิค SEM และ EDS-SEM พบว่าลวดพ่นมีลักษณะสัญฐานวิทยาที่ประกอบด้วยส่วนเปลือกลวดและผงวัสดุที่อัดอยู่ด้านในแกนลวดพ่น ซึ่งส่วนเปลือกนี้มีความหนาประมาณ 200 ไมครอน ดังแสดงในรูปที่ 3(a) โดยมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นเหล็กและโครเมียม ส่วนบริเวณตรงกลางของลวดพ่นที่มีผงวัสดุอัดอยู่ด้านในนั้นมีรูปร่างของเม็ดผงเป็นลักษณะหลายเหลี่ยม ขนาดเล็กและใหญ่ปนกัน เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของเม็ดผงเหล่านี้พบว่าประกอบไปด้วยธาตุผสมของ เหล็ก โครเมียม ซิลิคอน โบรอน แมงกานีส และอลูมิเนียม ดังตัวอย่างสเปกตรัมการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุด้วยเทคนิค EDS แสดงในรูปที่ 3(b) และ 3(c) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลองค์ประกอบจากทางผู้ผลิตลวดพ่นที่ระบุว่าลวดเคลือบประกอบด้วย เหล็ก โครเมียม ซิลิคอน และโบรอน เป็นองค์ประกอบหลัก



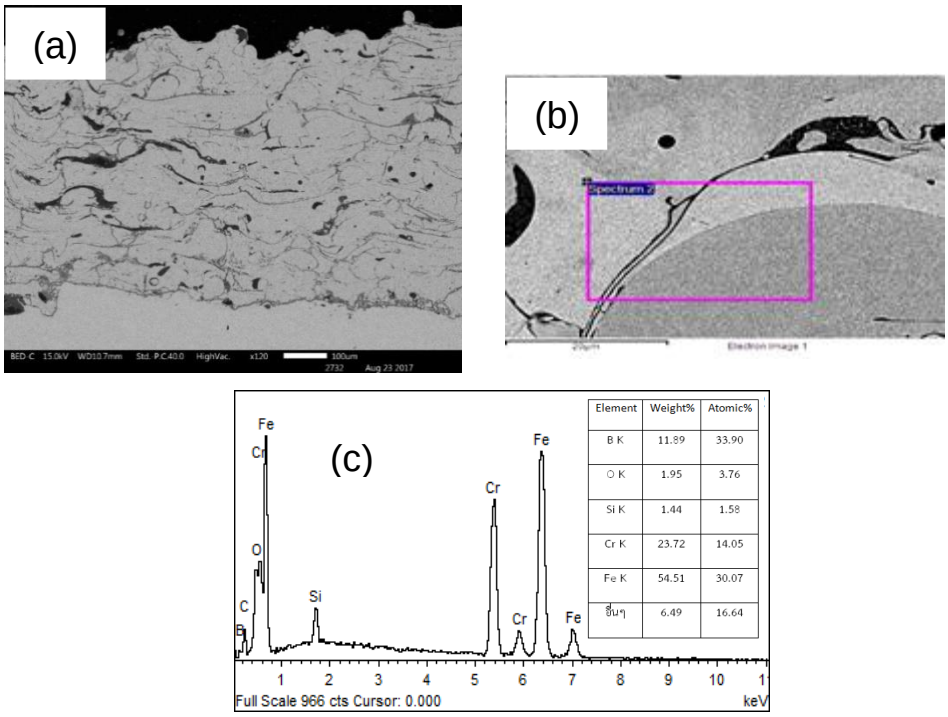
รูปที่ 3 ภาพถ่าย SEM (a) แสดงส่วนประกอบที่เป็นส่วนเปลือก (shell) และผงวัสดุที่อัดด้านใน (filler) ของลวดพ่นแบบแกน Cr-B-Si-Fe based และผล EDS สเปกตรัมของการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของส่วนเปลือกของลวดพ่น (b) และ ผงวัสดุที่อัดด้านในของลวดพ่น (c)

3.2 โครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบก่อนและหลังผ่านกระบวนการทางความร้อน

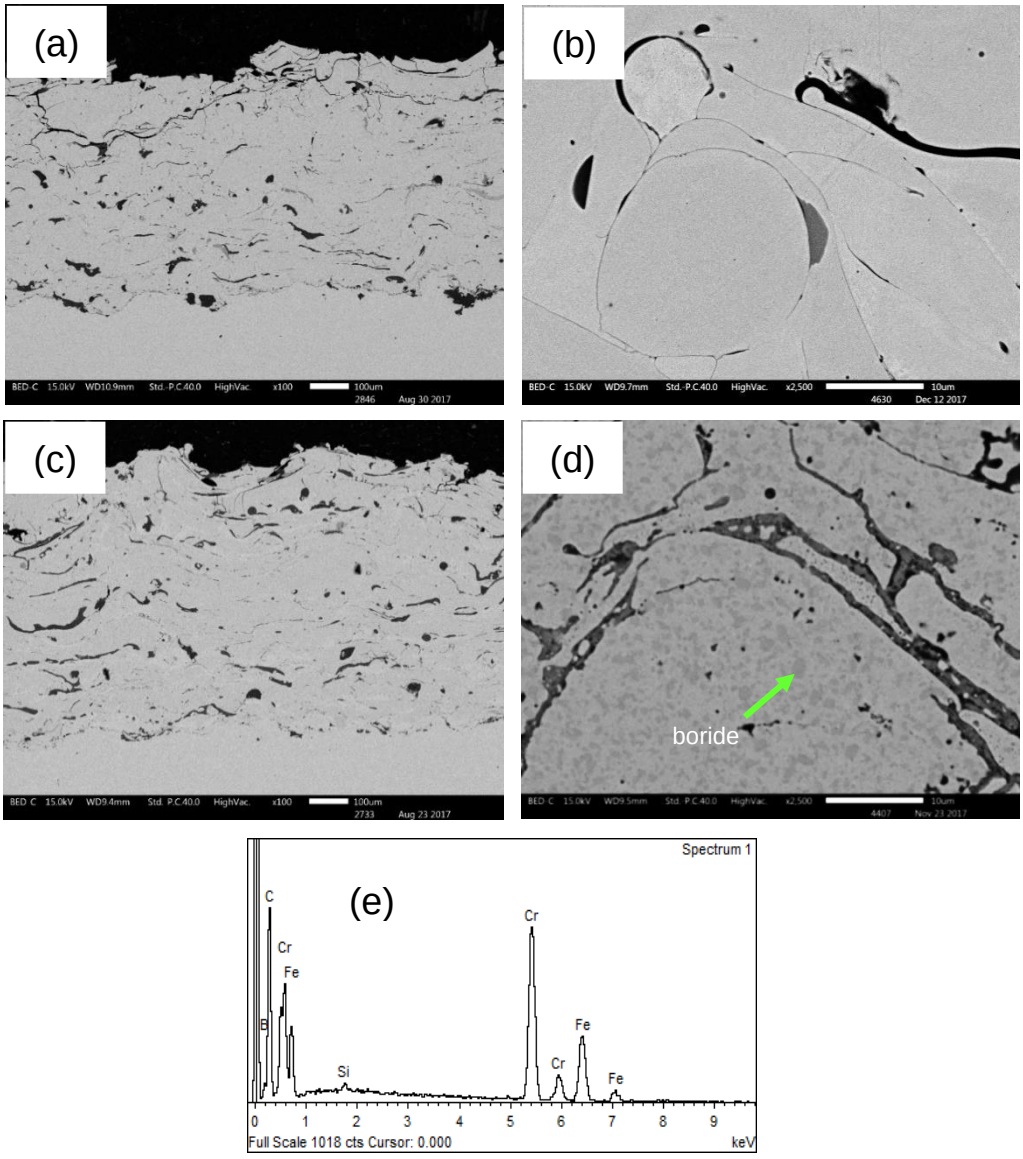
ผลการวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ที่เตรียมได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) โดยศึกษาภาคตัดขวางของชั้นผิวเคลือบที่ถ่ายด้วยเทคนิค SE-SEM ที่กำลังขยาย 300 เท่า ดังรูปที่ 4a พบว่าผิวเคลือบมีความหนาประมาณ 700 ไมโครเมตร มีลักษณะเป็นชั้นแบบ lamellae ที่เกิดจากการซ้อนทับกันของ splat และระหว่างชั้นเกิดออกไซด์(สีเข้ม) อยู่ระหว่างชั้นของ splat ซึ่งเกิดการออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศ นอกจากนี้ยังพบรูพรุนที่มีลักษณะเป็น interlamellae pore ซึ่งพบได้ทั่วไปสำหรับการพ่นเคลือบด้วยเทคนิค arc spray ที่มีความเร็วของ

อนุภาคต่ำเมื่อเทียบกับกระบวนการพ่นเคลือบในรูปแบบอื่น [3] เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS-SEM ในบริเวณของชั้นผิวเคลือบ พบว่ามีองค์ประกอบของธาตุหลักคือ เหล็ก โครเมียม ซิลิคอน และ โบรอน ดังแสดงในรูปที่ 4(b) โดยบริเวณเนื้อโลหะสีเทาคือเฟสของเหล็กกับโครเมียม ขณะที่บริเวณสีเทาเข้มเป็นออกไซด์ของโครเมียม ซิลิคอน และโบรอน ที่เกิดจากการออกซิเดชันของธาตุโลหะในลวดพ่นขณะทำการพ่นจนกลายเป็นออกไซด์ที่กระจายตัวอยู่ในชั้นผิวเคลือบ

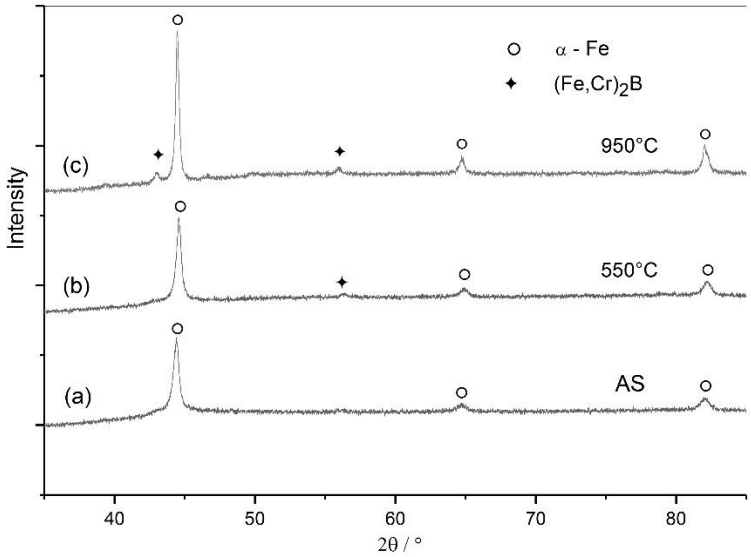
เพื่อเป็นการศึกษาผลของกระบวนการทางความร้อนต่อโครงสร้างจุลภาคของผิวเคลือบ ได้มีการนำผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based มาผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส และ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และทำการวิเคราะห์ภาคตัดขวางของชั้นผิวเคลือบด้วยกล้อง SEM ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 5 โดยพบว่าผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส (HT550C) เกิดการลดลงของขนาดรูพรุนเล็กน้อย (รูปที่ 5a) และเมื่อตรวจสอบด้วยกล้อง SEM ที่ขนาดกำลังขยายสูงขึ้นจะสังเกตเห็นผลึกสีเทาขนาดเล็กเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากซึ่งคาดว่าเป็นผลึกของเฟสบอไรด์ (รูป 5(b)) อย่างไรก็ตามเมื่อนำผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based มาผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส (รูป 5(c)) จะทำให้เกิดการโตขึ้นของผลึกสีเทาของเฟสบอไรด์ได้อย่างชัดเจนมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 5(d) และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS-SEM สำหรับผลึกสีเทานี้ได้ภาพสเปกตรัมที่แสดงองค์ประกอบของธาตุหลัก คือ เหล็ก โครเมียม และ โบรอน ดังแสดงในรูปที่ 5(e)



รูปที่ 4 ภาพถ่าย SEM กำลังขยาย (x100 เท่า) และ (x 2500 เท่า) ของผิวเคลือบตัวอย่าง Cr-B-Si-Fe based (a-b) และ (c) สเปกตรัม EDS แสดงองค์ประกอบทางเคมีของชั้นผิวเคลือบในบริเวณพื้นที่ที่เลือกในรูป (4b)



รูปที่ 5 ภาพถ่าย SEM กำลังขยาย (x100 เท่า) และ (x 2500 เท่า) ของผิวเคลือบตัวอย่างหลังผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส (a-b) และ 950 องศาเซลเซียส (c-d) และ (e) สเปกตรัม EDS แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเฟสบอไรด์ที่มีลักษณะเป็นผลึกสีเทาในรูป 4(d)



รูปที่ 6 แสดงการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD) ของผิวเคลือบตัวอย่างทั้งก่อนผ่านกระบวนการทางความร้อน (a) และหลังผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส (b) และ 950 องศาเซลเซียส (c)

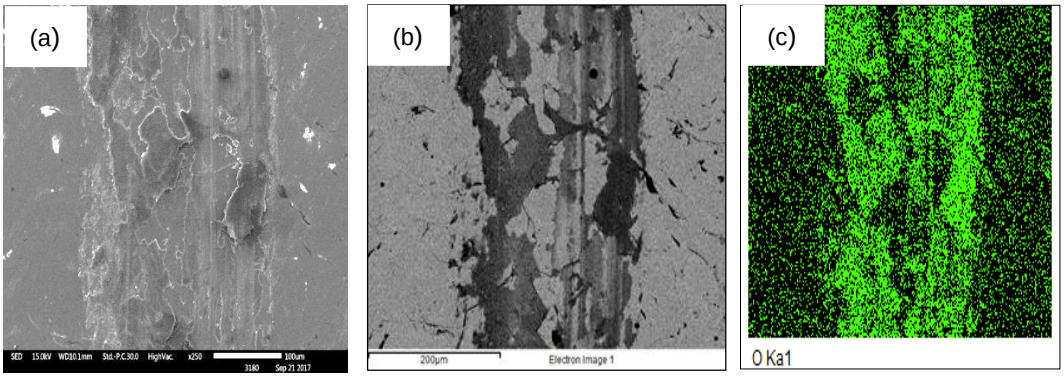
รูปที่ 6 แสดงผลของการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของผิวเคลือบตัวอย่างทั้งก่อนผ่าน (6a) กระบวนการทางความร้อน (AS) และหลังผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส (6b) และ 950 องศาเซลเซียส (6(c)) พบว่าผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ที่ได้ประกอบด้วยเฟสผสมของเมตริกแบบอสัณฐาน/ผลึกนาโนของเหล็ก α-Fe bcc (JCPDS #006-0696) และเฟสบอไรด์ $(Fe,Cr)_2B$ ที่สอดคล้องกับฐานข้อมูล JCPDS #072-1073 [10] สำหรับเฟสออกไซด์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการพ่นเคลือบนั้นไม่สามารถตรวจวัดได้ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์เนื่องจากมีปริมาณน้อยกว่า ขีดจำกัดของเครื่องตรวจวัด เมื่อนำผิวเคลือบตัวอย่างมาผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส และ 950 องศาเซลเซียส จะพบว่าผิวเคลือบมีการเปลี่ยนโครงสร้างที่มีความเป็นผลึกมากขึ้นของ α-Fe bcc รวมทั้งมีการเกิดผลึกขนาดเล็กของเฟสบอไรด์ $(Fe,Cr)_2B$ มากขึ้นตามไปด้วย อันสังเกตได้จากความสูงของพีค α-Fe bcc และเฟสบอไรด์ $(Fe,Cr)_2B$ ที่มีความสูงเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 6(b) และ 6(c) สำหรับการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD) ของผิวเคลือบตัวอย่างหลังผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 และ 950 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

3.3 ความแข็งของผิวเคลือบ

จากการทดสอบความแข็งของผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ทั้งก่อนและหลังการผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 และ 950 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในสภาพบรรยากาศปกติ พบว่าผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based มีค่าความแข็งที่แตกต่างกันตามอุณหภูมิที่ให้ในกระบวนการทางความร้อน ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส (HT550) มีค่าความแข็งสูงมากที่สุด เท่ากับ 8.77$\pm$1.1 GPa เมื่อเปรียบเทียบกับผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ที่ไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน(AS) มีค่า 7.55$\pm$1.1 GPa ในขณะที่ผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส (HT950) มีค่าความแข็งน้อยที่สุด 4.42$\pm$0.3 GPa

ตารางที่ 3 ค่าความแข็งและความกว้างของรอยสึกหรอแบบหมุดกดบนจานหมุนของผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ทั้งก่อนและหลังการผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ

ผิวเคลือบ	ค่าความแข็งแบบวิคเกอร์ (GPa)	ความกว้างของรอยสึก (μm)
AS	7.55±1.1	310.8
HT550	8.77±1.1	282.4
HT950	4.42±0.3	308.2



รูปที่ 7 ภาพถ่าย SEM (a) SE mode และ (b) BSE mode แสดงผิวด้านบนของรอยสึกของผิวเคลือบ HT550 ภายหลังการทดสอบการสึกหรอแบบไถล Ball-on-disk และ (c) ผลการวิเคราะห์ EDS mapping ของภาพ (b) แสดงให้เห็นถึงการเกิดออกซิเดชันบนพื้นผิวของผิวเคลือบภายหลังการทดสอบการสึกหรอแบบไถล

3.4 ความต้านทานการสึกหรอแบบไถลของผิวเคลือบ

จากรูปที่ 7(a) และ 7(b) แสดงภาพ SE mode และ BSE mode ของผิวเคลือบที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสและรอยสึกที่เกิดจากการขัดสีด้วยหมุดกดทังสเตนคาร์ไบด์จะเห็นว่าบริเวณรอยสึกมีการเสียรูปและหลุดล่อนออกมาเป็นแผ่นบางๆและไม่พบรอยแตกในบริเวณดังกล่าว โดยขณะที่เกิดการขัดสีนั้นทำให้เกิดการออกซิเดชันบริเวณรอยสึกเนื่องจากเกิดความร้อนซึ่งจะทำให้เกิดสารประกอบออกไซด์ และจากการสังเกตจากรูปที่ 7(c) แสดงผลการวิเคราะห์ EDS mapping ของภาพ 7(b) จะเห็นได้ว่าบริเวณของรอยสึกจะพบองค์ประกอบของธาตุออกซิเจนมากกว่าบริเวณอื่นภายนอกพื้นผิวรอยสึก และเมื่อทำการเปรียบเทียบผลความกว้างของรอยสึกหรอแบบหมุดกดบนจานหมุนของผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ที่อุณหภูมิต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 จะพบว่าผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ที่ผ่านการ Heat treatment ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส และผ่านการทดสอบการสึกหรอแบบไถลแล้วมีค่าความกว้างเฉลี่ยของรอยสึกหรอน้อยที่สุดคือ 282.4 μm เมื่อเปรียบเทียบกับความกว้างเฉลี่ยของรอยสึกของผิวเคลือบก่อนผ่านกระบวนการทางความร้อน (ค่าความกว้างของรอยสึกคือ 310.8 μm) และความกว้างรอยสึกของผิวเคลือบหลังผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส มีค่าความกว้างของรอยสึกเท่ากับ 308.2 μm ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความกว้างของรอยสึกน้อยจะทำให้การสึกหรอน้อยลงตามไปด้วย

4. วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

ลวดพ่นแบบแกนประกอบด้วยส่วนเปลือกลวดและผงวัสดุที่อัดอยู่ด้านในแกนลวดพ่น โดยในส่วนเปลือกลวดนั้นเป็นโลหะผสมที่มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นเหล็กและโครเมียมซึ่งสามารถนำไฟฟ้าได้ดีทำให้เกิดการอาร์คได้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องในขณะที่ทำการพ่นเคลือบ ในขณะที่ส่วนบริเวณตรงกลางของลวดพ่นเป็นเม็ดผงเซรามิกที่ไม่นำไฟฟ้าประกอบไปด้วยธาตุของ เหล็ก โครเมียม ซิลิคอน โบรอน เป็นหลัก ซึ่งมีส่วนในการเสริมความแข็งให้กับผิวเคลือบโดยทั่วไปจะทำให้เกิดผลึกของเฟสบอไรด์ของเหล็กและโครเมียม $(Fe,Cr)_2B$ อีกทั้งการเติมธาตุซิลิคอนและโบรอนในปริมาณที่กำหนดนี้จะมีส่วนช่วยในการสนับสนุนให้เกิดโครงสร้างแบบอสัณฐานหรือแบบนาโนเมตรได้ง่ายขึ้น [11-12]

ผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ที่เตรียมได้จากการพ่นแบบอาร์คนั้นพบว่าผิวเคลือบที่ได้ประกอบไปด้วยเฟสหลักที่เป็นเฟสผสมของเมตริกแบบอสัณฐาน/ผลึกนาโนของเหล็ก α-Fe bcc และเฟสบอไรด์ $(Fe,Cr)_2B$ ซึ่งเป็นที่ทราบดีว่าองค์ประกอบของลวดพ่นที่เป็นโลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐานและเจือด้วยธาตุโบรอนในปริมาณที่เหมาะสมจะมีค่าความสามารถในการขึ้นรูปคล้ายแก้ว (glass forming ability) สูงกว่าโลหะผสมที่มีเหล็กเป็นฐานแบบทั่วๆไป ทำให้สามารถเกิดโครงสร้างที่เป็นแบบอสัณฐานหรือแบบนาโนเมตรได้ง่ายในช่วงที่มีการเย็นตัวเกิดเป็นชั้นผิวเคลือบระหว่างกระบวนการพ่นเคลือบแบบอาร์ค ซึ่งลักษณะโครงสร้างดังกล่าวจะทำให้ผิวเคลือบมีความแข็งแรงมากขึ้นซึ่งเป็นรูปแบบการเพิ่มความแข็งแรงที่เรียกว่าการเพิ่มความแข็งแรงโดยทำให้เกิดสารละลายของแข็ง (solid solution strengthening) และเมื่อนำผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based ตัวอย่างมาผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการเปลี่ยนโครงสร้างของผลึกที่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นของ α-Fe bcc และการเกิดผลึกขนาดเล็กระดับนาโนเมตรของเฟสบอไรด์ $(Fe,Cr)_2B$ ในปริมาณที่มากขึ้น โดยในที่นี้เกิดจากธาตุที่เป็นองค์ประกอบ เช่น โบรอน เกิดการรวมตัวกับธาตุเหล็กและโครเมียมเกิดเป็นผลึกสารประกอบบอไรด์ $(Fe,Cr)_2B$ ที่มีค่าความแข็งสูง อันเป็นรูปแบบการเพิ่มความแข็งแรงโดยอาศัยกระบวนการทางความร้อนในการเปลี่ยนสภาพคล้ายแก้วไปเป็นผลึกหรือที่เรียกว่า devitrification ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Branagan [6] ส่งผลให้ผิวเคลือบมีค่าความแข็งเพิ่มมากขึ้นจากค่าความแข็ง 7.55$\pm$1.1 GPa เป็น 8.77$\pm$1.1 GPa อย่างไรก็ตามเมื่อนำผิวเคลือบมาผ่านกระบวนการทางความร้อนที่สูงขึ้นเป็น 950 องศาเซลเซียส เฟสของสารประกอบเหล็กโครเมียมบอไรด์ $(Fe,Cr)_2B$ มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้เนื้อเหล็ก α-Fe bcc ที่มีโครเมียมเจืออยู่มีปริมาณโครเมียมลดลงส่งผลทำให้ค่าความแข็งของผิวเคลือบมีค่าลดลง

การเพิ่มขึ้นของค่าความแข็งของผิวเคลือบ Cr-B-Si-Fe based หลังจากผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส (HT550) ส่งผลให้ผิวเคลือบมีสมบัติในการต้านการสึกหรอแบบไถลได้ดีมากขึ้น [9] และเมื่อเปรียบเทียบกับผิวเคลือบที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส จะพบว่าสมบัติในการต้านการสึกหรอมีค่าลดลงตามค่าความแข็ง (4.42$\pm$0.3 GPa) ที่ลดลงลงไปด้วย อย่างไรก็ตามสมบัติในการต้านการสึกหรอของผิวเคลือบที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส (HT950) นี้มีค่ามากกว่า (ความกว้างของรอยสึกหรอแบบไถลแคบกว่า 308.2 µm) เมื่อเทียบกับผิวเคลือบที่ยังไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน (AS) ที่มีความกว้างของรอยสึกมากกว่า (310.8 µm) แม้ว่าความแข็งของผิวเคลือบที่ยังไม่ผ่านกระบวนการทางความร้อน (AS) จะมีค่ามากกว่าค่าความแข็งของผิวเคลือบที่ผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส (HT950) ก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากผิวเคลือบ HT950 เกิดการยึดเกาะกันของอนุภาคแผ่ (splat) ภายในชั้นของผิวเคลือบได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งปริมาณรูพรุนที่เกิดขึ้นมีค่าลดลงจึงส่งผลทำให้สามารถป้องกันไม่ให้เกิดการสึกหรอแบบไถลได้โดยง่าย

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบคุณโครงการสนับสนุนทุนนักวิจัยใหม่ วท. ศูนย์ประสานงานนักเรียนทุนรัฐบาลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่สนับสนุนงบประมาณสำหรับการทำวิจัย ขอบคุณบริษัท แอดวานซ์ เซอร์เฟส เทคโนโลยี จำกัด ที่ให้คำปรึกษาและอนุเคราะห์อุปกรณ์สำหรับการเตรียมผิวเคลือบแบบ Arc Spray

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนและให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สิทธิชัย วิโรจนุปถัมภ์, “หนังสือ เทคโนโลยีการพ่นเคลือบด้วยความร้อน (Thermal Spray Technology)” หน้า 6-16.

[2] อภิชาต ลิมปิชัยพานิช, “การผลิตผิวเคลือบโดยการพ่นเคลือบด้วยความร้อน”, นิตยาสาร Technology Promotions, December 2011-January 2012, Vol.38 No.220, pp. 67-69.

[3] L. Pawlowski, “The Science and Engineering of Thermal Spray Coating”, John Wiley & Sons, 1995.

[4] K. Cooke, G. Oliver, V. Buchanan, N. Palmer, “Optimization of the electric wire arc-spraying process for improved wear resistance of sugar mill roller shells”, Surface & Coating Technology 202, (2007), pp.185-188.

[5] I. Gedzevicius, A.V. Valiulis, “Analysis of wire arc spraying process variables on coating properties”, Journal of Materials Processing Technology, 175, (2006), pp. 206-211.

[6] D.J. Branagan, (2004), Bechtel BWXT Idaho, LLC, "Methods of Forming Hardened Surfaces." *US Patent* No.6767419.

[7] M. Komaki, T. Mimura and Y. Kusumoto, “Formation of Fe-Based Amorphous Coating Films by Thermal Spraying Technique”, Nakayama Steel Works, Materials Transactions, 51(9), (2010), pp. 1581-1585.

[8] ASTM International, “Standard test method for wear testing with a pin-on-disk apparatus”, ASTM, 2010.

[9] A.L. Greer, K.L. Rutherford and I.M. Hutchings, "Wear Resistance of Amorphous Alloys and Related Materials", International Materials Reviews, 47(2), (2002), pp. 87-112.

[10] Joint Committee on Powder Diffraction Standards (JCPDS). Powder Diffraction File,

Card No. 006-0696 (α-Fe bcc) and Card No. 072-1073 $(Fe,Cr)_2B$, Swarthmore, PA.

[11] C. Jiang-bo, L. Xiu-bing and X. Bin-shi, “Formation and properties of Fe-based amorphous/nanocrystalline alloy coating prepared by wire arc spraying process”, Journal of Non-Crystalline Solids, 355(34-36), (2009), pp. 1673-1678.

[12] K. Chokethawai, D.G. McCartney and P.H. Shipway, “Microstructure evolution and thermal stability of an Fe-based amorphous alloy powder and thermally sprayed coatings”, Journal of Alloys and Compounds, 480(2), (2009), pp. 351-359.

การศึกษาการเจริญเติบโตและปริมาณวิตามินซีในผักสลัดที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชและโรงเรือน
INVESTIGATION OF GROWTH AND VITAMIN C CONTENT OF LETTUCES GROWN IN A PLANT FACTORY AND A GREENHOUSE

อารุณพร นาห่อม[1], ปารวี กาญจนประโชติ[1, 3], ทิพปภา พิสิษฐ์กุล[1, 3], ณิชมณ ธรรมรักษ์[1], และ โชติพงศ์ กาญจนประโชติ[2, 3 *]
Arunporn Nahom[1], Parawee Kanjanaphachoat[1, 3], Tippapha Pisithkul[1, 3], Nitchamon Thamaragsa[1] and Choatpong Kanjanaphachoat[2]
[1] *สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*
[2] *สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*
[3] *ศูนย์ความเป็นเลิศนวัตกรรมเกษตรสมัยใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: โชติพงศ์ กาญจนประโชติ อีเมล: choatpong_k@hotmail.com

บทคัดย่อ:

ผักสลัดเป็นพืชที่บริโภคใบสดและเป็นที่นิยมบริโภค เนื่องจากมีปริมาณวิตามินซีสูงซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ปัจจัยสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ส่งผลต่อคุณภาพของผักสลัดทำให้ไม่สามารถปลูกผักสลัดที่มีคุณภาพดีได้ตลอดทั้งปี การปลูกในสภาพโรงเรือนไม่สามารถควบคุมสภาวะต่างๆ รวมถึงโรคและศัตรูพืชได้ งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์และคอสที่ปลูกด้วยเทคโนโลยีการผลิตพืชในระบบปิดหรือโรงงานผลิตพืช โดยมีการควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆ ด้วยการใช้แสงเทียมจากหลอด LED ความเข้ม 150 PPFD เป็นเวลา 16 ชั่วโมง อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส และความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับสภาพโรงเรือนระบบเปิด พบว่า ผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์ที่ทำการทดลองปลูกในโรงงานผลิตพืชมีจำนวนใบ ความสูง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต้นมากกว่าที่ปลูกในโรงเรือนอย่างมีนัยสำคัญและผักสลัดพันธุ์คอสมีจำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดต้นและราก รวมถึงน้ำหนักแห้งที่มากกว่าในโรงเรือนอย่างมีนัยสำคัญเมื่อปลูกในช่วงนอกฤดูกาล ผักสลัดทั้งสองพันธุ์ที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าที่ปลูกในโรงเรือน การปลูกผักสลัดในโรงงานผลิตพืชสามารถปลูกได้ทั้งในและนอกฤดูกาลเพื่อให้ได้ผลผลิตตามต้องการและผักมีคุณภาพดี มีความสดสะอาด ปลอดต่อโรคและแมลงมากกว่าการปลูกในโรงเรือน

คำสำคัญ : ผักสลัด การเจริญเติบโต วิตามินซี โรงงานผลิตพืช

Abstract:

Lettuce is consumed as a leaf vegetable. It is highly popular as it is known to be antioxidant-rich; lettuce contains vitamin C, which benefits human health. Various environmental factors affect growth and quality of lettuce leaves, and thus, lettuces are typically not cultivated year-round. Cultivation of lettuces in greenhouses often faces the challenge of fluctuating environments including plant diseases and pests. In this study, the growth and quality of the greenhouse-grown Frillice Iceberg and Cos lettuces were compared with those grown in a plant factory. In the plant factory, 150 PPFD LED light was used for 16 hours per day. The temperature was controlled at 23ºC, and the humidity was set at 60%. The plant factory-grown Frillice Iceberg had more leaves, height, fresh weight, and dry weight compared to those in the greenhouse. Similarly, Cos lettuces in the plant factory were also bigger in the head size, fresh weight of heads and roots, and dry weight compared to those of the greenhouse-grown Cos. Interestingly, the vitamin C content of both types of lettuces that were grown in the factory was higher than those grown in the greenhouse. These observations encourage the use of plant factories to cultivate vegetables for more controlled qualities.

Keywords: lettuce, growth, vitamin C, plant factory

บทนำ:

ผักสลัด (*Lactuca sativa* L.) เป็นพืชปีเดียว อยู่ในวงศ์ *Asteraceae* มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียและยุโรป เป็นผักที่เจริญได้ดีในสภาพอากาศเย็น [3] นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายและสามารถนำมาตกแต่งอาหารให้มีความสวยงาม ผักสลัดมีประโยชน์ทางโภชนาการสูง มีเส้นใย ธาตุอาหาร วิตามินหลายชนิด รวมถึงวิตามินซีที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันหวัด [4] ผักสลัดที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีหลายสายพันธุ์ เช่น ฟิลเลย์ (Frillice Iceberg) คอส (Cos) และกรีนโอ๊ค (Green oak) เป็นต้น

การปลูกผักสลัดนิยมปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ในโรงเรือนมากกว่าการปลูกโดยใช้ดิน เนื่องจากผักสลัดที่ได้มีความสดสะอาด มีความสะดวกและง่ายต่อการเก็บเกี่ยว [5] ในปัจจุบันสภาพแวดล้อมของโลกมีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมากทั้งอุณหภูมิ แสง ความชื้น และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัด ทำให้ไม่สามารถผลิตผักสลัดที่มีคุณภาพที่ดีได้ตลอดทั้งปี ผักสลัดเป็นผักที่ชอบอากาศเย็นจึงทำให้มีช่วงฤดูกาลที่เหมาะสมต่อการปลูก [6] การปลูกผักสลัดในสภาพโรงเรือนระบบเปิดไม่สามารถควบคุมสภาวะต่างๆ และยังมีโอกาสที่จะเกิดโรคและแมลงมารบกวนได้

โรงงานผลิตพืช (plant factory) เริ่มขึ้นครั้งแรกที่ประเทศญี่ปุ่น [7] เป็นเทคโนโลยีการปลูกพืชในระบบปิดหรือกึ่งปิด โดยมีการใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น แหล่งกำเนิดแสงเทียม เครื่องปรับอากาศ และระบบเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ [8] เพื่อควบคุมปัจจัยต่างๆ ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ระบบนี้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในประเทศญี่ปุ่น [8, 9] เกาหลี [10] และไต้หวัน [11] เพื่อจุดประสงค์ในเชิงพาณิชย์ และด้วยความสามารถในการควบคุมปัจจัยในการผลิตได้ จึงสามารถผลิตได้ทุกฤดูกาล กำหนดรอบหรือระยะเวลาการผลิตพืชได้ ปลอดต่อโรคและแมลง มีความสะอาด สามารถบริโภคหรือนำไปประกอบอาหารโดยไม่ต้องผ่านการล้างน้ำจึงสามารถยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวได้ โรงงานผลิตพืชยังได้รับการยอมรับว่าเป็นเทคโนโลยีสูงที่สุดของการพัฒนาการเกษตรอุตสาหกรรม ซึ่งมีข้อได้เปรียบในอัตราการใช้พื้นที่ติดตั้งได้หลายชั้น มีช่วงการเจริญเติบโตที่สั้นกว่าพืชที่ปลูกโดยทั่วไป [1, 7]

ผักสลัดเป็นผักที่นิยมบริโภคกันมากในกลุ่มคนที่รักสุขภาพและมีแนวโน้มการบริโภคผักสลัดเพิ่มมากขึ้น แต่เนื่องจากฤดูกาลทำให้ไม่สามารถปลูกผักสลัดที่มีคุณภาพดีได้ตลอดทั้งปีและผักสลัดนิยมบริโภคใบสดจึงต้องคำนึงถึงความสดสะอาดด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการปลูกผักสลัดโดยใช้เทคโนโลยีการปลูกพืชในโรงงานผลิตพืช เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัด 2 พันธุ์ คือ ฟิลเลย์ และคอส เปรียบเทียบกับการปลูกในโรงเรือนระบบเปิด ในช่วงในฤดูกาลและนอกฤดูกาลเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตพืชให้มีคุณภาพดี สะอาด ปราศจากโรค และสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี

วิธีการทดลอง:

การเพาะต้นกล้าและการย้ายปลูก

เพาะเมล็ดผักสลัด 2 พันธุ์ คือ ฟิลเลย์และคอส ลงบนจานเพาะ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จนรากเริ่มงอก ย้ายเมล็ดที่มีรากด้วยพู่กันลงปลูกบนฟองน้ำ และแช่ไว้ในปุ๋ยสูตร Hoagland ค่า Electric conductivity (EC) ที่ 0.5 นำไปไว้ในโรงงานพืช ที่มีความเข้มแสงจากหลอด LED 150 PPFD เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 23 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำการย้ายต้นกล้าผักสลัดลงรางปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ โดยใช้ปุ๋ยสูตร Hoagland ในอัตราส่วน A:B = 1:1 ในน้ำเปล่า 1400 ลิตร ค่า EC ที่ 2.0 โดยปลูกที่โรงงานผลิตพืชและโรงเรือนระบบเปิดที่ไม่มีการควบคุมสภาวะแวดล้อม ทำการปลูกผักสลัด 2 ช่วงฤดูกาล คือ นอกฤดูกาลช่วงเดือน ตุลาคม – พฤศจิกายน 2562 และในฤดูกาล ช่วงเดือน ธันวาคม 2562 – มกราคม 2563

การวัดการเจริญเติบโต

วัดการเจริญเติบโตของผักสลัดทั้งสองพันธุ์ที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชและในโรงเรือนระบบเปิด โดยวัดจำนวนใบ ความสูง ความกว้างของทรงพุ่ม น้ำหนักสด ทุกสัปดาห์หลังการย้ายปลูก เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยทำการสุ่มพันธุ์ละ 10 ต้น เมื่อครบ 4 สัปดาห์ หลังการย้ายปลูก ชั่งน้ำหนักสดของรากและต้น โดยทำการสุ่มพันธุ์ละ 5 ต้น และนำอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักแห้งของต้นและราก

วัดปริมาณวิตามินซีรวม

วัดปริมาณวิตามินซีในผักสลัดด้วยวิธีของ Ranganna [12] นำผักสลัดพันธุ์คอสและฟิลเล่ย์ อายุ 4 สัปดาห์ หลังการย้ายปลูกมาชั่งน้ำหนักสดและคั้นน้ำผัก เตรียมวิตามินซีมาตรฐาน โดยนำวิตามินซี ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยกรดออกซาลิก ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำสารละลายวิตามินซีมาตรฐาน ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และไทเทรตกับ 2,6-dichlorophenolindophenol จนถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนจากใสเป็นสีชมพู จากนั้นนำน้ำคั้นจากผักสลัด ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยกรดออกซาลิก ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ นำสารละลายน้ำผักสลัด 10 มิลลิลิตร ไทเทรตกับ 2,6-dichlorophenolindophenol เมื่อถึงจุดยุติสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู ตั้งทิ้งไว้ 15 วินาที สังเกตสีชมพูไม่เปลี่ยนกลับไปเป็นสีเดิมให้ทำการบันทึกผลการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

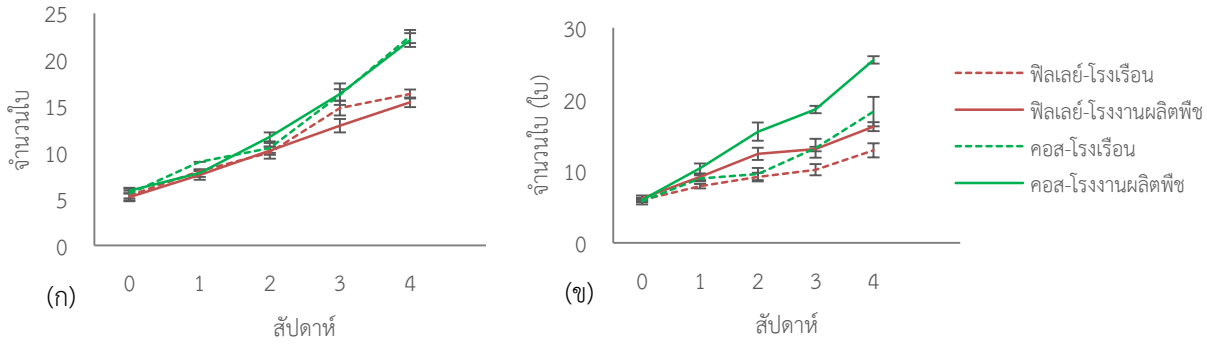
การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) และวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยตาราง ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละหน่วย การทดลองโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลอง:

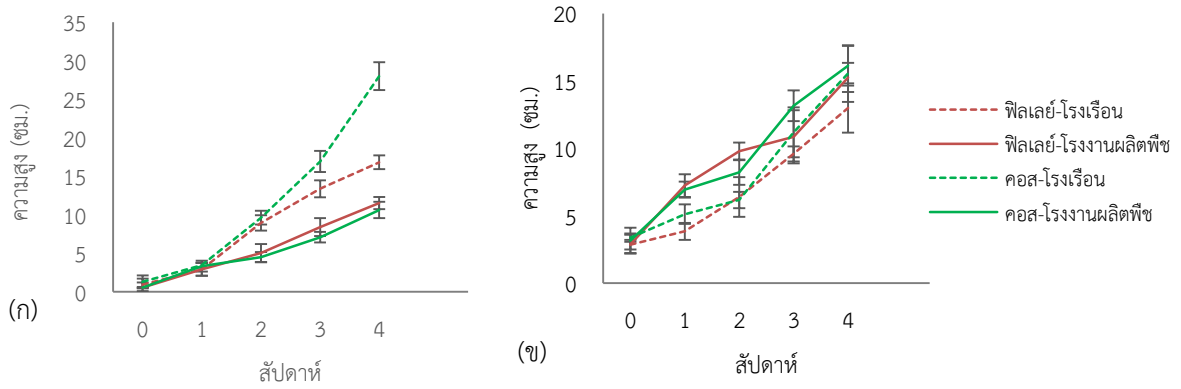
การวัดการเจริญเติบโต

วัดการเจริญเติบโตของผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์ และคอสที่ทำการปลูกในโรงงานผลิตพืชเปรียบเทียบกับผักสลัดที่ปลูกในสภาพโรงเรือนระบบเปิด ทำการวัดผลการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนใบ ความสูง และความกว้างทรงพุ่มทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า ผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์ ที่อายุ 4 สัปดาห์ พบว่า การปลูกผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์ในช่วงฤดูกาลปลูกในสภาพโรงเรือนระบบเปิดจะมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าในโรงงานผลิตพืช (รูปที่ 1ก, 2ก และ 3ก) แต่ในขณะที่การปลูกผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์ ที่อายุ 4 สัปดาห์ หลังการย้ายปลูกนอกฤดูกาลในระบบโรงงานผลิตพืช มีจำนวนใบ และความสูง แตกต่างจากที่ปลูกในโรงเรือนระบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 1ข และรูปที่ 2ข) โดยมีจำนวนใบมากที่สุด เท่ากับ 16.20±0.63 ใบ และความสูงของต้น เท่ากับ 15.25±1.09 เซนติเมตร และผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์มีแนวโน้มของการเจริญเติบโตที่เร็วกว่า โดยเริ่มเห็นความแตกต่างได้หลังจากย้ายปลูกไปแล้วเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ส่วนความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์ไม่มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 3ข)

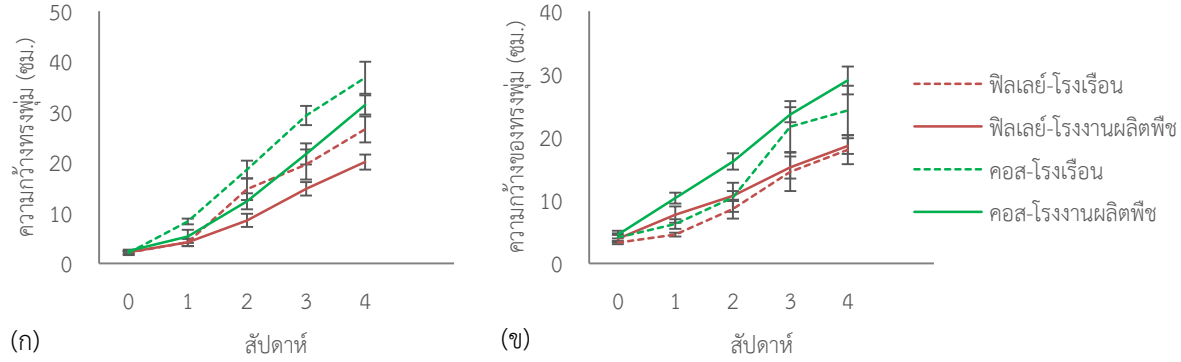
เมื่อทำการวัดการเจริญเติบโตของผักสลัดพันธุ์คอสนอกฤดูกาลในโรงงานผลิตพืชมีจำนวนใบ และความกว้างทรงพุ่มแตกต่างจากผักสลัดพันธุ์คอสที่ปลูกในโรงเรือนระบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 1ข และรูปที่ 3ข) โดยมีจำนวนใบสูงสุดที่ 25.5±0.53 ใบ และมีความกว้างทรงพุ่มมากที่สุด เท่ากับ 29.00±2.21 เซนติเมตร ในขณะที่เมื่อปลูกผักสลัดพันธุ์คอสในช่วงในฤดูกาลจะมีจำนวนใบไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 1ก)



รูปที่ 1 แสดงจำนวนใบของผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์และคอส เมื่อปลูกในช่วงในฤดูกาล (ก) และนอกฤดูกาล (ข) ในโรงงานผลิตพืชและโรงเรือนระบบเปิด



รูปที่ 2 แสดงความสูงของผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์และคอส เมื่อปลูกในช่วงในฤดูกาล (ก) และนอกฤดูกาล (ข) ในโรงงานผลิตพืชและโรงเรือนระบบเปิด



รูปที่ 3 แสดงความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์และคอส เมื่อปลูกในช่วงในฤดูกาล (ก) และนอกฤดูกาล (ข) ในโรงงานผลิตพืชและโรงเรือนระบบเปิด

เมื่อครบ 4 สัปดาห์หลังการย้ายปลูก นำผักสลัดทั้งสองพันธุ์ไปชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์ที่ปลูกภายในระบบโรงงานผลิตพืชมีน้ำหนักสดต้นและน้ำหนักแห้งต้นแตกต่างจากผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์ที่ปลูกในโรงเรือนระบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญเมื่อปลูกนอกฤดูกาล โดยมีน้ำหนักสดต้นมากที่สุด เท่ากับ 112.7±13.52 กรัม และมีน้ำหนักแห้งต้นมากที่สุด เท่ากับ 6.24±0.51 กรัม เมื่อปลูกผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์ในฤดูกาลปลูกพบว่า การปลูกในโรงเรือนมีน้ำหนักสดต้นและรากรวมถึงน้ำหนักแห้งของต้นและรากมากกว่าในโรงงานผลิตพืช (ตารางที่ 1) ส่วนผักสลัดพันธุ์คอสที่เจริญเติบโตอยู่ในระบบผลิตพืชและโรงเรือนระบบเปิด พบว่าน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต้นของคอสที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชนอกฤดูกาลมีความแตกต่างจากการปลูกในโรงเรือนระบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีน้ำหนักสดรากและน้ำหนักแห้งต้นที่มากที่สุด เท่ากับ 22.42±2.14 กรัม และ 9.19±0.51 กรัม ตามลำดับ ส่วนการปลูกผักสลัดพันธุ์คอสในฤดูกาลที่ปลูกในโรงเรือนระบบเปิดมีน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของรากและต้นมากกว่าที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชเช่นเดียวกับพันธุ์ฟิลเลย์ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและรากของผักกาดหอมพันธุ์ฟิลเลย์ ที่อายุสัปดาห์ที่ 4 หลังการย้ายปลูก

		น้ำหนักสดราก	น้ำหนักสดต้น	น้ำหนักแห้งราก	น้ำหนักแห้งต้น
โรงงานผลิตพืช	นอกฤดูกาล	4.37±0.97^{a}	112.69±13.52^{b}	0.50±0.18^{a}	6.24±0.51^{b}
พันธุ์ฟิลเลย์	ในฤดูกาล	4.98±0.79^{a}	88.30±5.74^{a}	0.38±0.04^{a}	5.15±0.56^{b}
โรงเรือนระบบเปิด	นอกฤดูกาล	4.10±0.60^{a}	81.05±5.52^{a}	0.40±0.15^{a}	3.83±0.62^{a}
พันธุ์ฟิลเลย์	ในฤดูกาล	12.99±4.69^{b}	164.08±10.76^{c}	1.54±0.71^{b}	9.45±1.35^{c}

หมายเหตุ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคำนวณจากขนาดตัวอย่างที่ n=5 ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P <0.05

ตารางที่ 2 แสดงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและรากของผักกาดหอมพันธุ์คอส ที่อายุสัปดาห์ที่ 4 หลังการย้ายปลูก

		น้ำหนักสดราก	น้ำหนักสดต้น	น้ำหนักแห้งราก	น้ำหนักแห้งต้น
โรงงานผลิตพืช	นอกฤดูกาล	22.42±2.14^{bc}	205.12±13.28^{b}	0.57±0.15^{a}	9.19±0.51^{b}
พันธุ์คอส	ในฤดูกาล	12.24±10.33^{ab}	191.47±±24.74^{ab}	2.48±2.61^{a}	7.23±0.99^{b}
โรงเรือนระบบเปิด	นอกฤดูกาล	2.70±1.18^{a}	133.65±27.64^{a}	0.56±0.29^{a}	4.39±0.62^{a}
พันธุ์คอส	ในฤดูกาล	32.78±16.17^{c}	370.71±73.02^{c}	9.80±2.37^{b}	15.84±3.10^{c}

หมายเหตุ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานคำนวณจากขนาดตัวอย่างที่ n=5 ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ P <0.05

วัดปริมาณวิตามินซีรวม

ในผักสลัดเป็นผักชนิดหนึ่งที่มีวิตามินซีสูง ทำการวัดปริมาณวิตามินซีในผักสลัดทั้งสองพันธุ์ที่ทำการปลูกในระบบโรงงานผลิตพืชเปรียบเทียบกับผักสลัดที่ปลูกในโรงเรือนระบบเปิดในช่วงนอกฤดูกาลของการปลูกผักสลัด ปริมาณวิตามินซีของผักสลัดพันธุ์คอสที่ปลูกในระบบโรงงานผลิตพืช มีค่าเท่ากับ 9.77±1.04 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีปริมาณที่สูงกว่าผักสลัดที่ปลูกในโรงเรือนระบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผักสลัดพันธุ์คอสที่ปลูกในโรงเรือนระบบเปิด ที่มีค่าเท่ากับ 6.11±0.40 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด โดยผักสลัดพันธุ์คอสที่ปลูกในระบบโรงงานผลิตพืชมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าประมาณ 1.6 เท่า (ตารางที่ 3) และเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีในผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์ที่ปลูกในระบบโรงงานผลิตพืช พบว่ามีแนวโน้มที่มีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าที่ปลูกในโรงเรือนระบบเปิด โดยมีปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 5.87±1.30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ในขณะที่เมื่อปลูกในโรงเรือนระบบเปิดมีปริมาณวิตามินซี เท่ากับ 4.34±0.21 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด โดยผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์ที่ปลูกในระบบโรงงานผลิตพืชมีปริมาณวิตามินซีมากกว่า คิดเป็น 1.35 เท่า (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณวิตามินซีของใบผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์และคอส เมื่ออายุ 4 สัปดาห์หลังการย้ายปลูกที่ปลูกในสภาวะที่แตกต่างกัน

ปริมาณวิตามินซีในฟิลเลย์ (มิลลิกรัม/100 กรัม)		ปริมาณวิตามินซีในคอส (มิลลิกรัม/100 กรัม)	
โรงงานผลิตพืช	โรงเรือนระบบเปิด	โรงงานผลิตพืช	โรงเรือนระบบเปิด
5.87±1.30^{ab}	4.34±0.21^{a}	9.77±1.04^{c}	6.11±0.40^{b}

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากการศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดสองพันธุ์ คือ พันธุ์ฟิลเลย์และคอสที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชเปรียบเทียบกับโรงเรือนระบบเปิดในช่วงนอกฤดูกาลและในฤดูกาลพบว่า ผักสลัดพันธุ์ฟิลเลย์มีจำนวนใบ ความสูง น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักแห้งต้นมากกว่าผักสลัดที่ปลูกในโรงเรือนระบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ผักสลัดพันธุ์คอสที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชมีจำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักสดของรากและต้น รวมถึงน้ำหนักแห้งของต้นมากกว่าพันธุ์คอสที่ปลูกในโรงเรือนระบบเปิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อปลูกนอกฤดูกาลซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับการปลูกผักสลัด แสดงว่าสามารถปลูกผักสลัดในโรงงานผลิตพืชเพื่อทดแทนการปลูกในโรงเรือนระบบเปิดนอกฤดูกาลที่มีสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมและสามารถทำให้ผักสลัดมีการเจริญเติบโตได้ดี เช่นเดียวกับงานวิจัยการปลูกผักสลัดพันธุ์ ‘Hongyeom Jeockchukmyeon’ ที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชและได้มีการทดลองให้ความเข้มแสงและช่วงแสงที่แตกต่างกันและศึกษาผลต่อการเจริญเติบโตและสัณฐานวิทยาของผักสลัด [13] แต่การปลูกผักสลัดทั้งสองพันธุ์ในช่วงฤดูกาลในสภาพโรงเรือนมีการเจริญเติบโตดีกว่าในโรงงานผลิตพืช เนื่องจากในช่วงฤดูกาลการปลูกในโรงเรือนได้รับความเข้มแสงที่สูงกว่าจึงทำให้ผักสลัดมีการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีกว่าจึงส่งผลต่อการเจริญเติบโต และช่วงอุณหภูมิที่เย็นเหมาะสมจึงทำให้ผักสลัดเจริญเติบโตได้ดีกว่า การปลูกพืชในระบบโรงงานผลิตพืชมีข้อได้เปรียบอยู่หลายประการ ทั้งในด้านของปริมาณและคุณภาพ โดยใช้ระยะเวลาในการปลูกสั้นกว่า [7] มีความสะอาดปราศจากการรบกวนของโรคและศัตรูพืช จากการทดลองปลูกผักสลัดในระบบโรงงานผลิตพืชพบว่าผักที่ได้มีความสดและสะอาด ในขณะที่การปลูกในโรงเรือนระบบเปิดพบผักสลัดเป็นโรครากเน่าเสียหายไปเป็นจำนวนหนึ่ง

ผักสลัดพันธุ์คอสที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าในโรงเรือนอย่างมีนัยสำคัญ และพันธุ์ฟิลเลย์ที่ปลูกในโรงงานผลิตพืชมีแนวโน้มของปริมาณวิตามินซีสูงกว่าในโรงเรือนระบบเปิด แม้ว่าทำการปลูกในช่วงในฤดูกาลซึ่งมีความเข้มแสงและอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ความเข้มแสงมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการต่างๆ ในผัก [14] การปลูกผักสลัดทั้งสองพันธุ์ในโรงงานผลิตพืชที่มีการควบคุมสภาวะต่างๆ ให้คงที่ โดยเฉพาะสามารถรักษาช่วงของความเข้มแสงและอุณหภูมิได้คงที่ ทำให้ได้ผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีกว่าการปลูกในสภาพโรงเรือนระบบเปิดที่ไม่มีการควบคุมสภาวะแวดล้อม [2] ปริมาณวิตามินซีมีความสัมพันธ์ต่ออุณหภูมิและความเข้มแสง โดยความเข้มแสงมีผลควบคุมการสร้างปริมาณวิตามินซีในใบผัก [15] จากรายงานการให้สภาวะความเข้มแสงสูงและปริมาณไนโตรเจนต่ำในผักสลัดพันธุ์ youmaical พบว่าทำให้เกิดการสะสมปริมาณวิตามินซีมากขึ้น [16] ผักสลัดพันธุ์คอสมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าในพันธุ์ฟิลเลย์ มีการศึกษาปริมาณวิตามินซีในผักสลัดหลายสายพันธุ์ โดยมีปริมาณวิตามินซีที่แตกต่างกันออกไปขึ้นกับสายพันธุ์ จากการวิจัยปริมาณวิตามินซีในผักสลัดต่างๆ จำนวน 5 พันธุ์ พบว่าผักสลัดพันธุ์ Levistro มีปริมาณวิตามินซีมากที่สุด ผักสลัดสายพันธุ์ Mura และ Plenti – butterhead มีปริมาณวิตามินซีน้อยที่สุด [4] ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสภาวะแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตรวมถึงคุณภาพของผักสลัด และการใช้เทคโนโลยีโรงงานผลิตพืชสามารถปรับเปลี่ยนสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชที่มีราคาสูงได้

กิตติกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กรุงเทพมหานคร (RDG6150091) และสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ขอขอบคุณ ผศ.ดร.อดิศักดิ์ จูมวงษ์ ในการให้คำปรึกษา

เอกสารอ้างอิง

[1] พิชญ์สินี เพชรไทย และธรรมศักดิ์ ทองเกต, “ผลของความเข้มแสงและระยะเวลารับแสงต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักกาดหอม”, วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, ปีที่ 4, ฉบับที่ 3, หน้า 54-59 (2560)

[2] ศุภฤกษ์ เชาวลิตตระกูล, ระบบปลูกผักสลัดไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ, วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ มหาวิทยาลัยกรุงเทพวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, (2560)

[3] Fang, W., Industry note of plant factory in Taiwan, International Journal of Agriculture Innovation, Technology and Globalisation, 1(1), 91-99 (2019)

[4] Aćamović-Djoković, G., Pavlović, R., Mladenović, J. and M. Djurić, Vitamin C content of different types of lettuce Varieties, Faculty of Agronomy, University of Kragujevac, November, 84-85 (2011)

[5] Sapkota, Effects of Nutrient Composition and Lettuce Cultivar on Crop Production in Hydroponic Culture, Horticulturae 72, 1-2 (2019)

[6] Al-Said. F., Hadley. P., Pearson. S., Mumtaz Khan. M and Q. Iqbal., Effect of hight temperture and exposure duration on stem exongation of iceberg lettuce. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 55, 95-101 (2018)

[7] Kozai. T., Plant Factory in Japan - Current situation and perspectives, Chronica horticulturae, 53(2), 8-11 (2013)

[8] Kozai T., G. Niu and M. Takagaki, Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality food production. Academic Press., California, U.S.A. (2016)

[9] Ueno, M. and Y. Kawamitsu, Design of a plant factory suitable for Okinawa, Engineering and Applied Science Research, 3, 182-188 (2017)

[10] Hwang, J., Jeong, H. and H. Yoe, Design and implementation of the intelligent plant factory system based on Ubiquitous computing. Advances in Intelligent Systems and Computing, 291, 89-97 (2014)

[11] Wei, F., Industry note of plant factory in Taiwan. Int. J. Agriculture Innovation, Technology and Globalisation. 1(1): 91-99 (2019)

[12] Ranganna S, Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products, Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi, India. 124-125 (1986)

[13] Kang, J.H., KrishnaKumar, S., Atulba, S., Jeong, B.R. and S.J. Hwang, Light intensity and photoperiod influence the growth and development of hydrpponically grown leaf lettuce in a closed-type plant factory system. Hort. Environ. Biotechnol, 54(6), 501-509 (2013)

[14] Savvas, D., and H.C. Passam (Eds). Hydroponic Production of Vegetables andOrnamentals. Embryo Publications, Athens, Greece, 299-343 (2002)

[15] Lester G.E., Environmental regulation of human health nutrients (ascorbicacid, L-carotene, and folic acid) in fruits and vegetables. HortScience 41, 59-64 (2006)

[16] Fu, Y., Li, H., Yu, J., Liu, H., Cao, Z., Manukovsky, N.S. and H. Liu, Interaction effects of light intensity and nitrogen concentration on growth, photosynthetic characteristics and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L. Var. youmaicai). Scientia Horticulturae. 214, 51–57 (2017)

การศึกษาความหลากหลายของแบคทีเรียจากเมทาจีโนมิกส์ในไมโครไบโอมของน้ำหมักมูลไส้เดือนดินชนิด *Perionyx* sp. 1 ด้วยเทคโนโลยี next generation sequencing

BACTERIAL DIVERSITY FROM METAGENOMICS IN MICROBIOME OF VERMICOMPOSTING LIQUID FROM *Perionyx* sp. 1 EARTHWORM BY NEXT GENERATION SEQUENCING

รุ่งโรจน์ ไกรสิทธิพาณิชย์[1], อานัฐ ตันโช[2] , ศุภธิดา อ่ำทอง[2] และ วศิน เจริญตัณธนกุล[1*]

Rungroj Kraisittipanit[1], Arnat Tancho[2], Suphathida Aumtong[2] and Wasin Charerntantanakul[1]

[1]*สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

[2] *สาขาวิชาปฐพี คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: วศิน เจริญตัณธนกุล อีเมล: wasin@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

การศึกษาเมทาจีโนมิกส์เป็นการศึกษาความหลากหลายของจุลินทรีย์จากจีโนมของประชากรจุลินทรีย์ทั้งหมด (ไมโครไบโอม) โดยอาศัยการเพิ่มปริมาณของยีนที่จำเพาะต่อสิ่งมีชีวิตที่สนใจ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายและชนิดของประชากรแบคทีเรียจากน้ำหมักมูลของไส้เดือนดินชนิด *Perionyx* sp. 1 จากบ่อวิจัยของศูนย์วิจัยและพัฒนาไส้เดือนดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยอาศัยการวิเคราะห์ลำดับเบสจากเทคโนโลยี Next Generation Sequencing (NGS) ผลการศึกษาพบว่าสารพันธุกรรมที่สกัดได้จากน้ำหมักมูลไส้เดือนดินมีขนาดอยู่ระหว่าง 500 ถึง 4,000 base pairs (bp) นำสารพันธุกรรมที่ได้สร้าง metagenomics library และใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อบริเวณ V3-V4 ของ rRNA สำหรับจัดจำแนกแบคทีเรีย ผลการศึกษาสามารถบ่งชี้ดัชนีความหลากหลาย (diversity indices) ที่ Q30 (Q-score) ในระดับร้อยละ 81.95 และการวิเคราะห์ taxonomic abundance พบว่าแบคทีเรียในน้ำหมักมูลไส้เดือนดินมีสูงถึง 17 ไฟลัม ได้แก่ Acidobacteria, Actinobacteria, Armatimonadetes, Bacteroidetes, Balneolaeota, Candidatus, Chloroflexi, Deinococcus, Fibrobacteres, Firmicutes, Gemmatimonadates, Ignavibacteriae, Nitrospirae, Planctomycetes, Proteobacteria, Tenericutes และ Verrucomicrobia โดยประชากรแบคทีเรียที่พบจำนวนมากสุดอยู่ในจีนัส *Zobellella* ของไฟลัม Proteobacteria และมีค่า taxonomic abundant ratio เท่ากับ 0.267235 ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลด้านความหลากหลายทางพันธุกรรมของน้ำหมักมูลไส้เดือนดินได้

คำสำคัญ: เมทาจีโนมิกส์, เทคโนโลยี NGS, น้ำหมักมูกไส้เดือนดิน, *Perionyx* sp. 1, ไมโครไบโอม, ความหลากหลายของแบคทีเรีย

Abstract:

Metagenomics is the study of microbial diversity based on genome of total microbial population (microbiome) and amplification of genes specific for such microorganisms. This study aims to investigate diversity and type of bacterial population from vermicomposting liquid produced by *Perionyx* sp. 1 earthworm subspecies cultured in research tank of the Earthworm and Development Information Center, Maejo University. The study employed Next Generation Sequencing (NGS) technology. Results revealed that genetic materials isolated from vermicomposting liquid had varying sizes from 500-4,000 base pairs (bp). Metagenomics library was constructed from the isolated genetic materials, using primers specific for

V3-V4 of rRNA. The diversity indices at Q30 (Q-score) were at 81.95%. Taxonomic abundance analysis revealed the existence of 17 phyla, including Acidobacteria, Actinobacteria, Armatimonadetes, Bacteroidetes, Balneolaeota, Candidatus, Chloroflexi, Deinococcus, Fibrobacteres, Firmicutes, Gemmatimonadates, Ignavibacteriae, Nitrospirae, Planctomycetes, Proteobacteria, Tenericutes, and Verrucomicrobia. The highest population belonged to genus *Zobellela* of phylum Proteobacteria, with taxonomic abundant ratio equal to 0.267235. Data from this study may be used as a fundamental database of genetic diversity in vermicomposting liquid.

Keywords: Metagenomics, NGS technology, Vermicomposting liquid, *Perionyx* sp. 1, Microbiome, Bacterial diversity

บทนำ

ไส้เดือนดินชนิด *Perionyx* sp. 1 เป็นไส้เดือนดินท้องถิ่นที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย สามารถเลี้ยงเพื่อใช้ผลิตปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดิน (vermicompost) และน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน (vermicomposting liquid) [1] ซึ่งช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี ที่ผ่านมาศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้ศึกษาชนิดของแบคทีเรียในน้ำหมักมูลไส้เดือนดินจากบ่อเพาะเลี้ยงภายในศูนย์วิจัยฯ ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ (cultural dependent technique) พบแบคทีเรียจำนวน 2 ไฟลัม ได้แก่ Proteobacteria และ Firmicutes [2, 3] และในจำนวนนี้มีแบคทีเรียบางชนิด ได้แก่ แบคทีเรียในสกุล *Vibrio* สามารถผลิตฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซิน (auxin) ชนิด Indole Acetic Acid (IAA) ได้ [4] อย่างไรก็ตามวิธีการเพาะเลี้ยงดังกล่าวมีข้อจำกัดที่อาจจะทำให้ไม่สามารถตรวจพบแบคทีเรียอื่นอีกหลายชนิดได้ โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำให้ข้อมูลด้านแบคทีเรียในน้ำหมักมูลไส้เดือนดินไม่ครบถ้วน

เทคโนโลยี Next Generation Sequencing (NGS) เป็นเทคโนโลยีที่สามารถหาลำดับเบสของจีโนม (genome) ของจุลินทรีย์ทั้งหมด (microbiome) ในน้ำหมักมูลไส้เดือนดินได้ ซึ่งจีโนมดังกล่าวมีขนาดใหญ่ เรียกอีกชื่อหนึ่งว่าเมทาจีโนม (metagenome) เทคโนโลยี NGS สามารถระบุชนิดของแบคทีเรียพร้อมทั้งสัดส่วนของแบคทีเรียแต่ละชนิด [5] ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีความสำคัญในการสร้างมาตรฐานผลิตภัณฑ์หรือช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำหมักมูลไส้เดือนดินให้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้คือการระบุชนิดและสัดส่วนของแบคทีเรียในน้ำหมักมูลไส้เดือนดินของศูนย์วิจัยฯ ด้วยเทคโนโลยี NGS

วิธีการ

1. ตัวอย่างน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและการสกัดเมทาจีโนมิกส์ดีเอ็นเอ (metagenomics DNA)

รวบรวมน้ำหมักมูลไส้เดือนดินจากบ่อพักน้ำหมักมูลไส้เดือนดินของศูนย์วิจัยฯ จำนวน 3 บ่อ บ่อละ 100 มล. มาผสมรวมกันเก็บในภาชนะที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ แล้วนำมาสกัดเมทาจีโนมด้วยชุดสกัดสำเร็จรูป (PureLink ™ Microbiome DNA Purification Kit, Invitrogen) ตรวจสอบปริมาณและคุณภาพของดีเอ็นเอที่ได้ด้วยเครื่อง Nanodrop (Allsheng) และตรวจสอบขนาดชิ้นดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเลคโตรโฟรีซิส (electrophoresis) ใน 1% อะกาโรสเจล (agarose gel) จากนั้นเก็บดีเอ็นเอที่สกัดได้ที่อุณหภูมิ – 20 °ซ ก่อนนำมาใช้งานต่อไป

2. การเตรียมเมทาจีโนมิกส์ไลบรารี่ (metagenomics library)

เพิ่มปริมาณของเมทาจีโนมด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลิเมอเรสโดยใช้สภาวะ 95 °ซ (3 นาที) จำนวน 1 รอบ ตามด้วย 25 รอบของ 95 °ซ (30 วินาที) 55 °ซ (30 วินาที) และ 72 °ซ (30 วินาที) และสิ้นสุดที่ 72 °ซ (5 นาที) โดยใช้ไพรเมอร์ (primer)

เข้มข้น 25 pM ที่จำเพาะต่อบริเวณ V3-V4 ของ 16s rRNA โดย forward primer (50 เบส) แบ่งเป็นส่วนของ gene specific primer (33 เบส) และ adapter sequence (17 เบส) และ reverse primer (55 เบส) แบ่งเป็นส่วนของ gene specific primer (34 เบส) และ adapter sequence (21 เบส) (Nextera XT Index Kit, Macrogen) (Table 1) นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำอิเลคโตรโฟรีซิสโดยใช้ 1% อะกาโรสเจล

Table 1 Forward and reverse primer sequences for metagenomics library preparation

Primer type	Sequence of gene specific primer	Sequence of adapter
Forward	5'TCGTCGGCAGCGTCAGATGTGTATAAGAGACAG3'	5'CCTACGGGNGGCWGCAG3'
Reverse	5'GTCTCGTGGGCTCGGAGATGGATATAAGAGACAG3	5'GACTACHVGGGTATCTAATCC3'

*N = Any nucleotide (A, T, C, or G); W = A or T; H = A, C or T; V = A, C or G

3. การวิเคราะห์ข้อมูล operational taxonomic unit (OTU)

ข้อมูลลำดับดีเอ็นสายสั้น (read) ที่ได้จากกระบวนการอ่านรหัสด้วยเครื่อง Illuminar Miseq (Macrogen) ถูกนำมาคัดกรองคุณภาพด้วยโปรแกรม CD-HIT-OTU ด้วยค่าคุณภาพ Q30 จากนั้นทำการร้อยเรียง (alignment) ดีเอ็นเอสายสั้นจนเป็นเส้นสายที่ยาวขึ้น (contiq) โดยใช้โปรแกรม **F**ast **L**ength **A**djustment of **SH**ort reads (FLASH) และทำการจัดกลุ่ม (clustering) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ OTU ในตัวอย่างด้วยโปรแกรม rDnaTool (Pyton)

4. การระบุอนุกรมวิธานและการวิเคราะห์ทางสถิติ

การระบุอนุกรมวิธานของข้อมูลทำโดยการเทียบข้อมูลลำดับเบสกับฐานข้อมูล Greengenes (Second Genome, Inc.) จากนั้นทำการวิเคราะห์เชิงสถิติในลำดับ (taxonomic indices)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

เมทาจีโนมที่แยกได้จากตัวอย่างน้ำหมักมูลไส้เดือนดินมีขนาดตั้งแต่ 500 ถึง 4,000 คู่เบส (Figure 1)

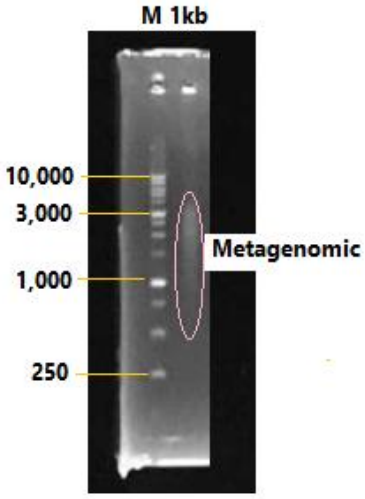


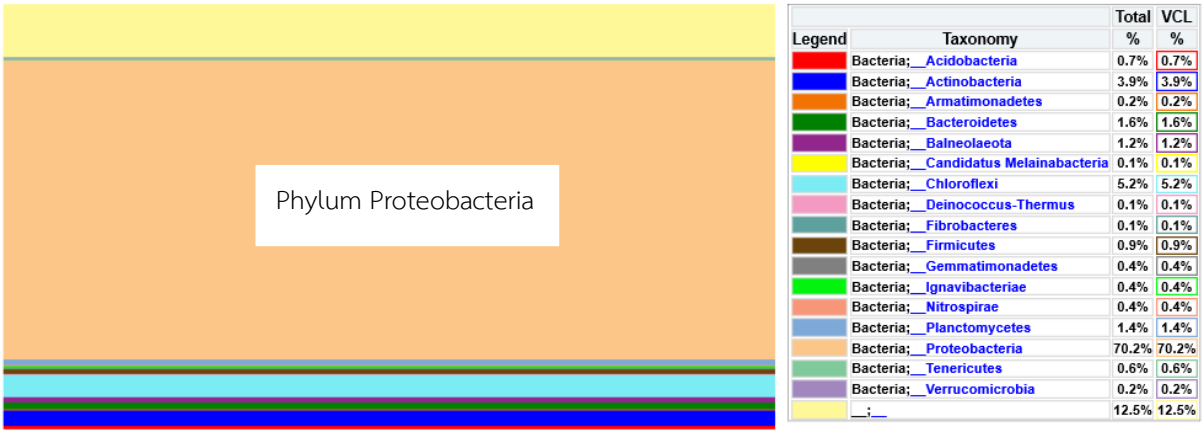
Figure 1. Metagenomic DNA isolated from vermicomposting liquid and electrophoresed in 1% agarose gel (M = 1 kb DNA marker)

เมื่อนำมาเตรียมเมทาจีโนมิกส์ไลบรารี่ได้ชิ้น read ทั้งหมด 118,070 reads โดยแต่ละ read มีความยาวประมาณ 150 คู่เบส (118,070 x 150.5 เบส x 2 สายดีเอ็นเอเท่ากับ 35,539,070 เบส) ซึ่ง read ทั้งหมดผ่านคุณภาพ (Q30) สูงถึงร้อยละ 81.95 (Table 2)

Table 2 Amplicon concentration and read quality

Library QC	Amplicon concentration (ng/µl)	Amplicon base (bp)	Total read bases (bp)	Total reads	Q20 (%)	Q30 (%)
Vermicomposting liquid	40.77	591	35,539,070	118,070	91.67	81.95

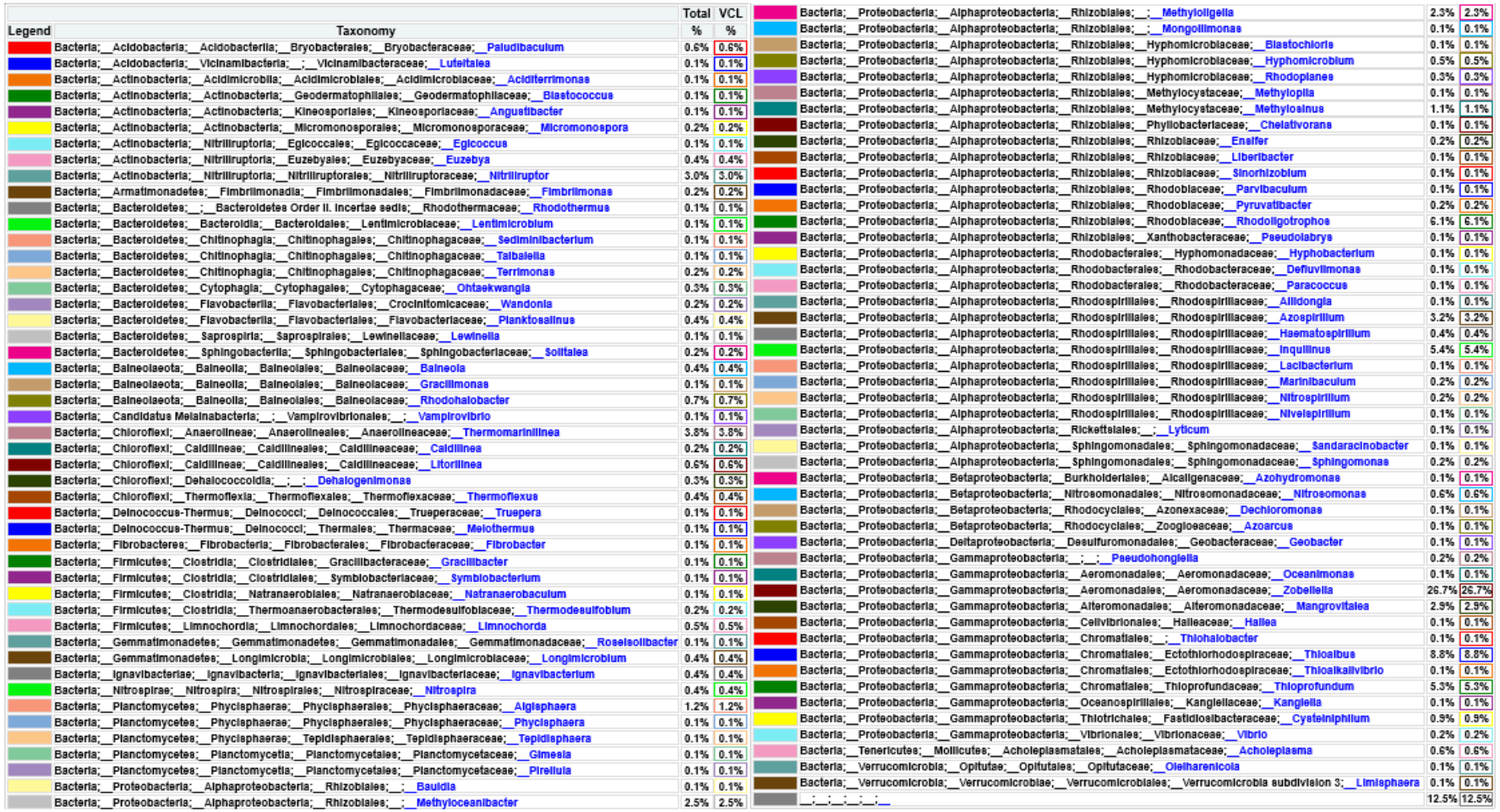
ผลจากการทำ OTU clustering พบแบคทีเรียในน้ำหมักมูลไส้เดือนดินทั้งหมด 17 ไฟลัม 34 คลาส (Class) 52 อันดับ (Order) 61 วงศ์ (Family) 97 สกุล (Genus) โดยประกอบด้วยไฟลัม Acidobacteria จำนวน 2 คลาสได้แก่ Acidobacterila และ Vicinamibacteria, ไฟลัม Actinobacteria จำนวน 3 คลาส ได้แก่ Acidimicrobila, Actinobacteria และ Nitriliruptoria, ไฟลัม Armatimonadetes จำนวน 1 คลาส คือ Fimbriimonadia, ไฟลัม Bacteroidetes จำนวน 6 คลาส ได้แก่ Bacteroidia, Chitinophagia, Cytophagia, Flavobacterila, Saproapiria และ Sphingobacterila, ไฟลัม Balneolaeota จำนวน 1 คลาส คือ Baineolia, ไฟลัม Candidatus จำนวน 1 คลาส คือ Vampirovibrionales, ไฟลัม Chloroflexi จำนวน 4 คลาส ได้แก่ Anaeroilineae, Caldilineae, Dehalococcoidia, Thermoflexia, ไฟลัม Deinococcus จำนวน 1 คลาส คือ Delnococci, ไฟลัม Fibrobacteres จำนวน 1 คลาส คือ Fibrobacteria, ไฟลัม Firmicutes จำนวน 2 คลาส ได้แก่ Clostridia และ Limnochordia, ไฟลัม Gemmatimonadates จำนวน 2 คลาส ได้แก่ Gemmatimonadetes และ Longimicrobis, ไฟลัม Ignavibacteriae จำนวน 1 คลาส คือ Ignavibacteria, ไฟลัม Nitrospirae จำนวน 1 คลาส คือ Nitrospira, ไฟลัม Planctomycetes จำนวน 2 คลาส ได้แก่ Phyciaphaerae และ Planctomycetis, ไฟลัม Proteobacteria จำนวน 3 คลาส ได้แก่ Alphaproteobacteria, Betaproteobacteria, Deltaproteobacteria และ Gamma proteobacteria, ไฟลัม Tenericutes จำนวน 1 คลาส คือ Mollicutes และ ไฟลัม Verrucomicrobia จำนวน 2 คลาส ได้แก่ Opitutae และ Verrucomicrobiae และนอกจากนี้ยังพบแบคทีเรียที่ไม่สามารถระบุชนิด (dark matter) อีกร้อยละ 12.50 (Figure 2) เมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบสัดส่วนแบคทีเรียในไฟลัม Proteobacteria สูงสุด (taxonomic abundant ratio) กว่าร้อยละ 70.20 เมื่อเปรียบเทียบกับแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน และเมื่อพิจารณาระดับคลาสพบว่าแบคทีเรียในคลาสเรียงลำดับสัดส่วนที่พบจากมากไปหาน้อย คือ Gammaproteobacteria, Alphaproteobacteria, Betaproteobacteria และ Deltaproteobacteria ตามลำดับ โดยสกุล *Zobellella* เป็นสกุลแบคทีเรียที่พบในสัดส่วนสูงที่สุดกว่าร้อยละ 26.70 (Figure 3)



Legend	Taxonomy	Total %	VCL %
	Bacteria;__Acidobacteria	0.7%	0.7%
	Bacteria;__Actinobacteria	3.9%	3.9%
	Bacteria;__Armatimonadetes	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Bacteroidetes	1.6%	1.6%
	Bacteria;__Balneolaeota	1.2%	1.2%
	Bacteria;__Candidatus Melainabacteria	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Chloroflexi	5.2%	5.2%
	Bacteria;__Deinococcus-Thermus	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Fibrobacteres	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Firmicutes	0.9%	0.9%
	Bacteria;__Gemmatimonadetes	0.4%	0.4%
	Bacteria;__Ignavibacteriae	0.4%	0.4%
	Bacteria;__Nitrospirae	0.4%	0.4%
	Bacteria;__Planctomycetes	1.4%	1.4%
	Bacteria;__Proteobacteria	70.2%	70.2%
	Bacteria;__Tenericutes	0.6%	0.6%
	Bacteria;__Verrucomicrobia	0.2%	0.2%
	__;__	12.5%	12.5%

Figure 2 Taxonomic composition at phylum level of bacteria in vermicomposting liquid

การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า แบคทีเรียที่พบมีความหลากหลายสูงและเทคโนโลยี NGS ให้ปริมาณข้อมูลความหลากหลายของประชากรแบคทีเรียได้ดีกว่าวิธีการเพาะเลี้ยงผ่านอาหารเลี้ยงเชื้อ ข้อมูลความหลากหลายของจุลินทรีย์จากน้ำหมักมูลไส้เดือนดินช่วยให้ทราบชนิดของแบคทีเรียกลุ่มหลักและกลุ่มอื่นๆ ที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้ แต่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำหมักมูลไส้เดือนดิน เพราะแบคทีเรียบางชนิดอาจจะสามารถเพิ่มคุณค่าของดินให้ดียิ่งขึ้นเนื่องมาจากสามารถผลิตสาร กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้ องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลความหลากหลายของแบคทีเรียในน้ำหมักมูลไส้เดือนดินและใช้เป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาน้ำหมักมูลไส้เดือนดินให้มีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์มากยิ่งขึ้น



Legend	Taxonomy	Total %	VCL %
	Bacteria;__Acidobacteria;__Acidobacteriia;__Bryobacterales;__Bryobacteraceae;__Paludibaculum	0.6%	0.6%
	Bacteria;__Acidobacteria;__Vicinamibacteria;__;__Vicinamibacteraceae;__Luteitalea	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Actinobacteria;__Acidimicrobiia;__Acidimicrobiales;__Acidimicrobiaceae;__Acidiferrimonas	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Actinobacteria;__Actinobacteria;__Geodermatophilales;__Geodermatophilaceae;__Blastococcus	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Actinobacteria;__Actinobacteria;__Kineosporiales;__Kineosporiaceae;__Angustibacter	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Actinobacteria;__Actinobacteria;__Micromonosporales;__Micromonosporaceae;__Micromonospora	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Actinobacteria;__Nitriliruptoria;__Egicoccales;__Egicoccaceae;__Egicoccus	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Actinobacteria;__Nitriliruptoria;__Euzebyales;__Euzebyaceae;__Euzebya	0.4%	0.4%
	Bacteria;__Actinobacteria;__Nitriliruptoria;__Nitriliruptorales;__Nitriliruptoraceae;__Nitriliruptor	3.0%	3.0%
	Bacteria;__Armatimonadetes;__Fimbriimonadia;__Fimbriimonadales;__Fimbriimonadaceae;__Fimbriimonas	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Bacteroidetes;__;__Bacteroidetes Order II. Incertae sedis;__Rhodothermaceae;__Rhodothermus	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Bacteroidetes;__Bacteroidia;__Bacteroidales;__Lentimicrobiaceae;__Lentimicrobium	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Bacteroidetes;__Chitinophagia;__Chitinophagales;__Chitinophagaceae;__Sediminibacterium	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Bacteroidetes;__Chitinophagia;__Chitinophagales;__Chitinophagaceae;__Taibaiella	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Bacteroidetes;__Chitinophagia;__Chitinophagales;__Chitinophagaceae;__Terrimonas	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Bacteroidetes;__Cytophagia;__Cytophagales;__Cytophagaceae;__Ohtaekwangia	0.3%	0.3%
	Bacteria;__Bacteroidetes;__Flavobacteriia;__Flavobacteriales;__Crocinitomicaceae;__Wandonia	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Bacteroidetes;__Flavobacteriia;__Flavobacteriales;__Flavobacteriaceae;__Planktosalinus	0.4%	0.4%
	Bacteria;__Bacteroidetes;__Saprospiria;__Saprospirales;__Lewinellaceae;__Lewinella	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Bacteroidetes;__Sphingobacteriia;__Sphingobacteriales;__Sphingobacteriaceae;__Solitalea	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Balneolaeota;__Balneolia;__Balneolales;__Balneolaceae;__Balneola	0.4%	0.4%
	Bacteria;__Balneolaeota;__Balneolia;__Balneolales;__Balneolaceae;__Gracilimonas	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Balneolaeota;__Balneolia;__Balneolales;__Balneolaceae;__Rhodohalobacter	0.7%	0.7%
	Bacteria;__Candidatus Melainabacteria;__;__Vampirovibrionales;__;__Vampirovibrio	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Chloroflexi;__Anaerolineae;__Anaerolineales;__Anaerolineaceae;__Thermomarinilinea	3.8%	3.8%
	Bacteria;__Chloroflexi;__Caldilineae;__Caldilineales;__Caldilineaceae;__Caldilinea	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Chloroflexi;__Caldilineae;__Caldilineales;__Caldilineaceae;__Litorilinea	0.6%	0.6%
	Bacteria;__Chloroflexi;__Dehalococcoidia;__;__;__Dehalogenimonas	0.3%	0.3%
	Bacteria;__Chloroflexi;__Thermoflexia;__Thermoflexales;__Thermoflexaceae;__Thermoflexus	0.4%	0.4%
	Bacteria;__Deinococcus-Thermus;__Deinococci;__Deinococcales;__Trueperaceae;__Truepera	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Deinococcus-Thermus;__Deinococci;__Thermales;__Thermaceae;__Meiothermus	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Fibrobacteres;__Fibrobacteria;__Fibrobacterales;__Fibrobacteraceae;__Fibrobacter	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Firmicutes;__Clostridia;__Clostridiales;__Gracilibacteraceae;__Gracilibacter	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Firmicutes;__Clostridia;__Clostridiales;__Symbiobacteriaceae;__Symbiobacterium	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Firmicutes;__Clostridia;__Natranaerobiales;__Natranaerobiaceae;__Natranaerobaculum	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Firmicutes;__Clostridia;__Thermoanaerobacterales;__Thermodesulfobiaceae;__Thermodesulfobium	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Firmicutes;__Limnochordia;__Limnochordales;__Limnochordaceae;__Limnochorda	0.5%	0.5%
	Bacteria;__Gemmatimonadetes;__Gemmatimonadetes;__Gemmatimonadales;__Gemmatimonadaceae;__Roseisolibacter	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Gemmatimonadetes;__Longimicrobia;__Longimicrobiales;__Longimicrobiaceae;__Longimicrobium	0.4%	0.4%
	Bacteria;__Ignavibacteriae;__Ignavibacteria;__Ignavibacteriales;__Ignavibacteriaceae;__Ignavibacterium	0.4%	0.4%
	Bacteria;__Nitrospirae;__Nitrospira;__Nitrospirales;__Nitrospiraceae;__Nitrospira	0.4%	0.4%
	Bacteria;__Planctomycetes;__Phycisphaerae;__Phycisphaerales;__Phycisphaeraceae;__Algisphaera	1.2%	1.2%
	Bacteria;__Planctomycetes;__Phycisphaerae;__Phycisphaerales;__Phycisphaeraceae;__Phycisphaera	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Planctomycetes;__Phycisphaerae;__Tepidisphaerales;__Tepidisphaeraceae;__Tepidisphaera	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Planctomycetes;__Planctomycetia;__Planctomycetales;__Planctomycetaceae;__Gimesia	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Planctomycetes;__Planctomycetia;__Planctomycetales;__Planctomycetaceae;__Pirellula	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__;__Bauldia	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__;__Methyloceanibacter	2.5%	2.5%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__;__Methyloligella	2.3%	2.3%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__;__Mongoliimonas	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Hyphomicrobiaceae;__Blastochloris	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Hyphomicrobiaceae;__Hyphomicrobium	0.5%	0.5%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Hyphomicrobiaceae;__Rhodoplanes	0.3%	0.3%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Methylocystaceae;__Methylopila	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Methylocystaceae;__Methylosinus	1.1%	1.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Phyllobacteriaceae;__Chelativorans	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Rhizobiaceae;__Ensifer	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Rhizobiaceae;__Liberibacter	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Rhizobiaceae;__Sinorhizobium	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Rhodobiaceae;__Parvibaculum	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Rhodobiaceae;__Pyruvatibacter	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Rhodobiaceae;__Rhodoligotrophos	6.1%	6.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhizobiales;__Xanthobacteraceae;__Pseudolabrys	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhodobacterales;__Hyphomonadaceae;__Hyphobacterium	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhodobacterales;__Rhodobacteraceae;__Defluviimonas	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhodobacterales;__Rhodobacteraceae;__Paracoccus	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhodospirillales;__Rhodospirillaceae;__Allidongia	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhodospirillales;__Rhodospirillaceae;__Azospirillum	3.2%	3.2%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhodospirillales;__Rhodospirillaceae;__Haematospirillum	0.4%	0.4%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhodospirillales;__Rhodospirillaceae;__Inquilinus	5.4%	5.4%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhodospirillales;__Rhodospirillaceae;__Lacibacterium	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhodospirillales;__Rhodospirillaceae;__Marinibaculum	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhodospirillales;__Rhodospirillaceae;__Nitrospirillum	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rhodospirillales;__Rhodospirillaceae;__Nivispirillum	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Rickettsiales;__;__Lyticum	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Sphingomonadales;__Sphingomonadaceae;__Sandaracinobacter	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Alphaproteobacteria;__Sphingomonadales;__Sphingomonadaceae;__Sphingomonas	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Betaproteobacteria;__Burkholderiales;__Alcaligenaceae;__Azohydromonas	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Betaproteobacteria;__Nitrosomonadales;__Nitrosomonadaceae;__Nitrosomonas	0.6%	0.6%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Betaproteobacteria;__Rhodocyclales;__Azonexaceae;__Dechloromonas	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Betaproteobacteria;__Rhodocyclales;__Zoogloeaceae;__Azoarcus	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Deltaproteobacteria;__Desulfuromonadales;__Geobacteraceae;__Geobacter	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__;__;__Pseudohongiella	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__Aeromonadales;__Aeromonadaceae;__Oceanimonas	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__Aeromonadales;__Aeromonadaceae;__Zobellella	26.7%	26.7%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__Alteromonadales;__Alteromonadaceae;__Mangrovitalea	2.9%	2.9%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__Cellvibrionales;__Halieaceae;__Haliea	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__Chromatiales;__;__Thiohalobacter	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__Chromatiales;__Ectothiorhodospiraceae;__Thioalbus	8.8%	8.8%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__Chromatiales;__Ectothiorhodospiraceae;__Thioalkalivibrio	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__Chromatiales;__Thioprofundaceae;__Thioprofundum	5.3%	5.3%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__Oceanospirillales;__Kangiellaceae;__Kangiella	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__Thiotrichales;__Fastidiosibacteraceae;__Cysteiniphilum	0.9%	0.9%
	Bacteria;__Proteobacteria;__Gammaproteobacteria;__Vibrionales;__Vibrionaceae;__Vibrio	0.2%	0.2%
	Bacteria;__Tenericutes;__Mollicutes;__Acholeplasmatales;__Acholeplasmataceae;__Acholeplasma	0.6%	0.6%
	Bacteria;__Verrucomicrobia;__Opitutae;__Opitutales;__Opitutaceae;__Oleiharenicola	0.1%	0.1%
	Bacteria;__Verrucomicrobia;__Verrucomicrobiae;__Verrucomicrobiales;__Verrucomicrobia subdivision 3;__Limisphaera	0.1%	0.1%
	__;__;__;__;__;__	12.5%	12.5%

Figure 3 Taxonomic composition at genus level of bacteria in vermicomposting liquid

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (รหัสโครงการ มจ.2-63-016) และศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

[1] Shweta Yadav, “Deciphering Role of Gut Micro-Biome of Earthworm in Bio-remediation Process using Metagenome.” International Journal of Sciences, Vol. 5, pp. 64-67 (2017). ISSN: 2410-4477.

[2] สุลีรัก อารักษณ์ธรรม, ศักยภาพของแบคทีเรียในลำไส้ของไส้เดือนดินท้องถิ่นไทยต่อการเกษตร, วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต, ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2559.

[3] Suleerak Arraktham, Arnat Tancho, Piyanuch Niamsup, Pattaraporn Rattanawaree, “The Potential of Bacteria Isolated from Earthworm Intestines, Vermicompost and Liquid Vermicompost to Produce Indole- 3- acetic acid (IAA)”. Journal of Agricultural Technology, Vol 12(2), pp. 229-239 (2016), ISSN: 1686-9141.

[4] นราพร สมบูรณ์นะ, อลิษา วิลันโท, รัตนมณี ชนะบุญ และ ภัสสิริ โคมกระจ่าง, “ไมโครไบโอมในดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย”, บทความวิชาการ UNISEARCH JOUNAL, ปีที่ 4, ฉบับที่ 1, หน้า 10-16 (2560).

[5] แสงทอง พงษ์เจริญกิต, การหาลำดับเบสของดีเอ็นเอ: จากพื้นฐานสู่การประยุกต์, สำนักบริหารและพัฒนาวิชาการอาคารเทพสถิตย์, ภาควิชาพันธุศาสตร์, มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (2561)

การตรวจสอบเชิงโมเลกุลและความชุกของ *Hepatozoon canis* ในสุนัขที่ศูนย์พักพิงสุนัขในจังหวัดเชียงใหม่

MOLECULAR DETECTION AND PREVALENCE OF *HEPATOZOON CANIS* AMONG SHELTER DOGS IN CHIANG MAI PROVINCE

เพ็ญนภา ตาคำ[1], วิลาวรรณ เรือนสิทธิ์[1], พิชานันท์ สืบสอาด[1], อรอนงค์ เส้งเล่า[1], ทิพย์กมล ธิการาช[1], วรพัฒน์ ประชาศิลป์ชัย[2], ชลลดา โสดารัตน์[2], พชรพร ตาดี[3], ไพโรจน์ พงศ์กิดาการ[3], ปัฐมา เจริญตัณธนกุล[4], รัญจวน อิสรรักษ์[5], เรือนแก้ว ประพฤติ[6], Dante Fabros Jr.[1] และ วศิน เจริญตัณธนกุล[1*]

Pennapa Takam[1], Wilawan Ruansit[1], Pichanan Suebsaard[1], Onanong Seng-Lao[1], Thipkamon Thikarach[1], Worapat Prachasilchai[2], Chollada Sodarat[2], Phacharaporn Tadee[3], Phairot Phongkidakarn[3], Pattama Charerntantanakul[4], Runjuan Isararuk[5], Reankeaw Praphet[6], Dante Fabros Jr.[1] and Wasin Charerntantanakul[1*]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย
[2]ภาควิชาคลินิกสัตว์เลี้ยงและสัตว์ป่า คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100 ประเทศไทย
[3] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย
[4] คลินิกสัตวแพทย์ปัฐ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย
[5] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา 90000 ประเทศไทย
[6] สถาบันบริการตรวจสอบคุณภาพและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: วศิน เจริญตัณธนกุล อีเมล: wasin@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

เชื้อโปรโตซัว *Hepatozoon canis* ก่อให้เกิดโรคเฮปปาโตซูโนสิส (Hepatozoonosis) ในสุนัขซึ่งสุนัขได้รับเชื้อนี้จากการกินเห็บแข็งสีน้ำตาล (*Rhipicephalus sanguineus*) ที่มีเชื้อนี้อยู่ สุนัขที่ติดเชื้อนี้บางรายอาจไม่แสดงอาการป่วย แต่จะมีสุขภาพอ่อนแอลง ป่วยด้วยโรคแทรกซ้อนอื่นๆ ได้ง่ายขึ้น สุนัขบางรายอาจจะแสดงอาการซึม เยื่อเมือกซีด ไข้สูง เบื่ออาหาร น้ำหนักลด เกล็ดเลือดจาง กล้ามเนื้ออ่อนแรง และตายได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการติดเชื้อ *H. canis* ในสุนัขที่อาศัยอยู่ที่ศูนย์พักพิงสุนัขในจังหวัดเชียงใหม่ งานวิจัยนี้เจาะเก็บตัวอย่างเลือดสุนัขจำนวน 195 ตัว ในเดือนมกราคมและกรกฎาคม พ.ศ. 2562 นำมาตรวจหายีน *18S rRNA* ของเชื้อ *H. canis* ด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์พบว่าสุนัขติดเชื้อ *H. canis* จำนวน 133 ตัว คิดเป็นร้อยละ 68.21

คำสำคัญ : *Hepatozoon canis* สุนัข ปฏิกิริยาพีซีอาร์

Abstract:

Infection by a protozoon, *Hepatozoon canis*, causes Hepatozoonosis in dogs. Dogs get infected with *H. canis* via ingestion of infected brown dog ticks (*Rhipicephalus sanguineus*). Some infected dogs may show subclinical signs and are vulnerable to secondary infections, while some may manifest depression, pale mucus membrane, fever, anorexia, weight loss, thrombocytopenia, fatigue and death. This study determines the molecular prevalence of *Hepatozoon canis* infection in shelter dogs in Chiang Mai. This research collected whole blood from 195 dogs in January and July 2019, and determined the presence of *18S rRNA* of *H. canis* by polymerase chain reaction. Results showed that 133 dogs were infected with *H. canis* which was equivalent to 68.21%.

Keywords: *Hepatozoon canis*, Dog, Polymerase Chain Reaction

บทนำ:

โรคเฮปปาโตซูโนสิส (Hepatozoonosis) ในสุนัขเกิดจากการติดเชื้อโปรโตซัว *Hepatozoon canis* ซึ่งเชื้อนี้พบได้ในทวีปยุโรปใต้ แอฟริกา อเมริกาใต้และเอเชีย [1,2] ในประเทศไทยมีรายงานสุนัขติดเชื้อ *H. canis* ที่กรุงเทพมหานคร [3] มหาสารคาม [4] ขอนแก่น [5] และนครพนม [6] โรคนี้อาศัยเห็บแข็งสีน้ำตาล (*Rhipicephalus sanguineus*) เป็นพาหะนำโรค สุนัขติดเชื้อ *H. canis* จากการกินเห็บแข็งที่มีเชื้อ *H. canis* ในระยะ oocyst ซึ่งจะออกจากตัวเห็บ เคลื่อนที่ไปลำไส้เล็กส่วนต้นของสุนัขแล้วแพร่กระจายไปยังอวัยวะเป้าหมายต่างๆ เช่น เยื่อบุผนังลำไส้ ม้าม กล้ามเนื้อหัวใจ ปอด ตับ ไต ไขกระดูก และเม็ดเลือดขาวชนิดนิวโทรฟิล (neutrophil) และโมโนซัยต์ (monocytes) [7] สุนัขที่ติดเชื้อ *H. canis* บางรายจะแสดงอาการไข้ เบื่ออาหาร ซึม อัมพาตและโลหิตจาง เป็นต้น [8]

การตรวจวินิจฉัยหาเชื้อ *H. canis* สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทำฟิล์มเลือดบาง (thin blood smear) ซึ่งมีข้อดีคือสามารถทำได้รวดเร็ว ราคาถูก แต่มีข้อเสียคือมีความไวในการตรวจพบเชื้อต่ำและต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์ในการตรวจวินิจฉัย การตรวจทางซีรัมวิทยา (serology) เพื่อตรวจหาแอนติบอดีต่อเชื้อด้วยเทคนิค Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) และ Immunofluorescent antibody test (IFAT) มีข้อดีคือมีความไวสูง แต่มีข้อเสียคือไม่เหมาะสมกับการตรวจหาการติดเชื้อในระยะเริ่มต้น และการตรวจหาสารพันธุกรรมของเชื้อด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์ (PCR, Polymerase Chain Reaction) ซึ่งมีข้อดีคือมีความจำเพาะ แม่นยำและมีความไวสูง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการติดเชื้อโปรโตซัว *H. canis* ในสุนัขที่อาศัยอยู่ที่ศูนย์พักพิงสุนัขในจังหวัดเชียงใหม่โดยใช้เทคนิคพีซีอาร์

วิธีการทดลอง:

1. เก็บตัวอย่างเลือดสุนัข

เก็บตัวอย่างเลือดสุนัขจากศูนย์พักพิงสุนัขในอำเภอดอยสะเก็ดและอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ในเดือนมกราคมและกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ตามลำดับ จำนวนรวม 195 ตัวอย่าง ใส่ในหลอดที่มีสารป้องกันเลือดแข็งตัวชนิด EDTA เก็บไว้ที่ 4 °ซ งานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (Approval No. MACUC 005S/2562)

2. การสกัดดีเอ็นเอ

ปิเปตตัวอย่างเลือดปริมาตร 30 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดปั่นเหวี่ยง เติมน้ำกลั่นปราศจากเชื้อปริมาตร 1 มล. กลับหลอด 3-4 ครั้ง ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 รอบ/นาที นาน 1 นาที ทิ้งส่วนใสและล้างตะกอนด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อจำนวน 2 รอบ แล้วเติมสาร 5% Chelex resin (Sigma-Aldrich, USA) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และเอนไซม์ Proteinase K (Invitrogen, USA) ปริมาตร 10 ไมโครลิตร (ความเข้มข้น 10 มก./มล.) ผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 56 °ซ นาน 30 นาที แล้วบ่มต่อที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 10 นาที จากนั้นตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 รอบ/นาที นาน 1 นาที เก็บส่วนใสใส่หลอดปั่นเหวี่ยงหลอดใหม่แล้วเก็บดีเอ็นเอที่สกัดได้ที่ -20 °ซ วัดปริมาณและคุณภาพของดีเอ็นเอที่สกัดได้ด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 230, 260 และ 280 นาโนเมตร โดยเครื่อง Nanodrop 2000/2000C spectrophotometer V1.0 (Thermo Fisher Scientific, USA)

3. การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอน annealing

เตรียมปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่สภาวะ Initial denaturation (94 °ซ, 3 นาที, 1 รอบ) ตามด้วย 35 รอบของ Denaturation (94 °ซ, 30 วินาที) Annealing (57, 58, 59 และ 60 °ซ, 30 วินาที) Extension (68 °ซ, 30 วินาที) และสิ้นสุดที่ Final extension (72 °ซ, 10 นาที, 1 รอบ) ปฏิกิริยาพีซีอาร์ประกอบด้วย Quick Taq® HS DyeMix (Toyobo, Japan) ปริมาตร 5 ไมโครลิตร ไพรเมอร์ (primer) ที่ความเข้มข้นสุดท้าย 500 nM ปริมาตร 1 ไมโครลิตร (ตารางที่ 1) และดีเอ็นเอปริมาตร 1 ไมโครลิตร (0.5 นาโนกรัม) ปริมาตรรวมของปฏิกิริยาเท่ากับ 10 ไมโครลิตร อ่านผลด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิส (Electrophoresis) โดยใช้ 2.0% อะกาโรสเจล (Agarose gel; Biobasic, Canada) และ Tris-Borate-EDTA (TBE) buffer (Biobasic) ใช้กระแสไฟฟ้า 80 โวลต์ นาน 60 นาที จากนั้นย้อมเจลด้วยเอทธิเดียมโบรไมด์ (Ethidium bromide) (Biobasic) เปรียบเทียบความเข้มของแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงเหนือม่วง (Ultraviolet) บันทึกภาพด้วยเครื่อง GelMax® UV Gel Imager (Labortechnik, Germany)

ตารางที่ 1 ไพรเมอร์สำหรับยีน *18S rRNA* ของเชื้อ *H. canis* [1]

Primer name	Primer sequence (5'-3')	Product size (base pair; bp)
Hs462F	TGTGTACAAAGGGCAGGGACG	462
Hs462R	GCGGCTTAATTTGACTCAACAC	

4. การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของชิ้นส่วนพีซีอาร์

เตรียมปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่สภาวะ Initial denaturation (94 °ซ, 3 นาที, 1 รอบ) ตามด้วย 35 รอบของ Denaturation (94 °ซ, 30 วินาที) Annealing (58 °ซ, 30 วินาที) Extension (68 °ซ, 30 วินาที) และสิ้นสุดที่ Final extension (72 °ซ, 10 นาที, 1 รอบ) ปฏิกิริยาพีซีอาร์ประกอบด้วย Quick Taq® HS DyeMix ปริมาตร 5 ไมโครลิตร ไพรเมอร์ที่ความเข้มข้นสุดท้าย 500 nM ปริมาตร 1 ไมโครลิตร ดีเอ็นเอปริมาตร 1 ไมโครลิตร (0.5 นาโนกรัม) ปริมาตรรวมของปฏิกิริยาเท่ากับ 10 ไมโครลิตร นำผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาพีซีอาร์มาทำบริสุทธิ์ด้วย PCR Clean-Up & Gel Extraction Kit (Bio-Helix, Taiwan) แล้ววิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ (1st BASE DNA Sequencing Services, Malaysia) เพื่อยืนยันความถูกต้อง

5. การศึกษาความเข้มข้นของไพรเมอร์ที่เหมาะสม

เตรียมปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่สภาวะ Initial denaturation (94 °ซ, 3 นาที, 1 รอบ) ตามด้วย 35 รอบของ Denaturation (94 °ซ, 30 วินาที) Annealing (58 °ซ, 30 วินาที) Extension (68 °ซ, 30 วินาที) และสิ้นสุดที่ Final extension (72 °ซ, 10 นาที, 1 รอบ) ปฏิกิริยาพีซีอาร์ประกอบด้วย Quick Taq® HS DyeMix ปริมาตร 5 ไมโครลิตร ไพรเมอร์ที่ความเข้มข้นสุดท้าย 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 และ 500 nM ปริมาตร 1 ไมโครลิตร และดีเอ็นเอปริมาตร 1 ไมโครลิตร (0.5 นาโนกรัม) ปริมาตรรวมของปฏิกิริยาเท่ากับ 10 ไมโครลิตร เปรียบเทียบความเข้มของแถบดีเอ็นเอหลังการทำอิเล็กโตรโฟรีซิส

6. การศึกษาความจำเพาะของปฏิกิริยาพีซีอาร์

นำตัวอย่างเลือดสุนัขที่ตรวจพบยีน *18S rRNA* ของ *H. canis* มาศึกษาความจำเพาะของปฏิกิริยาพีซีอาร์โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างเลือดของสุนัขที่ไม่ติดเชื้อ โดยใช้ปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่สภาวะ Initial denaturation (94 °ซ, 3 นาที, 1 รอบ) ตามด้วย 35 รอบของ Denaturation (94 °ซ, 30 วินาที) Annealing (58 °ซ, 30 วินาที) Extension (68 °ซ, 30 วินาที) และสิ้นสุดที่ Final extension (72 °ซ, 10 นาที, 1 รอบ) ปฏิกิริยาพีซีอาร์ประกอบด้วย Quick Taq® HS DyeMix ปริมาตร 5 ไมโครลิตร ไพรเมอร์ที่ความเข้มข้นสุดท้าย 500 nM ปริมาตร 1 ไมโครลิตร ดีเอ็นเอปริมาตร 1 ไมโครลิตร ปริมาตรรวมของปฏิกิริยาเท่ากับ 10 ไมโครลิตร

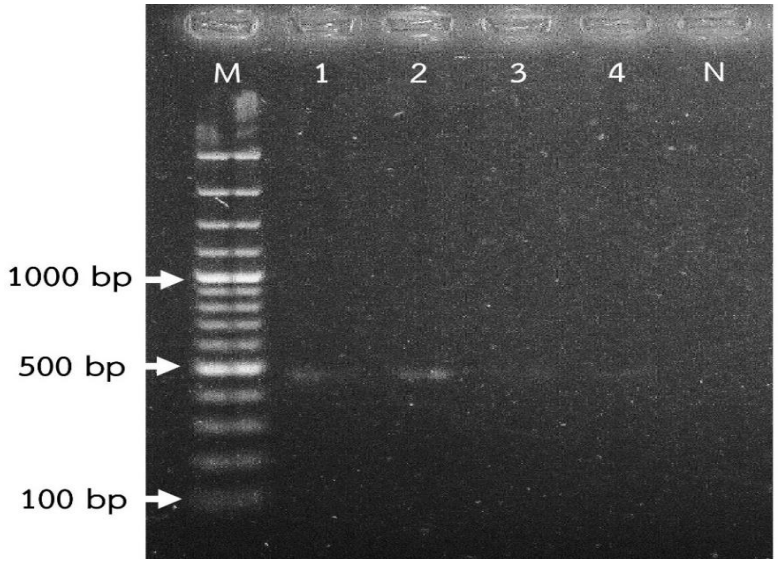
7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จำแนกข้อมูลตามกลุ่มของอายุและเพศ จากนั้นวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square Test)

ผลการทดลอง:

การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอน annealing

อุณหภูมิ 58 °ซ สามารถเพิ่มปริมาณยีน *18S rRNA* ของเชื้อ *H. canis* โดยให้แถบที่มีความคมชัดมากกว่าที่อุณหภูมิ 57, 59 และ 60 °ซ (รูปที่ 1)



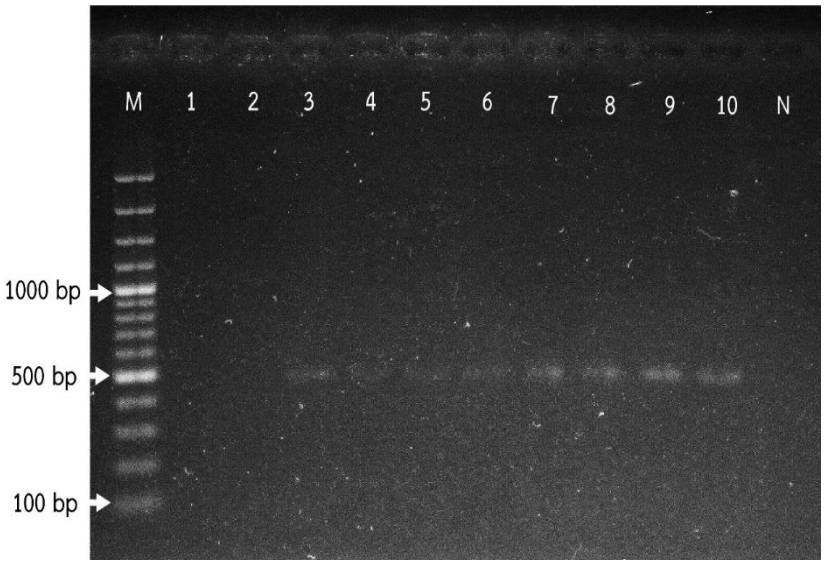
รูปที่ 1 อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอน annealing (M = 100 bp plus DNA marker; 1-4 = *18S rRNA* ของเชื้อ *H. canis* ที่ 57, 58, 59 และ 60 °ซ ตามลำดับ; N = กลุ่มควบคุมเชิงลบ (ไม่มีดีเอ็นเอ))

การหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของชิ้นส่วนพีซีอาร์

ชิ้นส่วนพีซีอาร์ที่เตรียมจากคู่ไพรเมอร์ Hs462F และ Hs462R มีลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือนกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน *18S rRNA* ของเชื้อ *H. canis* (Accession# MH615006.1) ร้อยละ 89.28

การศึกษาความเข้มข้นของไพรเมอร์ที่เหมาะสม

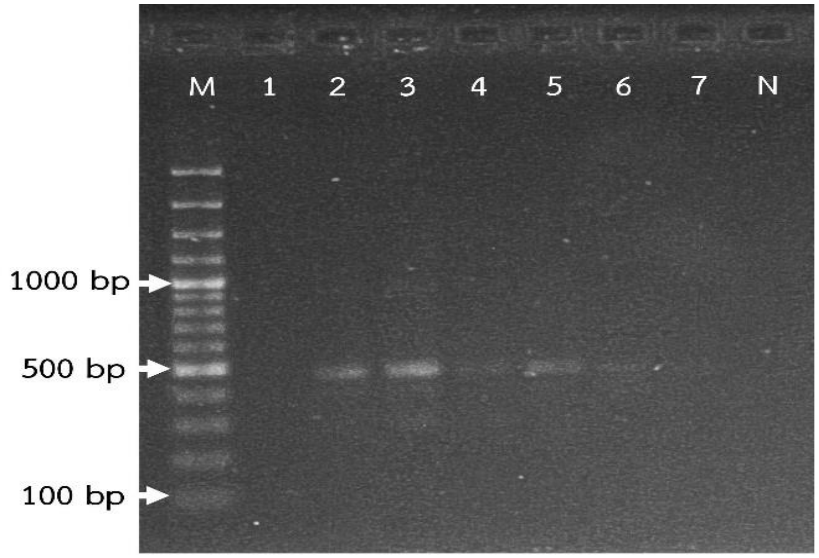
ความเข้มข้นสุดท้ายของไพรเมอร์ที่สามารถตรวจพบยีน *18S rRNA* ของเชื้อ *H. canis* ได้คือ 150–500 nM (รูปที่ 2) โดยความเข้มข้นสุดท้ายของไพรเมอร์ที่ 500 nM ให้ความเข้มของแถบมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอื่นๆ



รูปที่ 2 ความเข้มข้นของไพรเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับตรวจยีน *18S rRNA* ของเชื้อ *H. canis* (M = 100 bp plus DNA marker; 1 = 50 nM; 2 = 100 nM; 3 = 150 nM; 4 = 200 nM; 5 = 250 nM; 6 = 300 nM; 7 = 350 nM; 8 = 400 nM; 9 = 450 nM; 10 = 500 nM; N = กลุ่มควบคุมเชิงลบ (ไม่มีดีเอ็นเอ))

การศึกษาความจำเพาะของปฏิกิริยาพีซีอาร์

ปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่ใช้ในการตรวจยีน *18S rRNA* ของเชื้อ *H. canis* มีความจำเพาะต่อเชื้อ *H. canis* โดยทดสอบกับตัวอย่างเลือดสุนัขที่ติดเชื้อ *H. canis* พบว่าสามารถตรวจพบได้ด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่ศึกษา (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ความจำเพาะของปฏิกิริยาพีซีอาร์ สำหรับตรวจยีน *18S rRNA* ของเชื้อ *H. canis* (M = 100 bp plus DNA marker; 1,7 = ตัวอย่างเลือดสุนัขที่ไม่ติดเชื้อ *H. canis*; 2-6 = ตัวอย่างเลือดสุนัขที่ติดเชื้อ *H. canis*; N = กลุ่มควบคุมเชิงลบ (ไม่มีดีเอ็นเอ))

ความชุกของการติดเชื้อ *H. canis* ในสุนัขที่ศูนย์พักพิงสุนัข

จากการสำรวจการติดเชื้อ *H. canis* ในสุนัขจำนวนรวม 195 ตัว จากศูนย์พักพิงสุนัขพบว่าสุนัขติดเชื้อ *H. canis* จำนวน 133 ตัว คิดเป็นร้อยละ 68.21 แบ่งเป็นสุนัขจากศูนย์พักพิงสุนัข อ.ดอยสะเก็ด 85 ตัว (จาก 120 ตัว คิดเป็นร้อยละ 70.83) และจากศูนย์พักพิงสุนัข อ.สันป่าตอง 48 ตัว (จาก 75 ตัว คิดเป็นร้อยละ 64)

ช่วงอายุของสุนัขที่พบความชุกของการติดเชื้อ *H. canis* สูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ 1-3 ปี (จำนวน 70 ตัว คิดเป็นร้อยละ 35.90) 3-5 ปี (จำนวน 33 ตัว คิดเป็นร้อยละ 16.92) และ 5-7 ปี (จำนวน 17 ตัว คิดเป็นร้อยละ 8.72) ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ช่วงอายุของสุนัขจากศูนย์พักพิงสุนัข อ.ดอยสะเก็ดพบความชุกของการติดเชื้อ *H. canis* สูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ 1-3 ปี (จำนวน 48 ตัว คิดเป็นร้อยละ 40) 3-5 ปี (จำนวน 26 ตัว คิดเป็นร้อยละ 21.67) และ 5-7 ปี (จำนวน 8 ตัว คิดเป็นร้อยละ 6.67) ตามลำดับ ช่วงอายุของสุนัขจากศูนย์พักพิงสุนัข อ.สันป่าตองพบความชุกของการติดเชื้อ *H. canis* สูงสุด 3 อันดับแรกได้แก่ 1-3 ปี (จำนวน 22 ตัว คิดเป็นร้อยละ 29.33) 5-7 ปี (จำนวน 9 ตัว คิดเป็นร้อยละ 12) และ 3-5 ปี (จำนวน 7 ตัว คิดเป็นร้อยละ 9.33) ตามลำดับ ไม่พบความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปัจจัยเรื่องอายุของสุนัขกับการติดเชื้อ *H. canis*

ในภาพรวมของสองอำเภอ สุนัขเพศผู้มีความชุกของการติดเชื้อ *H. canis* มากกว่าสุนัขเพศเมีย โดยพบสุนัขเพศผู้และเพศเมียจำนวน 70 และ 63 ตัวติดเชื้อ *H. canis* (คิดเป็นร้อยละ 35.90 และ 32.31) ตามลำดับ (ตารางที่ 3) สุนัขจากศูนย์พักพิงสุนัข อ.ดอยสะเก็ดพบความชุกของการติดเชื้อ *H. canis* ในเพศผู้และเมียคิดเป็นร้อยละ 37.50 และ 33.33 ตามลำดับ ในขณะที่สุนัขจากศูนย์พักพิงสุนัข อ.สันป่าตองพบความชุกของการติดเชื้อ *H. canis* ในเพศผู้และเมียคิดเป็นร้อยละ 24 และ 40 ตามลำดับ ไม่พบความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปัจจัยเรื่องเพศของสุนัขกับการติดเชื้อ *H. canis*

ตารางที่ 2 ความชุกของช่วงอายุของสุนัขที่ติดเชื้อ *H. canis*

อำเภอ	อายุ	ติดเชื้อ		ไม่ติดเชื้อ		รวม	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ดอยสะเก็ด	น้อยกว่า 1 ปี	1	0.83	0	0	1	0.83
	1-3 ปี	48	40.00	19	15.83	67	55.83
	3-5 ปี	26	21.67	12	10.00	38	31.67
	5-7 ปี	8	6.67	2	1.67	10	8.33
	7-9 ปี	2	1.67	2	1.67	4	3.33

อำเภอ	อายุ	ติดเชื้อ		ไม่ติดเชื้อ		รวม	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
	9-11 ปี	0	0	0	0	0	0
	รวม	**85**	**70.83**	**35**	**29.17**	**120**	**100**
สันป่าตอง	น้อยกว่า 1 ปี	3	4.00	0	0	3	4.00
	1-3 ปี	22	29.33	19	25.33	41	54.67
	3-5 ปี	7	9.33	2	2.67	9	12.00
	5-7 ปี	9	12.00	3	4.00	12	16.00
	7-9 ปี	1	1.33	1	1.33	2	2.66
	9-11 ปี	6	8.00	2	2.67	8	10.67
	รวม	**48**	**64.00**	**27**	**36.00**	**75**	**100**
รวม 2 อำเภอ	น้อยกว่า 1 ปี	4	2.05	0	0.00	4	2.05
	1-3 ปี	70	35.90	38	19.49	108	55.39
	3-5 ปี	33	16.92	14	7.18	47	24.10
	5-7 ปี	17	8.72	5	2.56	22	11.28
	7-9 ปี	3	1.54	3	1.54	6	3.08
	9-11 ปี	6	3.08	2	1.03	8	4.10
	รวม	**133**	**68.21**	**62**	**31.79**	**195**	**100**

ตารางที่ 3 ความชุกของเพศของสุนัขที่ติดเชื้อ *H. canis*

อำเภอ	เพศ	ติดเชื้อ		ไม่ติดเชื้อ		รวม	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ดอยสะเก็ด	เมีย	40	33.33	17	14.17	57	47.50
	ผู้	45	37.50	18	15.00	63	52.50
	รวม	**85**	**70.83**	**35**	**29.17**	**120**	**100**
สันป่าตอง	เมีย	30	40.00	20	26.67	50	66.67
	ผู้	18	24.00	7	9.33	25	33.33
	รวม	**48**	**64.00**	**27**	**36.00**	**75**	**100**
รวม 2 อำเภอ	เมีย	63	32.31	25	12.82	88	45.13
	ผู้	70	35.90	37	18.97	107	54.87
	รวม	**133**	**68.21**	**62**	**31.79**	**195**	**100**

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

งานวิจัยนี้ใช้ปฏิกิริยาพีซีอาร์เพื่อตรวจสอบเชิงโมเลกุลและความชุกของการติดเชื้อ *H. canis* ในสุนัขที่ศูนย์พักพิงสุนัขในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งตั้งอยู่ใน 2 อำเภอ ได้แก่ ดอยสะเก็ดและสันป่าตอง โดยสำรวจสุนัขจำนวนรวม 195 ตัว พบว่าสุนัขติดเชื้อ *H. canis* จำนวน 133 ตัว คิดเป็นร้อยละ 68.21 โดยสุนัขที่ศูนย์พักพิงสุนัข อำเภอดอยสะเก็ดติดเชื้อ *H. canis* จำนวน 85 ตัว จาก 120 ตัว คิดเป็นร้อยละ 70.83 และสุนัขที่ศูนย์พักพิงสุนัข อำเภอสันป่าตองติดเชื้อ *H. canis* จำนวน 48 ตัว จาก 75 ตัว คิดเป็นร้อยละ 64 ศูนย์พักพิงสุนัขทั้งสองแห่งรับสุนัขที่ถูกทอดทิ้งหรือถูกทำร้ายมาจากทั่วประเทศ ผลการศึกษาพบการติดเชื้อ *H. canis* สูงที่สุดในสุนัขอายุ 1-3 ปี (ร้อยละ 35.90) รองลงมาคืออายุ 3-5 ปี (ร้อยละ 16.92) และ 5-7 ปี (ร้อยละ 8.72) ตามลำดับ ส่วนที่ช่วงอายุอื่น ได้แก่ น้อยกว่า 1 ปี และ 7 ปีขึ้นไป พบความชุกของการติดเชื้อ *H. canis* ค่อนข้างน้อย นอกจากนี้การติดเชื้อ *H. canis* สามารถพบได้ทั้งในสุนัขเพศผู้และเพศเมียในความชุกที่ใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 35.90 และ 32.31 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเรื่องอายุและเพศของสุนัขกับการติดเชื้อ *H. canis*

ปฏิกิริยาพีซีอาร์ให้ความไวในการตรวจพบการติดเชื้อ *H. canis* สูงกว่าการตรวจด้วยวิธีย้อมฟิล์มเลือดบาง และ

สามารถตรวจพบได้ตั้งแต่ระยะต้นของการติดเชื้อในขณะที่สุนัขยังไม่เริ่มสร้างแอนติบอดี โดยในงานวิจัยนี้ใช้สภาวะของปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่สามารถตรวจพบดีเอ็นเอของเชื้อ *H. canis* ได้ตั้งแต่ 0.3125 นาโนกรัมขึ้นไป [9] ข้อมูลการศึกษาความชุกของเชื้อ *H. canis* ในสุนัขที่ศูนย์พักพิงสุนัขด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์อาจเป็นประโยชน์ในด้านระบาดวิทยาและสามารถนำสภาวะของปฏิกิริยาพีซีอาร์ไปประยุกต์ใช้ในการตรวจวินิจฉัยให้รวดเร็วเพื่อการควบคุมโรคเฮปปาโตซูโนสิสต่อไป

กิตติกรรมประกาศ:

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (รหัสโครงการ มจ.2-63-016)

เอกสารอ้างอิง

[1] East M. L, Wibbelt G, Lieckfeldt D, Ludwig A, Goller K, Wilhelm K, and Hofer H, "A Hepatozoon species genetically distinct from *H. canis* infecting spotted hyenas in the Serengeti ecosystem, Tanzania", *Journal of wildlife diseases,* 44(1), 45-52 (2008)

[2] Shaw S. E, Day M. J, Birtles R. J, and Breitschwerdt E. B, "Tick-borne infectious diseases of dogs", *Trends in parasitology,* 17(2), 74-80 (2001).

[3] Sanisuriwong J, Juntuck N, Pavasutthipaisit S, Boonsriroj H, and Wiengcharoen J, "Prevalence of hemoparasite in dogs in Nongchok, Bangkok, Thailand", *Journal of Mahanakorn Veterinary Medicine,* 7(1), 25-35 (2012)

[4] Piratae S, Pimpjong K, Vaisusuk K, and Chatan W, "Molecular detection of *Ehrlichia canis, Hepatozoon canis* and *Babesia canis vogeli* in stray dogs in Mahasarakham province, Thailand", *Annals of parasitology,* 61(3) (2015).

[5] Laummaunwai P, Sriraj P, Aukkanimart R, Boonmars T, Wonkchalee N, Boonjaraspinyo S, and Khianman P, "Molecular detection and treatment of tick-borne pathogens in domestic dogs in Khon Kaen, northeastern Thailand", *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health,* 45(5), 1157 (2014)

[6] Juasook A, Boonmars T, Sriraj P, Aukkanimart R, Jitjuk T, Sudsarn P, and Maleewong W, "Prevalence of Tick-borne Pathogens in Quarantined Dogs at Nakornpranom Animal Quarantine Station, Thailand", *Journal of Mahanakorn Veterinary Medicine,* 11(1), 1-9 (2016).

[7] Baneth G, Harrus S, Gal A, and Aroch I, "Canine vector-borne co-infections: *Ehrlichia canis* and *Hepatozoon canis* in the same host monocytes", *Veterinary parasitology,* 208(1), 30-34 (2015).

[8] Baneth G, Samish M, and Shkap V, "Life cycle of *Hepatozoon canis* (Apicomplexa: Adeleorina: Hepatozoidae) in the tick *Rhipicephalus sanguineus* and domestic dog (Canis familiaris)", *Journal of Parasitology,* 93(2), 283-299 (2007).

[9] Nithikadpanich C, Takam P, and Charerntantanakul W, 2019. "Development of Multiplex Polymerase Chain Reaction for Simultaneous Detection of *Ehrlichia canis*, *Hepatozoon canis* and *Babesia canis* in Canine Blood", *Journal of Agri. Research & Extension*, 36(2), 80-90 (2019).

ผลของการเสริม *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum* และ *Lactobacillus salivarius* ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและภาวะท้องเสียของสุกร

EFFECT OF *LACTOBACILLUS CASEI*, *LACTOBACILLUS PLANTARUM* AND *LACTOBACILLUS SALIVARIUS* SUPPLEMENTATION ON GROWTH PERFORMANCES AND DIARRHEA IN PIGS

นุชนาฎ ไชยนวล[1], ลักษิณา วิชิต[1], รัญจวน อิสรรักษ์[2], เพ็ญนภา ตาคำ[1], ทิพย์กมล ธิการาช[1], กนกวรรณ ตาลดี[3], จำรูญ มณีวรรณ[4], มงคล ยะไชย[4] และ วศิน เจริญตัณธนกุล[1*]

Nuchanart Chainuan[1], Laksina Wchit[1], Runjuan Isararuk[2], Pennapa Takam[1], Thipkamon Thikarach[1], Kanokwan Tandee[3], Chamroon Maneewan[4], Mongkol Yachai[4] and Wasin Charerntantanakul[1*]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

[2] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา 90000 ประเทศไทย

[3] คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

[4] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: วศิน เจริญตัณธนกุล อีเมล: wasin@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมจุลินทรีย์ *Lactobacillus casei, Lactobacillus plantarum* และ *Lactobacillus salivarius* ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและภาวะท้องเสียในสุกร โดยทำการศึกษาในสุกรลูกผสม 2 สาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) อายุ 3 สัปดาห์ จำนวน 24 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ตัว แต่ละกลุ่มมีสุกรเพศผู้และเพศเมียจำนวนเท่ากัน สุกรกลุ่มที่ 1 ได้รับน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.85% (normal saline solution; NSS) ปริมาตร 10 มล. โดยการป้อนปาก สุกรกลุ่มที่ 2-4 ได้รับจุลินทรีย์ *L. casei, L. plantarum* และ *L. salivarius* ปริมาณ 10^9 colony forming units/มล. ใน 0.85% NSS ปริมาตร 10 มล. โดยการป้อนปากวันละครั้ง ติดต่อกัน 9 สัปดาห์ ผลการทดลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราแลกเนื้อ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ระดับภาวะท้องเสีย และจำนวนวันท้องเสียระหว่างกลุ่มที่ได้รับจุลินทรีย์ *L. casei, L. plantarum* และ *L. salivarius* เทียบกับกลุ่มควบคุม

คำสำคัญ : *Lactobacillus casei, Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus salivarius*, สุกร

Abstract:

This research studied the effects of *Lactobacillus casei, Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus salivarius* on growth performance and diarrhea in pigs. The research was conducted using 24 3-week-old crossbred pigs (Large White x Landrace). The animals were divided into 4 groups of 6 pigs with equivalent numbers of male and female. Group 1 received oral administration of 10 ml of 0.85% normal saline solution (NSS) and served as control. Group 2-4 received oral administration of 10 ml of *L. casei, L. plantarum* and *L. salivarius* at 10^9 colony forming units/ml in 0.85% NSS once daily for 9 weeks. Results showed that there were no significant differences of average daily weight gain, feed conversion ratio, body weight gain, diarrhea scores, and diarrhea days among treatment groups as compared with those of a control group.

Keywords: *Lactobacillus casei, Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus salivarius*, pigs

บทนำ:

จุลินทรีย์โปรไบโอติก (Probiotics) มีบทบาทสำคัญต่อระบบทางเดินอาหารและระบบภูมิคุ้มกันของสุกร จุลินทรีย์โปรไบโอติกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ช่วยป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคในระบบทางเดินอาหารและช่วยลดภาวะท้องเสียของสุกร [4,6,7,8,9] จุลินทรีย์โปรไบโอติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสุกรมีหลายชนิด ส่วนมากอยู่ในตระกูล Lactobacillus เช่น *Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus amylovorus, Lactobacillus brevis, Lactobacillus casei, Lactobacillus crispatus, Lactobacillus farmicinis, Lactobacillus fermentum, Lactobacillus murinus, Lactobacillus plantalum, Lactobacillus reuteri, Lactobacillus rhamnosus, Lactobacillus salivarius* และ *Lactobacillus amylovorus* (*Lactobacillus sobrius*) เป็นต้น [1,2,3,5] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์โปรไบโอติก 3 ชนิด ได้แก่ *L. casei*, *L. plantarum* และ *L. salivarius* ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและภาวะท้องเสียในสุกร

วิธีการทดลอง:

โปรไบโอติก

L. casei, *L. plantarum* และ *L. salivarius* ที่ใช้ในการทดลองนี้แยกได้จากอุจจาระของสุกร เพาะเลี้ยงแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Lactobacilli MRS broth (Hardy Diagnostics, USA) ปริมาตร 300 มล./เชื้อ นำไปบ่มภายใต้สภาวะไร้อากาศที่อุณหภูมิ 37 °ซ นาน 16-18 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยงที่ 3,500 รอบ/นาที อุณหภูมิ 4 °ซ นาน 15 นาที เก็บตะกอนโปรไบโอติกแล้วล้างด้วย 0.85% NaCl ปริมาตร 15 มล. แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 3,500 รอบ/นาที อุณหภูมิ 4 °ซ นาน 15 นาทีอีกครั้ง เทส่วนใสทิ้ง แล้วละลายตะกอนโปรไบโอติกด้วย 0.85% NaCl ปริมาตร 30 มล. ทดสอบการมีชีวิตของโปรไบโอติกด้วยเทคนิค drop plate และบ่มภายใต้สภาวะไร้อากาศที่อุณหภูมิ 37 °ซ นาน 10 ชั่วโมง จากนั้นเจือจางสารละลายโปรไบโอติกให้ได้ความเข้มข้นของจุลินทรีย์เท่ากับ 10^9 colony forming units/มล. นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °ซ จนกว่าจะนำไปป้อนปากให้สุกร

สุกร

สุกรลูกผสม 2 สาย (ลาร์จไวท์ x แลนด์เรซ) อายุ 3 สัปดาห์ น้ำหนักประมาณ 8 กก. จำนวน 24 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 6 ตัว แต่ละกลุ่มมีเพศผู้และเมียจำนวนเท่ากัน กลุ่มที่ 1-4 ได้รับ 0.85% NaCl, *L. casei*, *L. plantarum* และ *L. salivarius* ตามลำดับ โดยทุกกลุ่มได้รับปริมาตร 10 มล./ตัว/วัน ติดต่อกันทุกวันเป็นเวลา 9 สัปดาห์ งานวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (Approval No. MACUC 015S/2562)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

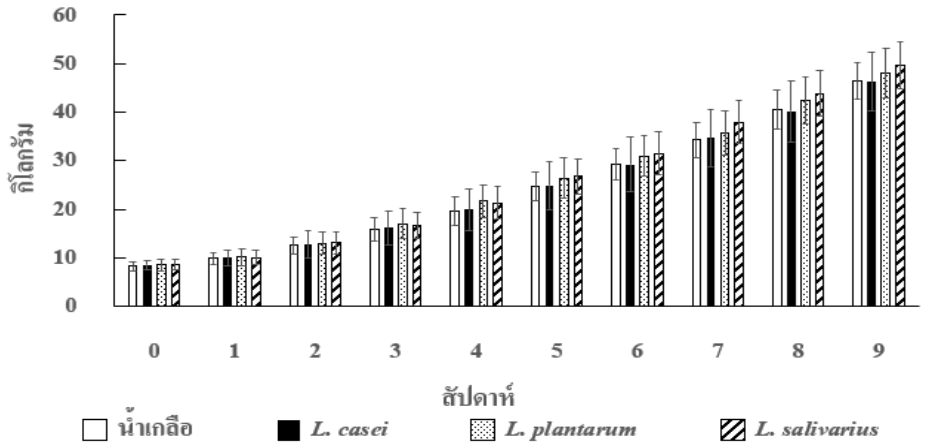
เปรียบเทียบน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (weight gain) การเจริญเติบโตต่อวัน (average daily gain) อัตราการกินอาหาร (feed intake) อัตราแลกเนื้อ (feed conversion ratio) ระดับภาวะท้องเสีย (รูปที่ 1) และจำนวนวันท้องเสีย โดยใช้ One-way ANOVA และ Duncan's Multiple Range Test



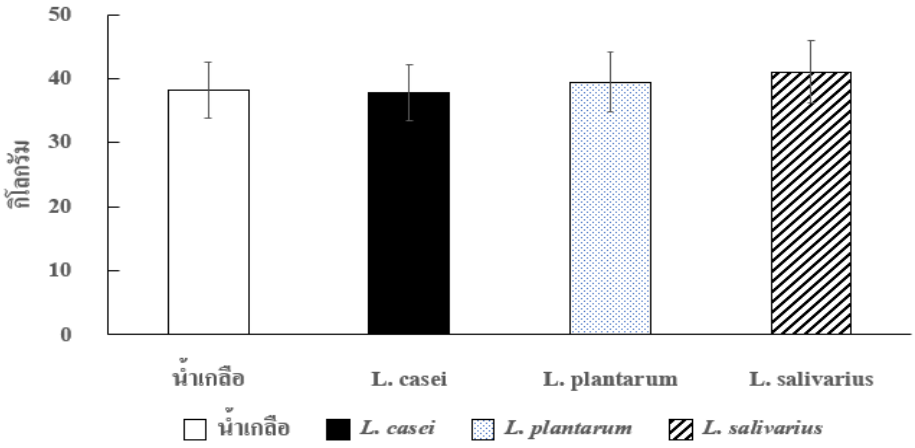
รูปที่ 1 ระดับภาวะท้องเสียของสุกร (0 = อุจจาระเป็นก้อนแข็งปกติ; 1 = อุจจาระเป็นก้อนนิ่ม; 2 = อุจจาระเหลวเป็นครีม ; 3 = อุจจาระเหลวเป็นน้ำ)

ผลการทดลองและวิจารณ์:

สุกรกลุ่มที่ 4 มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์ (รูปที่ 2) และตลอดการทดลอง (9 สัปดาห์) (รูปที่ 3) สูงกว่าสุกรทุกกลุ่ม แต่น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยสุกรกลุ่มที่ 1-4 มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 38.23, 37.73, 39.49 และ 41.05 กก. ตามลำดับ (รูปที่ 3)

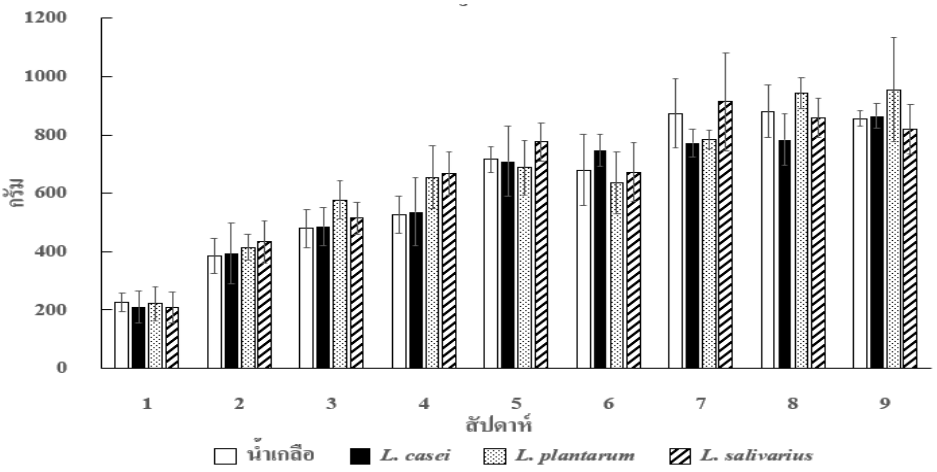


รูปที่ 2 น้ำหนักตัวของสุกรที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์

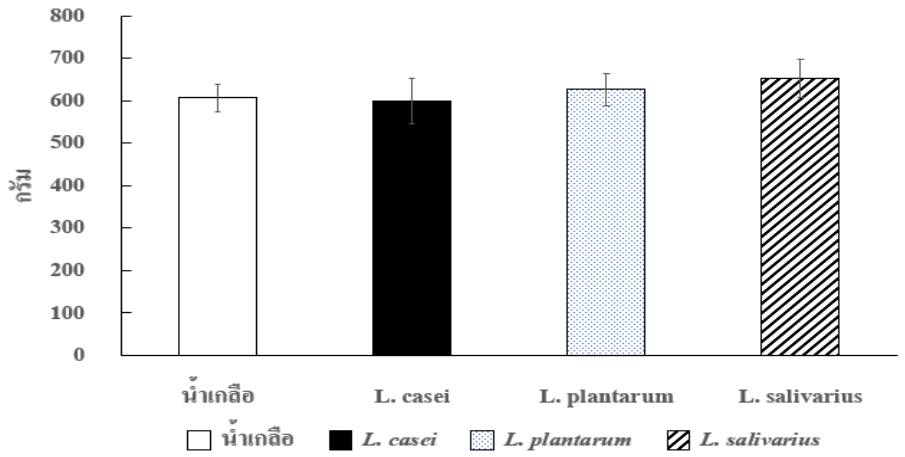


รูปที่ 3 น้ำหนักตัวของสุกรที่เพิ่มขึ้นใน 9 สัปดาห์

สุกรกลุ่มที่ 4 มีค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าสุกรกลุ่มอื่น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งจากการประเมินรายสัปดาห์ (รูปที่ 4) และตลอดระยะเวลาการทดลอง (9 สัปดาห์) (รูปที่ 5) โดยสุกรกลุ่มที่ 1-4 มีการเจริญเติบโตต่อวันเฉลี่ย 606.83, 598.89, 626.86 และ 651.61 กรัม ตามลำดับ (รูปที่ 5)

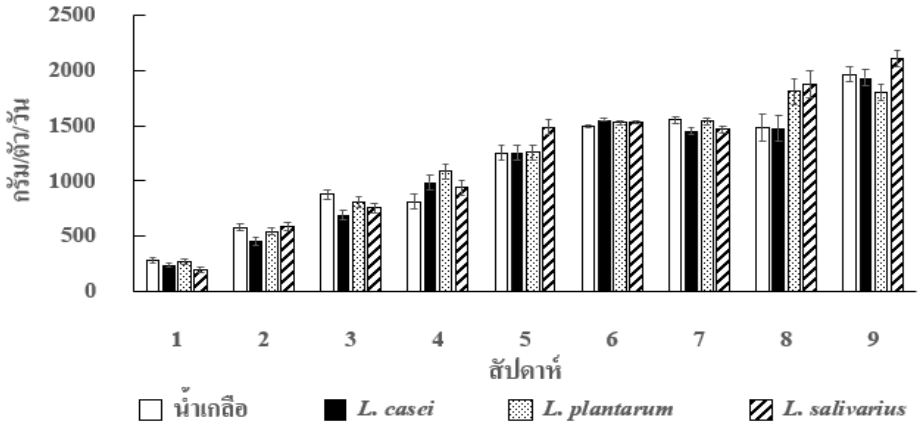


รูปที่ 4 การเจริญเติบโตต่อวันของสุกรในแต่ละสัปดาห์

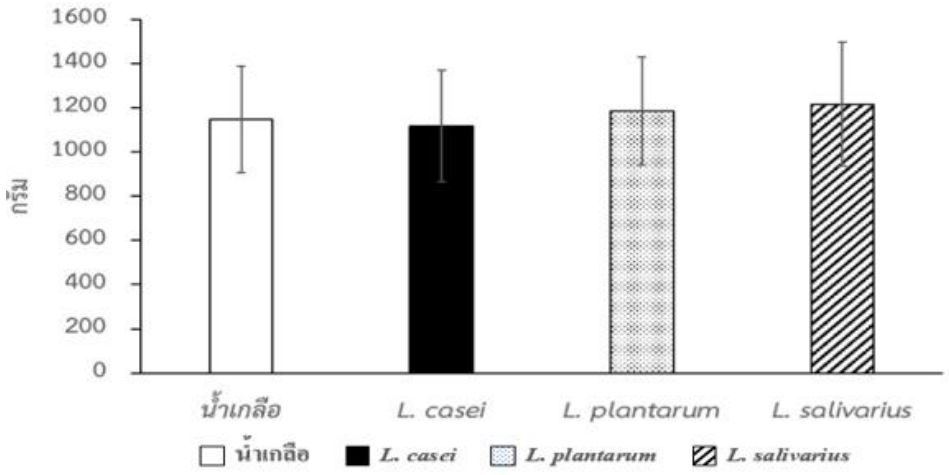


รูปที่ 5 การเจริญเติบโตต่อวันของสุกรใน 9 สัปดาห์

สุกรกลุ่มที่ 4 มีอัตราการกินอาหารเฉลี่ยสูงกว่าสุกรกลุ่มอื่น แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งจากการประเมินรายสัปดาห์ (รูปที่ 6) และตลอดระยะเวลาการทดลอง (9 สัปดาห์) (รูปที่ 7) โดยสุกรกลุ่มที่ 1-4 มีอัตราการกินอาหารเฉลี่ย 1,145.88, 1,117.28, 1,184.20 และ 1,216.19 กรัม/วัน ตามลำดับ (รูปที่ 7)

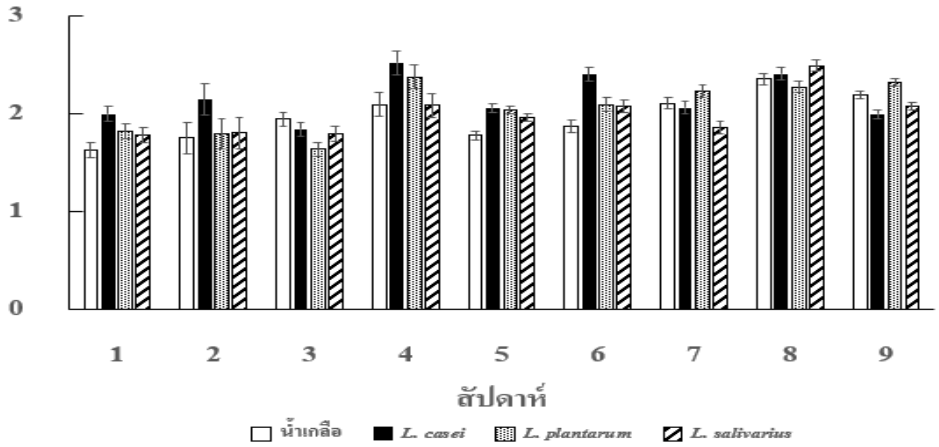


รูปที่ 6 อัตราการกินอาหารของสุกรในแต่ละสัปดาห์

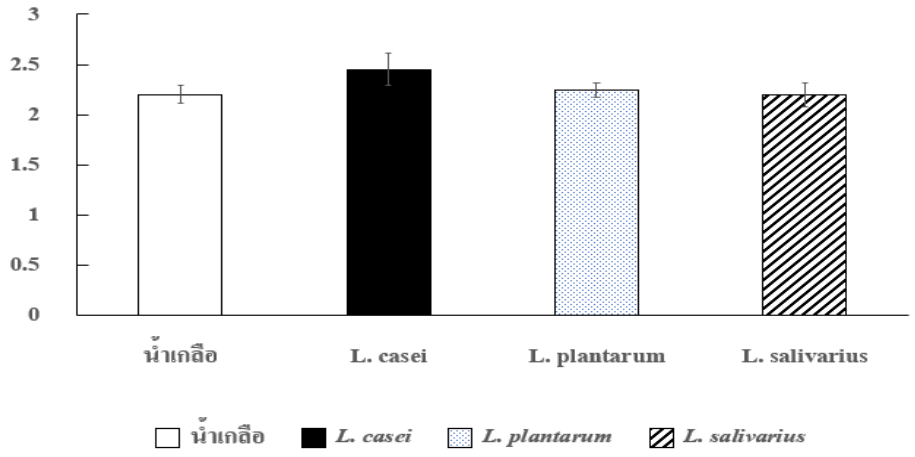


รูปที่ 7 อัตราการกินอาหารของสุกรใน 9 สัปดาห์

สุกรกลุ่มที่ 1 และ 4 มีอัตราแลกเนื้อเท่ากัน และอัตราแลกเนื้อของทั้งสองกลุ่มน้อยกว่ากลุ่มที่ 2 และ 3 แต่อัตราแลกเนื้อของทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งจากการประเมินรายสัปดาห์ (รูปที่ 8) และตลอดระยะเวลาการทดลอง (9 สัปดาห์) (รูปที่ 9) โดยสุกรกลุ่มที่ 1-4 มีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ย 2.20, 2.45, 2.25 และ 2.20 ตามลำดับ (รูปที่ 9)

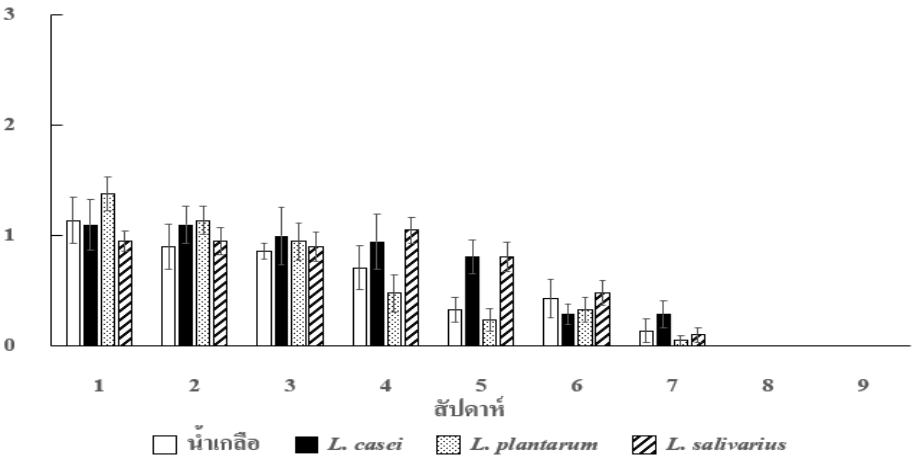


รูปที่ 8 อัตราแลกเนื้อในแต่ละสัปดาห์

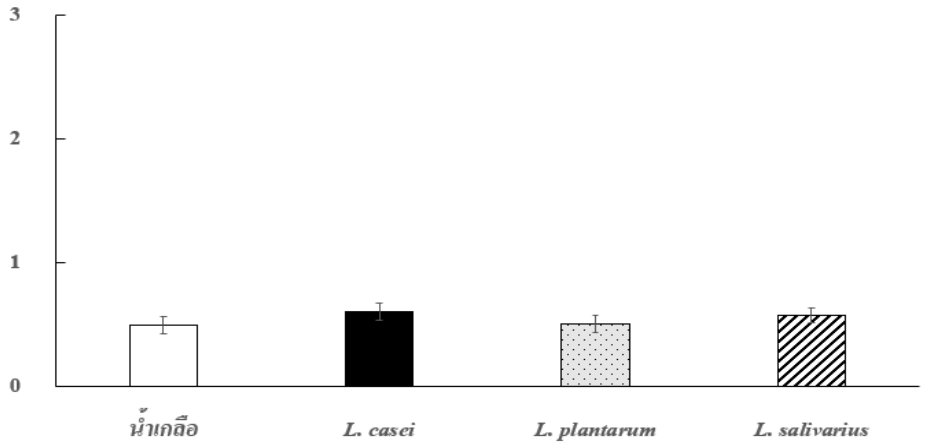


รูปที่ 9 อัตราแลกเนื้อใน 9 สัปดาห์

ในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการทดลอง สุกรทุกกลุ่มมีอุจจาระเป็นก้อนค่อนข้างนิ่ม (ระดับที่ 1) และในช่วง 5 สัปดาห์หลังของการทดลอง สุกรทุกกลุ่มมีอุจจาระเป็นก้อนค่อนข้างแข็งเป็นปกติ (ระดับที่ 0) สุกรทุกกลุ่มมีระดับภาวะท้องเสียไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งจากการประเมินรายสัปดาห์ (รูปที่ 10) และตลอดระยะเวลาการทดลอง (9 สัปดาห์) (รูปที่ 11) โดยสุกรกลุ่มที่ 1-4 มีระดับภาวะท้องเสียเฉลี่ย 0.50, 0.61, 0.51 และ 0.58 ตามลำดับ (รูปที่ 11)

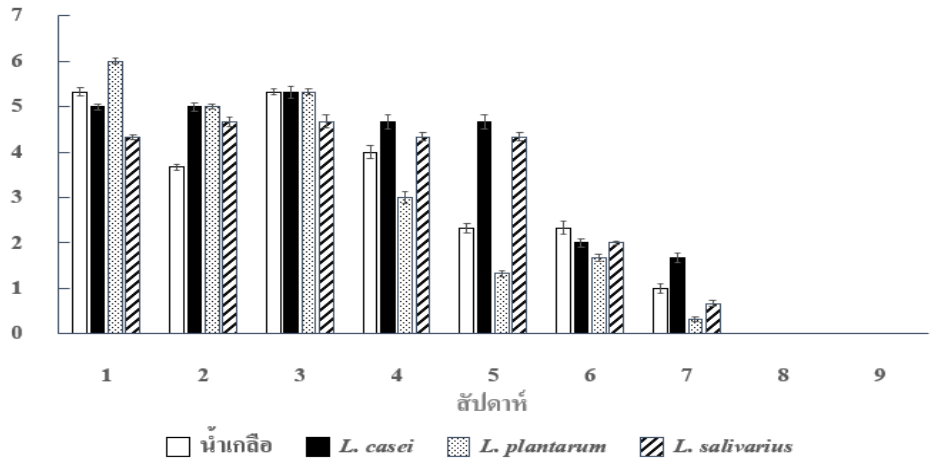


รูปที่ 10 ระดับภาวะท้องเสียในแต่ละสัปดาห์

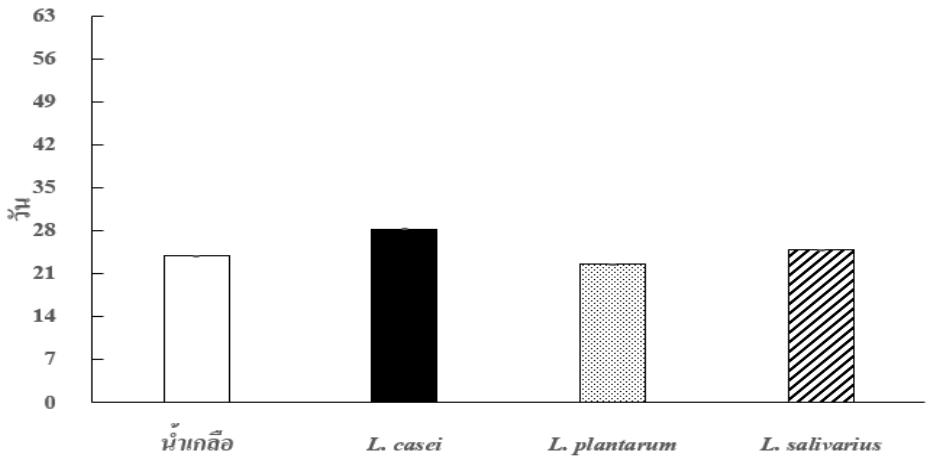


รูปที่ 11 ระดับภาวะท้องเสียใน 9 สัปดาห์

สุกรทุกกลุ่มมีระดับความรุนแรงของภาวะท้องเสียในระดับต่ำ (ระดับ 0-1) และมีจำนวนวันที่มีลักษณะอุจจาระดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งจากการประเมินรายสัปดาห์ (รูปที่ 12) และตลอดระยะเวลาการทดลอง (9 สัปดาห์) (รูปที่ 13)



รูปที่ 12 จำนวนวันท้องเสียเฉลี่ยในแต่ละสัปดาห์



รูปที่ 13 จำนวนวันท้องเสียใน 9 สัปดาห์

ผลการทดลองบ่งชี้ว่าการเสริมจุลินทรีย์ *L. salivarius* อาจจะช่วยส่งเสริมสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรได้ดีกว่า *L. casei* และ *L. plantarum* แต่ประสิทธิภาพดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และการเสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติกทั้งสามชนิดไม่ได้ส่งเสริมสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกรอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับการให้น้ำเกลือในสุกรกลุ่มควบคุม ในการศึกษาต่อไปจะเสริมพรีไบโอติก (prebiotics) ร่วมกับการให้ *L. casei*, *L. plantarum* และ *L. salivarius* และศึกษาประสิทธิภาพของซินไบโอติก (symbiotic) ดังกล่าวด้านการส่งเสริมสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสุกร [9,10]

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีการศึกษา 2562

เอกสารอ้างอิง

[1] Cho J.H., Zhao P.Y., and Kim I.H., “Probiotics as a Dietary Additive for Pigs: A Review”, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 16, 2127-2134 (2011).

[2] Davis M.E., Parrott T, Brown D.C., Rodas B.Z., Johnson Z.B., Maxwell C.V., and Rehberger T, “Effect of a *Bacillus* based direct-fed microbial feed supplement on growth performance and pen cleaning characteristics of growing-finishing pigs”, *Journal of Animal Science*, 86, 1459-1467 (2008).

[3] Gaggia F, Mattarelli P, and Biavati B, “Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production”, *International Journal of Food Microbiology,* 141, S15–S28 (2010).

[4] HuaGuo X, ManKim J, MiNam H, YoungPark S, and MyungKim J, “Screening lactic acid bacteria from swine origins for multistrain probiotics based on in vitro functional properties”, Anaerobe, 16(4), 321-326 (2010).

[5] Kenny M, Smidt H, Mengheri E, and Miller B, “Probiotics - do they have a role in the pig industry?”, *International Journal of Animal Bioscience*, 5, 462-470 (2011).

[6] Ouwehand A.C., Salminen S, and Isolauri E, “Probiotics: an overview of beneficial effects”, *Antonie van Leeuwenhoek*, 82, 279-289 (2002).

[7] Rondón A.J., Ojito Y, Arteaga F.G., Laurencio M, Milián G, and Pérez Y, "Probiotic effect of *Lactobacillus salivarius* C 65 on productive and health indicators of lactating piglets", *uban Journal of Agricultural Science*, 47(4), 401-407 (2013).

[8] Yu H.F., Wang A.N., Li X.J., and Qiao S.Y., " Effect of viable *Lactobacillus fermentum* on the growth performance, nutrient digestibility and immunity of weaned pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 17, 61-19 (2008).

[9] วันดี ศิริโชคชัชวาล ธงชัย เฉลิมชัยกิจ และ ณุวีร์ ประภัสระกูล, "บทบาทของโปรไบโอติกในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกร", ภาควิชาจุลชีววิทยา, คณะสัตวแพทยศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2554)

[10] เอกลักษณ์ ทวีโรจนกุล, Probiotic & Prebiotic คู่หูกู้วิกฤตโรคในระบบทางเดินอาหาร, 35(203), 66-72 (2552). ค้นเมื่อ 5 เมษายน 2563, จาก http://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/p66-72.pdf

ระบบจัดการงานศูนย์กีฬา

Sports Center Management System

ปัญญาวัฒน์ ปลอดกระโทก[1]
Panyawat Plodkrathok[1]
ปวีณ เขื่อนแก้ว[1] พาสน์ ปราโมกข์ชน[1] อรรถวิท ชังคมานนท์[1]
[1]ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290
[1] Department of Computer Science, Faculty of Science, Maejo University
63 Moo 4, Nong Han Subdistrict, San Sai District, Chiang Mai Province 50290.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อ.ดร.ปวีณ เขื่อนแก้ว อีเมล: paween_k@gmaejo.mju.ac.th

บทคัดย่อ

ทุกวันนี้มหาวิทยาลัยแม่โจ้ไม่มีระบบการจองสนาม จึงทำให้การเล่นกีฬาตามสนามแต่ละสนามไม่เป็นระบบระเบียบ ระบบจัดการงานศูนย์กีฬาพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นเว็บไซต์หลักที่มุ่งเน้นเป็นศูนย์รวมการจองสนามภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้โดยจะมีหัวหน้าศูนย์กีฬาและดูแลควบคุมสนามต่างๆภายใน มหาวิทยาลัยแม่โจ้เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ระบบ และการจัดการสนามให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

โครงงานนี้จึงนำเสนอระบบจัดการงานศูนย์กีฬาให้นักศึกษา บุคลกร และผู้ใช้ทั่วไป เพื่อเกิดความสะดวกสบายของผู้ที่มาใช้สนาม โดยจะแบ่งผู้ใช้ออกเป็น 2 ส่วนนั่นคือ ผู้ใช้ และผู้ดูแลระบบ ในส่วนของผู้ดูแลระบบจะมีสิทธ์อนุมิติการขอใช้สนามต่างๆภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้โดยมีหัวหน้าศูนย์กีฬากับกำดูแล ในส่วนของผู้ใช้สามารถเลือกสนามกีฬาต่างๆภายในมหาลัยแล้วทำการจองสนามได้ การจองสนามจะปรากฏขึ้นบนปฏิทินการจองสนามง่ายต่อการดู ดังนั้นผู้จัดทำจึงทำระบบจัดการงานศูนย์กีฬาขึ้นมา ทำให้เกิดความสะดวกทั้ง 2 ฝ่ายในการเข้าถึงกัน ง่ายต่อการดูแล การจัดการระบบการจองที่ง่ายเป็นระเบียบ เพราะมีระบบที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อนทำให้เกิดความสะดวกสบายต่อนักศึกษาและผู้ดูแลระบบ

คำสำคัญ

ระบบสารสนเทศ ระบบจัดการศูนย์กีฬา

Abstract

Maejo University does not have a sports center management system. This results in unregulated activities in these facilities. The sports center management system is developed to be a centralized system for managing all sports facilities at Maejo University. Facility booking is the main feature of this project, which is managed by the sports center administration. This proposed system is designed to be user-friendly and efficient.

In this paper, we proposed a sports center management system for the student, faculty staff member and external guest for the convenience of those who use this sports center. The users in this system are divided into two groups, user and administrator. Users can make a reservation request and this request must be approved by an administrator. The user-friendly and streamlined design of the user interface results in the convenience of the user and the efficiency of this proposed system.

Keywords

Information System, Sport Center Management System

บทนำ

กีฬามีความสำคัญต่อมนุษย์มาก ในปัจจุบันเริ่มหันมาใส่ใจสุขภาพของตัวเองมากขึ้น และ ในมหาวิทยาลัยเอง ได้เริ่มมีศูนย์กีฬาเพิ่มมากขึ้น นักศึกษา อาจารย์ และ บุคลากร จึงมี ทางเลือกในการใช้เวลาว่างไปออกกำลังกายมากขึ้นอีกทั้งยังช่วยให้ความสนุกสนาน รู้จักความอดทนความเสียสละ และความสามัคคี กีฬาเป็นสิ่งที่ช่วยขัดเกลาเด็กได้อย่างดีในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์มากขึ้นซึ่งเห็นได้จากการนำเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ อาทิเช่นทางด้านอุตสาหกรรม การศึกษาด้านธุรกิจ การติดต่อสื่อสารและการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันเป็นต้น

จากความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศจึงได้มีการนำเข้ามาช่วยทำให้ชีวิตในด้านต่างๆ นั้นง่ายขึ้น ในการทำธุรกิจอะไรก็ตาม ถ้ามีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วย ธุรกิจนั้นๆ ก็จะทำงานได้ง่ายมากขึ้น และสนามกีฬาในมหาวิทยาลัย จึงต้องมีการอำนวยความสะดวกแก่ นักศึกษาอาจารย์ และ บุคลากร ในมหาวิทยาลัย มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นระบบการจอง การให้ข้อมูลต่างๆดังนั้นทางกลุ่มจึงได้เอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยจัดการในด้าน ให้ความสะดวกในการจองสนามกีฬาของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบงานให้ดียิ่งขึ้น มีความเป็นระเบียบและช่วยให้ประหยัดเวลาในการจัดการข้อมูล การให้ข้อมูล การจัดการตารางเวลาของสนามกีฬาการจองใช้สนามกีฬา และ การจัดการรายงานการใช้สนามกีฬาในศูนย์กีฬา

ที่มาและปัญหา

กีฬามีความสำคัญต่อมนุษย์มาก ในปัจจุบันเริ่มหันมาใส่ใจสุขภาพของตัวเองมากขึ้น และ ในมหาวิทยาลัยเอง ได้เริ่มมีศูนย์กีฬาเพิ่มมากขึ้น นักศึกษา อาจารย์ และ บุคลากร จึงมี ทางเลือกในการใช้เวลาว่างไปออกกำลังกายมากขึ้นอีกทั้งยังช่วยให้ความสนุกสนาน รู้จักความอดทนความเสียสละ และความสามัคคี กีฬาเป็นสิ่งที่ช่วยขัดเกลาเด็กได้อย่างดีในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์มากขึ้นซึ่งเห็นได้จากการนำเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ อาทิเช่นทางด้านอุตสาหกรรม การศึกษาด้านธุรกิจ การติดต่อสื่อสารและการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันเป็นต้น

จากความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศจึงได้มีการนำเข้ามาช่วยทำให้ชีวิตในด้านต่างๆ นั้นง่ายขึ้น ในการทำธุรกิจอะไรก็ตาม ถ้ามีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วย ธุรกิจนั้นๆ ก็จะทำงานได้ง่ายมากขึ้น และสนามกีฬาในมหาวิทยาลัย จึงต้องมีการอำนวยความสะดวกแก่ นักศึกษาอาจารย์ และ บุคลากร ในมหาวิทยาลัย มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นระบบการจอง การให้ข้อมูลต่างๆดังนั้นทางกลุ่มจึงได้เอาเทคโนโลยีเข้ามาช่วยจัดการในด้าน ให้ความสะดวกในการจองสนามกีฬาของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบงานให้ดียิ่งขึ้น มีความเป็นระเบียบและช่วยให้ประหยัดเวลาในการจัดการข้อมูล การให้ข้อมูล การจัดการตารางเวลาของสนามกีฬาการจองใช้สนามกีฬา และ การจัดการรายงานการใช้สนามกีฬาในศูนย์กีฬา

วัตถุประสงค์

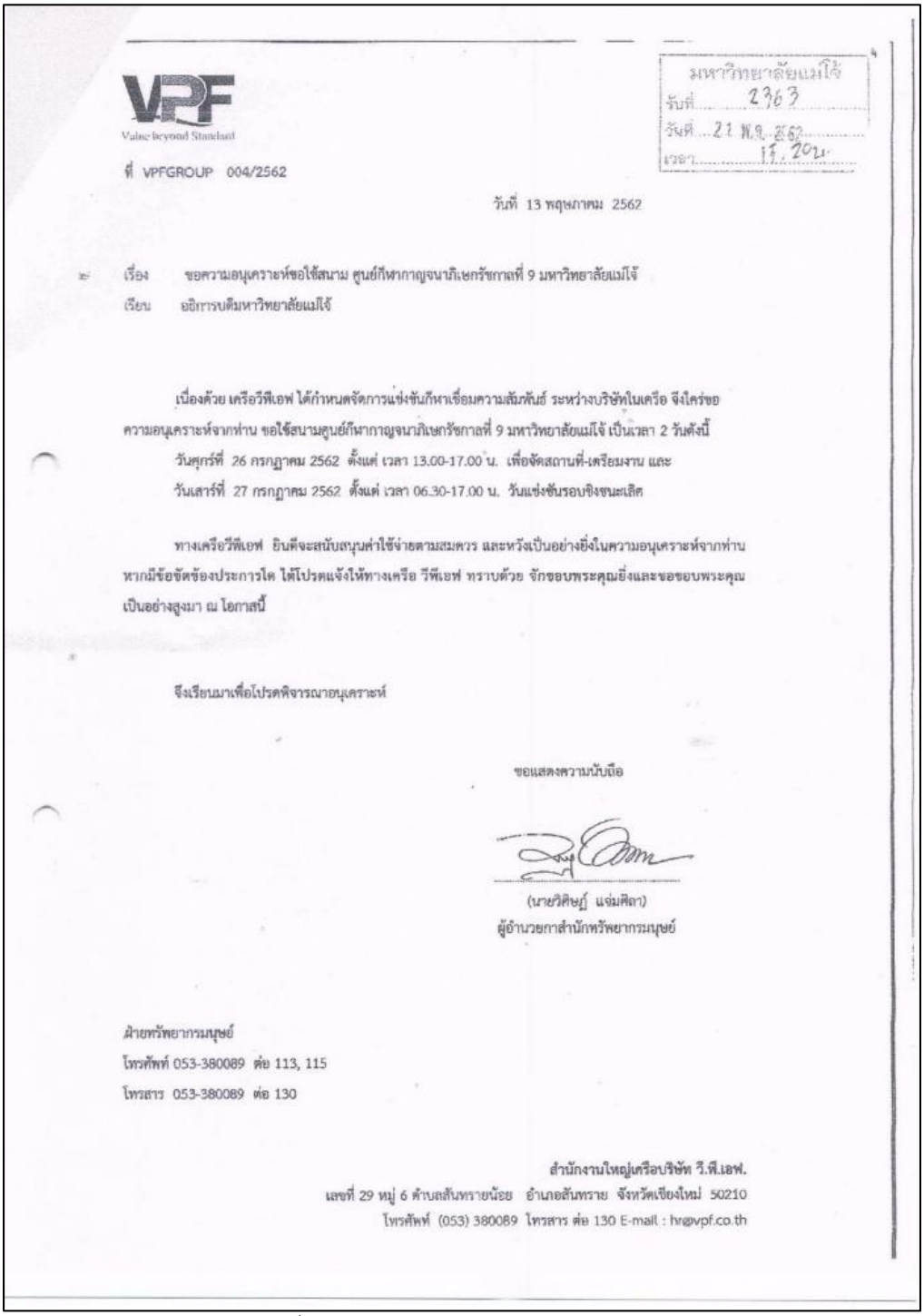
1. เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบ
2. เพื่อสะดวกในการจัดการค้นหาข้อมูล
3. เพื่อความสะดวกในการบันทึกและการจองสนามกีฬา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบระบบจัดการงานศูนย์กีฬา (Sports Center Management System) การจัดการตารางเวลาของสนามกีฬาทุกประเภทในศูนย์กีฬาการจองใช้สนามกีฬาทุกประเภทและรายงานการใช้สนามในศูนย์กีฬา นั้นมีข้อมูล และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการใช้พัฒนาระบบซึ่งใช้เทคโนโลยีที่ประกอบไปด้วย

ระบบงานเดิม

ในการดำเนินงานสนามกีฬาของมหาวิทยาลัยแม่โจ้นั้น เวลาที่มีคนต้องการใช้งานสนามกีฬา ไม่ต้องมีการผ่านระบบไม่มีการจอง จำเป็นจะต้องเดินเข้ามาในมหาวิทยาลัยเพื่อไปเล่นตามสนามกีฬาต่างๆ การจองสนาม ในส่วนของสนามที่ว่างช่วงเวลาที่ว่าง หากคนที่ใช้งานอยู่ก็จะไม่ได้ใช้งานที่มหาวิทยาลัยก็ ไม่สามารถสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลสนามที่ว่างช่วงเวลาที่ว่างก่อน อาจจะทำ ให้เสียเวลาได้ เนื่องจากสนามในช่วงเวลานั้นๆอาจจะไม่ว่างเลย ซึ่งในจุดนี้เป็นปัญหาในเรื่องของการเสียเวลา และ การให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และการที่ไม่มีระบบ



VPF
Value beyond Standard

มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รับที่ 2363
วันที่ 21 พ.ค. 2562
เวลา 15.20น.

ที่ VPFGROUP 004/2562

วันที่ 13 พฤษภาคม 2562

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ขอใช้สนาม ศูนย์กีฬากาญจนาภิเษกรัชกาลที่ 9 มหาวิทยาลัยแม่โจ้
เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้

เนื่องด้วย เครือวีพีเอฟ ได้กำหนดจัดการแข่งขันกีฬาเชื่อมความสัมพันธ์ ระหว่างบริษัทในเครือ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ขอใช้สนามศูนย์กีฬากาญจนาภิเษกรัชกาลที่ 9 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เป็นเวลา 2 วันดังนี้

วันศุกร์ที่ 26 กรกฎาคม 2562 ตั้งแต่ เวลา 13.00-17.00 น. เพื่อจัดเสถานที่-เตรียมงาน และ
วันเสาร์ที่ 27 กรกฎาคม 2562 ตั้งแต่ เวลา 06.30-17.00 น. วันแข่งขันรอบชิงชนะเลิศ

ทางเครือวีพีเอฟ ยินดีจะสนับสนุนค่าใช้จ่ายตามสมควร และหวังเป็นอย่างยิ่งในความอนุเคราะห์จากท่าน หากมีข้อขัดข้องประการใด ได้โปรดแจ้งให้ทางเครือ วีพีเอฟ ทราบด้วย จักขอบพระคุณยิ่งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิศิษฏ์ แจ่มศิลา)
ผู้อำนวยการสำนักทรัพยากรมนุษย์

ฝ่ายทรัพยากรมนุษย์
โทรศัพท์ 053-380089 ต่อ 113, 115
โทรสาร 053-380089 ต่อ 130

สำนักงานใหญ่เครือบริษัท วี.พี.เอฟ.
เลขที่ 29 หมู่ 6 ตำบลสันทรายน้อย อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50210
โทรศัพท์ (053) 380089 โทรสาร ต่อ 130 E-mail : hr@vpf.co.th

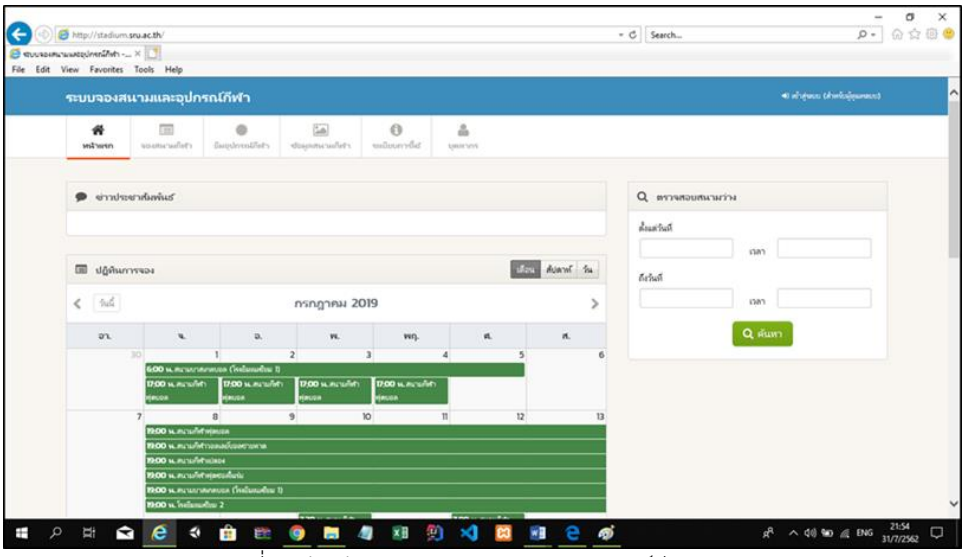
รูปที่ 1 แบบฟอร์มการขอใช้สนามกีฬา

รูปที่ 1 แบบฟอร์มการขอใช้สนามกีฬาภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้จะไม่มีแบบฟอร์มกลางโดยการขอใช้จะเป็นหน่วยงานที่จะขอใช้พื้นที่ทำหนังสือมาขอใช้สนามกีฬาโดยตรง

ระบบงานที่ใช้ศึกษา

จากการศึกษาและทำการวิเคราะห์กระบวนการดำเนินงานในปัจจุบัน พบว่ามีปัญหาค่อนข้างมาก โดยเฉพาะเรื่องไม่มีการจัดการข้อมูลการจองสนามกีฬาให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงนำเอาระบบเทคโนโลยีเข้ามาช่วยพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการจองสนามกีฬา โดยจะทำการจัดเก็บข้อมูลไว้ในคอมพิวเตอร์แทนการเดินไปถึงสนามก่อนแล้วได้เล่นตัวอย่าง ระบบการจองสนามกีฬา

ตัวอย่าง ระบบจองสนามและอุปกรณ์กีฬา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

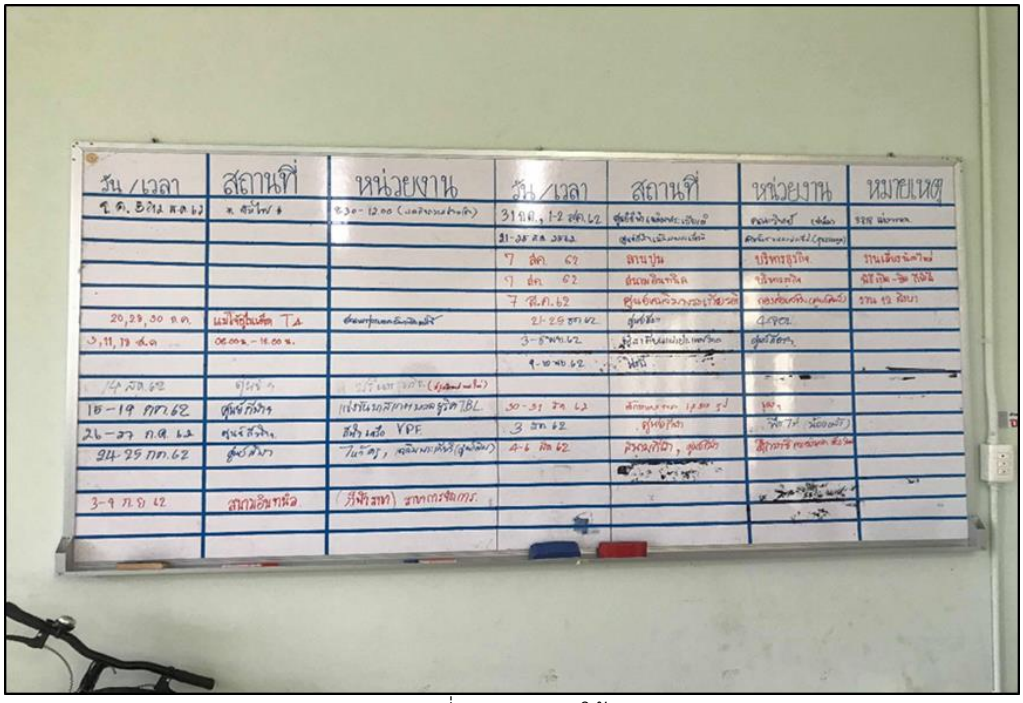


รูปที่ 2 ตัวอย่าง ระบบจองสนามและอุปกรณ์กีฬา

รูปที่ 2 แสดงหน้าตัวอย่าง ระบบจองสนามและอุปกรณ์กีฬา เราใช้ศึกษาว่าระบบต้องมีขอบเขตแบบไหน ข้อดีข้อเสียของระบบงานที่เราดูเป็นตัวอย่าง

วิเคราะห์ระบบงานปัจจุบันและปัญหา

ในการดำเนินงานของการจองสนามนั้นเวลาที่มีผู้ใช้ที่ต้องการจะจองสนามเพื่อใช้ใน การเล่นกีฬา จำเป็นจะต้องมีการโทรศัพท์เข้ามาเพื่อสอบถามถึงรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับสนามกีฬา ในส่วนของสนามที่ว่าง ช่วงเวลาที่ว่าง หาผู้ใช้ไม่มีการโทรศัพท์มา เพื่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลสนามที่ว่าง ช่วงเวลาที่ว่างก่อน อาจจะทำให้เสียเวลาได้ เนื่องจากสนามในช่วงเวลานั้นๆอาจจะไม่ว่างเลย ซึ่งในจุดนี้เป็นปัญหาในเรื่องของการเสียเวลา ในส่วนของผู้ดูแลการจองสนามนั้น ปัจจุบันจะใช้แค่การให้ลูกค้าโทรศัพท์เข้ามาจอง ทั้งในส่วนของสนาม และช่วงเวลา ซึ่งบางครั้งการจองในลักษณะนี้อาจจะทำให้เกิดการสับสน ว่าผู้ใช้คนไหนที่โทรศัพท์เข้ามาจอง และจองเป็นสนามที่เท่าไหร่ เวลาไหน จนบางครั้ง เกิดการ จองซ้ำกัน และนำไปสู่การเสียเวลาทั้งสองฝ่าย จากการศึกษาและทำการวิเคราะห์กระบวนการดำเนินงานในปัจจุบัน พบว่ามีปัญหา ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะเรื่องการจัดการข้อมูลการจองสนามให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงนำเอาระบบเทคโนโลยีเข้ามาช่วยพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการจองสนามกีฬา โดยจะทำการจัดเก็บข้อมูลไว้ในคอมพิวเตอร์แทนการจดจำและจดบันทึก



รูปที่ 3 ตารางการใช้สนาม

รูปที่ 3 แสดงปฏิทินการของใช้สนามกีฬาของหัวหน้าศูนย์กีฬามีการเก็บวัน/เวลา สถานที่ หน่วยงาน หมายเหตุ

การวิเคราะห์ระบบ

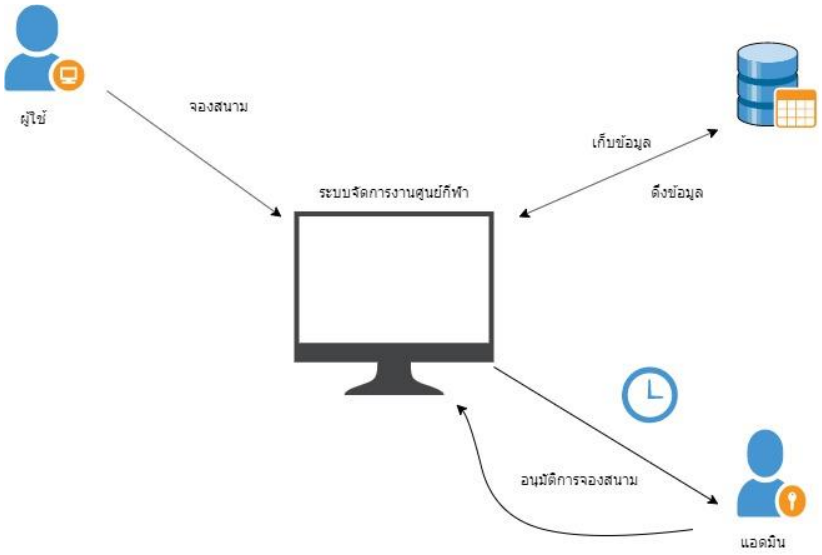
ระบบจัดการงานศูนย์กีฬา(Sports Center Management System) จะแบ่งส่วนการทำงานของระบบออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ผู้ดูแลระบบ (admin) และผู้ใช้งาน (User) ซึ่งความสามารถของการทำงานของผู้ใช้งาน จะมีรายละเอียดดังนี้

1. **ผู้ดูแลระบบ(Admin)** สามารถทำได้ดังนี้

1.1 สามารถเข้าสู่ระบบได้
1.2 สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัว
1.3 สามารถเพิ่มผู้ดูแลสนามกีฬาได้
1.4 สามารถเพิ่มสนามกีฬาได้
1.5 สามารถลบสนามกีฬาได้
1.6 สามารถแก้ไขสนามกีฬาได้
1.7 สามารถอนุมัติการจองสนามกีฬาได้
1.8 สามารถยกเลิกการจองสนามกีฬาได้
1.9 สามารถดูข้อมูลการจองสนามกีฬาได้
1.10 สามารถเพิ่มข่าวสารข้อมูลประชาสัมพันธ์ได้
1.11 สามารถแก้ไขข่าวสารข้อมูลประชาสัมพันธ์ได้
1.12 สามารถลบข่าวสารข้อมูลประชาสัมพันธ์ได้
1.13 สามารถดูปฏิทินการจองได้
1.14 สามารถออกจากระบบได้

2. ผู้ใช้งาน (User) สามารถทำได้ดังนี้

2.1 สามารถเข้าสู่ระบบได้
2.2 สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัว
2.3 สามารถยกเลิกจองสนามกีฬาได้
2.4 สามารถดูปฏิทินการจองได้
2.5 สามารถจองสนามกีฬาได้
2.6 สามารถดูรายละเอียดสนามกีฬาได้
2.7 สามารถดูกฎระเบียบการใช้สนามได้
2.8 สามารถดูนโยบายได้
2.9 สามารถดูข่าวสารได้
2.10 สามารถออกจากระบบได้

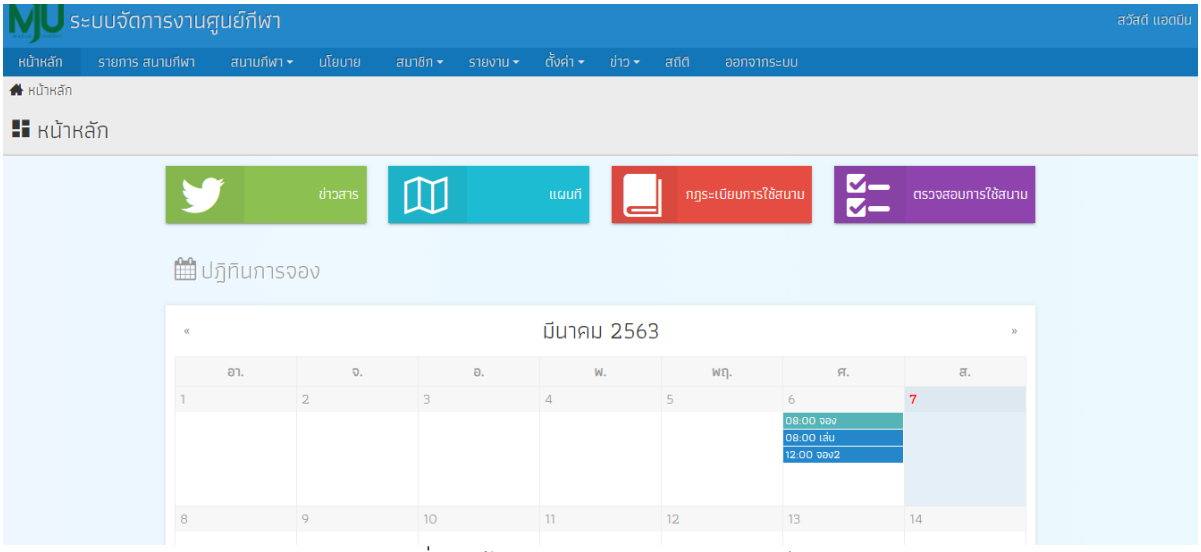


รูปที่ 4 System overview

รูปที่ 4 แสดงการทำงานของระบบจัดการงานศูนย์กีฬาโดยจะมีอยู่ 2ส่วนแบ่งออกเป็น ผู้ใช้งาน กับผู้ดูแลระบบ

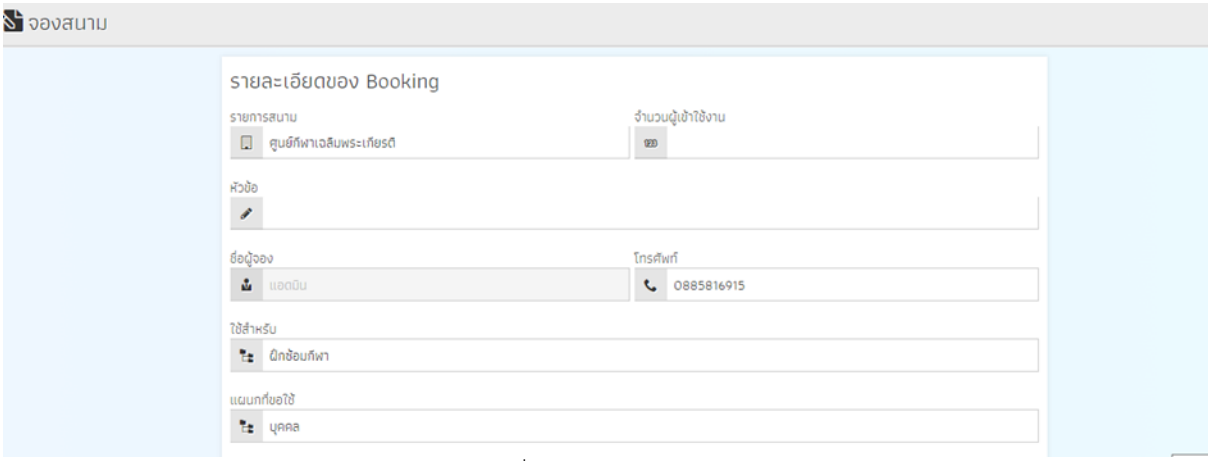
ผลการทดลอง

ในทำระบบจัดการงานศูนย์กีฬา ได้ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของระบบ การศึกษาข้อมูลโดยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น ผู้ใช้งาน ได้ลองใช้ระบบการจัดการงานศูนย์กีฬาเพื่อประเมินงาน ให้ผู้ใช้ระบบตรวจให้คะแนนเพื่อหาจุดอ่อนของระบบ เพื่อนำมาวิเคราะห์ผล และ จากการวิเคราะห์ผลรวมข้อเสนอแนะจะนา ไปปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบก่อนที่จะนา ไปทดลองใช้ ในการวิเคราะห์ครั้งนี้มีผู้ใช้งานร่วมพิจารณาจำนวน 10 ท่าน โดยทั้งหมดได้ทำการจองสนามกีฬาผ่านระบบดังนี้



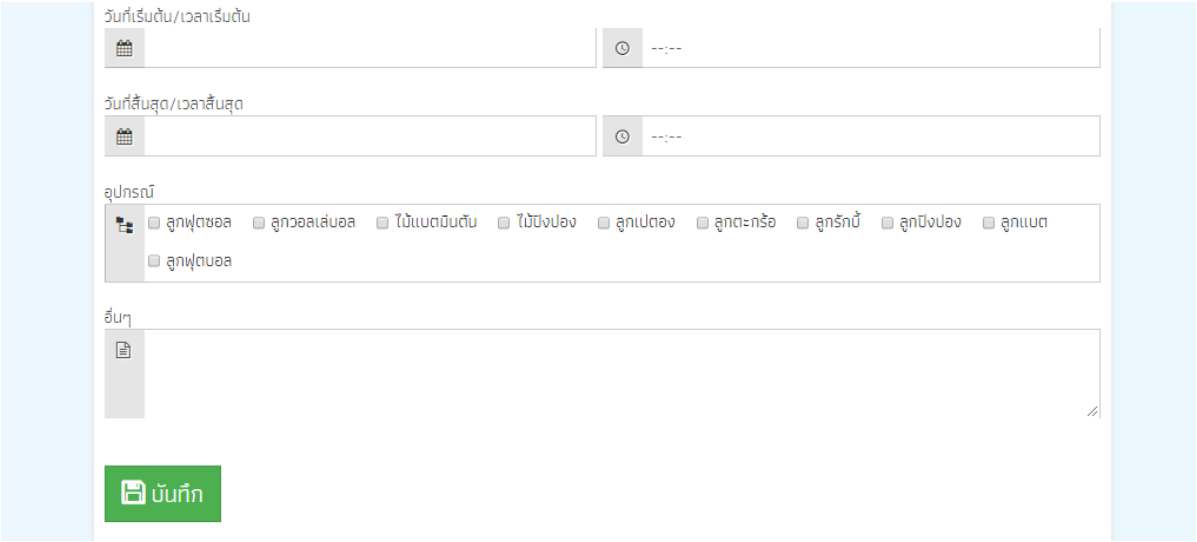
รูปที่ 5 หน้าแรกของระบบจัดการงานศูนย์กีฬา

รูปที่ 5 แสดงหน้าแรกของระบบ เมื่อผู้เข้าใช้มาก็จะมีแทบเมนู หน้าหลัก รายการสนามกีฬา นโยบาย สมาชิก รายงาน ตั้งค่า ข่าว สถิติ มีไอคอน ข่าวสาร แผนที่ กฎระเบียบการใช้สนาม ตรวจสอบการใช้สนาม



รูปที่ 6 หน้าการจองสนามกีฬา

รูปที่ 6 แสดงหน้าการจองสนามกีฬาของผู้ใช้ สามารถเลือกสนามกีฬาต่างได้ โดยระบุจำนวนผู้เข้าใช้งาน หัวข้อ โทรศัพท์ ใช้สำหรับ แผนกที่ขอใช้



รูปที่ 7 หน้าการจองสนามกีฬา ต่อ

รูปที่ 7 แสดงหน้าการจองสนามกีฬาของผู้ใช้ สามารถเลือกสนามกีฬาต่างได้ โดยระบุจำนวนผู้เข้าใช้งาน หัวข้อโทรศัพท์ ใช้สำหรับ แผนกที่ขอใช้ วันที่เริ่มต้น/เวลาที่เริ่มต้น วันที่สิ้นสุด/เวลาที่สิ้นสุด อุปกรณ์ อื่นๆ

ระบบจัดการงานศูนย์กีฬา (Sports Center Management System) จัดทำขึ้นเพื่อให้ช่วยเป็นระบบที่เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในการจองสนามกีฬา มีความสำคัญในการช่วยลดเวลาและเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้ และสามารถเก็บข้อมูลการจองการ สนาม วันเวลา ฯลฯ และยังสามารถนำข้อมูลที่เก็บไว้นำมาวิเคราะห์ สรุปผล เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปจัดเตรียมสนามให้เหมาะสม และเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ในอนาคตอีกด้วย การประเมินผลอยู่ในระบบดับ ดีมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ในการพัฒนาระบบต่อในอนาคตอาจมีการนำเข้าข้อมูลสถิติการใช้สนามในรูปแบบแท่ง
2. ในการพัฒนาระบบต่อในอนาคตควรมีการยืมอุปกรณ์กีฬา
3. ในการพัฒนาระบบต่อในอนาคตควรมีการคำนวณค่าใช้จ่ายในสนามสำหรับบุคคลภายนอกที่มาเข้าใช้สนาม

สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาโครงงานตั้งแต่เริ่มต้นทำให้ได้ความรู้ในการเขียนโค๊ดภาษา php โดยแรกเริ่มจะได้รับสิ่งที่ผู้ดูแลระบบต้องการเพื่อที่ผู้พัฒนาจะได้ลงมือเขียนโปรแกรมตามความต้องการโดยจะเป็นรบบจัดการงานศูนย์กีฬามหาวิทยาลัยแม่โจ้โดยก่อนจะเริ่มพัฒนาระบบจะต้องลงพื้นที่ไปพบหัวหน้างานศูนย์กีฬาพูดคุยขอบเขตงานข้อกำหนดของผู้ดูแลระบบ

หลังจากเริ่มลงพื้นที่เก็บขอบเขตออกมากได้แล้วทางผู้พัฒนาก็ศึกษาระบบงานที่เกี่ยวข้องขั้นตอนแรกผู้พัฒนาระบบได้วางเขียนระบบในแต่ละส่วนแล้วลงมือพัฒนาในแต่ละส่วนระหว่างการพัฒนาระบบได้เกิดอุปสรรค์ในแต่ละช่วงบ้างแต่ทางผู้พัฒนาระบบได้เร่งแก้ไขให้เร็วที่สุดเพราะระบบมีความซับซ้อนค่อนข้างมากจึงทำให้กังวลในเรื่องขอบเขตของเวลาในการส่งระบบให้ผู้ดูแลระบบ ทดสอบระบบ หลังจากช่วงหลังในการพัฒนาระบบ ทางส่วนของผู้ดูแลระบบ ได้เข้ามาตามดูระบบอยู่เรื่อย ๆ ซึ่งหลังจากผู้ดูแลระบบ ได้ทดสอบระบบในแต่ละครั้งก็จะมีความต้องการมาเพิ่มอยู่เรื่อย ๆ ดังนั้นทางผู้พัฒนาระบบจึงมีการพัฒนาระบบในส่วนใหม่ ๆ อยู่เรื่อย ๆ ในช่วงนั้นทางผู้พัฒนาได้พัฒนาระบบโดยใช้เวลาเยอะพอสมควรในการแก้ไขความผิดพลาดของระบบที่ซับซ้อนแล้วท้ายสุดก็พัฒนาได้เสร็จสิ้นตามที่ต้องการได้ดีหลังจากระบบเสร็จสิ้นทาง

ผู้ดูแลระบบได้ทดสอบระบบทั้งหมดตามความต้องการที่ให้มาในตอนแรกเริ่มในการพัฒนาระบบ ทางผู้ดูแลระบบได้ทดสอบระบบสำเร็จตามความต้องการทุกข้อ

กิตติกรรมประกาศ

ระบบจัดการงานศูนย์กีฬา นี้ประสบความสำเร็จขึ้นได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจาก อ.ดร.ปวีณ เขื่อนแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา/ประธานกรรมการโครงงาน ผศ.ดร.พาสน์ ปราโมกข์ชน และ อ.อรรถวิท ชังคมานนท์ และ หัวหน้าศูนย์กีฬา ดร.ชาญวิทยายุทธ์ อินทร์แก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์คณะกรรมการควบคุมจัดทำโครงงาน ที่คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษา ซึ่งเป็นแนวทางในการดำเนินงานมาโดยตลอด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนโครงงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ แนวคิด คำเสนอแนะและคำติชม เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงโครงงานให้สมบูรณ์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง ที่คอยเป็นกำลังใจให้โครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ความสำเร็จที่ได้รับนี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านและทางผู้จัดทำหวังว่าโครงงานนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านเป็นอย่างยิ่ง หากเกิดข้อผิดพลาดประการใดต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท โค๊ดบี จำกัด. “Bootstrap คืออะไร รู้จักเครื่องมือทำเว็บไซต์ยอดนิยม”[ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา https://www.codebee.co.th/labs/bootstrap
(วันที่สืบค้น 5 มกราคม 2562).

[2] Creating Website. “ข้อดีของภาษา PHP”. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา http://php-website-php.blogspot.com/2012/12/php_13.html
(วันที่สืบค้น 9 มกราคม 2562).

[3] die day. “ข้อดีข้อเสียของCSSและการทำ”. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา http://pockyland-work.blogspot.com/2007/08/css.html
(วันที่สืบค้น 15 มกราคม 2562).

[4] enjoyday.net.“HTMLคืออะไร?”.[ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา http://www.enjoyday.net/webtutorial/html/html_chapter01.html
(วันที่สืบค้น 19 มกราคม 2562).

[5] little. “ข้อดีและข้อด้อยของ PHP”. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา http://littlegeog26.blogspot.com/2009/12/php.html
(วันที่สืบค้น 20 มกราคม 2562).

[6] Ning kanistakan. “CSS คืออะไร”. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา https://sites.google.com/site/ninknitkann/-css3-khux-xari
(วันที่สืบค้น 25 มกราคม 2562).

[7] Refsnes Data. “HTML”. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา https://www.w3schools.com/
(วันที่สืบค้น 27 มกราคม 2562).

[8] Select2web.com. 2553. “mail server ทดสอบโค้ดส่งอีเมล์ ด้วยGmail server”. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา http://www.select2web.com/php/mail-server-hmailserver.html
(วันที่สืบค้น 28 มกราคม 2562).

การลดสัญญาณรบกวนในสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจจากเซ็นเซอร์ MAX30100

NOISE REDUCTION OF HEART RATE SIGNAL FROM MAX30100 SENSOR

อรวรรณ ฟองจันทร์ตา[1], จักรภพ นามะเสน[1], สุรีย์พร สราภิรมย์[1,2], กีรติญา จันทร์ผง[1,2] และ พัชรี กองภาค[1,2,*]

[1] *สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

[2] *ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: พัชรี กองภาค อีเมล: patcharee.kongpark@gmail.com

บทคัดย่อ:

สัญญาณ Photoplethysmogram (PPG) เป็นสัญญาณจากการวัดอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้เซ็นเซอร์ MAX30100 ซึ่งเป็นเซ็นเซอร์วัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด โดยที่ตัวเซ็นเซอร์ MAX30100 นั้นจะมีหลอด LED ที่ใช้ในการดูดกลืนแสงของ Oxy Hemoglobin และ Deoxy Hemoglobin ของหลอดเลือดแดงในบริเวณนิ้วมือ โดยแสดงผลสัญญาณที่หน้าจอแสดงผล TFT LCD ILI9341 และมีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino SAMD21 M0 เป็นตัวประมวลผล

ผลการทดสอบเซ็นเซอร์ พบว่ามีรูปสัญญาณของการเต้นของหัวใจจำนวน 84 ครั้งต่อนาที และพบว่าสัญญาณที่ได้มีสัญญาณรบกวนและความถี่ของไฟบ้านแฝงปนออกมาทำให้ได้สัญญาณที่มีลักษณะเหมือนสัญญาณคลื่นรูปซายน์ สำหรับการลดสัญญาณรบกวนนั้น ใช้เทคนิคการขัดจังหวะของ Timer Interrupt โดยทำการสุ่มตัวอย่างข้อมูลที่ความถี่ 5 ค่า คือ 60 80 100 120 และ 140 เฮิรตซ์ ผลปรากฏว่าการสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่ 100 เฮิรตซ์ สามารถกำจัดสัญญาณรบกวนได้ดีที่สุด สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่มีราคาถูกกว่าในท้องตลาดแต่มีคุณภาพใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ : เซ็นเซอร์วัดอัตราการเต้นหัวใจ เซ็นเซอร์ MAX30100 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino SAMD21 M0

Abstract:

A Photoplethysmogram (PPG) is the signal measure the heart rate by using the MAX30100 sensor. The MAX30100 sensor detects oxygen saturation in the blood. It has LEDs light in order to absorb the Oxy Hemoglobin and the Deoxy Hemoglobin of the arterial blood in the finger. The microcontrollers of Arduino SAMD21 M0 are processed and display results via a TFT LCD ILI9341 screen in real time.

Result of the heart rate sensor measurement shows the peak of the signs of heart rate to be 84 times per minute. Also found was that the signal will be scrambled, and the additional signal with AC sine wave signal voltage. For noise reduction, the Timer Interrupt technique is used. The data sampling is performed at 5 frequencies: 60, 80, 100, 120 and 140 Hz. The best result shows that the data sampling with the frequency of 100 Hz can eliminate the most signal noise. This equipment could be used to build the heart rate monitor as well as that this DIY heart rate monitor will be cheaper than the ones on the market at present.

Keywords: Heart rate Sensor, MAX30100 sensor, Microcontroller Arduino SAMD21 M0

บทนำ:

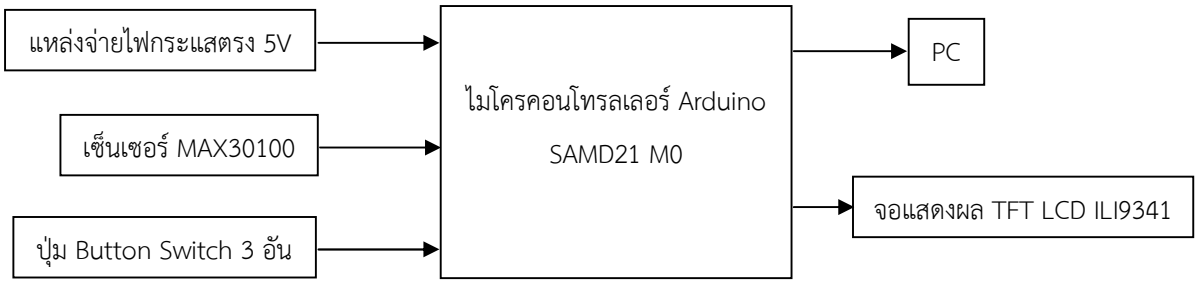
สัญญาณ Photoplethysmogram (PPG) คือ สัญญาณที่ได้จากการวัดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของเลือดโดยการใช้ลำแสง ซึ่งลำแสงในที่นี้เป็นลำแสงของหลอด LEDs ที่มาจากเซ็นเซอร์ MAX30100 ที่เป็นเซ็นเซอร์วัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ โดยจะอาศัยหลักการทางแสง 2 หลักการ คือ ปริมาณความเข้มของแสงที่ผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อจะถูกดูดกลืนโดย Oxy Hemoglobin และ Deoxy Hemoglobin ที่ความยาวคลื่นแตกต่างกัน ซึ่ง Oxy Hemoglobin จะดูดกลืนแสงในช่วงอินฟราเรดหรือ 950 นาโนเมตร และ Deoxy Hemoglobin จะดูดกลืนแสงในช่วงแสงสีแดงหรือ 650 นาโนเมตร และปริมาตรของเลือดในหลอดเลือดที่เปลี่ยนแปลงไปตามจังหวะการเต้นของชีพจรจะส่งผลต่อการดูดกลืนของแสง ซึ่งที่ตัวเซ็นเซอร์ MAX30100 จะประกอบไปด้วยหลอด LEDs 2 ดวง เครื่องตัวจับแสง (Photo Detector) เลนส์ปรับแสงและตัวประมวลผลสัญญาณ [1-5] สัญญาณที่ได้จากเซ็นเซอร์ MAX30100 นั้น จะมีสัญญาณรบกวน (Noise) และความถี่ของไฟบ้านแฝงปนออกมา โดยในที่นี้จะเป็นการศึกษาการลดทอนสัญญาณรบกวนเพียงเท่านั้น โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) ด้วยเทคนิคการขัดจังหวะของ Timer Interrupt

การสุ่มตัวอย่าง (Sampling) คือ การแปลงสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องทางเวลา (Continuous Signal) ให้อยู่ในรูปแบบไม่ต่อเนื่องทางเวลา (Discrete Signal) ด้วยการสุ่มเก็บตัวอย่าง (Sample) ของสัญญาณนั้น ๆ ในช่วงเวลาที่เท่า ๆ กัน โดยช่วงเวลาดังกล่าวคือ ค่าอัตราสุ่มสัญญาณ (Sampling Rate) ซึ่งในการสุ่มสัญญาณนั้นเราจำเป็นที่จะต้องเลือกอัตราสุ่มสัญญาณที่เหมาะสมกับความถี่ของสัญญาณนั้น ๆ เพื่อให้เวลาแปลงสัญญาณกลับจะได้สัญญาณต้นฉบับที่ถูกต้องและครบถ้วน หากค่าอัตราที่เลือกใช้นั้นมีความถี่ไม่สูงพอก็จะไม่สามารถเก็บตัวอย่างของสัญญาณในความถี่นั้นได้ ซึ่งโดยปกติค่าความถี่ที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่างข้อมูลควรมีค่าเป็น 2 เท่า ของค่าความถี่ต้นฉบับ [6-7]

ผลของสัญญาณ Photoplethysmogram (PPG) ที่ได้จากเซ็นเซอร์ MAX30100 จะแสดงที่หน้าจอแสดงผล TFT LCD ILI9341 และมี Button Switch หรือปุ่มกดติดกดดับสำหรับเลือกค่าความถี่ในการสุ่มตัวอย่างข้อมูล และมีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino SAMD21 M0 เป็นตัวประมวลผล เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์ MAX30100 มีความเร็วมาก จึงต้องใช้บอร์ดที่มีความเร็วสูงในการประมวลผลเช่นกัน โดยความเร็วในการประมวลผลของบอร์ด SAMD21 M0 อยู่ที่ 2.46 CoreMark/MHz [8-9]

วิธีการทดลอง:

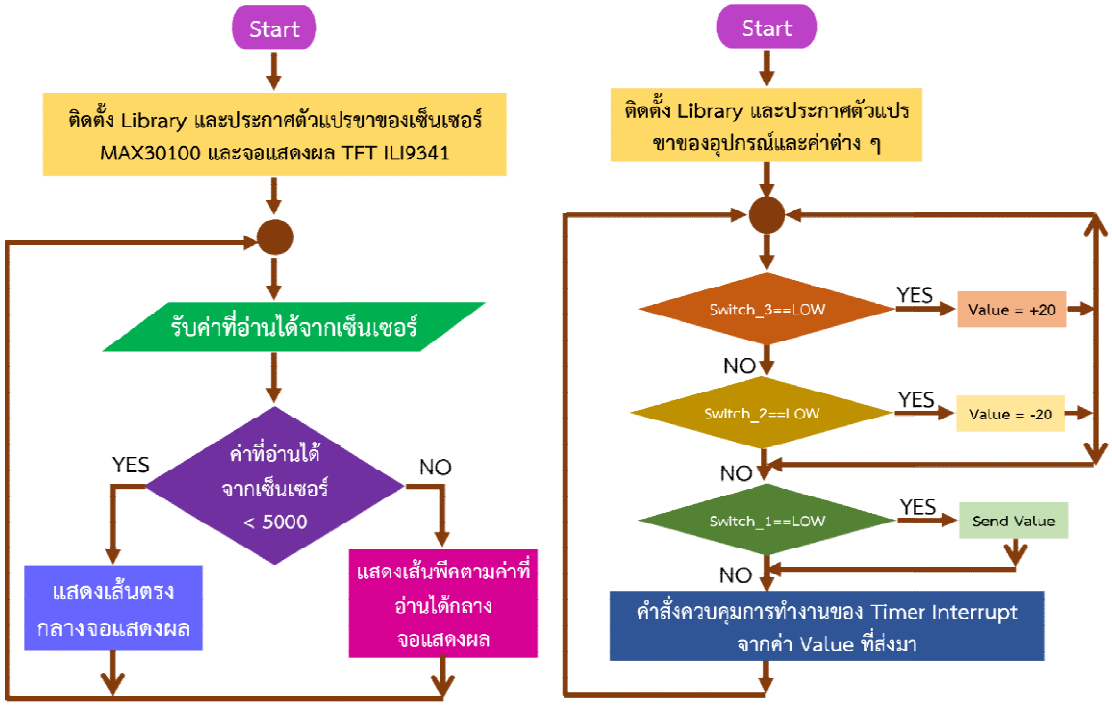
ในการปฏิบัติงานชิ้นนี้ เป็นการแสดงสัญญาณ Photoplethysmogram (PPG) หรือสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจจากเซ็นเซอร์ MAX30100 และการลดทอนสัญญาณรบกวน โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino SAMD21 M0 เป็นตัวประมวลผล ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ แสดงได้ดังไดอะแกรมในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ไดอะแกรมส่วนประกอบอุปกรณ์สำหรับการตรวจวัดสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจ

จากไดอะแกรมในรูปที่ 1 แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 จะเป็นส่วนที่จะแสดงสัญญาณ Photoplethysmogram (PPG) หรือสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจจากเซ็นเซอร์ MAX30100 ซึ่งจะให้แสดงผลที่จอแสดงผล TFT LCD ILI9341 โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino SAMD21 M0 เป็นตัวประมวลผล แผนผังการทำงานของโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 2 (ก)

ส่วนที่ 2 จะเป็นส่วนที่ทำการเลือกความถี่ในการสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยเทคนิคการขัดจังหวะของ Timer Interrupt ที่ความถี่ 5 ค่า คือ 60 80 100 120 และ 140 เฮิรตซ์ โดยจะใช้ Button Switch ในการกดเลือกความถี่ที่ค่าต่าง ๆ และมีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino SAMD21 M0 เป็นตัวประมวลผล และแสดงผลที่จอแสดงผลในโปรแกรม Arduino IDE แผนผังการทำงานของโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 2 (ข)

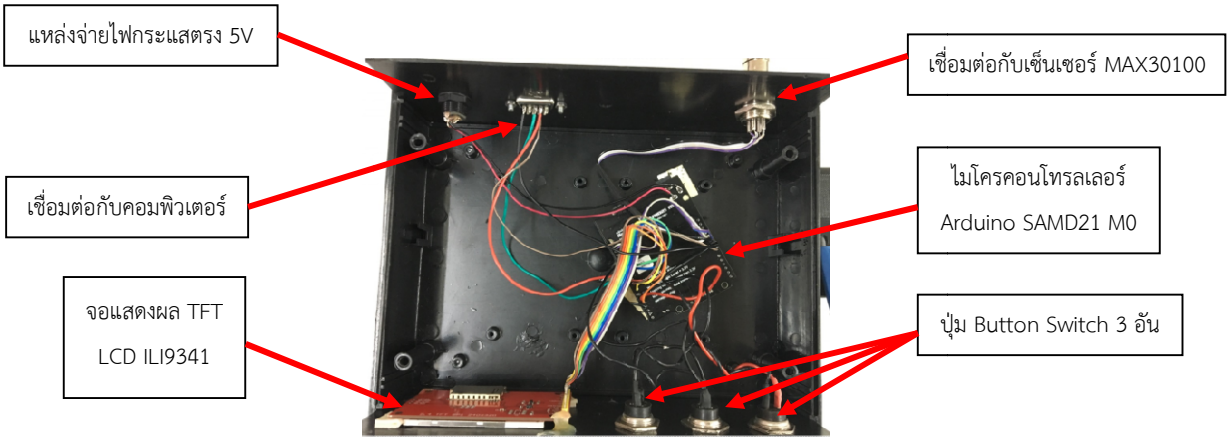


(ก) (ข)

รูปที่ 2 แผนผังแสดงการทำงานของคำสั่ง (ก) แสดงผลสัญญาณที่หน้าจอแสดงผล และ (ข) การสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยเทคนิคการขัดจังหวะของ Timer Interrupt

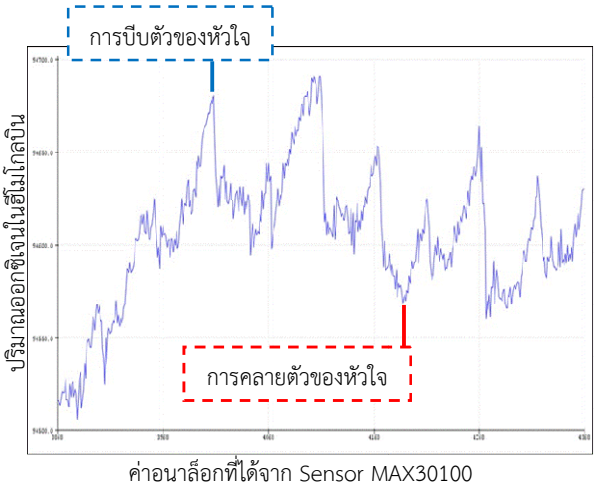
ผลการทดลอง:

เมื่อเขียนโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จึงทำการประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงในกล่องพลาสติกดังรูปที่ 3

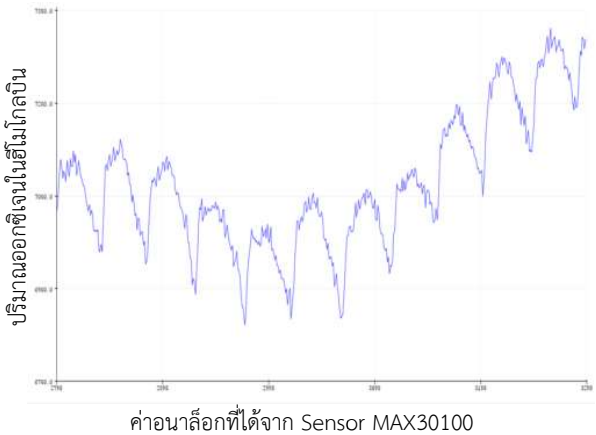


รูปที่ 3 ลักษณะการประกอบอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจ

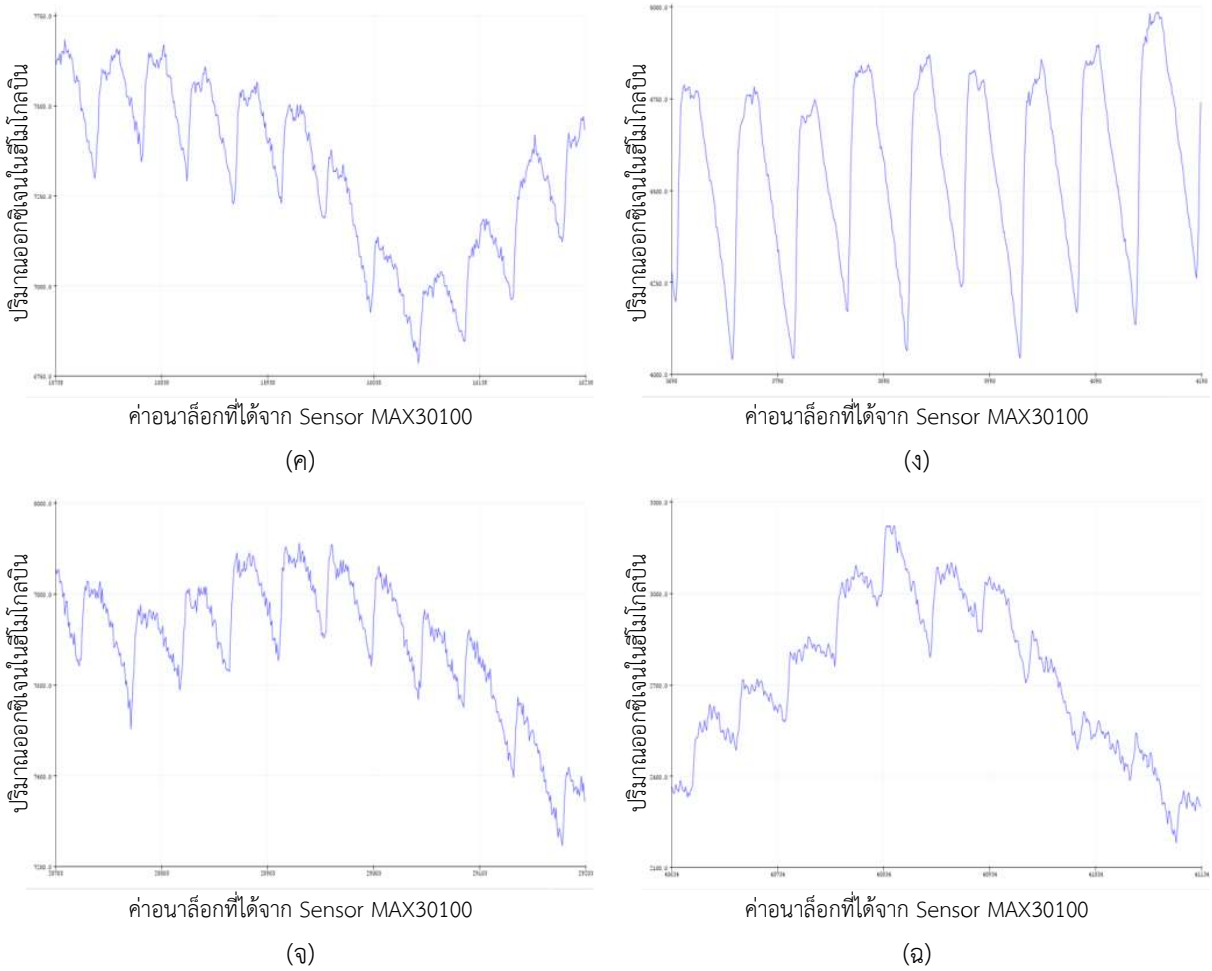
เมื่อรันโปรแกรมความเร็วในการสุ่มตัวอย่างจะเริ่มต้นที่ 0 Hz เพราะตั้งค่าให้ส่งความถี่ตามค่าของตัวแปร value และประกาศให้ค่า value = 0 ดังนั้นจะได้สัญญาณแสดงดังรูปที่ 4 (ก) ซึ่งเป็นรูปของสัญญาณต้นฉบับของสัญญาณ Photoplethysmogram (PPG) หรือสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้ทำการวัดที่นิ้วมือ โดยใช้เซ็นเซอร์ MAX30100 ซึ่งพีคที่สูงจะแสดงถึงการบีบตัวของหัวใจหรือปริมาณของออกซิเจนในฮีโมโกลบินสูง และพีคที่ต่ำจะแสดงถึงการคลายตัวของหัวใจหรือปริมาณของออกซิเจนในฮีโมโกลบินต่ำ หลังจากนั้นเมื่อต้องการทำการสุ่มตัวอย่างข้อมูล กด Switch_3 แล้วจะมีสถานะ LOW ค่า value จะเพิ่มขึ้น 20 ซึ่งความเร็วในการสุ่มตัวอย่างจะเพิ่มขึ้น 20 Hz เมื่อ Switch_2 ถูกกด หรืออยู่ในสถานะ LOW ค่า value จะลดลง 20 ซึ่งความเร็วในการสุ่มตัวอย่างจะลดลง 20 Hz และเมื่อ Switch_1 ถูกกด บอร์ดจะขัดจังหวะการทำงานของนาฬิกาตามค่า value ทำให้คาบเวลา (T) ในการขัดจังหวะมีค่าเท่ากับ T = 1/f เมื่อคาบความถี่ (f) ของแต่ละช่วงมีค่าเท่ากันจึงสามารถทำการสุ่มตัวอย่างข้อมูลจาก Sensor MAX30100 ได้ เมื่อเริ่มต้นโปรแกรมใหม่ ค่าความถี่ในการสุ่มตัวอย่างข้อมูลจะขึ้นอยู่กับค่า Value ล่าสุดที่ได้จากการกด Switch_1 โดยค่า value ล่าสุดจะถูกเก็บค่าไว้ใน FlashStorege ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลล่าสุดก่อนที่จะมีการเริ่มโปรแกรมใหม่ หรือตัดแหล่งจ่ายไฟ โดยสัญญาณที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างข้อมูลที่ความถี่ทั้ง 5 ค่า แสดงดังรูปที่ 4 (ข) – (ฉ)



(ก)



(ข)



รูปที่ 4 (ก) สัญญาณ Photoplethysmogram (PPG) สัญญาณต้นฉบับ และจากการสุ่มตัวอย่างข้อมูลที่ความถี่ต่าง ๆ (ข) 60 เฮิรตซ์ (ค) 80 เฮิรตซ์ (ง) 100 เฮิรตซ์ (จ) 120 เฮิรตซ์ และ (ฉ) 140 เฮิรตซ์

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากการปฏิบัติงานพบว่าสามารถอ่านค่าและแสดงผลของสัญญาณ Photoplethysmogram (PPG) ในลักษณะของกราฟได้ และกราฟที่ได้เป็นไปตามการบีบตัวและคลายตัวของหัวใจ ซึ่งเป็นรูปสัญญาณของการเต้นของหัวใจจำนวน 84 ครั้งต่อนาที และพบว่าสัญญาณที่ได้นั้นมีสัญญาณรบกวนและความถี่ของไฟบ้านแฝงปนออกมาทำให้ได้สัญญาณที่มีลักษณะเหมือนสัญญาณคลื่นรูปซายน์ สำหรับการลดสัญญาณรบกวนนั้น ใช้เทคนิคการขัดจังหวะของ Timer Interrupt โดยทำการสุ่มตัวอย่างข้อมูลที่ความถี่ 5 ค่า คือ 60 80 100 120 และ 140 เฮิรตซ์ ดังแสดงในรูปที่ 4 (ข) – (ฉ) ผลปรากฏว่าการสุ่มตัวอย่างข้อมูลด้วยความถี่ 100 เฮิรตซ์ สามารถกำจัดสัญญาณรบกวนได้ดีที่สุด ซึ่งจากทฤษฎีของการสุ่มตัวอย่างค่าความถี่ที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่างข้อมูลจะมีค่าเป็น 2 เท่า ของค่าความถี่ต้นฉบับโดยค่าความถี่ของเซ็นเซอร์ MAX30100 รวมกับความถี่ของไฟบ้านจะมีค่าประมาณ 50 เฮิรตซ์ ดังนั้นค่าความถี่ที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่างจึงเท่ากับ 100 เฮิรตซ์

กิตติกรรมประกาศ:

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณบริษัท โนวเลจ เซ็นทริค จำกัด (Knowledge Centric Co., Ltd.) ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา และศูนย์วิจัยเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง:

[1] “MAX30100”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30100.pdf. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2562.

[2] “MAX30100”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.theengineeringprojects.com/ 2019/05 /introduction-to-max30100.html. สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2562.

[3] “MAX30100”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.arduitronics.com/product/1504/pulse-heart-rate-sensor-breakout-max30100. สืบค้นเมื่อ 26 มกราคม 2563.

[4] “Photoplethysmogram”.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.vinasport.Co.th/opticalhr-knowledge/. สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2562.

[5] Allen, John. “Photoplethysmography and it application in clinical physiological measurement. Physiological measurement”. in Physiological Measurement 28(3): R1-39. DOI: 10.1088/0967-3334/28/3/R01. (2007).

[6] Mutagi, R.N.. “Understanding the sampling process”. RF Design. (2004).

[7] Arie Feuer Graham C. Goodwin, Sampling in Digital Signal Processing and Control, Birkhäuser Boston. (1996)

[8] “Arduino SAMD21 M0”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.store.arduino.cc/usa/arduino-m0. สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2562.

[9] “Arduino SAMD21 M0”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Dev/Arduino/Boards/Atmel-42181-SAM-D21_Datasheet.pdf. สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2562.

การศึกษาสมบัติกายภาพของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b ด้วยวิธีการเคลื่อนที่ผ่านหน้า

STUDY OF PHYSICAL CHARACTERS OF WASP-50b USING TRANSIT METHOD.

มนันรัชต์ ก่อสีห์วิกุล[1] , ศวัสกมล ปิจดี[3] , ชูพงษ์ ภาคภูมิ[1,2], วิรันธชา เครือฟู[1,2] และ กีรติญา จันทร์ผง[1,2]

Mananrat Koaseevikul[1], Sawatkamol Pichadee[3], Chupong Pakpum[1,2], Viruntachar Kruefu[1,2] and Keratiya Janpong[1,2,]

[1]สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

[2] ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

[3]สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) อำเภอแม่ริม เชียงใหม่ 50180 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: มนันรัชต์ ก่อสีห์วิกุล อีเมล: Mananratkosiwikul@gmail.com

บทคัดย่อ:

ดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b เป็นดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะประเภทดาวพฤหัสบดีร้อน โคจรรอบดาวแคระชนิดสเปกตรัม G งานวิจัยนี้ได้ทำการสังเกตการณ์ดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาด 0.7 เมตร ณ Spring Brook Observatory ประเทศออสเตรเลีย ผ่านแผ่นกรองแสงช่วงความยาวคลื่นแสงที่ตามองเห็น (V) ด้วยวิธีการผ่านหน้า ผลการศึกษาพบว่า ดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b มีคาบการโคจร 1.9551 วัน และทราบข้อมูลองค์ประกอบวงโคจรของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b ดังนี้ รัศมีดาวเคราะห์ (R_p) = 1.03 ± 10.66 R_{Jup}, รัศมีดาว (R_*) = 0.875 ± 3.795 R_{Sun}, ระยะห่างระหว่างดาวฤกษ์และดาวเคราะห์ (a) = 0.028 ± 2.137 a.u. และ ความเอียงของระนาบการโคจร (i) = 84.4 ± 0.4 องศา และเมื่อคำนวณค่าเวลาแสงน้อยที่สุด ได้ค่าเท่ากับ 2458806.16659 จากนั้นนำค่าเวลาที่รวมกับข้อมูลในอดีตมาสร้างแผนภาพ O-C ผลที่ได้ลักษณะของแผนภาพ O-C เป็นกราฟเส้นตรง แสดงให้เห็นว่าดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b ไม่มีการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจร และไม่มีดาวเคราะห์ดวงที่สองหรือวัตถุอื่นในระบบ

คำสำคัญ : ดาวเคราะห์นอกระบบ ดาวพฤหัสบดีร้อน คาบการโคจร

Abstract:

This research is in order to study the physical characteristics of WASP-50b. WASP-50b is a Hot Jupiter exoplanet, orbiting around G dwarf. Transit observations of the WASP-50b was observed in V-filter from 0.7-meter telescope at Spring Brook Observatory, Australia. From the light curves, the period of WASP-50b is 1.9551 days and orbital elements of WASP-50b were obtained. The Radius of exoplanet (R_p) is 1.03 ± 10.66 R_{Jup}. The radius of the star (R_*) is 0.875 ± 3.795 R_{Sun}. The distance between the star and exoplanet (a) is 0.028 ± 2.137 a.u. and inclination of the orbit (i) is 84.4 ± 0.4 degree. The calculated time of minimum is 2458806.16659. In addition, the observed data were used to compute the O-C diagram. The results reveal that there is no major change in the orbital period of WASP-50b which may conclude that there is no other massive exoplanet in the system.

Keywords : exoplanet, Hot Jupiter, orbital period

บทนำ :

ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ (Extra-Solar planet หรือ Exoplanet) เป็นดาวเคราะห์ที่โคจรอยู่รอบดาวฤกษ์ดวงอื่นนอกจากดวงอาทิตย์ หรืออยู่นอกระบบสุริยะของเรา

ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ WASP-50b ถูกค้นพบในปี พ.ศ. 2554 ภายใต้โครงการ Wide Angle Search for Planets (WASP) ด้วยวิธีการผ่านหน้า (Transit Method) จัดเป็นดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะประเภทดาวพฤหัสบดีร้อน (Hot Jupiter) ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะดวงนี้ โคจรรอบดาวฤกษ์แม่ WASP-50 เป็นดาวฤกษ์ประเภท G dwarf ซึ่งเป็นดาวฤกษ์สีเหลือง ประเภทเดียวกับดวงอาทิตย์ อยู่บริเวณทางใต้ของกลุ่มดาวแม่น้ำ (Eridanus)

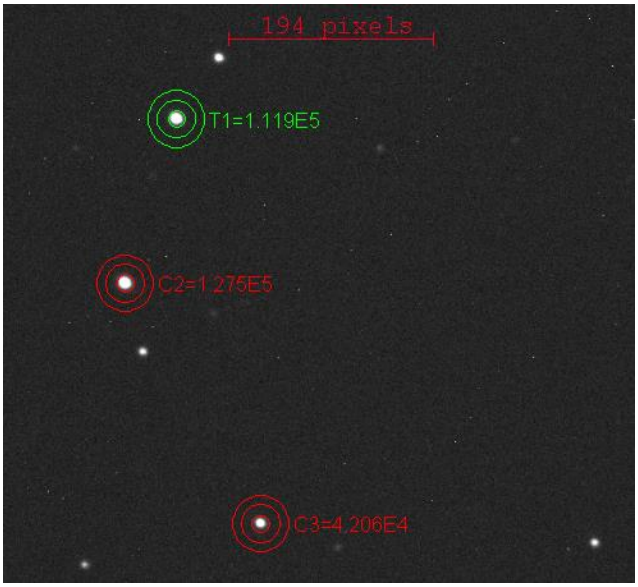
การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะด้วยวิธีการเคลื่อนที่ผ่านหน้า (Transit Method) โดยเก็บข้อมูลจากการสังเกตกล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ณ Spring Brook Observatory (SBO) ประเทศออสเตรเลีย และเก็บข้อมูลผ่านแผ่นกรองแสง (Filter) ช่วงความยาวคลื่นแสงที่ตามองเห็น (V) ผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลดังกล่าวมาใช้วิธีการโฟโตเมตรี (Photometry) โดยการใช้โปรแกรม AstroImageJ และนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟแสงเพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ WASP–50b นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังได้นำข้อมูลจากการสังเกตการณ์มาหาค่าเวลาแสงที่น้อยที่สุด และนำค่าเวลาแสงน้อยที่สุดที่ได้รวมกับข้อมูลในอดีตมาสร้างแผนภาพ O-C

วิธีการทดลอง :

1. ทำการเลือกดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะที่ต้องการทำการศึกษา จากฐานข้อมูล http://var2.astro.cz การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกที่จะศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b เนื่องจากดาวเคราะห์ดวงนี้มีคาบการโคจร 1.9550959 วัน เป็นดาวเคราะห์นอกระบบที่มีคาบการโคจรสั้น เหมาะแก่การเก็บข้อมูล ในศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b
2. จากนั้นทำการดูวันและเวลาที่ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะ WASP-50b เคลื่อนที่ผ่านหน้า จากฐานข้อมูล variable star และ exoplanet section
3. ทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ณ Spring Brook Observatory ประเทศออสเตรเลีย ผ่านแผ่นกรองแสง (Filter) ช่วงความยาวคลื่นแสงที่ตามองเห็น (V) ทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 18 พฤศจิกายน 2562 เป็นเวลา 3.1 ชั่วโมงและเปิดหน้ากล้องนาน 20 วินาที ได้จำนวนข้อมูลทั้งหมด 351 ภาพ
4. ข้อมูลภาพถ่ายทั้งหมดจะถูกนำไปผ่านกระบวนการปรับปรุงภาพถ่ายสู่ค่ามาตรฐาน (Calibration) เป็นกระบวนการสำคัญในการลดสัญญาณรบกวนจาก 3 กรณีคือ ฝุ่นที่เกาะอยู่บนเลนส์ อุณหภูมิของซีซีดี และความไวแสงของซีซีดี ผ่านโปรแกรม AstroImageJ
5. นำภาพถ่ายที่ผ่านกระบวนการรบกวนสัญญาณแล้วทำการวัดแสง (Photometry) เพื่อสร้างกราฟแสงโดยการใช้โปรแกรม AstroImageJ ทำการเลือกดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b และดาวอ้างอิง ซึ่งแสดงข้อมูลอย่างละเอียดดังตารางที่ 1 และการแสดงตำแหน่งของดาวในรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b และดาวอ้างอิง

	Position	Name	Right Ascension	Declination	Mag V
Target	T1	WASP-50b	02h 54m 45.135s	-10°53'53.0"	11.4
Reference star	C2	TYC 5290-448-1	02h 54m 49.390s	-10° 51' 54.9"	11.4
Reference star	C3	UCAC2 27953639	02h 55m 04.911s	-10° 48' 26.9"	12.0



รูปที่ 1 แสดงการเลือกวัตถุที่ต้องการทำ Photometry และเลือกดาวอ้างอิง

6. ทำการวิเคราะห์หาช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด โดยสร้างกราฟแสงระหว่าง HJD และ Rel_flux ในโปรแกรม Excel เพื่อหาจุดต่ำสุดโดยสมการโพลิโนเมียล (อันดับ2) จากกราฟแสงก็จะได้ค่า ช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด (HJD)
7. ทำการหาคาบการโคจรของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b จากการคำนวณหาจำนวนรอบที่ดาวเคราะห์เคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวฤกษ์ (Epoch) โดยใช้สมการ $HJD = HJD_0 + P_0E$ จากสมการข้อมูลในอดีต (M. Gillon et al., 2011)

$$HJD = 55558.61197 + 1.9550959E \quad (1)$$

แทนค่าช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุดที่ได้จากการคำนวณในหัวข้อ 6 ลงในสมการ จะได้ค่าจำนวนรอบที่ดาวเคราะห์เคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวฤกษ์ (Epoch) จากนั้นสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด (HJD) กับค่า Epoch

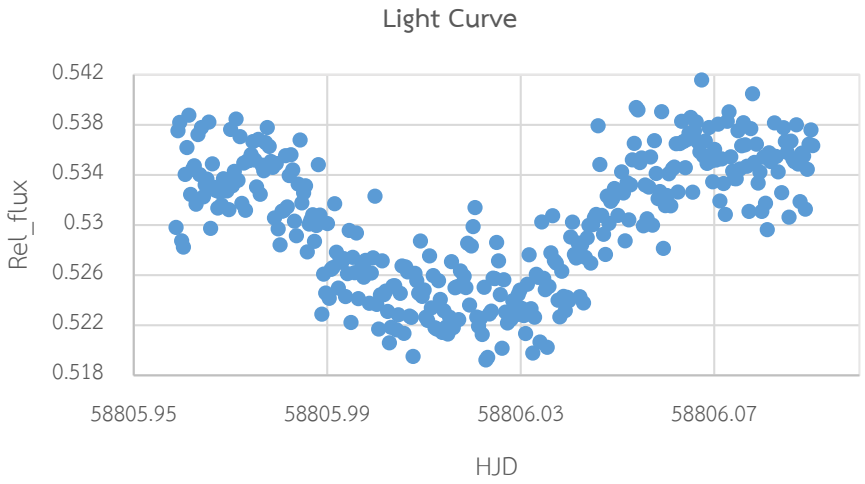
8. เมื่อทราบคาบการโคจรของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b แล้วนำค่าคาบการโคจรที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ และค่าอุณหภูมิของดาว 5400 K ที่ได้จากฐานข้อมูล http://exoplanets.org/ กรอกลงในโปรแกรม AstroImagesJ เพื่อทำการฟิตกราฟแสงของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b เพื่อหาค่าพารามิเตอร์
9. ทำการคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่างดาวฤกษ์และดาวเคราะห์ (a) จากกฎข้อที่ 3 ของเคปเลอร์ ดังสมการ

$$a^3 = \frac{(P^2 G(M_1 + M_2))}{4\pi^2} \quad (2)$$

10. สร้างแผนภาพ O-C

ผลการทดลอง :

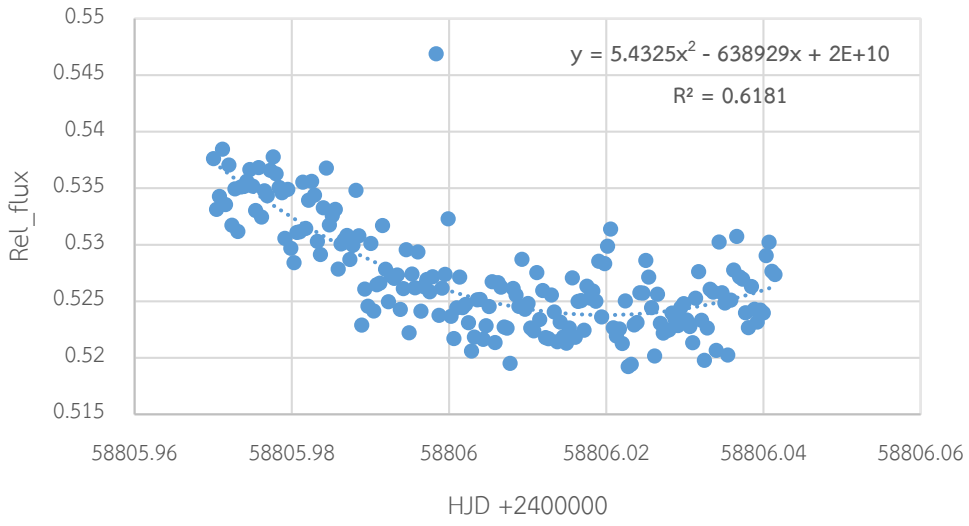
1. กราฟแสงของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b



รูปที่ 2 แสดงกราฟแสงของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b

2. การวิเคราะห์กราฟแสงหาช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด

ทำการวิเคราะห์หาช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด โดยสร้างกราฟแสงระหว่าง HJD และ Rel_flux ในโปรแกรม excel เพื่อหาจุดต่ำสุดโดยการ differentiation สมการโพลิโนเมียล (อันดับ2) จากกราฟแสงก็จะได้ค่า ช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด (HJD)

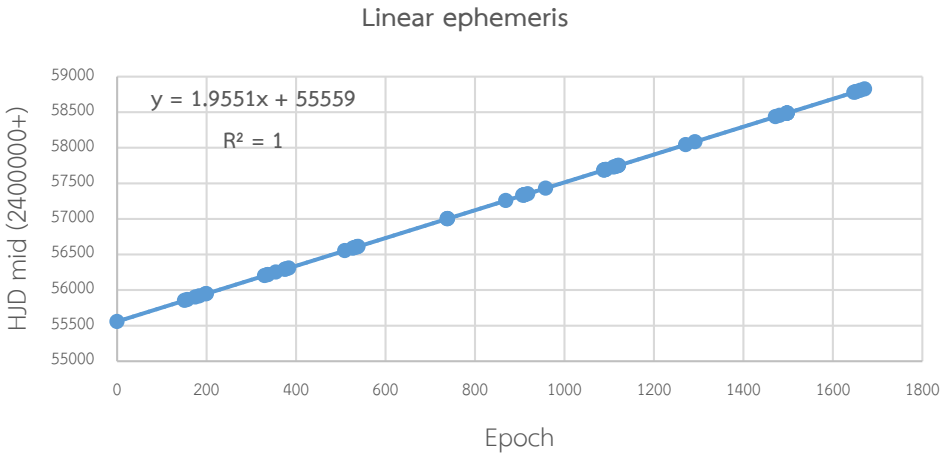


รูปที่ 3 แสดงกราฟแสงของ WASP-50b ในช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด

จากสมการ $y = 5.4325x^2 - 638929 + 2 \times 10^{10}$ หาอนุพันธ์ของสมการเทียบกับตัวแปร x และให้เท่ากับ 0 ดังนั้น จะได้ช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 2458806.16659

3. การหาคาบการโคจรของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b

ทำการคำนวณหาจำนวนรอบที่ดาวเคราะห์เคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวฤกษ์ (Epoch) โดยใช้สมการ $HJD = HJD_0 + P_0E$ แทนค่าช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุดที่ได้จากการคำนวณในหัวข้อ 2 ลงในสมการที่ (1) จะได้ค่าจำนวนรอบที่ดาวเคราะห์เคลื่อนที่ผ่านหน้าดาวฤกษ์ (Epoch) มีค่าเท่ากับ 1661 จากนั้นแล้วนำมาสร้างกราฟระหว่าง ช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด (HJD) กับค่า Epoch



รูปที่ 4 กราฟแสดง ช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุด (HJD) กับค่า Epoch

จะได้สมการ Linear ephemeris ดังสมการ $HJD = 2455559 + 1.9551E$ ดังนั้นจึงได้คาบการโคจรของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b มีค่า 1.9551 วัน

4. พารามิเตอร์

เมื่อทราบคาบการโคจรของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b แล้ว เราสามารถนำค่าคาบการโคจร 1.9551 วัน ที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ และค่าอุณหภูมิของดาว 5400 K ที่ได้จากฐานข้อมูล http://exoplanets.org/ กรอกลงในโปรแกรม AstroImagesJ เพื่อทำการฟิตกราฟแสงของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b จะทราบค่าพารามิเตอร์ ดังตารางที่ 2

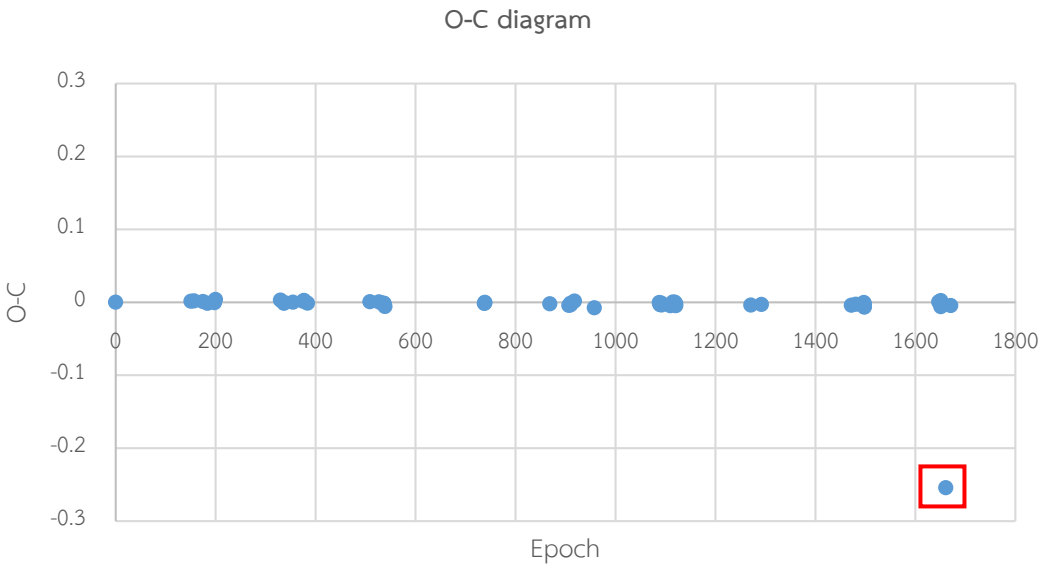
ตารางที่ 2 แสดงค่าพารามิเตอร์ของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b

Parameter	This work	Calculator	Gillon et al. (2011)	Unit
Orbital period	-	1.9551 ± 2.097 x 10-4	1.9550959 ± 5.1 x 10-6	day
R_p	1.03 ± 10.667	1.0323 ± 10.468	1.153 ± 0.048	R_{Jup}
R_*	0.875 ± 3.795	-	0.843 ± 0.013	R_{sun}
$(R_p/ R_*)^2$	0.0147 ± 25.38	0.01463 ± 25.73	0.01970 ± 0.00035	-
a/R_*	6.53 ± 13.28	7.087 ± 5.883	7.53 ± 0.35	-
Inclination	84.4 ± 0.476	84.84 ± 1	84 ± 6	Degree
Semi-major axis,a	-	0.02884 ± 2.137	0.02947 ± 0.00085	AU
Filter	V	V	R	-

จากตารางแสดงค่าพารามิเตอร์ของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b ในงานวิจัยนี้ ทำการศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b ผ่านแผ่นกรองในช่วงความยาวคลื่นแสงที่ตามองเห็น (V) เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ศึกษาโดยใช้แผ่นกรองในช่วงความยาวคลื่นแสงสีแดง พบว่า ค่าพารามิเตอร์ของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b มีความคลาดเคลื่อน ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ คาบการโคจรที่ได้จากการวิเคราะห์กราฟแสงของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b นั้นมีค่าการกระจายของข้อมูลอยู่พอสมควร และเนื่องจากข้อมูลที่เก็บได้ ไม่ครบช่วงเวลาที่เกิดการบังกัน ทำให้การหาสมการโพลิโนเมียลเพื่ออธิบายรูปแบบของข้อมูลนั้นมีความคลาดเคลื่อนสูง

5. แผนภาพ O-C

จากนำข้อมูลแผนภาพ O-C นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 2011 รวมเข้ากับข้อมูลแผนภาพ O-C ในงานวิจัยครั้งนี้ นำมาสร้างแผนภาพ O-C ได้ดังรูป ซึ่งข้อมูลในกรอบสีเหลี่ยม คือ ข้อมูลของผู้วิจัย



จากแผนภาพ O-C ดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b ซึ่งแสดงว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงคาบการโคจร และไม่มีดาวเคราะห์ดวงที่สองหรือวัตถุอื่นในระบบ นอกจากนี้ ยังสังเกตเห็นได้ว่า ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยชิ้นนี้ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากข้อมูลชุดอื่น ซึ่งมาจากการเก็บข้อมูลไม่สมบูรณ์และไม่มากพอ ข้อเสนอแนะคือหากระยะเวลาไม่เป็นข้อจำกัดควรมีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องและมากพอเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลดังกล่าว

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง :

จากการศึกษาดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b ด้วยวิธีการเคลื่อนที่ผ่านหน้า เป็นนอกระบบประเภทดาวพฤหัสบดีร้อน โคจรรอบดาวแคระชนิด G ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสังเกตการณ์ดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 เมตร ณ Spring Brook Observatory (SBO) ประเทศออสเตรเลีย ผ่านแผ่นกรองแสงที่ตามองเห็น (V) ด้วยวิธีการผ่านหน้า ทำการเก็บข้อมูลของดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b ในช่วงวันที่ 18 พฤศจิกายน 2562 และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม AstroImageJ เพื่อสร้างกราฟแสง นำกราฟแสงมาวิเคราะห์คาบการโคจร ซึ่งดาวเคราะห์นอกระบบ WASP-50b มีคาบการโคจร 1.9551 ± 2.097 x 10^{-4} วัน จากนั้นทำการฟิตกราฟแสง เพื่อศึกษาค่าพารามิเตอร์ของดาวเคราะห์ ดังนี้ รัศมีดาวเคราะห์ (R_p) = 1.03 ± 10.667 R_{Jup}, รัศมีดาว (R_*) = 0.875 ± 3.795 R_{sun}, ระยะห่างระหว่างดาวฤกษ์และดาวเคราะห์ (a) = 0.02884 ± 2.137 AU และ ความเอียงของระนาบการโคจร (i) = 84.4

± 0.476 องศา สำหรับการวิเคราะห์แผนภาพ O-C ทำให้เราทราบว่าคาบการโคจรไม่มีการเปลี่ยนแปลงและระบบไม่มีดาวเคราะห์ดวงที่สองหรือวัตถุอื่นในระบบ

กิตติกรรมประกาศ :

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และ ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

[1] ศวัสกมล ปิจดี. (2558) การสังเกตการณ์ด้วยเทคนิคโฟโตเมตรีและการวิเคราะห์ดาวเคราะห์นอกระบบสุริยะแบบดาวยูเรนัสร้อน GJ3470b ด้วยวิธีการผ่านหน้า. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[2] Gillon et al., 2011 A hot Jupiter transiting a moderately active solar-type star

[3] Paul Anthony Wilson, The exoplanet transit method, สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2562

[4] Ivan. (2013). O-C diagrams basics. Variable Stars Observer Bulletin (Amateurs' Guide), P.8-9. สืบค้นเมื่อ 10 มกราคม 2563

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการตัดเมล็ดข้าวโพดจากอุตสาหกรรมการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง

FACTORS THAT INFLUENCE THE EFFICIENCY OF CORN KERNELS CUTTING PROCESS FROM CANNED SWEET CORN INDUSTRY

พรนิภา คำเขียว[1], ธนกฤต เมืองสิทธิ์[2] และ มุจลินทร์ ผลจันทร์[1*]

Pornnipa Kamkhiaw[1], Thanakrit Muangsit[2] and Mujalin Pholchan[1*]

[1] *สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

[2] *ผู้จัดการแผนกควบคุมคุณภาพห้องปฏิบัติการ บริษัท มาเจสติคอุตสาหกรรมอาหาร จำกัด ลำปาง 52190 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: มุจลินทร์ ผลจันทร์ อีเมล: mujalin@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการตัดเมล็ดของเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดแบบอัตโนมัติ เพื่อหาแนวทางเพิ่มกำลังการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง ซึ่งปัจจัยแรกจะเกี่ยวข้องกับการติดขัดของเครื่องบริเวณเครื่องกลับหัวข้าวโพด (Orienter) และปัจจัยที่สองจะเกี่ยวข้องกับการตัดเมล็ดข้าวโพดบริเวณเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด (Corn cutter) โดยส่วนแรกจะทำการปรับตั้งค่า ความเร็วรอบสายพาน ความเร็วรอบโรล ระยะห่างจากโรลกลับหัวถึงแผ่นกลับหัว และองศาการเอียงของตัวประคองแผ่นกลับหัว และในส่วนที่สองจะปรับค่าความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ด ซึ่งจะทดสอบกับเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดแบบอัตโนมัติจำนวน 7 เครื่อง และทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ ผลการศึกษาพบว่าการปรับความเร็วรอบสายพาน ที่ 85 เมตร/นาที ความเร็วรอบโรลกลับหัว ที่ 17 เมตร/นาที ระยะห่างจากโรลกลับหัวถึงแผ่นกลับหัว ที่ 3 เซนติเมตร และองศาการเอียงของตัวประคองแผ่นกลับหัว ที่ 80 องศา ร่วมกับการปรับความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ด ที่ 47 เมตร/นาที จะทำให้เครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดแบบอัตโนมัติ มีประสิทธิภาพสูงที่สุดโดยมีค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 52 และมีการติดขัดของเครื่องลดลงร้อยละ 67 ผลการวิจัยนี้คาดว่าจะสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของผู้บริหารในการพัฒนาประสิทธิภาพการตัดเมล็ดข้าวโพดให้สูงขึ้นต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ : การตัดเมล็ด เครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด เครื่องกลับหัวข้าวโพด อุตสาหกรรมการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง

Abstract:

In this work, factors affecting the efficiency of corn kernels cutting process of the automatic corn cutting machine was studied in order to increase higher canned sweet corn production capacity. The first factor related to machine jamming at the orienter. In this part, conveyor belt speed, roll drive speed, the distance from the roll drive to the pinch plate and tilt angle of leaf spring were adjusted. The second factor linked to the corn cutter, where feed chain drive speed was optimized. Seven machines with three replicates were tested. The results showed that by adjusting conveyor belt speed at 85 m/min, roll drive speed at 17 m/min, the distance from the roll drive to the pinch plate of 3 cm and 80 degree for tilt angle of leaf spring followed by feed chain drive speed of 47 m/min provided the highest performance. The efficiency has been increased up to 52%, while jamming has been reduced to 67%. This work hopefully could help the CEOs for further decision to enhance the performance of the corn kernels cutting process.

Keywords: corn kernels cutting process, corn cutter, orienter, canned sweet corn industry

บทนำ:

ข้าวโพดหวานเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยที่ปลูกได้ตลอดทั้งปี และปลูกได้ทั่วไปทุกภาคของประเทศ ผลผลิตข้าวโพดหวานของประเทศไทยตั้งแต่ปี 2558-2561 พบว่าผลผลิตในปี 2558 คิดเป็น 434,453 ตัน ซึ่งลดลงจากปี 2557 แต่หลังจากนั้นเพิ่มสูงขึ้นในทุกๆปี โดยในปี 2559 2560 และ 2561 ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 487,489 ตัน 502,711 ตัน และ 537,487 ตัน ตามลำดับ [1] เนื่องจากความต้องการของทางตลาดในและนอกประเทศสูงขึ้น อย่างไรก็ตามตลอดในช่วงหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีการส่งออกข้าวโพดหวานเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยในปี 2560 สามารถส่งออกได้ 489,992 ตัน คิดเป็นมูลค่า 7,662 พันล้านบาท และเพิ่มมากขึ้นในปี 2561 ซึ่งสามารถส่งออก 532,370 ตัน คิดเป็นมูลค่า 7,956 พันล้าน [2] ทำให้ในปัจจุบันอุตสาหกรรมข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋องภายในประเทศได้มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง และมีการแข่งขันกันทางธุรกิจมากขึ้นทั้งด้านการเพิ่มกำลังการผลิต การส่งมอบสินค้าที่รวดเร็ว และการลดต้นทุนการผลิต ในภาคอุตสาหกรรมหลายๆ องค์กรได้พยายามคิดหาแนวทางในการเพิ่มขีดความสามารถในทางธุรกิจ และปรับปรุงในทุกส่วนของกระบวนการเพื่อให้มีการผลิตที่รวดเร็ว ต้นทุนต่ำ ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และสร้างความพึงพอใจต่อลูกค้า เมื่อต้องการให้บรรลุเป้าหมาย องค์กรจำเป็นต้องมีการเพิ่มประสิทธิภาพ และการปรับปรุงการผลิต รวมถึงการพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ทักษะและความสามารถที่สูงขึ้น ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตจะส่งผลให้การต้นทุนลดลงตามไปด้วย

แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมีอยู่หลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต [3] หรือการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน [4] เพื่อลดระยะเวลาในการผลิต เพิ่มอัตราการผลิต และลดเวลาสูญเปล่าในการทำงานลง การจัดการระบบบำรุงรักษาเครื่องจักร [5] [6] หรือการปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักร [7] เพื่อให้เครื่องจักรมีสมรรถนะพร้อมใช้งาน อุปกรณ์ หรืออะไหล่ของเครื่องจักรไม่เกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างเดินเครื่องจักร ทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น และการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรเป็นวิธีการหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ดังนั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร จึงต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องจักร โดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ในการวิเคราะห์ [8] ซึ่งกำหนดปัจจัยหลัก คือ 4M 1E ได้แก่ Man, Machine, Material, Method และ Environment ข้อดีของวิเคราะห์จะทำให้ทราบความสัมพันธ์ของปัจจัยปัญหาทั้งสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่เกี่ยวข้องกันได้อย่างเป็นระบบ และสามารถรวบรวมความคิดจากหลายๆ ฝ่าย อย่างไรก็ตาม การทำแผนผังแสดงเหตุและผลจำเป็นต้องอาศัยทักษะในการจัดลำดับความสัมพันธ์ เพื่อให้ทราบสาเหตุที่แท้จริง ก่อนดำเนินการแก้ไขปรับปรุง [9]

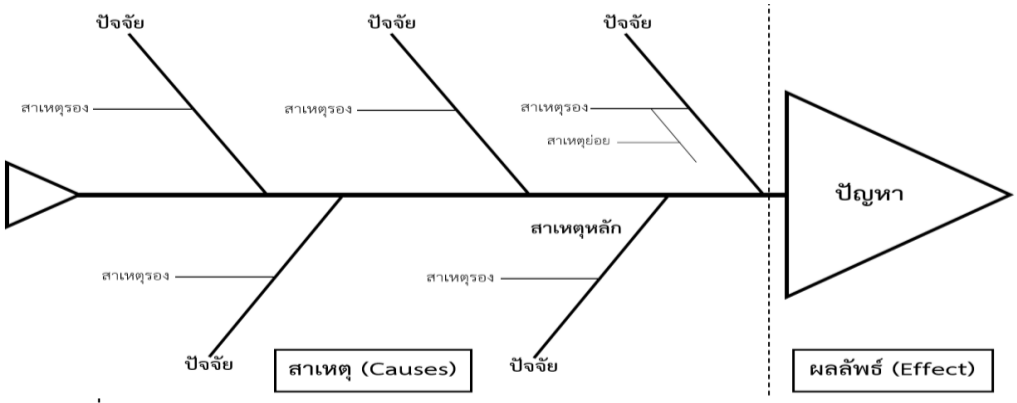
จากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าสาเหตุที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดมากที่สุด คือ เกิดปัญหาเครื่องขัดข้องบ่อยครั้ง ดังนั้นเพื่อลดปัญหาการขัดข้องของเครื่องตัดเมล็ด และเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องเพื่อที่จะเพิ่มกำลังการผลิตในภาคอุตสาหกรรมให้สูงขึ้น งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการติดขัดของเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดแบบอัตโนมัติ รวมทั้งทดสอบหาเครื่องที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในโรงงาน เพื่อการปรับค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องตัดเมล็ดเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยจะเน้น 2 ส่วนสำคัญคือ เครื่องกลับหัวข้าวโพด (orienter) [10] และเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด (corn cutter) [11] โดยผลการศึกษาที่ได้คาดว่าจะมีประโยชน์อย่างมากกับอุตสาหกรรมการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง

วิธีการทดลอง:

1. การวิเคราะห์โดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

ในการศึกษาจะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักที่ทำให้ประสิทธิภาพการตัดเมล็ดลดลงโดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) [12] ซึ่งจะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) ซึ่งประกอบด้วย 4M 1E ได้แก่ Man (ความรู้ ทักษะ ความ

ชำนาญของพนักงาน) Machine (การทำงานเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด เครื่องจักร หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง) Material (วัตถุดิบ อะไหล่หรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ) Method (กระบวนการผลิต ตำแหน่งการทำงาน รวมไปถึงวิธีการทำงานของพนักงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง) และ Environment (ความเหมาะสมของสถานที่ อากาศ แสงสว่าง และบรรยากาศการทำงาน ซึ่งอาจส่งผลต่อการทำงานของพนักงาน หรือเครื่องจักร) โดยแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวอย่างวิธีการเขียนแผนผังแสดงเหตุและผล

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพการกลับหัวข้าวโพดของเครื่องกลับหัวข้าวโพด

ในการศึกษาส่วนแรกจะทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการกลับหัวข้าวโพดที่เครื่องกลับหัวข้าวโพด [10] โดยเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลการกลับหัวข้าวโพดทั้งหมด 100 ฝัก ซึ่งข้าวโพดจะต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน ทำการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการตัดเมล็ดข้าวโพดจำนวน 100 ฝัก ใน 1 นาที ทั้งหมด 7 เครื่อง เครื่องละ 3 ซ้ำ โดยการนับจำนวนฝักข้าวโพดเมื่อข้าวโพดผ่านสายพานกลับหัวลงสู่โซ่ลำเลียง จากนั้นทำการตรวจวัดค่าต่างๆของส่วนประกอบเครื่องกลับหัวข้าวโพด ซึ่งได้แก่ ความเร็วรอบสายพานกลับหัว ความเร็วรอบโรลกลับหัว ระยะห่างจากโรลกลับหัวถึงแผ่นกลับหัว และองศาการเอียงของตัวประคองแผ่นกลับหัว [4] โดยข้อมูลที่ดีที่สุดจะใช้เป็นเกณฑ์ในการปรับตั้งค่าเครื่องในการศึกษาต่อไป โดยจะปรับให้เป็นค่าเดียวกันกับเครื่องและแผ่นกลับหัวที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด (ตารางที่ 1) สำหรับการปรับความเร็วรอบสายพานกลับหัว (รูปที่ 2) และการวัดความเร็วรอบโรลกลับหัว (รูปที่ 3) จะทำการปรับที่ระบบไฮดรอลิกที่ควบคุมเครื่อง โดยระบบไฮดรอลิกจะอยู่ด้านล่างของเครื่องกลับหัวข้าวโพด (รูปที่ 4) ส่วนการปรับระยะห่างจากโรลกลับหัวถึงแผ่นกลับหัว (รูปที่ 5) และองศาการเอียงของตัวประคองแผ่นกลับหัว จะทำการปรับที่ตัวส่วนประกอบนั้นๆโดยตรง (ดังรูปที่ 6)

ตารางที่ 1 การตั้งค่าเครื่องกลับหัวข้าวโพด ก่อนการปรับเครื่อง

เครื่องที่	ความเร็วรอบ (m/min)		ระยะห่างโรลถึงแผ่นกลับหัว (cm.)		องศาการเอียง (องศา)	
	สายพานกลับหัว	โรลกลับหัว	แผ่นกลับหัว1	แผ่นกลับหัว2	ตัวประคอง 1	ตัวประคอง 2
1	46	22	3.6	2.4	76	79
2	81	20	4	3.5	80	77
3*	85	17	3	4	80	80
4	74	19	3	3.8	80	77
5	77	11	3.5	3.5	79	80
6	78	11	2.5	2.8	80	80
7	61	23	3.2	4.5	75	74

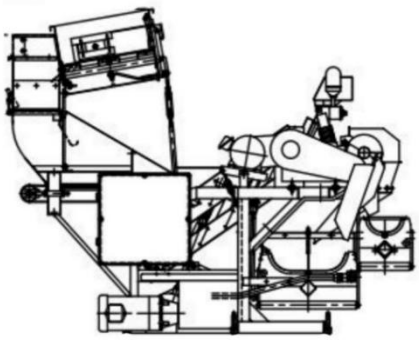
หมายเหตุ: * หมายถึง ใช้ข้อมูลเครื่องที่ 3 แผ่นกลับหัวและตัวประคองที่ 1 เป็นเกณฑ์ในการปรับตั้งค่าเครื่องอื่นๆ



รูปที่ 2 การวัดความเร็วรอบสายพานกลับหัว

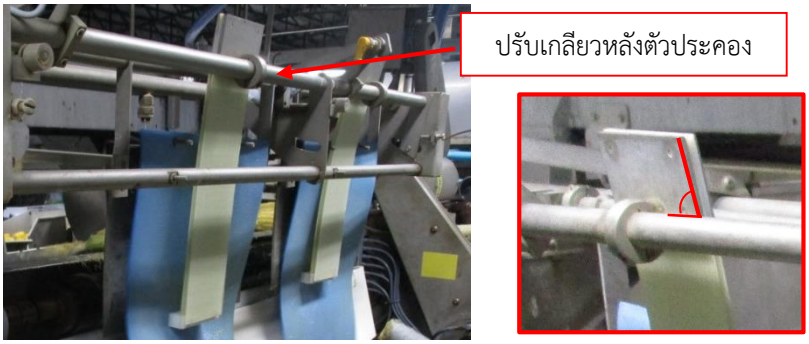


รูปที่ 3 การวัดความเร็วรอบโรลกลับหัว





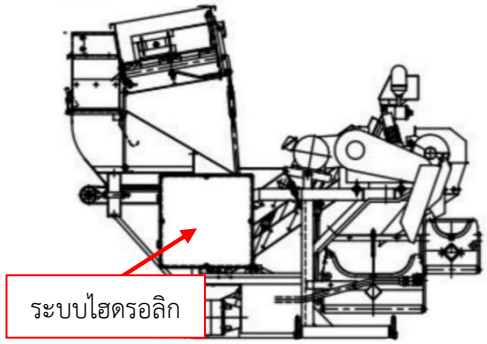
รูปที่ 4 ระบบควบคุมไฮดรอลิกเครื่องกลับหัวข้าวโพด รูปที่ 5 การวัดและปรับระยะห่างจากโรลกลับหัวถึงแผ่นกลับหัว



รูปที่ 6 การวัดและปรับองศาการเอียงของตัวประคองแผ่นกลับหัว

3. การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด

สำหรับการศึกษาการปรับปรุงเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด [11] หลังจากทำการปรับเครื่องกลับหัวข้าวโพด จะทำการปรับค่าของเครื่องให้เป็นค่าเดียวกันกับเครื่องและแผ่นกลับหัวที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด (ตารางที่ 1) จากนั้นนำผลของเครื่องมีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดมากที่สุดมาใช้ในการปรับตั้งค่าความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ด (รูปที่ 8) ให้มีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดมากที่สุด โดยปรับตั้งค่าให้เป็นค่าเดียวกันกับเครื่องที่มีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดดีที่สุด (ตารางที่ 2) ในการศึกษาจะทดสอบหาจำนวนข้าวโพดที่ไม่กลับหัวในจำนวนข้าวโพดทั้งหมด 100 ฝัก ภายในระยะเวลาการตัดเมล็ดใน 1 นาที โดยจะทำการทดสอบ 7 เครื่อง เครื่องละ 3 ซ้ำ



รูปที่ 7 ระบบควบคุมไฮดรอลิกเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด



รูปที่ 8 สายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ด

ตารางที่ 2 การปรับตั้งค่าความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดของเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด

เครื่องที่	การตั้งค่าเครื่อง (ก่อนการปรับCorn cutter)
	ความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ด (m/min)
1	59
2	44
3	55
4*	47
5	37
6	59
7	43

หมายเหตุ: * หมายถึง ใช้ข้อมูลเครื่องที่ 4 เป็นเกณฑ์ในการปรับตั้งค่าเครื่องอื่นๆ

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

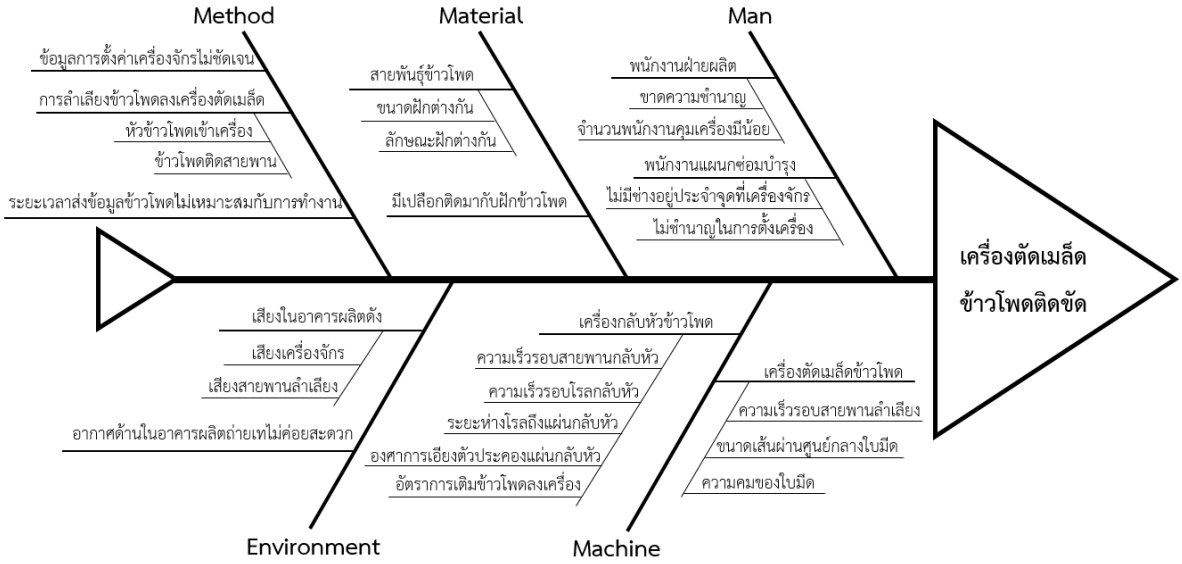
ผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดแบบอัตโนมัติจำนวน 7 เครื่องจากการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ จะนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS

วิจารณ์และผลการทดลอง:

1. การวิเคราะห์โดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้มุ่งเน้นเพิ่มกำลังการผลิตข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง จากขั้นตอนการตัดเมล็ดข้าวโพด โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด และทำการวิเคราะห์หาสาเหตุต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องโดยประยุกต์ใช้แผนผังแสดงเหตุและผลแบบแผนผังก้างปลา ผลการวิเคราะห์พบว่ามีปัจจัยหลายสาเหตุที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องตัดเมล็ด (รูปที่ 9) บางสาเหตุมาจากการทำงานของเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดโดยตรง บางสาเหตุมาจากการทำงานของพนักงาน และหรือมาจากการตั้งค่าการทำงานของเครื่องก่อนการใช้งาน เนื่องจากในการศึกษามีข้อจำกัดในการทำงานหลายประการ เช่น การศึกษาในระยะเวลาจำกัด เนื่องจากไม่สามารถหยุดกระบวนการผลิตได้ เพราะจะส่งผลต่อแผนการผลิตของโรงงาน และการมีวัตถุดิบที่จำกัดในแต่ละวันที่ทำการทดลอง รวมไปถึงการทำงานร่วมกับช่างซ่อมบำรุงเพื่อปรับระบบไฮดรอลิกที่ผู้วิจัยจึงไม่สามารถปรับเครื่องจักรได้เอง ดังนั้นจึงเลือกการแก้ไขเฉพาะจุดที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องตัดเมล็ดมากที่สุด นั่นคือสาเหตุที่มาจากเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดโดยตรง ซึ่งพบว่ามักเกิดปัญหา

เครื่องติดขัดบ่อยครั้งเนื่องจากมีฝักข้าวโพดติดใบมีดเครื่องตัด และการลำเลียงฝักข้าวโพดเข้าเครื่องตัดที่ยังมีการนำหัวข้าวโพดเข้าเครื่องตัด



รูปที่ 9 แผนผังแสดงเหตุและผลของปัญหาเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดติดขัด

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพการกลับหัวข้าวโพดของเครื่องกลับหัวข้าวโพด

จากการศึกษาขั้นตอนการตัดเมล็ดข้าวโพดด้วยเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดแบบอัตโนมัติ พบว่ามีการเกิดปัญหาเครื่องติดขัดบ่อยครั้ง ส่วนหนึ่งของมาจากการที่ข้าวโพดไม่กลับหัว แล้วทำให้หัวข้าวโพดเข้าไปติดใบมีด และขวางสายลำเลียงเข้าใบมีดของเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด ทำให้เครื่องดีดกลับ หรือติดขัดบ่อยครั้ง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการตัดเมล็ดข้าวโพดลดลง และมีผลต่อเนื่องถึงกระบวนการผลิตและต้นทุนของโรงงาน ดังรูปที่ 10-12

ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพการกลับหัวข้าวโพดของเครื่องกลับหัวข้าวโพดแสดงดังตารางที่ 3 โดยก่อนดำเนินการเครื่องมีประสิทธิภาพการกลับหัวเมื่อทำการป้อนข้าวโพดจำนวน 100 ฝัก เฉลี่ยเท่ากับ 75±4 ฝัก และมีข้าวโพดที่ไม่กลับหัวจำนวน 25±4 ฝัก โดยผลจากตารางที่ 3 ทำให้ทราบว่าเครื่องที่ 3 ที่ใช้แผ่นกลับหัวที่ 1 มีประสิทธิภาพการกลับหัวดีที่สุด ผู้วิจัยจึงใช้ค่านี้เป็นเกณฑ์ในการปรับเครื่องกลับหัวข้าวโพดเครื่องอื่นๆ ให้เป็นค่าเดียวกัน โดยหลังดำเนินการ พบว่ามีเครื่องสามารถกลับหัวข้าวโพดได้ 94±2 ฝัก และมีข้าวโพดที่ไม่กลับหัวจำนวน 6 ฝัก สำหรับผลการตัดเมล็ดข้าวโพดใน 1 นาที ก่อนการดำเนินงานปรับค่า เครื่องมีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดเฉลี่ย 59±4 ฝักต่อนาทีและพบเครื่องติดจำนวน 6±1 ครั้งต่อนาที แต่หลังจากที่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องกลับหัวข้าวโพด พบว่าเครื่องมีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดเพิ่มขึ้นเป็น 77±2 ฝักต่อนาที และพบเครื่องติดจำนวน 4±1 ครั้งต่อนาที จากการเก็บข้อมูลจำนวนฝักข้าวโพดที่ไม่กลับหัวในจำนวน 100 ฝัก ของแผ่นกลับหัวแต่ละแผ่น และเก็บข้อมูลการตัดเมล็ดใน 1 นาที เครื่องละ 3 ซ้ำ พบว่าเครื่องกลับหัวข้าวโพดเครื่องที่ 3 แผ่นกลับหัวที่ 1 และตัวประคองแผ่นกลับหัวที่ 1 มีประสิทธิภาพการกลับหัวดีที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ค่าดังกล่าวเป็นเกณฑ์ในการตั้งค่าของเครื่องอื่นๆ

จากการศึกษาผู้วิจัยคาดว่า การปรับความเร็วรอบสายพานกลับหัว และความเร็วรอบโรล กลับหัวทำให้ประสิทธิภาพการกลับหัวข้าวโพดดีขึ้น เนื่องจากเมื่อความเร็วของสายพานกลับหัวช้าเกินไปจะทำให้ความเร็วไม่เพียงพอต่อการปัดให้ปลายข้าวโพดลงก่อนได้ ข้าวโพดที่ถูกถ่วงหัวจะเอาหัวข้าวโพดลงบนโซ่ลำเลียงก่อนปลาย เพราะหัวข้าวโพดหนักกว่าปลาย หากเร็วเกินไปข้าวโพดที่ผ่านแผ่นกลับหัวจะถูกปัดไปตกนอกโซ่ลำเลียง ส่วนการปรับระยะห่างโรลถึงแผ่นกลับหัวทำให้ประสิทธิภาพการกลับหัวดีขึ้น เนื่องจากข้าวโพดมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฝักระหว่าง 4-5 เซนติเมตร เมื่อปรับให้เป็น 3

เซนติเมตร จะทำให้สามารถถ่วงหัวข้าวโพดได้พอดี ไม่แน่นจนเกินไป เมื่อข้าวโพดสัมผัสสายพานกลับหัวจะทำให้เกิดการกลับหัวลงบนโซ่ลำเลียงพอดี ซึ่งหากถ้ามีระยะห่างมากกว่านี้จะทำให้การถ่วงหัวไม่แน่น แล้วไม่เกิดการกลับหัว ในส่วนสุดท้ายการปรับองศาการเอียงของตัวประคองแผ่นกลับหัวทำให้ประสิทธิภาพการกลับหัวดีขึ้น เนื่องจากเมื่อมีการเอียงน้อย จะทำให้แผ่นกลับหัวเปิดได้ยาก และทำให้การกลับหัวข้าวโพดช้าลง เมื่อข้าวโพดสัมผัสสายพานกลับหัวจึงทำให้หัวข้าวโพดตกลงบนโซ่ลำเลียงก่อนปลายข้าวโพด จึงทำให้เมื่อปรับองศาการเอียงมากๆ จึงทำให้แผ่นกลับหัวเปิดง่าย ทำให้การกลับหัวมีประสิทธิภาพ และรวดเร็วขึ้น



รูปที่ 10 ข้าวโพดไม่กลับหัวเข้าใบมีด



รูปที่ 11 ข้าวโพดติดใบมีดตัดเมล็ด



รูปที่ 12 ข้าวโพดขวางสายพานลำเลียง

3. การปรับปรุงประสิทธิภาพการตัดเมล็ดของเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด

หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องกลับหัวข้าวโพด ทำให้ทราบว่าเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดที่มีประสิทธิภาพในการตัดเมล็ดมากที่สุด คือ เครื่องที่ 4 ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับตั้งค่าความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ดให้เป็นค่าเดียวกันกับเครื่องที่ 4 ดังที่ได้กล่าวไว้ในตารางที่ 2

ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องกลับหัวข้าวโพด (ตารางที่ 4) พบว่าก่อนดำเนินการปรับความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ด เครื่องมีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดเฉลี่ย 77±2 ฝักต่อนาทีและพบเครื่องติดจำนวน 4±1 ครั้งต่อนาที (ข้อมูลหลังการปรับเครื่องกลับหัวข้าวโพด) หลังจากที่ได้ปรับตั้งค่าความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตามเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดเครื่องที่ 4 ที่พบว่ามีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดสูงสุด (ตารางที่ 3) ผลการศึกษาพบว่า หลังการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด เครื่องมีประสิทธิภาพในการตัดเมล็ดเพิ่มขึ้นเป็น 89±2 ฝักต่อนาที และมีเครื่องติดจำนวน 2±1 ครั้งต่อนาที (ดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 จำนวนการกลับหัวข้าวโพดใน 100 ฝัก และประสิทธิภาพการตัดเมล็ด 1 นาที ก่อนและหลังการปรับเครื่องกลับหัวข้าวโพด

เครื่องที่	ประสิทธิภาพ (ก่อนการปรับOrienter)										ประสิทธิภาพ (หลังการปรับOrienter)									
	การกลับหัวใน 100 ฝัก (ฝัก)						การตัดเมล็ดข้าวโพดใน 1 นาที				การกลับหัวใน 100 ฝัก (ฝัก)						การตัดเมล็ดข้าวโพดใน 1 นาที			
	แผ่นกลับหัว1		แผ่นกลับหัว 2		กลับหัว	ไม่กลับหัว	ปลายเข้า (ฝัก)	หัวเข้า (ฝัก)	รวม (ฝัก)	เครื่องติด (ครั้ง)	แผ่นกลับหัว1		แผ่นกลับหัว 2		กลับหัว	ไม่กลับหัว	ปลายเข้า (ฝัก)	หัวเข้า (ฝัก)	รวม (ฝัก)	เครื่องติด (ครั้ง)
	กลับหัว	ไม่กลับหัว	กลับหัว	ไม่กลับหัว							กลับหัว	ไม่กลับหัว	กลับหัว	ไม่กลับหัว						
1	73	27	81	19	77	23	37	20	57	5	91	9	93	7	92	8	51	17	68	4
2	78	22	79	21	79	21	32	14	46	7	94	6	95	5	95	5	61	8	69	5
3*	95	5	93	7	94	6	49	13	62	4	96	4	94	6	95	5	76	15	91	4
4	84	16	92	8	88	12	57	15	72	5	92	8	93	7	93	7	84	9	93	3
5	54	46	59	41	57	43	36	11	47	8	94	6	93	7	94	6	65	10	75	6
6	69	31	71	29	70	30	57	25	82	6	91	9	97	3	94	6	70	13	83	4
7	56	44	62	38	59	41	3	42	45	7	92	8	95	5	94	6	55	6	61	5
เฉลี่ย					**75**	**25**	**39**	**20**	**59**	**6**					**94**	**6**	**66**	**11**	**77**	**4**

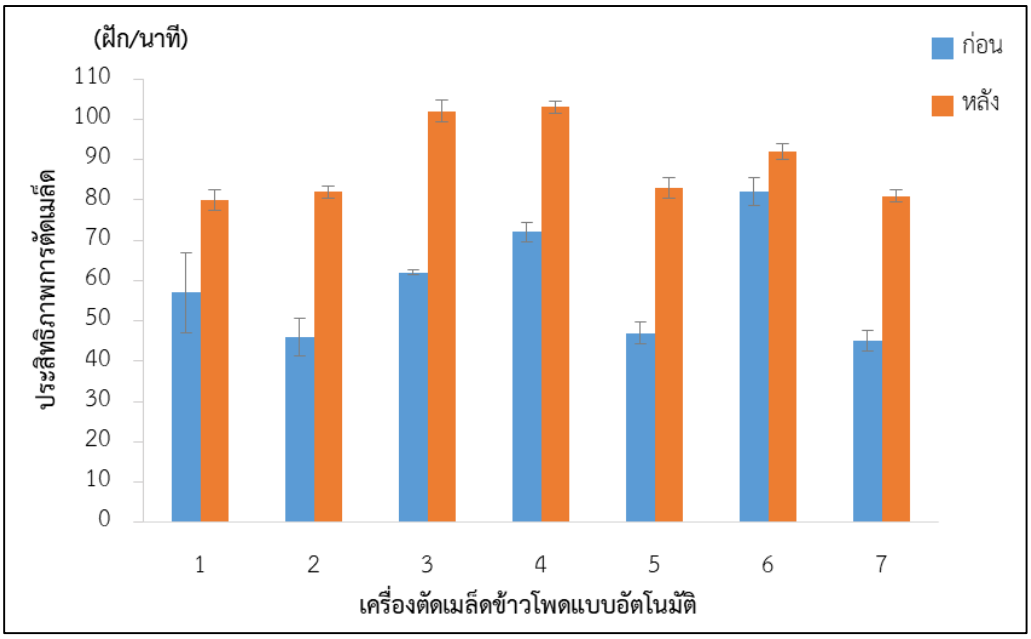
หมายเหตุ: * หมายถึง ใช้ข้อมูลเครื่องที่ 3 แผ่นกลับหัวและตัวประคองที่ 1 เป็นเกณฑ์ในการปรับตั้งค่าเครื่องอื่นๆ

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการตัดเมล็ด 1 นาที ก่อนและหลังการปรับเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพด

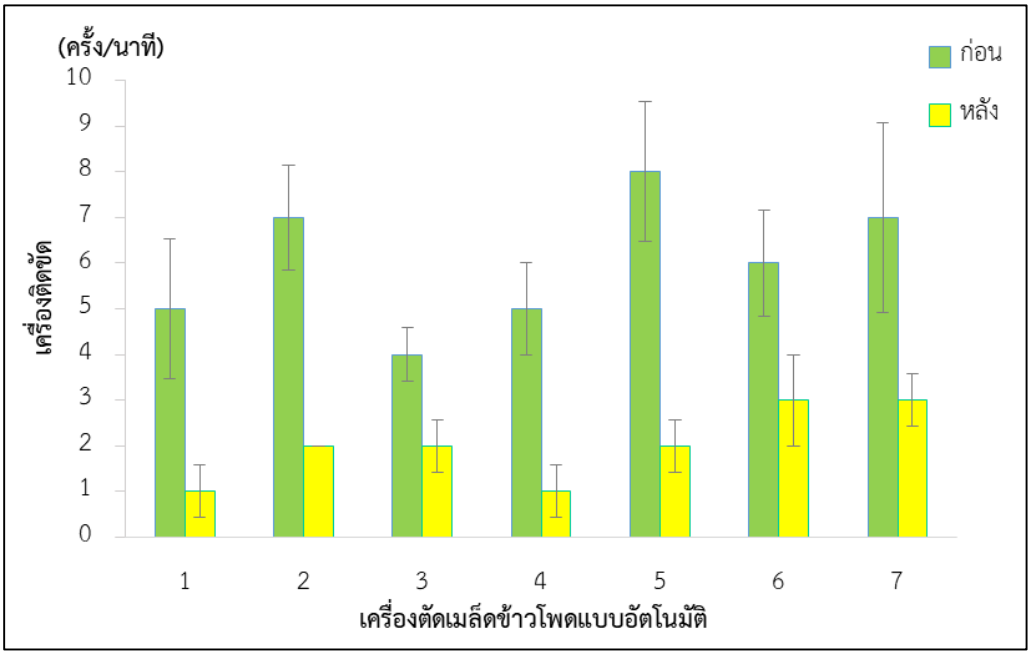
เครื่องที่	ประสิทธิภาพก่อนการปรับCorn cutter				ประสิทธิภาพหลังการปรับCorn cutter			
	การตัดเมล็ดข้าวโพดภายใน 1 นาที				การตัดเมล็ดข้าวโพดภายใน 1 นาที			
	ปลายเข้า (ฝัก)	หัวเข้า (ฝัก)	รวม (ฝัก)	เครื่องติด (ครั้ง)	ปลายเข้า (ฝัก)	หัวเข้า (ฝัก)	รวม (ฝัก)	เครื่องติด (ครั้ง)
1	51	17	68	4	73	7	80	1
2	61	8	69	5	73	9	82	2
3	76	15	91	4	91	11	102	2
4	84	9	93	3	90	13	103	1
5	65	10	75	6	69	14	83	2
6	70	13	83	4	75	17	92	3
7	55	6	61	5	72	9	81	3
เฉลี่ย	**66**	**11**	**77**	**4**	**78**	**11**	**89**	**2**

จากการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องกลับหัวข้าวโพด (ตารางที่ 4) เครื่องที่มีประสิทธิภาพในการกลับหัวข้าวโพดดีที่สุดจะเป็นเครื่องที่มีความเร็วรอบสายพานกลับหัวเท่ากับ 85 m/min ความเร็วรอบโรลกลับหัวเท่ากับ 17 m/min ระยะห่างจากโรลกลับหัวถึงแผ่นกลับหัวเท่ากับ 3 cm. และองศาการเอียงของตัวประคองแผ่นกลับหัวเท่ากับ 80 องศา และจากการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องตัดเมล็ดแบบอัตโนมัติ ความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ด เครื่องที่มีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดดีที่สุด คือเครื่องที่มีความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ดเท่ากับ 47 m/min ดังนั้นเมื่อทำการทดสอบการปรับค่าทั้งสองส่วนพบว่า ก่อนดำเนินการ เครื่องมีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดเฉลี่ย 77±2 ฝักต่อนาทีและมีเครื่องติดจำนวน 4±1 ครั้งต่อนาที แต่หลังจากที่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการตัดเมล็ดของเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดแบบอัตโนมัติ พบว่ามีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดเพิ่มขึ้นเป็น 89±2 ฝักต่อนาที และพบเครื่องติดเพียง 2±1 ครั้งต่อนาที (ดังตารางที่ 4) เมื่อพิจารณาจาก รูปที่ 13 และ 14 พบว่าเครื่องที่ 4 มีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดดีที่สุด และมีการติดขัดของเครื่องน้อย

ที่สุด ผู้วิจัยคาดว่าการปรับความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ดส่งผลให้ประสิทธิภาพการตัดเมล็ดดีขึ้น เนื่องจากมีความเร็วเหมาะสมทำให้ข้าวโพดเข้าใบมีดได้พอดี หากสายพานเร็วเกินไป โรลประคองเข้าใบมีดจะเปิดไม่ทัน ทำให้ข้าวโพดติดที่สายพานลำเลียง และติดที่ใบมีด แต่หากช้าเกินไปข้าวโพดจะไม่ติดเครื่องแต่ประสิทธิภาพการตัดจะต่ำกว่าการปรับให้เร็ว จึงทำให้เมื่อปรับเป็นค่าที่ตั้งเป็นเกณฑ์จึงทำให้เป็นความเร็วที่น่าจะเหมาะสมกับการลำเลียงมากที่สุด



รูปที่ 13 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการตัดเมล็ดก่อนและหลังการปรับเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 14 เปรียบเทียบการติดขัดของเครื่องก่อนและหลังการปรับเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดแบบอัตโนมัติ

ผลการศึกษาจะได้ค่าสำหรับการปรับเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพในการกลับหัวข้าวโพดดีที่สุด โดยจะมีความเร็วรอบสายพานกลับหัวเท่ากับ 85 m/min ความเร็วรอบโรลกลับหัวเท่ากับ 17 m/min ระยะห่างจากโรลกลับหัวถึงแผ่นกลับหัวเท่ากับ 3 cm. และองศาการเอียงของตัวประคองแผ่นกลับหัวเท่ากับ 80 องศา นอกจากนี้เครื่องที่มีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดดีที่สุดจะต้องปรับความเร็วรอบสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ดเท่ากับ 47 m/min ซึ่งการปรับค่าดังกล่าวพบว่าเครื่องมีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดเพิ่มขึ้นเป็น 89±2 ฝักต่อนาที และพบเครื่องติดเพียง 2±1 ครั้งต่อนาที ซึ่งหลังการปรับค่าของเครื่องทั้งสองและทำการทดสอบอีกครั้งพบว่า เครื่องทุกเครื่องมีประสิทธิภาพการตัดเมล็ดเพิ่มขึ้น และมีการติดขัดของเครื่องลดลงทั้งหมด แสดงตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพการตัดเมล็ด 1 นาที ก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดแบบอัตโนมัติ

เครื่องที่	ประสิทธิภาพก่อนการดำเนินการ				ประสิทธิภาพหลังการดำเนินการ				%การตัดเมล็ด	%เครื่องติด
	การตัดเมล็ดข้าวโพดภายใน 1 นาที				การตัดเมล็ดข้าวโพดภายใน 1 นาที					
	ปลายเข้า (ฝัก)	หัวเข้า (ฝัก)	รวม (ฝัก)	เครื่องติด (ครั้ง)	ปลายเข้า (ฝัก)	หัวเข้า (ฝัก)	รวม (ฝัก)	เครื่องติด (ครั้ง)		
1	37	20	57	5	73	7	80	1	40	80
2	32	14	46	7	73	9	82	2	78	71
3	49	13	62	4	91	11	102	2	65	50
4	57	15	72	5	90	13	103	1	43	80
5	36	11	47	8	69	14	83	2	77	75
6	57	25	82	6	75	17	92	3	12	50
7	3	42	45	7	72	9	81	3	80	57
เฉลี่ย	**39**	**20**	**59**	**6**	**78**	**11**	**89**	**2**	**52**	**67**

สรุปผลการทดลอง:

ประสิทธิภาพการกลับหัวข้าวโพดของเครื่องกลับหัวข้าวโพดที่สูงที่สุดจะเกิดขึ้นเมื่อปรับความเร็วรอบสายพานกลับหัวเป็น 85 m/min ความเร็วรอบโรลกลับหัวเป็น 17 m/min ระยะห่างจากโรลกลับหัวถึงแผ่นกลับหัวให้ห่าง 3 cm. และองศาการเอียงของตัวประคองแผ่นกลับหัวที่ 80 องศา โดยประสิทธิภาพการตัดเมล็ดเพิ่มขึ้นจาก 59±4 ฝักต่อนาที เป็น 77±2 ฝักต่อนาที เครื่องติดลดลงจาก 6±1 ครั้งต่อนาที เป็น 4±1 ครั้งต่อนาที นอกจากนี้ประสิทธิภาพการตัดเมล็ดของเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดจะเกิดสูงที่สุดเมื่อปรับสายพานลำเลียงเข้าใบมีดตัดเมล็ดที่ 47 m/min โดยประสิทธิภาพการตัดเมล็ดเพิ่มขึ้นจาก 77±2 ฝักต่อนาที เป็น 89±2 ฝักต่อนาที เครื่องจะติดลดลงจาก 4±1 ครั้งต่อนาที เป็น 2±1 ครั้งต่อนาที และเมื่อทำการปรับปรุงเครื่องตัดเมล็ดข้าวโพดแบบอัตโนมัติทั้งสองส่วน ประสิทธิภาพการตัดเมล็ดเพิ่มขึ้น 52% และเครื่องติดลดลง 67%

กิตติกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนสถานที่วิจัยจากบริษัท มาเจสติคอุตสาหกรรมอาหาร จำกัด ได้รับการช่วยเหลือให้คำปรึกษาและการสนับสนุนจาก คุณธนกฤต เมืองสิทธิ์ ที่ปรึกษาในการฝึกสหกิจศึกษา

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, ผลผลิตข้าวโพดหวานย้อนหลัง 5 ปีล่าสุด, สืบค้นเมื่อ 31 มกราคม 2563, จาก http://mis-app.oae.go.th/product/ข้าวโพดหวาน

[2] ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, รายละเอียดภาวะเศรษฐกิจการเกษตร, สืบค้นเมื่อ 31 มกราคม 2563, จาก http://www.oae.go.th/view/1/รายละเอียดภาวะเศรษฐกิจการเกษตร/30924/TH-TH

[3] เปรมชัย มูลหล้า, “การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังด้วยแนวคิด เทคโนโลยีสะอาด กรณีศึกษา บริษัท จ.เจริญมาร์เก็ตติ้ง จำกัด”, วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ปีที่ 12, ฉบับที่ 1, หน้า 40-53 (2562)

[4] ธารชุดา พันธ์นิกุล, ดวงพร สังฆะมณี และปรีดาภรณ์ งามสง่า, “การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ กรณีศึกษา: โรงงานประกอบรถจักรยาน”, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2557 วันที่ 30-31 ตุลาคม 2557 สมุทรปราการ (2557)

[5] เษกสรร สิงห์ธนู, จักรพันธ์ ปิ่นทอง, ไพฑูรย์ ขจรวุฒินันทชัย และ นิติกร ทุมประสิทธิ์, “การปรับปรุงประสิทธิภาพงานบำรุงรักษาเครื่องจักรสายการผลิตชิ้นสวน GEAR KICK SPINDLE รุ่น KZL กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์”, วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เทพสตรี I-TECH, ปีที่ 10, ฉบับที่ 13 (2558)

[6] อุเทน เฉลยโฉม, สุรัตน์ ตรัยวนพงศ์ และระพี กาญจนะ, “การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทอดโดยเทคนิคการบำรุงรักษา เชิงป้องกัน กรณีศึกษา โรงงานอาหารกึ่งสำเร็จรูป”, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี ปีที่ 13, ฉบับที่ 2, หน้า 21-33 (2558)

[7] สุจิตรา อดุลย์เกษม, อภิรัตน์ สุวรรณเพ็ชร์, นิชาภัทร ผ่องใส และอรวรรณ เชาวลิต, “ต้นแบบระบบการควบคุมและจัดการเครื่องจักรและอะไหล่เครื่องจักร: กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำตาล”, วารสารวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ปีที่ 2, ฉบับที่2 , หน้า 89-101 (2558)

[8] ฉัตรชัย สุตีกษณะ และอรรจนก์มล สัตย์ณุชนม์, “ผลการศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกระบวนการทำงานของพนักงานบริการ ลูกค้าขาเข้า กรณีศึกษา แผนกบริการลูกค้าขาเข้าบริษัท ซูซูโย (ประเทศไทย) จำกัด”, การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 4 วันที่ 10 มีนาคม 2560, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (2560)

[9] อภิชาติ ชยานุภัทร์กุล, ไดอะแกรมของเหตุและผล, สืบค้นเมื่อ 3 ตุลาคม 2562, จาก http://www.psstainlessthailand.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538729227&Ntype=2

[10] A&K Development Company, A&K Power Orienter, สืบค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.issuu.com/akdco/docs/a_k_power_orienter_manual

[11] A&K Development Company, Service manual #3 hand fed cutter orienter cutter, สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.issuu.com/akdco/docs/_3_hand_fed_cutter_service_manual

[12] Sirichai Permkanchana, แผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram), สืบค้นเมื่อ 3 ตุลาคม 2562, จาก https://perchai.wordpress.com/2012/06/07/25/

การศึกษากลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยในใบและเปลือกหลังได้รับสังกะสีและโบรอน โดยเทคนิคโปรติโอมิกส์ และเมทาโบโลมิกส์

STUDY OF THE PHYSIOLOGICAL DISORDER SYNDROMES OF LONGAN PEEL SKIN IN LEAVES AND PEELS AFTER ZINC AND BORON TREATMENTS BY PROTEOMIC AND METABOLOMIC TECHNIQUES

ปิยะรัฐ คลังต่วน[1,*], เอกวิทย์ ตรีเนตร[1], อัจฉรา แกล้วกล้า[1], วินัย วิริยะอลงกรณ์[2], อดิศักดิ์ จูมวงษ์[3] และ สิริวัฒน์ บุญชัยศรี[4]

Piyarat Klungtuan[1,*], Ekawit Threenet[1], Achara Kleawkla[1], Winai Wiriyaalongkorn[2], Adisak Joomwong[3] and Siriwat Boonchaisri1[4]

[1] *สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

[2] *หลักสูตรสาขาวิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

[3] *สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

[4] *สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา 56000 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ปิยะรัฐ คลังต่วน อีเมล: tuan10124059@gmail.com

บทคัดย่อ:

การวิเคราะห์ทางด้านเมทาโบโลมิกส์ในใบและเปลือกของลำไยสายพันธุ์ดอ *Dimocarpus longan* Lour. var. Daw ที่บ้านภูดิน อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ งานวิจัยนี้เปรียบเทียบตรวจสอบกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยหลังได้รับสังกะสี และโบรอน ที่ความเข้มข้น 0% (T1), 0.1% B (T2), 0.1% Zn (T3), 0.1% B + 0.1% Zn (T4), 0.2% B (T5), 0.2% Zn (T6) และ 0.2% B + 0.2% Zn (T7) ในระยะการเจริญเติบโตของผลลำไยตั้งแต่ 0, 8, 16, 24 และ 28 สัปดาห์ ตามลำดับ โดยพบว่าลักษณะทางกายภาพ (ความกว้าง ความยาว และน้ำหนัก) ของใบลำไยในกลุ่มที่ได้รับสารโบรอน และสังกะสี (T2-T7) แตกต่างจากกลุ่มที่มีอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (T1) เล็กน้อยตลอดการทดลอง และลักษณะสีของใบลำไย (L, a และ b) ในบางกลุ่มทดสอบ แตกต่างในระยะที่ 8 และ 16 สัปดาห์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการศึกษาด้านปริมาณโปรตีนด้วยวิธีลาวรี่ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดสอบ กับกลุ่มที่ผิดปกติตลอดทุกระยะการศึกษา สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการแยกโปรตีนแบบ 1 มิติ (1-D gel) ของตัวอย่างโปรตีน 80 μg ในสภาวะรีดิวซ์ ที่เจล 12.5 % ย้อมด้วย Coomassie brilliant blue R-250 พบว่าในใบมีการแสดงออกของแถบโปรตีน ขนาดเฉลี่ย 18.60 KDa มีค่าลดลงในกลุ่มที่ได้รับโบรอน และสังกะสี ส่วนการวิเคราะห์ LC-MS ทางด้านเมทาโบไลท์ของใบพบว่า โครมาโทแกรมผลรวมของไอออน (TIC) ในช่วงท้ายถูกรบกวนด้วยสารจับใบและสารลดแรงตึงผิว ทำให้ไม่สามารถแปลผลได้อย่างมีความหมายภายใต้บริบทเพื่อการค้นหาสาเหตุของอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย

คำสำคัญ : ลำไย โปรตีน การเจริญเติบโต โบรอน สังกะสี เปลือก เมทาโบโลมิกส์

Abstract:

Metabolomic analysis was studied in leaves and peels of longan (Dimocarpus longan Lour. Var. Daw) at Ban Phu Din, Mae Taeng District, Chiang Mai Province. This research compared the physiological disorder syndromes of longan peel skin after Zn and B treatments at 0% (T1), 0.1% B (T2), 0.1% Zn (T3), 0.1% B. + 0.1% Zn (T4), 0.2% B (T5), 0.2% Zn (T6) and 0.2% B + 0.2% Zn (T7) during the growth period of longan on 0, 8, 16, 24 and 28 weeks, respectively. Physical characteristics of leaves (width, length and weight) on all groups receiving boron and zinc treatments (T2-T7) were slightly different from group of physiological disorder syndromes of longan peel skin (T1) on throughout experiment and the color value of longan leaves (L, a and b) in these treatments had significant compared to T1 at 8 and 16 weeks, respectively. Protein content study by Lowry method was found that no significant difference was between groups receiving boron and zinc treatments and the abnormal group. Protein separation by using one dimensional electrophoresis (1-D gel) of 80 μg proteins in reducing sample conditions at 12.5% gel staining with Coomassie brilliant blue R-250 indicated that 18.60 Kda of protein band expression was decreased in groups receiving boron and zinc treatments. The analysis of LC-MS in the metabolomics of leaves was found that total ion chromatogram (TIC) in terminal phase was disturbed by leaf binding agents and surfactants. Therefore, it is unable to interpret the LC-MS dataset to facilitate the search for the cause of the physiological disorder syndromes.

Keywords: Longan, protein, growth, boron, zinc, peel skin, metabolomics

บทนำ:

ผลไม้เศรษฐกิจส่งออกที่สำคัญของประเทศคือ ลำไย โดยมีการส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศกว่าร้อยละ 50 ของผลผลิตลำไยสดในประเทศ ซึ่งคิดเป็นมูลค่า 1.7-1.9 พันล้านบาทต่อปี ซึ่งส่งออกไปยังสาธารณรัฐประชาชนจีน ฮ่องกง สิงคโปร์ มาเลเซีย แคนาดา สหรัฐอเมริกา ประเทศในแถบตะวันออกกลางและประเทศในแถบยุโรป เป็นตลาดที่สำคัญๆ และพบว่าลำไยสายพันธุ์ดอเป็นสายพันธุ์ลำไยที่เกษตรกรนิยมปลูกเพื่อการส่งออก [1,2] เหตุผลเนื่องจากสายพันธุ์นี้ผลมีขนาดใหญ่ ออกดอกและเก็บผลผลิตได้ก่อนพันธุ์อื่น ทำให้ได้ราคาที่ดี นอกจากนี้ลำไยพันธุ์ดอมีคุณสมบัติเจริญเติบโตดีทนแล้งได้ดีปานกลาง และเป็นที่ลำไยพันธุ์ดอนี้มีความต้องการตรงกับตลาด ส่วนโรคลำไยแดง หรือ กลุ่มอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (physiological disorder syndromes) เป็นที่รู้จักของเกษตรกรทางภาคเหนือ เนื่องจากว่ามีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของผลทำให้ผลลำไยจะมีลักษณะสีค่อนข้างแดง และผลเล็ก เกิดความเสียหายทางผลผลิตของเกษตรกร ตลอดจนสร้างปัญหาในการส่งออกไปต่างประเทศ โดยเฉพาะแหล่งเพาะปลูกทางภาคเหนือที่มีการระบาดในหลายพื้นที่ ในปัจจุบันนี้ยังไม่มีงานวิจัยที่อธิบายสาเหตุที่ชัดเจน เบื้องต้นมีการศึกษาด้านการแสดงออกของโปรตีน โดยเอกวิทย์และคณะ [3] พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน vegetative storage protein ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสะสมอาหารและโปรตีน plasma membrane-associated cation-binding protein 1 ที่มีส่วนในการรับส่งธาตุไอออน ในกลุ่มที่เป็นโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่ง vegetative storage protein ที่สามารถพบเป็นตัวบ่งชี้การเกิดโรคนี้ในส่วนต่าง ๆ ของลำไย เช่น ใบ เนื้อ เปลือก และเมล็ด [4, 5, 6] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาปริมาณสารอาหารที่ได้รับ โดย Wiriya-Alongkorn และคณะ [7] พบว่าในบริเวณแหล่งเพาะปลูกดังกล่าวที่มีการเกิดโรคมักมีปริมาณโบรอนและสังกะสีไม่เพียงพอ ดังนั้นกลุ่มผู้วิจัย จึงต้องการศึกษาผลของการใช้จุลธาตุโบรอนและสังกะสี ในการแก้ปัญหาอาการผิดปกติดังกล่าวพร้อมกับศึกษาวิธีการทำนายผลล่วงหน้าหรือการวินิจฉัยกลุ่มอาการความผิดปกติด้วยการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพภายนอกทางสรีระของผลลำไยพันธุ์ดอที่มีกลุ่มความผิดปกติ โดยอาศัยเทคนิคโปรติโอมิกส์และเมทาโบโลมิกส์ของใบและเปลือก ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออกของโปรตีนและสารเมทาโบไลท์ โดยได้ทำการศึกษาจากแหล่งเพาะปลูกสวนลำไย เกษตรกรบ้านภูดิน ต. แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่

วิธีการทดลอง:

การเตรียมสถานที่ศึกษาวิจัย สำหรับตัวอย่างในการวิเคราะห์ได้ใช้ลำไยพันธุ์ดอที่มีความผิดปกติทางสรีรวิทยาผิวเปลือกลำไยได้จากแหล่งเพาะปลูก ณ บ้านภูดิน อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นต้นลำไยที่ปลูกมามากกว่า 10 ปี และเคยมีประวัติการเกิดการระบาดของอาการโรคลำไยผิวแดงมาก่อน งานวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งกลุ่มต้นลำไยเป็น 7 กลุ่มตามเงื่อนไขละ 5 ต้น ซึ่งเป็นกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยเมื่อได้รับสังกะสี และโบรอนกลุ่มที่ได้รับสารอาหารโบรอนดัดแปลงจากรายงานของ Kuo และ Yeh **[8]** และสังกะสี ดัดแปลงจากรายงานของ Kaya และ คณะ **[9]** ที่ความเข้มข้น 0% (T1), 0.1% B (T2), 0.1% Zn (T3), 0.1% B + 0.1% Zn (T4), 0.2% B (T5), 0.2% Zn (T6) และ 0.2% B + 0.2% Zn (T7) ในระยะการเจริญเติบโตของใบ และเปลือกลำไยตั้งแต่ 0, 8, 16, 24 และ 28 สัปดาห์ ตามลำดับ โดยสวนดังกล่าวปรากฏพบการระบาดของความผิดปกติทางสรีรวิทยาผิวเปลือกลำไยในช่วงการเจริญเติบโตของใบ 16 สัปดาห์หลังการได้รับโบรอน และสังกะสี (เดือนมกราคม ถึง สิงหาคม 2562) **การเตรียมตัวอย่างเม**

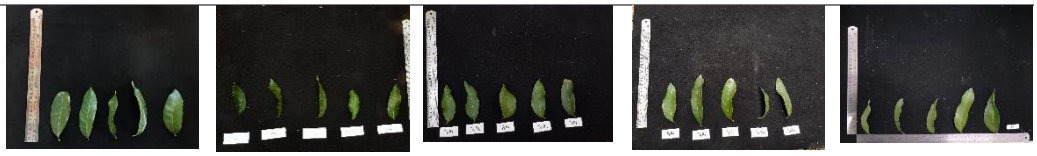
ทาโบโลมิกส์ และโปรติโอมิกส์ ใบลำไยจะถูกเก็บในระยะต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนำมาศึกษาลักษณะทางกายภาพ (ความกว้าง ความยาว น้ำหนัก และค่าสีใบ) และทำการสกัดสารเมทาโบไลต์ในเดือน พฤษภาคม และทำการสกัดโปรตีนในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 **การสกัดโปรตีน** การสกัดตัวอย่างโปรตีนในใบลำไยได้ใช้วิธีการสกัดของเชาวลิต กองแก้ว [10] **การวัดปริมาณโปรตีน**จากใบลำไยใช้วิธี Modified Lowry [11] เพื่อหาปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมในการทำเทคนิค 1D-gel **การศึกษารูปแบบของโปรตีนด้วยเทคนิค 1D-gel** เตรียมสารละลายของเจล stacking gel (4%) และ separating gel (12.5%) จากนั้นใส่โปรตีนที่คำนวณได้ลงในช่องบน stacking gel โดยทำการใส่ standard protein หลุมปลายด้านซ้าย 8 μl แล้วเว้นระยะไว้ 1 หลุม หลุมถัดมาคือ egg albumin ส่วนหลุมถัดไปใส่สารละลายตัวอย่างโปรตีนจากใบลำไยในระยะต่าง ๆ ที่มีการเตรียมสภาวะตัวอย่างแบบ reducing จะใช้การเตรียมโดยมีการเติม β-mercaptoethanol ใน loading buffer ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรที่ 80 µg ต่อหลุม **การวิเคราะห์เจลสำหรับเทคนิค 1D-gel** จะทำโดยนำค่า Rf ของโปรตีนมาตรฐาน และค่า log10 มวลโมเลกุลของโปรตีนมาตรฐานมาเขียนกราฟมาตรฐาน จากนั้นนำค่า Rf ที่วัดได้จากตัวอย่างไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานจะสามารถทราบมวลโมเลกุลของโปรตีนจากเปลือกลำไยที่เราทำการวิเคราะห์ได้ **การศึกษาสารเมทาโบไลท์เพื่อบ่งชี้อาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยในใบและเปลือก ด้วยเทคนิคเมทาโบโลมิกส์** การเตรียมเนื้อเยื่อหรือเมทาโบไลท์ตัวอย่างที่ต้องการทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่างเปลือกลำไย 30 มิลลิกรัม ที่ได้จากการเก็บ -80^{0}C แล้วเติม 500 ไมโครลิตร ของสารละลาย 100% เมทานอล (2% v/v สารละลายมาตรฐานภายใน $^{13}C_6$ sorbitol และ $^{13}C_{15}N_5$ valine) ต่อจากนั้นทำการ vortex 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปปั่นเหวี่ยง 13,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที เก็บสารละลายใสใน Eppendorf ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ส่วน pellet ให้ทำการผสมกับ 500 µL of Milli-Q water แล้วปั่นเหวี่ยง 13,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำสารละลายใสที่ได้ไปรวมกับสารละลายใสครั้งแรก หลังจากนั้นแบ่งสารละลาย 25 µL มาทำให้แห้งด้วยการอบที่อุณหภูมิ 37 ^{0}C เมื่อตัวอย่างแห้งแล้วเก็บที่โถดูดความชื้น จากนั้นการเติมสารอนุพันธ์ (Addition of Derivatizationg agent) กับสารเมทาบอไลท์ ตัวอย่างเปลือกลำไยที่อยู่ในสภาวะของแข็งจะทำการเติมสารละลาย pyridine 1 mL (30 mg methoxyamine hydrochloride, MeOX) เขย่าที่ 850 รอบต่อนาที พร้อมให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 30 ^{0}C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำการเติมสารอนุพันธ์ N,O-bis(trimethylsilyl) trifuoroacetamide (BSTFA) ในสารละลาย 1% trimethylchlorosilane (TMCS) ทำการผสมที่อุณหภูมิ 37 ^{0}C เป็นเวลา 30 นาที เพื่อเพิ่มคุณสมบัติการระเหยในการฉีดเข้า LC-MS การวิเคราะห์สารเมทาโบไลท์ และทำการค้นหาชื่อสารเมทาโบไลท์แต่ละตัวจากการเทียบค่า มวลต่อประจุ (m/z) กับฐานข้อมูล Metabolomics Standards Initiative (MSI library) **การวิเคราะห์ทางสถิติ** ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทางสรีรวิทยาที่เป็นตัวเลขจะนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติ one-way ANOVA ระหว่างกลุ่มเปลือกของลำไยที่มีความผิดปกติทางสรีรวิทยากับลำไยปกติที่นัยสำคัญ $p<0.05$ โดยใช้การเปรียบเทียบแบบ Duncan multiple range test และแต่ละตัวอย่างแสดงด้วยค่าเฉลี่ย +SD สถิติการวิเคราะห์ชนิดของโปรตีนด้วยโปรแกรม Mascot search ให้พิจารณาที่นับสำคัญ $p<0.05$ ที่ค่า score > 60 ในการระบุชนิดของโปรตีนประกอบกับดูความเหมาะสมของชื่อโปรตีนที่ได้ว่ามีความถูกต้องเชื่อมโยงกับตัวอย่าง ส่วนสถิติการวิเคราะห์ชนิดของสารเมทาโบไลท์ทำโดยนำข้อมูลเมทาโบโลมิกส์ที่ผ่านการปรับเบื้องต้นแล้วมาปรับฐาน (normalization) ด้วยน้ำหนักแห้งของแต่ละตัวอย่าง วิเคราะห์สถิติแบบ univariate statistics ได้แก่ student's t-test และ one-way ANOVA ระหว่างกลุ่มที่ได้รับโบรอนและสังกะสีเปรียบเทียบกับลำไยที่มีความผิดปกติทางสรีระวิทยาที่นัยสำคัญ $p < 0.05$

ผลการทดลอง:

ศึกษาลักษณะทางกายภาพของใบ

ผลการศึกษาทางสรีรวิทยาพบว่าลักษณะทางกายภาพ (ความกว้าง ความยาว และน้ำหนัก) ของใบลำไยดังตารางที่ 1 ในกลุ่มที่ได้รับสารโบรอน และสังกะสี (T2-T7) มีค่าทางกายภาพแตกต่างจากกลุ่มที่มีอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (T1) เล็กน้อยตลอดการทดลอง ในลักษณะดังตารางที่ 2 โดยพบว่า ความกว้าง ความยาว และน้ำหนัก ในสัปดาห์เริ่มต้นค่าทั้งหมดไม่แตกต่างกันของทุกกลุ่มการทดลอง แต่หลังจากได้รับโบรอนและสังกะสี 8 สัปดาห์ ค่าความกว้างของใบเปลี่ยนแปลงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่กลุ่ม T4-T7 ในขณะที่ความยาวจะแตกต่างที่กลุ่ม T6-T7 อย่างไรก็ตามค่าน้ำหนักทุกกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อ 16 สัปดาห์ หลังการทดลอง ค่าความกว้าง ความยาว และน้ำหนัก ไม่เปลี่ยนแปลงทุกกลุ่มจากกลุ่มควบคุม หลังจากนั้น 24 และ 28 สัปดาห์ ความกว้าง ความยาว และน้ำหนัก มีค่าแตกต่างจากกลุ่มควบคุมเกิดขึ้นในกลุ่ม T2 และ T3 อย่างมีนัยยะสำคัญเกิดขึ้น

ตารางที่ 1 ภาพถ่ายตัวอย่างใบลำไยเพื่อการวิเคราะห์แบบโปรติโอมิกส์และเมทาโบโลมิกส์ ซึ่งทำการเก็บเกี่ยวในระยะต่าง ๆ

กลุ่มทดลอง	ช่วงการศึกษา				
	ระยะเริ่มทดลอง (สัปดาห์ 0)	ก่อนติดช่อผล (สัปดาห์ที่ 8)	หลังติดช่อผล 1 เดือน (สัปดาห์ที่ 16)	หลังติดช่อผล 2 เดือน (สัปดาห์ที่ 24)	หลังติดช่อผล 4 เดือน (สัปดาห์ที่ 28)
T1					
T2					
T3					
T4					
T5					
T6					
T7					

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทางกายภาพ (ความกว้าง ความยาว และน้ำหนัก) ของใบลำไยในระยะการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ หลังได้รับโบรอนและสังกะสี (ตั้งแต่สัปดาห์ 0 – 28 นับตั้งแต่การได้รับโบรอน และสังกะสี) ค่าเฉลี่ย (mean±SD) คำนวณจาก 5 ตัวอย่าง (n = 5) หมายเหตุ: * แสดงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างจากกลุ่มที่เป็นโรค (T1) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในแต่ละแถว

ช่วงการศึกษา	ลักษณะทางกายภาพในแต่ละกลุ่มทดลอง (mean ± SD)							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
ระยะเริ่มทดลอง (สัปดาห์ 0)	ความกว้าง (ซม.)	3.87±0.12	4.07±0.23	3.93±0.35	4.17±0.12	3.90±0.12	4.00±0.20	3.90±0.21
	ความยาว (ซม.)	11.83±0.80	12.67±0.77	12.67±1.61	12.73±0.93	12.67±1.17	13.67±0.31	12.23±0.95
	น้ำหนัก (กรัม)	0.80±0.015	0.77±0.020	0.80±0.020	0.80±0.018	0.79±0.009	0.77±0.020	0.77±0.065
ก่อนติดช่อผล (สัปดาห์ที่ 8)	ความกว้าง (ซม.)	2.80±0.25	3.00±0.61	4.80*±0.45	4.34*±0.32	4.16*±0.79	4.78*±0.91	4.40*±0.70
	ความยาว (ซม.)	11.50±1.00	12.86±1.39	12.60±1.25	12.60±0.89	11.36±0.42	14.10*±3.32	15.00*±2.42
	น้ำหนัก (กรัม)	0.74±0.081	0.70±0.020	0.74±0.11	0.72±0.095	0.76±0.027	0.76±0.010	0.71±0.050
หลังติดช่อผล 1 เดือน (สัปดาห์ที่ 16)	ความกว้าง (ซม.)	3.86±0.37	3.60±0.50	3.76±0.12	4.03±0.30	3.45±0.43	3.48±0.41	3.97±0.60
	ความยาว (ซม.)	11.42±1.77	10.15±0.44	11.09±1.10	11.03±1.37	11.90±0.10	10.73±1.54	11.17±1.10
	น้ำหนัก (กรัม)	0.61±0.16	0.63±0.086	0.74±0.060	0.67±0.11	0.76±0.015	0.75±0.061	0.67±0.096
หลังติดช่อผล 2 เดือน (สัปดาห์ที่24)	ความกว้าง (ซม.)	3.73±0.15	3.80±0.32	3.65*±0.52	4.03±0.0.11	3.63*±0.23	4.23*±0.23	4.13±0.15
	ความยาว (ซม.)	11.43±0.50	11.80*±0.17	11.13±1.03	11.83*±1.07	10.70±0.48	12.73*±1.59	13.18*±0.34
	น้ำหนัก (กรัม)	0.72±0.099	0.64*±0.051	0.83*±0.095	0.74±0.085	0.77±0.02	0.77±0.087	0.74±0.080
หลังติดช่อผล 4 เดือน (สัปดาห์ที่28)	ความกว้าง (ซม.)	3.80±0.36	3.43*±0.42	4.23*±0.25	3.87±0.29	3.83±0.057	3.97±0.29	4.37*±0.21
	ความยาว (ซม.)	12.13±1.10	11.47*±0.74	14.70*±0.62	13.07±1.68	13.23±0.76	13.33*±0.49	14.90*±1.01
	น้ำหนัก (กรัม)	0.75±0.016	0.61*±0.098	0.94*±0.16	0.84±0.17	0.76±0.02	0.88±0.18	0.83±0.21

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพสีของใบลำไยที่เป็นโรค (T1) เทียบกับลำไยได้รับโบรอน และสังกะสี (T2-T7) (ตั้งแต่สัปดาห์ 0 – 28 นับตั้งแต่การได้รับโบรอน และสังกะสี) ค่าเฉลี่ย (mean±SD) คำนวณจาก 5 ตัวอย่าง (n = 5) หมายเหตุ: * แสดงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างจากกลุ่มที่เป็นโรค (T1) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในแต่ละแถว

ช่วงการศึกษา	ลักษณะทางกายภาพในแต่ละกลุ่มทดลอง (mean ± SD)							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
ระยะเริ่มทดลอง (สัปดาห์ 0)	ค่าความสว่าง (L*)	31.00± 0.70	32.94± 2.62	32.63±0.91	31.23±0.90	31.80±0.95	32.63±0.59	31.50±0.72
	ค่าสีแดง (a*)	-5.70±0.52	-.6.66±1.01	-6.23±0.23	-5.63±0.61	-6.17±0.59	-6.96±0.32	-5.93±1.02
	ค่าสีเหลือง (b*)	10.13±1.37	13.57±3.06	12.73±0.67	10.53±2.17	11.47±1.31	13.40±1.35	11.20±1.47
ก่อนติดช่อผล (สัปดาห์ที่ 8)	ค่าความสว่าง (L*)	31.78±1.02	35.37*±1.42	34.13±2.29	33.30±1.87	32.43±0.25	34.93*±0.74	33.70±0.46
	ค่าสีแดง (a*)	-5.70±1.11	-8.43*±1.14	-7.70±0.90	-6.30±0.61	-5.43±0.95	-6.83±2.55	-6.05±0.83
	ค่าสีเหลือง (b*)	11.93±1.23	17.87*±2.20	16.15*±3.23	13.03±3.62	11.43±0.76	14.13±2.78	12.87±0.51
หลังติดช่อผล 1 เดือน (สัปดาห์ที่16)	ค่าความสว่าง (L*)	34.03±0.59	32.57±1.16	30.73*±0.90	31.90*±1.45	31.15*±1.03	32.67*±0.83	31.27±1.33
	ค่าสีแดง (a*)	-3.20±2.03	-1.43*±0.31	-1.17*±0.50	-1.40*±0.60	-2.23±0.21	-2.73±0.57	-5.13*±0.78
	ค่าสีเหลือง (b*)	13.87±1.36	11.40±1.35	8.63*±0.76	8.90*±1.05	9.33*±1.65	10.57*±1.25	12.20±1.90
หลังติดช่อผล 2 เดือน (สัปดาห์ที่24)	ค่าความสว่าง (L*)	32.17±2.20	31.47±1.02	31.43±0.15	31.35±0.79	31.53±0.71	31.20±0.44	32.10*±1.14
	ค่าสีแดง (a*)	-1.93±0.32	-2.90±0.87	-2.77±1.17	-1.40±0.17	-2.37±0.95	-2.63±1.40	-5.30±0.62
	ค่าสีเหลือง (b*)	10.50±3.55	8.97±2.02	9.13±0.93	8.00±1.30	8.73±1.02	8.40±2.15	12.03±2.41
หลังติดช่อผล 4 เดือน (สัปดาห์ที่28)	ค่าความสว่าง (L*)	33.27±0.83	33.97±0.71	33.00±0.35	31.83±1.88	32.33±0.21	32.87±0.72	32.27*±0.74
	ค่าสีแดง (a*)	-4.90±0.78	-5.53±0.97	-5.27±0.51	-2.00*±1.83	-4.47±0.71	-4.00±0.46	-4.13±1.07
	ค่าสีเหลือง (b*)	11.30±1.85	13.30*±1.23	12.37±0.87	9.93±2.33	10.87±0.58	11.60±1.47	10.40±1.31

หมายเหตุ: ลักษณะสีของใบลำไย (L*, a* และ b*) ในบางกลุ่มทดสอบ แตกต่างในระยะที่ 8 และ 16 สัปดาห์ ตามลำดับ

โดยพบว่าลำไยที่ได้รับ 0.1% โบรอน เพียงอย่างเดียว (T2) ซึ่งถือว่ามีปริมาณสารต่ำเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น มีค่า L* a* และ b* แตกต่างเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (T1) ใน 8 สัปดาห์หลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับ 0.1% สังกะสี เพียงอย่างเดียว (T3) มีเฉพาะค่า b ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยยะสำคัญ (> 4 หน่วย) หลังจากนั้นเมื่อทดลอง 16 สัปดาห์กลับพบว่าทุกกลุ่มทดสอบ (T2–T7) ที่ได้รับปริมาณโบรอนและสังกะสีแตกต่างกัน มีค่าสีบางค่าหรือทั้งหมดแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่เมื่อทดลอง 24 สัปดาห์ถัดมากลับไม่พบความแตกต่างค่าสีในทุกกลุ่มทดสอบจากกลุ่มควบคุม

ผลการศึกษาโปรตีนของใบลำไย ด้วยเทคนิคโปรติโอมิกส์

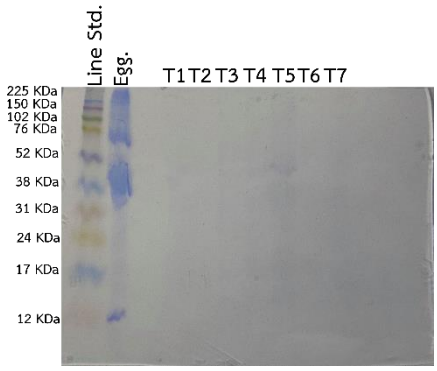
การศึกษาด้านปริมาณโปรตีนด้วยวิธีลาวรี่ (ตารางที่ 4) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดสอบ กับกลุ่มที่ผิดปกติตลอดทุกระยะการศึกษา

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของสารละลายโปรตีนจากใบของลำไยสายพันธุ์ดอหลังได้รับโบรอนและสังกะสีจากสวนลำไยเกษตรกรบ้านภูดิน ต. แม่หอพระ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ โดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน BSA และค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 nm

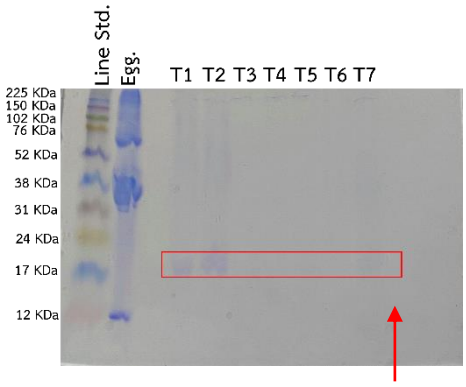
ช่วงการศึกษา	ความเข้มข้นโปรตีนโดยเฉลี่ย, Mean±SD (µl/mg) ในแต่ละกลุ่มทดลอง						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
ระยะเริ่มทดลอง (สัปดาห์ 0)	18.5±0.96	12.6±6.73	15.5±2.67	16.7±0.83	15.4±5.41	15.7±1.50	18.8±4.64
ก่อนติดช่อผล (สัปดาห์ที่ 8)	12.3±4.21	11.1±6.05	15.5±4.60	10.4±5.46	11.0±6.37	11.2±4.42	10.5±11.4
หลังติดช่อผล 1 เดือน (สัปดาห์ที่ 16)	12.0±5.30	10.9±6.02	12.3±3.85	13.0±3.55	10.5±1.85	14.5±3.61	15.1±5.37
หลังติดช่อผล 2 เดือน (สัปดาห์ที่ 24)	22.4±4.92	17.2±2.76	18.6±1.15	21.5±2.84	19.8±0.62	16.1±4.14	18.70±1.4
หลังติดช่อผล 4 เดือน (สัปดาห์ที่ 28)	19.3±2.16	18.1±1.47	15.0±0.55	14.1±3.18	16.3±2.68	16.1±2.91	13.3±5.59

ผลการศึกษาโปรตีนของใบลำไยโดยใช้เทคนิคโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต-พอลิอะคริลาไมด์เจลอิเลคโตรโฟรีซิส

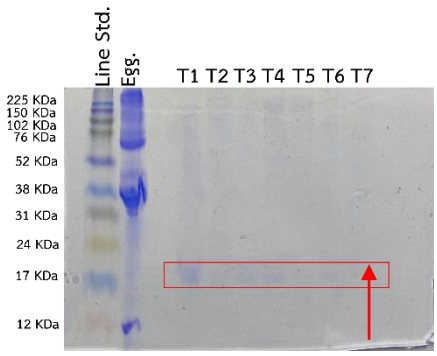
สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการแยกโปรตีนแบบ 1 มิติ (1-D gel) ของตัวอย่างโปรตีน 80 μg ในสภาวะรีดิวซ์ ที่เจล 12.5 % ย้อมด้วย Coomassie brilliant blue R-250 พบว่าในใบมีการแสดงออกของแถบโปรตีนตั้งแต่ระยะ 8, 16, 24 และ 28 สัปดาห์ ตามลำดับ มีขนาดเฉลี่ย 22.47, 18.02, 16.98 และ 16.91 KDa ตามลำดับ ซึ่งมีขนาดเฉลี่ยรวม 18.60 KDa มีค่าลดลงในกลุ่มที่ได้รับโบรอนและสังกะสี



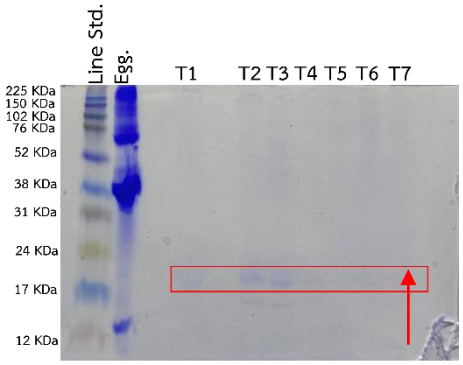
ก



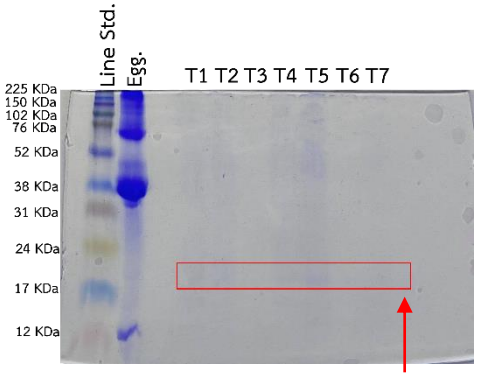
ข 22.47 KDa



ค 16.98 KDa



ง 18.02 KDa

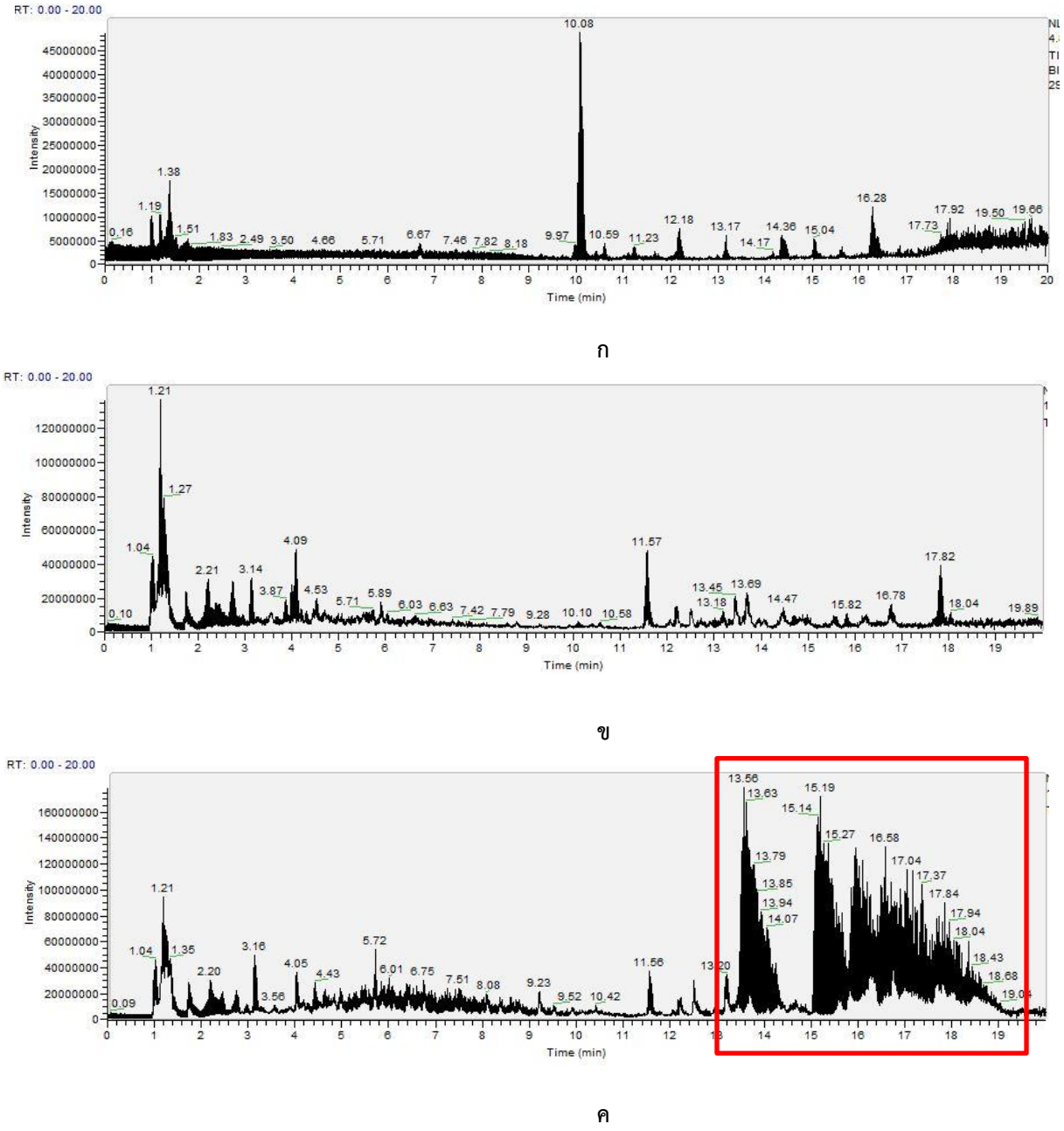


จ 16.91 KDa

รูปที่ 1 การศึกษาโปรติโอมิกส์เชิงคุณภาพ โปรตีนจากใบในระยะการเจริญเติบโตของผลลำไยตั้งแต่ 0, 8, 16, 24 และ 28 สัปดาห์ ตามลำดับ (ก, ข, ค, ง และ จ ตามลำดับ) ที่ทดสอบด้วยสังกะสีและโบรอน ในเจล SDS-PAGE ในสภาวะรีดิวซิง โดยใช้การย้อมสีด้วยวิธี Coomassie brilliant blue R-250 ซึ่งเป็นเจลที่มีความเข้มข้น 12.5% และปริมาณโปรตีนที่ใช้ 80 µg/well gel

ผลการศึกษาเมทาโบไลท์เพื่อบ่งชี้อาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยในใบด้วยเทคนิคเมทาโบโลมิกส์

หลังการสกัดตัวอย่างจากใบด้วยตัวทำละลาย methanol: water (1:1) จึงทำการวิเคราะห์สารเมทาโบไลท์เบื้องต้นด้วยเทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟีแมสสเปกโทเมตรี (LC-MS) ยี่ห้อ Agilent รุ่น G6540A UHD Accurate-Mass Q-TOF LC/MS ที่ School of Sciences, RMIT University, ประเทศออสเตรเลีย พบว่าผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ไม่เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากโครมาโทแกรมผลรวมของไอออน (Total ion chromatogram, TIC) บางส่วน โดยเฉพาะส่วนท้ายของการวิเคราะห์ (ตั้งแต่ RT13.4 นาที) ถูกบดบังด้วยสารปนเปื้อนบางชนิด (กรอบสีแดง รูปที่ 2) ทำให้การแปรผลลัพธ์จากโครมาโทแกรมฯ และแมสสเปกตรัมช่วงท้ายขาดหายไป ส่งผลต่อความน่าเชื่อถือในการแปรผลการทดลอง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงพิจารณาวัตถุดิบชนิดอื่น เช่น เปลือกลำไย เพื่อการวิจัยในอนาคตแทน เนื่องจากผลลำไยมิได้สัมผัสกับการฉีดพ่นสารจับใบโดยตรงตลอดการทดลอง จึงอาจสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาการปนเปื้อนของสารลดแรงตึงผิวหรือสารจับใบบนตัวอย่างได้



รูปที่ 2 โครมาโทแกรมผลรวมของไอออน (Total ion chromatogram, TIC) จากการวิเคราะห์สารสกัดหยาบ จากใบลำไย ณ สัปดาห์ที่ 0 ก) ตัวทำละลาย เมธานอล:น้ำ (1:1) (Blank) ข) ใบ ลำไยของกลุ่มควบคุม (T1) และ ค) ตัวอย่างใบลำไยของกลุ่มทดสอบที่ผ่านการฉีดพ่นธาตุอาหาร (T3) หมายเหตุ: กรอบสีแดง ระบุตำแหน่งการรบกวนจากสารจับใบและสารลดแรงตึงผิว

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

ลำไยผิวแดงในระยะผลอ่อนสามารถเกิดขึ้นได้ในสัปดาห์ที่ 16 ซึ่งมีระยะการเกิดสอดคล้องกับงานวิจัยของ [4, 5] จึงใช้เป็นกลุ่มควบคุม (T1) เทียบกับกลุ่มที่ให้โบรอน และสังกะสี (T2-T7) มีการศึกษาการเจริญเติบโตของลำไยจนถึงสัปดาห์ที่ 28 จนเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่วนการเก็บตัวอย่างของใบ 5 ระยะ (0,8, 16, 24 และ 28 สัปดาห์) และเปลือก 3 ระยะ (16, 24 และ 28 สัปดาห์) ผลลักษณะทางกายภาพ ความกว้าง ความยาว และน้ำหนักของใบ กลุ่มที่ได้รับสารโบรอน และสังกะสี (T2-T7) มีค่าทางกายภาพแตกต่างจากกลุ่มที่มีอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (T1) เล็กน้อยในบางกลุ่มและบางระยะดังนี้ 8 สัปดาห์ (T4-T7), 16 สัปดาห์ (ทุกกลุ่มไม่เปลี่ยนแปลง), 24 และ 28 สัปดาห์ (T2 และ T3) ซึ่งลักษณะทางกายภาพของใบนี้อาจจะใช้ในการบ่งชี้ผลของการได้รับโบรอนกับสังกะสีได้ไม่ดีเท่าที่ควรเนื่องจากการเก็บตัวอย่างจำนวนอาจจะยังไม่มากพอจึงแสดงระยะการเปลี่ยนแปลงของใบได้อย่างชัดเจน [5] แต่อย่างไรก็ตามค่าทางสรีรวิทยาที่วัดจากใบทางกายภาพอาจจะใช้ในการบ่งชี้ผลของการได้รับโบรอนกับสังกะสีได้ไม่ดีเท่าที่ควรเนื่องจากการเก็บตัวอย่างจำนวนอาจจะยังไม่มากพอที่จะแสดงระยะการเปลี่ยนแปลงของใบได้อย่างชัดเจน

ส่วนค่าสีลำไยตามปกติมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะการเจริญเติบโตของใบลำไย [10] ซึ่งในงานวิจัยนี้พบว่ากลุ่มที่ได้รับ 0.1% โบรอน เพียงอย่างเดียว (T2) มีค่า L* a* และ b* แตกต่างจากกลุ่มผิดปกติในสัปดาห์ที่ 8 และกลุ่มที่ได้รับ 0.1% สังกะสี เพียงอย่างเดียว (T3) มีค่า b* แตกต่างจากกลุ่มผิดปกติในสัปดาห์นี้ด้วย ส่วนทุกกลุ่มทดสอบ (T2–T7) มีค่าสีบางค่าหรือทั้งหมดแตกต่างจากกลุ่มควบคุม ในสัปดาห์ที่ 16 สำหรับ 24 สัปดาห์ต่อมากลับไม่พบความแตกต่างค่าสีในทุกกลุ่มทดสอบจากกลุ่มควบคุม เมื่อถึง 28 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงการเก็บเกี่ยวมีบางกลุ่มทดสอบได้แก่ T2, T4 และ T7 ตามลำดับ มีความแตกต่างของค่าสีจากกลุ่มควบคุมในบางค่าคือ b, a และ L ตามลำดับ

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนจากใบของลำไยในระยะการเจริญเติบโตหลังได้รับโบรอน และสังกะสี พบว่าปริมาณโปรตีนของใบยิ่งไม่พบความแตกต่างระหว่างการได้รับโบรอนและสังกะสี (T2-T7) และกลุ่มควบคุม (T1) ในตลอดระยะการทดลอง โดยปกติแล้วค่าปริมาณโปรตีนมักไม่แสดงออกความแตกต่างในการบ่งชี้ทางด้านโปรติโอมิกส์ [12]

การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการแยกโปรตีนใน 1 มิติ (1-D gel) ในสภาวะตัวอย่าง รีดิวซ์ ที่สภาวะเจล 12.5 % ย้อมด้วย Coomassie brilliant blue R-250 พบว่าในใบมีการแสดงออกของแถบโปรตีนของใบ 22.47, 16.98, 18.02 และ 16.91 KDa ตามลำดับที่ปรากฏในระยะ 8, 16, 24 และ 28 สัปดาห์ ตามลำดับ ซึ่งแถบโปรตีนกลุ่มดังกล่าวเมื่อนำไปวิเคราะห์และตรวจสอบชนิดของโปรตีนโดยใช้เทคนิค MS/MS ผลปรากฏว่าเป็นโปรตีนชื่อว่า vegetative storage protein (25.16 KDa) โปรตีนชนิดนี้เป็นโปรตีนที่สามารถพบได้ในใบของลำไยทั้ง 4 ระยะหลังการได้รับโบรอน และสังกะสี ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเกิดโรค [3] แต่อย่างไรก็ตามแถบโปรตีนของใบไม่มีผลเชิงปริมาณทั้งในกลุ่มที่ได้รับโบรอนเพียงอย่างเดียว (T2 และT5) หรือสังกะสีเพียงอย่างเดียว (T3 และT6) และกลุ่มที่ได้รับโบรอนร่วมกับสังกะสี (T4 และT7) ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้การเลือกใช้ตัวบ่งชี้โปรตีนของใบอาจไม่ให้ผลที่สอดคล้องกับปริมาณการรักษาด้วยโบรอน และสังกะสี

การวิเคราะห์สารเมทาโบไลท์เบื้องต้นด้วยเทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟีแมสสเปกโทเมตรี (LC-MS) หลังการสกัดตัวอย่างจากใบด้วยตัวทำละลาย methanol: water (1:1) พบว่าโครมาโทแกรมผลรวมของไอออน (Total ion chromatogram, TIC) บางส่วน โดยเฉพาะส่วนท้ายของการวิเคราะห์ได้ถูกบดบังด้วยสารปนเปื้อนบางชนิด ตั้งแต่ช่วงเวลา RT13.4 นาที ทำให้การแปรผลลัพธ์ในช่วงท้ายขาดหายไป ซึ่งการเกิดโครมาโทแกรมที่มีสัญญาณรบกวน (Noise) นี้ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์หรือแปลผลได้ [13] ผู้วิจัยคาดว่าสารปนเปื้อนคือสารจับใบและสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ร่วมกับการฉีดพ่นโบร่อน และสังกะสี ซึ่งผู้วิจัยจัดซื้อจากร้านเคมีเกษตรในท้องตลาด ดังนั้นสารประกอบเหล่านี้จึงถูกปกปิดเป็นความลับทางการค้า ทำให้การระบุเอกสักษณ์และการออกฤทธิ์ต่อต้นลำไยกระทำได้โดยยาก เนื่องจาก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงพิจารณาวัตถุดิบชนิดอื่น เช่น เปลือกลำไย เพื่อการวิเคราะห์เมทาโบโลมิกส์ในอนาคตเป็นการทดแทน เนื่องจากผลลำไยมิได้สัมผัสกับการฉีด

พ่นโบร่อน และสังกะสีโดยตรงตลอดการทดลอง จึงอาจสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาการปนเปื้อนของสารลดแรงตึงผิวหรือสารจับใบบนตัวอย่างได้ ซึ่งผลการทดลองเปลือกลำไยจะถูกนำเสนอในการประชุมวิชาการครั้งต่อไป

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนโครงการวิจัย ประจำปี 2562 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และนางสาววรีธดา คำวงค์ปิน ที่ได้ให้ความช่วยเหลืองานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

[1] คลังข้อมูลสารสนเทศลำไยเชิงลึก. ลักษณะทางพฤษศาสตร์ของลำไย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.arda.or.th/kasetinfo/logan/index.php?option=com_content&view=article&id=71:2010-11-25-08-55-32&catid=5:005&Itemid=1. 2553. (สืบค้นวันที่ 8 กรกฎาคม 2563).

[2] ลำไยสายพันธุ์อีดอเป็นที่ต้องการตลาดต่างประเทศ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http:// www.manager.co.th/Local/ViewNews.aspx?NewsID=9530000011175. (สืบค้นวันที่ 8 กรกฎาคม 2563)

[3] เอกวิทย์ ตรีเนตร อัจฉรา แกล้วกล้า วินัย วิริยะอลงกรณ์ และ อดิศักดิ์ จูมวงษ์, การประเมินตัวบ่งชี้โปรตีนสำหรับการระบุกลุ่มอาการจากความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลลำไย, ในรายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2560

[4] อัญชนา จรรยา, การวิเคราะห์แบบแผนโปรตีนที่แสดงความผิดปกติทางสรีรวิทยาของลำไยในระยะผลอ่อน ด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซีสแบบหนึ่งมิติ, วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2559.

[5] ยศพร แก้วกาหลง, การศึกษาโปรติโอมิกส์จากใบ เปลือก และเมล็ดของลำไยสายพันธุ์ดอ (*Dimocarpus longan* Lour. var. Daw) ในระยะการเจริญเติบโต, วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2560.

[6] วัลภา คอนคำ, การวิเคราะห์แบบแผนโปรตีนและคุณภาพเนื้อลำไยสายพันธุ์ดอ (*Dimocapus Longan* Lour. Var. Daw) ระหว่างการเจริญเติบโตของผล, วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2561.

[7] Wiriya-Alongkorn, W., Spreer, W., Ongprasert, S., Spohrer, K. and Müller, J., Influence of Water Supply on CO2 Concentration in the Rootzone of Split-Root Potted Longan Trees. ICIRA (2) 2016: 346-356.

[8] Kuo, C.Y. and Yeh, D.M. Effects of Boric Acid Concentration and Shading on Growth, Leaf Physiology, and Anatomy of Guzmania. HortScience 2006: 41(3):618-621.

[9] Kaya, C., Higgs, D. and Burton, A. Foliar application of iron as a remedy for zinc toxic tomato plants. Journal of Plant Nutrition. 1999: 22:1829-1837.

[10] ชวลิต กองแก้ว, การศึกษากระบวนการสกัดโปรตีนจากใบลำไยพันธุ์ดอเพื่อการวิเคราะห์ด้านโปรตีโอมิกส์ , วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2558.

[11] Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L and Randall, R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193(1), 1951, 265–275.

[12] ไกรกริช อุตมะ, การวิเคราะห์แบบแผนโปรตีนในใบลำไยพันธุ์ดอโดยใช้เทคนิคการแยกอิเล็กโทรโฟรีซีสในหนึ่งมิติและสองมิติ, วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2558.

[13] Zhang, W. and Zhao P. X., Quality evaluation of extracted ion chromatograms and chromatographic

peaks in liquid chromatography/mass spectrometry-based metabolomics data, BMC Bioinformatics., 2014, 15(Suppl 11), S5.

การศึกษาการใช้เห็ดหูหนู (*Auricularia auricula-judae*) เพื่อผลิตน้ำตาลกลูโคสจากชานอ้อย
THE STUDY OF USING JEW'S EAR MUSHROOM *(Auricularia auricula-judae)* FOR GLOCOSE PRODUCTION FROM BAGGASSES

ปานวาด ศิลปวัฒนา[1,*], วาสนา เฉลิมวงศ์[2], สุภาวรรณ สุยะก๋อง[2] และ มยุรา ศรีกัลยานุกูล[2]
Panwad Sillapawattana[1*], Watsana Chaloemwong[2], Supawan Suyakong[2] and Mayura Srikanlayanukul[2]
[1] *สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*
[2] *สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ปานวาด ศิลปวัฒนา อีเมล: panwad.sillapawattana@rwth-aachen.de

บทคัดย่อ:

ชายอ้อยเป็นของเหลือที่ได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล โดยปริมาณของชานอ้อยที่เกิดขึ้นจะแปรผันกับปริมาณของน้ำตาลที่ผลิต ปัจจุบันชานอ้อยถูกนำมาใช้ผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพเป็นหลัก รองลงมาคือใช้ผลิตอาหารสัตว์ และวัสดุชีวภาพ ส่วนที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์จะถูกกำจัดด้วยวิธีการเผา ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำชานอ้อยมาใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตทางเทคโนโลยีชีวภาพ โดยทดลองใช้เห็ดหูหนู (*Auricularia auricular-judae*) ในการย่อยสลายชานอ้อย ด้วยการหมักบนอาหารแข็ง (solid state fermentation) เป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้ได้กลูโคสเป็นผลิตภัณฑ์ ชุดการทดลองถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ใช้ชานอ้อยเป็นแหล่งพลังงานเดี่ยว กลุ่มที่มีการเติมแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 0.1 และกลุ่มที่มีการเติมแหล่งไนโตรเจนร้อยละ 1.0 จากการวิเคราะห์น้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี DNS (3,5-dinitrosalicylic acid) พบปริมาณน้ำตาลกลูโคส 0.63, 0.72 และ 1.10 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งน้ำตาลกลูโคสที่ผลิตได้ สามารถนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นเพื่อสังเคราะห์ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เอทานอล และกรดอินทรีย์ ต่อไป ชานอ้อยนอกจากจะจัดเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการผลิตกลูโคสจากการหมักด้วย *Auricularia auricular-judae* แล้ว กระบวนการนี้ยังเป็นถือเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

คำสำคัญ : เห็ดหูหนู ชานอ้อย น้ำตาลกลูโคส

Abstract:

Bagasse is generated as by-product during sugar production, so the quantity of bagasse in existence is directly related to the amount of sugar produced. Nowadays, bagasse is mainly used for biofuel production, followed by feed and biomaterial production. The rest is eliminated by burning, which causes air pollution problems. Thus, the aim of this work is to study the utilization of bagasse as a substrate in biotechnological production process. Namely, Jew's ear mushroom (*Auricularia auricular-judae*) was used to degrade bagasse via solid state fermentation for 7 days to produce glucose. This experiment was divided into 3 groups including a control group utilizing bagasse as the sole energy source and two experimental groups conducted by the addition of either 0.1% or 1.0% of N-source, respectively. The amount of glucose was measured via the DNS (3,5-dinitrosalicylic acid) method and was detected to be 0.63, 0.72 and 1.1 g/l, respectively. The concentration of glucose produced was founds to be sufficient for ethanol and organic

acids fermentation**.** Through this study, it was found that bagasse can serve as a potential substrate for glucose production via fermentation using *Auricularia acricular-judae*, and that the process can also valorize agricultural waste in order to reduce environmental problem.

Keywords: Jew's ear mushroom, Bagasses, Glucose

บทนำ:

ชายอ้อยเป็นของเหลือที่ได้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล โดยปริมาณของชานอ้อยที่เกิดขึ้นจะแปรผันกับปริมาณของน้ำตาลที่ผลิต ปัจจุบันชานอ้อยถูกนำมาใช้ผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพเป็นหลัก รองลงมาคือใช้ผลิตอาหารสัตว์ และวัสดุชีวภาพส่วนที่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์จะถูกกำจัดด้วยวิธีการเผา ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ การนำชานอ้อยมาใช้ประโยชน์ในด้านเทคโนโลยีชีวภาพต้องทำการปรับสภาพชานอ้อยก่อนเพื่อเปลี่ยนชานอ้อยซึ่งมีองค์ประกอบของลิกโนเซลลูโลส ซึ่งมีเฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเซลลูโลส ให้เป็นน้ำตาลก่อน เชื้อรามีความสามารถในการผลิตเอนไซม์เพื่อย่อยสารประเภทลิกโนเซลลูโลส มีรายงานวิจัยถึงการใช้ราทะเล (marine-derived fungi) 4 สายพันธุ์ ได้แก่ *Penicillium citrinum* CBMAI 1186, *Aspergillus sydowii* CBMAI 934, *Aspergillus sydowii* CBMAI 935 และ*Mucor racemosus* CBMAI 847 ในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสเพื่อใช้ในการย่อยชานอ้อยในสภาะการหมักบนอาหารแข็งและ *A. sydowii* CBMAI 934 สามารถย่อยชานอ้อยได้สูงสุด [1] สำหรับในประเทศไทยมีการนำชานอ้อยมาใช้เป็นวัสดุในการเพาะเห็ด โดยมีรายงานวิจัยการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานโดยใช้ชานอ้อยเป็นวัสดุเพาะเปรียบเทียบกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา พบว่าการใช้ชานอ้อยผสมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราให้ผลผลิตดอกเห็ดไม่แตกต่างจากการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพียงอย่างเดียว [2] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสจากเห็ดราทำลายไม้ โดยใช้เห็ดรา 7 สกุล *Favolus* sp., *Marasmius* sp., *Lenzites* sp., *Daldinia* sp., *Leucocoprinus* sp., *Polyporus* sp., *Schizophyllum* sp. พบว่าเอนไซม์หยาบของเห็ดราสกุล *Leucocoprinus* sp. มีกิจกรรมของเอนไซม์สูงสุดที่สุดคือ 52.77 ยูนิตต่อมิลลิกรัมโปรตีน [3] แสดงให้เห็นว่าเห็ดรามีศักยภาพในการนำมาใช้ในการย่อยวัสดุประเภทลิกโนเซลลูโลส เห็ดหูหนู (*Auricularia auricular-judae*) เป็นเห็ดที่สามารถเจริญบนขอนไม้ได้ดี จึงมีแนวโน้มที่จะย่อยเฮมิเซลลูโลสได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการนำชานอ้อยมาใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตทางเทคโนโลยีชีวภาพโดยใช้เอนไซม์จากเห็ดหูหนู

วิธีการทดลอง:

การเพาะเห็ด: นำเห็ดหูหนู (*Auricularia auricular-judae*) มาเพาะลงบนอาหารวุ้น PDA โดยการเขี่ยเนื้อเยื่อบริเวณโคนของดอกเห็ด แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 วัน จากนั้นทำการถ่ายเส้นใยของเห็ดลงบนอาหารวุ้น PDA เป็นครั้งที่สอง เพื่อนำไปใช้กระบวนการหมักต่อไป

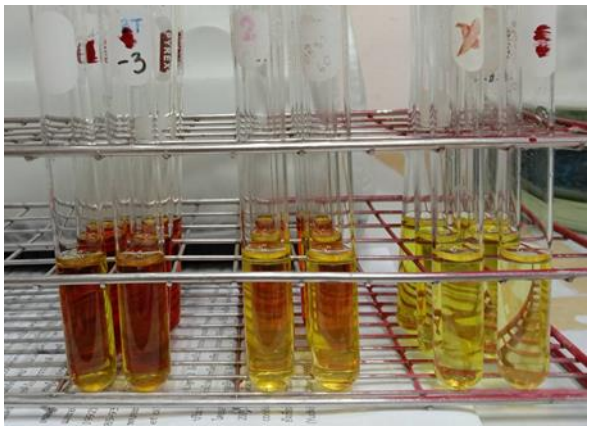
การเตรียมวัตถุดิบ: นำชานอ้อยมาตัดให้มีความยาวไม่เกิน 1 ซม. จากนั้นบรรจุชานอ้อยที่ตัดแล้วจำนวน 50 กรัมลงในฟลาสก์ขนาดความจุ 250 มล. แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกเติมน้ำกลั่นปริมาตร 10 มล.ลงในชานอ้อย ในขณะที่กลุ่มที่สอง และสามให้เติมสารสารละลายยูเรียความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 1.0 ลงในชานอ้อย ตามลำดับ จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเตรียมชานอ้อยก่อนการนึ่งฆ่าเชื้อ โดยจะตัดชานอ้อยให้มีขนาดไม่เกิน 1 ซม.

การหมักบนอาหารแข็ง: ทำการเจาะอาหารวุ้นที่มีเส้นใยราเจริญอยู่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. จำนวน 2 ชิ้น แล้วถ่ายเชื้อลงในชานอ้อยที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เติมน้ำกลั่นปราศจากเชื้อปริมาตร 20 มล. ลงไป ทำการหมักบนอาหารแข็ง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ต่อมาทำการเก็บของเหลวที่ได้จากการหมัก แล้วทำการปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที เพื่อแยกส่วนใส จากนั้นนำส่วนใสที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคส

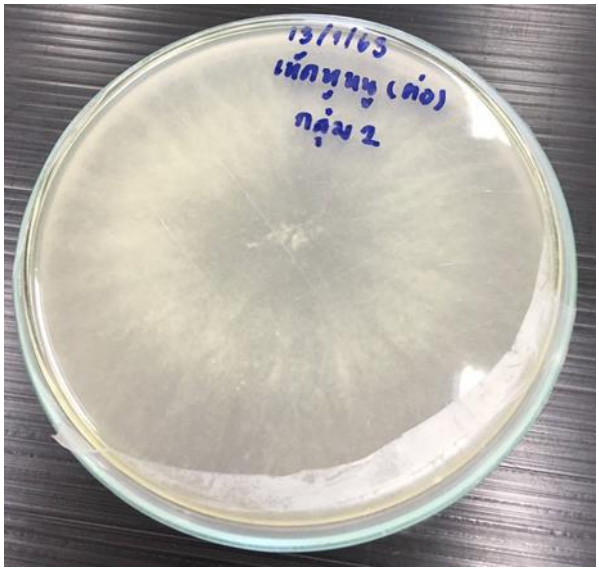
การวิเคราะห์ประมาณน้ำตาลกลูโคส: การวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสที่ได้จากการหมัก ทำโดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี DNS ดังนี้ เติมสารละลาย DNS ปริมาตร 0.5 มล. ลงในตัวอย่าง 0.5 มล. จากนั้นผสมให้เข้ากัน และนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็นตัวลงที่อุณหภูมิห้อง ต่อมาเติมน้ำกลั่นปริมาตร 4 มล. เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตรดังภาพที่ 2 วิเคราะห์ปริมาณกลูโคสโดยการเทียบกับค่าที่ได้จากกราฟมาตรฐาน



ภาพที่ 2 สีของสารประกอบเชิงซ้อนที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกลูโคสที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กับสารละลาย DNS

ผลการทดลอง

การเพาะเลี้ยงเห็ดหูหนูบนอาหารวุ้น: จากการถ่ายเนื้อเยื่อเห็ดหูหนูลงบนอาหารวุ้น และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๓-๔ วัน พบว่าเนื้อเยื่อจะเจริญในรูปของเส้นใยสีขาว โดยเส้นใยจะเจริญออกจากเนื้อเยื่อแล้วแผ่ออกบริเวณรอบนอก ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดหูหนู เมื่อเจริญอยู่บนอาหารวุ้น PDA โดยเนื้อเยื่อเห็ดจะเจริญในรูปของเส้นใย

การวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสด้วยวิธี DNS: จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากการหมักบนอาหาร แข็ง พบว่าแต่ละกลุ่มการทดลอง มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่วิเคราะห์ได้แตกต่างกันไป โดย กลุ่มที่มีการเติมสารละลายยูเรีย ร้อยละ 1.0 มีปริมาณน้ำตาลกลูโคสสูงที่สุด คือ 1.10 กรัม/ลิตร (SD±0.04) รองลงมาคือ กลุ่มที่มีการเติมสารละลายยูเรียร้อยละ 0.1 คือ 0.72 กรัม/ลิตร (SD±0.07) และกลุ่มที่เติมน้ำกลั่นมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสน้อยที่สุด คือ 0.63 กรัม/ลิตร (SD±0.05) ดังแสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณกลูโคสที่วิเคราะห์ได้จากกลุ่มการทดลองต่าง ๆ

กลุ่ม	สภาวะการทดลอง	ปริมาณกลูโคส (กรัม/ลิตร)
1	ยูเรียร้อยละ 1.0	1.10 (SD±0.04)
2	ยูเรียร้อยละ 0.1	0.72 (SD±0.07)
3	น้ำกลั่น	0.63 (SD±0.05)

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากการทดลองพบว่า เห็ดหูหนูสามารถใช้ชานอ้อยเป็นแหล่งพลังงานได้ โดยจากการหมักบนอาหารแข็งพบว่าในกรณีที่มีการเติมแหล่งไนโตรเจนเพิ่มเติม เห็ดหูหนูจะสามารถผลิตน้ำตาลกลูโคสได้มากกว่าในกลุ่มที่ไม่มีการเติมแหล่งไนโตรเจน การเติมยูเรียร้อยละ 1.0 ได้กลูโคส 1.1 กรัม/ลิตร เทียบกับงานวิจัยของ จักรกฤษณ์ และคณะ (2546) ที่ทำการผลิตไซลาเนสจาก *Bacillus halodurans* C-1 จากนั้นนำเอนไซม์ไซลาเนสสกัดหยาบมาใช้ในการย่อยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที พบว่าเอนไซม์ไซลาเนสสกัดหยาบสามารถย่อยชานอ้อยและได้น้ำตาลรีดิวซ์ได้สูงสุด0.02 กรัม/ลิตร [4] แสดงให้เห็นว่า เห็ดหูหนูมีศักยภาพในการย่อยชานอ้อยและเพียงพอต่อการนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นเพื่อสังเคราะห์ ผลิตภัณฑ์ต่างๆ อาทิ เช่น เอทานอล และกรดอินทรีย์ ต่อไป ดังนั้นนอกจากชานอ้อยจะจัดเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการผลิตกลูโคสจากการหมักด้วยเห็ดหูหนู แล้ว กระบวนการนี้ยังเป็นถือเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

โดยสรุปเห็ดหูหนูมีศักยภาพในการผลิตน้ำตาลกลูโคสจากกระบวนการหมักชานอ้อยบนอาหารแข็ง โดยสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ การเติมยูเรียร้อยละ 1.0 จะให้ปริมาณกลูโคสสูง 1.1 กรัม/ลิตร นอกจากนี้ยังสามารถนำเห็ดหูหนูมาพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากกระบวนการหมักน้ำตาลกลูโคสในเชิงอุตสาหกรรมต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

[1] Santos, D. A., Oliveira, M. M., Curvelo, A. A. S., Fonseca, L. P. and Porto, A. L. M. “Hydrolysis of cellulose from sugarcane bagasse by cellulases from marine-derived fungi strains”, International Biodeterioration & Biodegradation, 121, 66-78 (2017)

[2] ขวัญใจ หรูพิทักษ์ จิตตราวรรณ พี่พานิช เรืองปัญญา ดาวเรือง และ กฤษณา โสภี, “ศึกษาการเจริญของเส้นใยและผลผลิตของเห็ดนางฟ้าภูฏานเมื่อใช้ชานอ้อยและชานอ้อยบดเป็นวัสดุเพาะ”, วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์, ปีที่ 3, ฉบับพิเศษที่ 3, หน้า M11/48-53 (2559)

[3] วัฒนา อัจฉริยะโพธา ดวงเดือน วัฏฏานุรักษ์ และ พิมนารา นิลฤทธิ์, “การศึกษาแอคติวิตีของเอนไซม์เซลลูเลสจากเห็ดราทำลายไม้ในการผลิตแอลกอฮอล์จากผักตบชวา ด้วยวิธีการย่อยสลายให้เกิดเป็นน้ำตาลแบบต่อเนื่องกับการหมัก”, วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปีที่ 13, ฉบับที่ 3, หน้า 23-33 (2561)

[4] จักรกฤษณ์ เตชะอภัยคุณ กนก รัตนะกนกชัย และ คิน เลย์ คู, “Cellulase-free Xylanase จาก Alkaliphilic Thermotolerant *Bacillus halodurans* สายพันธุ์ C-1 ต่อการย่อยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและเยื่อกระดาษคราฟท์ต่าง ๆ”, วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ., ปีที่ 26, ฉบับที่ 2, หน้า 201-217 (2546)

การทดสอบความเป็นพิษต่อสารพันธุกรรมของสารสกัดแบบหยาบจากผักแปมด้วยเทคนิค *Allium* assay

GENOTOXICITY OF *ACANTHOPANAX TRIFOLIATUS* EXTRACTS WITH ALLIUM TEST

นิรัชชา สุริยา[1]*, ปริญญานุช ปินนิล[1] และ รัฐพร จันทร์เดช[1]

Nirutcha Suriya[1]*, Parinyanuch Pinnil[1] and Ruttaporn Chundet[1]

[1] *สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290 ประเทศไทย*

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: นิรัชชา สุริยา อีเมล: Nirutchasuriya@gmail.com

บทคัดย่อ:

ผักแปม (*Acanthopanax trifoliatus*) เป็นสมุนไพรพื้นบ้านวงศ์เล็บครุฑ (Araliaceae) ซึ่งจัดอยู่ในพืชสกุลเดียวกับโสม ซึ่งมีรายงานว่าพบกลุ่มสารสำคัญเช่น สารต้านอนุมูลอิสระ และ สารปรับสมดุล โดยกลุ่มของอแดปโตเจนมีรายงานว่าสามารถลดความเครียดและยังช่วยปรับสมดุลของร่างกายซึ่งเหมาะสำหรับผู้สูงอายุ ดังนั้นเพื่อตรวจสอบความเป็นพิษของสารสกัดแบบหยาบจากผักแปมต่อเซลล์ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบผลของสกัดแบบหยาบที่มีต่อลักษณะการแบ่งเซลล์ปลายรากหอมที่ เปรียบเทียบกับเอทธิเดียมโบรไมด์ 100 µg/ml ที่ใช้เป็นสารมาตรฐานด้วยเทคนิค *Allium* test ซึ่งเป็นเทคนิคที่ง่ายและเห็นผลอย่างรวดเร็ว และเมื่อทำการตรวจสอบพบว่าสารสกัดแบบหยาบจากผักแปมไม่ก่อให้เกิดความผิดปกติต่อการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมที่ความเข้มข้น 100, 250, 500 และ 1,000 µg/ml เปรียบเทียบกับเอทธิเดียมโบรไมด์ที่เป็นสารก่อมะเร็ง

คำสำคัญ: ผักแปม *Allium* test ความเป็นพิษต่อเซลล์

Abstract:

Pak-Pam (*Acanthopanax trifoliatus*) is folk herb in *Araliaceae* family as same as Ginseng. It is reported that detect of important groups such as Antioxidants and Adaptogen. Adaptogen has reported that it can reduce tension and help balance the body, which is suitable for the elderly society. Therefore, study of crude extracts from Pak-Pam genotoxicity, the researchers examined the genotoxicity and cell division of the extracts in the onion root at concentrations of 100, 250, 500, 1,000 µg/ml compared with 100 µg/ml of Ethidium bromide, which is a standard substance by Allium test, which is a simple technique with fast results. And when examined, it was found that the crude extracts from Pak-Pam did not reveal any abnormalities in the genetic material and cell division in the onions roots compared with carcinogenic Ethidium bromide.

Keywords: *Acanthopanax trifoliatus, Allium test*, genotoxicity

บทนำ:

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ โดยความเครียดถือเป็นโรคชนิดหนึ่งที่พบมากในผู้สูงอายุ ซึ่งความเครียดเป็นสภาวะของอารมณ์หรือความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลต้องเผชิญกับปัญหา ส่งผลให้สภาวะสมดุลของร่างกายและจิตใจเปลี่ยนแปลงโดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้มีอยู่ 3 การเปลี่ยนแปลงด้วยกันคือ 1. การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย 2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจหรืออารมณ์ และสุดท้าย 3. การเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งสามอย่างนี้ส่งผลกระทบกับบุคคลที่แตกต่างกันออกไป อาทิ การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายนั้นจะทำให้บุคคลมีโอกา สเสี่ยงต่อโรคหัวใจ โรคหลอดเลือด ตลอดจนกระทั่งโรคความดันโลหิตสูง สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจหรืออารมณ์นั้นบุคคลจะมีอารมณ์ฉุนเฉียวและโมโหง่าย ซึมเศร้า สุดท้ายการเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรม ส่วนใหญ่บุคคลที่เกิดความเครียดจะมีพฤติกรรมที่ต่างไปจากปกติ อาทิ อาการนอนไม่หลับ อ่อนเพลีย หรือมีอาหารกินจุกจิก ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความเครียดเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตอีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์กับคนรอบข้าง ซึ่งการวิธีลดความเครียดมีอยู่หลายวิธี อาทิ การนั่งสมาธิ การทำกิจกรรมนันทนาการหรืองานอดิเรกตลอดจนการลดความเครียดโดยการประยุกต์ใช้สมุนไพร อาทิ การรับประทาน หรือการนวดประคบ

ผักแปม (*Acanthopanax trifoliatus*) เป็นสมุนไพรพื้นบ้านวงศ์เล็บครุฑ (Araliaceae) ซึ่งเป็นพืชสกุลเดียวกับโสมที่มีคุณสมบัติในการปรับสมดุลอารมณ์และร่างกาย นอกจากนี้ผักแปมยังเป็นสมุนไพรที่ พบมากในภาคเหนือของประเทศไทยและมีรายงานว่าพบกลุ่มสารสำคัญอย่างสารปรับสมดุลที่มีคุณสมบัติช่วยลดความเครียดและปรับสมดุลของร่างกาย (Prommajak,2015) ซึ่งในปี 2017 Bączek และ คณะ ได้ทำการศึกษาการสะสมฟินอลิกในโสมไซบีเรีย ผลการทดลองพบว่าโสมไซบีเรียนั้นมีการสะสมของสารปรับสมดุลที่ส่วนของลำต้นและส่วนใต้ดินของโสม ได้แก่ eleutherosides B และ E ที่มีคุณสมบัติต้านการอักเสบและปรับสมดุลของความเครียด นอกจากนี้ในใบของโสมไซบีเรียยังพบสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูง นอกจากนี้ในปี 2017 เอนก หาลี และ บุณยกฤต รัตนพันธุ์ ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระจากพืชผักสมุนไพรพื้นบ้าน 15 ชนิด พบว่า ในผักแปมมีสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญอยู่หลายชนิด

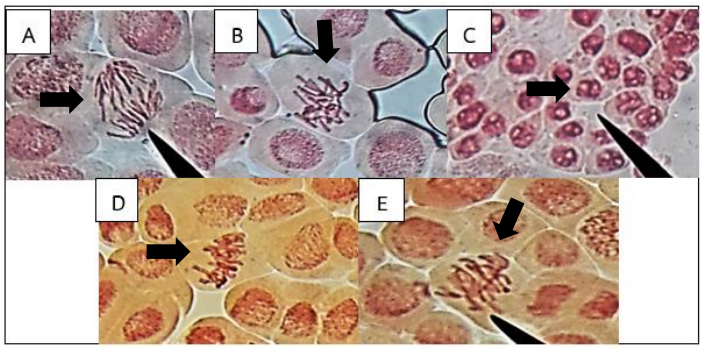
แม้ว่าผักแปมจะเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณมาก แต่ทั้งนี้การที่จะประยุกต์ในเชิงอุตสาหกรรมอาหารและยานั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัย โดยในปี 2019 Lerato N และคณะ ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์ของกระเทียมป่าแอฟริกาใต้ด้วยเทคนิค *Allium* assay หลังจากมีรายงานว่าพบผู้ป่วยที่ได้รับสารสกัดจากกระเทียมป่ามีอาการอักเสบและปวดท้องอย่างรุนแรง ผลการทดสอบพบว่าสารสกัดจากกระเทียมป่านั้นก่อให้เกิดความผิดปกติต่อโครโมโซมในปลายรากหอมระหว่างการแบ่งเซลล์ ซึ่งความผิดปกติของการแบ่งเซลล์ที่พบนั้นได้มีรายงานว่าพบในเซลล์ของผู้ป่วยโรคมะเร็งและผู้ป่วยโรคทางพันธุกรรม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้คำนึงถึงความเป็นพิษของสารสกัดจากผักแปมต่อผู้บริโภค ผู้วิจัยจึงได้ทำการตรวจสอบผลของสารสกัดแบบหยาบของผักแปมต่อลักษณะการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมด้วยเทคนิค *Allium* assay ซึ่งเป็นเทคนิคที่ง่ายและเห็นผลเร็วเพื่อคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค

วิธีการ *Allium* assay

นำใบอ่อนของผักแปมไปอบแห้งที่ 55°C, เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บดให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องปั่น แล้วนำผงตัวอย่างที่ได้ไปทำการสกัดด้วยแอลกอฮอล์ 80% (1:20)(w/v) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำสารละลายเข้าเครื่องระเหยเพื่อแยกแอลกอฮอล์ออกจากตัวอย่าง หลังจากนั้นนำสารละลายตัวอย่างไปทำเป็นผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง ซึ่งจะได้ความเข้มข้นของ

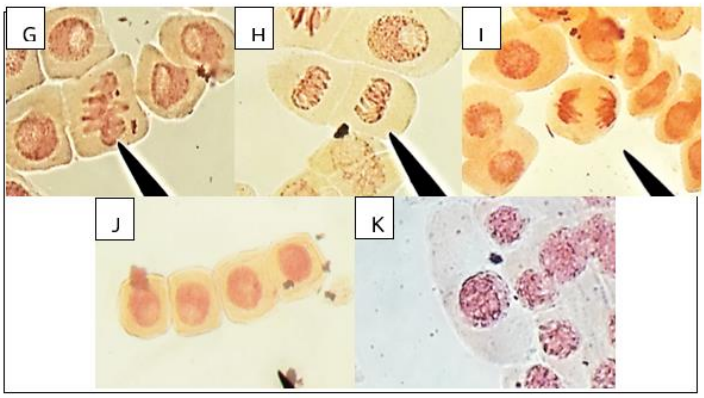
สารละลาย 10mg/ml และนำไปศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์ด้วยเทคนิค *Allium* assay โดยจะแช่ปลายรากหอมแดงที่มีความยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตรในสารสกัดแบบหยาบของผักแปมที่ความเข้มข้น 0, 100, 250, 500, 1,000 µg/ml ที่มีน้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย และ แช่ในเอธิเดียมโบรไมด์ความเข้มข้น 100 µg/ml ที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลายเพื่อเป็นชุดควบคุม เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำการศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 600 เท่า หลังจากนั้นนำไปคำนวณหา ดัชนีการแบ่งเซลล์ (MI) และความผิดปกติของโครโมโซม (CA) ก่อนจะนำไปประมวลผลโดยใช้วิธีของดันแคน (Duncan's Multiple Range Test : DMRT ; LSR) จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการทดลอง:



รูปที่ 1 การแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติในปลายรากหอมที่แช่ด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ 100 µg/ml

รูปที่ 1 การแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติในปลายรากหอมที่แช่ในเอธิเดียมโบรไมด์ (A) chromosome bridge, (B) c-mitosis, (C) Multinucleus, (D) sticky chromosomes และ (E) laggard chromosome (กำลังขยาย 600 เท่า)



รูปที่ 2 การแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมที่แช่ในสารสกัดแบบหยามของผักแปมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

รูปที่ 2 แสดงการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมที่แช่ในสารสกัดแบบหยามของผักแปมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (G) normal metaphase, (H) normal telophase, (I) normal anaphase, (J) normal interphase (K) normal prophase (กำลังขยาย 600 เท่า)

กลุ่มที่	ความเข้มข้น	% ดัชนีการแบ่งเซลล์ (MI)	% ความผิดปกติของโครโมโซม (CA)
1	ผักแปม 0 µg/ml	5.14	0
2	ผักแปม 100 µg/ml	4.21	0
3	ผักแปม 250 µg/ml	3.73	0
4	ผักแปม 500 µg/ml	4.8	0
5	ผักแปม 1000 µg/ml	4.94	0
6	เอทธิเดียมโบรไมด์ 100 µg/ml	48.78	41.26

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของดัชนีการแบ่งเซลล์ (%MI) และความผิดปกติของโครโมโซม (% CA) ในเซลล์ปลายรากหอม (*Allium cepa L.*) ที่ได้รับสารสกัดแบบหยาบจากผักแปมที่ความเข้มข้นที่ 0, 100, 250, 500 และ 1,000 µg/ml และ เอทธิเดียมโบรไมด์ที่ความเข้มข้น 100 µg/ml นาน 72 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของดัชนีการแบ่งเซลล์ **(%MI)** และ ค่าเฉลี่ยของความผิดปกติของโครโมโซม (% CA) ในเซลล์ปลายรากหอม (*Allium cepa L.*) ที่ได้รับสารสกัดแบบหยาบจากผักแปมที่ความเข้มข้นที่ 0, 100, 250, 500 และ 1,000 µg/ml และความเข้มข้นเอทธิเดียมโบรไมด์ 100 µg/ml นาน 72 ชั่วโมงโดยใช้วิธีของดันแคน (Duncan's Multiple Range Test : DMRT ; LSR) จากผลลัพธ์ของโปรแกรม SPSS for Windows ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

% ดัชนีการแบ่งเซลล์ (MI)

Duncan[a]

กลุ่มที่	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3	3	3.7300	
2	3	4.2067	
4	3	4.8333	
5	3	4.9400	
1	3	5.1367	
6	3		48.7833
Sig.		.857	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

% ความผิดปกติของโครโมโซม (CA)

Duncan[a]

กลุ่มที่	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2.00	3	.00000	
3.00	3	.00000	
4.00	3	.00000	
5.00	3	.00000	
1.00	3	.00000	
6.00	3		40.26333
Sig.		.974	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากการทดลองการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดแบบหยาบของผักแปมต่อแบ่งเซลล์ของปลายรากหอมสามารถสรุปได้ว่าผลการทดลองของปลายรากหอมที่แช่ด้วยสารสกัดแบบหยาบจากผักแปมในความเข้มข้นที่ 0, 100, 250, 500 และ 1,000 µg/ml เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง พบว่ามีค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมเท่ากับ 5.14, 4.21, 3.73, 4.8 และ 4.94 % ตามลำดับ นอกจากนี้ยังไม่พบความผิดปกติของโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์ (% CA) ในสารสกัดแบบหยาบจากผักแปมซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของเอทธิเดียมโบรไมด์ที่ 100 µg/ml พบว่ามีค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมเท่ากับ 48.78% และ พบความผิดปกติของโครโมโซมขณะที่มีการแบ่งเซลล์ (% CA) เท่ากับ 41.26%

ดังนั้นจึงสรุปผลได้ว่าสารสกัดแบบหยาบของผักแปมทุกความเข้มข้นไม่พบความเป็นพิษต่อสารพันธุกรรมของหอมแดงเมื่อเปรียบเทียบกับเอธิเดียมโบรไมด์ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งพบว่ามีค่าเฉลี่ยของดัชนีการแบ่งเซลล์และค่าเฉลี่ยของความผิดปกติของโครโมโซมสูงกว่าสารสกัดแบบหยาบจากผักแปมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P=0.05) ซึ่งจะเห็นได้ว่าผักแปมมีความปลอดภัยและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในเชิงอุตสาหกรรมอาหารและยา

กิตติกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ทุนศิษย์ก้นกุฏิ ของมหาวิยาลัยแม่โจ้ นอกจากนี้ยังได้รับการสนับสนุนจาก ภาควิชาสาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] เอนก หาลี และ บุณยกฤต รัตนพันธุ์ (2560) การศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระจากพืชผักสมุนไพรพื้นบ้าน 15 ชนิด

[2] Alexander Panossian and Georg Wikman (2010). Effects of Adaptogens on the Central Nervous System and the Molecular Mechanisms Associated with Their Stress—Protective Activity

[3] Katarzyna Bączek and team (2017). ACCUMULATION OF PHENOLICS IN ELEUTHERO (*Eleutherococcus senticosus* (Rupr. et Maxim.) Maxim.) AS AFFECTED BY PLANT DEVELOPMENT

[4] Lerato N. Madike and team (2019). Genotoxicity of aqueous extracts of *Tulbaghia violacea* as determined through an *Allium* cepa assay

[5] Trakul Prommajak and team (2015) Prediction of Antioxidant Capacity of Thai Vegetable Extracts by Infrared Spectroscopy

กล่องจดหมายอัจฉริยะเพื่อบริษัทแอดไวซ์เชียงราย
SMART MAILBOX FOR ADVICE CHIANG RAI COMPANY

เจตน์ งามประพฤติ, พุทธชาติ ยมกิจ และ สัญฌา พันธุ์แพง*
Jet Ngampapruet, Puttchart Yommakit and Sancha Panpaeng*
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิทยาลัยแม่ฮ่องสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน 58000 ประเทศไทย
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สัญฌา พันธุ์แพง อีเมล: sancha@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ:

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาช่องทางการสื่อสาร ให้สามารถส่งข้อมูลข่าวสารไปยังจุดหมายปลายทางได้อย่างรวดเร็วมากขึ้นประกอบกับเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง ด้วยโหนดเอ็มซียู อีเอสพี 8266 มาใช้กับการสร้างกล่องจดหมายอัจฉริยะนี้เพื่อช่วยในการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานกับแอปพลิเคชันไลน์ที่มีข้อความแจ้งเตือนมาว่ามีจดหมายถึงผู้ใช้สามารถรับข่าวสารได้ทันท่วงที ผู้จัดทำได้พัฒนาตามขั้นตอนมีการทดสอบและนำกล่องจดหมายอัจฉริยะที่สร้างขึ้นมานำไปใช้ ผลการศึกษาพบว่ากล่องจดหมายอัจฉริยะสามารถอำนวยความสะดวกในการรับข้อมูลข่าวสารที่รวดเร็วและเกิดประโยชน์ต่อบริษัทแอดไวซ์เชียงรายได้จริง อีกทั้งผู้ใช้มีระดับความพึงพอใจในประสิทธิภาพการใช้งานในระดับดีมาก

คำสำคัญ : กล่องจดหมายอัจฉริยะ อินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง ไลน์ โหนดเอ็มซียู

Abstract:

The purpose of this study is to develop communication channels to send information to destinations more quickly, together with the Internet of Things technology. NodeMCU ESP8266 is used to create this intelligent mailbox to help improve work efficiency. With the application LINE with a notification message that there is a letter to the user to receive news instantly at the organizer developed the procedures, tested and implemented the created smart mailbox. The results show that the intelligent inbox can really help to receive fast and useful information for ADVICE Chiang Rai. In addition, users are satisfied with the efficiency of use at a very good level.

Keywords: Smart mailbox, Internet of Things, LINE, NodeMCU

บทนำ :

ปัจจุบันบริษัทแอดไวซ์เชียงรายยังไม่มีกล่องรับจดหมายเป็นของบริษัท การสื่อสารถือเป็นส่วนหนึ่งของการดำเนินงานในบริษัท บริษัทมักใช้การสื่อสารเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ช่องทางการสื่อสารจึงมีความสำคัญ เพราะช่องทางการสื่อสารคือตัวกลางที่ช่วยในการนำส่งสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร การเลือกใช้ช่องทางการสื่อสารนั้น ยังส่งผลทำให้การสื่อสารดังกล่าวเกิดการเพิ่มหรือลดประสิทธิภาพได้ เนื่องจากช่องทางและสื่อจะเป็นตัวเชื่อมผู้ส่งสารและผู้รับสารเข้าด้วยกัน ปัจจุบันการส่งข้อมูลข่าวสารสาธารณะผ่านช่องทางการไหลของไปรษณีย์นั้น ถือว่ายังค่อนข้างจำเป็นและได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นช่องทางที่ทางบริษัทเข้าถึงได้ง่ายและได้รับข้อมูลข่าวสารที่เป็นรูปธรรม สามารถจับต้องได้ เช่น ใบแจ้งหนีพนักงาน และเอกสารของบริษัท

ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัวของช่องทางการสื่อสารใหม่ๆ เพิ่มมากมาย ซึ่งสามารถส่งข้อมูลข่าวสารไปยังจุดหมายปลายทางได้อย่างรวดเร็วทันทีสามารถขยายขอบเขตของเวลาและสถานที่ ไม่ว่าจะอยู่สถานที่ใด ณ เวลาใด ก็สามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารได้ ผู้จัดทำจึงสนใจและอยากนำเทคโนโลยีของ Node MCU ESP8266 มาปรับใช้กับการสร้างกล่องจดหมายอัจฉริยะนี้

ผู้จัดทำจึงได้คิดค้นการทำกล่องรับจดหมายให้มีรูปแบบใหม่ที่มีการใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์เชื่อมต่อกับกล่องจดหมาย โดยนำ Node MCU ESP8266 มาปรับใช้และมีอุปกรณ์ที่สำคัญประกอบด้วย Breadboard 170 holes , เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ IR Infrared Obstacle Detection Sensor , สายไฟจัมเปอร์ ผู้-เมีย และสายชาร์จ Micro USB พร้อม Adapter นำมาประกอบแล้วจะทำให้กล่องรับจดหมายนี้เมื่อมีคนมาหย่อนจดหมายลงกล่องจะมีข้อความแจ้งเตือนมาทางแอปพลิเคชันไลน์ ว่ามีจดหมายมาส่งให้ผู้รับจดหมายรู้ได้ทันที เพื่อให้ไม่พลาดข่าวสารสำคัญ ทำให้ผู้ใช้สามารถรับข่าวสารได้ทันท่วงที เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตประจำวันและทันต่อโลกปัจจุบัน ทั้งนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการทำกล่องจดหมายอัจฉริยะ จะมีผู้ใช้แอปพลิเคชันไลน์ของเราอย่างแพร่หลายมากขึ้นและเป็นประโยชน์กับบริษัทแอดไวซ์เชียงรายเป็นอย่างยิ่ง

วัตถุประสงค์ของโครงงาน :

1) เพื่อสร้างกล่องรับจดหมายอัตโนมัติ
2) เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือนให้บริษัท ผ่านทางแอปพลิเคชัน Line

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง :

กล่องจดหมายอัจฉริยะ เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นจะทำการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line Notify [1] ซึ่งเป็นบริการที่ผู้ใช้สามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ที่ผู้ใช้สนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิสแล้ว ผู้ใช้จะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE ผู้ใช้สามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลาย และยังสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย ซึ่งบริการหลักๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น และเขียนคำสั่งโปรแกรมเพื่อควบคุมตรวจสอบด้วยซอฟต์แวร์ชื่อ Arduino IDE [2] คือ Open Source Platform สำหรับการสร้างต้นแบบทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีจุดมุ่งหมายให้ Arduino Platform เป็น Platform ที่ง่ายต่อการใช้งาน ภาษา Arduino เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุม MCU มีไวยากรณ์แบบเดียวกับภาษา C/C++ Arduino IDE เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Arduino คอมไพล์โปรแกรม (Compile) และอัพโหลดโปรแกรมลงบอร์ด และมีการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C [3] ซึ่งเป็นภาษาระดับสูง ที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้การเขียนโปรแกรมง่ายยิ่งขึ้น ปัจจุบันถือว่าเป็นภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มต้นที่ต้องการเรียนรู้การเขียนโปรแกรม เนื่องจากเป็นภาษาเชิงโครงสร้างที่มีหลักการทำงานไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย

สำหรับ Hardware ที่ใช้ในการพัฒนาจะประกอบไปด้วย

1. NodeMCU ESP8266 V3 [4] เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) อีกตัว ที่ปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากมีขนาดเล็ก ราคาถูก มีอะไรหลายๆอย่างที่คล้ายคลึงกับ Arduino ทั้งโครงสร้างขา Input/Output และจำนวนขาที่ให้มาเพียงพอต่อการใช้งานทั่วไป,การออกแบบสถาปัตยกรรมบนบอร์ด,การใช้ภาษาc/c++ ในการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วย Arduino IDE (นอกเหนือจากภาษา Lua ที่ใช้กับ NodeMCU มาแต่เดิม) สิ่งเหล่านี้ช่วยให้ผู้ใช้ Arduino อยู่แล้ว สามารถที่จะใช้ NodeMCU ได้ไม่ยาก และที่สำคัญ NodeMCU ตัวนี้ยังมาพร้อมกับโมดูล ESP8266 ซึ่งเป็นระบบ Wi-Fi ที่รองรับการทำงานทั้งในโหมดที่เป็น Station และ client ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายแล้วทำเป็น Access Point หรือทำเป็น Web server ขนาดเล็กได้

2. เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุสิ่งกีดขวางและเส้นขาวดำแบบอินฟาเรด (IR Infrared Obstacle Detection Sensor) เป็นเซ็นเซอร์ใช้ตรวจจับวัตถุโดยใช้หลักการสะท้อนของแสงเมื่อไปชนวัตถุ (Reflective) สามารถปรับความไวในการตรวจจับได้ ใช้แสงอินฟาเรดในการตรวจจับ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถตรวจจับวัตถุได้ในระยะ 2 - 30 เซ็นติเมตร
- ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 3V - 5.5V
- ใช้หลักการสะท้อนของแสงในการตรวจจับ โดยมีหลอด LED อินฟาเรดส่งแสง และมีโฟโต้ ทรานซิสเตอร์ในการรับแสง
- สามารถแยกสีขาว - ดำ ได้ดี
- ใช้ไอซีเปรียบเทียบแรงดันเบอร์ LM393

จากงานวิจัยเรื่อง ตู้ไปรษณีย์อัจฉริยะ [5] ได้มีการนำเสนอการพัฒนาโดยการนำเทคโนโลยีไร้สายจากอุปกรณ์ที่เรียกว่า X-Bee รุ่น Series2 (ZB) มาใช้ในการรับ-ส่งข้อสัญญาณโดยปรับตั้งให้งานในโหมด API ซึ่งเป็นโหมดที่ X-Bee สามารถทำงานเป็นตัวควบคุม (Controller) ในตัว โดยสามารถใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่มาเชื่อมต่อได้โดยตรงในการทดสอบการทำงานของตู้ไปรษณีย์สามารถแจ้งเตือนเจ้าของบ้านว่ามีจดหมายมาส่งแล้ว ทั้งในรูปแบบ ของเสียง และ ส่งข้อความ (SMS) เข้าโทรศัพท์มือถือ โดยผู้ออกแบบได้ใช้เซนเซอร์ ตรวจจับการสะท้อน เพื่อตรวจสอบว่ามีจดหมายเข้ามาหรือไม่ หลังจากนั้นตู้ไปรษณีย์จะส่งสัญญาณแบบไร้สายไปยังเครื่องรับที่อยู่ที่บ้านเพื่อเตือนเจ้าของบ้านให้ทราบว่ามีจดหมายมาส่ง ทั้งในกรณีที่ผู้อยู่อาศัยอยู่ภายในบ้านเป็นเสียงแจ้ง เตือน และกรณีที่ผู้อาศัยไม่ได้อยู่บ้านจะเป็นการส่งข้อความเข้าโทรศัพท์มือถือ

งานวิจัยเรื่อง ระบบการแจ้งเตือนและตอบโต้ของ ZABBIX ด้วยแอปพลิเคชัน LINE [6] มีวัตถุประสงค์การพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือที่จะช่วยแจ้งเตือนการใช้งานทรัพยากรของเซริฟเวอร์(Server) และแอปพลิเคชัน (Application) ซึ่งทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลไปยังเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบเมื่อเกิดความผิดพลาด เช่น แอปพลิเคชันมีการใช้งานทรัพยากรของเซิร์ฟเวอร์ผิดปกติ ดังนั้น แอปพลิเคชัน LINE สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ หากพบว่าเซิร์ฟเวอร์หรือแอปพลิเคชันมีการทำงานผิดปกติแอปพลิเคชัน LINE จะแสดงผลของสถานะที่กำลังเกิดขึ้น เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว เพื่อลดความสูญเสียทางธุรกิจที่อาจจะเกิดขึ้นได้

และงานวิจัยเรื่อง ตู้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์แบบไร้สาย [7] โครงการฉบับนี้เป็นโครงการตู้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์แบบไร้สาย ที่ใช้วงจรตั้งเวลาในการเปิดปิดการทำงานของเซนเซอร์ เมื่อเปิดการทำงานของเซนเซอร์ เซนเซอร์จะตรวจสอบการผ่านของวัตถุโดยใช้แสงอินฟาเรด เมื่อมีวัตถุผ่านจะสัญญาณให้วงจรรีเลย์ทำงาน และเมื่อรีเลย์ทำงานวงจรส่งสัญญาณก็จะส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุให้วงจรรับสัญญาณ จากนั้นวงจร Microcontroller จะแปลงข้อมูลที่ได้จากวงจรรับสัญญาณให้เป็นข้อมูลของ 7-Segment เพื่อแสดงผลการนับครั้งการหย่อนจดหมายหลังจากดำเนินการจัดสร้างเรียบร้อยแล้ว ได้นำไปทดลองใช้ ผลปรากฏว่าสามารถใช้งานได้ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ทุกประการ

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ :

ขั้นตอนการดำเนินงานโครงงานกล่องจดหมายอัจฉริยะเพื่อบริษัทแอดไวซ์เซียงราย ประกอบด้วยรายละเอียดต่อไปนี้

1. วิเคราะห์และออกแบบระบบ

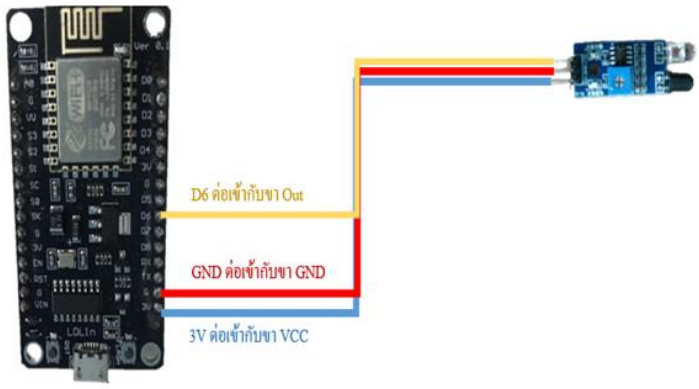
1.1 วิเคราะห์และออกแบบวงจร

วงจรการทำงานหลักๆแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

ส่วนที่ 1 คือ โมดูลเซ็นเซอร์แสง หรือ IR Sensor ทำหน้าที่ตรวจจับจดหมายที่เข้ามาในตู้รับจดหมายและส่งสัญญาณออกทางขา OUT ที่มี 2 สภาวะคือ สภาวะที่ไม่มีจดหมายเข้ามา แรงดันที่ขา OUT จะเป็น 3.3 โวลต์ หรือลอจิก “1” และสภาวะเมื่อมีจดหมายเข้ามา แรงดันที่ขา OUT จะเป็น 0 โวลต์ หรือลอจิก “0”

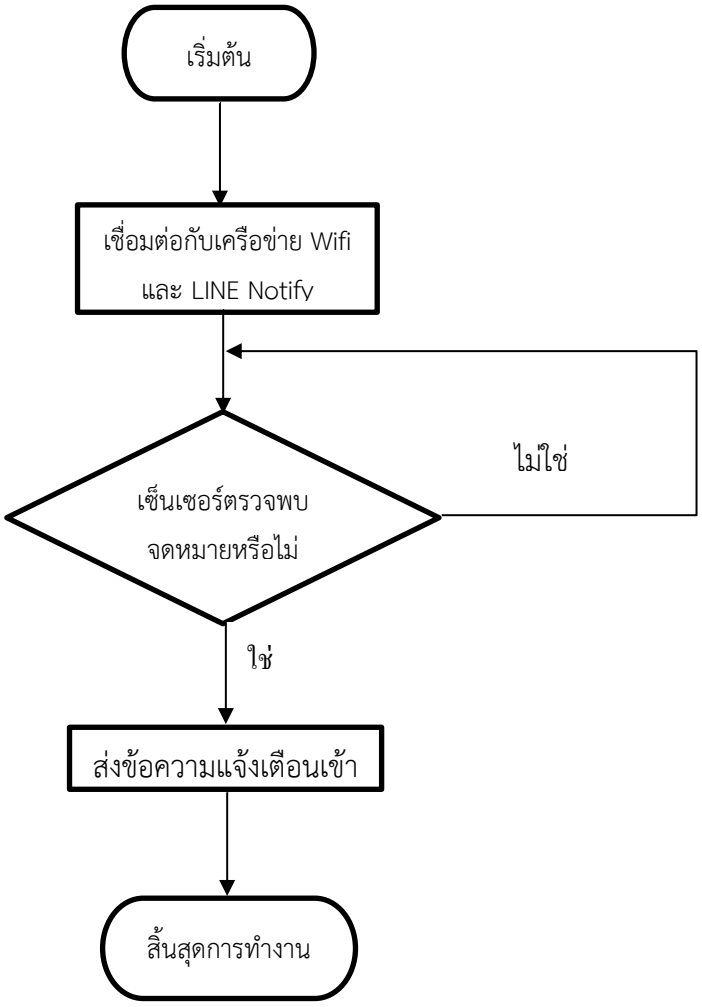
ส่วนที่ 2 คือ Node MCU ESP8266 ทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณ WiFi เข้ากับ Router ของบ้านเพื่อส่งข้อมูลออกทางอินเตอร์เน็ต และทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากจากขา OUT ของ IR Sensor ต่อเข้าขา D6 โดยในโปรแกรมนี้จะตั้งค่าให้ขา D6 ทำงานในโหมด External Interrupt เมื่อสัญญาณจากขา OUT ของ IR Sensor

เปลี่ยนแปลงสถานะจากแรงดัน 3.3 โวลต์เป็น 0 โวลต์ Node MCU จะถือว่ามีจดหมายเข้ามาในตู้รับจดหมาย จากนั้นจะทำการนับจำนวนจดหมายเพิ่ม 1 ฉบับต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะ 1 ครั้ง แล้วส่งการแจ้งเตือนผ่าน LINE ไปยังเจ้าของกล่องจดหมาย



รูปที่ 1 การต่อวงจรบนบอร์ดทดลอง

1.2 วิเคราะห์และออกแบบแผนผัง (Flowchart) การทำงานของกล่องรับจดหมาย



รูปที่ 2 แผนผัง (Flowchart) การทำงานของกล่องรับจดหมาย

2. สร้างวงจรควบคุมระบบกล่องจดหมายอัจฉริยะ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) จัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

1.1 NodeMCU ESP8266-12E v3 1 ตัว

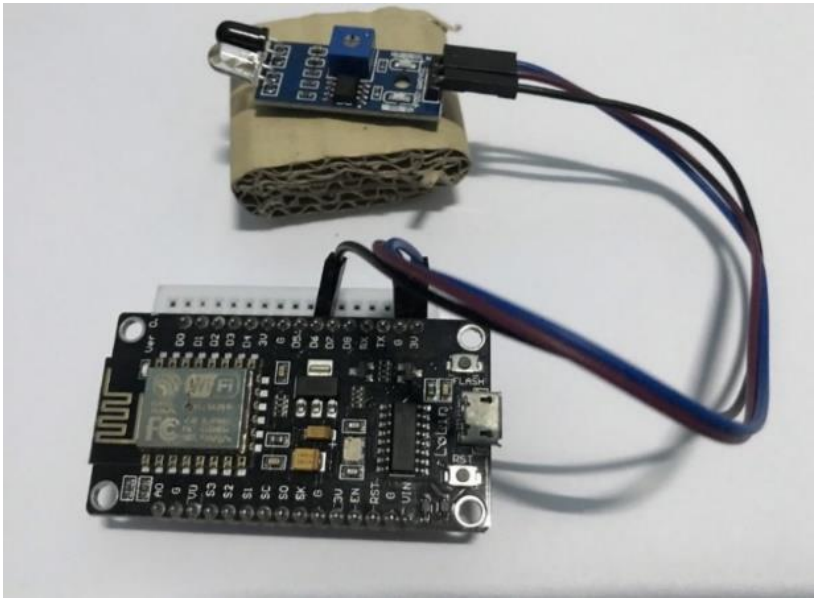
1.2 เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ IR Infrared Obstacle Detection Sensor 1 ตัว

1.3 แผงต่อวงจรทดลอง (Breadboard) 170 holes สำหรับไว้ต่อวงจร 1 ตัว

1.4 สายไฟ จั๊มเปอร์แบบ ผู้–เมีย สำหรับเชื่อมต่อจุดต่าง ๆ ในวงจร 3 เส้น

1.5 สายชาร์จ Micro USB พร้อม Adapter 1 สาย

2) การต่อวงจรการต่อวงจร Node MCU ESP8266-12E v3 เข้ากับ เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ



รูปที่ 3 การต่อวงจร Node MCU ESP8266-12E v3 เข้ากับ เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ

การต่อวงจร ต่อเป็นวงจรตามรูปขา Out ของเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ IR Infrared Obstacle Detection Sensor จะต่อเข้ากับขา D6 ซึ่ง D6 เป็นขา GPIO ที่เอาไว้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต (O/P) ต่าง ๆ สามารถเขียนโค้ดคำสั่งเพื่อกำหนดให้ขาที่ต้องการ มีสถานการณ์ทำงานเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้ ทำให้เมื่อเราต่อเซ็นเซอร์เข้ากับขา D6 เขียนโค้ดสั่งให้ขา D6 มีสถานะเป็นเอาต์พุตเพื่อรับค่าจากเซนเซอร์เข้ามา ส่วนขา vcc ต่อเข้ากับขา 3v3 และขา GND ต่อเข้ากับขา GND ด้วยกัน

3) นำวงจรที่ต่อเสร็จสมบูรณ์ไปติดตั้งกับกล่องรับจดหมาย โดยนำ Node MCU ติดไว้ด้านในกล่องจดหมายและเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุไปติดไว้บริเวณด้านล่างช่องสอดจดหมาย ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ติดตั้งวงจรเข้ากับกล่องจดหมาย

4) เสียบสายชาร์จ Micro USB เข้ากับ Node MCU ESP8266 เพื่อจ่ายไฟเข้า Node MCU ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 เสียบสายชาร์จ Micro USB เข้ากับ Node MCU ESP8266

3. การพัฒนาโปรแกรมแจ้งเตือนผ่าน Line Notify
4. ทดสอบระบบและปรับปรุงระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน
5. นำโปรแกรมที่ได้ไปใช้งานจริง
6. สรุปผลและจัดทำเอกสาร

ผลการดำเนินงาน :

1. ผลทดลองกล่องจดหมายอัจฉริยะ

1.1 ทำการทดลองหย่อนจดหมายลงกล่องจดหมาย เพื่อวัดระยะการตรวจจับจดหมายของเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ

1.2 ทำการทดลองระยะเวลา delay การส่งค่าจากเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ ในการส่งข้อความแจ้งเตือนเข้าแอปพลิเคชัน Line เพื่อหาระยะเวลาค่า delay ที่เหมาะสม

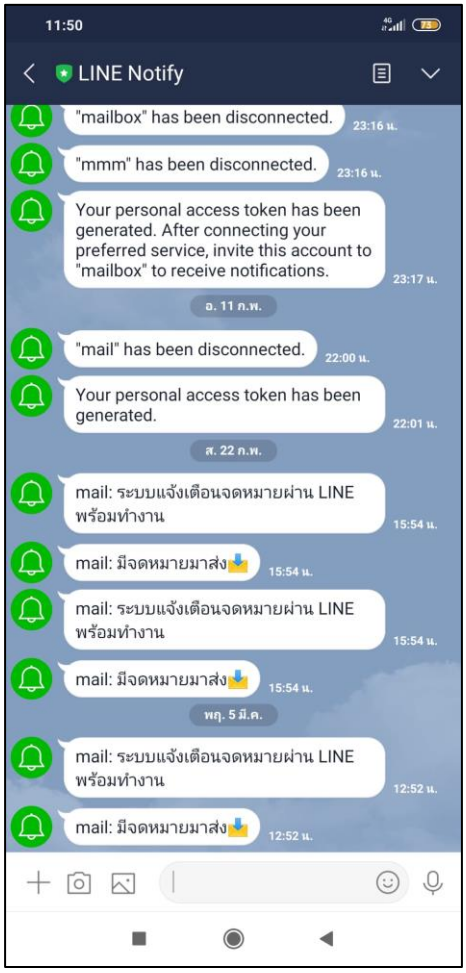
2. ผลการทดลองกล่องจดหมายอัจฉริยะ

ครั้งที่ 1 ระยะการตรวจจับจดหมายของเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุไม่สามารถตรวจพบจดหมาย

ครั้งที่ 2 ทำการแก้ไขตำแหน่งการติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุให้อยู่ใกล้ช่องหย่อนจดหมาย ทำให้เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุตรวจพบจดหมายได้ทุกฉบับที่ถูกหย่อนลงกล่องจดหมาย

ครั้งที่ 3 ระยะเวลา delay เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุตรวจจับจดหมายเร็วเกินไป ทำให้หย่อนจดหมายลง 1 ฉบับ แต่มีข้อความแจ้งเตือนเข้าแอปพลิเคชัน Line ถึง 2 ข้อความ

ครั้งที่ 4 ทำการแก้ไขโค้ดให้เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ delay 5 วินาทีทำให้เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุตรวจจับจำนวนครั้งที่มีจดหมายหย่อนลงกล่องและแจ้งเตือนเข้าแอปพลิเคชัน Line ได้อย่างแม่นยำ



รูปที่ 6 การแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

จากการจัดทำโครงงานเรื่อง กล่องจดหมายอัจฉริยะเพื่อบริษัทแอดไวซ์เชียงราย มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างกล่องรับจดหมายอัตโนมัติและเพื่อพัฒนาการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE สรุปได้ ดังนี้

1. สรุปผลการทดลอง

จากผลการดำเนินงานจัดทำโครงงาน กล่องจดหมายอัจฉริยะเพื่อบริษัทแอดไวซ์เชียงราย ผู้จัดทำพบว่ากล่องจดหมายอัจฉริยะนำไปใช้กับบริษัทแอดไวซ์เชียงรายได้จริง และช่วยอำนวยความสะดวกในการส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านทางแอปพลิเคชัน Line ทำให้เกิดประโยชน์กับบริษัทแอดไวซ์เชียงรายเป็นอย่างมาก

2. ข้อเสนอแนะ

1) เนื่องจากกล่องจดหมายมีขนาดเล็กทำให้การติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุไว้ภายในกล่องจดหมายทำได้ค่อนข้างยาก และปัญหาในการเลือกความเหมาะสมในการติดตั้งวงจร Node MCU ESP8266 ไม่ให้ขวางจดหมายที่จะถูกหย่อนลงกล่องจดหมายอัจฉริยะ

2) ควรนำกล่องจดหมายไปวางไว้บริเวณที่ร่มและควรอยู่ใต้หลังคา เพื่อไม่ให้กล่องจดหมายเกิดการชำรุดจากการโดนน้ำฝนได้ และควรหย่อนจดหมายลงทีละฉบับเพื่อความแม่นยำในการส่งข้อความแจ้งเตือนให้กับผู้ใช้

กิตติกรรมประกาศ :

โครงงานนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ โดยได้รับความช่วยเหลือและการสนับสนุนที่ดีจาก บริษัท แอดไวซ์เชียงราย ที่ได้ร่วมทำการทดลองการใช้งานระบบของโครงงาน และได้รับความช่วยเหลือและการสนับสนุนที่ดีจากสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิทยาลัยแม่ฮ่องสอน วิทยาเขตแม่ฮ่องสอน และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้คำปรึกษาด้านการทำระบบเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง :

[1] geng, “Line notify ตัวช่วยใหม่ ให้คุณไม่พลาดข่าวสารสำคัญทางธุรกิจ”, สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2563, จาก https://graphicbuffet.co.th/line-notify-ตัวช่วยใหม่/

[2] นพ มหิษานนท์, ติดตั้งและลองใช้ Arduino IDE, (พิมพ์ครั้งที่1), นนทบุรี: คอร์ฟังก์ชัน (2561).

[3] ไกรศร ตั้งโอภากุล และกิตินันท์ พลสวัสดิ์, รู้จักภาษา c กับการพัฒนาโปรแกรม, (พิมพ์ครั้งที่1), นนทบุรี: ไอดีซี พรีเมียร์ (2556).

[4] ภาสกร พาเจริญ, พัฒนา IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino ด้วย NodeMCU, กรุงเทพมหานคร: โปรวิชั่น (2562).

[5] เฉลิมศักดิ์ อรุณโรจน์ปัญญา, กิตติวัฒน์,สุขหงษ์ และ กันต์ธร กีรติเพียรเลิศ, ตู้ไปรษณีย์อัจฉริยะ, สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2557.

[6] อติชาต พัชรภัค, ระบบการแจ้งเตือนและตอบโต้ของ ZABBIX ด้วยแอปพลิเคชั่น LINE, คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2559.

[7] เจษฎา ยี่โต๊ะ และ ภาคิน ธรรมนิทา, “ตู้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์แบบไร้สาย”, สืบค้นเมื่อ 25 มกราคม 2563, จาก http://rms.tatc.ac.th/files/29891_15052216161210.pdf.

พัดลมไอน้ำอัจฉริยะ
INTELLIGENT MIST FAN

บะไบ๋ คาริชมาลย์, จีรัง คำนวนตา และ สัญฌา พันธุ์แพง*
Babai Kharishmann, Jirang Kumnuanta and Sancha Panpaeng*
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิทยาลัยแม่ฮ่องสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน 58000 ประเทศไทย
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สัญฌา พันธุ์แพง อีเมล: sancha@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ:

พัดลมไอน้ำอัจฉริยะ เป็นการพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาพัดลมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันจะเป็นการควบคุมแบบปุ่มกดสวิตช์ โดยผู้ใช้งานจะต้องกดสวิตช์เปลี่ยนความแรงของพัดลมไอน้ำด้วยตนเอง วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อสร้างต้นแบบพัดไอน้ำอัจฉริยะ ให้สามารถควบคุมการทำงานของพัดลมไฟฟ้าไอน้ำให้สามารถ เปิด–ปิด โดยการใช้ระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับและสามารถปรับความเร็วตามอุณหภูมิได้โดยอัตโนมัติ และยังสามารถสั่งการควบคุมผ่านมือถือ ระเบียบวิธีในการพัฒนาระบบใช้แบบจำลองแบบน้ำตกในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ เขียนคำสั่งโปรแกรมเพื่อควบคุมตรวจสอบการตัววัดอุณหภูมิและควบคุมความแรงมอเตอร์ของพัดลมไอน้ำ และการเปิด–ปิด พัดลมไอน้ำ โดยใช้อาดูโน่ซอฟต์แวร์ 1.8.6 ผู้ใช้งานทดสอบ ทดลองใช้งานแล้วประเมินผล สรุปได้ว่า ผลของการพัฒนาระบบ พบว่า พัดลมไอน้ำอัจฉริยะสามารถทำงานปรับสภาพอากาศและใช้เพื่อลดปริมาณฝุ่นให้น้อยลง และผู้ใช้สามารถควบคุมพัดลมไอน้ำอัจฉริยะผ่านระบบมือถือ และผลการทำงานตามฟังก์ชันของระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง
คำสำคัญ : อัจฉริยะ อาดูโน่ อุณหภูมิ เซ็นเซอร์ พัดลมไอน้ำ

Abstract:

Intelligent mist fan is a development to solve the problem of a simple fan mist fan that is manually controlled by switches to change the mist fan speed. The purpose of this research is to create a prototype of the intelligent mist fan that uses a temperature sensor to automatically adjust the mist fan speed depends on the temperature and able to turn on-off, and control by using a mobile phone. The methodology used in this development is waterfall model of software development life cycle. Programming to control temperature, mist fan speed, and the on-off state was done by using Arduino software 1.8.6. Testing and evaluation was done by users. The result of the system development showed that the intelligent mist fan can perform correctly and can reduce particulate matters.

Keywords: Intelligent, Arduino, Temperature, Sensor, Mist fan

บทนำ :

เนื่องจากปัจจุบันประเทศไทย มีการใช้ทรัพยากรไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองทำให้เป็นที่มาของภาวะโลกร้อนที่เราไม่คาดคิด เช่น การเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยใช่เหตุและยังมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้น ผู้เขียนจึงคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์เพิ่มมูลค่าและเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้งานและสิ่งประดิษฐ์นี้ยังสามารถนำไปต่อยอดเป็นธุรกิจได้อีกด้วย

ปัจจุบันเชื่อว่าบ้านเรือนทุกหลังต้องมีเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิดซึ่งที่ผู้เขียนกล่าวถึงก็คือพัดลมที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์โดยปกติแล้วพัดลมที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบันจะเป็นการควบคุมแบบปุ่มกดสวิตซ์ (manual) โดยผู้ใช้งานจะต้องกดสวิตซ์เปลี่ยนความแรงของพัดลมด้วยตนเอง ซึ่งสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงอยู่บ่อยๆ ยิ่งหน้าหนาวทั้งกลางวันและกลางคืนมีสภาพอากาศ เปลี่ยนแปลงง่ายอุณหภูมิแต่ละองศาจะแตกต่างกันออกไปตามสภาพอากาศทำให้ร่างกายของเราปรับตัว ตามสภาพอากาศไม่ทันจึงทำให้ไม่สบายเป็นไข้หวัดบ่อยยิ่งสภาพอากาศตอนกลางคืนจะหนาวกว่าตอน กลางวันซึ่งพัดลมที่เราใช้กันอยู่เวลาเราหลับแล้วพัดลมยังทำงานอยู่ ยิ่งดึกความเย็นยิ่งมากขึ้นแต่พัดลมที่เราเปิดเอาไว้ไม่สามารถเปลี่ยนระดับความเร็วลงตามอุณหภูมิของห้องหรือสภาพอากาศได้นั้นเอง

โดยทุกวันนี้พัดลมในท้องตลาดเป็นพัดลมที่ต้องใช้สวิตซ์สัมผัสในการกด เปิด–ปิด และเวลาที่เราทำงานอยู่ อุณหภูมิในห้องเพิ่มมากขึ้นทำให้เราต้องเดินไปเพื่อปรับระดับความแรงของพัดลมด้วยตัวเอง ดังนั้นผู้เขียนจึงได้จัดทำพัดลมไอน้ำอัจฉริยะ เพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานของพัดลมไอน้ำให้ สามารถ เปิด–ปิด โดยการใช้ระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับและสามารถปรับความเร็วตามอุณหภูมิ ได้โดยอัตโนมัติและยังสามารถสั่งการควบคุมผ่านมือถือ (smartphone) ซึ่งลักษณะส่วนใหญ่พัดลมทั่วไปจะเป็นการควบคุมแบบปุ่มกดสวิตซ์ (manual) โดยพัดลมไอน้ำอัจฉริยะนี้ จะมีขนาดเท่ากับพัดลมทั่วไปโดยผู้เขียนทำการดัดแปลงและเพิ่มอุปกรณ์ ควบคุมต่างๆ เข้าไปในตัวของพัดลมไอน้ำโดยนำระบบพ่นละอองน้ำติดตั้งบริเวณด้านหน้าของพัดลมไอน้ำเพื่อความสามารถในการทำงานเพื่อตอบสนองต่อสภาพร่างกายอยู่ในสภาวะสบาย โดยมีการควบคุมพัดลมไอน้ำอัจฉริยะผ่านระบบมือถือ (smartphone) เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้งานไม่ว่าจะอยู่ที่ไหนสามารถสั่งการพัดลมไอน้ำอัจฉริยะได้โดยจะมีเซนเซอร์ (sensor) เป็นตัววัดอุณหภูมิและควบคุมความแรงมอเตอร์ของพัดลม

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อสร้างต้นแบบพัดไอน้ำอัจฉริยะ
2) เพื่อหาความแม่นยำในการการสั่ง เปิด-ปิด พัดลมไอน้ำอัจฉริยะโดยใช้โหมดอัตโนมัติ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง :

พัดลมไอน้ำอัจฉริยะ เป็นการพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาพัดลมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันจะเป็นการควบคุมแบบปุ่มกดสวิตซ์ โดยผู้ใช้งานจะต้องกดสวิตซ์เปลี่ยนความแรงของพัดลมด้วยตนเอง โดยมีส่วนของ Software ที่ใช้ในการพัฒนาประกอบด้วย การเขียนคำสั่งโปรแกรมเพื่อควบคุมตรวจสอบด้วยซอฟต์แวร์ คือ Arduino software 1.8.6 [1] เป็นเครื่องในการพัฒนาส่วนของระบบการเขียนโปรแกรม ซึ่งจะช่วยให้เราฝังคำสั่งลงในบอร์ด Arduino ชนิดต่าง ๆ ได้ ซึ่งในส่วนของ software นี้ เรายังสามารถดาวโหลด library เพิ่มได้จาก internet ซึ่งทำให้เราเขียนโปรแกรมกับ controller ชนิดอื่น ๆ ไม่จำกัดอยู่แค่ Arduino เอง และมีการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟนเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นทำงานผ่านด้วยแอปพลิเคชัน Blynk [2] ซึ่งเป็น platform ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อบอร์ดชนิดต่าง ๆ เช่น Arduino, ESP8266, ESP32, NodeMCU, Raspberry Pi เป็นต้น ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้แล้วสามารถควบคุมการทำงานได้ นำมาแสดงบน Application ได้อย่างง่ายและรองรับในระบบ IOS และ Android

สำหรับ Hardware ที่ใช้ในการพัฒนาจะประกอบไปด้วย

1. ESP8266 [3] คือโมดูล Wi-Fi จากจีน ที่มีความพิเศษตรงที่ตัวมันสามารถโปรแกรมลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4 MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V-3.6V การนำไปใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์อื่น ๆ ที่ใช้แรงดัน 5V ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดันมาช่วย เพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหาย กระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200mA ความถี่คริสตอล 40MHz ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ เช่น LCD ทำให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็วกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์ยอดนิยม Arduino มาก

2. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ / ความชื้น (Temperature Sensor / Humidity Sensor) [4] คืออุปกรณ์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิ หรือความชื้นในบริเวณที่ใช้งาน ซึ่งเหมาะสำหรับห้องควบคุมอุณหภูมิความชื้น, อุตสาหกรรมอาหาร,ห้องอบ, ห้องแช่เย็น,ห้องแลป,ห้องควบคุมระบบคอมพิวเตอร์, Clean Room, Warehouse ที่มี ปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิหรือความชื้น ทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ หรือวัสดุที่ต้องการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ / ความชื้น ที่ถูกคัดสรรมาเป็นอย่างดีของบริษัท แสงชัยมิเตอร์ จำกัด สามารถช่วยให้ วัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ซึ่งแตกต่างจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ / ความชื้นแบบอื่นในท้องตลาดตรงที่ มีรูปแบบการติดตั้งที่หลากหลายให้เลือกใช้ สามารถต่อร่วมกับจอแสดงผล หรือเครื่องควบคุมได้ง่าย

3. เซนเซอร์วัดระยะทางด้วย Ultrasonic [5] ใช้หลักการ ส่งคลื่นเสียงความถี่ต่ำ Ultrasonic ไปเมื่อคลื่นเสียงกระทบกับวัตถุจะมีการสะท้อนกลับมา เซนเซอร์จับเวลาที่ส่งคลื่นเสียงออกไปจนถึงคลื่นเสียงสะท้อนกลับมา เมื่อนำมาคำนวนกับเวลาที่เสียงเดินทางในอากาศ ก็จะได้ระยะทางออกมาโมดูล Ultrasonic ตรวจจับวัตถุ คำนวนระยะทางโดยใช้คลื่นมีลักษณะเป็นกรวยและไม่ใช่เส้นตรง จึงเหมาะสำหรับใช้ตรวจจับสิ่งกีดขวางด้วย

ในงานวิจัยเรื่อง พัดลมปรับความเร็วตามอุณหภูมิ [6] พบว่า งานวิจัยพัฒนาสร้างขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างพัดลมปรับความเร็วตามอุณหภูมิ และ ศึกษาความ พึงพอใจของผู้ใช้งานพัดลมปรับความเร็วตามอุณหภูมิ โดยการดำเนินการได้มีการศึกษาเอกสารทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง ออกแบบวงจรควบคุมความเร็วพัดลมตามอุณหภูมิ สร้างวงจรควบคุม ทดสอบการทำงาน ผลการทดลองพบว่า พัดลมสามารถปรับความเร็วตามอุณหภูมิได้ ผู้ใช้มีความพึงพอใจใน ระดับดีมาก (4.60) สามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยใช้ความเร็วรอบได้เหมาะสมกับอุณหภูมิ ไม่ใช้พลังงานไฟฟ้าเกินความจำเป็น ดังนั้นพัดลมปรับ ความเร็วตามอุณหภูมิ (Adjustable Speed Fan based on Temperature) ที่วิจัยพัฒนาสร้างขึ้นมาสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ และสมมติฐานที่ตั้งถูกต้อง

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาพัดลมปรับความเร็วตามสภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติ [7] ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพัดลมปรับความเร็วตามสภาวะแวดล้อม แบบอัตโนมัติ โดยใช้แผนภูมิความสบายของการถ่ายเทอากาศสำหรับประเทศไทย จากแผนภูมินี้ เราสามารถทำนายความเร็วลมที่ต้องการสำหรับเงื่อนไขสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงระหว่าง 27 ถึง 36.5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50 ถึง 80 % พัดลมปรับความเร็วตาม สภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ปรับความเร็วลมตั้งแต่ 0.3 ถึง 3 เมตรต่อวินาที เซ็นเซอร์รับสภาวะแวดล้อมมีทั้งแบบมีสายและแบบไร้สาย ทำงาน ได้ 2 ระบบคือ ระบบอัตโนมัติและระบบบังคับด้วยมือ ระบบอัตโนมัติความเร็วลมถูกปรับทุก 15 วินาที ส่วนระบบบังคับด้วยมือสามารถปรับความเร็วได้ 6 ระดับ พัดลมปรับความเร็วตาม สภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติต้นแบบนี้สามารถประยุกต์ใช้ในขณะนั่งทำกิจกรรม เช่น บ้านของ คนไทย ห้องเรียน และสำนักงาน เป็นต้น และยังสามารถเป็นแนวทางการออกแบบระบบระบายอากาศ ท้ายที่สุดนี้ นอกจากการสร้างภาวะความสบายแล้วยังช่วยประหยัดพลังงานจากการใช้ เครื่องปรับอากาศอีกด้วย

งานวิจัยเรื่อง เครื่องตากผ้า-เก็บผ้าอัตโนมัติ [8] พบว่า การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบและพัฒนาเครื่องตากผ้า-เก็บผ้าอัตโนมัติ เพื่อการนำไปพัฒนาต่อ และเพื่อเป็นแนวทางดี ๆ ให้กับคนที่สนใจในเรื่องเกี่ยวกับการทำเครื่องตากผ้า-เก็บผ้าอัตโนมัติในการตากผ้า-เก็บผ้าเพื่อลดความกังวนใจว่าผ้าที่ตากไว้นั้นจะเปียกฝน เครื่องมือที่ใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการพัฒนาเครื่องตากผ้า-เก็บผ้าอัตโนมัติ ผู้ทดลองใช้งานจำนวน 20 ครั้ง เครื่องมือที่ใช้คือแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบเก็บผ้าได้โดยที่เซนเซอร์รับค่าต่ำกว่า 450 และตากผ้าได้โดยที่เซนเซอร์รับค่าต่ำกว่า 500 สรุปได้ว่า เครื่องตากผ้า-เก็บผ้าอัตโนมัติทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไข สามารถนำพัฒนาเพื่อไปใช้งานจริงได้

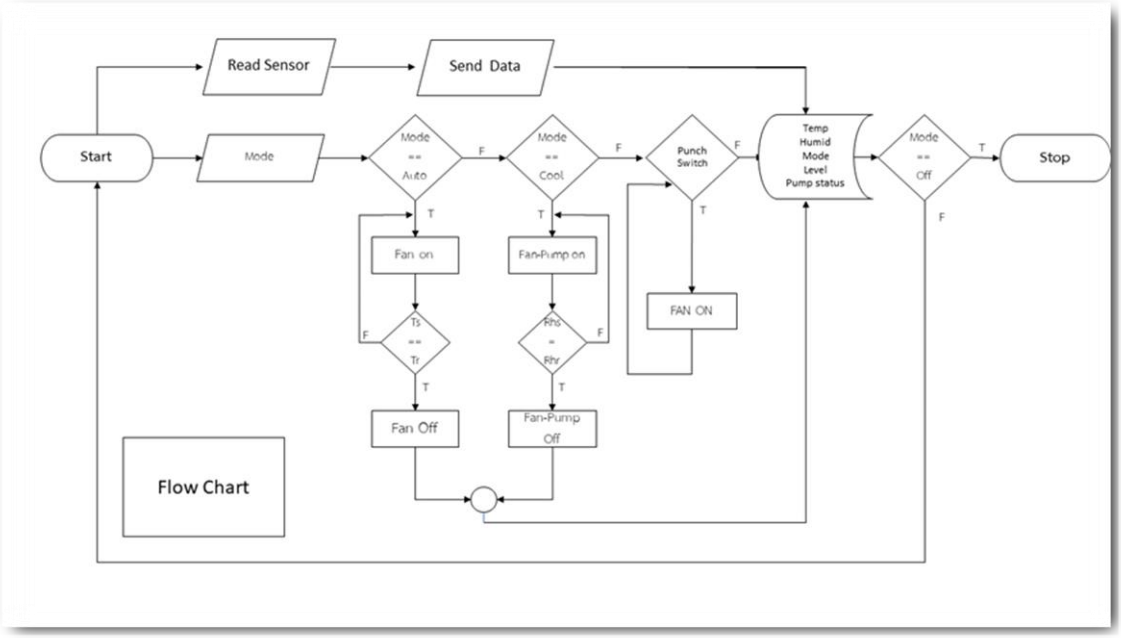
งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบ [9] มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอพพลิเคชันสาหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล โดยพัฒนาผ่าน Ionic Framework สาหรับใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล ซีเอสเอส และจาวาสคริปต์ และมีการใช้บอร์ด NodeMCU , Relay, PIR Motion Sensor Module และ DS3231 module มาพัฒนาเป็นอุปกรณ์เพื่อรองรับการทางานของแอพพลิเคชัน และประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของแอพพลิเคชัน ผลวิจัยพบว่าแอพพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จาก Ionic Framework ซึ่งแอพพลิเคชันสามารถใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยใช้ NodeMCU ในการรับคำสั่งจาก แอพพลิเคชัน และ Relay ในการควบคุมสวิตช์เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า แม้ตัวผู้ใช้งานแอพพลิเคชันจะอยู่ห่างไกลกับเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น แต่ก็ทำให้ผู้ใช้งานใช้งานได้อย่างสะดวกสบายมากขึ้น

ผลวิจัยพบว่าผู้วิจัยสามารถพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จาก Ionic Framework ซึ่งแอพพลิเคชันสามารถใช้ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยใช้ NodeMCU เพื่อการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านจากระยะไกล ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.29, S.D. = 0.69) แสดงว่าแอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้งานได้จริง และมีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

และงานวิจัยในเรื่อง ต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟผ่านแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ [10] ได้นำเสนอว่าปัจจุบันเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้ใช้ได้รับความสะดวกสบาย เนื่องจากการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นไปด้วยความเร่งด่วนต้องการความสะดวกประกอบกับเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ และอิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะระบบเครือข่ายไร้สายซึ่งกำลังมีการขยายตัวและใช้งานกันอย่างแพร่หลาย การเปิด-ปิดไฟภายในบ้านของเรา ยังจำเป็นที่จะต้องเดินไปเปิดปิดไฟตามจุดต่าง ๆ ที่ต้องการต้องการใช้งาน ทำให้เกิดความล่าช้าในเวลาเร่งด่วน รวมไปถึงอาจทำให้ลืมปิดไฟตามจุดต่าง ๆ ที่เราได้เปิดไว้ จนทำให้เกิดความกังวลเมื่อเราออกจากบ้านไปแล้ว และยังทำให้เกิดการสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้า และอาจจะก่อให้เกิดอัคคีภัยได้ งานวิจัยนี้ได้พัฒนาต้นแบบควบคุมการปิดเปิดไฟโดยใช้อุปกรณ์ NodeMCU ESP8266 โดยต่อผ่านชุดควบคุมสวิตช์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ผลจากการทดสอบ สามารถที่จะควบคุมการเปิด-ปิดไฟผ่านแอพพลิเคชันบนอุปกรณ์ที่รองรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ผ่านแอพพลิเคชันดังกล่าวได้

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ :

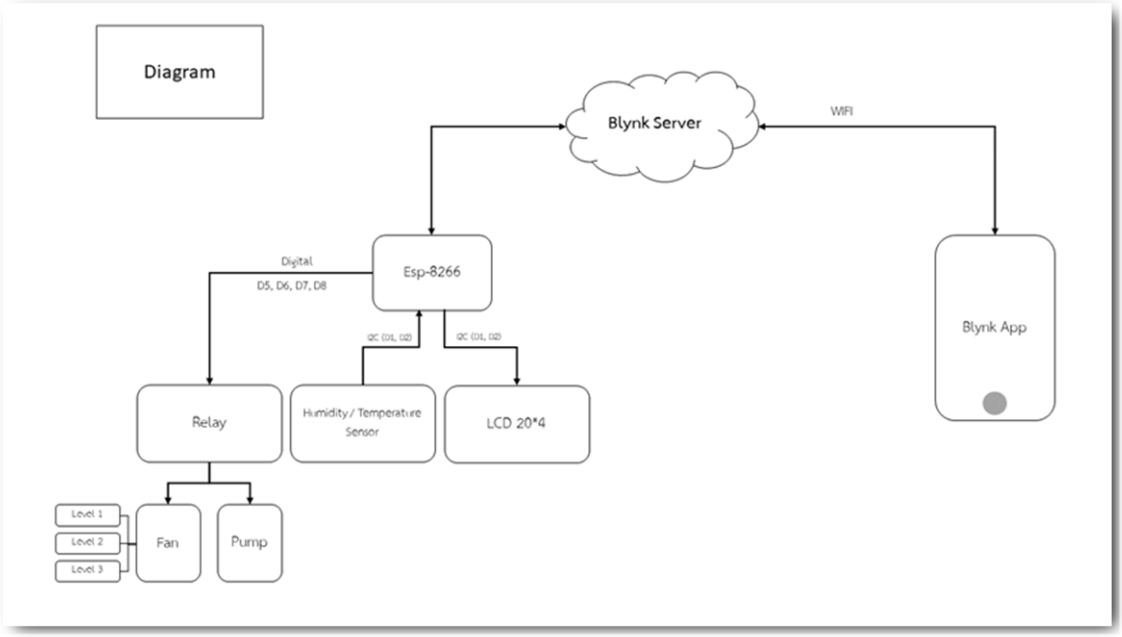
1. ศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูล
   1.1 ศึกษาการออกแบบและการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE
   1.2 ศึกษาภาษาซี
2. วิเคราะห์ระบบและออกแบบระบบ
   2.1 วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานหลักของระบบพัดลมไอน้ำอัจฉริยะ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 หลักของการทำงานระบบพัดลมไอน้ำอัจฉริยะ

เมื่อเข้าสู่การเมื่อเปิดสวิตช์ ON เซนเซอร์วัดอุณภูมิทำการอ่านข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังจอแสดงผล เพื่อทำการประมวลตามโหมดการทำงานโดยในโหมด Auto และ cool โดยแต่ละโหมดการทำงานโดยใช้หลักการเงื่อนไขการตัดสินใจแบบ Temp set และ Temp read โดยจะทำงานตามที่ตั้งค่าอุณภูมิไว้ โดยมอเตอร์พัดลมและปั๊มน้ำจะงานวนลูปจนกว่าจะถึงอุณภูมิที่ตั้งค่าไว้ ถ้าหากอุณภูมิถึงที่เราตั้งค่าไว้จะหยุดการทำงานและโหมด Manual จะทำงานถ้าปุ่มถูกกดมอเตอร์จะทำงาน และถ้าปุ่มกดถูกกดปิดมอเตอร์จะหยุดการทำงาน

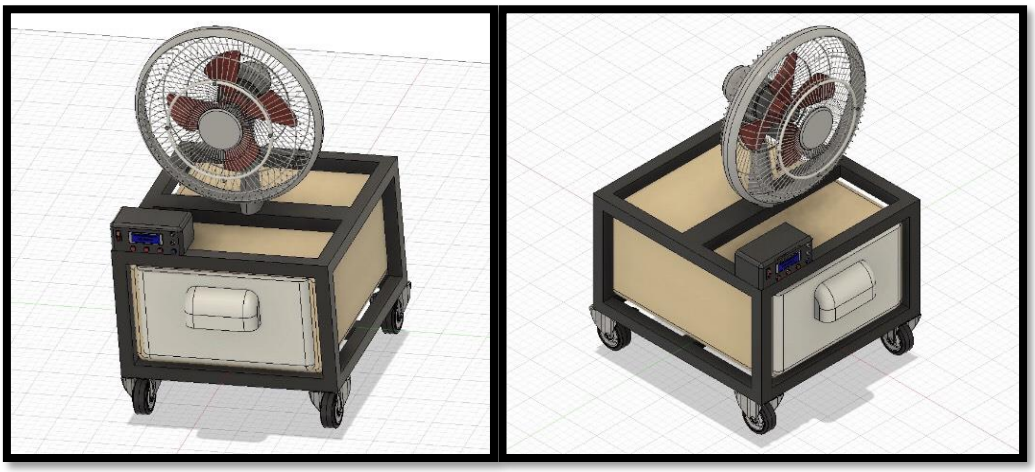
2.2 ออกแบบอุปกรณ์และวางผังงานของระบบ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ผังการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบพัดลมไอน้ำอัจฉริยะ

หลักการทำงานของพัดลมควบคุมด้วยอุณหภูมิอัตโนมัติ เมื่อเปิดสวิตช์แบบอัตโนมัติเซนเซอร์จะวัดอุณหภูมิโดยรอบว่ามีอุณหภูมิโดยรอบเท่าไรตัวเซนเซอร์ส่ง ข้อมูลไปยังบอร์ดควบคุมบอร์ดจะทำการประมวลผลตามที่เราได้เขียนคำสั่งลงไปเมื่อบอร์ดประมวลเสร็จจะสั่งให้ หน้าจอ LCD แสดงอุณหภูมิที่วัดได้พร้อมแสดงเบอร์ที่พัดลมกำลังทำงานและจะสั่งให้รีเลย์ทำงานจ่ายไฟไปตามเบอร์ของพัดลมที่เขียนคำสั่งไว้ และมีการแสดงผลและการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

2.3 ออกแบบต้นแบบของชิ้นงาน



รูปที่ 3 ต้นแบบของชิ้นงานและด้านข้างต้นแบบชิ้นงาน



รูปที่ 4 หน้าจอควบคุมต้นแบบชิ้นงาน

ตารางที่ 1 ตารางผลการทำงานของโหมดออโต้ (Auto)

ระดับความเร็ว	การประมวลผล	เงื่อนไข	ผลการทำงาน
0	Temp Read - TempSet	0	หยุดทำงาน
1	Temp Read - TempSet	<=3	ทำงานที่เบอร์ 1
2	Temp Read - TempSet	<5,>=3	ทำงานที่เบอร์ 2
3	Temp Read - TempSet	<=10,>=5	ทำงานที่เบอร์ 3

ตารางที่ 1 ตารางผลการทำงานของโหมดออโต้ (Auto)
โดยใช้เกณฑ์จากงานวิจัย [7] การพัฒนาพัดลมปรับความเร็วตามสภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติ

3. การติดตั้งชุดอุปกรณ์พัดลมไอน้ำอัจฉริยะ
4. ทดสอบระบบและปรับปรุงระบบ โดยผู้ใช้งาน
5. นำต้นแบบที่ได้ไปทดลองใช้งานจริง
6. สรุปผลและจัดทำเอกสาร

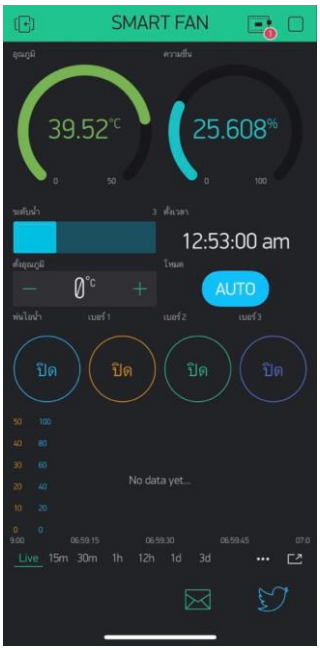
ผลการทดลอง :

1. การติดตั้งชุดอุปกรณ์พัดลมไอน้ำอัจฉริยะ



รูปที่ 5 ต้นแบบพัดลมไอน้ำอัจฉริยะด้านหน้า

2. การทำงานของแอปพลิเคชัน Blynk



รูปที่ 5 หน้าจอการทำงานของแอปพลิเคชัน Blynk

หน้าจอการทำงานของแอปพลิเคชัน Blynk มีดังนี้

1. แสดงอุณภูมิ ความชื้น เรียวทาม
2. แสดงระดับปริมาณน้ำในถังเก็บ
3. ตั้งเวลาเปิดปิด การทำงาน
4. แสดงสถานะโหมดการทำงาน ออโต้/เมนนวล
5. แสดงกราฟอุณหภูมิ
6. ตั้งอุณหภูมิที่ต้องการตามความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อม
7. เลือกโหมดการทำงานได้

3. การทดสอบระบบ

2.1 การทดสอบซอฟต์แวร์ ทดสอบชุดคำสั่งโดยการ compile ผ่านโปรแกรม NodeMCU ESP8266 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโค้ดโปรแกรมหาก compile ผ่านแล้วให้ทำการ Upload ลงบนตัวอุปกรณ์ NodeMCU ESP8266

2.2 การทดสอบการทำงานพัดลมอัจฉริยะ การทดสอบพัดลมในงานวิจัยนี้ เริ่มจากการตรวจสอบอุณภูมิและส่งไปยังบอร์ด NodeMCU ESP8266 แล้ว เมื่อเข้าสู่การเมื่อเปิดสวิตช์ ON เซนเซอร์วัดอุณภูมิทำการประมวลผลข้อมูลและส่งข้อมูลไปยังจอแสดงผลเพื่อทำการประมวลผลตามโหมดการทำงานในโหมด Auto ซึ่งในแต่ละโหมดการทำงานใช้หลักการเงื่อนไขการตัดสินใจแบบ Temp set และTemp read ซึ่งจะทำงานตามที่ตั้งค่าอุณภูมิไว้โดยมอเตอร์พัดลมและปั๊มน้ำจะทำงานต่อเนื่องจนกว่าจะถึงอุณภูมิที่ตั้งค่าไว้ถ้าหากอุณภูมิถึงที่ตั้งค่าไว้จะ พัดลมและปั๊มน้ำหยุดการทำงาน และโหมด Manual จะทำงานก็ต่อเมื่อปุ่มสวิตช์ถูกกดพัดลมจะทำงานตามปุ่มที่ถูกกด และถ้าหากปุ่มกดถูกกดปิดพัดลมจะหยุดการทำงาน โดยแสดงผลผ่านแอพพลิเคชัน Blynk และจอ LCD

4. ผลการทดสอบการทำงานของระบบ

ผลการทดสอบพัดลมในงานวิจัยนี้ เมื่อ sensor รับค่าและส่งไปยังบอร์ด NodeMCU ESP8266 แล้ว บอร์ดทำการประมวลผลตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้องทำให้การทำงานของระบบทำงานได้ปกติ

5. ผลการทดสอบของระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยการตั้งค่าอุณภูมิที่ต้องการจำนวน 10 ครั้ง ต่อเนื่องกัน พบว่าระบบสามารถสามารถทำงานได้ทั้งหมด 10 ครั้ง และระยะเวลาในการทำงานหลังจากวัดอุณภูมิกับการตั้งค่าการประมวลผลเพื่อนำไปแสดงผลบนแอปพลิเคชันจะแสดงภาพที่ได้รับจากระบบแสดงดังตารางการทดสอบ

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการทดสอบโดยใช้โหมด อัตโนมัติ (Auto)

ครั้งที่	อุณภูมิที่กำหนดในแอปพลิเคชัน (°C)	อุณภูมิเซนเซอร์อ่านค่าได้ (°C)	Level เดิม	Level ใหม่	ค่าความแตกต่างของอุณภูมิ(°C)	สถานะการทำงาน
1	25°C	30°C	0	3	5°C	ปกติ
2	28°C	32°C	0	3	7°C	ปกติ
3	30°C	30°C	0	0	0°C	ปกติ
4	30°C	31°C	0	1	1°C	ปกติ
5	30°C	32°C	0	1	1°C	ปกติ
6	28°C	31°C	0	3	3°C	ปกติ
7	27°C	30°C	0	3	3°C	ปกติ
8	25°C	30°C	0	5	5°C	ปกติ
9	29°C	30°C	0	1	1°C	ปกติ
10	33°C	33°C	0	0	0°C	ปกติ
ผลสรุป						**ปกติ**

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกผลการทดสอบโดยใช้โหมด อัตโนมัติ (Auto)

ผลการทดลอง เมื่อเปิดพัดลมระบบอัตโนมัติ ไว้พัดลมจะปรับตามอุณหภูมิในห้องเท่ากับ 20 °C ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 20 °C จะหยุดทำงานอัตโนมัติ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 21–22 °C พัดลมจะทำงานที่ เบอร์ 1 แต่ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 23–24 °C พัดลมทำงานที่เบอร์ 2 และตั้งแต่ 25 °C ขึ้นไปพัดลมจะทำงานที่เบอร์ 3

สรุปผลการทอลองและข้อเสนอแนะ :

1. สรุปผลการดำเนินงาน

ระบบพัดลมอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นระบบสามารถตรวจวัดอุณหภูมิเพื่อกำหนดความแรงของพัดลมในการหมุนโดยมีเงื่อนไขการประมวลผลตามคำสั่งที่กำหนดไว้โดยสามารถทำงานตามคำสั่งได้และมีการควบคุมผ่านระบบสมาร์ทโฟนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

สำหรับการพัฒนาต่อในอนาคตสามารถทำได้หลายอย่าง เช่น การควบคุมมอเตอร์ทิศทางของพัดลมและการควบคุมการเคลื่อนที่ของพัดลม สามารถนำไปต่อยอดเพื่อนำไปใช้ในปรับเปลี่ยนหรือประยุกต์ในรูปแบบอื่น เป็นต้น

ตารางที่ 3 ตารางผลการประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพของพัดลมไอน้ำอัตโนมัติ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	$S.D.$	แปลผล
1.การแสดงสถานะเข้าใจง่าย	4.60	0.77	ดีมาก
2.ความปลอดภัยในการใช้งาน	3.33	0.78	พอใช้
3.พัดลมไอน้ำอัตโนมัติมีความเหมาะสมกับการใช้งาน	3.67	0.78	มาก
4.ความสวยงามของหน้าจอแอปพลิเคชัน	4.00	0.78	มาก
5.การลดปัญหาความยุ่งยากในการเปิด-ปิด ที่สวิตซ์	3.67	0.78	มาก
6.ความเร็วในการตอบสนองในการสั่งงาน	3.00	0.79	พอใช้
7.ความสามารถในการนำไปใช้งานจริง	4.33	0.77	มาก
8.แอปพลิเคชัน มีประสิทธิภาพในการใช้งาน	3.67	0.78	มาก
9.ระบบตอบสนองตรงตามความต้องการของผู้ใช้	3.33	0.77	พอใช้
10.การติดตั้งสวยงามเรียบร้อย	4.60	0.77	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**3.73**	**0.78**	**มาก**

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพพัดลมไอน้ำอัตโนมัติ

ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งานพัดลมไอน้ำอัจฉริยะ โดยผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 10 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.73 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78 แปลผลเท่ากับ ระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับ สมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ สามารถนำพัดลมไอน้ำอัตโนมัตินำไปใช้ประโยชน์เพื่อการตอบสนองในการสั่งงานพัดลมไอน้ำอัจฉริยะในโหมดอัตโนมัติ

2. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการทำพัดลมในงานวิจัยนี้มีค่าใช้จ่ายประมาณ 5,500.- บาท ซึ่งเป็นค่าใช่จ่ายที่ไม่สูงมากจึงเหมาะสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป หากเป็นการประยุกต์ไปใช้ในอุสาหกรรมโรงงานที่มีการใช้พัดลมในการทำงาน เช่น โรงงานผลิตเครื่องมือต่างๆ จะเป็นการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ยังไม่ได้มีการหาประสิทธิภาพในเรื่องของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เทียบกับการใช้งานเปิด-ปิดไฟฟ้าแบบเดิม โดยจะมุ่งศึกษาเฉพาะเรื่องการใช้โหมดอัตโนมัติ และความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบเท่านั้น ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาระบบให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นต่อไปดังต่อไปนี้

1. พัฒนาระบบให้มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลสถิตการใช้ไฟฟ้า
2. พัฒนาส่วนของคำนวณการประหยัดค่าไฟฟ้ารวมทั้งรายงานสรุปการใช้งาน และการประหยัดค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน
3. พัฒนาให้ระบบสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ภายในบ้านเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ :

โครงงานนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ โดยได้รับความช่วยเหลือและการสนับสนุนที่ดีจากสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิทยาลัยแม่ฮ่องสอน วิทยาเขตแม่ฮ่องสอน และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้คำปรึกษาด้านการทำระบบเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง :

[1] Thai Arduino Club, “Arduino คืออะไร”, สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2562, จาก https://thaiarduino.club/what-is-arduino/

[2] กฤษณะ มีสุข, “Blynk”, สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2562, จาก http://blynk.iot-cm.com/

[3] สนธยา นงนุช, “ESP8266 ตอนที่ 1 รู้จักกับ ESP และรุ่นที่นิยมใช้งาน”, สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2562, จาก https://www.ioxhop.com/article/13/ esp8266-ตอนที่-1-รู้จักกับ-esp-และรุ่นที่นิยมใช้งาน

[4] บริษัท แสงชัยมิเตอร์ จำกัด, “เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ / ความชื้น”, สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2562, จาก https://www.sangchaimeter.com/category/อุณหภูมิ-ความชื้น-temperature-humidity/เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ-ความชื้น-Temperature-Humidity-Sensors

[5] ไกรสร สืบบุญ, “สอนใช้งาน Arduino วัดระยะทางด้วย เซ็นเซอร์วัดระยะทาง Ultrasonic Module HC-SR04”, สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2562, จาก https://www.arduinoall.com/article/233/33-arduino-สอนใช้งาน-arduino-วัดระยะทางด้วย-เซ็นเซอร์วัดระยะทาง-ultrasonic-module-hc-sr04

[6] ธีรัช อินพุ่ม, พงศธร รอดประสิทธิ์ และ สหรัฐ ตะกรุดแก้ว, พัดลมปรับความเร็วตามอุณหภูมิ, วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2557.

[7] ณรงค์ วัชรเสถียร, การพัฒนาพัดลมปรับความเร็วตามสภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติ, กรุงเทพมหานคร : ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย, 2543.

[8] อนุรักษ์ ฐานวรานุรักษ์, เครื่องตากผ้า-เก็บผ้าอัตโนมัติ, วิทยาลัยแม่ฮ่องสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, 2562.

[9] สมประสงค์ อินทรรักษ์ และ สุนันทา ศรีม่วง, การพัฒนาแอพพลิเคชั่นสาหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบ, วารสารโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, ปีที่ 3, ฉบับที่ 1, หน้า 57- 62 (2560).

[10] จามจุรี กุลยอด และ ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์, ต้นแบบระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟผ่านแอพพลิเคชัน บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์, รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 4 ,หน้า 1388-1393 (2560).

ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าใช้อาคารวิทยาลัยแม่ฮ่องสอนด้วยการตรวจจับใบหน้า

ACCESS RECORDING SYSTEM FOR BUILDING ACCESS TO MAE HONG SON COLLEGE BUILDING WITH FACE DETECTION

ศักดิ์สิทธิ์ ก่อพงศ์เกษม, ภัทรมน พันธุ์แพง และ สัญฌา พันธุ์แพง*
Saksit Kopongkasem, Phattharamon Phanphaeng and Sancha Panpaeng*
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิทยาลัยแม่ฮ่องสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน 58000 ประเทศไทย
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สัญฌา พันธุ์แพง อีเมล: sancha@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ:

ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าใช้อาคารวิทยาลัยแม่ฮ่องสอนด้วยการตรวจจับใบหน้า มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการบันทึกการเข้าใช้งานอาคาร เพื่อให้มีความรวดเร็ว แม่นยำ ในการบันทึกข้อมูลและตอบสนองความต้องการขององค์กร โดยอุปกรณ์จะทำงานผ่านสัญญาณเครือข่ายไร้สาย โดยแสดงสถานะเข้าใช้อาคาร ระบุตัวตนผู้เข้าใช้ผ่านระบบตรวจจับใบหน้า ส่งไปยังฐานข้อมูลและแสดงผลการทำงานผ่านเว็บไซต์ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งผ่านบอร์ด Raspberry Pi 3 กับอุปกรณ์ Webcam โดยใช้ภาษา Python ร่วมกับ OpenCV พัฒนาระบบตรวจจับใบหน้าและภาษา PHP กับฐานข้อมูล MySQL ในการพัฒนาเว็บไซต์ ผลการดำเนินงานระบบสามารถตรวจจับบันทึกข้อมูลการเข้าใช้อาคาร และแสดงผลผลการบันทึกผู้ที่เข้าใช้อาคารได้ตอบสนองวัตถุประสงค์ของการจัดทำโครงการนี้

คำสำคัญ : ระบบบันทึกข้อมูล การตรวจจับใบหน้า ราสเบอร์รี่พาย โอเพนซีวี

Abstract:

The purpose of this project is to design and develop a system to record the usage of the building to be fast, accurate in data recording and meet the needs of the organization. Which the device will operate via wireless network signal by showing the status of building access Identify users through the face detection system, send to the database and display the performance through the website. Applying the internet technology of all things through the Raspberry Pi 3 to a webcam device using Python with OpenCV, developing face detection systems and PHP language with the MySQL database for website development. The system can detect and record building access data. And display the results of the logs. The people using the building have fulfilled the objectives of this project.

Keywords: Access Recording System, Face Detection, Raspberry Pi, OpenCV

บทนำ :

เทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในการดำเนินงานในองค์กร แต่ละหน่วยงานจะต้องมีบุคคลหลายฝ่ายทั้งภายในและภายนอกเข้ามาติดต่อธุระด้านในของอาคารสถานที่ การดำเนินงานในรูปแบบเดิมจะมีการจัดเวรยามเพื่อการทำบันทึกจดจำการเข้าออกสถานที่ดังกล่าว เป็นการรักษาความปลอดภัยตามมาตราการในการรักษาความปลอดภัยของสถานที่ เพื่อพิทักษ์รักษาความปลอดภัยแก่อาคาร ตลอดจนวัสดุ อุปกรณ์ เจ้าหน้าที่และเอกสารในอาคารสถานที่ให้พ้นจากการโจรกรรม การจารกรรม และการก่อวินาศกรรม หรือเหตุอื่นใด อันจะทำให้เกิดความเสียหายในการทำงานขององค์กรได้

การสังเกตจดจำตำหนิรูปพรรณของบุคคลผู้มีลักษณะและพฤติกรรมเป็นหนึ่งในมาตรการรักษาความปลอดภัย เพื่อช่วยเหลือในกรณีเกิดเหตุร้ายได้ แต่เนื่องจากการสังเกตจดจำ สามารถทำได้ในกรณีสิ่งที่เห็นอย่างง่าย สิ่งที่เป็นจุดเด่นผิดปกติชัดเจน แต่ในกรณีที่คนร้ายมีการพลางใบหน้า เช่น การสวมแว่นตากันแดด หรือทำให้สังเกตส่วนอื่นของร่างกาย หากไม่ได้รับการฝึกจดจำอย่างแม่นยำ และไม่มีข้อมูลที่สามารถนำไปตรวจสอบได้อาจจะทำให้เกิดจำที่ผิดพลาดได้ ปัจจุบันเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนาเพื่อนำมาใช้งานด้านการรักษาความปลอดภัย ได้แก่ เทคโนโลยีตรวจจับใบหน้า ซึ่งเป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาอัลกอริทึมในการทำงานของระบบออกมามากมายหลายรูปแบบแตกต่างกันไปตามความสนใจของนักวิชาการ และมีผู้คนสนใจศึกษาและพัฒนากันอย่างมากมายจนทำให้ มีองค์ความรู้และเทคโนโลยีของอุปกรณ์ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นให้มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในระบบ ระบบรู้จำใบหน้ามีความน่าเชื่อถือมากขึ้น จนมีการนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเช่นในหลายๆประเทศได้มีการนำระบบรู้จำใบหน้ามาติดตั้งในสนามบินเพื่อป้องกันคนร้ายหนีเข้าออกนอกประเทศ และมีระบบรู้จำใบหน้าสำหรับการยืนยันตัวคนร้ายในคดีต่างๆ ด้วย

วิทยาลัยแม่ฮ่องสอน วิทยาเขตแม่ฮ่องสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เป็นสถานที่ราชการ ที่เปิดให้บริการสำหรับนักศึกษาและบุคลากรทั้งภายในและภายนอกเข้ามาใช้ ตลอดจนบุคคลทั่วไปสามารถเดินเข้าใช้อาคารได้หลายทาง ไม่มีข้อกำหนดและการควบคุมการเข้า-ออก เป็นพิเศษ มาตรฐานในการรักษาความปลอดภัยของสถานที่ไม่เข้มงวด ขาดเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย เฉพาะอาคาร ขาดเครื่องกีดขวาง ยังไม่มีระบบการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลของผู้ที่เข้าใช้อาคาร ดังนั้นหากเกิดเหตุจะทำให้เกิดความล่าช้าในการตรวจสอบผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพิ่มเติมและวิเคราะห์และออกแบบพัฒนาระบบตรวจจับใบหน้าผู้ที่เข้าใช้อาคาร เพื่อบันทึกจดจำใบหน้าและตรวจสอบผู้เข้าใช้อาคาร เป็นมาตรการรักษาความปลอดภัยอีกรูปแบบหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของโครงงาน :

1) เพื่อพัฒนาระบบการบันทึกตรวจจับใบหน้าผู้เข้าใช้งานอาคาร
2) เพื่อระบุตัวตนของผู้เข้าใช้งานอาคารได้อย่างแม่นยำ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง :

ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าใช้อาคารวิทยาลัยแม่ฮ่องสอนด้วยการตรวจจับใบหน้า เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง โดยมีส่วนของ Software ที่ใช้ในการพัฒนาประกอบด้วย 1) ภาษาโปรแกรม Python [1] เป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง เป็นภาษาสคริปต์ที่อ่านง่าย Python มีการทำงานแบบ Interpreter คือเป็นการแปลชุดคำสั่งทีละบรรทัด เพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผลให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ 2) OpenCV (Open source Computer Vision) [2] เป็นไลบรารีฟังก์ชันการเขียนโปรแกรม (Library of Programming Functions) OpenCV เป็นไลบรารีแบบข้ามแพลตฟอร์ม (Cross-Platform) และใช้งานได้ฟรีภายใต้ลิขสิทธิ์ของ BSD แบบโอเพ่นซอร์ส (Open-Source BSD License) สนับสนุนเฟรมเวิร์กการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning Frameworks) ได้แก่ TensorFlow, Torch/PyTorch และ Caffe โดยที่ OpenCV สนับสนุนการทำระบบรู้จำใบหน้า (Facial recognition system) และ ภาษาโปรแกรม PHP กับ ฐานข้อมูล MySQL ในการพัฒนาเว็บไซต์

สำหรับ Hardware ที่ใช้ในการพัฒนาจะประกอบไปด้วย Raspberry Pi หรือ ราสเบอร์รี่ พาย [3] คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่ผลิตจากประเทศ China, UK หรือ Japan สามารถต่อเข้ากับจอคอมพิวเตอร์โดยผ่าน HDMI หรือจะใช้ตัวแปลง HDMI to VGA ก็ได้ และยังรองรับเมาส์/คีย์บอร์ด/อุปกรณ์อื่นๆ ผ่านทาง USB Port อีกทั้งยังสามารถต่อสายแลน 10/100 RJ45 ได้อีก

ด้วย Raspberry Pi มี Bluetooth และ Wi-Fi 802.11n Controller On-Board สามารถใช้งานได้ทันที สามารถต่อ I/O (Input/Output) ร่วมกับเซนเซอร์ต่างๆ ทั้งสามารถทำเป็น Media Center และอุปกรณ์ Webcam อีกด้วย

จากการศึกษางานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียนด้วยวิธีการรู้จำใบหน้า Attendance monitoring system with face recognition technologies [4] ได้ศึกษาปัญหาการใช้เวลาที่ยาวนานสำหรับตรวจสอบการเข้าเรียนเป็นสาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับผู้สอนในปัจจุบัน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงมีหลายงานวิจัยที่ให้ความสำคัญในการแก้ปัญหาโดยนำเสนอระบบตรวจสอบการเข้าเรียน ด้วยวิธีการรู้จำใบหน้า แต่จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัยพบว่า งานวิจัยเหล่านั้นยังขาดประสิทธิภาพในการรู้จำ ใบหน้าได้อย่างถูกต้อง และนักศึกษาไม่สามารถตรวจสอบและแจ้งแก้ไขข้อมูลเมื่อตรวจสอบผิดพลาดภายใน ห้องเรียน ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบนักศึกษาเข้าเรียนด้วยวิธีการรู้จำใบหน้าที่มี ความถูกต้องสูง และมีระบบกลไกที่ทำให้นักศึกษาสามารถตรวจสอบได้ง่าย โดยได้ทำการทดลองตรวจสอบหาวิธีการรู้จำใบหน้าที่มีความถูกต้องสูงที่สุดจากเทคนิคที่เป็นที่นิยม 3 เทคนิค คือ เทคนิค Eigenface recognition เทคนิค Fisher face recognition และเทคนิค Local Binary Pattern Histograms (LBPH) recognition เพื่อนนำไปใช้ใน ระบบที่พัฒนา ซึ่งจากการทดลองความสามารถของระบบพบว่า LBPH recognition มีความถูกต้องในการระบุตัวตน สูงถึง 94.21 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังได้พัฒนาวิธีการแสดงผลการตรวจสอบแบบเรียลไทม์บนเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อให้นักศึกษาสามารถตรวจสอบและแจ้งแก้ไขในกรณีที่มีผลการตรวจสอบผิดพลาด

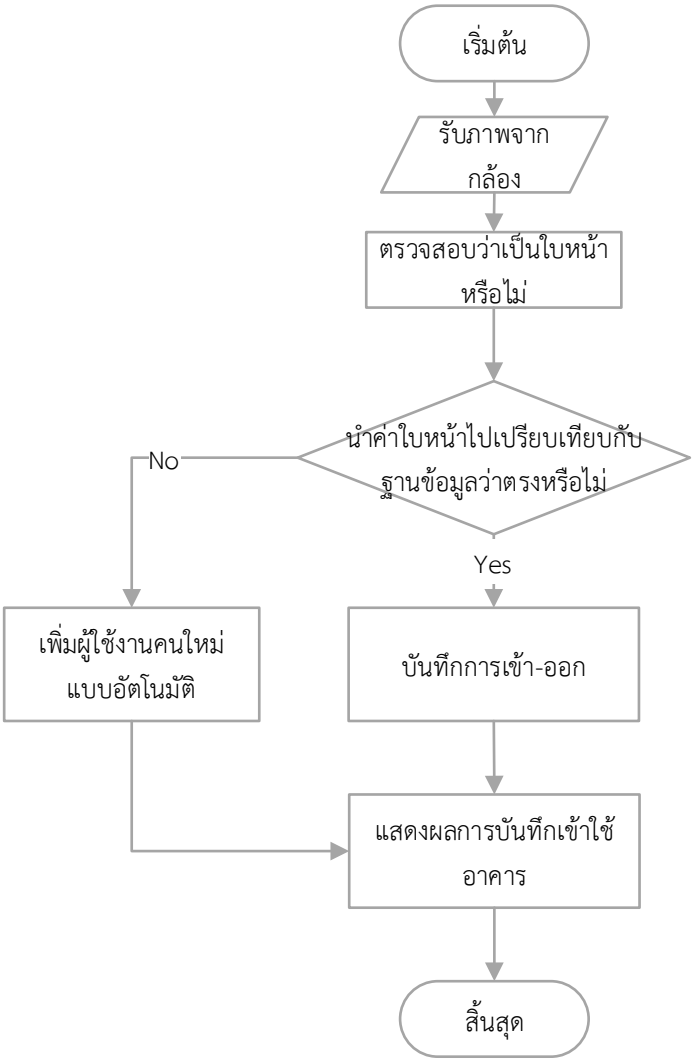
งานวิจัยเรื่อง เทคนิคการตรวจจับใบหน้าคนด้วยโครงข่าย ART แบบดัดแปลง [5] ได้เสนอวิธีการศึกษาระบบการตรวจจับหน้าคนเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์สำหรับการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างคนและคอมพิวเตอร์ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบทฤษฎีเรโซแนนซ์แบบปรับตัวเป็นกลไกหลักสำหรับคัดแยกความเป็นหน้าคน โดยก่อนทำการคัดแยกระบบจะทำการแปลงข้อมูลภาพด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูลที่เป็นตัวแทนของข้อมูลภาพนั้น ข้อมูลภาพที่ผ่านการแปลงนี้ จะมีขนาดของข้อมูลทีเล็กลง และยังคงข้อมูลที่บ่งบอกความเป็นหน้าคน โดยที่ประสิทธิภาพในการคัดแยกหน้าคนของโครงข่ายสามารถยอมรับได้ นอกจากนั้นโครงข่ายยังมีลักษณะพิเศษที่สามารถเรียนรู้รูปแบบใหม่ได้โดยยังคงจดจำรูปแบบก่อนหน้านั้นเพื่อให้ระบบการตรวจจับหน้าคนมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง เหมาะสมกับการใช้งานการจดจำหน้าคนได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นแล้ว ในขั้นตอนการเรียนรู้ของโครงข่ายจีนเนติกอลักอริทึมได้ถูกนำมาช่วยในการหาค่าพารามิเตอร์ของโครงข่ายทีเหมาะสมที่สุด เพื่อที่จะมันใจว่าระบบมีประสิทธิภาพในการคัดแยกมากที่สุด ระบบที่นำเสนอนี้สามารถเพิ่มขีดความสามารถของกระบวนการเรียนรู้ ทำให้ได้มาซึ่งการจดจำหน้าคนที่ดีขึ้น

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับและรู้จำใบหน้า [6] เป็นการศึกษาและพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับใบหน้าทำขึ้น และเป็นระบบที่มีลักษณะเป็นเว็บแอพพลิเคชั่นยังสามารถใช้งานได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องลงโปรแกรมเสริมอีกด้วย โดยเริ่มจากกระบวนการสร้างฐานข้อมูลรูปภาพ และการพัฒนาระบบในลักษณะเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อนาไปใช้งาน โดยใช้ Haar-Like Feature ในการตรวจจับใบหน้า และใช้ Local Binary Patterns Histogram ในการรู้จำใบหน้า โดยเบื้องต้นมีความแม่นยำของการรู้จำใบหน้าที่ 48% จากการทดสอบกับชั้นเรียนจริงพบว่าระบบนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนมาเข้าชั้นเรียนเพิ่มขึ้นได้

และงานวิจัยเรื่อง การรู้จำใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะทั้งใบหน้าและเฉพาะเชิงเรขาคณิต สามเหลี่ยมของตาและปากร่วมกับแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิต [7] งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการเพิ่ม ประสิทธิภาพการพิสูจน์ทราบตัวตนด้วยการรู้จำใบหน้า โดยการใช้ คุณลักษณะของใบหน้าทั้งใบหน้าร่วมกับคุณลักษณะเฉพาะส่วนของ ใบหน้าด้วยแบบจำลองเชิงเรขาคณิตสามเหลี่ยมของตาและปากร่วมกับแบบจำลองใบหน้าเชิงเรขาคณิตในการค้นหาตำแหน่งเฉพาะส่วนของ ใบหน้า 4 ส่วน คือ ตาซ้าย ตาขวา จมูก และปาก ซึ่งเป็นการนำเสนอวิธีการพิสูจน์ ทราบ และระบุยืนยันตัวตน ด้วยการรู้จำใบหน้า ด้วยการใช้ภาพใบหน้าทั้งใบหน้าในการรู้จำภาพใบหน้า 120 ภาพ พบว่า ประสิทธิภาพในการรู้จำยังไม่ดีเท่าที่ควร แต่เมื่อใช้หลักการรู้จำภาพใบหน้าใช้วิธีการไอเกนเฟส พบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการรู้จำมากขึ้นเป็น 90.83%

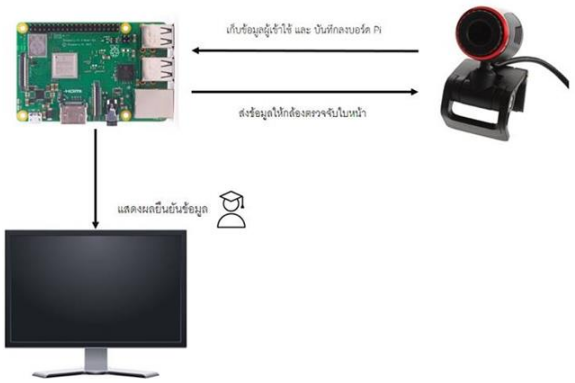
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ :

1. ศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการบันทึกการเข้าใช้งานอาคาร
2. ศึกษาศึกษาเกี่ยวกับระบบตรวจจับใบหน้า ศึกษาเกี่ยวกับ Raspberry Pi + OpenCV
3. วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมและศึกษามาเกี่ยวกับระบบ
4. ออกแบบระบบการบันทึกการเข้าใช้งานอาคารวิทยาลัยแม่ฮ่องสอน ด้วยการตรวจจับใบหน้า
   4.1 วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานหลักของระบบ จากหลักของการทำงานระบบรู้จำใบหน้า ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 หลักของการทำงานระบบรู้จำใบหน้า

4.2 ออกแบบอุปกรณ์และวางผังงานของระบบ ดังรูปที่ 2



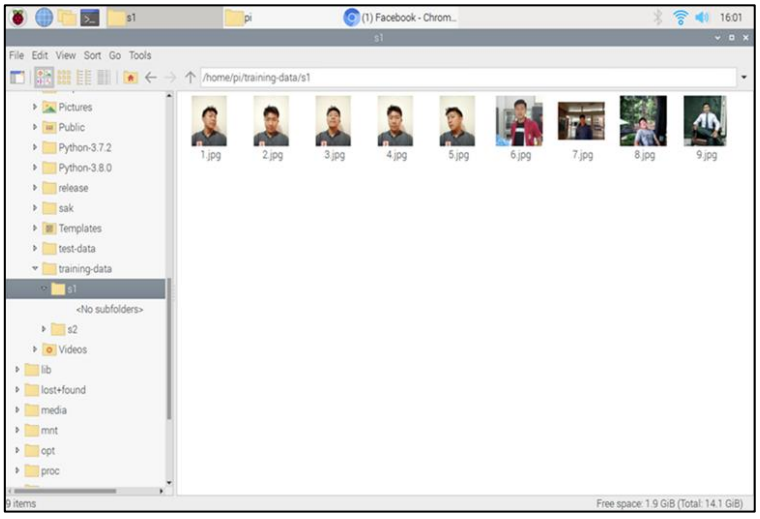
รูปที่ 2 ผังการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

5. สร้างและพัฒนาระบบการสร้างและพัฒนาระบบตรวจจับใบหน้าผู้เข้าใช้อาคาร B วิทยาลัยแม่ฮ่องสอนโดยเริ่มจากการต่ออุปกรณ์ต่างๆ ให้เชื่อมต่อกันและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบให้สามารถทำงานได้
6. ติดตั้งและทดสอบระบบเมื่อระบบสามารถทำงานได้แล้วก็มีการติดตั้งและทดสอบการทำงานของระบบรวมถึงการแก้ไขหากเกิดปัญหากับระบบ
7. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลอง :

1. ผลการจัดเก็บรูปใบหน้า

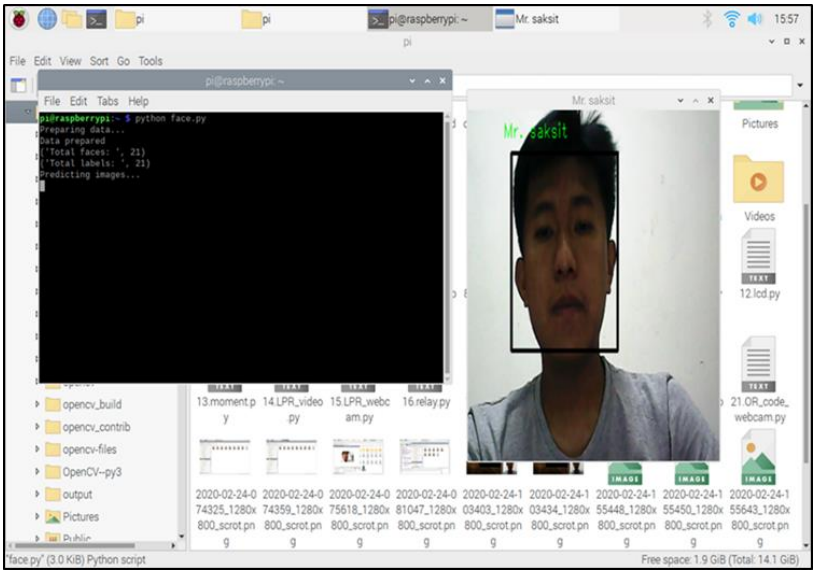
การจัดเก็บข้อมูลใบหน้าแต่ละบุคคลเก็บข้อมูลเป็นโฟลเดอร์ แยกโฟลเดอร์ 1 โฟลเดอร์ต่อ 1 คนในโฟลเดอร์ของแต่ละบุคคลเก็บรูปใบหน้า 8-10 รูป เพื่อให้ระบบมาเช็คข้อมูลรูปที่ตรวจจับได้เทียบกับรูปแต่ละโฟลเดอร์ว่าเป็นใบหน้าของใคร ดังรูปตัวอย่างต่อไปนี้



รูปที่ 3 ผลการจัดเก็บข้อมูลรูปใบหน้า

2. วิธีการทดลอง:

ทดสอบโดยการตรวจจับใบหน้า (Face Detection) เป็นกระบวนการค้นหาใบหน้าของบุคคลจากภาพหรือวิดีโอ จากนั้นก็จะทำการประมวลผลภาพใบหน้าที่ได้สำหรับขั้นตอนถัดไปเพื่อให้ภาพใบหน้าที่ตรวจจับได้ง่ายต่อการจำแนกและทดสอบการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) หรือ การจดจำใบหน้า เป็นการตรวจหาหรือวิเคราะห์โครงสร้างของใบหน้า และปรับภาพใบหน้าโดยอัตโนมัติ กล่าวคือ การตรวจใบหน้าของผู้ใช้งานว่ามีใบหน้าตรงกับฐานข้อมูลหรือไม่และระบุว่าเป็นใคร



รูปที่ 3 ผลการทดสอบการตรวจจับใบหน้าและการรู้จำใบหน้า

รูปที่ 3 ผลการทดสอบการตรวจจับใบหน้าและการรู้จำใบหน้า เป็นผลการทดสอบระบบโดยการตรวจจับใบหน้าผ่านกล้อง Webcam และทำการตรวจเช็คกับรูปภาพที่มีอยู่ในฐานข้อมูลว่าตรงกับรูปใดหรือไม่หากตรงให้ทำการระบุชื่อว่าเป็นใคร

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระบบ

ครั้งที่ทดสอบ	การจับภาพใบหน้า (ตรวจจับได้หรือไม่ได้)	การทดสอบการรู้จำใบหน้า (ถูกต้องหรือไม่ถูก)
1.	ได้	ถูก
2.	ได้	ถูก
3.	ได้	ถูก
4.	ได้	ถูก
5.	ได้	ถูก
6.	ได้	ถูก
7.	ได้	ถูก
8.	ไม่ได้	ไม่ถูก
9.	ได้	ไม่ถูก
10.	ไม่ได้	ไม่ถูก
11.	ได้	ถูก
12.	ได้	ถูก

ครั้งที่ทดสอบ	การจับภาพใบหน้า (ตรวจจับได้หรือไม่ได้)	การทดสอบการรู้จำใบหน้า (ถูกต้องหรือไม่ถูก)
13.	ได้	ถูก
14.	ได้	ถูก
15.	ได้	ถูก
16.	ได้	ถูก
17.	ได้	ถูก
18.	ได้	ถูก
19.	ได้	ถูก
20.	ได้	ถูก
21.	ได้	ถูก
22.	ไม่ได้	ไม่ถูก
23.	ไม่ได้	ไม่ถูก
24.	ได้	ถูก
25.	ได้	ถูก
26.	ได้	ถูก
27.	ได้	ถูก
28.	ได้	ถูก
29.	ได้	ถูก
30.	ได้	ถูก
สรุป	26/30	25/30
ร้อยละ	86.66	83.33

สรุปผลการทดสอบระบบมีดังนี้ ส่วนของการจับภาพใบหน้าทำการทดสอบ 30 ครั้ง สามารถตรวจจับได้ 26 ครั้ง ตรวจจับไม่ได้ 4 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 86.66 และในส่วนของการทดสอบการรู้จำใบหน้าทดสอบ 30 ครั้ง สามารถระบุตัวตนถูกต้อง 25 ครั้ง ระบุไม่ถูกต้อง 5 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 83.33 ข้อผิดพลาดในการตรวจจับใบหน้าและการรู้จำใบหน้าอาจเกิดจากแสงที่ไม่เพียงพอ ระยะห่างจากกล้องที่ไกลเกิน เป็นต้น

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

1. สรุปผลการดำเนินงาน

ระบบบันทึกข้อมูลการเข้าใช้อาคาร B วิทยาลัยแม่ฮ่องสอนด้วยการตรวจจับใบหน้า มีความสามารถในการ 1)บันทึกข้อมูลผู้ที่เข้าใช้อาคารเป็นประจำ 2)ตรวจจับใบหน้าผู้เข้าใช้งานอาคารที่เดินผ่านกล้องในระยะไม่เกิน 2 เมตร ได้อย่างชัดเจน 3) ตรวจสอบจากภาพเคลื่อนไหวกับข้อมูลมีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล แล้วระบุตัวตนได้อย่างถูกต้อง และทำการบันทึกข้อมูลการเข้าใช้อาคารโดยระบุตัวตนได้อย่างแม่นยำ

ผลการจัดเก็บรูปใบหน้า

การจัดเก็บข้อมูลใบหน้าแต่ละบุคคลเก็บข้อมูลเป็นโฟลเดอร์ แยกโฟลเดอร์ 1 โฟลเดอร์ต่อ 1 คนในโฟลเดอร์ของแต่ละบุคคลเก็บรูปใบหน้า 8-10 รูป เพื่อให้ระบบมาเช็คข้อมูลรูปที่ตรวจจับได้าเทียบกับรูปแต่ละโฟลเดอร์ว่าเป็นใบหน้าของใคร ดังรูปตัวอย่างต่อไปนี้

2. ข้อเสนอแนะ

1) เมื่อมีบุคคลเดินผ่านกล้องพร้อมกันจำนวนมากระบบไม่สามารถตรวจจับใบหน้าได้ทั้งหมดอย่างแม่นยำ

2) หากต้องการทดลองติดตั้งระบบภายนอกอาคาร ควรจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการบังกล้องให้พ้นจากแสงแดดและฝน เนื่องจากอาจทำให้ระบบขัดข้องและไม่สามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ

กิตติกรรมประกาศ :

โครงงานนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ โดยได้รับความช่วยเหลือและการสนับสนุนที่ดีจาก สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิทยาลัยแม่ฮ่องสอน วิทยาเขตแม่ฮ่องสอน และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้คำปรึกษาด้านการทำระบบเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง :

[1] ศรายุทธ นนท์สิริ,“ภาษาโปรแกรม Python”, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2562, จาก https://www.9experttraining.com/articles/python.

[2] ณัฐการ จันทรา, “OpenCV คืออะไร?”, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2562, จาก https://medium.com/@nut.ch40/opencv-คืออะไร-8771e2a4c414 -8771e2a4c414.

[3] กัมปนาท โชติกุล, “Raspberry Pi 3 [Overview]”, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2562, จาก https://sysadmin.psu.ac.th/2018/01/29/raspberry-pi-3-overview/

[4] เกรียงศักดิ์ ตรีประพิณ, ภัคภัทร นาอุดม และ ไพชยนต์ คงไชย, “การพัฒนาระบบตรวจสอบนักเรียนเข้าเรียนด้วยวิธีการรู้จำใบหน้า”, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, ปีที่ 20, ฉบับที่ 2, หน้า 92-105 (2561).

[5] อาทิตย์ ศรีแก้ว และ อภิรดี อัมพวะสิริ, เทคนิคการตรวจจับใบหน้าคนด้วยโครงข่าย ART แบบดัดแปลง, สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี:นครราชสีมา, 2553.

[6] พิชญา จตุรวัฒน์, ภาสินี พงศ์มานะวุฒิ และ มานพ พันธ์โคกกรวด, การพัฒนาระบบบันทึกเวลาเรียนด้วยการตรวจจับและรู้จำใบหน้า, วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศลาดกระบัง, ที่ 5, ฉบับที่ 1, หน้า 1-11 (2560).

[7] สมปอง เวฬุวนาธร และสุพจน์ นิตย์สุวัฒน์, “การรู้จำใบหน้าแบบใช้คุณลักษณะทั้งใบหน้าและเฉพาะเชิงเรขาคณิต”, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2562, จาก: https://lexitron.nectec.or.th/public.pdf.

ระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน
GARLIC AUTOMATIC WATERING SYSTEM WITH SOLAR ENERGY AND CONTROLLED VIA SMART PHONE

อาทิตยา แน่นแหน้, เอกราช พรนราหัสดีกุล, ณัฐกิตติ์ จินา และ สัญญา พันธุ์แพง*
Artitaya Nannae, Akaracj phonnrahatsidikun, Nuttakit Jina and Sancha Panpaeng*
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิทยาลัยแม่ฮ่องสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน 58000 ประเทศไทย
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สัญญา พันธุ์แพง อีเมล: sancha@g.cmru.ac.th

บทคัดย่อ:

โครงงานนี้นำเสนอการออกแบบระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาต้นแบบระบบรดน้ำแบบอัตโนมัติสำหรับสวนกระเทียมและในพื้นที่ที่ไฟฟ้าเข้าถึงยากโดยใช้แผงโซล่าเซลล์เป็นแหล่งพลังงานทดแทนและมีระบบสั่งการผ่านสมาร์ทโฟน ระเบียบวิธีในการพัฒนาระบบใช้แบบจำลองแบบน้ำตกในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งผ่านบอร์ด NodeMCU ESP8266 เขียนคำสั่งโปรแกรมเพื่อควบคุมตรวจสอบด้วยซอฟต์แวร์ชื่อ Arduino software 1.8.6 และแอพพลิเคชั่น App Blynk เป็นระบบสั่งการผ่านสมาร์ทโฟน นำระบบที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์ให้ผู้ใช้งานทดสอบ ทดลองใช้งานและประเมินผลสรุปผล มีการพื้นที่ปลูกกระเทียมในการทดสอบประมาณ 1 ตารางวาและชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลสัญญาณหมุนแผงโซล่าเซลล์ไปในทิศทางของแสงไปยังจุดที่มีความเข้มแสงสูงสุด ระบบให้น้ำจะใช้การประมวลผลการวัดความชื้นในดินด้วยเซนเซอร์ทำการประมวลผลสัญญาณผ่านชุดควบคุมการให้น้ำเมื่อถึงค่าความชื้นในดินที่เหมาะสมกับต้นกระเทียม และสั่งการผ่านสมาร์ทโฟนด้วยแอพพลิเคชั่น App Blynk ผลการทดสอบพบว่า ระบบรดน้ำกระเทียมโดยระบบควบคุมช่วยลดต้นทุนในการผลิตและประหยัดเวลา ทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนควบคุมการผลิต และเก็บเกี่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : ระบบรดน้ำอัตโนมัติ พลังงานแสงอาทิตย์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ กระเทียม

Abstract:

This project presents the design of automatic garlic watering system using solar energy and controllable via smart phone. The objective is to develop a prototype of an automatic watering system for garlic gardens, especially in the area that do not have access to electricity by using solar cells as a renewable source of energy, and be able to control the system via a smartphone. The methodology of this development uses the Waterfall model approach for the system analysis and design, implemented with the Internet of things technology through the NodeMCU ESP8266 WiFi controller board. The developers wrote the source program using programming languages in the Arduino 1.8.6 IDE and the App Blynk application to control via smartphone. The completed system was test, trial and evaluated by users. The automatic garlic watering system was tested in a garlic planting area covered about 1 square wah. The microcontroller processes the signal and rotated the solar panel to face dirction with the highest light intensity. The watering system uses soil moisture sensors to measure and process signals to control the plant watering to keep the suitable soil humidity for the garlic. The watering system can be controlled via smartphone with the App Blynk application. The result showed that the garlic watering system by the control system could reduce production costs and time, which allowed farmers to plan, control, and harvest their production efficiently.

Keywords: Automatic watering system, Solar energy, Microcontroller, Garlic

บทนำ :

กระเทียมของประเทศไทยได้รับการยอมรับว่ามีคุณภาพดีที่สุด ซึ่งมีลักษณะพิเศษ คือให้กลิ่นที่หอมฉุน และมีรสเผ็ด เหมาะกับการแปรรูปทุกชนิด กระเทียมถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจหลักชนิดหนึ่งของไทย ที่นิยมปลูกกันเป็นจำนวนมากในภาคเหนือ โดยเฉพาะจังหวัดลำพูน เชียงใหม่ และแม่ฮ่องสอน หากมองในภาพรวมของการปลูกกระเทียมทั้งประเทศ พบว่าในปี 2562 มีเนื้อที่เพาะปลูก 81,941 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 81,830 ไร่ และผลผลิตที่ได้รับเท่ากับ 84,039 ตัน กระเทียมเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกโดยส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ ในปี 2562 จังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีเนื้อที่เพาะปลูกกระเทียมในระดับที่สูงเป็นอันดับที่ 2 มีเนื้อที่เพาะปลูกเท่ากับ 22,869 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยวเท่ากับ 22,869 ไร่ และผลผลิตที่ได้รับเท่ากับ 25,216 ตัน [1]

หมู่บ้านสบหาร เป็นหมู่บ้านหนึ่งในในเขตการการปกครองของตำบลบ้านกาศ อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ชาวบ้านให้ความสนใจในการปลูกกระเทียมเป็นอย่างมากเพราะกระเทียมเป็นพืชเศรษฐกิจหนึ่งที่สำคัญของจังหวัดแม่ฮ่องสอน และเนื่องจากประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำในการทำการเกษตรในปัจจุบันสำหรับเกษตรกร

น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งในการปลูกพืชเป็นอย่างมาก เนื่องจากการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกกระเทียมให้ได้ผลผลิตปริมาณมากและมีคุณภาพของผลผลิตตรงตามความต้องการของตลาด การปลูกกระเทียมมีปัญหาในการดูแลไม่ทั่วถึง วัชพืชก็เป็นอีกอย่างที่ทำให้น้ำไม่ทั่วถึงต้นกระเทียม จึงจำเป็นจะต้องกำจัดวัชพืชเพราะนอกจากวัชพืชจะแย่งน้ำอาหารและแสงแดดกระเทียมแล้ว ทำให้รากของกระเทียมกระทบกระเทือนทำให้ชะงักการเจริญเติบโตและเหี่ยวตายได้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาวิธีการให้น้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช ถ้าหากให้น้ำปริมาณมากหรือระยะเวลาไม่เหมาะสม จะส่งผลกระทบให้กับพืชอาจเกิดผลเสียได้

ผู้วิจัยเสนอโครงงานเรื่องระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาช่วยพัฒนาระบบการให้น้ำในการปลูกกระเทียม

วัตถุประสงค์ :

1) เพื่อสร้างต้นแบบเครื่องรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
2) ศึกษาประสิทธิภาพการควบคุมเวลาการทำงานของระบบให้น้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง :

ระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นทำงานผ่านด้วยแอปพลิเคชัน Blynk [2] ซึ่งเป็น platform ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อบอร์ดชนิดต่าง ๆ เช่น Arduino, Esp8266, Esp32, Node MCU, Raspberry Pi เป็นต้น กับเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแล้วสามารถควบคุมการทำงานได้โดยเขียนคำสั่งโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ Arduino software 1.8.6 หรือที่เรียกว่า IDE (Integrated Development Environment) [3] และสามารถนำมาแสดงบน Application ได้ง่าย ในระบบปฏิบัติการ IOS และ Android ทั้งนี้สามารถดาวโหลด library เพิ่มได้เพื่อให้การเขียนโปรแกรมกับ controller ชนิดอื่นๆ สามารถได้ง่าย

สำหรับการศึกษาอุปกรณ์ (Hardware) ที่ใช้ในการพัฒนา ประกอบไปด้วย

1. Arduino [4] เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ในการคิดคำนวณรับค่าจากระบบวัดผลภายนอก เข้ามาประมวลผล เพื่อสั่งการตอบสนองออกไปที่อุปกรณ์ต่อเชื่อมอื่นๆ ตัวมันเอง และสามารถพัฒนาภายใต้เงื่อนไขในการใช้งานโดยโปรแกรม Open source

2. Relay [5] เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ

3. Solar Cell [6] หรือ Photovoltaic: PV หรือชื่อเรียกอื่นๆ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์โฟโตวอลเทอิก คือ อุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon) เป็นต้น มาผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตให้เป็นแผ่นบางบริสุทธิ์

4. DC motor หรือ มอเตอร์ไฟตรง [7] เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยเมื่อจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์ จะทำให้แกนของมอเตอร์หมุน จึงสามารถนำการหมุนของแกนมอเตอร์ไปใช้ในการขับเคลื่อนวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ สำหรับการอธิบายการทำงานของมอเตอร์โดยทั่วไปจะอ้างถึงมอเตอร์แบบ 2 ขั้ว

5. Soil Moisture Sensor หรือ เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน [8] คือ อุปกรณ์ใช้วัดความชื้นในดิน หรือใช้เป็นเซ็นเซอร์น้ำ สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้อนาล็อกอินพุตอ่านค่าความชื้น หรือเลือกใช้สัญญาณดิจิตอลที่ส่งมาจากโมดูล สามารถปรับความไวได้ด้วยการปรับ Trimpot หลักการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน จะต้องนำเอาแท่งอิเล็กโทรดปักลงไปในดินที่ต้องการวัดซึ่งก็จะสามารถอ่านค่าความชื้นของดินได้ กล่าวคือ เมื่ออุปกรณ์อ่านค่าความต้านทานระหว่างอิเล็กโทรด 2 ข้างใน สามารถให้ค่าได้ 2 แบบ คือ 1) อ่านค่าเป็นแบบ Analog จะให้ค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1024 2) อ่านค่าเป็นแบบ Digital โดยเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ ถ้ามากกว่าก็ให้เป็น HIGH ถ้าต่ำกว่าก็ให้เป็น LOW

กรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้น้อย ก็แปลว่ามีความชื้นในดินมาก หรือดินชุ่มชื้นไม่ต้องรดน้ำ ในกรณีที่อ่านค่าความต้านทานได้มาก ก็แปลว่ามีความชื้นในดินน้อยหรือดินแห้งอาจจะต้องรดน้ำ

ผู้วิจัยได้ศึกษางานเกี่ยวกับงานวิจัย เรื่อง ระบบให้น้ำพืชอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีศึกษาแปลงเพาะพันธุ์ข้าว [9] พบว่า งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบให้น้ำพืชอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อจ่ายน้ำให้ กลับแปลงเพาะพันธุ์ข้าว เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า เป็นชนิด Polycrystalline Silicon 20 วัตต์20 โวลต์1.2 แอมป์ สามารถผลิตกำลังไฟฟ้า 78.35 วัตต์ต่อวัน จากผลการทดสอบ ช่วงเวลาที่ ปั๊มน้ำทำงานที่เหมาสม จะอยู่ในช่วงเวลา 06.25 - 06.35 น. และช่วงเวลา 18.15 - 18.25 น. ทำให้ต้น กล้าข้าวเติบโตได้สูงสุด 19 เซนติเมตร ภายใน 15 วัน

งานวิจัย อินเทอร์เน็ตออฟติงการรดน้ำในแปลงผักชีพร้อมแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชัน [10] ได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประยุกต์ระบบอินเทอร์เน็ต ออฟ ติง การรดน้ำในแปลงผักชีพร้อมการแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชัน ให้สามารถนำไปใช้งานกับเกษตรกรได้จริง โดยระบบมีขั้นตอนทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ 1) การกำหนดเวลาการทำงานในสภาพอากาศปกติ ระบบมีตารางการทำงานวันละ 3 ครั้ง แต่ละครั้งทำงานได้ตั้งแต่ 1-60 นาที 2) การส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังเกษตรกร โดยระบบสามารถกำหนดเครื่องปลายทางที่ต้องรับข้อความได้หนึ่งบัญชีสมาชิก Line โดยระบบของ Line Notify ด้วยข้อความในการสื่อสารโดยใช้ข้อความแจ้งเตือนว่า “IOT ผักชี: ตามด้วยข้อความสถานะการทำงานของการรดน้ำผักชี” และในสภาพอากาศที่มีฝนตกมีอุปกรณ์ตรวจจับสภาพความชื้นสัมพัทธ์ 7 ที่มีค่าตั้งแต่ 90% ขึ้นไป ซึ่งเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์ว่ามีฝนตก ระบบมีโปรแกรมควบคุมเวลาในการรดน้ำหลังจากฝนตก 30 นาที ให้มีการรดน้ำเพิ่มเติมอีก 20 นาที เพื่อล้างน้ำฝนที่ค้างใบผักชีออก เป็นการลดความเสียหายของใบผักชีจากใบด่างและเน่า ผลจากการเก็บข้อมูลการทำงานของระบบในการสั่งงานทั้งในสภาพอากาศที่ไม่มีฝนตกและมีฝนตก และการแจ้งเตือนผ่านทางไลน์แอปพลิเคชันจำนวน 20 วันๆ ละ 3 ครั้ง รวมเป็นจำนวน 60 ครั้ง ระบบมีความถูกต้องในการทำงานคิดเป็นร้อยละ 96.66

งานวิจัยเรื่อง เครื่องรดน้ำต้นไม้แนวตั้งอัตโนมัติ [11] พบว่า เครื่องรดน้ำต้นไม้แนวตั้งอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและสร้างเครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติที่เหมาะสำหรับการใช้งานในท้องถิ่น โดยผู้จัดทำได้นำความรู้ ทักษะและประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้จากการเรียนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 รหัสวิชา 2104-2214 และในรายวิชาอื่นๆ เพื่อมาบูรณาการเกิดเป็นองค์ความรู้ฝึกทักษะด้านวิชาชีพ เพิ่มประสบการณ์ในการทำงาน โดยการพัฒนาและสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ เพิ่มทักษะในการปฏิบัติงาน เสริมสร้างประสบการณ์ให้ได้มาตรฐานตามคุณวุฒิวิชาชีพของนักศึกษา ปลูกฝังคุณธรรมที่พึงประสงค์ของตามความต้องการของสถานประกอบการประจำวันตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และนโยบายสถานศึกษา 3 ดีตลอดจนการใช้เครื่องรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติที่สร้างนี้เป็นการนำสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมต่างๆ มาใช้ในการประหยัดพลังงาน ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นการอนุรักษ์ฟื้นฟูธรรมชาติทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการช่วยลดสภาวะโลกร้อนอนาคต

งานวิจัยเรื่อง ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย [12] พบว่า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย 2) ศึกษาผลการทดลองใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในแปลงทดลองของเกษตรกร และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย กลุ่มตัวอย่างเป็น เกษตรกรบ้านโนนตาล ตำบลท่าสองคอน อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 10 คน ด้วยวิธีเลือกแบบเจาะจง เฉพาะกลุ่มเกษตรที่ปลูกหน่อไม้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ระบบรดน้ำอัตโนมัติ แบบบันทึกการวัดระยะการทำงานระบบรดน้ำอัตโนมัติ แบบบันทึกการวัดค่าความชื้นของดิน แบบบันทึกการวัดระยะการทำงานระบบ

รดน้ำด้วยคอมพิวเตอร์ และ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ระบบรดน้ำอัตโนมัติที่ทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ และระบบรดน้ำอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ 2) ผลการทดลองใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายในแปลงทดลองของเกษตรกร พบว่า 1) ผลการวัดระยะการทำงานระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบมีสิ่งกีดขวางโดยการสั่งเปิด-ปิดวาล์วน้ำ ระยะ 20-120 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ แต่ในระยะ 140 – 200 เมตร ไม่สามารถทำงานได้ ระยะการทำงานระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยการสั่งเปิด-ปิดวาล์วน้ำ ระยะ 20 – 200 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ 2) ผลการวัดค่าความชื้นของดิน โดยการใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้น เซ็นเซอร์สามารถทำงานได้ในระดับความชื้นที่ 10 – 80 แต่ถ้าความชื้นที่ 90 ขึ้นไป เซ็นเซอร์ไม่สามารถทำงานได้ และ 3) การทำงานระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบมีสิ่งกีดขวางโดยการสั่งเปิด-ปิดวาล์วน้ำ ระยะ 20-120 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ แต่ในระยะ 140 – 200 เมตร ไม่สามารถทำงานได้ ระยะการทำงานระบบรดน้ำอัตโนมัติแบบไม่มีสิ่งกีดขวาง โดยการสั่งเปิด-ปิดวาล์วน้ำ ระยะ 20 – 200 เมตร ระบบสามารถทำงานได้ และ 4) เกษตรกรมีความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

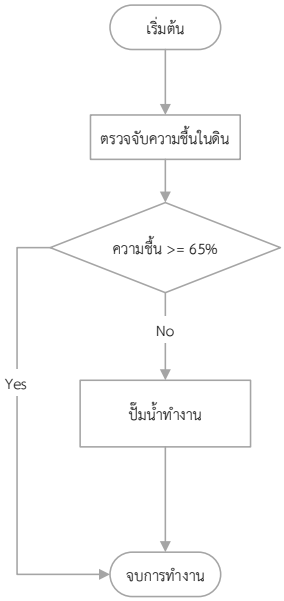
และงานวิจัย ระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตามดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน [13] มีวัตวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติสำหรับสวนผลไม้ในพื้นที่ไม่มีไฟฟ้าใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่เคลื่อนตามตำแหน่งดวงอาทิตย์ทั้งแนวอัลติจูดและแนวอะซิมุธเป็นแหล่งพลังงานให้ระบบ ใช้ลำไยในการทดสอบจำนวน 20 ต้น ใช้ชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการประมวลผลสัญญาณสั่งให้มอเตอร์กระแสตรง หมุนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 2 แนวแกนไปยังจุดที่มีความเข้มแสงสูงสุด ระบบให้น้ำจะใช้เทคนิคการวัดความชื้นดินด้วยเซนเซอร์ ECHO2-20 ทำการประมวลผลสัญญาณผ่านชุดควบคุมการให้น้ำโดยแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์แบบเวลาจริงพัฒนาด้วยโปรแกรม Visual Basic studio ผลการทดสอบพบว่า แบบที่มีการเคลื่อนที่ตามตำแหน่งดวงอาทิตย์ สามารถเก็บพลังงานได้มากกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งอยู่กับที่ คิดเป็นร้อยละ 17.72 และการให้น้ำจุดความชื้นดินที่เหมาะสมของลำไยจะอยู่ที่ร้อยละ 12 และหยุดให้น้ำที่จุดความชื้นดินร้อยละ 25 ส่งผลให้ผู้ดูแลสวนประหยัดเวลาและแรงงาน

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ :

1. ศึกษาปัญหาและความเป็นไปได้ โดยได้ศึกษาเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ถึงข้อมูลและวิธีการพัฒนาระบบ

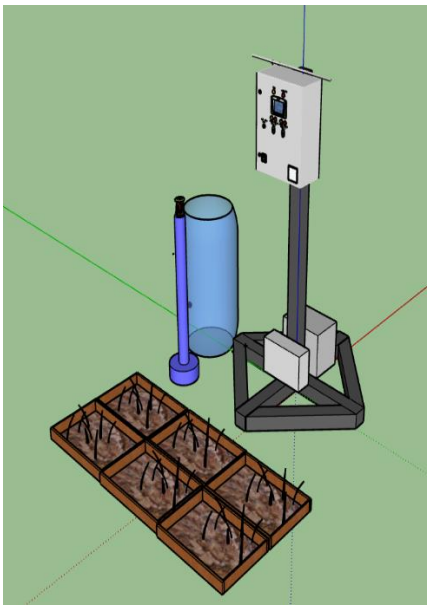
2. ออกแบบและพัฒนาระบบ ในการออกแบบใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดย

2.1 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุม ขั้นแรกในการออกแบบวงจรควบคุม ต้องเขียนโครงร่างขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมโดยการเขียนผังการทำงานเพื่อกำหนดแนวทางและขั้นตอนการทำงานของวงจรควบคุมที่ต้องการ แสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุม

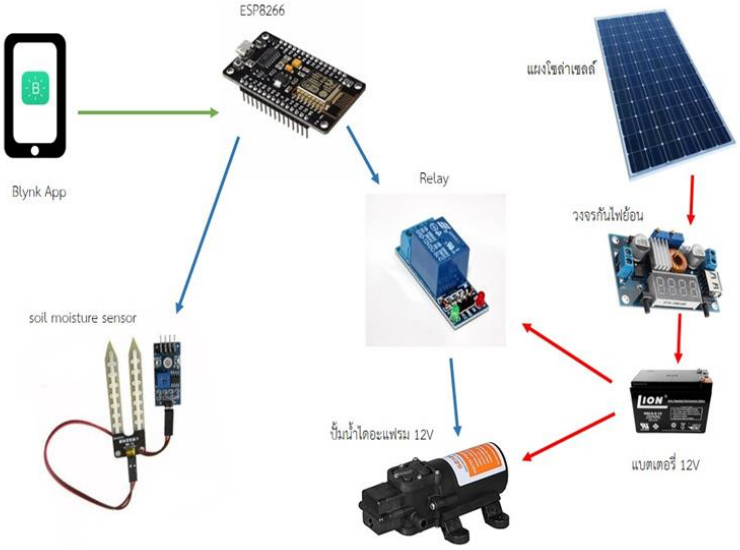
2.2 ออกแบบต้นแบบการควบคุมระบบให้น้ำอัตโนมัติ และระบบเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 2 ออกแบบต้นแบบการควบคุมระบบให้น้ำอัตโนมัติ และระบบเซลล์แสงอาทิตย์

2.3. การออกแบบการทำงานในระบบ IOT

การทำงานของระบบรดน้ำกระเทียม ได้มีการทำงานผ่านบอร์ดควบคุมที่มีการเขียนโปรแกรมสั่งควบคุมระบบทั้งหมด มีดังนี้ 1. รดน้ำต้นกระเทียม 2.เก็บพลังงานไฟฟ้าในการทำงานของโปรแกรมสามารถทำได้ดี โดยที่มีอุปกรณ์นำมาใช้ คือ 1) บอร์ดควบคุม ESP8266 2) เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และสั่งการด้วยแอปพลิเคชัน Blynk ซึ่งเป็น platform ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมต่อบอร์ดชนิดต่าง ๆ ที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้แล้วสามารถควบคุมการทำงานได้



รูปที่ 3 การทำงานของระบบรดน้ำกระเทียม ได้มีการทำงานผ่านบอร์ดควบคุมที่มีการเขียนโปรแกรมสั่งควบคุมระบบ

3. สร้างวงจรควบคุมระบบให้น้ำอัตโนมัติ ร่วมกับการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์
4. ทดสอบระบบและปรับปรุงระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน
5. นำโปรแกรมที่ได้ไปใช้งานจริง
6. สรุปผลและจัดทำเอกสาร

ผลการทดลอง :

การทำงานของระบบรดน้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน ได้มีการทำงานผ่านบอร์ดควบคุมที่มีการเขียนโปรแกรมสั่งควบคุมระบบทั้งหมด มีดังนี้ 1. รดน้ำต้นกระเทียม 2. เก็บพลังงานไฟฟ้าในการทำงานของโปรแกรมสามารถทำได้ดี โดยที่มีอุปกรณ์ของนำมาใช้คือ 1) บอร์ดควบคุม ESP8266 2) เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน และสั่งการด้วยแอปพลิเคชัน Blynk ซึ่งเป็น platform

1. ต้นแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์



รูปที่ 4 การติดตั้งระบบ IOT และทดสอบการทำงานของระบบ

3. ผลการทดสอบการแสดงผลการทำงาน



รูปที่ 5 ผลการทดสอบการแสดงผลการทำงาน

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

1. สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาระบบให้น้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้นำระบบเซลล์แสงอาทิตย์มาผลิตกำลังไฟฟ้าเพื่อสำรองพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลด และวงจรควบคุมระบบให้น้ำกระเทียมอัตโนมัติ โดยที่ระบบให้น้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จะมีกำลังไฟฟ้าให้ใช้งานได้ตลอดและยังใช้งานได้ในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึงได้อีกด้วย ระบบให้น้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้มีการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์เพื่อให้กระเทียมได้รับน้ำตามแสงแดดที่เหมาะสม ในการพัฒนาระบบให้น้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในครั้งนี้ได้นำแผงโซล่าเซลล์ โพลีขนาด 10W Solar Cell Polycrystalline 10 W และแบตเตอรี่แห้ง LION UPS Battery 12V 7.5Ah และปั๊มน้ำไดอะแฟรม 12 V ในระบบ ให้น้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพการควบคุมเวลาการทำงานของระบบให้น้ำกระเทียมอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ให้เหมาะสมกับการให้น้ำกระเทียม

2. ข้อเสนอแนะ

หากต้องการใช้อุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมาก ควรใช้เหล็กขนาดใหญ่เพื่อทำโครงสร้าง ควรจะเปลี่ยนฐานให้เป็นอีกรูปแบบเพื่อไม่ให้ล้ม และควรจะมีหลังคาให้กับอุปกรณ์เพื่อกันฝนและกันแดด

กิตติกรรมประกาศ :

โครงงานนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ โดยได้รับความช่วยเหลือและการสนับสนุนที่ดีจากชาวบ้าน หมู่บ้านสบหาร ตำบลบ้านกาศ อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เป็นเจ้าของสวนกระเทียมที่ได้ร่วมทำการทดลองการใช้งานระบบของโครงงาน และได้รับความช่วยเหลือและการสนับสนุนที่ดีจากสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร วิทยาลัยแม่ฮ่องสอน วิทยาเขตแม่ฮ่องสอน และอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้คำปรึกษาด้านการทำระบบเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, “ตารางแสดงรายละเอียดกระเทียม”, สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2563, จาก http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/1_Garlic 62.pdf.

[2] กฤษณะ มีสุข, “Blynk”, สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2563, จาก http://blynk.iot-cm.com/

[3] Thai Arduino Club, “Arduino คืออะไร”, สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2563, จาก https://thaiarduino.club/what-is-arduino/

[4] เอกชัย มะการ, เรียนรู้เข้าใจใช้งานไมโครคอนโทลเลอร์ตระกูล AVR ด้วย Arduino, นนทบุรี: อีทีที (2552).

[5] มงคล พรหมเทศ, หนังสืองานไฟฟ้าทั่วไป, กรุงเทพฯ: เอม พันธ์ (2552).

[6] บริษัท ลีโอนิคส์ จำกัด, “ความรู้เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์”, สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2563, จาก http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php.

[7] นที เกษมโชติพันธุ์, “การทำงานของมอเตอร์ไฟตรงและการใช้งาน”, สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2563, จาก https://www.inventor.in.th/home/การทำงานของมอเตอร์ไฟตรงและการใช้งาน/#.Xn-Kc4gzZPZ.

[8] นันทสิทธิ์ แก้วยงกฎ, “หลักการทำงานของเซนเซอร์วัดความชื้นในดิน”, สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2563, จาก https://sites.google.com/site/projectphysics122/hlak-kar-thangan-khxng-sensexr-wad-khwamchun-ni-din.

[9] มณฑล ฟักเอม, เกียรติชัย บรรลุผลสกุล, กิตติศักดิ์ คงสีไพ และ อภิรักษ์ ทัดสอน, “ระบบให้น้ำพืชอัตโนมัติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีศึกษาแปลงเพาะพันธุ์ข้าว”, วารสารวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม, ปีที่ 1, ฉบับที่ 1, หน้า 55-66 (2559).

[10] สกุล คำนวณชัย และ ชม กิ้มปาน, “อินเทอร์เน็ตออฟติงการรดน้ำในแปลงผักชีพร้อมแจ้งเตือนผ่านไลน์แอปพลิเคชัน”, วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : เทพสตรี I-TECH, ปีที่ 12, ฉบับที่ 1, หน้า 89-101 (2560).

[11] วิลาศ แซ่เตีย, เครื่องรดน้ำต้นไม้แนวตั้งอัตโนมัติ, วิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2553.

[12] นราธิป ทองปาน และ ธนาพัฒน์ เที่ยงภักดิ์, “ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย”, วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, ปีที่ 3, ฉบับที่ 1, หน้า 35-43 (2559).

[13] ปรีชา มหาไม้, นำพร ปัญโญใหญ่ และ ภาสวรรธน์ วัชรดำรงศักดิ์, "ระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตามดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน", วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, ปีที่ 8, ฉบับที่ 2, หน้า 15-26 (2557).

การพัฒนาวิธีการตรวจสอบกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยหลังได้รับสังกะสีและโบรอน โดยเทคนิคโปรติโอมิกส์

DEVELOPMENT OF DETECTION METHODS FOR PHYSIOLOGICAL DISORDER SYNDROMES OF LONGAN PEEL SKIN AFTER Zn AND B TREATMENTS BY PROTEOMICS THECHNIQUE

วรีธดา คำวงค์ปิน[1,*], เอกวิทย์ ตรีเนตร[1], สิริวัฒน์ บุญชัยศรี[4], อัจฉรา แกล้วกล้า[1], อดิศักดิ์ จูมวงษ์[3] และวินัย วิริยะอลงกรณ์[2]
Wareethada Khamwongpin[1*], Ekawit Threenet [1], Siriwat Boonchaisri[4], Achara Kleawkla[1], Adisak Joomwong[3] and Winai Wiriyaalongkorn2[1]

[1] *สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

[2] *สาขาวิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

[3] *สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290 ประเทศไทย*

[4] *สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา 56000 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: วรีธดา คำวงค์ปิน อีเมล: daw662008@hotmail.com

บทคัดย่อ:

การวิเคราะห์ทางด้านโปรติโอมิกส์ในเปลือกของลำไยสายพันธุ์ดอ *Dimocarpus longan* Lour. var. Daw ที่บ้านภูดิน อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ งานวิจัยนี้เปรียบเทียบตรวจสอบกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยหลังได้รับสังกะสี และโบรอน ที่ความเข้มข้น 0% (T1), 0.1% B (T2), 0.1% Zn (T3), 0.1% B + 0.1% Zn (T4), 0.2% B (T5), 0.2% Zn (T6) และ 0.2% B + 0.2% Zn (T7) ในระยะการเจริญเติบโตของลำไยหลังการติดช่อผล (1, 2 และ 4 เดือน ตามลำดับ) โดยพบว่าลักษณะทางกายภาพ (ความกว้าง ความยาว และน้ำหนัก) ของผลลำไยในทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันตลอด 4 เดือน ส่วนการศึกษาด้านปริมาณโปรตีนด้วยวิธีลาวรี่ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่ได้รับโบรอนและสังกะสี (T2-T7) กับกลุ่มที่ผิดปกติ สำหรับการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการแยกโปรตีนแบบ 1 มิติ (1-D gel) ของตัวอย่างโปรตีน 10 μg หลังกระบวนการคลีนอัพในสภาวะรีดิวซ์ ที่เจล 12.5 % โดยย้อมด้วย Coomassie brilliant blue G-250 พบว่ามีการแสดงออกของแถบโปรตีนขนาด 20.83 kDa ในกลุ่มที่ได้รับสารโบรอน และซิงค์ (T7) มีค่าลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (T1) ตลอด 4 เดือนหลังการติดช่อผล ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าสีแดง (a*) ของเปลือกลำไย อย่างไรก็ตามควรมีการยืนยันด้วยเทคนิคแมสสเปกโตรเมทตรี และเทคนิคเวสเทอร์น บล็อทติ้งในเวลาต่อไป

คำสำคัญ : ผิวเปลือกลำไย โปรตีน การเจริญเติบโต โบรอน สังกะสี และอิเลคโทรโฟรีซีส

Abstract:

Proteomic analysis was studied in longan (*Dimocarpus longan* Lour. Var. Daw) at Ban Phu Din, Mae Taeng District, Chiang Mai Province. This research compared the physiological disorder syndromes of longan peel skin after Zn and B treatments at 0% (T1), 0.1% B (T2), 0.1% Zn (T3), 0.1% B. + 0.1% Zn (T4), 0.2% B (T5), 0.2% Zn (T6) and 0.2% B + 0.2% Zn (T7) during the growth period of longan after fruiting (1, 2 and 4

months, respectively). Physical characteristics (width, length and weight) of all groups were not different for 4 months. Protein content study by Lowry method was found that no significant difference was between groups receiving boron and zinc treatments (T2-T7) and the abnormal group. Protein separation by using one dimensional electrophoresis (1-D gel) of 10 μg protein samples after cleanup processes in reducing sample conditions at 12.5% gel by using staining with Coomassie brilliant blue G-250 indicated that 20.83 kDa of protein band expression was decreased in group receiving boron and zinc treatment (T7) compared to the group of physiological disorder syndromes of longan peel skin (T1) throughout the 4 months after fruiting. This result had accordance with the red value (a *) of the longan peel. However, confirmation should be made using mass spectrometry and Western blotting techniques in the next time period.

Keywords: Longan peel, protein, growth, boron, zinc and electrophoresis

บทนำ:

กลุ่มอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (physiological disorder syndromes) หรือ ที่ชาวบ้านเรียกว่า “โรคลำไยแดง” เป็นอาการที่ผลลำไยจะมีลักษณะสีค่อนแดงในการเจริญเติบโตของผล ทำให้ผลของลำไยกลุ่มนั้นมีลักษณะผลเล็ก ซึ่งเป็นสาเหตุของความเสียหายทางผลผลิตของเกษตรกร โดยเฉพาะหากมีการระบาดในหลายพื้นที่ ที่มีการเพาะปลูกลำไยทางภาคเหนือ เช่น บางพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ หรือ บางพื้นที่ในจังหวัดลำพูน อย่างไรก็ตามความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยในการระบาดแต่ละพื้นที่จะมีการแสดงออกของกลุ่มอาการที่แตกต่างกัน โดยลักษณะปลีกย่อยในการแสดงลักษณะของความผิดปกตินี้ เช่น ลักษณะขนาดของผลที่มีขนาดเล็กแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ที่มีการระบาด [1] ลักษณะสีผิวของผลที่มีลักษณะสีเข้มขึ้นหรือจางลงแล้วแต่ละพื้นที่เพาะปลูก [2] นอกจากนี้ลักษณะเนื้อของผลลำไยที่เป็นกลุ่มอาการนี้มักมีลักษณะแห้งและมีสีสันที่แตกต่างไปจากลักษณะลำไยปกติ แต่จากการศึกษาพบผลกระทบทางสรีรวิทยาของต้นลำไยอาจถูกชักนำได้หลายปัจจัย ตัวอย่างเช่น ระบบการบำรุงรักษาต้นลำไย การใช้สารเคมีในการเร่งกระบวนการเจริญเติบโตในต้นลำไย ความผิดปกติของสายพันธุ์ลำไย และสภาวะแวดล้อมของแหล่งเพาะปลูก อย่างไรก็ตามยังไม่มีการตรวจพบว่ากลุ่มอาการเหล่านี้เกิดจากเชื้อโรคใด จึงคาดคะเนว่าไม่ใช่โรคลำไย แต่เป็นเพียงการแสดงออกของอาการหนึ่งของผลลำไยที่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ และเนื่องจากไม่ใช่โรคที่มีสาเหตุโดยตรงหรือชัดเจน การยับยั้งป้องกัน หรือ การควบคุมอาการแสดงออกของโรค จึงอาจทำได้ยากเพราะต้องอาศัยการควบคุมหลายปัจจัย

สำหรับสาเหตุของโรคในปัจจุบันนี้ยังไม่สามารถระบุสาเหตุที่แน่นอน อย่างไรก็ตามมีการศึกษาด้านการแสดงออกของโปรตีนเบื้องต้นมาแล้ว [3] รวมถึงปริมาณสารอาหารที่ได้รับ [4] พบว่าโบรอนและสังกะสีซึ่งเป็นจุลธาตุมักมีปริมาณไม่เพียงพอในบริเวณแหล่งเพาะปลูกดังกล่าวที่มีอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย นอกจากนี้มีการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน vegetative storage protein ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสะสมอาหาร และโปรตีน plasma membrane-associated cation-binding protein 1 ที่มีส่วนในการรับส่งธาตุไอออน ซึ่งเป็นสาเหตุให้กลุ่มผู้วิจัย ต้องการศึกษาผลของการใช้จุลธาตุโบรอนและสังกะสี ในการแก้ปัญหาอาการผิดปกติดังกล่าวพร้อมกับศึกษาวิธีการทำนายผลล่วงหน้าหรือการวินิจฉัยกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยก่อนที่จะแสดงลักษณะออกมาจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก

ดังนั้นการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพภายนอกทางสรีระของผลลำไยพันธุ์ดอที่มีกลุ่มความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไยโดยอาศัยเทคนิคโปรติโอมิกส์ ซึ่งเป็นการศึกษาการแสดงออกของโปรตีน ก็จะมีส่วนช่วยในการหาตัวบ่งชี้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว

วิธีการทดลอง:

การเตรียมสถานที่ศึกษาวิจัย สำหรับตัวอย่างในการวิเคราะห์ได้ใช้ลำไยพันธุ์ดอที่มีความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลได้จากแหล่งเพาะปลูก ณ บ้านภูดิน อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ที่เคยมีประวัติการเกิดการระบาดของอาการลำไย งานวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งกลุ่มต้นลำไยตามเงื่อนไข เปรียบเทียบกับกลุ่มอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย หลังได้รับสังกะสี และโบรอน ที่ความเข้มข้น 0% (T1), 0.1% B (T2), 0.1% Zn (T3), 0.1% B + 0.1% Zn (T4), 0.2% B (T5), 0.2% Zn (T6) และ 0.2% B + 0.2% Zn (T7) โดยทำการเก็บตัวอย่างลำไยตั้งแต่หลังติดช่อผลเป็นระยะเวลา 1, 2 และ 4 เดือน ตามลำดับโดยสวนดังกล่าวปรากฏพบการระบาดของความผิดปกติทางสรีรวิทยาในผลช่วงหลังติดช่อผลระยะผลอ่อนใน 4 สัปดาห์หลังการติดช่อผล (เดือนมกราคม ถึง สิงหาคม 2562) **การเตรียมตัวอย่าง** ผลลำไยจะถูกเก็บในระยะต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนำมาศึกษาลักษณะทางกายภาพของผล (ความกว้าง ความยาว น้ำหนัก และค่าสีผิวเปลือก) และทำการสกัดโปรตีนในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 **การสกัดโปรตีน** การสกัดตัวอย่างโปรตีนในเปลือกลำไยได้ใช้วิธีการสกัดของเบญจวรรณ [2] **การวัดปริมาณโปรตีน**จากเปลือกลำไยใช้วิธี Modified Lowry [5] เพื่อหาปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมในการทำเทคนิค 1D-gel **การศึกษารูปแบบของโปรตีนด้วยเทคนิค 1D-gel** เตรียมสารละลายของเจล stacking gel (4%) และ separating gel (12.5%) จากนั้นใส่โปรตีนที่คำนวณได้ลงในช่องบน stacking gel โดยทำการใส่ standard protein หลุมปลายด้านซ้าย 5 μl แล้วเว้นระยะไว้ 1 หลุม ส่วนหลุมถัดไปใส่สารละลายตัวอย่างโปรตีนจากเปลือกลำไยในระยะต่าง ๆ ที่มีการเตรียมสภาวะตัวอย่างแบบ reducing จะใช้การเตรียมโดยมีการเติม β-mercaptoethanol ใน loading buffer ในอัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรที่ 10 µg ต่อหลุม **การวิเคราะห์เจลสำหรับเทคนิค 1D-gel** จะทำโดยนำค่า Rf ของโปรตีนมาตรฐาน และค่า log10 มวลโมเลกุลของโปรตีนมาตรฐานมาเขียนกราฟมาตรฐาน จากนั้นนำค่า Rf ที่วัดได้จากตัวอย่างไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานจะสามารถทราบมวลโมเลกุลของโปรตีนจากเปลือกลำไยที่เราทำการวิเคราะห์ได้ แล้วทำการคัดเลือกแถบโปรตีนที่คาดว่าเป็นโปรตีนบ่งชี้การเกิดโรคมาทำการเตรียมตัวอย่างแถบโปรตีนและทำการย่อยก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค electrospray ionization quadrupole time-of-flight mass spectrometry (ESI-Q-TOF MS/MS) ที่อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล **การระบุชนิดของโปรตีนด้วยวิธี mass spectrometry** เมื่อได้ข้อมูลจากเครื่อง mass spectrometer จะนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลโปรตีน National Center for Biotechnology Information (NCBI) เพื่อวิเคราะห์ชนิดของโปรตีนต่อไปโดยใช้โปรแกรม โดยการใช้ Mascot search ที่เป็นโปรแกรมออนไลน์ของ Matrix Science (http://www.matrixscience.com) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล MS/MS ion ของเปปไทด์กับฐานข้อมูลว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเป็นโปรตีนชนิดใด

ผลการทดลอง:

ผลศึกษาลักษณะทางกายภาพของผล

ผลการศึกษาทางสรีรวิทยาพบว่าลักษณะทางกายภาพ (ความกว้าง ความยาว และน้ำหนัก) ของผลลำไยดังตารางที่ 1 ในกลุ่มที่ได้รับสารโบรอน และสังกะสี (T2-T7) มีค่าทางกายภาพไม่แตกต่างจากกลุ่มที่มีอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (T1) ตลอด 4 เดือนหลังการติดช่อผล

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของน้ำหนัก และขนาดของผลลำไยหลังจากได้รับโบรอน และสังกะสี (T2-T7) เปรียบกับลำไยที่เป็นโรค (T1) (ตั้งแต่ 1 ถึง 4 เดือนหลังการติดช่อผล)

ช่วงการศึกษา		ลักษณะทางกายภาพ (mean ± SD)						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
ระยะหลังติดผล 1 เดือน (สัปดาห์ที่ 16)	กว้าง	0.37 ± 0.023	0.37 ± 0.027	0.38 ± 0.047	0.40 ± 0.027	0.41 ± 0.034	0.40 ± 0.029	0.39 ± 0.018
	ยาว	0.43 ± 0.043	0.45 ± 0.034	0.46 ± 0.069	0.46 ± 0.036	0.47 ± 0.025	0.45 ± 0.019	0.47 ± 0.028
	น้ำหนัก	0.62 ± 0.15	0.67 ± 0.13	0.68 ± 0.27	0.58 ± 0.076	0.53 ± 0.16	0.67 ± 0.14	0.68 ± 0.14
ระยะหลังติดช่อผล 2 เดือน (สัปดาห์ที่ 24)	กว้าง	20.54 ± 1.95	20.94 ± 1.28	20.84 ± 1.69	21.18 ± 1.97	21.06 ± 1.72	19.18 ± 1.54	22.18 ± 1.11
	ยาว	19.52 ± 1.97	19.52 ± 1.78	19.70 ± 1.05	17.34 ± 3.56	19.26 ± 1.17	17.98 ± 1.11	20.28 ± 1.22
	น้ำหนัก	5.07 ± 0.969	5.39 ± 0.718	5.11 ± 1.18	5.19 ± 0.959	4.69 ± 0.819	3.80 ± 0.652	5.67 ± 0.745
ระยะหลังติดช่อผล 4 เดือน (สัปดาห์ที่ 28)	กว้าง	29.48 ± 1.77	29.07 ± 0.29	25.14 ± 3.37	32.19 ± 2.92	27.05 ± 1.10	29.83 ± 1.35	30.93 ± 3.30
	ยาว	25.89 ± 1.86	26.34 ± 0.72	23.54 ± 2.87	28.29 ± 3.08	23.57 ± 0.93	27.89 ± 4.63	26.16 ± 1.50
	น้ำหนัก	11.81 ± 2.02	11.72 ± 0.57	8.81 ± 2.81	12.30 ± 0.76	9.94 ± 1.15	12.97 ± 0.94	12.01 ± 0.78

ลักษณะสีของผล

สำหรับลักษณะสีเปลือกของผลลำไยที่ได้รับโบรอน และสังกะสี ดังตารางที่ 2 พบว่าค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ตามปกติมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะการเจริญเติบโตของผลลำไย [2,6] นอกจากนี้ ยังพบว่าลำไยที่ได้รับ 0.2% โบรอน และ 0.2% สังกะสี (T7) ซึ่งถือว่ามีปริมาณสารทั้งสองสูงเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น มีค่า a ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีอาการความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผิวเปลือกลำไย (T1) ตลอด 4 เดือนหลังการติดช่อผล อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับโบรอน และสังกะสีบางกลุ่ม (T3, T5 และ T6 ตามลำดับ) มีค่า a แตกต่างจากกลุ่มควบคุมในบางระยะ (4, 2 และ 4 เดือนหลังการติดช่อผลตามลำดับ)

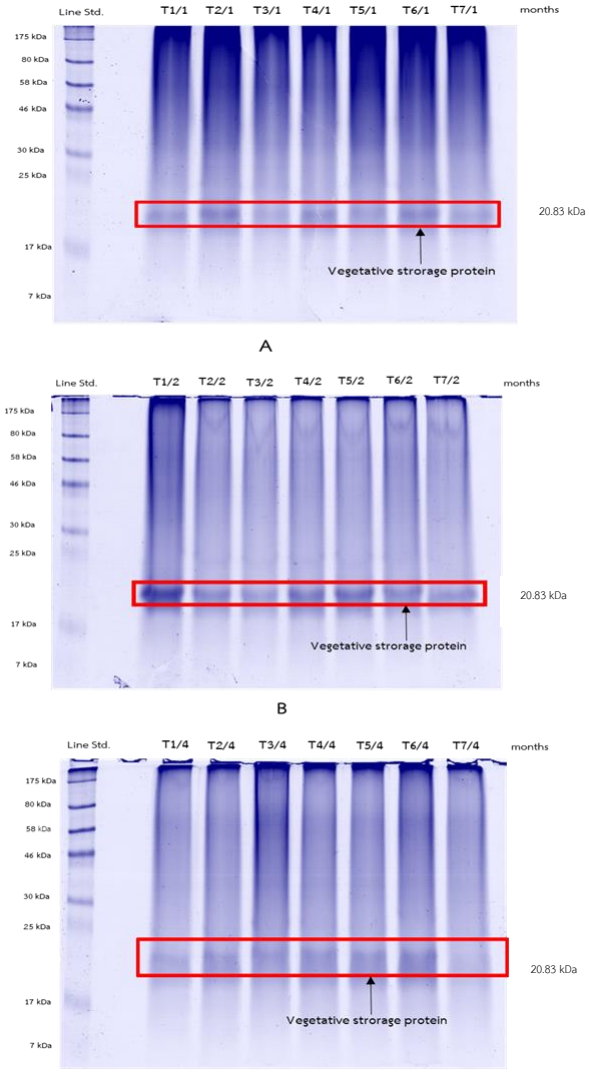
ตารางที่ 2 ลักษณะค่าสีผิว (ค่า L, a และ b) ของผิวเปลือกลำไยที่ได้รับโบรอน กับสังกะสี (T2-T7) เทียบกับลำไยที่เป็นโรค (T1) (ตั้งแต่ 1 ถึง 4 เดือนหลังการติดช่อผล)

ช่วงการศึกษา		ค่าสีผล						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
ระยะหลังติดผล	L	56.80± 1.27	57.23 ± 0.32	57.52 ± 0.81	58.12 ± 1.54	57.32 ± 1.16	57.17 ± 0.55	56.63 ± 0.33
1 เดือน	a	1.07 ± 0.41	-0.54 ± 0.42	-0.11 ± 0.77	-0.20 ± 0.60	-0.66 ± 0.27	-0.7 3± 0.33	-0.86 ± 0.78*
(สัปดาห์ที่ 16)	b	13.58 ± 0.94	13.12 ± 0.83	14.62 ± 0.75	14.67 ± 0.28	13.54 ± 0.70	13.27 ± 0.52	12.76 ± 0.30
ระยะหลังติดช่อ	L	46.12 ± 1.07	47.51 ± 0.99	46.73 ± 2.54	46.62 ± 1.36	48.24 ± 0.33	46.55 ± 0.89	47.50 ± 1.12
ผล 2 เดือน	a	0.056 ± 0.24	0.032 ± 0.50	-0.20 ± 0.74	0.47 ± 0.76	-0.42 ± 0.30*	-0.11 ± 0.89	-0.36 ± 1.20*
(สัปดาห์ที่ 24)	b	31.45 ± 1.16	32.24 ± 0.45	32.76 ± 1.09	31.28 ± 0.65	31.76 ± 0.25	30.30 ± 0.75	30.48 ± 1.39
ระยะหลังติดช่อ	L	48.11 ± 0.64	49.09 ± 0.56	48.90 ± 0.80	47.27 ± 1.30	47.39 ± 2.38	49.74 ± 1.59	49.32 ± 2.17
ผล 4 เดือน	a	8.15 ± 1.40	7.12 ± 1.33	11.6 ± 12.4*	7.28 ± 1.19	7.45 ± 1.70	5.27 ± 1.36*	5.55 ± 0.71*
(สัปดาห์ที่ 28)	b	30.30 ± 1.41	30.52 ± 2.56	32.47 ± 1.22	31.96 ± 1.48	32.68 ± 1.76	32.92 ± 2.0	31.89 ± 0.88

* Significantly different from physiological disorder syndromes (T1)

การตรวจสอบแถบโปรตีนที่สกัดได้จากเปลือกของลำไยในระยะการเจริญเติบโตของผล

จากผลการศึกษาด้วยเทคนิค 1D-gel (รูปที่ 1) ปรากฏว่าพบมีแถบโปรตีนที่สามารถเห็นได้ชัดเจนและคาดว่าเป็นตัวบ่งชี้ ได้แก่ แถบโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลที่ 20.83 kDa



รูปที่ 1 แสดงการวิเคราะห์โปรตีนจากเปลือกลำไยระยะหลังจากการติดช่อผล ตั้งแต่ 1, 2 และ 4 เดือนตามลำดับ (A, B และ C) ย้อมสีด้วยวิธี Coomassie brilliant blue G-250 โดยใช้เจลที่มีความเข้มข้น 12.5% ในสภาวะรีดิวซิง ปริมาณโปรตีนที่ใช้ 10 µg/well gel หมายเหตุ: Line Std. = Standard protein marker, months = เดือนหลังการติดช่อผล T1 = ลำไยที่เป็นโรค, T2-T7 = ลำไยที่ได้รับ โบรอน และสังกะสี

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพพบว่าผลลำไยมีค่าขนาด และน้ำหนัก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ มีเพียงค่าส่วนค่าสีแดง a ของลำไยที่มีกลุ่มทดลองที่ใส่ปริมาณโบรอนกับสังกะสีที่ความเข้มข้น 0.2% (T7) กับกลุ่มควบคุม (T1) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญโดยเฉพาะในทุกสัปดาห์หลังการติดช่อผล ที่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบภายในและตัวบ่งชี้โปรตีนเพื่อให้เข้าใจกระบวนการการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวที่เกิดขึ้น

สำหรับการศึกษาการแสดงออกของโปรตีนของเปลือกลำไย ด้วยเทคนิค 1D-gel โดยพบแถบโปรตีนที่ 20.83 kDa พบว่า เป็นโปรตีนชื่อว่า vegetative storage protein (25.2 kDa) ซึ่งเป็นโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการสะสมอาหารของพืชเพื่อเตรียมเข้าสู่การเปลี่ยนฤดูกาล [7] โปรตีนชนิดนี้ในเปลือกมีการแสดงออกในช่วงหลังการติดช่อผล โดยมีการแสดงออกการลดลงความเข้มของแถบโปรตีนในทุกๆกลุ่มการทดลองโดยเฉพาะกลุ่มการทดลองที่ใส่ปริมาณโบรอนกับสังกะสีที่ความเข้มข้น 0.2% (T7) ซึ่งจำเป็นต้องมีการยืนยันด้วยเทคนิคแมสสเปกโตรเมทตรีและเทคนิค Western blotting ในเวลาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนโครงการวิจัย ประจำปี 2562 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และนางสาวปิยะรัฐ คลังด่วน ที่ได้ให้ความช่วยเหลืองานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

[1] อัญชนา จรรยา, การวิเคราะห์แบบแผนโปรตีนที่แสดงความผิดปกติทางสรีรวิทยาของลำไยในระยะผลอ่อน ด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซีสแบบหนึ่งมิติ, วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2559.

[2] เบจวรรณ เหรียญทอง, การศึกษากระบวนการสกัดโปรตีนจากใบลำไยสายพันธุ์ดอเพื่อการวิเคราะห์ด้านโปรตีโอมิกส์, วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2559.

[3] เอกวิทย์ ตรีเนตร อัจฉรา แกล้วกล้า วินัย วิริยะอลงกรณ์ และ อดิศักดิ์ จูมวงษ์, การประเมินตัวบ่งชี้โปรตีนสำหรับการระบุกลุ่มอาการจากความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลลำไย, ในรายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2560

[4] Wiriya-Alongkorn, W., Spreer, W., Ongprasert, S., Spohrer, K. and Müller, J., Influence of Water Supply on CO2 Concentration in the Rootzone of Split-Root Potted Longan Trees. ICIRA (2) 2016: 346-356.

[5] Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L and Randall, R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193(1), 1951, 265–275.

[6] ยศพร แก้วกาหลง, การศึกษาโปรติโอมิกส์จากใบ เปลือก และเมล็ดของลำไยสายพันธุ์ดอ (*Dimocarpus longan* Lour. var. Daw) ในระยะการเจริญเติบโต, วิทยาศาสตร์บัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2560.

[7] Langheinrich, U. and Tischner, R., Vegetative Storage Proteins in Poplar Induction and Characterization of a 32- and a 36-Kilodalton Polypeptide, Plant Physiol. (1991) 97, 1017-1025.

การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดแบบหยาบของหญ้าตดหมา (*Paederia pilifera Hook. F*) ที่มีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดปอเทือง

TEST OF THE EFFECT OF COARSE EXTRACT OF YAA TOT MAA (*PAEDERIA PILIFERA HOOK. F*) ON THE GERMINATION RATE OF SUNN HEMP SEEDS (CROTALARIA JUNCEA)

ปริญญานุช ปินนิล[1*], นิรัชชา สุริยา[1] และ รัฐพร จันทร์เดช[1]

Parinyanuch Pinnil [1*], Nirutcha suriya[1] and Ruttaporn Chundet[1]

[1] *สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290 ประเทศไทย*

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ปริญญานุช ปินนิล อีเมล: Parinyanuch1997@gmail.com

บทคัดย่อ:

ปัจจุบันการจัดการกับวัชพืชมักใช้สารเคมีเป็นหลักในการกำจัดเมื่อปริมาณสารเคมีเพิ่มขึ้นทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งในดิน น้ำ พืชผักรวมถึงเนื้อสัตว์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์เมื่อนำมาประกอบอาหาร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการลดปัญหาการใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืชโดยผู้วิจัยได้ทำการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดแบบหยาบของหญ้าตดหมาที่มีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดปอเทือง ทำการเตรียมสารสกัดในการทดลอง 2 กลุ่ม ในกลุ่มที่ 1 ทำการสกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย และกลุ่มที่ 2 ใช้สุรา 35% เป็นตัวทำละลายที่ความเข้ม 20 30 40 และ 50mg/ml โดยมีน้ำกลั่นและสุราเป็นตัวควบคุม นำมาทดสอบอัตราการงอกของเมล็ดปอเทือง พบว่าสารสกัดเมื่อใช้สารสกัดที่มีเข้มข้นมากขึ้นทำให้อัตราการงอกของเมล็ดปอเทืองลดลง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสกัดแบบหยาบของหญ้าตดหมาสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดปอเทืองซึ่งเป็นพืชล้มลุกฤดูเดียวได้และสามารถนำมาเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการกำจัดวัชพืชให้แก่เกษตรกรในอนาคตทดแทนการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช

คำสำคัญ : หญ้าตดหมา ปอเทือง สารเคมีกำจัดวัชพืช

Abstract:

Nowadays, weed management often uses chemicals as the basis for disposal when the amount of chemicals increases, causing environmental impacts on soil, water, vegetables, including meat. Which affects humans when cooking. Therefore, this research focuses on reducing the problem of using herbicides in herbicides. The researcher tested the effect of crude extract of Yaa tot maa *(Paederia pilifera Hook. F)* which affects the germination rate of sunn hemp seeds *(Crotalaria juncea)*. The extracts were prepared in

2 groups of experiments.The first group, the extraction was done using water as a solvent and the second group used 35% liquor as solvents at concentrations of 20, 30 , 40 and 50mg / ml, with distilled water and Alcohol is controlled The seeds were germinated for germination. It was found that the extracts when using the concentrated extracts decreased the germination rate of sunn hemp seeds. The results showed that the crude extract of Yaa tot maa could inhibit the germination of sunn hemp seeds, a one- season herbaceous plant and can be used as a guideline for development and application in weeding. For farmers in the future instead of using herbicides

Keywords: Yaa tot maa, sunn hemp, herbicides

บทนำ:

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม จึงต้องประสบปัญหาในด้านการป้องกันและการกำจัดศัตรูพืช ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร การกำจัดศัตรูพืชโดยใช้สารเคมีนับวิธีที่นิยมปฏิบัติกันมากในปัจจุบันเนื่องจากรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการกำจัดศัตรูพืช ซึ่งมีรายงานว่า ในแต่ละปีมีการใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืชสูงถึง 3 ล้านตันในระบบการเกษตร แต่เนื่องจากปัจจุบันมีการนำเข้าสารอันตรายหรือสารเคมีการกำจัดวัชพืชมาใช้อย่างแพร่หลาย มีรายงานว่าในช่วงปี 2551-2561 ได้มีการนำเข้าสารเคมีมากขึ้นกว่าเดิมถึงเท่าตัวและยังตรวจพบสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมทำให้เกิดผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษจากสารเคมีในการกำจัดวัชพืชเฉลี่ยปีละสีพันกว่าราย ทำให้ประเทศไทยเกิดการกระแสและการรณรงค์ในการลดใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูและหันมาใช้สารสกัดจากธรรมชาติ ทั้งนี้จึงมีการหาวิธีการลดใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืชโดยใช้ปรากฏการอัลลีโลพาธี (allelopathy)

อัลลีโลพาธี (allelopathy) เป็นปรากฏการณ์ที่พืชชนิดหนึ่งสามารถปลดปล่อยสารบางชนิด (สารอัลลีโลเคมิคอล) แล้วไปมีผลยับยั้งการงอกและการเติบโตของพืชชนิดอื่นที่อยู่ข้างเคียง เป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีระหว่างพืชทุกชนิดรวมทั้งจุลินทรีย์ ที่มีทั้งการยับยั้งและการกระตุ้นการเจริญเติบโต จึงมีการศึกษา อัลลีโลพาธี (allelopathy) ในการใช้สารสกัดจากพืชที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโต เช่น ผลของสารอัลลีโลพาธีจากใบผักแครด (*Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.) ต่อสรีรวิทยาการงอก ของเมล็ดข้าว (*Oryzasativa* L.)และกวางตุ้ง (*Brassica chinensis Jusl var parachinensis* (Bailey) Tsen & Lee) (ยุวะธดา, 2560) ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากสาบเสือต่อพืชทดสอบและการใช้ต้นคลุกดิน เพื่อ ควบคุมวัชพืชในนาข้าว (เดช และคณะ, 2559) ผลทางอัลลีโลพาทีของสาหร่าย 10 ชนิด (ธนัชสัณห์ และคณะ, 2551)

จะเห็นได้ว่ามีการศึกษาและทดลองการใช้สารสกัดจากพืชที่มีผลกระทบต่อพืชและวัชพืชแต่ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา หญ้าตดหมา(*Paederia pilifera Hook. F*) เป็นพืชเถาเลื้อย มีขนสีขาวปกคลุม ใบเรียงตรงข้าม ใบผอมยาว ปลายใบแหลม ดอกมีลักษณะเป็นช่อแบบกลุ่มย่อย ออกตามง่ามใบ โดยจากการสังเกตพบว่าบริเวณที่หญ้าตดหมาเจริญเติบโตอยู่จะพบการเจริญของพืชชนิดอื่นอยู่น้อยมาก ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่หญ้าตดหมาอาจจะมีคุณสมบัติทางอัลลีโลพาธีที่สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่นได้

วิธีการทดลอง:

นำหญ้าตดหมามาทำการล้างทำความสะอาด นำอบที่อุณหภูมิ 45° เป็นเวลา 1 วัน บดหญ้าตดหมาด้วยเครื่องบดไฟฟ้า ทำการเตรียมตัวทำลายลาย 2 กลุ่ม ซึ่งกลุ่มที่ 1 ชั่งหญ้าตดหมา 5 g เติมน้ำกลั่น 100 ml และกลุ่มที่ 2 ชั่งหญ้าตดหมา 5 กรัม เติมสุราที่ความเข้มข้น 20 30 40 และ 50mg/ml นำไปเขย่าเป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นทำการกรองผ่านผ้าขาวบาง

สารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายที่เป็นน้ำกลั่นมีความเข้มข้น 10 mg/ml แล้วเจือจางสารสกัดด้วยน้ำกลั่น ให้มีความเข้มข้น 0.5 1.0 2.5 และ 5.0mg/ml ใส่สารสกัดแต่ละความเข้มข้นที่ปริมาตร 10 ml ลงในจานทดลอง วางเมล็ดปอเทืองที่ใช้ในการทดสอบ จำนวน 30 เมล็ด/จาน ปิดฝาครอบ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มีกรรมวิธีการทดลอง คือ สารสกัดหญ้าตดหมาที่ความเข้มข้น 0 (ควบคุม), 0.5 1.0 2.5 และ 5.0mg/ml โดยมีน้ำกลั่นเป็นตัวควบคุม ทำการทดลอง 3 ซ้ำ บันทึกจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นเวลา 3 วัน วิเคราะห์ผลการทดลองโดยความแปรปรวน และค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's studentized range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลอง:

ตารางที่ 1 : ผลของอัตราการงอกของเมล็ดปอเทืองกลุ่มที่ 1 สารสกัดที่มีน้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายที่ความเข้มข้นต่างๆ

ซ้ำ	ความเข้มข้น (mg/ml)				
	Control	20	30	40	50
1	27	19	15	4	7
2	25	12	7	4	9
3	30	10	12	0	0
รวม	82	41	24	8	16
%	91.1	45	26.6	8.8	17.7

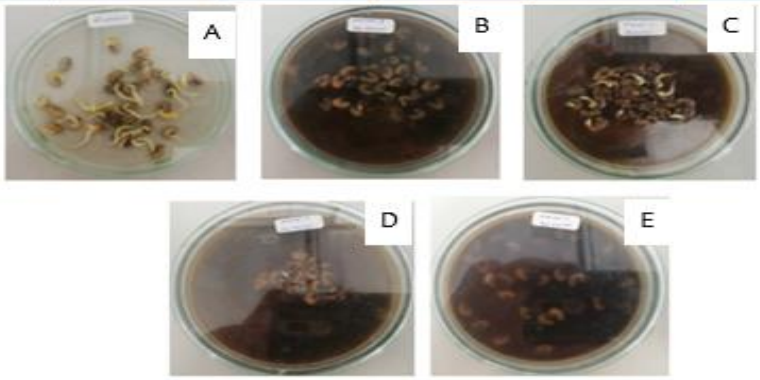


Figure 1 : A.control(น้ำกลั่น) B.20mg/ml C. 30mg/ml D. 40mg/ml E. 50mg/ml

ตารางที่ 2 : ผลของอัตราการงอกของเมล็ดปอเทืองกลุ่มที่ 2 สารสกัดที่มีสุรา 35% เป็นตัวทำละลายที่ความเข้มข้นต่างๆ

ซ้ำ	ความเข้มข้น (mg/ml)				
	Control	20	30	40	50
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
รวม	0	0	0	0	0
%	0				

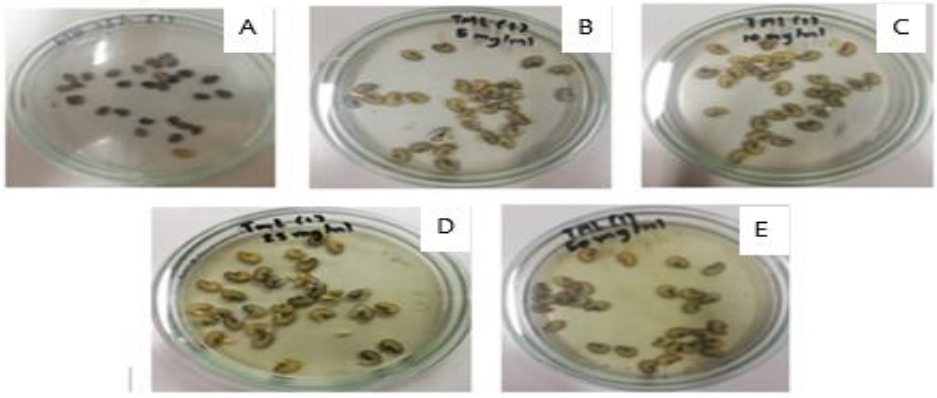


Figure 2 : A.control สุรา 35% B.20mg/ml C. 30mg/ml D. 40mg/ml E. 50mg/ml

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากผลการทดลองการวัดอัตราการงอกของเมล็ดปอเทืองซึ่งเป็นพืชล้มลุก ใบเลี้ยงคู่ ในทั้งสองกลุ่มพบว่า กลุ่มที่ 1ที่มีน้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายที่ระดับความเข้มข้น 20 30 40 และ 50mg/ml พบว่าสารสกัดแบบหยาบจากหญ้าตดหมาสามารถยับยั้งอัตราการงอกของเมล็ดปอเทืองได้ดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โดยในกลุ่มที่ 2 ที่มีสุรา 35% เป็นตัวทำละลายที่ระดับความเข้มข้น 20 30 40 และ 50mg/ml พบว่าที่ความเข้มข้นต่างๆมีผลเช่นเดียวกับชุดควบคุม(สุรา35%)ซึ่งมีผลต่อการงอกของเมล็ดปอเทือง

ทั้งนี้สารสกัดจากหญ้าตดหมาสามารถยับยั้งอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของต้นปอเทืองซึ่งเป็นการทดลองเบื้องต้น ในการใช้หญ้าตดหมามาทำการทดลองในแปลงเกษตรกร โดยในปี 2559 งานวิจัยของ เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ และคณะ. ได้มีการนำสารสกัดจากต้นสาบเสือมาคลุกกับดินในนาเพื่อควบคุมวัชพืชในนาข้าว ซึ่งมีผลให้ปริมาณวัชพืชลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งวัชพืชประเภทใบกว้าง จึงเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้สารสกัดจากพืชในการกำจัดวัชพืชหรือลดปริมาณลง เพื่อลดการใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืชในเกษตรกร อย่างไรก็ตามจะต้องมีการทดลองสารสกัดจากหญ้าตดหมากับพืชกลุ่มอื่นให้มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการปฏิบัติงานในครั้งนี้

เอกสารอ้าอิง:

[1] เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ และคณะ. 2559. ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากสาบเสือต่อพืชทดสอบและการใช้ต้นคลุกดิน เพื่อควบคุมวัชพืชในนาข้าว. วารสารวิชาการเกษตร

[2] ธนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัน์ และคณะ. 2551. ผลทางอัลลีโลพาทีของสาหร่าย 10 ชนิด. ว.วิทย์.กษ.หน้า 484 – 487 (2551)

[3] ยุวะธดา กิ่งทอง, ผลของสารอัลลีโลพาธีจากใบผักแครด (*Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.) ต่อสรีรวิทยาการงอก ของเมล็ดข้าว (*Oryzasativa* L.)และกวางตุ้ง (*Brassica chinensis Jusl var parachinensis* (Bailey) Tsen & Lee), วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลันบูรพา, 2560

การสำรวจแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบที่ปนเปื้อนบนยางรีดนมในเครื่องรีดนม จากฟาร์มสมาชิกสหกรณ์โคนมนครลำปาง

SURVEY OF MASTITIS-CAUSING BACTERIAL CONTAMINATION ON LINERS OF MILKING MACHINES FROM NAKORN LAMPANG DAIRY COOPERATIVES MEMBERS

เบ็ญญรัตน์ อินต๊ะจันทร์[1*], เมธานนท์ มูลโพธิ์[2] และสมคิด ดีจริง[1]
Bentarat Intajan[1*], Methanon Moonpo[2] and Somkid Deejing[1]
[1] *สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*
[2] *ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือตอนบน ลำปาง 52190 ประเทศไทย*
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: เบ็ญญรัตน์ อินต๊ะจันทร์ อีเมล: Benyaratintajan@gmail.com

บทคัดย่อ:

ยางรีดนม เป็นส่วนประกอบของเครื่องรีดนมโค หากพบการสะสมของจุลินทรีย์ในยางรีดนมอาจก่อให้เกิดปัญหาโรคเต้านมอักเสบที่ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจได้ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงเก็บข้อมูลวิธีการล้างทำความสะอาดยางรีดนมโดยการสัมภาษณ์ผู้เลี้ยงโคนม และยังสำรวจการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคเต้านมอักเสบบนยางรีดนม จำนวน 90 ตัวอย่าง จากฟาร์มสมาชิกสหกรณ์โคนมนครลำปาง พบว่า การล้างยางรีดนมด้วยน้ำร้อน แล้วจุ่มด้วยคลอรีน มีจำนวนตัวอย่างที่ไม่พบแบคทีเรียเลยมากกว่าการล้างด้วยวิธีอื่น ๆ ส่วนผลการแยกแบคทีเรียจากยางรีดนม พบว่า แยกได้แบคทีเรียจำนวน 168 ไอโซเลท ซึ่งพบเป็นแบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบร้อยละ 52.98 และ 47.02 ตามลำดับ โดยผลการจำแนกชนิดของแบคทีเรียพบเป็นแกรมบวก ได้แก่ *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Streptococcus uberis, Staphylococcus epidermidis* และ *Staphylococcus hyicus* ร้อยละ 19.05, 17.86, 12.50, 2.38 และ 1.19 ตามลำดับ และพบแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia, Klebsiella* spp., *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa, Enterobacter* spp. และ *Aeromonas* spp. ร้อยละ 15.48, 11.31, 5.95, 2.38, 2.38, 1.79 และ 0.60 ตามลำดับ ซึ่งมีแบคทีเรียแกรมลบร้อยละ 7.14 ที่ยังไม่สามารถระบุชื่อของแบคทีเรียได้ จากผลการทดลองข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ยังพบแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบจากยางรีดนมของฟาร์มสมาชิกสหกรณ์โคนมนครลำปางอยู่จำนวนมาก ดังนั้น เกษตรกรควรปรับปรุงวิธีการล้างยางรีดนมให้เหมาะสมเพื่อเป็นการช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคลงในน้ำนมและช่วยป้องกันความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมได้

คำสำคัญ : การปนเปื้อน โรคเต้านมอักเสบ ยางรีดนม แบคทีเรีย ฟาร์มสมาชิกสหกรณ์โคนมนครลำปาง

Abstract:

Liner is a part of milking machines. Microbial accumulation on the liners could have adverse effects on the economy. This research collected data on the liner cleaning procedures by interviewing dairy farmers and surveyed the contaminant bacteria that cause mastitis from 90 liner samples taken from Nakorn Lampang dairy cooperatives members. We found more liner samples with no bacterial contaminant in the group in which the liners were washed with hot water and dipped in chlorine compared to those in the groups washed with other methods. One hundred sixty-eight bacterial isolates were obtained. Gram-positive and Gram-negative bacteria accounted for 52.98 % and 47.02 % of the isolates, respectively. Gram-positive bacteria were identified as *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Streptococcus uberis, Staphylococcus epidermidis,* and *Staphylococcus hyicus*, contributing to 19.05 %, 17.86 %, 12.50 %, 2.38 %, and 1.19 % of the isolates, respectively. Gram-negative bacteria were identified as *Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Klebsiella* spp., *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa, Enterobacter* spp., and *Aeromonas* spp., which made up 15.48 %, 11.31 %, 5.95 %, 2.38 %,

2.38 %, 1.79 %, and 0.60 % of the isolates, respectively. Seven-point-four percent of the bacteria were unidentified. The results showed that mastitis-causing bacteria found on the liners taken from multiple farms of Nakorn Lampang dairy cooperatives. Therefore, suitable methods for liner cleansing should be performed to reduce the pathogenic bacterial contamination to prevent possible health risks to the dairy product consumers.

Keyword: contamination, mastitis, liner, bacteria**,** Nakorn Lampang dairy cooperatives members

บทนำ:

โรคเต้านมอักเสบ เป็นภาวะที่เต้านมวัวติดเชื้อแบคทีเรียก่อให้เกิดการอักเสบ พบได้ทั้งแบบแสดงอาการ และไม่แสดงอาการ ปัญหาของการเกิดโรคเต้านมอักเสบในโคนมเป็นปัญหาสำคัญทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม เนื่องจากทำให้ผลผลิตและคุณภาพน้ำนมลดลง เสียค่าใช้จ่ายในการรักษา สูญเสียรายได้ ส่งผลให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ ซึ่งแนวโน้มของการเกิดโรคเต้านมอักเสบมีเพิ่มขึ้นร้อยละ 29.34-78.54 โดยพบอุบัติการณ์การเกิดโรคเต้านมอักเสบจากฟาร์มโคนมในจังหวัดขอนแก่นอย่างน้อยร้อยละ 40 และในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนพบแม่โคเป็นโรคเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการร้อยละ 28.86 [1] ซึ่งการรักษาโรคเต้านมอักเสบจะต้องใช้สารปฏิชีวนะ ที่อาจมีการตกค้างอยู่ในน้ำนมแล้วก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค และยังมีผลทำให้เกษตรกรเสียค่าใช้จ่ายสูงขึ้น นอกจากนี้ ยังอาจส่งผลต่อการดื้อยาของแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบอีกด้วย ซึ่งมีรายงานเกี่ยวกับการพบแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบดื้อต่อสารปฏิชีวนะ โดย Suriyasathaporn *et al*. (2012) [2] พบว่า แบคทีเรีย *Staphylococcus* spp. และ *Streptococcus* spp. ดื้อต่อสารปฏิชีวนะ cloxacillin, oxacillin และ vancomycin ซึ่งแหล่งปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบอาจมาจากแหล่งต่าง ๆ โดย Lindzy (2002) [3] พบว่า มีแบคทีเรียปนเปื้อนในน้ำนมที่อยู่ตามสิ่งแวดล้อม ได้แก่ *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Lactobacilli*, coliform, ยีสต์ และรา และยังมีแบคทีเรียที่อาศัยบริเวณเต้านม ได้แก่ Micrococci, Streptococci, Staphylococci , Pseudomonas, coliform และยีสต์ และแบคทีเรียที่มาจากอุปกรณ์รีดนม ได้แก่ Pseudomonas, Streptococci, Micrococci, Sarcina, Flavobacterium, Staphylococci, Bacilliforms, Coliform, ยีสต์ และรา [4] ซึ่ง Ordoñez *et al*. (2013) [5] ได้แยกและจำแนกแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบจากฟาร์มโคนมในเมกซิโก พบว่า เป็นแบคทีเรีย *S. aureus, S. agalactiae, Corynebacterium* spp., Coliform bacteria, *S. dysgalactiae*, *S. uberis, Bacillus* spp., *Nocardia* spp. และ ยีสต์ *Candida* spp. รวมทั้ง แบคทีเรีย *Aerococcus viridans, Enterococcus* spp., *Lactococcus lactis* และ S. *bovis* โดยปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคเต้านมอักเสบมาจากการจัดการฟาร์มที่ไม่ได้มาตรฐาน และเกิดการปนเปื้อนที่มาจากหลายแหล่ง เช่น เต้านมโค อุจจาระ มือผู้รีดนม รวมทั้งการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์รีดนม เช่น ยางรีดนม ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สัมผัสกับเต้านมโดยตรง และเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ค่อยเปลี่ยนยางรีดนมที่หมดอายุการใช้งาน ทำให้มีการแตกเป็นร่องเล็ก ๆ อันเป็นแหล่งสะสมของแบคทีเรีย ทำให้มีโอกาสเกิดการระบาดของโรคเต้านมอักเสบในฟาร์มเพิ่มสูงขึ้น [6] ซึ่ง ธชฎาพร และคณะ (2548) [7] ศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการในแม่โครีดนมหลังคลอดในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูนโดยเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์และสังเกตเกี่ยวกับข้อมูลโค การจัดการฟาร์ม เทคนิคการรีดนม และเครื่องรีดนม พบว่า จากแม่โคทั้งหมด 97 ตัว มีแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการร้อยละ 28.86

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการปนเปื้อนของแบคทีเรียบนยางรีดนมของฟาร์มที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์โคนมนครลำปาง ตำบลวอแก้ว จังหวัดลำปาง เพื่อให้ทราบข้อมูลวิธีการล้างยางรีดนมซึ่งเป็นส่วนประกอบในเครื่องรีดนม และทำการแยกและจำแนกชนิดของแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบ เพื่อให้ได้ข้อมูลในการแนะนำแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในพื้นที่ดังกล่าวให้ตระหนักถึงการดูแล และรักษาความสะอาดยางรีดนมซึ่งเป็นแหล่งที่พบแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบอยู่ เพื่อเป็นการช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในน้ำนมดิบและผลิตภัณฑ์น้ำนม และยังช่วยให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยจากการบริโภคน้ำนมและผลิตภัณฑ์จากน้ำนมได้

วิธีการทดลอง:

1. การเก็บข้อมูลวิธีการล้างทำความสะอาดยางรีดนมโดยวิธีการสัมภาษณ์และการเก็บตัวอย่าง

ลงพื้นที่ฟาร์มโคนมตำบลวอแก้ว จังหวัดลำปาง ที่เป็นฟาร์มสมาชิกของสหกรณ์โคนมนครลำปาง ทำการสำรวจข้อมูลวิธีการล้างยางรีดนมของเกษตรกรโดยการสัมภาษณ์เกษตรกร แล้วเก็บตัวอย่างยางรีดนมโดยใช้วิธี swab test ยางรีดนม ทำโดยใช้สำลีพันปลายไม้ปลอดเชื้อป้ายพื้นที่ภายในยางรีดนมให้ทั่วทุกบริเวณ แล้วใส่ลงในหลอดอาหารเหลว Stuart transport medium ที่ประกอบด้วย (g/l) Sodium glycerophosphate (10), Sodium thioglycolate (0.5) Cysteine hydrochloride (0.5) และ Calcium chloride (0.1) ซึ่งบรรจุอยู่ในหลอดทดลองที่มีปริมาตรอาหาร 3 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บรักษาหลอดอาหารที่มีตัวอย่างแล้วในกล่องโฟมที่มีเจลทำความเย็นไว้เพื่อรักษาอุณหภูมิ 4 ถึง 8 องศาเซลเซียส บันทึกข้อมูลวิธีการล้างยางรีดนมของเกษตรกร

2. การแยกและการจำแนกชนิดของแบคทีเรีย

การแยกแบคทีเรียทำโดย นำตัวอย่างที่เก็บได้ไปส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการแบคทีเรียและเชื้อรา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือตอนบน ทำการแยกแบคทีเรียโดยนำสำลีพันปลายไม้มา streak ลงบนอาหารแข็ง MacConkey agar ที่ประกอบด้วย (g/l) Peptone (20), Lactose (10), Bile salts (5), Sodium chloride (5) และ Neutral red (0.075) ส่วนอาหาร Blood agar ซึ่งประกอบด้วย (g/l) Lab-Lemco powder (10), Peptone Neutralised (10), Sodium chloride (5) และ 5% sheep blood และ Edwards medium มีส่วนประกอบดังนี้ (g/l) Lab-Lemco powder (10), Peptone (10), Aesculin (1), Sodium chloride (5), Crystal violet (0.0013) และ Thallium sulphate (0.33) บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อแบคทีเรียเจริญจึงเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์ไว้เพื่อการจำแนกเชื้อต่อไป

การจำแนกชนิดของแบคทีเรีย ทำโดยการศึกษาคุณลักษณะต่าง ๆ ของแบคทีเรีย เช่น ลักษณะการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมี ซึ่งการแยกและการจำแนกชนิดของแบคทีเรียทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการแบคทีเรียและเชื้อรา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือตอนบน

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง:

จากการเก็บตัวอย่างยางรีดนมของฟาร์มสมาชิกในสหกรณ์โคนมนครลำปาง ได้จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 90 ตัวอย่าง พบว่า เกษตรกรมีวิธีการล้างทำความสะอาดยางรีดนม 3 วิธีคือ วิธี 1 การล้างด้วยน้ำยาล้างจาน แล้วจุ่มด้วยคลอรีน วิธี 2 การล้างด้วยน้ำยาล้างจาน แล้วแช่คลอรีน 30 นาทีขึ้นไป วิธี 3 การล้างด้วยน้ำร้อน แล้วจุ่มด้วยคลอรีน พบว่า ได้จำนวนตัวอย่างจากวิธีการล้างยางรีดนมในแต่ละวิธีจำนวน 16, 54 และ 20 ตัวอย่าง ตามลำดับ ซึ่งร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่ไม่พบแบคทีเรียคือร้อยละ 0.00, 25.93 และ 30.00 ตามลำดับ โดยคิดเป็นร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่พบแบคทีเรียเท่ากับ 100.00, 74.07 และ 70.00 ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการตรวจแบคทีเรียจากยางรีดนม เมื่อแยกตามวิธีการล้างทำความสะอาด

วิธีการล้าง	ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ		จำนวนตัวอย่างยางรีดนม (ตัวอย่าง)
	ไม่พบแบคทีเรีย จำนวน (%)	พบแบคทีเรีย จำนวน (%)	
1) การล้างด้วยน้ำยาล้างจาน แล้วจุ่มด้วยคลอรีน	0 (0.00)	16 (100.00)	16
2) การล้างด้วยน้ำยาล้างจาน แล้วแช่คลอรีน 30 นาทีขึ้นไป	14 (25.93)	40 (74.07)	54
3) การล้างด้วยน้ำร้อน แล้วจุ่มด้วยคลอรีน	6 (30.00)	14 (70.00)	20
รวม	20	70	90

ผลการจำแนกชนิดของแบคทีเรียที่แยกได้ พบว่า มีแบคทีเรียแบคทีเรียแกรมบวก คือ *Staphylococcus* spp., *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus hyicus*, *Streptococcus* spp.และ *Streptococcus uberis* เท่ากับ 19.05, 2.38, 1.19, 17.86 และ 12.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และแบคทีเรียแกรมลบคือ *Escherichia coli*, *Klebsiella*

pneumonia, *Klebsiella* spp., *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter* spp., *Aeromonas* spp. เท่ากับ 15.48, 11.31, 5.95, 2.38, 2.38, 1.79 และ 0.60 เปอร์เซ็นต์ และยังพบแบคทีเรียแกรมลบที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ เท่ากับ 7.14 เปอร์เซ็นต์ ผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลชนิดของแบคทีเรียจำนวน 168 ไอโซเลท ที่พบบนยางรีดนม

ชนิดแบคทีเรีย	จำนวน (n)	เปอร์เซ็นต์
แบคทีเรียแกรมบวก		
Staphylococcus spp.	32	19.05
Staphylococcus epidermidis	4	2.38
Staphylococcus hyicus	2	1.19
Streptococcus spp.	30	17.86
Streptococcus uberis	21	12.50
แบคทีเรียแกรมลบ		
Escherichia coli	26	15.48
Klebsiella pneumonia	19	11.31
Klebsiella spp.	10	5.95
Pseudomonas spp.	4	2.38
Pseudomonas aeruginosa	4	2.38
Enterobacter spp.	3	1.79
Aeromonas spp.	1	0.60
แบคทีเรียแกรมลบ (จำแนกชนิดไม่ได้)	12	7.14
รวม	168	100

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

ผลการเก็บข้อมูลวิธีการล้างทำความสะอาดยางรีดนมของฟาร์มสมาชิกในสหกรณ์โคนมนครลำปาง พบว่า การล้างยางรีดนมตามวิธี 1 คือการล้างด้วยน้ำยาล้างจานแล้วจุ่มด้วยคลอรีน พบทุกตัวอย่างมีแบคทีเรียเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การล้างด้วยน้ำยาล้างจานแล้วจุ่มด้วยคลอรีน ไม่มีผลช่วยลดการปนเปื้อนของแบคทีเรียในยางรีดนมจึงมีผลทำให้พบแบคทีเรียในทุกตัวอย่าง ส่วนการล้างวิธี 2 คือการล้างด้วยน้ำยาล้างจานแล้วแช่คลอรีนนาน 30 นาที มีผลช่วยลดจำนวนตัวอย่างที่พบการเจริญของแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การสัมผัสน้ำยาฆ่าเชื้อซึ่งในที่นี้คือคลอรีนระยะเวลา 30 นาที ส่งผลช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ จึงทำให้ช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อลงในน้ำนมได้ จากผลในการทดลองนี้ จะเห็นได้ว่า การล้างตามวิธี 3 คือการล้างยางรีดนมด้วยน้ำร้อน แล้วจุ่มคลอรีน มีผลทำให้จำนวนตัวอย่างที่พบแบคทีเรียมีน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับวิธีการล้างด้วยวิธีอื่น ซึ่ง Gleeson *et al.* (2013) [8] พบว่า การทำความสะอาดเครื่องรีดนมโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2,525 ppm ร่วมกับการล้างด้วยกรดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีผลช่วยลดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำนมและแบคทีเรียที่อยู่บนพื้นผิวของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ และผลจากการทดลองนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอรัญ (2554) [9] ที่พบว่า การล้างอุปกรณ์รีดนมด้วยน้ำอุณหภูมิ 60 ถึง 80 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดอุปกรณ์รีดนมได้ดี ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากความร้อนทำให้เอนไซม์ของจุลินทรีย์เสียสภาพธรรมชาติ ซึ่งมีผลทำให้แบคทีเรียหยุดการเพิ่มจำนวนซึ่งน้ำร้อนที่อุณหภูมิดังกล่าวมีประสิทธิภาพในทำลายแบคทีเรียได้ดีกว่าสารเคมีอื่น แต่อย่างไรก็ตาม การใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปอาจจะทำลายแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย แบคทีเรียสร้างสปอร์และแบคทีเรียทนอุณหภูมิสูง (Thermoduric bacteria) ซึ่ง Ruegg *et al.* (2011) [10] พบว่า แบคทีเรีย *Staphylococcus* spp. และ *Streptococcus* sp. เป็นแบคทีเรียก่อโรคที่ชอบเจริญที่อุณหภูมิปานกลางแต่สามารถทนต่อความร้อนได้ดี แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในการทำความสะอาดและทำลายเชื้อของสารในกลุ่มคลอรีนอีก ได้แก่ ระดับความเข้มข้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ระยะเวลาในการสัมผัสกับสารฆ่าเชื้อ ซึ่ง Fukuzaki

(2006) [11] พบว่า ประสิทธิภาพในการทำความสะอาดและทำลายเชื้อของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ขึ้นอยู่กับ ระดับความเข้มข้นและค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายที่เหมาะสมที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงหากใช้สารโซเดียมไฮโปคลอไรท์ในการทำความสะอาดอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ด้วย ซึ่ง Melo *et al.* (2014) [12] ศึกษาประสิทธิภาพในการทำความสะอาดและทำลายเชื้อของสารโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่มีผลช่วยลดปริมาณของแบคทีเรีย *S. aureus* ที่แยกได้จากสภาพแวดล้อมในฟาร์มโคนมและจากโคนมที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ คือที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมไฮโปคลอไรท์เท่ากับ 150 ppm โดยให้มีระยะเวลาสัมผัสกับเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวระยะเวลานาน 10 นาที

ในการทดลองนี้ พบแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *Streptococcus uberis, Staphylococcus epidermidis* และ *Staphylococcus hyicus* ซึ่งแบคทีเรียในกลุ่มนี้เป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคเต้านมอักเสบที่พบอยู่ตามร่างกายของโคและสามารถติดต่อจากโคถึงโคได้ และพบแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *Escherichia coli, Klebsiella pneumonia, Klebsiella* spp., *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa, Enterobacter* spp. และ *Aeromonas* spp. ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้เป็นแบคทีเรียที่ก่อโรคเต้านมอักเสบที่มีแหล่งปนเปื้อนมาจากสิ่งแวดล้อม เช่น บริเวณพื้นที่เลี้ยงโคนม น้ำ และแหล่งอื่น ๆ ในผลการทดลองนี้ พบเชื้อก่อโรคกลุ่มที่ปนเปื้อนจากตัวโค ได้แก่ *Staphylococcus* spp. และ *Streptococcus* spp. และยังพบกลุ่มเชื้อก่อโรคที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัวโค ได้แก่ *Escherichia coli* และ *Klebsiella* spp. อยู่ปริมาณสูง ซึ่ง Sharma *et al.* (2011) [13] กล่าวว่า แบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* และ *Streptococcus agalactiae* เป็นกลุ่มเชื้อก่อโรคที่ปนเปื้อนจากตัวโคสามารถแพร่กระจายภายในฝูงโคได้ และยังมีกลุ่มเชื้อก่อโรคที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัวโค เช่น *Pseudomonas aeruginosa* และแบคทีเรียในวงศ์ Enterobacteriaceae การติดเชื้อแบคทีเรีย กลุ่มนี้มักเกิดจากการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ไม่ถูกสุขลักษณะ [14] และ นภดล และคณะ (2561) [15] พบว่า ในฟาร์มโคนมของพื้นที่ในจังหวัดขอนแก่นมีความชุกของแบคทีเรีย *S. aureus* อยู่สูงและมีการกระจายอยู่ในหลายฟาร์มในพื้นที่ นอกจากนี้ ยังพบความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อนี้อยู่สูง ซึ่งบ่งชี้ถึงการกระจายของเชื้อสายพันธุ์เดียวกันและต่างกันในโคนมหลายฝูงที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันอีกด้วย ในการทดลองนี้ พบเชื้อดังกล่าวข้างต้นปริมาณมาก ซึ่งอาจมีแหล่งปนเปื้อนมาจากแหล่งต่าง ๆ ที่มาจากการจัดการฟาร์มและการรีดนมที่ไม่ดี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jarassaeng *et al.* (2012) [16] ที่พบว่า การจัดการการรีดนมที่ไม่ถูกสุขลักษณะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อกลุ่มที่ปนเปื้อนจากตัวโค และปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมรอบตัวโคสูง ซึ่งมี *E. coli* บางสายพันธุ์ที่ก่อโรคระบบทางเดินอาหาร เช่น กระเพาะและลำไส้อักเสบ [17] และยังพบแบคทีเรีย *Klebsiella kneumoniae* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในมนุษย์ ซึ่ง Yang *et al.* (2019) [18] รายงานว่า แบคทีเรีย *K. pneumoniae* เป็นสาเหตุของการติดเชื้อในโรงพยาบาลอย่างรุนแรงเช่น ภาวะโลหิตเป็นพิษ โรคปอดบวม การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ การติดเชื้อที่ตำแหน่งผ่าตัดและการติดเชื้อในเนื้อเยื่ออ่อน [19] การติดเชื้อในโรงพยาบาลที่เกิดจากเชื้อนี้ เป็นสาเหตุสำคัญของการเจ็บป่วยและอัตราการเสียชีวิตในคนที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องโดยมีอัตราการตายสูงถึงร้อยละ 50 แม้จะมีการใช้ยาปฏิชีวนะที่เหมาะสม [20] นอกจากนี้ การพบ *Pseudomonas* spp. ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่สามารถผลิตเอนไซม์ที่ทำให้น้ำนมเกิดการน่าเสียได้ และเชื้อนี้ยังสามารถสร้างฟิลม์ชีวภาพ (biofilm) ที่ส่งผลให้แบคทีเรียเกาะติดและรวมตัวกันบนพื้นผิวก่อให้เกิดการสะสมของแบคทีเรียบนอุปกรณ์ เครื่องมือ และภาชนะบรรจุน้ำนม โดยฟิล์มชีวภาพที่แบคทีเรียสร้างขึ้นนี้อาจมีผลช่วยป้องกันไม่ให้เซลล์ถูกทำลายด้วยสารฆ่าเชื้อและน้ำร้อนที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์เกี่ยวกับการรีดนม นอกจากนี้ จุลินทรีย์ที่อยู่ภายในฟิล์มชีวภาพที่เชื้อสร้างขึ้นมีแบคทีเรียที่ทำให้น้ำนมเน่าเสียและแบคทีเรียก่อโรคปนเปื้อนอยู่ในน้ำนมดิบซึ่งก่อผลเสียต่ออายุการเก็บรักษาและยังเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมด้วย [21] นอกจากนี้ Phophi *et al* (2019) [22] ยังพบว่า *Staphylococcus* spp. ซึ่งแยกได้จากโคนมสามารถผลิตฟิล์มชีวภาพได้ซึ่งส่งผลให้แบคทีเรียนี้มีความทนทานต่อการทำลายด้วยสารปฏิชีวนะหลายชนิด เช่น Ampicillin, Peniciliin, Cefoxitin และ Vancomycin อีกด้วย จากที่กล่าวมาแล้วยังมีอีกปัจจัยหนึ่งของการเกิดอุบัติการณ์ของโรคเต้านมอักเสบอาจขึ้นอยู่กับฤดูกาล ซึ่งในการทดลองนี้เก็บตัวอย่างในช่วงปลายฝนต้นหนาวซึ่งยังมีฝนตกอยู่ทำให้สภาพพื้นที่เลี้ยงโคนมเปียก ชื้นแฉะ เชื้อโรคมีการแพร่กระจายได้ง่าย แต่ในรายงานของ Khate and Yadav (2010) [23] ที่ศึกษาอุบัติการณ์โรคเต้านมอักเสบในประเทศอินเดีย พบว่า ฤดูร้อนจะมีอุบัติการณ์สูงขึ้นกว่าฤดูหนาวเนื่องจากแบคทีเรียมีการเพิ่มจำนวนได้ดีในที่อุณหภูมิสูงขึ้นและในประเทศอินเดียช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนมีอุณหภูมิแตกต่างกันอย่างชัดเจน ผลจากการทดลองนี้ พบว่า แบคทีเรียที่พบเป็นกลุ่มหลักในยางรีดนมเป็นเชื้อก่อโรคที่มาจากตัวของโคนมและมาจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งการพบแบคทีเรียในยางรีดนมที่เป็นเชื้อก่อโรคต่าง ๆ จะก่อให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภคน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมจึงมีข้อเสนอแนะให้เกษตรกร หรือผู้เลี้ยงโคนมที่มีการจัดการและดูแลในด้าน

ความสะอาดและสุขลักษณะให้ดี อย่างไรก็ตาม Ruegg and Pantoja (2013) [24] ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าในฟาร์มที่มีการบริหารจัดการสุขลักษณะอย่างเหมาะสมจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของโรคเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการเพียงร้อยละ 5 ต่อเดือนเท่านั้น นอกจากนี้ ในงานทดลองนี้ยังพบว่ายังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลทำให้เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียในยางรีดนม อาจเนื่องมาจากการจัดการในการรีดนมที่ไม่ดี ได้แก่ เกษตรกรไม่ใช้แปรงช่วยขัด ความเข้มข้นของน้ำยาที่ใช้ล้างไม่เหมาะสม รวมถึงสถานที่การจัดเก็บอุปกรณ์รีดนมไม่สะอาด เป็นต้น

ผลจากการทดลองนี้ พบว่า เกษตรกรควรล้างทำความสะอาดยางรีดนมด้วยน้ำร้อน แล้วจุ่มคลอรีน ซึ่งเป็นวิธีที่จะช่วยลดปริมาณของแบคทีเรียก่อโรคเต้านมอักเสบได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ และยังพบว่าแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างยางรีดนมที่ได้จากฟาร์มสมาชิกสหกรณ์โคนมนครลำปาง ได้แก่ แบคทีเรียแกรมบวก *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Streptococcus uberis*, *Staphylococcus epidermidis* และ *Staphylococcus hyicus* และแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Klebsiella* spp., *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter* spp. และ *Aeromonas* spp. ซึ่งบ่งชี้ถึงความสะอาดและสุขลักษณะของยางรีดนม จึงมีข้อเสนอแนะให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมให้ความใส่ใจดูแลวิธีการทำความสะอาด อุปกรณ์รีดนมอย่างถูกวิธีเพื่อช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคและเชื้อที่ไม่สะอาด รวมทั้งยังเป็นการ ช่วยลดความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อก่อโรคจากการบริโภคน้ำนมอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ:

ขอขอบพระคุณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ ภาคเหนือตอนบน จังหวัด ลำปาง ที่เป็นสถานที่ฝึกงานและทำงานวิจัย และขอบพระคุณเกษตรกรทุกท่านที่ให้ความกรุณาในการเก็บตัวอย่างเพื่อการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] สิริวดี ชมเดช, “เต้านมอักเสบ: ความท้าทายของการปรับปรุงพันธุ์ด้วยอณูพันธุศาสตร์”, เชียงใหม่สัตวแพทยสาร, ปีที่ 9,ฉบับที่ 3, หน้า 211-221 (2554)

[2] Suriyasathaporn, W., Chupia, V., Sing-Lah, T., Wongsawan, K., Mektrirat, R. and Chaisri, W., “Increases of antibiotic resistance in excessive use of antibiotics in smallholder dairy farms in northern Thailand”, Asian-Australasian Journal of Animal Science., 25(9): 1322-1328 (2012).

[3] Lindsay, D., Brözel, B. S., Mostert, J.F. and Holy, A. “Differential efficacy of a chlorine dioxide-containing sanitizer against single species and binary biofilms of a dairy-associated *Bacillus cereus* and a *Pseudomonas fluorescens* isolate”, Journal of Applied Microbiology, 92(2): 352-361 (2002)

[4] Heikkilä, A.M., Liski, E., Pyörälä S. and Taponen, S., “Pathogen-specific production losses in bovine mastitis”, Journal of Dairy Science, 101(10): 9493-9504 (2018).

[5] Ordoñez, V.V., Carranza, B.C., Borroto, E.T., Rojas, M.T., Guerrero, J.A.V., Dibarrat, J.A., Puigvert, F., Grille, L. Revello, A.G. and Pareja, L. “Microbial contamination in milk quality and health risk of the consumers of raw milk and dairy products” Open Access Doi: 105772/intechopen, 1-7, (2019).

[6] จตุพร กระจายศรี, อนุสรณ์ จ่าแสนชื่น, จำลอง มิตรชาวไทย และชนาธิป ธรรมการ, “ประสิทธิภาพของวัคซีน Mastivac® สำหรับป้องกันโรคเต้านมอักเสบในแม่โคนม”, สัตวแพทย์มหานครสาร, ปีที่ 9, ฉบับที่ (1), หน้า 37-48 (2557)

[7] ธชฎาพร ไชยคุณ , ศุภนิดา สุรวงศ์, ศุกลรัตน์ บุณยยาตรา , วิทยา สรุยาสถาพร “ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกิดเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการใน แม่โครีดนมหลังคลอดในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน”, เชียงใหม่สัตวแพทยสาร. ปีที่ 3: 31-42 (2548)

[8] Gleeeson, D., Brien, B. and Jordan, K., “The effect of using nonchlorine products for cleaning and sanitising milking equipment on bacterial numbers and residues in milk”, International Journal of Dairy Technology, 66(2): 182 (2013).

[9] อรัญ จันทร์ลุน. เครื่องรีดนมกับปัญหาโรคเต้านมอักเสบในโคนม. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, 2554.

[10] Ruegg, P. and Pantoja J. Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality, Ir. Journal of Agriculture and Food Research, 52: 101-117 (2013).

[11] Fukuzaki, S. “Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes”. Biocontrol Science, 11(4): 147-157 (2006).

[12] Melo, P.C. , Sousa C., Botelho C., Oliveira R. and Filho A.N., “NaOCl effect on biofilm produced by *Staphylococcus aureus* isolated from the milking environment and mastitis infected cows”, Pesquisa Veternaria Brasileira, 34(2): 109-113 (2014).

[13] Sharma, N., Singh, N.K., and Bhadwal, M.S, “Relationship of somatic cell count and mastitis: An overview”, Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 24(3): 429-438 (2011).

[14] พิพัฒน์ อรุณวิภาส, ประมวลความรู้ด้านสุขภาพเต้านมในโคนม, เอ็ม พริ้นต์ คอร์ปอเรชั่น, กรุงเทพฯ, หน้า 111. (2555)

[15] นพดล สมผล, ไชยพัศร์ ธ้ารงยศวิทยากุล, โชติชนะ วิไล ลักขณา, พัชรา เผือกเทศ และ จิตราภรณ์ เยียนเพ็ชร, “ความชุกและรูปแบบทางพันธุกรรมของ *Staphylococcus aureus* จากตัวอย่างน้ำนมของโคนมที่เป็นโรคเต้านมอักเสบด้วยเทคนิคการตรวจวินิจฉัยแบบมาตรฐาน และ multiplex PCR ในจังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย”, วารสารเกษตรพระวรุณ, 15(1): 278-288 (2018)

[16] Jarassaeng, C., Aiumlamai, S., Wachirapakorn, C., Techakumphu, M., Noordhuizen, J., Beynen, A.C. and Suadsong, S., “Risk factors of subclinical mastitis in small holder dairy cows in KhonKaen Province”, Thai Journal of Veterinary Medicine, 42(2): 143-151 (2012).

[17] Gerba, C.P. and Smith, J.E., Jr., “Sources of pathogenic microorganisms and their fate during land application of wastes”, Journal of Environmental Quality, 34: 42–48 (2005).

[18] Yang, Y., Higgins, CH., Rehman I., Galvao, KN., Brito, IL., Bicalho, ML., Song J., Wang, H. and Bicalho, R.C., “Genomic diversity, virulence, and antimicrobial resistance of *Klebsiella pneumoniae* strains from cows and humans”, Applied and Environmental Microbiology, 85(6): 12 (2019).

[19] Lee, W.H., Choi, H.I., Hong, S.W., Kim, K.S., Gho, Y.S., Jeon, S.G., “ Vaccination with *Klebsiella pneumoniae*-derived extracellular vesicles protects against bacteria-induced lethality via both humoral and cellular immunity”, Experimental & Molecular Medicine, 47: 183 (2015).

[20] Ipekci, T., Seyman D., Berk, H. and Celik, O., “Clinical and bacteriological efficacy of amikacin in the treatment of lower urinary tract infection caused by extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* or *Klebsiella pneumonia*”, Journal of Infection and Chemotherapy, 20: 762–767 (2014).

[21] Marchand, S., Jan D.B. and Valerie, D.J., “Biofilm formation in milk production and processing environments; influence on milk quality and safety”, Comprehensive Review in Food Science and Food Safety” 11(2): 133–147 (2012).

[22] Lufuno, P., Inge, M.P., and Daniel, N.O., “Antimicrobial resistance patterns and biofilm formation of coagulase-negative Staphylococcus species isolated from subclinical mastitis cow milk samples submitted to the Onderstepoort Milk Laboratory”, BMC Veterinary Research, 15(420): 1-9 (2019).

[23] Keviletsu, K. and Yadav, Br., “Incidence of mastitis in Sahiwal cattle and Murrah buffaloes of a closed organized herd”, The Indian Journal of Animal Sciences, 80(5): 467-469 (2010).

ระบบการบริหารเงินฝากสำหรับสหกรณ์บนคราวด์

Deposit management system for Agriculture Co-operative on Cloud Computing

ณัฐพล ไชยเสือ ธีรภัทร แซ่ลี สนิท สิทธิ อลงกต กองมณี และ สมนึก สินธุปวน

Nattapol Chaisua Teerapat Saelee Snit Sitti Alongkot Gongmanee and Somnuek Sinthupuan

สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ประเทศไทย

natty.190239@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจัดการเงินฝากให้เป็นระบบต้นแบบสำหรับความร่วมมือทางการเกษตรของอำเภอสารภีจังหวัดเชียงใหม่เนื่องจากระบบเก่าได้พัฒนาบนระบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์ แต่ไม่สามารถถ่ายโอนข้อมูลสมาชิกไปยัง ความร่วมมืออื่น ๆ ที่สมาชิกต้องการเปลี่ยนเป็นสมาชิกใหม่และมีค่าใช้จ่ายสูงเมื่อเราต้องการขยายการบริการของฝั่ง client- server ปัญหาอื่น ๆ คือส่วนต่อประสานผู้ใช้ของโปรแกรมกระบวนการที่แตกต่างกันมากเกินไปและขั้นตอนเพิ่มเติมในเวลาล่าช้า เมื่อบริการกับลูกค้า

ระบบการจัดการฝากเงินได้พัฒนาโดยใช้เทคโนโลยี C # .net ของ Microsoft Visual Studio บนแพลตฟอร์มเว็บและเก็บข้อมูลด้วย SQL Database Server ซึ่งติดตั้งและให้บริการบนคลาวด์คอมพิวติ้งผลลัพธ์จากการทดลองกับระบบ prototype โดยการบันทึกข้อมูลในส่วนต่างๆเช่น บริการกับลูกค้าจริงเมื่อระบบทำธุรกรรมการชำระเงินโดยการฝากถอนหรือปิดบัญชีรวมถึงการคำนวณดอกเบี้ยและค่าปรับพบว่าระบบงานช่วยลดเวลาจากระบบเก่ารวมทั้ง 42.50% และสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลสมาชิกทั้งหมดในหลาย ๆ สหกรณ์ในการคำนวณบริการคลาวด์

คำสำคัญ: คลาวด์ เทคโนโลยี สหกรณ์ ระบบเงินฝาก

Abstract:

The purpose of this research is to develop a deposit management system to be the prototype system for agricultural co-operative of Saraphi district in Chiang Mai province becasue the old system had developed on a client- server environment but It can not transfer member data to the other co-operative where members want to change to be a new member and it has a high cost when we would like to extend service of client-server side.The other problem is user interfacecs of program too difficalt process and more steps in delay time when service with customer.

The deposit management system has developed using the C#.net technology of Microsoft Visual Studio on web platform and stored data with SQL Database Server which install and service on cloud computing.The result from the experiment with the prototype system by recording information in different sections like sevice with a real customers when the system performed payment transactions by depositing, withdrawing or closing accounts including calculation of interest and fines found that the work system reduces time from the old system as well as 42.50% and can exchangs all member data in many to many co-operatives on cloud service computing.

Keywords: cloud technology Cooperative deposit system

ที่มาและปัญหา

ในปัจจุบันบริษัท ไอโซแคร์ ซิสเตมส์ จำกัด จัดเป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจด้านซอฟต์แวร์โดยการพัฒนาระบบงานทางด้านสหกรณ์ได้พัฒนาตั้งแต่ Version ที่เป็น Window Application จนกระทั่งเป็น Web Application อีกทั้งบริษัทมีการติดตั้งชุดซอฟต์แวร์ให้กับสหกรณ์รวมทั้งสิ้น กว่า 100 อาทิเช่น สหกรณ์สหกรณ์ออมทรัพย์ สหกรณ์การเกษตร สหกรณ์เครดิตยูเนี่ยนและสหกรณ์ร้านค้าในระบบเดิมจะใช้ Window ในการทำงานซึ่งการติดตั้งซอฟต์แวร์นั้นทำให้เสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก และจำกัดการเข้าถึงระบบได้เพียงแค่ในวงของเครือข่ายเท่านั้นและการเปลี่ยนถ่ายข้อมูลมีความล้าช้าในการโอนถ่ายข้อมูลจากการศึกษาและสำรวจปัญหาของบริษัทจึงปรับเปลี่ยนการใช้งานแบบการติดตั้งบนเซอร์วิสให้เป็นการติดตั้งบน Cloud โดยการติดตั้งบน Cloud สามารถใช้งานได้ทุกที่ ลดความรับผิดชอบในการดูแลระบบเครือข่ายลง โดยขั้นตอนการพัฒนา คือ การติดตั้งและ ตั้งค่าโปรแกรม เพื่อทำการปรับเปลี่ยนใน 2 ส่วนหลักของระบบ ประกอบด้วยส่วนของ Data window และ ส่วนของ Cloud ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงได้จัดทำระบบสหกรณ์การเกษตรระบบเงินฝาก Cloud โดยใช้ SQL server เพื่อพัฒนาระบบ โดยระบบเก่าของสหกรณ์การเกษตรที่เป็น Client server มีความยากต่อการจัดการข้อมูล และมีความล่าช้าในการทำงาน

วัตถุประสงค์

เพื่อลดต้นทุนในการติดตั้งระบบและอุปกรณ์เนื่องจากระบบที่เป็น Client server มีค่าใช้จ่ายที่สูง

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบในการลดระยะเวลาในการเข้าใช้งาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินรับฝากของธนาคารไทยพาณิชย์จำกัด ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางเศรษฐกิจกับปริมาณเงินรับฝากของธนาคาร ประชากรที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือข้อมูลอนุกรมเวลา โดยช่วงการเก็บ ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการเก็บข้อมูลแบบรายไตรมาส โดยประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ปัจจัยที่นำมาศึกษา ได้แก่ อัตราดอกเบี้ย อัตราแลกเปลี่ยน บาท/ดอลลาร์ ดัชนีราคาหลักทรัพย์ จำนวนสินทรัพย์รวม จำนวนสาขาธนาคารไทยพาณิชย์ อัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ไทยพาณิชย์ โดยระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา ตั้งแต่ ไตรมาสที่ 1 ปีพุทธศักราช 2545 ถึง ไตรมาสที่ 1 ปีพุทธศักราช 2559 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลแบบอนุกรมเวลา และการวิเคราะห์การถดถอย จากผลการศึกษาพบว่า ดัชนีราคาหลักทรัพย์ อัตราผลตอบแทนตราสารหนี้ไทยพาณิชย์ และ อัตราดอกเบี้ย ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินรับฝากของธนาคาร ส่วนจำนวนสาขาของธนาคาร มีผลต่อปริมาณเงินรับฝากของธนาคารอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 แต่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม คือ เมื่อจำนวนสาขาเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลต่อปริมาณเงินรับฝากของธนาคารลดลง ค่าเงินบาท มีผลต่อปริมาณเงินรับฝากของธนาคารอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ในทิศทางเดียวกันส่วนจำนวนสินทรัพย์รวม ก็มีผลต่อปริมาณเงินรับฝากของธนาคารอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อจำนวนสินทรัพย์รวมหรือค่าเงินบาทสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ปริมาณเงินรับฝากเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย [1]

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความต้องการบริการสินเชื่อของสมาชิกสหกรณ์การเกษตรปากพลี จำกัด จังหวัดนครนายก(2561) ได้ทำการศึกษา เพื่อกำหนดระดับความต้องการใช้บริการสินเชื่อการให้สินเชื่อ เพื่อระบุลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสภาพเศรษฐกิจโดยทั่วไปและสมาชิกสหกรณ์ที่ต้องการรับเงินกู้ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานและสภาพเศรษฐกิจของสมาชิกสหกรณ์ ซึ่งประชากรของการวิจัยประกอบด้วยสมาชิกสหกรณ์จำนวน 268 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการทดสอบไคสแควร์ ผลการวิจัยพบว่า ระดับความต้องการใช้บริการสินเชื่อ และความคาดหวังของสมาชิกในการให้สินเชื่ออยู่ในระดับสูง และพบว่าอายุมีความเกี่ยวข้องกับ ความต้องการบริการสินเชื่อ รวมทั้งพบว่ารายได้ต่อเดือนของสมาชิกและมีความสัมพันธ์กันระหว่างค่าใช้จ่ายของครัวเรือนค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ [2]

แนวปฏิบัติเกี่ยวกับระบบงานด้านสินเชื่อและการลงทุน ของ สหกรณ์ออมทรัพย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำกัดโดยการค้นคว้าข้อมูลจากระเบียบ และข้อบังคับ ของสหกรณ์ออมทรัพย์ กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับสหกรณ์ออมทรัพย์ พระราชบัญญัติสหกรณ์ออมทรัพย์หนังสือที่เกี่ยวข้องกับระบบสินเชื่อ หนังสือที่เกี่ยวข้องกับ ระบบงานด้านการลงทุน หนังสือที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมภายใน และหนังสือที่เกี่ยวข้องกับระบบ สารสนเทศทางการบัญชีนี้รวมถึงได้สัมภาษณ์แบบเจาะลึกและสังเกตการณ์การทำงานของ เจ้าหน้าที่ในสหกรณ์ออมทรัพย์ และได้นำผลของการศึกษานั้นมาจัดทำเป็นกรณีศึกษาเพื่อแสดงขั้นตอนของระบบงานด้านสินเชื่อและด้านการลงทุน ผลการศึกษาพบว่าระบบงานด้านสินเชื่อของสหกรณ์ออมทรัพย์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่จำกัดนั้นจะนำเงินทุนที่ได้จากแหล่งเงินทุนของตัวเองมาให้บริการสินเชื่อแก่สมาชิกโดยจะกำหนดเงินกู้ไว้ 3 ประเภท คือเงินกู้เพื่อเหตุฉุกเฉิน เงินกู้สามัญ และเงินกู้พิเศษ ส่วนจะบริการสมาชิกเป็น เงินกู้ประเภทใดต้องดูความพร้อมของสหกรณ์และความเหมาะสมของสมาชิก [3]

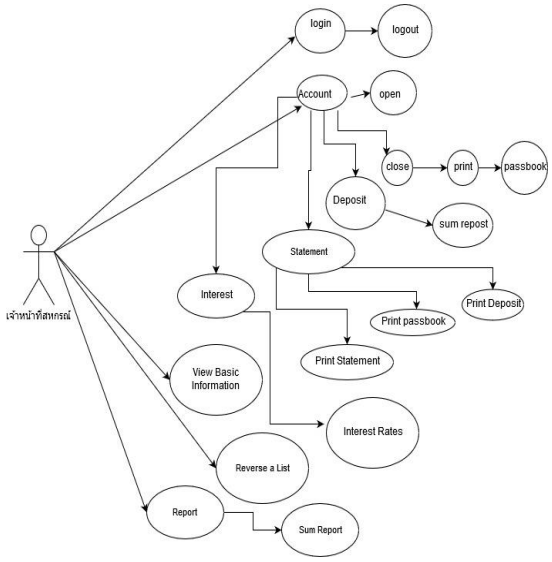
วิธีการวิจัย

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ระบบสหกรณ์การเกษตรสารภีระบบเงินฝาก (Deposit management system Agricultural cooperatives on the cloud computing) จะมีโมดูลได้แก่ระบบเงินฝากก็จะมีเจ้าหน้าที่เงินฝาก (Deposit officer) ส่วนเจ้าหน้าการเงินมีหน้าที่กรอกข้อมูลการรับ - จ่ายเงินประจำวันซึ่งระบบเงินฝากเมื่อมีการทำรายการต่างๆของระบบเงินฝากที่เป็นเงินสดจะถูกนำไปผ่านกระบวนการประมวลผลที่ระบบการเงินซึ่งจะมีการกดประมวลผลเพื่อดูยอดเงินที่เคลื่อนไหวภายในระบบในแต่ละวัน

ยูสเคสไดอะแกรม(Use Case Diagram)

คือ แผนภาพที่แสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (User) และความสัมพันธ์กับระบบย่อย (Sub systems) ภายในระบบใหญ่ ในการเขียน Use Case Diagram ผู้ใช้ระบบ (User) จะถูกกำหนดว่าให้เป็น Actor และ ระบบย่อย (Sub systems **)** Use Case Diagram การฝากเงิน (Deposit) เป็นขั้นตอนการทำงานของเจ้าหน้าที่ตั้งแต่เริ่มต้นเข้าสู่ระบบจนจบการทำงานของการฝากเงิน



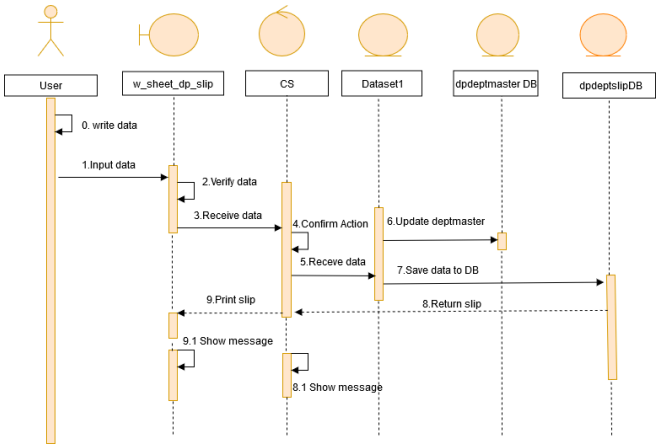
รูปที่ ข.1 Use Case Diagram การฝากเงิน (Deposit)

โดยหลักการทำงานจะต้องเข้าสู่ระบบก่อนเสมอ (Login) สามารถขอเปิดบัญชีเงินฝากให้สมาชิกใหม่ได้ (Open an Account) พิมพ์ปกสมุดบัญชีได้ (Print passbook) ทำการปิดบัญชีให้สมาชิกได้ (Close Account) ทำการฝากเงินให้สมาชิกได้ (Deposit) ทำการถอนเงินให้สมาชิกได้ (Withdrawal) ตรวจสอบความเคลื่อนไหวของบัญชี (Statement Download) รวมถึงสามารถพิมพ์รายการเงินฝาก พิมพ์ปกสมุดปกนอก/ปกใน พิมพ์รายการ Statement ได้ ทำการปิดสิ้นวันได้ (Close Day) ดูข้อมูลพื้นฐานได้ของบัญชีได้ (View Basic Information) อายัดบัญชีได้ (Stop Account) ดูอัตราดอกเบี้ยแต่ละประเภทได้ (View Interest Rates) ตรวจสอบอัตราดอกเบี้ยล่าสุดได้ (Interest Rates Checking) ยกเลิกการทำรายการ (ฝาก/ถอน/ปิดบัญชี/เปิดบัญชี) ได้ (Reverse a List) ดูบัญชีเงินฝากของสมาชิกได้ (View Account) ออกรายงานฝากถอนของแต่ละวันได้ (Deposit Report) ออกรายงานยอดรวมแต่ละประเภทได้ (Sum Deposit Report) ออกจากระบบ (Log Out)

ซีเควนซ์ไดอะแกรม(Sequence Diagram)

แผนภาพแสดงให้เห็นถึงการปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างอ็อบเจ็กต์ของคลาส โดยเฉพาะการส่ง message ระหว่างอ็อบเจ็กต์ตามลำดับของเวลา (Sequence) ที่เกิดเหตุการณ์ขึ้นจากน้อยไปมาก โดยจะมีสัญลักษณ์แสดงให้เห็นลำดับของการส่งmessage ตามเวลาส่งอย่างชัดเจน แสดงลักษณะของ Sequence Diagram

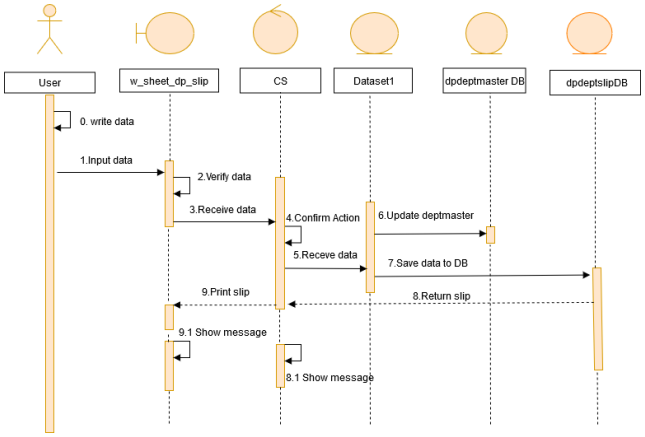
Sequence Diagram การฝากเงิน



รูปที่ ข.2 แสดงซีเควนซ์ไดอะแกรมในส่วนของการแสดงข้อมูล การฝากเงิน

ขั้นตอนหลักในส่วนของการแสดงข้อมูลการฝากเงิน เข้าสู่หน้าจอฝากเงินและทำการกรอกข้อมูล ทำการเช็คข้อมูลก่อนที่จะส่งไปบันทึกลงในฐานข้อมูล หากข้อมูลไม่ถูกต้องระบบจะแจ้งเตือน ระบบจะรับค่าข้อมูล เพื่อรอยืนยันการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล ระบบจะตรวจสอบการยืนยัน หากไม่ยืนยันการบันทึกก็จะไม่มีการบันทึกข้อมูล เมื่อระบบรับค่าข้อมูลจะทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล ระบบจะส่งค่าข้อมูลกลับเพื่อทำการออก slip แต่เมื่อเกิดข้อผิดพลาดระบบจะมีข้อความแจ้งเตือนขึ้น เมื่อเสร็จสิ้นจะแสดงข้อมูลหน้าฝากเงิน และปริ้นสลิปการฝากเงิน Alternate Flow เมื่อเกิดข้อผิดพลาดระบบจะมีข้อความแจ้งเตือน

การถอนเงิน (Withdrawal)

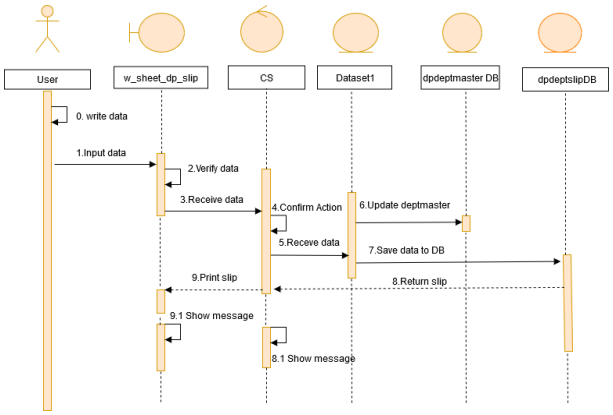


รูปที่ ข.3 แสดงซีเควนซ์ไดอะแกรมในส่วนของการแสดงข้อมูล การถอนเงิน

ขั้นตอนหลักในส่วนของการแสดงข้อมูลการถอนเงิน เข้าสู่หน้าจอฝากเงินและทำการกรอกข้อมูล ทำการเช็คข้อมูลก่อนที่จะส่งไปบันทึกลงในฐานข้อมูล หากข้อมูลไม่ถูกต้องระบบจะแจ้งเตือน ระบบจะรับค่าข้อมูล เพื่อรอยืนยันการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล ระบบจะตรวจสอบการยืนยันหากไม่ยืนยันการบันทึกก็จะไม่มีการบันทึกข้อมูล เมื่อระบบรับค่าข้อมูล จะทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล ระบบจะส่งค่าข้อมูลกลับเพื่อทำการออก slip แต่เมื่อเกิดข้อผิดพลาดระบบจะมีข้อความแจ้งเตือนขึ้น เมื่อเสร็จสิ้นจะแสดงข้อมูลหน้าฝากเงินและปริ้นสลิป การฝากเงิน

Alternate Flow เมื่อเกิดข้อผิดพลาดระบบจะมีข้อความแจ้งเตือน

บัญชีเงินฝาก (Close Account)

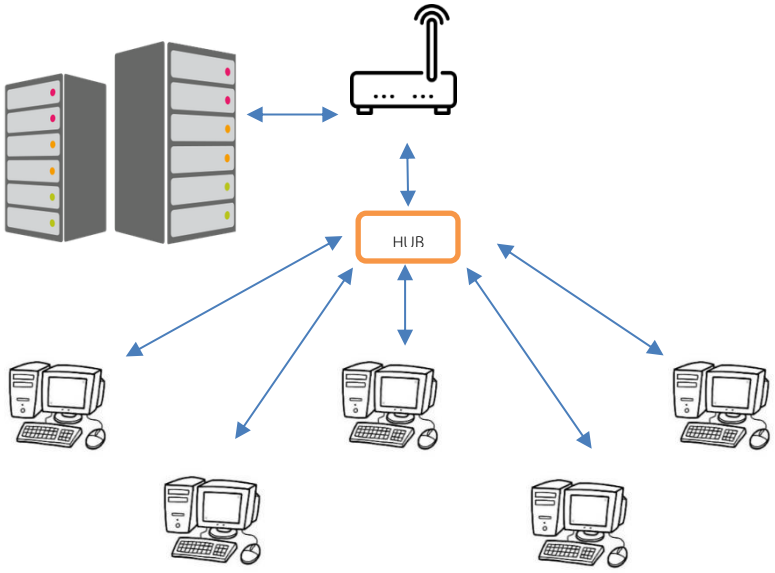


รูปที่ ข.4 แสดงซีเควนซ์ไดอะแกรมในส่วนของการแสดงข้อมูล ปิดบัญชีเงินฝาก

ขั้นตอนหลักในส่วนของการแสดงข้อมูลการปิดบัญชีเงินฝาก เข้าสู่หน้าจอฝากเงินและทำการกรอกข้อมูล ทำการเช็คข้อมูลก่อนที่จะส่งไปบันทึกลงในฐานข้อมูล หากข้อมูลไม่ถูกต้องระบบจะแจ้งเตือน ระบบจะรับค่าข้อมูล เพื่อรอยืนยันการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล ระบบจะตรวจสอบการยืนยันหากไม่ยืนยันการบันทึกก็จะไม่มีการบันทึกข้อมูล เมื่อระบบรับค่าข้อมูล จะทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล ระบบจะส่งค่าข้อมูลกลับเพื่อทำการออก slip แต่เมื่อเกิดข้อผิดพลาดระบบจะมีข้อความแจ้งเตือนขึ้น เมื่อเสร็จสิ้นจะแสดงข้อมูลหน้าปิดบัญชี และปริ้นสลิปการปิดบัญชี

Alternate Flow เมื่อเกิดข้อผิดพลาดระบบจะมีข้อความแจ้งเตือน

Client server (ระบบเก่า)



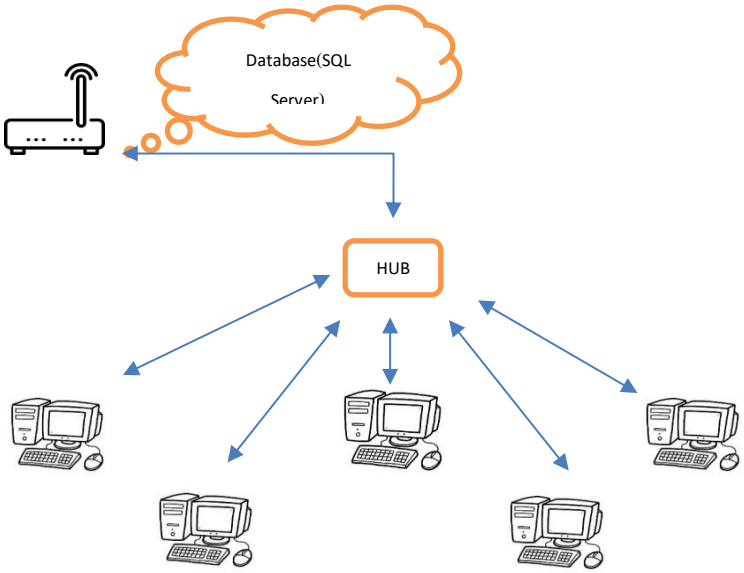
รูปที่ ข.5 การทำงานของระบบ Client server

การทำงานของระบบเก่าจะทำการดึงข้อมูลจากเครื่อง Server เข้าสู่คอมพิวเตอร์โดยใช้ Data Window ซึ่งมีการทำงานที่ค่อยข้างช้า และใช้งบประมารสูงในการซื้อเครื่อง Server ในการติดตั้งระบบซึ่งมีกระบวนการทำงานดังนี้ ติดตั้งเครื่อง Server เพื่อเก็บข้อมูลทั้งหมด (ฐานข้อมูล)นำHUBมาเป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องServe และ เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องลงโปรแกรมระบบเงินฝากเมื่อต้องการทำรายการต่างๆ ระบบจะติดต่อข้อมูลผ่าน HUB ไปยังเครื่อง Serve เพื่อดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลออกมาใช้งาน

Cloud Computing

คือบริการที่ครอบคลุมถึงการให้ใช้กำลังประมวลผล หน่วยจัดเก็บข้อมูล และระบบออนไลน์ต่างๆจากผู้ให้บริการ

ระบบ Cloud Computing (ระบบใหม่)

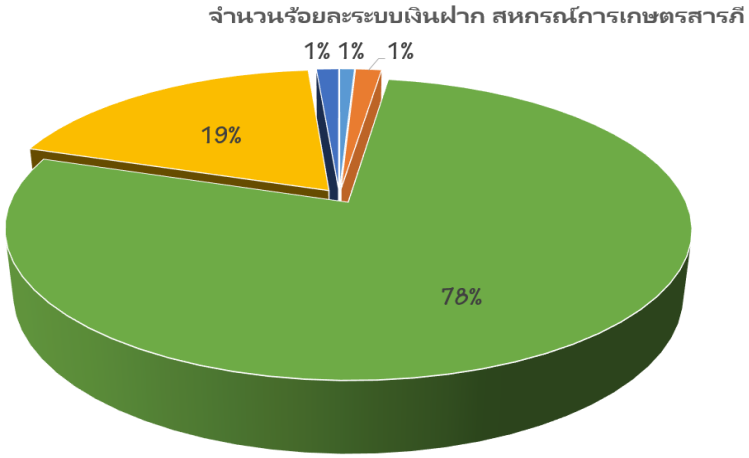


รูปที่ ข.6 การทำงานของระบบ Cloud Computing

การทำงานระบบใหม่เป็นการทำงานโดยการดึงข้อมูลจาก Server ที่อยู่บน Cloud โดยทำงานผ่าน เว็บบราวเซอร์ ซึ่งทำงานได้รวดเร็วและประหยัดงบประมาณ มีกระบวนการทำงานดั้งนี้ติดตั้งหรืออัพโหลดฐานข้อมูล (SQL Server) ขึ้นบนคลาวด์ซึ่งคลาวด์มีพื้นที่มากและสามารถแบ่งพื้นที่การเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบได้สหกรณ์หลายแห่งใช้คลาวด์เดียวจึงทำให้ประหยัดงบประมาณและอินเทอร์เน็ตใช้ในการสื่อสารกับคลาวด์ เครื่องคอมพิวเตอร์ติดตั้งเว็บบราวเซอร์ไฟร์ฟอกซ์เมื่อต้องการทำรายการเข้าสู่เว็บไซต์แล้วทำรายการผ่านอินเทอร์เน็ตได้เลยซึ่งเว็บบราวเซอร์ทำงานเร็วกว่าระบบโปรแกรมเดิม

การทดสอบระบบ

ระบบเงินฝาก เป็นระบบที่เก็บข้อมูลทั่วไปของบัญชีเงินฝาก/ถอน ข้อมูลบางรายการใช้เป็นข้อมูลที่ต้องประกอบในระบบอื่น โดยเฉพาะข้อมูลเลขที่สมาชิกหรือเลขบัญชี ซึ่งมีการเชื่อมโยงกับระบบอื่นๆโปรแกรมบริหารงานสหกรณ์

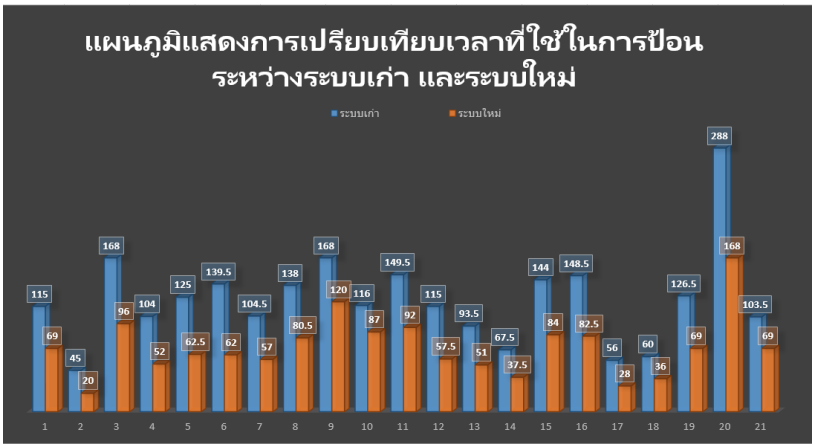


รูปที่ ข.7 สถิติการใช้งานระบบเงินฝาก

อย่างไรก็ตามหากสหกรณ์หรือหน่วยต้นสังกัดมีระบบข้อมูลเดิมอยู่แล้วสามารถใช้การถ่ายโอน (Conversion) ข้อมูลนั้น เพื่อลดภาระการสร้างฐานข้อมูลระบบเงินฝากใหม่โดยระบบเงินฝาก มีการทำธุรกรรมการเงินต่างๆเช่นการฝากถอน และการคิดดอกเบี้ยซึ้ง ระบบเงินฝากของสหกรณ์มีเงื่อนไขในการถอน การฝากแตกต่างกันออกไป เพราะผู้ที่เปิดบัญชีซึ้งเป็น สมาชิกของสหกรณ์การเกษตร จะทำการถอนได้ก็ต่อเมื่อ มีเหตุจำเป็นในการทำทางเกษตรเท่านั้นและหลังจากทำการทดลองระบบเงินฝากในระยะเวลา 1 เดือนได้มีจำนวนการทำรายการทั้งหมด 476 ครั้ง คิดเป็น 100 % โดนบัญชีออมทรัพย์มีการทำรายการทั้งหมด 370 ครั้ง คิดเป็น 77.73% ออมทรัพย์พิเศษมีการทำรายการทั้งหมด 89 ครั้ง คิดเป็น 18.70% เปิดบัญชีใหม่ 4 ครั้ง คิดเป็น 0.84% ปิดบัญชี 7 ครั้ง คิดเป็น 1.47% และอื่นๆ 6 ครั้งคิดเป็น 1.26%

ผลการทดสอบระบบ

ระยะเวลาในการทดสอบระบบเก่าและระบบใหม่ในระยะเวลา 1 เดือนจะมีการป้อนข้อมูลทั้งหมดคือ 21 วันในแต่ละวันจะเห็นว่ากราฟการใช้งานระบบเก่ามีเวลาการใช้งานที่มากกว่าระบบใหม่ ซึ่งระบบใหม่จะมีการทำงานที่รวดเร็วกว่าเฉลี่ยอยู่ที่ **42.50%**



รูปที่ ข.8 เวลาการใช้งานของทั้งสองระบบในแต่ละวัน

การคำนวณค่าเฉลี่ยเวลาในการใช้งานระบบค่าเฉลี่ยเท่ากับผลรวมทั้งหมดหารด้วยจำนวนวันที่ทดสอบโดยมีหน่วยเป็นนาทีผลการหาค่าเฉลี่ยของทั้งสองระบบ ระบบเก่าได้เวลารวมทั้งหมดเป็น 2575 นาที จำนวนวันที่จัดเก็บข้อมูลทั้งหมด 21 วัน จะได้เวลาเฉลี่ยการใช้งานอยู่ที่ 123.01 นาที และผลการหาค่าเฉลี่ยระบบใหม่ได้เวลารวมทั้งหมดเป็น 1480.5 นาที จะได้เวลาเฉลี่ยการใช้งานอยู่ที่ 70.5 นาที

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากการทดสอบลองใช้ระบบเดิมควบคู่กับระบบใหม่จะเห็นได้ชัดว่าเวลาโดยรวมของระบบใหม่มีการใช้งานที่สะดวกและรวดเร็วกว่าระบบเดิม ซึ่งระบบเก่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้งานต่อวันจะอยู่ที่ 123.01 นาที แต่ระบบใหม่เวลาเฉลี่ยจะอยู่ที่ 70.5 นาที ซึ่งเห็นได้ว่าการใช้งานของระบบใหม่**นั้น**มีเวลาการใช้งานเร็วกว่าระบบเก่าอยู่ 52.51 นาทีหรือ 42.50% จากรูปที่ 8

ระบบเดิมที่เป็น Client server เป็นการทำงานบนหน้าจอ Data Window ซึ่งมีราคาแพงในการติดตั้ง และใช้ได้แค่ภายในสหกรณ์เท่านั้น จะแตกต่างจากระบบใหม่ที่เป็น Cloud ที่มีราคาไม่สูงมาก และเป็นการพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันสามารถใช้ได้ในทุกที่ไม่จำกัดซึ่งการพัฒนาระบบเงินฝากของสหกรณ์การเกษตรมาเป็นระบบใหม่ทำให้เห็นได้ชัดเจนว่าระบบมีการทำงานที่รวดเร็วกว่าจากผลการทดลองและผลตอบรับจากผู้ใช้งานจริงอีกทั้งทำให้สหกรณ์ประหยัดงบประมาณในการจัดการระบบอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถประสบความสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้โดยมีที่ปรึกษาโครงงานสหกิจศึกษา อ.ดร.สมนึก สินธุปวน ผศ.ดร.สนิท สิทธิ และอ.อลงกต กองมณีโดยมี สถานประกอบการฝึกสหกิจศึกษา บริษัทไอโซแคร์ซิสเตมส์ จำกัด ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหาในการพัฒนาโปรแกรม

เอกสารอ้างอิง

[1] เจดมะณี วงค์ภักดี. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณเงินรับฝากของธนาคารไทยพาณิชย์จำกัด

[2] วิไลพร พานกระดึง. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความต้องการบริการสินเชื่อของสมาชิกสหกรณ์การเกษตรปากพลี จำกัด

[3] นางสาวแพรวพิลาศ สุขุมาลชาติสกุล. แนวปฏิบัติเกี่ยวกับระบบงานด้านสินเชื่อและการลงทุน ของ สหกรณ์ออมทรัพย์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ระบบจัดการการเก็บค่าน้ำประปาประจำหมู่บ้าน
VILLAGE WATER BILL STORAGE MANAGEMENT SYSTEM

นาตยา ทองรักษ์[1] , สุภาภรณ์ บัวถา[1] , สนิท สิทธิ[1] , อลงกต กองมณี [1] และ
ภานุวัฒน์ เมฆะ [1,*]
Nattaya THongrak[1] , Supaporn Buatha[1] , Snit Sitti[1] ,
Alongkot Gongmanee[1] and Panuwat Mekha[1,*]
[1]*สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ภานุวัฒน์ เมฆะ อีเมล: panuwat_m@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

ในปัจจุบันการเก็บค่าน้ำประปาของหมู่บ้านในรูปแบบเดิมต้องใช้การจดบันทึกข้อมูลลงสมุดจัดเก็บบันทึกค่าน้ำประปาทุกครั้ง และในแต่ละเดือนเจ้าหน้าที่เก็บค่าน้ำประปาจะต้องจดบันทึกข้อมูลของเจ้าของบ้านกับเลขมิเตอร์น้ำของแต่ละเดือนที่ มาบันทึกลงในสมุดจัดเก็บค่าน้ำประปาเล่มใหม่ทุกเดือน เพื่อใช้ในการเก็บค่าน้ำประปาของรอบเดือนถัดไปจึงทำให้เกิดความยุ่งยาก เกิดการเสียเวลาของการจดบันทึกข้อมูลลงสมุดซ้ำๆ กันทุกเดือน สิ้นเปลืองทรัพยากรในการจดบันทึก รวมทั้งการเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง และการสืบค้นข้อมูลทำได้ยากอีกทั้งในการคำนวนค่าน้ำประปาในแต่ละเดือนอาจเกิดข้อผิดพลาดได้

ดั้งนั่นทางผู้พัฒนาระบบจึงได้จัดทำเว็บแอปพลิเคชันจัดเก็บค่าน้ำประปาประจำหมู่บ้าน เพื่อลดระยะเวลาในการทำงาน ลดความยุ่งยากของการทำงานในรูปแบบเดิมที่จดบันทึกข้อมูลลงสมุด ทำให้การค้นหาหรือการสืบค้นข้อมูลเพื่อดูข้อมูลย้อนหลังสามารถทำได้ง่ายขึ้น เพิ่มความสะดวกสบายในการทำงานโดยมีฟังก์ชันในการช่วยคำนวนค่าน้ำในแต่ละเดือนอีกทั้งช่วยลดทรัพยากรค่าใช้จ่ายต่างๆ ได้

คำสำคัญ : ค่าน้ำประปา หมู่บ้าน เว็บแอปพลิเคชัน

Abstract:

Nowadays, Village Water bill storage recording by staff every month will record the house owner data and water meter data in the water bill record book. Therefore causing trouble, wasting time of record data in a water bill record book, hard to find information and staff mas be

Calculation to prevent mistakes. Therefore, the developers system have developed web application of village water bill storage management system to reduce the time spent working of staff and reduce the hassle of record data in the water bill record book and it can easier to find, moreover this system have a function to help calculate and reduce resources and expenses.

Keywords: Water Bill , Village, Web Application

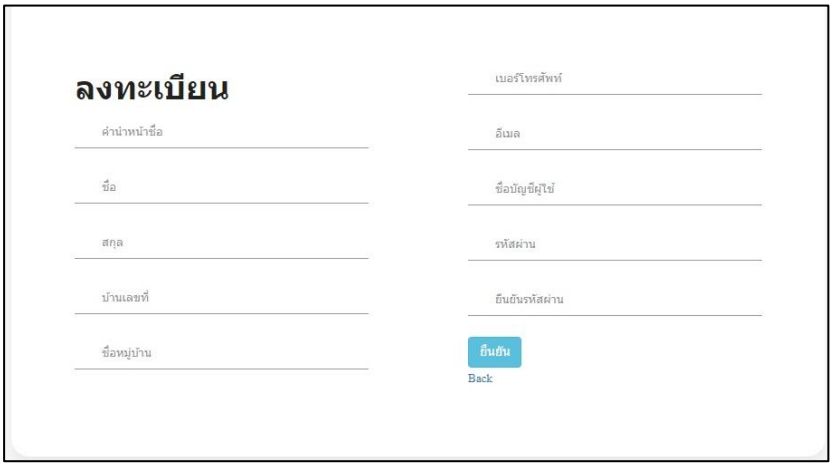
บทนำ:

เว็บแอปพลิเคชันจัดเก็บค่าน้ำประปาประจำหมู่บ้าน (village water bill storage management system) มีรายละเอียดดังนี้ ในปัจจุบันการเก็บค่าน้ำประปาของหมู่บ้านในรูปแบบเดิมต้องใช้การจดบันทึกข้อมูลลงสมุดจัดเก็บบันทึกค่าน้ำประปาทุกครั้ง และแต่ละเดือนเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบการเก็บค่าน้ำประปาจะต้องจดบันทึกข้อมูลของเจ้าของบ้านกับเลขมิเตอร์น้ำของแต่ละเดือนมาบันทึกลงในสมุดจัดเก็บค่าน้ำประปาเล่มใหม่ทุกเดือน เพื่อใช้ในการเก็บค่าน้ำประปาของรอบเดือนถัดไปจึงทำให้เกิดความยุ่งยากและเสียเวลาในการจดบันทึกข้อมูลลงสมุดซ้ำๆ กันทุกเดือน สิ้นเปลืองทรัพยากรในการจดบันทึก รวมทั้งการเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง และการสืบค้นข้อมูลทำได้ยากอีกทั้งในการคำนวนค่าน้ำประปาในแต่ละเดือนอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ดังนั้น ทางผู้พัฒนาระบบจึงได้จัดทำเว็บแอปพลิเคชันจัดเก็บค่าน้ำประปาประจำหมู่บ้าน เพื่อลดระยะเวลาในการทำงาน ลดความยุ่งยากของการทำงานในรูปแบบเดิมที่จดบันทึกข้อมูลลงสมุด ทำให้การค้นหาหรือการสืบค้นข้อมูลเพื่อดูข้อมูลย้อนหลังสามารถทำได้ง่ายขึ้น เพิ่มความสะดวกสบายในการทำงานโดยมีฟังก์ชันในการช่วยคำนวนค่าน้ำในแต่ละเดือน อีกทั้งช่วยลดทรัพยากรค่าใช้จ่ายต่างๆ ได้

วิธีการทดลอง:

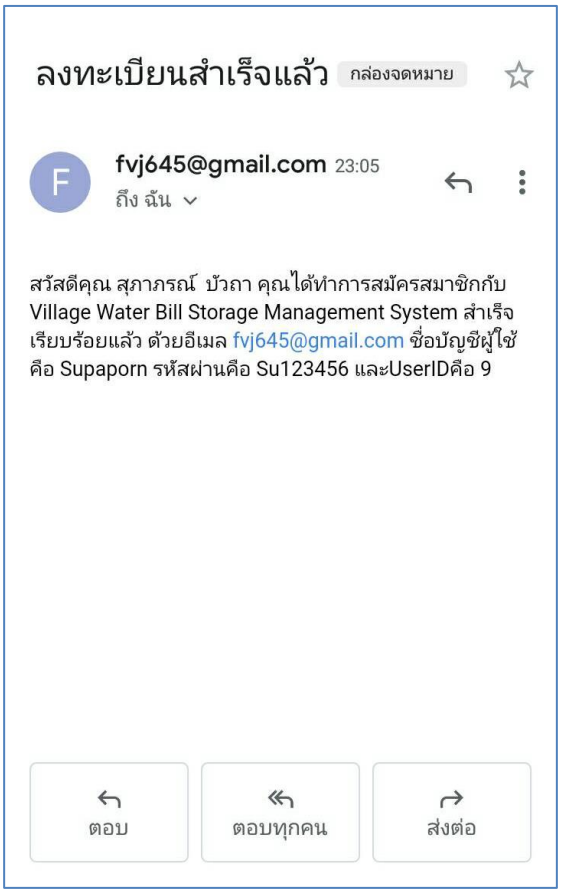
เว็บแอปพลิเคชันจัดเก็บค่าน้ำประปาประจำหมู่บ้าน โดยมีเจ้าหน้าที่เก็บค่าน้ำประปาปฏิบัติงานหน้าที่เดินเก็บค่าน้ำประปาตามบ้านเรือน โดยใช้เข้าเว็บแอปพลิเคชันผ่านโทรศัทพ์หรือแท็บเล็ต

ผลการทดลอง:



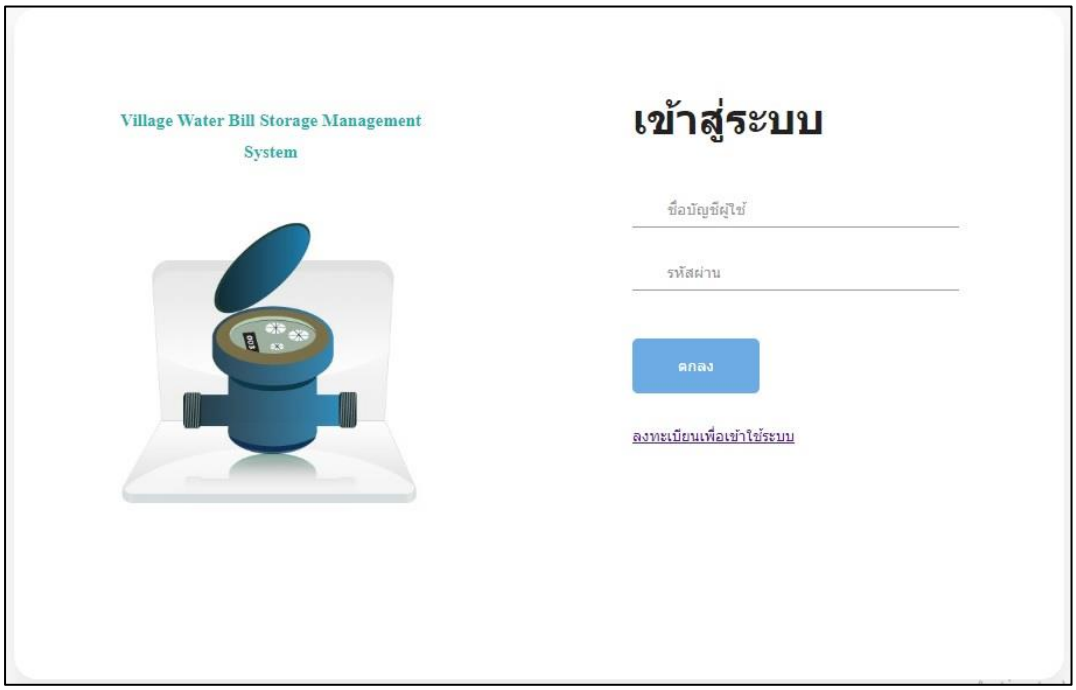
รูปที่ 1 หน้าจอลงทะเบียน

รูปที่ 1 หน้าจอลงทะเบียน สามารถสมัครสมาชิกได้ โดยเข้าสู่หน้าจอการทำงานของหน้าจอลงทะเบียนจะพบฟอร์มหน้าจอสำหรับคำขอลงทะเบียนสมาชิก มีไว้เพื่อสำหรับกรอกข้อมูลประกอบไปด้วย คำนำหน้าชื่อ(NameTitleID) ชื่อ (Name) , สกุล (LastName) , บ้านเลขที่ (FirstValue) , หมู่ (HouseNumber) , ชื่อหมู่บ้าน (VillageNumber) , เบอร์โทรศัพท์ (Tel) , อีเมล (Email) , ชื่อบัญชีผู้ใช้ (Username) , รหัส (Password) ระบบจะตรวจสอบความถูกต้อง (Verify Data) ถ้าหากข้อมูลไม่ถูกต้องระบบจะแสดงฟอร์มให้กรอกข้อมูลเข้าสู่ระบบอีกครั้ง และจะต้องกรอกข้อมูลใหม่จนกว่าจะถูกต้อง จากนั้นคลิกที่ปุ่ม ยืนยัน ระบบจะแสดงการยืนยันการบันทึก (Confirm Action) ถ้าหากยืนยันระบบจะทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลและส่งข้อความเตือนผ่านอีเมลที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้



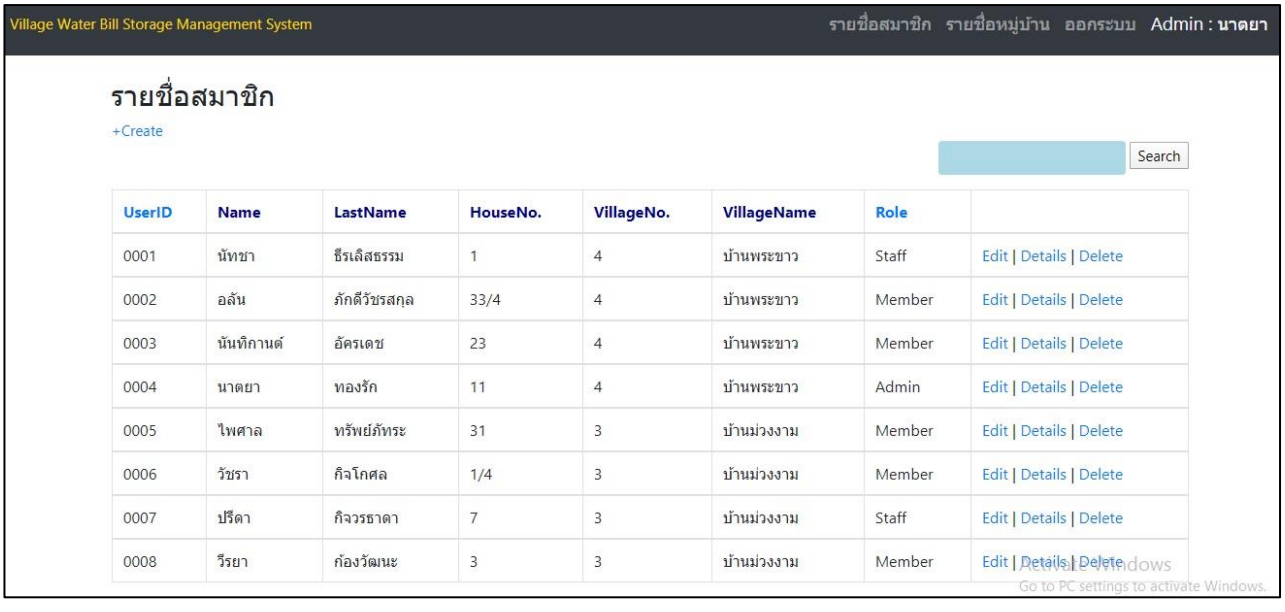
รูปที่ 2 ข้อความยืนยันการลงทะเบียนทางอีเมล

รูปที่ 2 ข้อความยืนยันการลงทะเบียนทางอีเมล เมื่อผู้สมัครได้ทำการลงทะเบียนเป็นสมาชิกของระบบจัดการการเก็บค่าน้ำประปาประจำหมู่บ้านเรียบร้อยแล้ว ระบบจะส่งข้อความให้ทางอีเมลเป็นลำดับสุดท้ายเพื่อยืนยันลงทะเบียนสำเร็จแล้ว



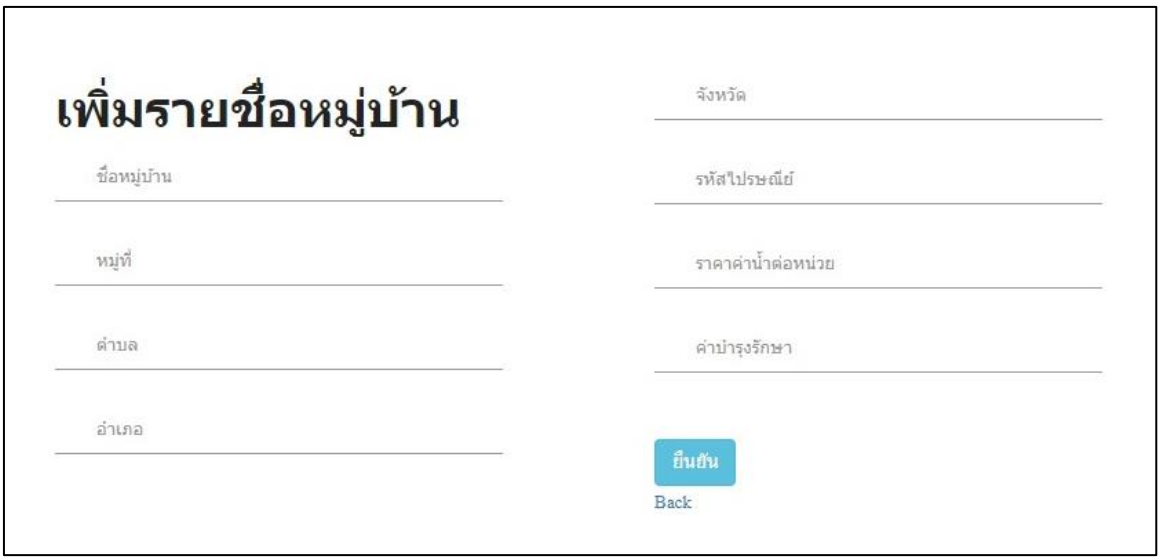
รูปที่ 3 หน้าจอเข้าสู่ระบบ

รูปที่ 3 หน้าจอเข้าสู่ระบบสามารถเข้าสู่ระบบ (Login) ก่อนจะใช้งานระบบ ต้องทำการเข้าสู่ระบบ (Login) เริ่มต้นจะต้องมาที่หน้าต่างเข้าสู่ระบบ (Logon) ชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม เข้าสู่ระบบ (Login) ระบบจะตรวจสอบว่า **ฐานข้อมูล (database)** ชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) ถูกต้องหรือไม่ หากข้อมูลไม่ถูกต้องระบบจะแสดงเข้ามาสู่หน้าเข้าสู่ระบบ (Login) เพื่อกรอกข้อมูลใหม่ หากทำการกรอกข้อมูลถูกครบถ้วนและถูกต้องจะเข้าสู่หน้าต่างเมนูหลัก



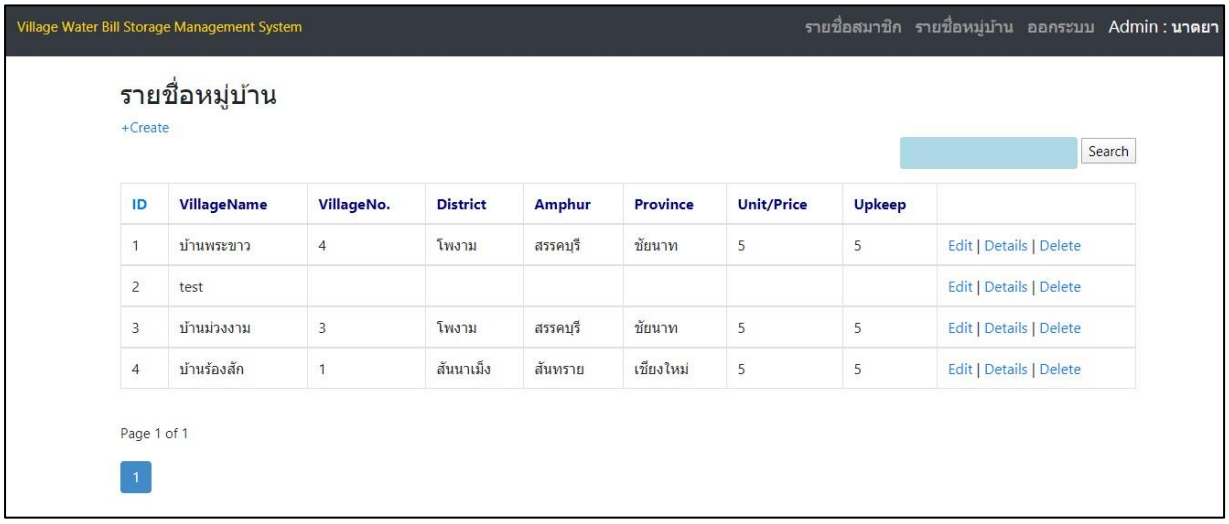
รูปที่ 4 หน้าจอรายชื่อสมาชิก

รูปที่ 4 หน้าจอรายชื่อสมาชิก สามารถลบข้อมูลผู้ใช้งานและแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานได้กรณีที่ข้อมูลของจัดการรายชื่อสมาชิก นั้นมีการเปลี่ยนแปลง โดยระบบจะแสดงรายละเอียดดังนี้ ต้องเลือก ชื่อบัญชีผู้ใช้ (Username) , รหัส (Password) , สถานะผู้ใช้งานระบบ (RoleID) , คำนำหน้าชื่อ (NameTitleID) ชื่อ (Name) , สกุล (LastName) , บ้านเลขที่ (HouseNumber) , หมู่ (VillageNumber) , ชื่อหมู่บ้าน (VillageID) ,ตำบล (DistrictID) , อำเภอ (AmphurID) , จังหวัด (ProvinceID) , เบอร์โทรศัพท์ (Tel) , อีเมล (Email) , เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลเสร็จระบบจะทำการบันทึกข้อมูลที่แก้ไขลงไปใน ฐานข้อมูล (database)



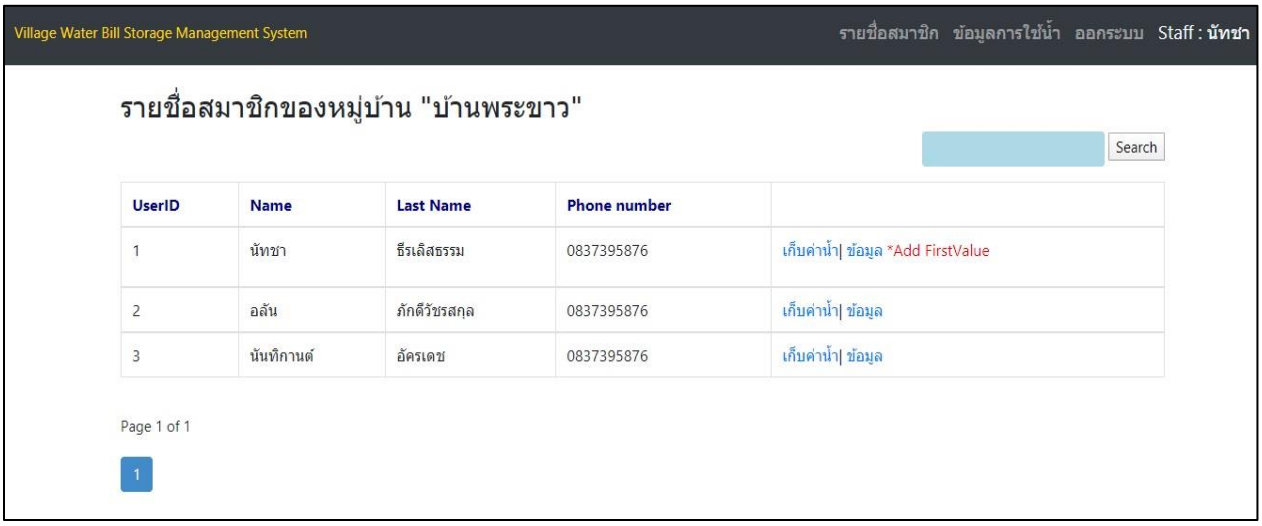
รูปที่ 5 หน้าจอเพิ่มรายชื่อหมู่บ้าน

รูปที่ 5 หน้าจอเพิ่มรายชื่อหมู่บ้าน ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มรายชื่อหมู่บ้านโดยการกรอกข้อมูลในระบบดังนี้ ชื่อหมู่บ้าน หมู่ที่ ตำบล อำเภอ จังหวัด รหัสไปรษณีย์ ราคาน้ำต่อหน่วย ค่าบำรุงรักษา และกดปุ่มยืนยันจากนั้นข้อมูลทั้งหมดที่ผู้ดูแลระบบกรอกจะแสดงข้อมูลที่รูปที่ 6



รูปที่ 6 หน้าจอชื่อหมู่บ้าน

รูปที่ 6 หน้าจอชื่อหมู่บ้าน จะแสดงข้อมูลทั้งหมดที่ผู้ดูแลระบบกรอกจากรูปที่ 5 ดังนี้



รูปที่ 7 หน้าจอรายชื่อสมาชิกของหมู่บ้านพระขาว

รูปที่ 7 หน้าจอรายชื่อสมาชิกของหมู่บ้านพระขาว สามารถค้นหาข้อมูลสมาชิกเพื่อจัดเก็บค่าน้ำได้ เมื่อ**เจ้าหน้าที่ (Staff)** สามารถค้นหาข้อมูลสมาชิกได้ โดยกรอก **UserID (Code) , ชื่อ (Name) , สกุล (LastName) , บ้านเลขที่ (HouseNumber)** ในช่องค้นหา จากนั้นให้คลิกที่ปุ่มค้นหา ระบบจะทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดง เพื่อแสดงข้อมูลสมาชิกของลูกบ้านในแต่ละครั้งซึ่งข้อมูลที่นำมาแสดงนั้นประกอบด้วย **UserID (Code) , ชื่อ (Name) , สกุล (LastName) , บ้านเลขที่ (HouseNumber) , หมู่ (VillageNumber) , ชื่อหมู่บ้าน (VillageID)**

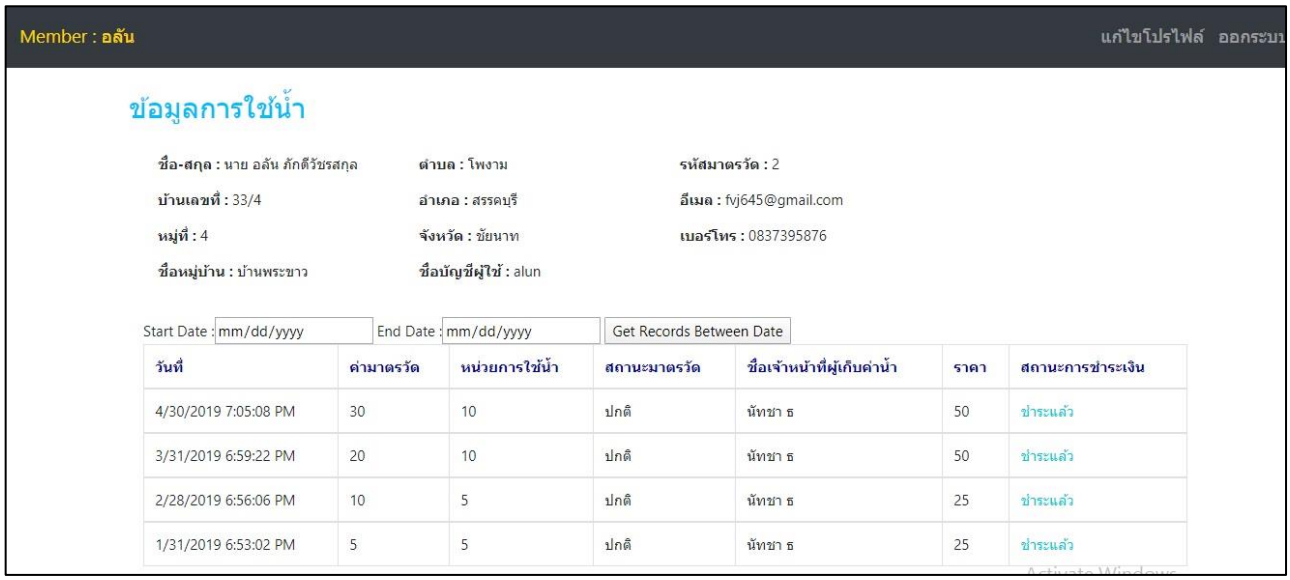


รูปที่ 8 หน้าจอเก็บค่าน้ำประปา

รูปที่ 8 หน้าจอเก็บค่าน้ำประปา เป็นการทำงานของระบบการคำนวณค่าน้ำ รับค่าจากหมายเลขผู้ใช้น้ำที่กรอก จากนั้นระบบจะแสดงชื่อลูกบ้านขึ้นมาและขั้นตอนถัดไปเลือกเก็บค่าน้ำประปาพร้อมกับกรอกเลขมิเตอร์ครั้งหลังในระบบ กดคำนวณระบบจะแสดงราคาการเก็บค่าน้ำประปา ขั้นตอนถัดไปเลือกสถานะมาตรวัดน้ำปกติหรือเสีย และเลือกสถานะการชำระเงินจ่ายแล้วค้างชำระ จากนั้นกดตกลงระบบจะแสดงราคาค่าน้ำรายละเอียดการชำระน้ำออกมา



รูปที่ 9 หน้าจอแสดงรายละเอียดการเก็บค่าน้ำประปา



รูปที่ 10 หน้าจอข้อมูลการใช้น้ำ

รูปที่ 10 หน้าจอข้อมูลการใช้น้ำ ลูกบ้านสามารถดูข้อมูลประวัติการใช้น้ำของตัวเองได้ ดังนี้ ชื่อ-สกุล บ้านเลขที่ หมู่ที่ ชื่อหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ชื่อบัญชีผู้ใช้ รหัสมาตรวัด อีเมล เบอร์โทร วันที่เก็บค่าน้ำ หน่วยการใช้น้ำ สถานะมาตรวัด ชื่อเจ้าหน้าที่เก็บค่าน้ำ ราคา สถานะชำระเงิน โดยต้องล็อกอินเข้าสู่ระบบก่อน

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

ระบบจัดการการเก็บค่าน้ำประปาประจำหมู่บ้านจะช่วยลดระยะเวลาการทำงานเก็บบันทึกข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูล ไม่จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรกระดาษ มีความรวดเร็วในการค้นหาข้อมูล และเพื่อเพิ่มความปลอดภัยของข้อมูล และจำนวนรายได้ต่อเดือน ช่วยลดเวลา และเพิ่มความถูกต้องในการออกใบแจ้งค่าน้ำและใบเสร็จค่าน้ำประปา

กิตติกรรมประกาศ:

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการผศ.ภานุวัฒน์ เมฆะ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ดร สนิท สิทธิกรรมการที่ปรึกษาโครงงาน อ.อลงกต กองมณี กรรมการที่ปรึกษาโครงงาน และ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

[1] Colebee. (2559). MVC คืออะไร ทำความเข้าใจรูปแบบการเขียนโปรแกรม. สืบค้น 9 มีนาคม 2563, จาก https://www.codebee.co.th/labs/mvc-

[2] ภัคพงศ์ กฤตวัฒน์. *Microsoft SQL Server คืออะไร*. สืบค้น 22 มีนาคม 2563, จาก https://www.9experttraining.com/articles/microsoft-sql-server-คืออะไร

[3] ธันวา สุวรรณวงษ์. (2556). Use Case & Scenario. สืบค้น 30 กันยายน 2562,จาก https://sites.google.com/site/itinfinityprj/project/scenario

ระบบปรับปรุงประสิทธิภาพตัวควบคุมกล้องโทรทรรศน์ด้วยข้อมูลความเร็วและทิศทางลม

AN IMPROVING TELESCOPE CONTROL SYSTEM VIA WIND SPEED AND DIRECTION DATA

ศุภชัย คานจันทึก[1] พาสน์ ปราโมกข์ชน[2] ปวีณ เขื่อนแก้ว[2] และ ภานุวัฒน์ เมฆะ[1,*]
Suphachai Khanchanthuek[1] Part Pramokchon[2] Paween khoenkaw[2] and Panuwat Mekha[1,*]
[1] สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290 ประเทศไทย
[2] สาขานวัตกรรมเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ภานุวัฒน์ เมฆะ อีเมล: panuwat_m@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

ระบบปรับปรุงประสิทธิภาพตัวควบคุมกล้องโทรทรรศน์ด้วยข้อมูลความเร็วและทิศทางลม มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีของกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ในงานด้านดาราศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากการเก็บข้อมูลทางด้านดาราศาสตร์เพื่อทำงานวิจัย ยังพบปัญหาสภาพแวดล้อมโดยรอบของกล้องโทรทรรศน์ ซึ่งขณะดำเนินการเก็บข้อมูลดาราศาสตร์จะพบว่ามีปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่มีผลกระทบกับตัวกล้องโทรทรรศน์ โดยเฉพาะปัจจัยจากลมที่ส่งผลกระทบมากที่สุดกับตัวกล้องโทรทรรศน์ ทำให้ข้อมูลเกิดความผิดพลาดและมีคุณภาพน้อย

ดังนั้นเพื่อลดปัญหาจากปัจจัยของลมที่ส่งผลกระทบต่อกล้องโทรทรรศน์ ทางคณะผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบ โดยนำหลักการทางวิศวกรรมศาสตร์และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติมาปรับใช้กับศาสตร์ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เพื่อส่งค่าที่ดีที่สุดไปใช้ในสมการของ ตัวควบคุมกล้องโทรทรรศน์ให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : กล้องโทรทรรศน์ อุปกรณ์ตรวจวัด สภาพอากาศ ความเร็วลม ทิศทางลม คาลมานฟิลเตอร์

Abstract:

An improving telescope control system via wind speed and direction data. The objective is to develop the technology of telescopes used in astronomy to effective. But due to collect the astronomical data for research still encountering environmental problems around the telescope. Especially the wind is the most effect factor that has a huge impact on the telescope whiles the data collection process resulting in data errors and poor quality. Therefore, reducing in the problem of wind speed factors affect to the telescope. Our research has developed the improving telescope control system via wind speed and direction data by engineering principles and statistical data analysis adapted to computer science. For send the best value to use in the telescope controller equation for efficient operation.

Keywords: Telescope, Measurement Equipment, Weather, Wind Speed, Wind Direction, Kalman filters

บทนำ:

ระบบปรับปรุงประสิทธิภาพตัวควบคุมกล้องโทรทรรศน์ด้วยข้อมูลความเร็วและทิศทางลม เป็นระบบที่พัฒนาเทคโนโลยีของกล้องโทรทรรศน์ให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากการทำงานเก็บข้อมูลทางด้านดาราศาสตร์ยังประสบกับปัญหาจากปัจจัยทางสภาพอากาศ เช่น ฝน,ความชื้น,อุณหภูมิ,แสงแดด และลม โดยปัจจัยหลักของปัญหาจากสภาพอากาศที่นำมาพัฒนาเป็นระบบคือ ลม เนื่องจากลมเป็นปัจจัยที่น่าสนใจ เพราะลมจะส่งผลกระทบต่อกล้องเมื่อกล้องเริ่มทำงาน กล่าวคือ เมื่อเริ่มทำการเปิดโดมแล้วเริ่มให้กล้องเก็บข้อมูล ณ เวลานั้น ลมจะเป็นตัวที่มากระทบกล้อง ทำให้กล้องเกิดการสั่น ข้อมูลที่ได้มาบางช่วงไม่สมบูรณ์แบบ และข้อมูลมีประสิทธิภาพลดลง แต่เนื่องจากธรรมชาติของลมเราไม่สามารถกำหนดได้ว่า ลมพัดมาที่ความเร็วเท่าไร พัดมาทางทิศใด เราจึงต้องใช้ข้อมูลที่วัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศนำมาวิเคราะห์เชิงสถิติแล้วกรองข้อมูลที่วัดได้ ให้ข้อมูลที่วัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศ เมื่อผ่านการกรองข้อมูล ข้อมูลที่กรองแล้วสามารถนำไปใช้ในการควบคุมต่อได้ และเป็นการวัดถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ว่ายังทำงานได้แม่นยำ และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยลดปัญหาที่ส่งผลต่อการเก็บข้อมูล ให้ข้อมูลที่เก็บมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพมากขึ้น

การดำเนินงานวิจัย:

1. อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ใช้

- ฮาร์ดแวร์
    - อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศ (WXT520)

    ใช้สำหรับ ตรวจวัดสภาพอากาศ และเก็บข้อมูลสภาพอากาศมาวิเคราะห์และกรองข้อมูล
    - กล้องโทรทรรศน์ (CDK700)

    ใช้สำหรับ ทดสอบการควบคุมจากข้อมูลสภาพอากาศที่ผ่านการกรองข้อมูลแล้ว
    - Micro Controller (ATmega328P – 8 bit AVR)

    ใช้สำหรับ สื่อสารข้อมูลจากอุปกรณ์สู่โปรแกรมระบบที่พัฒนาขึ้น
- ซอฟต์แวร์
    - โปรแกรม Arduino IDE

    ใช้สำหรับ เขียนคำสั่ง เพื่อให้อุปกรณ์กับโปรแกรมรับและส่งข้อมูลสภาพอากาศจากอุปกรณ์ตรวจวัด
    - โปรแกรม Visual studio

    ใช้สำหรับ เขียนโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลและกรองข้อมูลสภาพอากาศ พร้อมส่งค่าไปยังการควบคุม
    - โปรแกรม Vaisala

    ใช้สำหรับ เปรียบเทียบความแม่นยำของการวัดค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัดกับโปรแกรมระบบที่เราพัฒนา

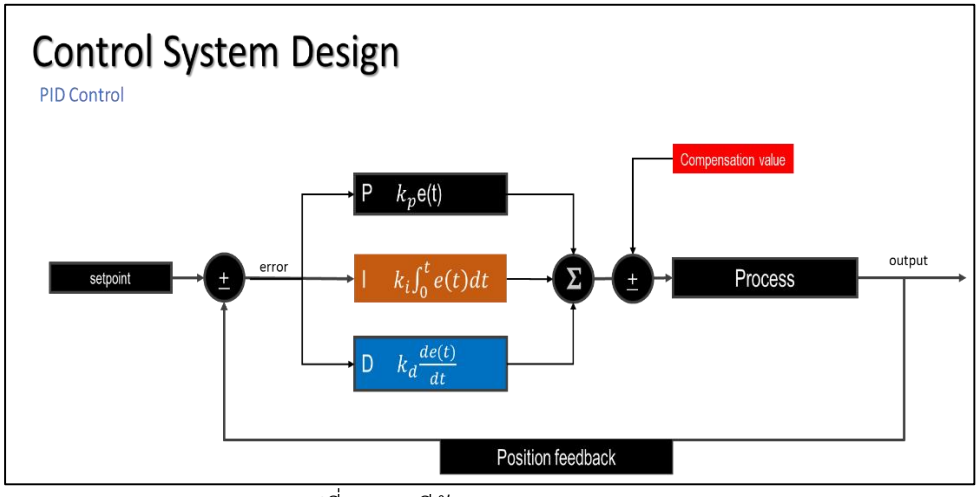
2. วิธีดำเนินการ

2.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาระบบปรับปรุงประสิทธิภาพตัวควบคุมกล้องโทรทรรศน์ด้วยข้อมูลความเร็วและทิศทางลม จะต้องศึกษาในหลักการที่เกี่ยวข้องและศึกษาถึงการทำงานของกล้องโทรทรรศน์ เพื่อให้การพัฒนาระบบเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.1 ทฤษฎีที่นำมาใช้ในระบบ

- ทฤษฎีตัวควบคุม (PID Control)

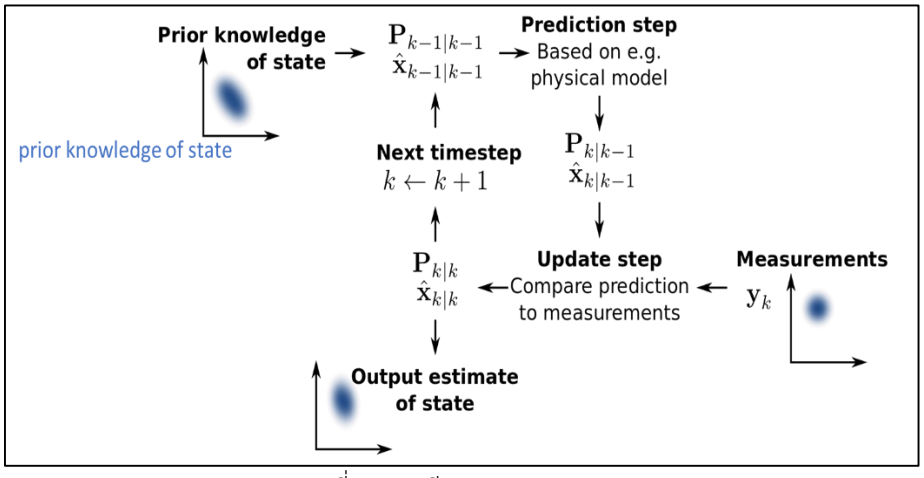


รูปที่ 1 ทฤษฎีตัวควบคุม (PID Control)

จากรูปที่ 1 เป็นทฤษฎีที่ใช้เพื่อลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าโดยผ่านสมการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่อยู่ในเครื่องควบคุม เมื่อคำนวณเสร็จแล้ว ตัวควบคุมจะส่งค่าไปยังกล้องโทรทรรศน์และป้อนค่ากลับมาว่า ในขณะนี้กล้องโทรทรรศน์ได้หมุนไปยังตำแหน่งตรงตามที่เราตั้งค่าไว้หรือไม่ ซึ่งในระบบที่เราพัฒนาก็จะส่งค่าที่กรองข้อมูลลงมาที่ตัวควบคุมเช่นกัน

- ทฤษฎีคาลมานฟิลเตอร์

ทฤษฎีคาลมานฟิลเตอร์เป็นหลักการที่นำข้อมูลมาวิเคราะห์ในเชิงสถิติ โดยการกรองข้อมูลจะใช้วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ คำนวณจากค่าที่อุปกรณ์วัดได้ เพื่อมาพยากรณ์หาค่าที่ดีที่สุดและอัพเดทค่าที่ดีที่สุด จากการวัดค่าจริงออกไปยังระบบ ดังรูปที่2



รูปที่ 2 ทฤษฎีคาลมาน

2.1.2 ฮาร์ดแวร์

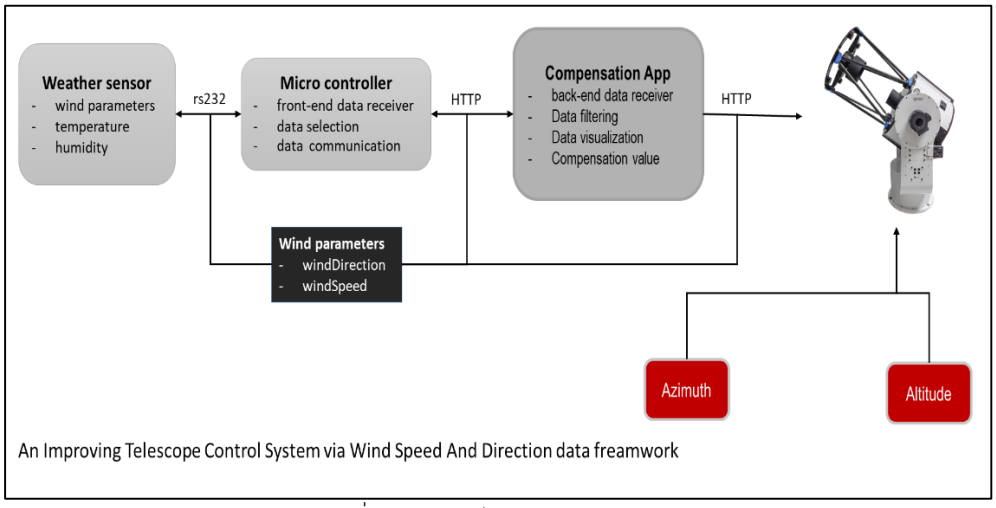
ศึกษาถึงการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดค่า อาทิเช่น ค่าความเร็วของลมมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ค่าทิศทางลมมีหน่วยเป็นดีกรี และยังศึกษาปัจจัยในการควบคุมกล้องโทรทรรศน์ เพื่อพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.1.3 ซอฟต์แวร์

ศึกษาถึงภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม การทำตัวสื่อสารกับตัวอุปกรณ์ อัลกอรึทึมที่ใช้ในการออกแบบระบบเพื่อให้โปรแกรมสามารถสื่อสารและเรียกใช้งานจากอุปกรณ์ โดยผ่านระบบที่พัฒนาขึ้น

- วิเคราะห์และออกแบบระบบ

การออกแบบและวิเคราะห์ถึงระบบเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ระบบจะถูกพัฒนาขึ้นได้ ต้องมีการออกแบบและจำลองการทำงานก่อนลงมือพัฒนาจริง เพื่อช่วยให้ระบบมีประสิทธิภาพและลดความผิดพลาดของระบบ



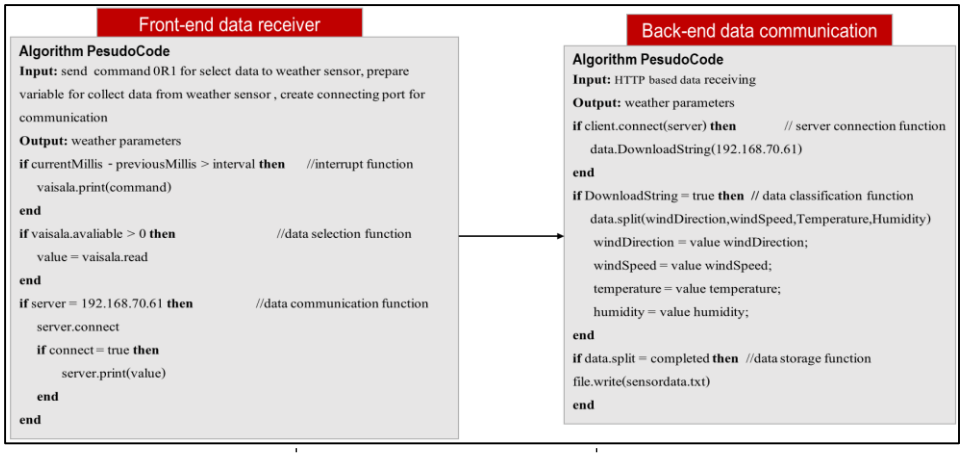
รูปที่ 3 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

จากรูปที่ 3 ระบบปรับปรุงประสิทธิภาพตัวควบคุมกล้องโทรทรรศน์ด้วยข้อมูลความเร็วและทิศทางลม จะมีการทำงานโดยเริ่มจากการสื่อสารข้อมูลจาก micro controller ผ่านทางโปรโตคอล rs232 ส่งข้อมูลที่อุปกรณ์วัดได้มายังโปรแกรม เมื่อได้ค่าที่เราสนใจคือความเร็วลมและทิศทางลม ก็จะถูกส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอลแบบ HTTP มายังโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น โปรแกรมจะทำการกรองข้อมูลและส่งออกไปยังกระบวนการควบคุม โดยกล้องโทรทรรศน์จะควบคุม2แนวเป็นหลัก คือแนวระดับและแนวดิ่ง แนวระดับจะควบคุมให้กล้องหมุนไปแนวนอน ส่วนแนวดิ่งจะควบคุมให้กล้องเงยขึ้นเงยลงตามระดับ

3. พัฒนาระบบ

ในกระบวนการพัฒนาระบบได้จำลองรหัสเทียมขึ้นมา เพื่อให้กระบวนการในการเขียนคำสั่งโปรแกรมมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด ช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถแก้ปัญหาได้เมื่อเกิดความผิดพลาด

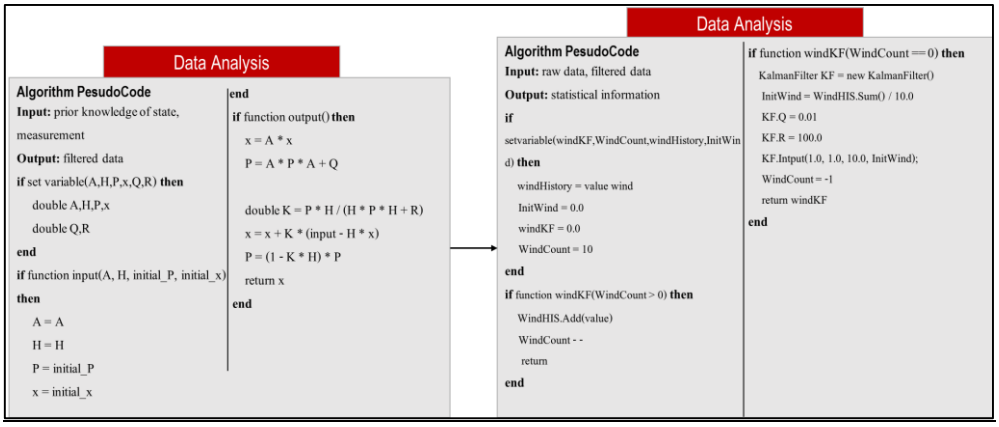
- รหัสเทียมของกระบวนการสื่อสารข้อมูล



รูปที่ 4 รหัสเทียมของกระบวนการสื่อสารข้อมูล

จากรูปที่ 4 รหัสเทียมด้านซ้ายเป็นการสื่อสารข้อมูลที่ป้อนคำสั่งไปยังอุปกรณ์ตรวจวัดและให้ micro controller สร้างตนเองเป็นserverจากนั้นส่งข้อมูลที่อุปกรณ์วัดได้ไปยังโปรแกรมที่พัฒนาเพื่อทำกระบวนการกรองข้อมูลในขั้นตอนต่อไป

- รหัสเทียมของกระบวนการกรองข้อมูล



รูปที่ 5 รหัสเทียมของกระบวนการสื่อสารข้อมูล

จากรูปที่ 5 เป็นรหัสเทียมของกระบวนการกรองข้อมูลเมื่อได้ข้อมูลมาจากอุปกรณ์ ระบบที่พัฒนาจะแบบค่าออกเป็นแต่ละชนิด เช่น เป็นค่าของลม อุณหภูมิ ความชื้น และนำค่าที่แยกออกเหล่านี้เข้าสู่กระบวนการกรองข้อมูลโดยใช้สมการคำนวณทางคณิตศาสตร์กรองค่าที่ดีที่สุด แล้วส่งออกไปยังระบบควบคุมกล้องโทรทรรศน์

4. ทดสอบระบบ

ในการทดสอบระบบ เริ่มต้นด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศ เพื่อเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ใช้เวลาในการเก็บ7วัน หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาแสดงในหน้าจอของโปรแกรมที่พัฒนา เพื่อเช็คว่าค่าที่ได้มาส่งมาให้โปรแกรมหรือไม่ และใช้เวลาในการส่งค่าแต่ละครั้งเป็นกี่วินาที เมื่อกระบวนการนี้ผ่านแล้วจะเริ่มเข้าสู่การกรองข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่กรองส่งไปยังตัวควบคุมเพื่อทดสอบว่าเมื่อส่งค่าเข้าไปกล้องโทรทรรศน์ จะสามารถลดความผิดพลาดเมื่อลมมากระทบได้หรือไม่ เมื่อเกิดปัญหาเราสามารถแก้ไขได้ก่อนจะนำไปควบคุมกล้องโทรทรรศน์ต่อไป

5. ประเมินผลระบบ

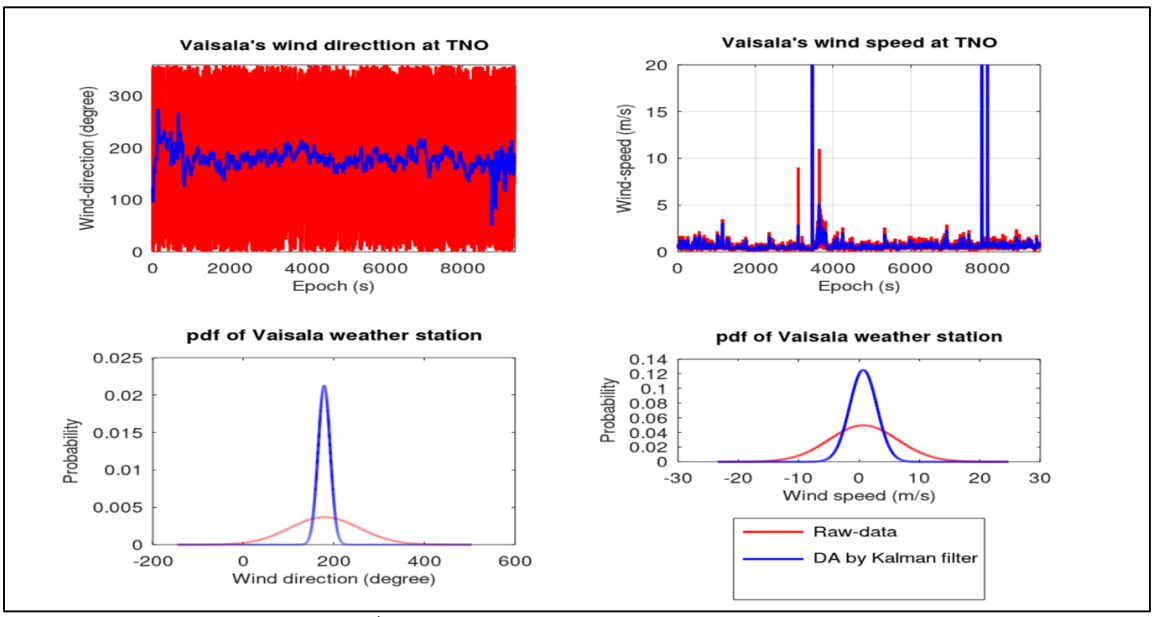
เมื่อทำการพัฒนาระบบจนสมบูรณ์ การประเมินผลระบบเป็นอีกหนึ่งสิ่งที่จะวัดถึงประสิทธิภาพว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยลดผลกระทบได้มากเท่าไร สามารถวัดความเสื่อมของอุปกรณ์ที่ใช้ รวมทั้งการประเมินทำให้เกิดการพัฒนาระบบต่อไปในอนาคต

6. ผลการวิจัย

จากการวิจัยและพัฒนาระบบ เกิดขึ้นได้จาก การวัดและเก็บค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัด นำมาวิเคราะห์เชิงสถิติและกรองข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด และใช้ในการควบคุมกล้องให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ จำนำมาแสดงผลเป็นกราฟข้อมูลที่เกิดจากการวิเคราะห์ของความเร็วลมและทิศทางลม เป็นกราฟเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการกรอง (สีแดง) และข้อมูลที่กรองแล้ว (สีน้ำเงิน) จะเห็นได้ว่า เมื่อยังไม่มีการกรองข้อมูล ค่าที่ได้มาจะไม่มีความเสถียร เปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดเวลา เมื่อนำมาใช้ในการควบคุมจะส่งผลเสียต่อกล้อง จึงต้องมีการกรองข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำและเสถียรที่สุด เมื่อนำมาควบคุมจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ รวมทั้งยังเป็นข้อมูลที่สามารถต่อยอดพัฒนาระบบอื่นๆ ผลวิจัยจึงเป็นสิ่งสำคัญ ที่แสดงให้เห็นถึงผลสำเร็จจากการพัฒนาในด้านเทคโนโลยีและสามารถเป็นต้นแบบให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอื่นๆ ได้ต่อไปในอนาคต

- กราฟประกอบผลการวิจัย

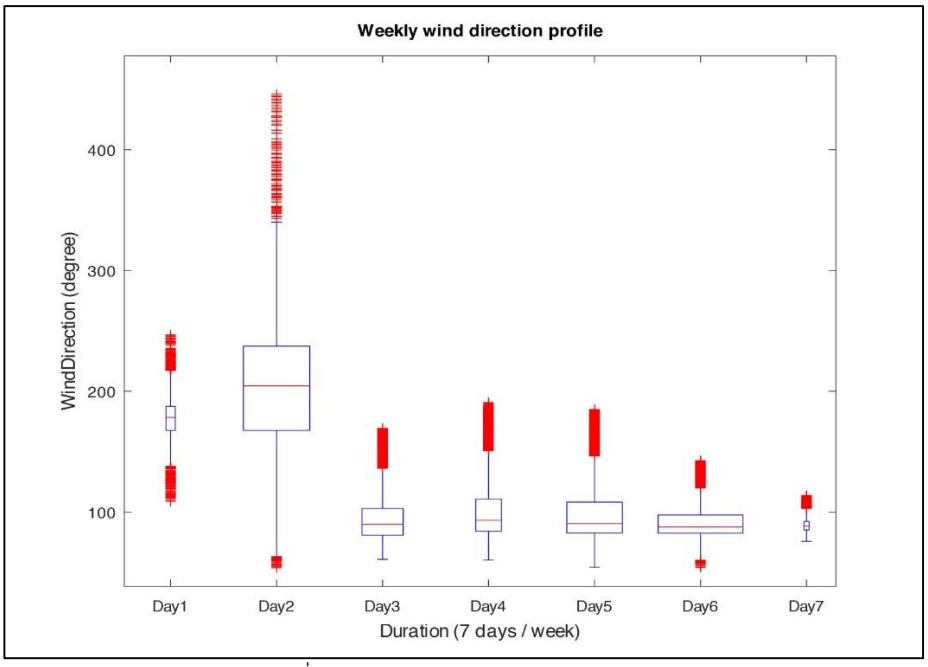
- กราฟข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลมรายวัน



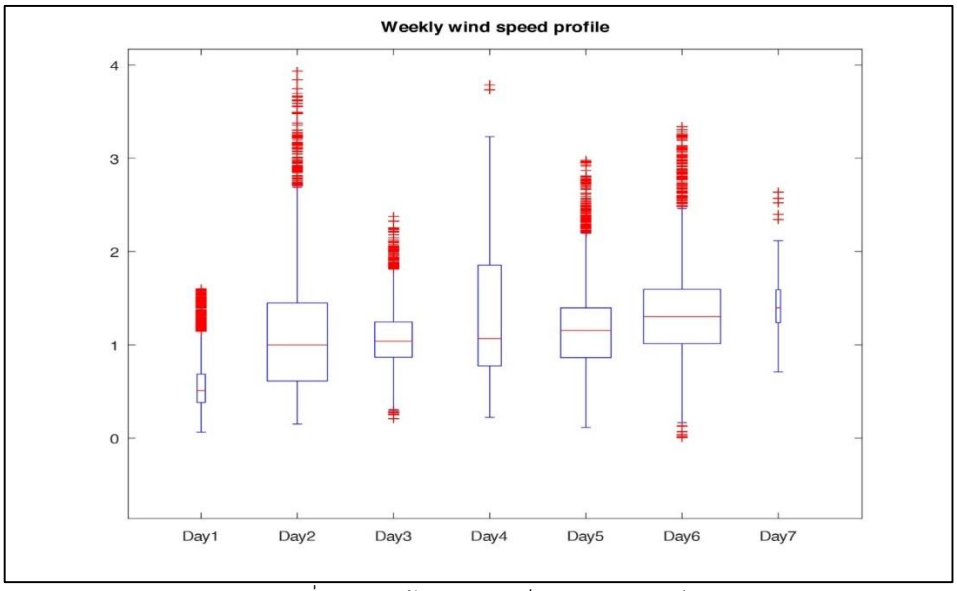
รูปที่ 6 กราฟข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลมรายวัน

จากรูปที่ 6 เป็นกราฟของความเร็วและทิศทางของลมใน 1 วัน โดยวันนี้จะสังเกตเห็นได้ว่า ทิศทางของลมที่ยังไม่ได้กรองจ้อมูลจะอยู่ที่ 0-360 ดีกรี ซึ่งไม่มีความเสถียรภาพ ข้อมูลเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงต้องมีการกรองเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เสถียรแม่นยำเพื่อใช้ในการควบคุม เมื่อกรองข้อมูลแล้ว ค่าของทิศทางลมในวันดังกล่าวจะเฉลี่ยอยู่ที่ 230 ดีกรี ส่วนค่าความเร็วลมที่ยังไม่ได้กรองจะอยู่ที่ 0-20 และค่าความเร็วลมที่กรองแล้วจะเฉลี่ยอยู่ที่ 2 เมตรต่อวินาที แต่จะมีบางช่วงเวลาที่ค่าข้อมูลที่กรองแล้วจะมากกว่าค่าที่ยังไม่ได้กรอง เนื่องจากอาจจะมีความผิดพลาดในการสื่อสารข้อมูลหรืออุปกรณ์ตรวจวัดมีความเสื่อม จึงทำให้ข้องมูลในช่วงเวลานั้นขึ้นไปมากกว่าค่าที่น่าจะเป็น

- กราฟข้อมูลความเร็วลมและทิศทางลมรายสัปดาห์



รูปที่ 7 กราฟข้อมูลทิศทางลมรายสัปดาห์



รูปที่ 8 กราฟข้อมูลความเร็วลมรายสัปดาห์

จากรูปภาพที่ 7 และรูปภาพที่ 8 เป็นกราฟของความเร็วและทิศทางของลมใน 1 สัปดาห์ โดยใน1สัปดาห์จะสังเกตเห็นได้ว่าความเร็วลมในสัปดาห์นี้เกาะกลุ่มเฉลี่ยที่ 0.8 เมตรต่อวินาที และทิศทางลมสัปดาห์นี้เฉลี่ยที่96ดีกรี โดย1-2 วันแรกการเปลี่ยนแปลงของลมไม่คงที่ลมจะคงที่ตั้งแต่วันที่3-วันที่7 นอกจากนี้ยังวสามารถบอกเทรนของข้อมูลได้อีกว่า ค่าต่ำสุดเฉลี่ยและค่าสูงสุดเฉลี่ยของสัปดาห์นี้อยู่ที่เท่าไรสามารถเทียบกันได้หลายวัน วิเคราะห์ออกมาเป็นภาพรวมได้ แต่ยังมีปัญหาของค่าบางค่าที่เกินกว่าหรือต่ำกว่าความเป็นจริงในกระบวนการกรองข้อมูล จึงเกิดเป็นขีดสีแดงหรือoutlinerขึ้นในกราฟ

7.วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการวิจัยทำให้เห็นถึงผลและปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาระบบ โดยผลของการวิจัยสามารถบอกถึงการทำงาน ความเสื่อมของอุปกรณ์และปัญหาจากการเขียนระบบ จึงวิจารณ์ผลการวิจัยดังนี้

- อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศที่ใช้ มีอายุการใช้งานมานาน ความเสื่อมของอุปกรณ์จึงเป็นสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อ ความแม่นยำของข้อมูล
- การสื่อสารของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กับตัวโปรแกรม เกิดความผิดพลาดในการสื่อสาร เช่น ตัวอุปกรณ์ไม่ทำการส่งข้อมูลมาให้โปรแกรม หรือโปรแกรมไม่สามารถรับข้อมูลได้ ณ เวลานั้น จึงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ส่งผลให้ข้อมูลมีความแม่นยำลดลง
- ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ที่มีความผิดพลาดบางส่วน ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูล เกิดการคลาดเคลื่อน ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์มีความละเอียดลดลง

8. สรุปผลการวิจัย

เมื่อทำการวิจารณ์การวิจัยสำเร็จ สรุปผลการวิจัยเป็นอีกหนึ่งตัวชี้วัดถึงภาพรวมของระบบ การทำงานของระบบ ผลดีและผลเสีย สิ่งที่ได้ต่างๆในการพัฒนาระบบ

- ด้านการสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศ กับโปรแกรม สื่อสารเพื่อใช้ในการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอากาศมาที่โปรแกรม ตัวโปรแกรมก็เก็บข้อมูลไว้ในตัวแปรต่างๆ เพื่อใช้ส่งข้อมูลในการวิเคราะห์ การคำนวณทางคณิตศาสตร์ รวมถึงส่งข้อมูลเพื่อใช้ในการควบคุมของอุปกรณ์อื่น ๆ ในการสื่อสารข้อมูลจะทำผ่านโปรโตคอลต่างๆ เช่น ในส่วนที่เป็นตัวอุปกรณ์เข้าหาโปรแกรมรับข้อมูลเบื้องหน้า ก็จะสื่อสารกันผ่านสายserial port ต่อเข้ากับ micro controller เพื่อส่งคำสั่งไปเลือกข้อมูลที่ต้องการ และรับข้อมูลที่วัดได้มาเก็บในตัวแปร หรือส่งค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ ผ่านserver เพื่อให้โปรแกรมอื่นสามารถดึงค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ไปใช้ในการควบคุม

- ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล

นำหลักสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อศึกษาข้อมูลถึงการกระจายตัวข้อมูลในแต่ละชุด ความถี่ของข้อมูล ความแม่นยำของข้อมูล เป็นตัวบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพข้อมูลที่จะนำไปใช้ในส่วนการควบคุม ระหว่างข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการกรอง กับข้อมูลที่ผ่านการกรองโดยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลแบบไหนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุม

กิตติกรรมประกาศ:

งานวิจัยเรื่อง “ระบบปรับปรุงประสิทธิภาพตัวควบคุมกล้องโทรทรรศน์ด้วยข้อมูลความเร็วและทิศทางลม” สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากผศ.ภานุวัฒน์ เมฆะที่ให้ความรู้ คำปรึกษา ตลอดจนชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้จนทำให้งานวิจัยสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

และขอขอบพระคุณฝ่ายพัฒนาเทคโนโลยีและวิศวะกรรม สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ ที่ให้คำแนะนำกำกับดูแลในการพัฒนา และความรู้ในทฤษฎีต่างๆรวมถึงการพัฒนาระบบ ทำให้การทำงานวิจัยครั้งนี้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Ang, K. H., Chong, G., & Li, Y. (2005). PID control system analysis, design, and technology. IEEE transactions on control systems technology, 13(4), 559-576.

[2] Brown, R. G., & Hwang, P. Y. (1992). Introduction to random signals and applied Kalman filtering (Vol. 3). New York: Wiley.

[3] Gelb, A. (1974). Applied Optimal Estimation. The Analytical Sciences Corporation.

[4] Kalman, R. E. (1960). A new approach to linear filtering and prediction problems [J]. Journal of basic Engineering, 82(1), 35-45.

[5] Kiong, T. K., Qing-Guo, W., Chieh, H. C., & Hägglund, T. J. (1999). Advances in PID control. Springer London.

[6] Lee, Y., Park, S., Lee, M., & Brosilow, C. (1998). PID controller tuning for desired closed-loop responses for SI/SO systems. Aiche journal, 44(1), 106-115.

[7] Liptak, B. G. (2018). Instrument Engineers' Handbook, Volume Two: Process Control and Optimization. CRC press.

[8] McGee, L. A., & Schmidt, S. F. (1985). Discovery of the Kalman filter as a practical tool for aerospace and industry.

[9] Peter, S. M. (1979). Stochastic Models, Estimation, and Control. Vol. 1.

[10] Sellers, D. (2001). An overview of proportional plus integral plus derivative control and suggestions for its successful application and implementation.

[11] Van Doren, V. J., & Fundamentals, L. T. Control Engineering (Red Business Information), July 1, 2003.

เว็บไซต์ แคท สตอรี่

WEBSITE CAT STORY

แพรวา ดาระสวัสดิ์[1] และ ชัญญาภรณ์ กันทวี[1]

Preawa Darasawat[1] and Chanyapron Gunthawee[1]

อ.ดร.ปวีณ เขื่อนแก้ว[1,*], ผศ.ดร.พาสน์ ปราโมกข์ชน[1], ดร.กิตติกร หาญตระกูล[1]

Dr. Paween Khoenkaw[1], Asst. Prof. Dr. Part Pramokchon[1], Dr. Kittikorn Hantrakul[1]

[1]*สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: อ.ดร.ปวีณ เขื่อนแก้ว อีเมล: paween_k@gmaejo.mju.ac.th

บทคัดย่อ:

เนื่องจากปัจจุบันมีประชากรแมวจรจัดเพิ่มขึ้น ซึ่งมาจากปัญหาผู้คนนำมาทิ้งเพราะเลี้ยงดูไม่ไหว สิ่งเหล่านี้จึงเป็นปัจจัยหลักที่ประชากรแมวจรจัดเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้จัดทำเว็บไซต์ แคท สตอรี่ เพื่อให้ผู้คนที่ต้องการหาแมวมาดูแล หรือหาบ้านใหม่ให้แมวแทนการนำไปปล่อยทิ้งให้เป็นแมวจรจัด โดยใช้การระบุพิกัดจีพีเอสมาเป็นเครื่องมือในการระบุพิกัดที่แมวจรจัดอาศัยอยู่ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถลงทะเบียนเพื่อรับอุปการะแมว และตรวจสอบประวัติแมวได้ เพื่อให้เกิดเว็บไซต์ที่มีประโยชน์ต่อผู้คนและชีวิตแมวที่ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ : เว็บไซต์ แคท สตอรี่

Abstract:

Due to the increasing population of stray cats, which comes from the problem that people cannot take care of them anymore. This is the main factor that contribute to the increase of the stray cat population. Therefore in order to resolve this problem, this system is proposed. The cat owner can use this system to find the new home instead of abandoned them or release into the public place. Moreover, the GPS coordinate is used to locate the place where the stray cat was founded. Thus, cat enthusiast can also use this system to adopt the new home needed, or the reported stray one.

Keywords: Website Cat Story0

ที่มาและความสำคัญของปัญหา:

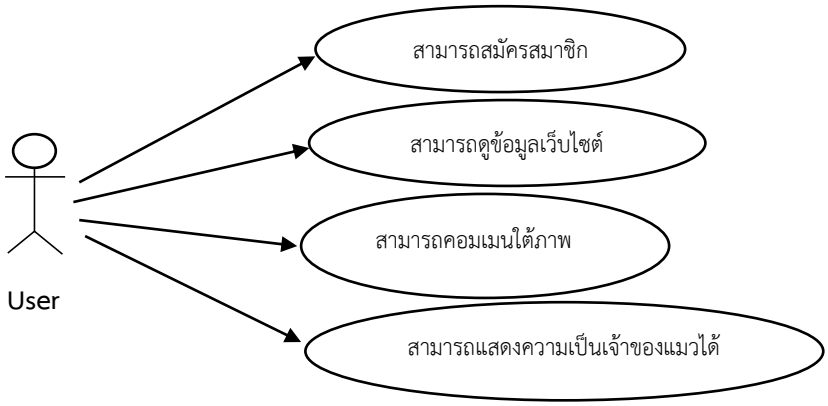
เนื่องจากปัจจุบันมีประชากรแมวจรจัดเพิ่มขึ้น ซึ่งมาจากปัญหาผู้คนเอามาปล่อยทิ้ง หรือนำมาทิ้งเพราะเลี้ยงดูไม่ไหว สิ่งเหล่านี้จึงเป็นปัจจัยหลักที่ประชากรแมวจรจัดเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้จัดทำระบบนี้ เพื่อให้ผู้คนที่ต้องการหาแมวมาดูแล หรือหาบ้านใหม่ให้แมวแทนการไปปล่อยทิ้งให้เป็นแมวจรจัด โดยใช้การระบุพิกัดจีพีเอสมาเป็นเครื่องมือในการระบุที่แมวอาศัยอยู่ เพื่อให้เกิดระบบที่มีประโยชน์ต่อผู้คนและชีวิตแมวที่ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์:

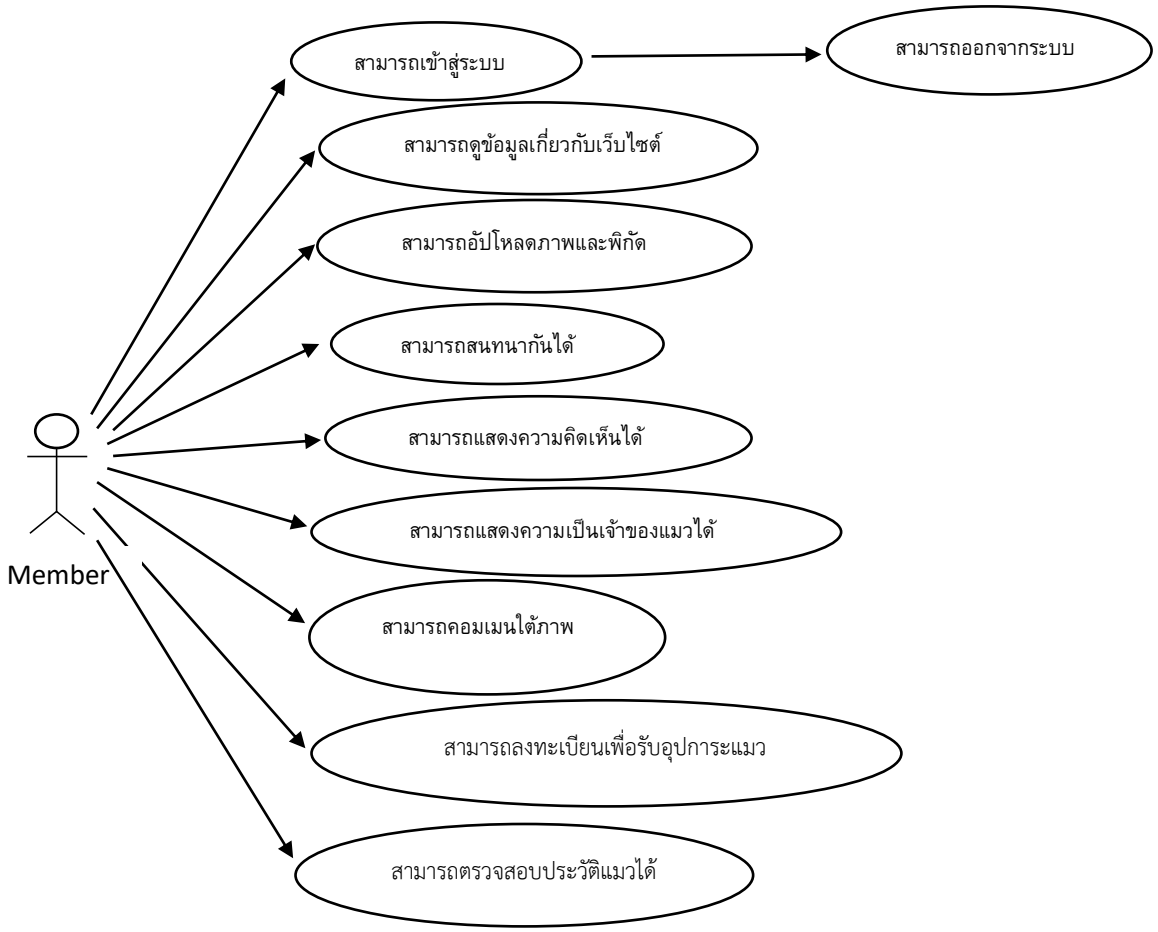
1. เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้เรื่องแมว
2. เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับคนที่อยากรับแมวไปเลี้ยง
3. เพื่อช่วยหาบ้านให้แมวที่ไม่มีเจ้าของ

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ:

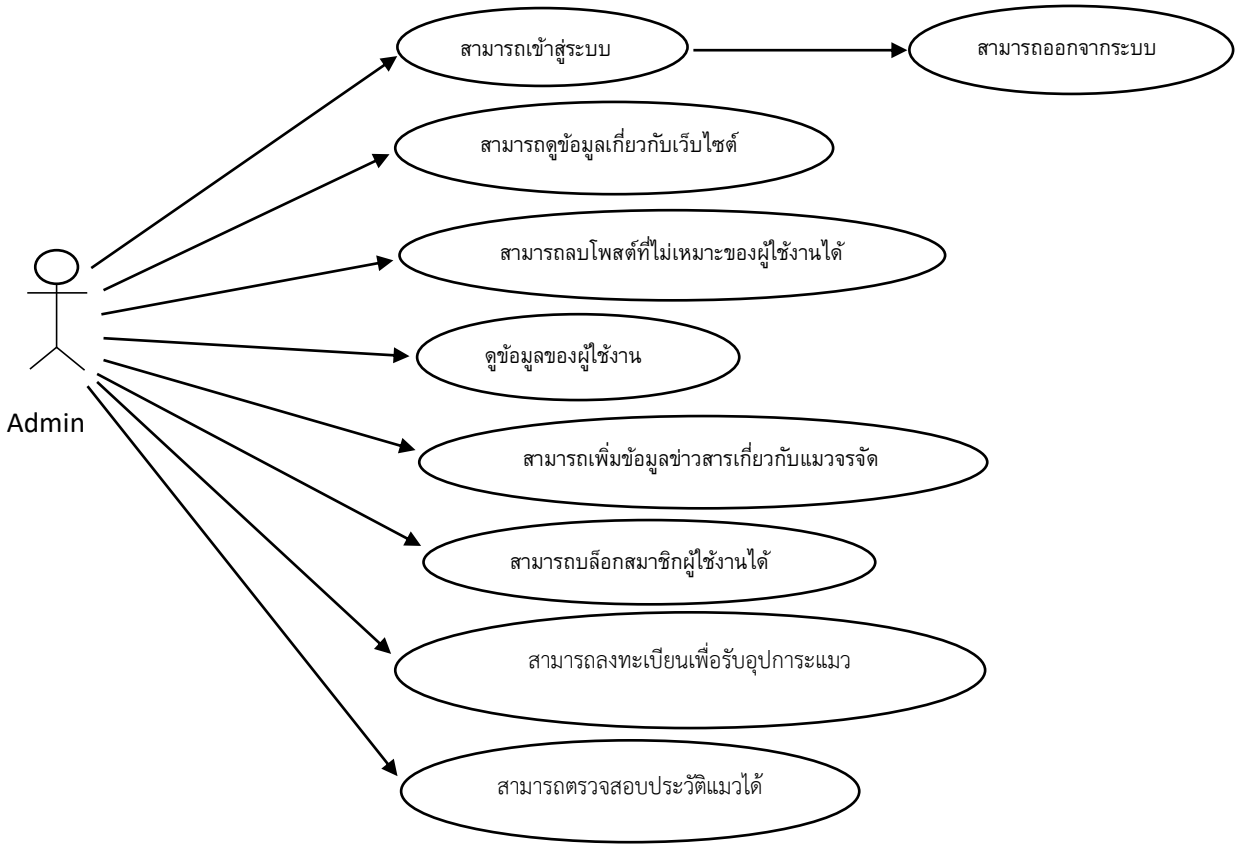
การวิเคราะห์และออกแบบระบบจะแสดงในรูปแบบ Usecase Diagram โดยจะแบ่งผู้ใช้งานออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ ผู้ใช้งานทั่วไป และสมาชิก ดังนี้



รูปที่ 1 แสดงยูสเคสไดอะแกรมผู้ใช้ทั่วไป



รูปที่ 2 แสดงยูสเคสไดอะแกรมสมาชิกเว็บไซต์



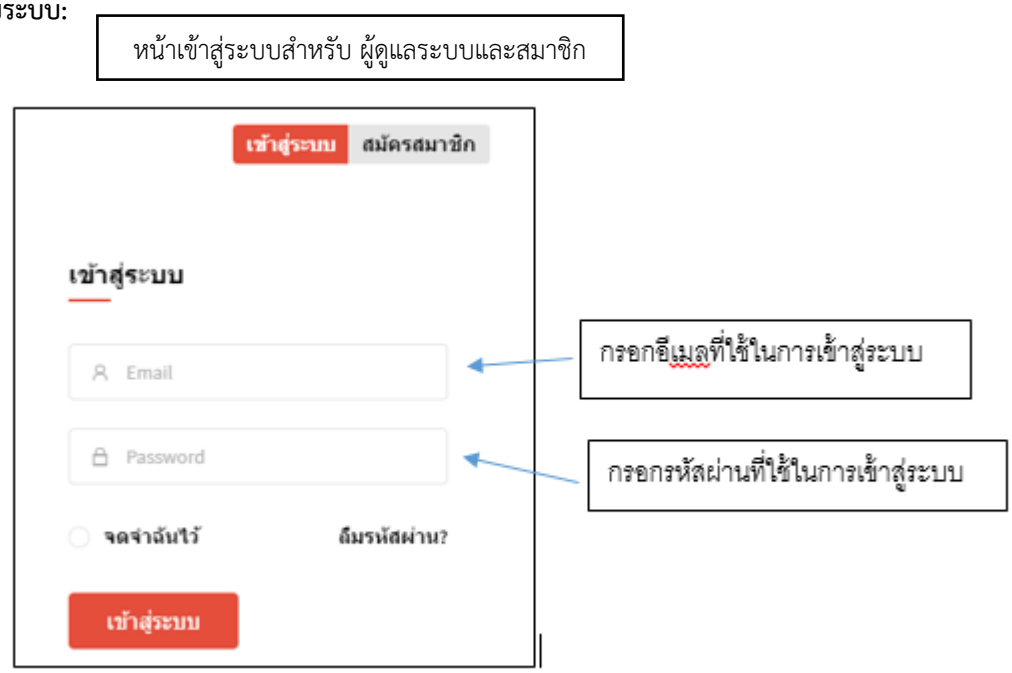
รูปที่ 3 แสดงยูสเคสไดอะแกรมผู้ดูแลระบบ

ทดสอบระบบ:

วิธีการทดลองจะแบ่งการทดลองของผู้ใช้เว็บไซต์ 3 ส่วน ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ ผู้ใช้งานทั่วไป และสมาชิก โดยการทดสอบระบบจะแบ่งดังนี้

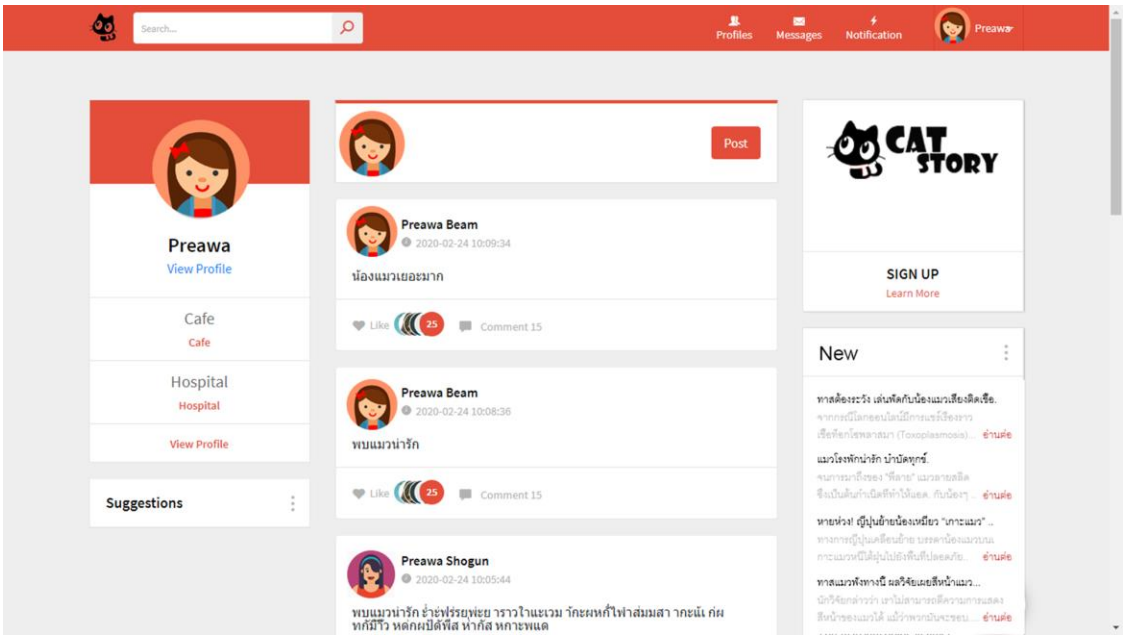
- ผู้ดูแลระบบและสมาชิกทดสอบการเข้าสู่ระบบ
- สมาชิกทดสอบการโพสต์ข้อความ/การแสดงความคิดเห็น

ผลการทดสอบระบบ:



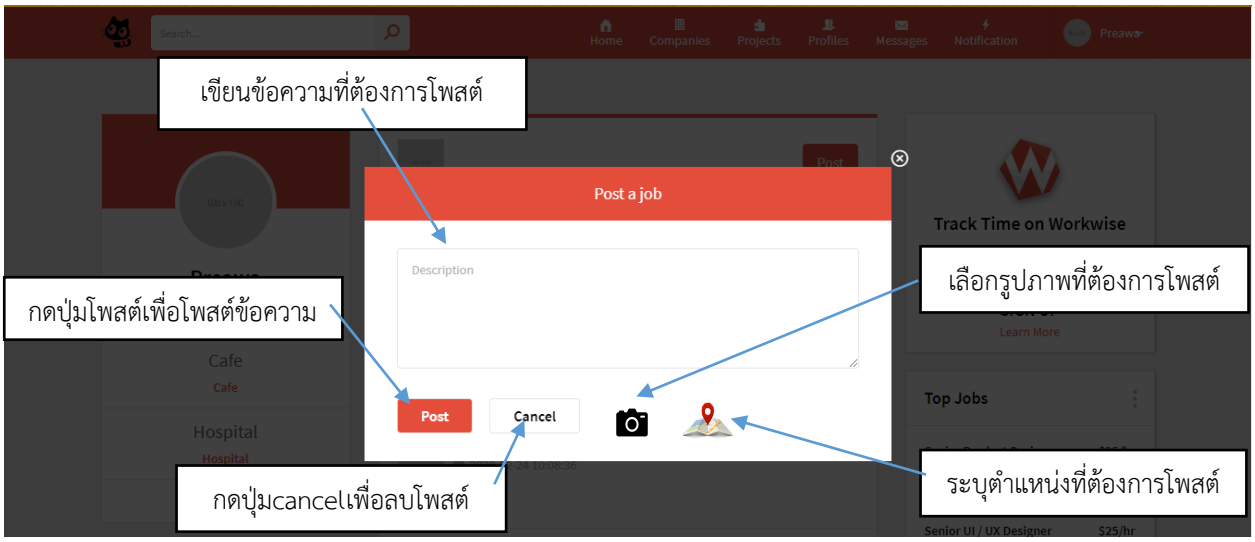
รูปที่ 4 เข้าใช้งานระบบเว็บไซต์

จากรูปที่ 4 แสดงหน้าการเข้าสู่ระบบเว็บไซต์ของผู้ดูแลระบบและสมาชิก โดยผู้ดูแลระบบและสมาชิกจะทำการกรอกอีเมลและรหัสผ่านเพื่อลงชื่อเข้าใช้ระบบเว็บไซต์



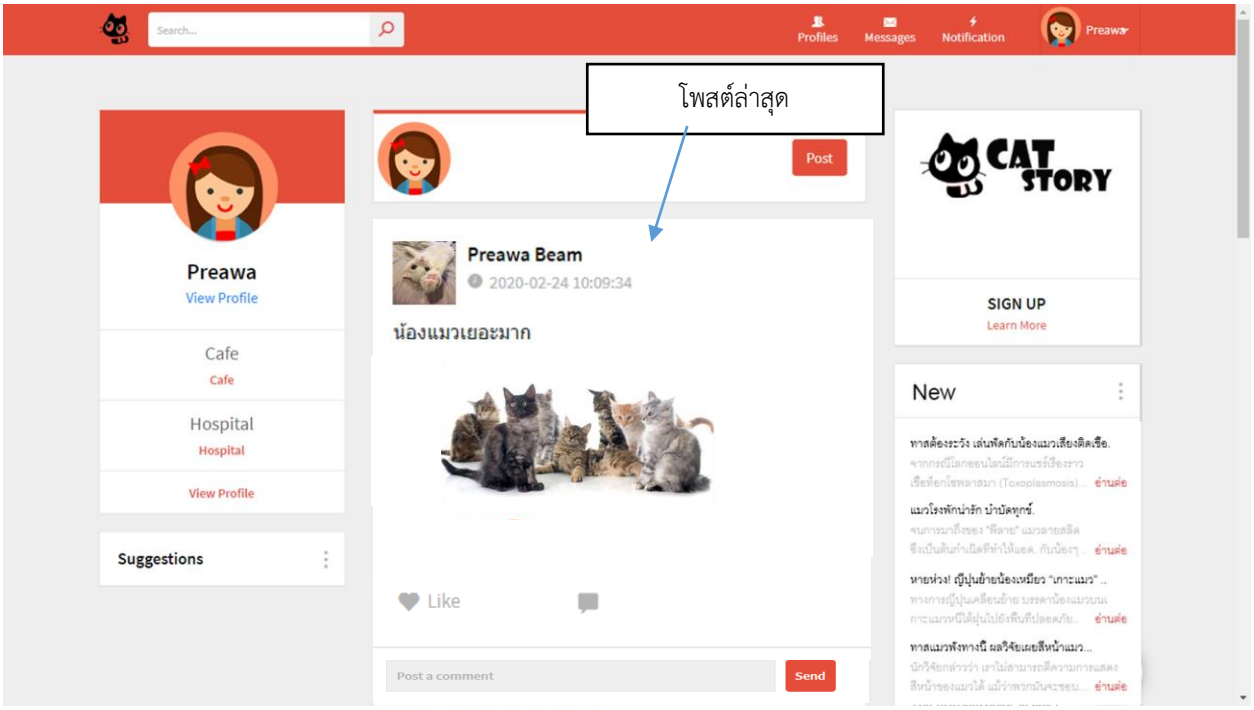
รูปที่ 5 ระบบเว็บไซต์

จากรูปที่ 5 หลังจากทำการเข้าสู่ระบบเว็บไซต์จะทำการแสดงหน้าระบบเว็บไซต์



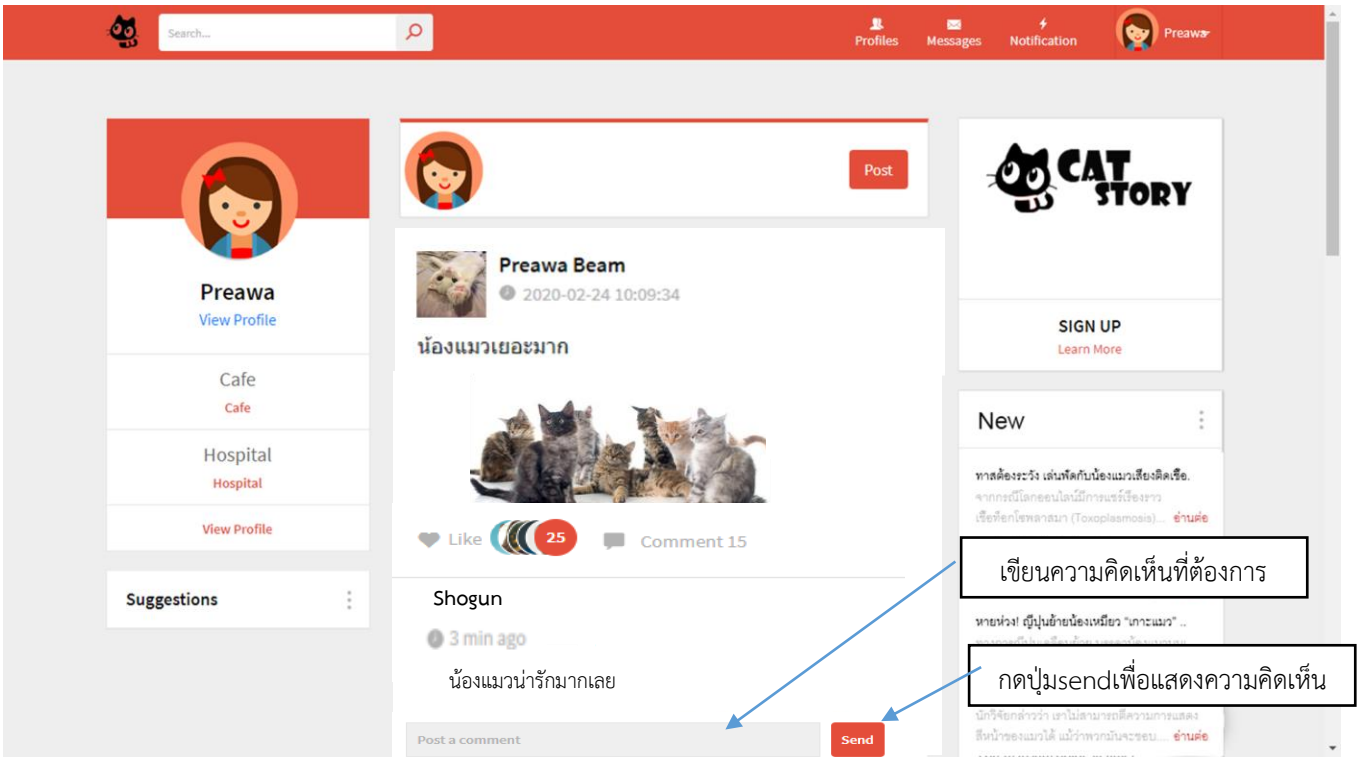
รูปที่ 6 โพสต์ข้อความ

จากรูปที่ 6 ผู้ดูแลระบบและสมาชิกจะทำการโพสต์ข้อความ รูปภาพและแผนที่ลงหน้าระบบเว็บไซต์



รูปที่ 7 โพสต์

จากรูปที่ 7 หลังจากกดโพสต์ข้อความ โพสต์จะแสดงในหน้าระเว็บไซต์



รูปที่ 8 แสดงความคิดเห็น

จากรูปที่ 8 หลังจากโพสต์ข้อความผู้ดูแลระบบและสมาชิกสามารถที่จะแสดงความคิดเห็นใต้โพสต์

วิจารณ์และสรุปผล:

จากการพัฒนาโครงงานทำให้เห็นถึงผลและปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาระบบ โดยผลของการพัฒนาโครงงานสามารถบอกถึงการทำงานและปัญหาจากการเขียนระบบ โดยระบบเว็บไซต์แคทสตอรี่ ได้นำการระบุพิกัดจีพีเอสมาเป็นเครื่องมือในการระบุพิกัดที่แมวจรจัดอาศัยอยู่ เพื่อช่วยในการหาตำแหน่ง บริเวณที่แมวจรจัดอาศัยอยู่ ให้ผู้ที่ต้องการจะรับแมวจรจัดไปเลี้ยง ดูรู้ว่าแมวอยู่บริเวณไหน และผู้ที่พบเห็นแมวจรจัดสามารถที่จะถ่ายรูปแมวหรือระบุพิกัดของแมวและโพสต์ลงเว็บไซต์ ให้ผู้ใช้งานคนอื่นๆเห็นได้ ซึ่งบางครั้งแมวไม่ได้อยู่ในพื้นที่ที่ถูกระบุพิกัดทำให้การระบุพิกัดยังไม่มีแน่นอน

กิตติกรรมประกาศ:

โครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ เนื่องจากผู้จัดทำได้รับความกรุณาจาก อ.ดร.ปวีณ เขื่อนแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ดร.พาสน์ ปราโมกข์ชน และ ดร.กิตติกร หาญตระกูล คณะกรรมการที่ปรึกษาโครงงาน และขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำต่างๆ ขอขอบคุณ คุณสุภาพรรณ อนุตรกุล และคุณพัชรี ยางยืน ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวการการทำเอกสาร สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ และหวังว่าโครงงานนี้จะเป็นประโยชน์ไม่มากก็น้อยกับผู้ที่มาศึกษาโครงงาน

เอกสารอ้างอิง

[1] บทความด้านคอมพิวเตอร์.“MySQL คืออะไร มาเรียนรู้กัน.”[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา
http://www.amplysoft.com/knowledge/what-is-mysql.html
(วันที่สืบค้น 22 มกราคม 2563).

[2] w3schools [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.w3schools.com/
(วันที่สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2562).

[3] Bootstrap [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://getbootstrap.com/
(วันที่สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2562).

[4] อ.อิทธิพล ปรีติประสงค์ ข้อมูลเกี่ยวกับแมวจรจัด ”[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา
https://www.posttoday.com/social/think/416286l
(วันที่สืบค้น 5 ธันวาคม 2562).

[5] การสร้างเว็บ PHP+MySQL - ระบบฐานข้อมูล (Database System)[ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา
https://sites.google.com/site/thaidatabase2/ตัวอย่างการทำเว็บเพจด้วยpages.google
(วันที่สืบค้น 22 มกราคม 2563).

[6] การจัดการฐานข้อมูล Mysql ด้วย PhpmyAdmin [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา
https://www.host-colo.com/การจัดการฐานข้อมูล-mysql-ด้วย-phpmyadmin-4536.page
(วันที่สืบค้น 22 มกราคม 2563).

[7] เว็บไซต์เกี่ยวกับแมว [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา
https://www.catsterclub.com/
(วันที่สืบค้น 24 กุมภาพันธ์ 2563).

[8] ใบความรู้ที่ 1 PHP คืออะไร บทเรียนออนไลน์เรื่องการเขียนโปรแกรม PHP [ระบบออนไลน์].แหล่งที่มา
https://sites.google.com/a/chaiwit.ac.th/php/unit1/bi-khwam-ru-thi-1
(วันที่สืบค้น 27 กุมพาพันธ์ 2563).

ระบบบริหารโรงเรียน (สมศรี)

SCHOOL ADMINISTRATION SYSTEM (SOMSRI)

ทรงยศ ใจไชย[1], กิตติกร หารตระกูล[1], สนิท สิทธิ[1] และอลงกต กองมณี[1]

Songyot Jaichai[1], Kittikorn Hantrakul[1], Snit Sitti[1] and Alongkot Gongmanee[1]

[1]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: นายทรงยศ ใจไชย อีเมล: songyot_jaichai@hotmail.com

บทคัดย่อ:

การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีปัจจุบันและที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคตมีอัตราการ เปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงในอดีตที่ผ่านมาซึ่งมีผลกระทบต่อการบริหารจัดการสถานศึกษาเป็นอย่างมาก ดังนั้นในฐานะผู้บริหารสถานศึกษาจึงมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนทัศนคติและแนวคิดการบริหารของตนเองให้ทันต่อสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้สถานศึกษามีความทันสมัยสามารถบริหารจัดการสถานศึกษาได้อย่างมีคุณภาพในทุกๆ ด้าน ทางบริษัทบานาน่าโค้ดดิ้งจึงได้มีการการพัฒนาระบบบริหารโรงเรียน (สมศรี) ขึ้นมาโดยเป็นระบบที่ใช้ในการ จัดการโรงเรียนอย่างเป็นระบบ วิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวางแผน เชื่อมโยงผู้ปกครองด้วยช่องทางสมัยใหม่ ภายในระบบเป็นแบบ Web Application ส่วนใหญ่ใช้เทคโนโลยี Ruby on Rails, JavaScript, Angular และใช้ CSS ในการจัดหน้าตาการแสดงผลของ UI โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบนี้มีประสิทธิภาพ ความเหมาะสมในการทำงานของทางราชการ ทำให้ติดตามผลต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น และสรุปได้ว่าสามารถทำให้ทางโรงเรียนหรือผู้ใช้งาน ใช้งานได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: จัดการโรงเรียนอย่างเป็นระบบ วิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวางแผน

Abstract:

Transition in present and transition that will happen in the future have a high rapid rate of change compared to in the past. It has a huge impact on school management so, School Directors have to change own attitudes and concepts for the things that happen in present. For making the school modern and quality, the Banana Coding Company developed the School Management System (Somsri) for systematically managing schools, analyzing plan and connecting the parents by new ways. This system is the Web Application. The most Web Application is created by Ruby on Rails, JavaScript, Angular and CSS for showing result of UI. Moreover, the system shows effectiveness, suitability and easy following result. Concluding, this system can accommodate the schools or users more than the old version.

Keyword: systematically managing schools, analyzing plan

ที่มาและปัญหา

ระบบบริหารโรงเรียนในปัจจุบันใช้สำหรับเก็บข้อมูลบางข้อมูลที่ไม่ค่อยควบคุม และสะดวกสบายสักเท่าไหร่ เช่น เรื่องการเช็คชื่อที่ต้องใช้กระดาษ การออกใบเสร็จเงินเดือน และอื่นๆ บริษัทบานาน่าโค๊ดดิ้ง จึงได้พัฒนาระบบบริหารโรงเรียนที่ทันสมัย ที่สามารถจัดการกับระบบค่าเทอมที่ซับซ้อน และล่าช้าในการชำระค่าเทอม เช็คชื่อนักเรียนผ่านมือถือ วิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวางแผน เชื่อมโยงผู้ปกครองด้วยช่องทางที่ทันสมัย หลังจากที่ได้พัฒนาระบบดังกล่าวเสร็จสิ้น และได้มีการขายให้กับลูกค้าใช้งานในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ได้พบปัญหาคือ เมื่อต้องการขายโปรแกรมนี้ให้ลูกค้า 1 ราย จะต้องมีการเปิด Server ขึ้นมาใหม่ และเมื่อมีลูกค้าเพิ่มขึ้น บริษัทต้องเปิด Server ใหม่เรื่อยๆ บริษัทจึงมีนโยบายใหม่โดยการรวมทีมพัฒนาเพื่อแก้ปัญหานี้ และพัฒนาส่วนอื่นๆที่ทำให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ผู้ดูแลหลัก (Super Admin)

สามารถเข้าสู่ระบบได้ (Login)
สามารถดูภาพรวมของตารางข้อมูลได้ (View Database Dashboard)
สามารถดูตารางข้อมูลโรงเรียนทั้งหมดได้ (Show School Table)
สามารถดูข้อมูลรายละเอียดโรงเรียนได้ (Show School Detail)
สามารถแก้ไขข้อมูลโรงเรียนได้ (Update School)
สามารถลบข้อมูลโรงเรียนได้ (Delete School)
สามารถดึงข้อมูลโรงเรียนออกมาเป็นรายงานได้ (Export School)
สามารถดูตารางข้อมูลแพลนได้ (Show Plan Table)
สามารถดูข้อมูลรายละเอียดแพลนได้ (Show Plan Detail)
สามารถเพิ่มข้อมูลแพลนได้ (Add Plan)
สามารถแก้ไขข้อมูลแพลนได้ (Update Plan)
สามารถลบข้อมูลแพลนได้ (Delete Plan)
สามารถดึงข้อมูลแพลนออกมาเป็นรายงานได้ (Export Plan)
สามารถดูตารางข้อมูลรายละเอียดการชำระเงินได้ (Show Charge Info Table)
สามารถดูข้อมูลรายละเอียดการชำระเงินได้ (Show Charge Info Detail)
สามารถเพิ่มข้อมูลรายละเอียดการชำระเงินได้ (Add Charge Info)
สามารถแก้ไขข้อมูลรายละเอียดการชำระเงินได้ (Update Charge Info)
สามารถลบข้อมูลรายละเอียดการชำระเงินได้ (Delete Charge Info)
สามารถดึงข้อมูลรายละเอียดการชำระเงินออกมาเป็นรายงานได้ (Export Charge Info)
สามารถดูตารางข้อมูลผู้ใช้งานได้ (Show User Table)
สามารถดูข้อมูลรายละเอียดผู้ใช้งานได้ (Show User Detail)
สามารถแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานได้ (Update User)
สามารถลบข้อมูลผู้ใช้งานได้ (Delete User)
สามารถดึงข้อมูลผู้ใช้งานออกมาเป็นรายงานได้ (Export User)
สามารถดูตารางข้อมูลใบอนุญาตได้ (Show License Table)
สามารถดูข้อมูลรายละเอียดใบอนุญาตได้ (Show License Detail)

สามารถเพิ่มข้อมูลใบอนุญาตได้ (Add License)
สามารถแก้ไขข้อมูลใบอนุญาตได้ (Update License)
สามารถลบข้อมูลใบอนุญาตได้ (Delete License)
สามารถดึงข้อมูลใบอนุญาตออกมาเป็นรายงานได้ (Export License)
สามารถดูตารางข้อมูลใบเสร็จได้ (Show Billing Table)
สามารถดูข้อมูลรายละเอียดใบเสร็จได้ (Show Billing Detail)
สามารถเพิ่มข้อมูลใบเสร็จได้ (Add Billing)
สามารถแก้ไขข้อมูลใบเสร็จได้ (Update Billing)
สามารถลบข้อมูลใบเสร็จได้ (Delete Billing)
สามารถดึงข้อมูลใบเสร็จออกมาเป็นรายงานได้ (Export Billing)

ผู้ใช้งานทั่วไป (User)
สามารถเข้าสู่ระบบได้ (Login)
สามารถสมัครสมาชิกได้ (Register)
สามารดูข้อมูลส่วนตัวได้ (View Profile)
สามารแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้ (Update Profile)
สามารถเปลี่ยนแพลนได้ (Change Plan)
สามารถเลือกต่ออายุอัตโนมัติ / ไม่ต่ออายุอัตโนมัติ (Subscription)
สามารถดูรายชื่อบุคลากรในโรงเรียนทั้งหมดได้ (View Employee)
สามารถดึงรายชื่อบุคลากรในโรงเรียนออกมาเป็นรายงานได้ (Export Employee)
สามารถดูรายชื่อผู้ปกครองของนักเรียนในโรงเรียนทั้งหมดได้ (View Parent)
สามารถค้นหารายชื่อผู้ปกครองของนักเรียนในโรงเรียนทั้งหมดได้ (Search Parent)
สามารถดึงรายชื่อผู้ปกครองของนักเรียนในโรงเรียนทั้งหมดเป็นรายงานได้ (Export Parent)
สามารถดูรายชื่อนักเรียนทั้งหมดในโรงเรียนได้ (View Student)
สามารถค้นหารายชื่อนักเรียนทั้งหมดในโรงเรียน (Search Student)
สามารถดึงรายชื่อนักเรียนทั้งหมดในโรงเรียนออกมาเป็นรายงานได้ (Export Student)
สามารถดูรายชื่อศิษย์เก่าทั้งหมดในโรงเรียนได้ (View Alumni)
สามารถค้นหารายชื่อศิษย์เก่าทั้งหมดในโรงเรียนได้ (Search Alumni)
สามารถดูรายการชำระเงินทั้งหมดในโรงเรียนได้ (View Payment)
สามารถดึงรายการชำระเงินทั้งหมดในโรงเรียนออกมาเป็นรายงานได้ (Export Payment)
สามารถค้นหารายการชำระเงินทั้งหมดในโรงเรียนได้ (Search Payment)

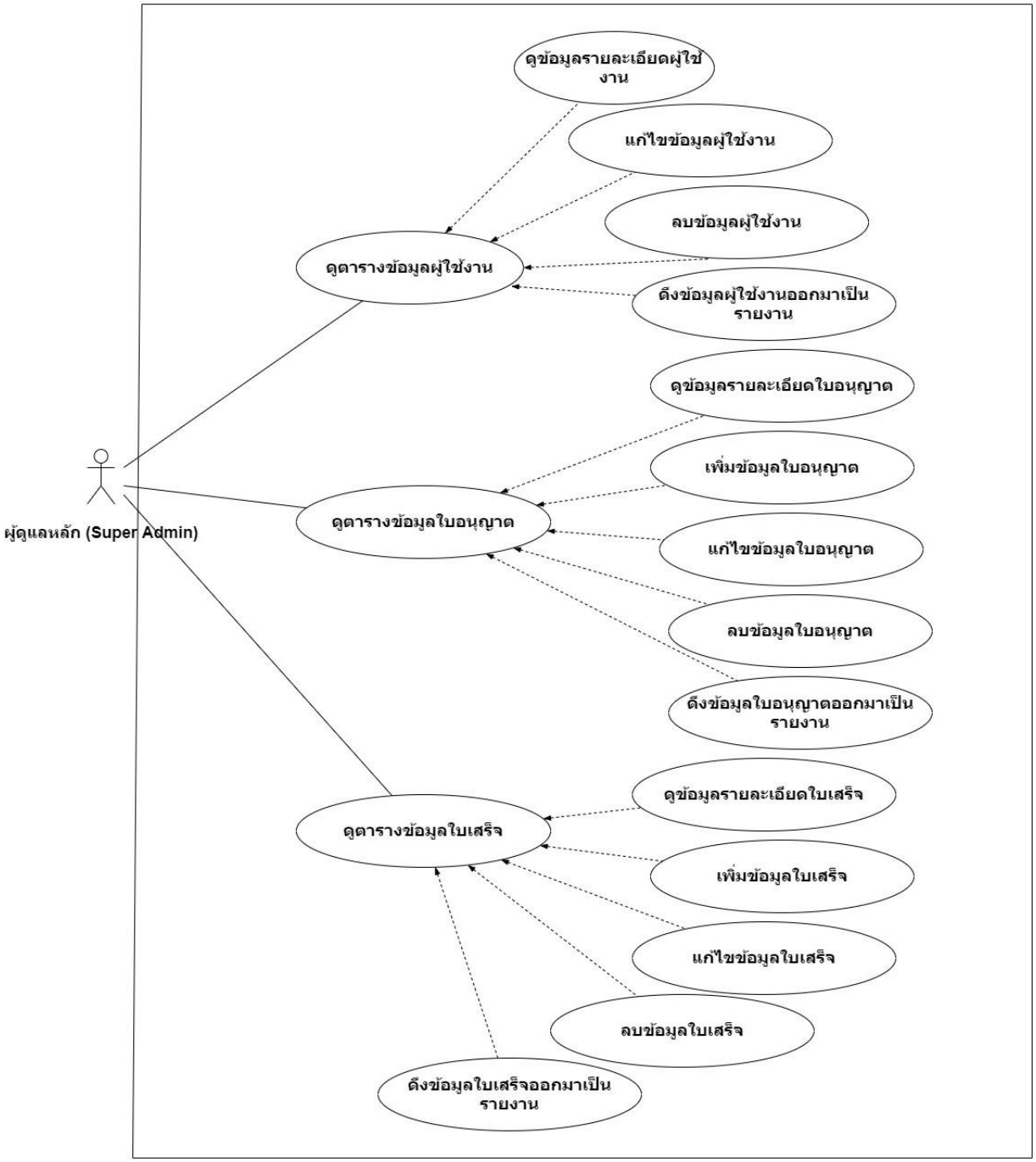
ระบบอัตโนมัติ (Automatic)
สามารถแจ้งเตือนผู้ใช้งานก่อนแพลนหมดอายุ 2 วัน โดยส่งอีเมลแจ้งเตือนผู้ใช้งาน (Notification)
สามารถตรวจสอบได้ว่าเมื่อมีแพลนของผู้ใช้งานไหนหมดจะทำการต่ออายุให้อัตโนมัติพร้อมกับชำระเงิน และส่งอีเมลไปบอกผู้ใช้งาน (Auto Subscription)

ยูสเคสไดอะแกรม(Use Case Diagram)

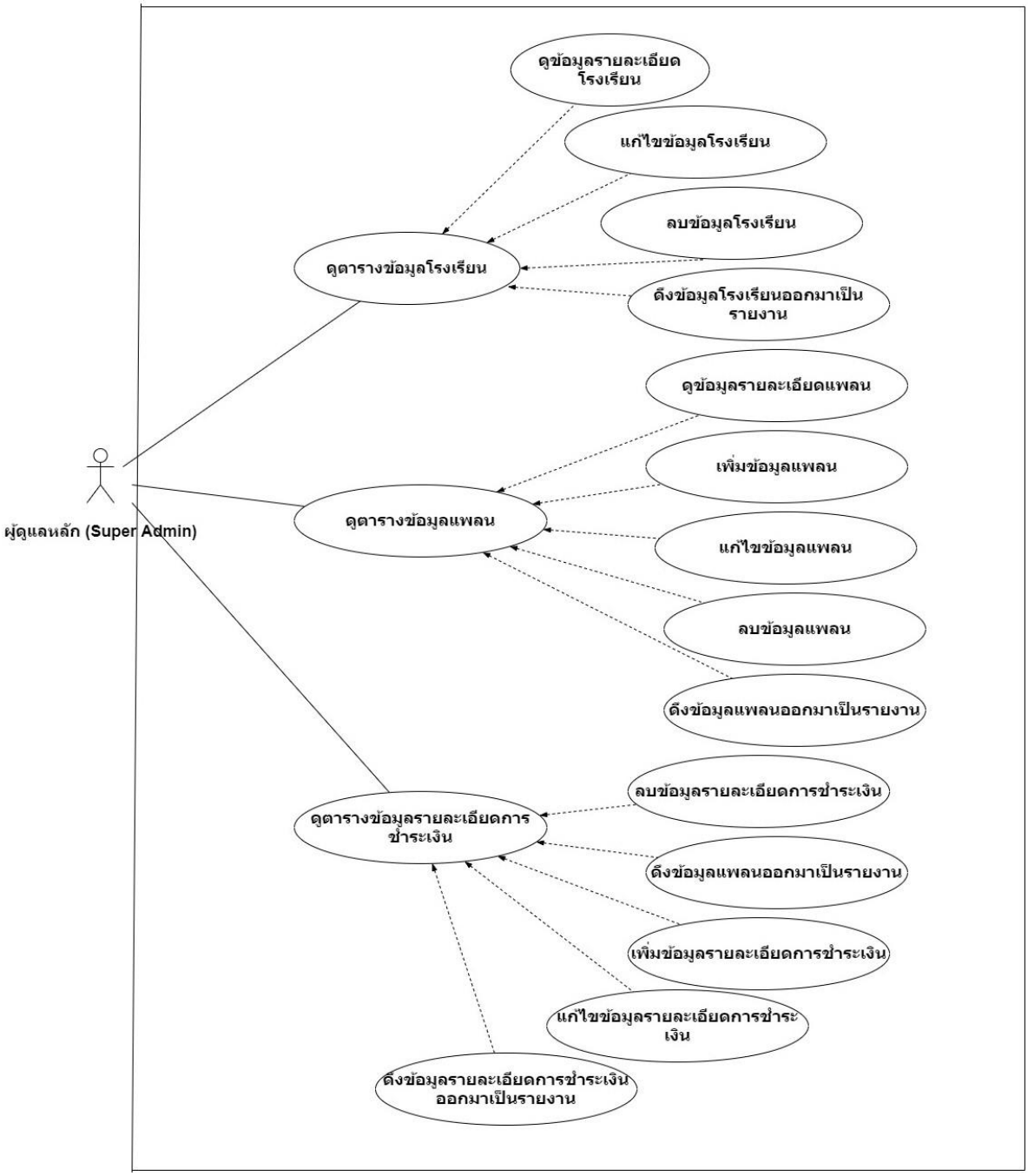
เป็นการสร้างโมเดลที่จะช่วยให้นักวิเคราะห์ระบบกับผู้ใช้สามารถสื่อสารกันเข้าใจ โดยได้บรรยายถึง ลำดับของเหตุการณ์ที่ผู้ใช้ปฏิบัติการกระบวนการทำงานหนึ่งภายในระบบใด ๆ โดยจริง ๆ แล้วตัวมันเองก็ ไม่ได้บอกถึงความต้องการอย่างเป็นทางการของระบบจริงๆ หากแต่มีลักษณะที่บอกความต้องการอย่างไม่ เป็นทางการโดยยูสเคสไดอะแกรมจะให้ภาพของการใช้งานระบบอย่างครบถ้วน ว่าระบบนั้นผู้ใช้จะสามารถไป ใช้ทำอะไรได้บ้างจากซีนาริโอ วัตถุประสงค์ของยูสเคส เพื่อใช้นำเสนอมุมมองการโต้ตอบกันระหว่างผู้ใช้กับ ระบบใด ๆ ในการทำงานกระบวนการหนึ่ง ภายใต้ระบบใดๆ นอกจากนี้มันยังมีประโยชน์ในการใช้เป็น แนวทางในการสร้าง Test Case ของการทดสอบระบบอีกทางหนึ่งด้วย



รูปที่ 1 แสดงยูสเคสไดอะแกรมส่วนของผู้ดูแลหลัก (Super Admin)



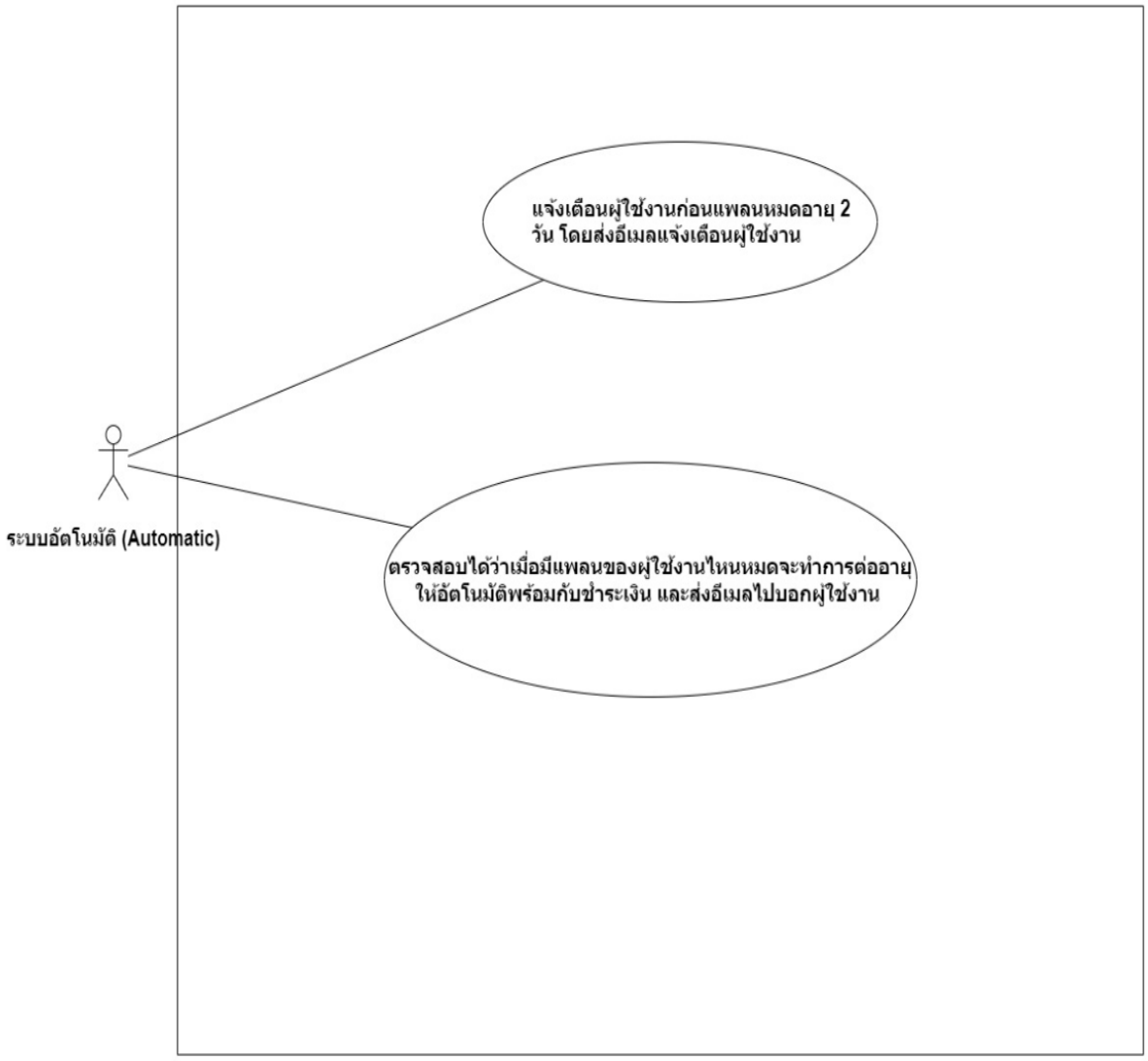
รูปที่ 2 แสดงยูสเคสไดอะแกรมส่วนของผู้ดูแลหลัก (Super Admin) **(ต่อ)**



รูปที่ 3 แสดงยูสเคสไดอะแกรมส่วนของผู้ดูแลหลัก (Super Admin) **(ต่อ)**



รูปที่ 4 แสดงยูสเคสไดอะแกรมส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป (User)



รูปที่ 5 แสดงยูสเคสไดอะแกรมส่วนของระบบอัตโนมัติ (Automatic)

ระบบบริหารโรงเรียน (สมศรี) แบบเดิม

ระบบงานเดิมมีโปรแกรมอยู่ก่อนแล้ว

ระบบบริหารโรงเรียนเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกับข้อมูลของโรงเรียน แบ่งการทำงานออกเป็น 6 แบบ ได้แก่

1) โปรแกรมเงินเดือน (Payroll) สำเร็จรูปส่วนใหญ่แม้จะรองรับค่าใช้จ่าย เช่น ประกันสังคม แต่ไม่มีการรองรับเงินสะสมเข้ากองทุนสงเคราะห์ครูโรงเรียนเอกชน ซึ่งโปรแกรมสมศรีถูกออกแบบให้รองรับค่าใช้จ่ายเพื่อคำนวณในการลดหย่อนภาษี

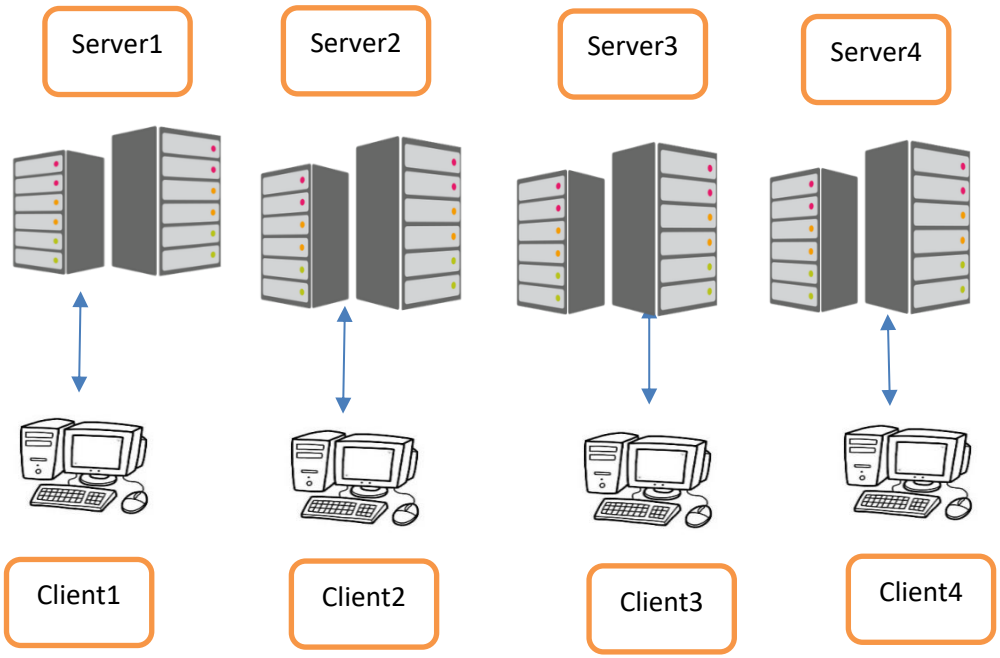
2) โปรแกรมค่าเทอม จัดการกับระบบค่าเทอมที่ซับซ้อน และล่าช้าในการชำระค่าเทอม สมศรีรองรับการค้นหาด้วยชื่อนักเรียน หรือ ผู้ปกครอง เพื่อให้สามารถพิมพ์ใบเสร็จได้ อย่างรวดเร็ว

3) ปรแกรมเช็คชื่อนักเรียน ตรวจนับนักเรียนด้วยเอกสาร อาจสูญหาย หรือ ชำรุดเมื่อต้องใช้งาน สมศรีเช็คชื่อสามารถติดตั้งบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อใช้สำหรับการตรวจนับนักเรียน เหมาะสำหรับเข้าแถว และ นับคาบเรียน ผู้บริหารสามารถตรวจสอบผลการเข้าเรียนได้ตลอดเวลา

4) โปรแกรมบริหารบุคคล จัดเก็บเอกสารและประวัติการทำงานของบุคลากร สมศรีสามารถจดจำช่องทางการติดต่อกับบุคลากรผ่านช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ ที่ทันสมัย เช่น LINE หรือ Facebook

5) โปรแกรมบริหารผู้ปกครอง จัดการระบบบันทึกข้อมูลนักเรียนอย่างละเอียดตั้งแต่เข้าเรียนจนจบการศึกษา สามารถค้นหาได้อย่างรวดเร็ว แสดงประวัติการทำกิจกรรม และ รูปภาพ

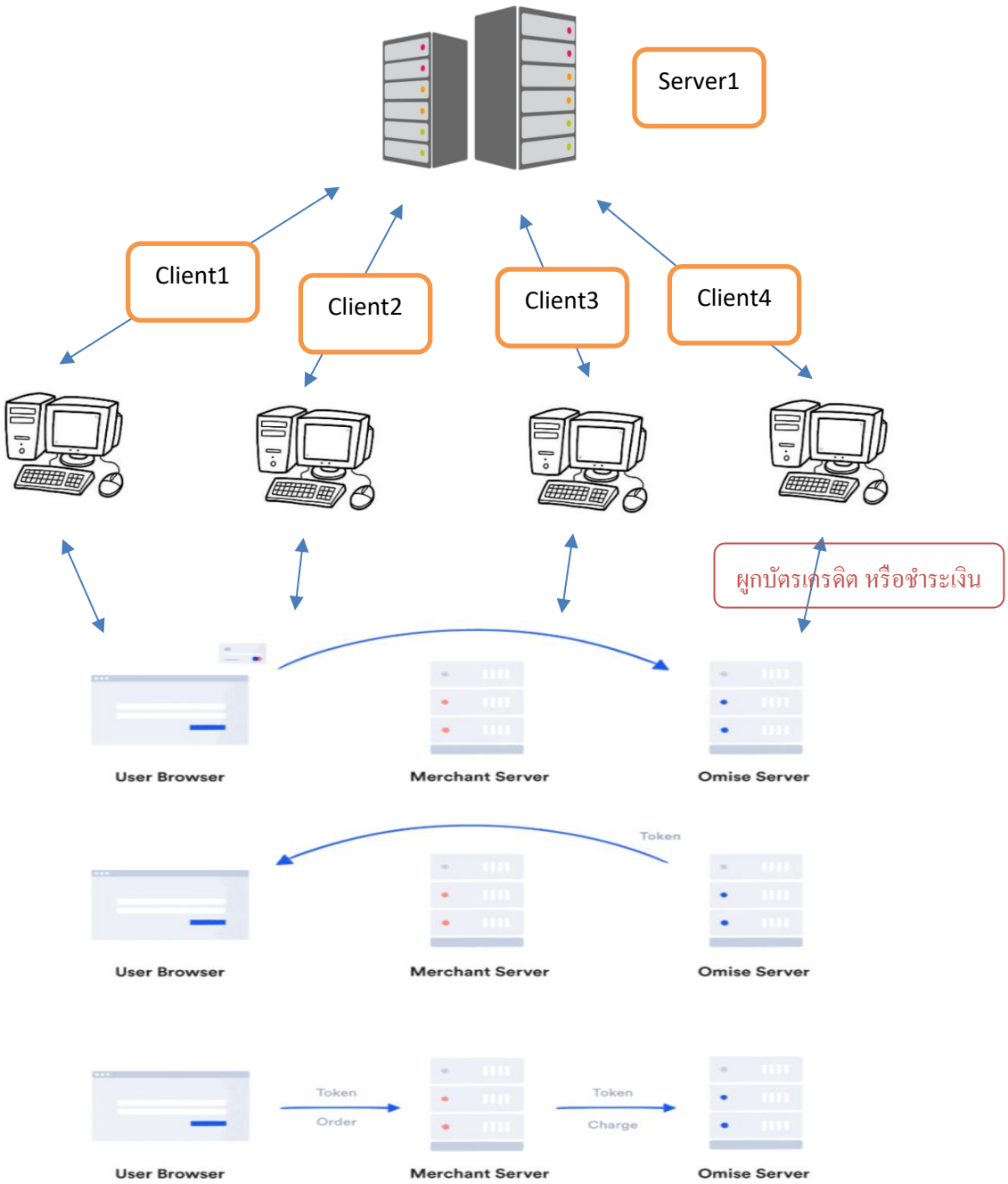
6) โปรแกรมบริหารนักเรียน ข้อมูลผู้ปกครองเป็นส่วนสำคัญในการติดต่อ ทั้งในด้านกิจกรรมของโรงเรียน หรือกรณีฉุกเฉิน สมศรีถูกออกแบบให้ สามารถค้นหารายชื่อผู้ปกครองที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนเพื่อให้สะดวกต่อการติดต่อ และมีรายชื่อมากกว่าหนึ่งคนในกรณีฉุกเฉิน



รูปที่ 6 ระบบบริหารโรงเรียน (สมศรี) แบบเดิม

ระบบบริหารโรงเรียน (สมศรี) ที่เกี่ยวข้อง

จากระบบงานเดิมที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.1 แล้ว ปัญหา คือ เมื่อลูกค้าที่ต้องการที่จะใช้งานระบบบริหารโรงเรียน (สมศรี) บริษัทจะต้องติดตั้ง Server ใหม่ให้ทุกครั้ง ตัวอย่างเช่น เมื่อบริษัทมีลูกค้าติดต่อเข้ามาใช้งานระบบบริหารโรงเรียน จำนวน 100 คน บริษัทจะต้องติดตั้งระบบบริหารโรงเรียนจำนวน 100 Server ซึ่งมีจำนวนมากและซับซ้อนจึงแก้ปัญหา โดยการเพิ่มฟังชั่น ใหม่โดยให้ลูกค้าเข้ามาใช้งานใน Server เดียวกัน โดยการลงชื่อเข้าใช้งาน (login) จะมีเฉพาะข้อมูลของแต่ละโรงเรียนนั้นๆ แต่ละผู้ใช้งานจะมีวันหมดอายุการใช้งาน โดยสามารถใช้งานได้จนกว่าจะหมดอายุการใช้งาน และจะมีการผูกบัตรเครดิตเพื่อชำระเงิน



รูปที่ 6 ระบบบริหารโรงเรียน (สมศรี) แบบใหม่

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง:

จากการทดสอบลองใช้ระบบเดิมเปรียบเทียบกับระบบใหม่จะเห็นได้ชัดว่าเวลาโดยรวมของระบบใหม่มีการใช้งานที่สะดวกและรวดเร็วกว่าระบบเดิม ซึ่งระบบเดิมจะมีการทำงานที่ซ้ำซ้อนของเซิร์ฟเวอร์โดยระบบงามใหม่นั้นช่วยลดปัญหาของการซ้ำซ้อนเซิร์ฟเวอร์และมีการเพิ่มช่องทางการชำระเงิน เพื่อง่ายต่อการชำระเงิน

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถประสบความสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้เนื่องจากได้รับความกรุณา จาก อาจารย์ ดร.กิตติกร หาญตระกูล ที่ปรึกษาโครงงานสหกิจศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท สิทธิ และ อาจารย์อลงกต กองมณี อาจารย์คณะกรรมการควบคุมจัดทำโครงงาน ที่คอยให้คำแนะนำและคำปรึกษา ชี้แนวทางในการดำเนินงานมาโดยตลอด ผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Admin. StackOverflow คือ? [ระบบออนไลน์]

แหล่งที่มา https://stackoverflow.com/

(วันที่สืบค้น 4 กรกฎาคม 2562)

Designil. AngularJS คืออะไร? แจกคอร์สวีดิโอเรียนฟรี โดย Google !! [ระบบออนไลน์]

แหล่งที่มา https://www.designil.com/angularjs-free-video-course.html

(วันที่สืบค้น 2 กรกฎาคม 2562)

Donnie Harinsut. เริ่มต้นใช้งาน omise [ระบบออนไลน์]

แหล่งที่มา https://www.omise.co/th/docs/thailand

(วันที่สืบค้น 4 กรกฎาคม 2562)

Matz. Ruby A PROGRAMMER'S BEST FRIEND [ระบบออนไลน์]

แหล่งที่มา https://www.ruby-lang.org/en/

(วันที่สืบค้น 3 กรกฎาคม 2562)

ระบบประวัติและค่าใช้จ่ายนักเรียนทุน พสวท. และ สควค. ของหน่วยงาน สสวท.

System of history and expenses scholarship student, DPST and PSMT, an agency of IPST

สมัชฌา ดาวสูงเนิน[1,*] อภิสิทธิ์ ฟักเถื่อน[1] ภานุวัฒน์ เมฆะ[1] นษิ ตันติธารานุกุล[1] และ สมนึก สิทธุปวน[1]

Samatcha Daosungnoen[1,*], Ahpisit Fakthuen, Panuwat Mekha, Nasi Tantitharanukul and Somnuek sinthupuan

[1] *สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50209 ประเทศไทย*

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สมัชฌา ดาวสูงเนิน อีเมล: samatcha.daosungnoen@hotmail.com

บทคัดย่อ :

โครงงานการพัฒนาระบบงานที่ทำการจัดการกับข้อมูลประวัตินักเรียนทุนและค่าใช้จ่ายนักเรียนทุน โครงการพัฒนาและส่งเสริมอัจฉริยะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(พสวท.) และโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์(สควค.) ซึ่งเดิมข้อมูลชุดนี้มีระบบงานที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยซอฟต์แวร์ ออราเคิล ฟรอม บิลเดอร์ และมีความล้าหลังยุ่งยากซับซ้อน ที่สำคัญต้องมีค่าใช้จ่ายแพ็คเกจเป็นรายปี ดังนั้นผู้พัฒนา จึงมีแนวคิดพัฒาเป็น เว็บแอปพลิเคชัน ให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถบันทึกข้อมูลและค้นหาข้อมูลนักเรียนทุนได้สะดวกมากขึ้นและโปรแกรมที่พัฒนาใหม่ต้องสามารถทำงานได้ครบทุกฟังก์ชัน และลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นในแต่ละปี โดยระบบเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนา ใช้ภาษา ซีชาร์ป ในการพัฒนาระบบ รีพอร์ตติ่ง เซอร์วิส ในออกแบบรายงานรวมถึงดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูลมาแสดงในรูปแบบรายงาน อีกทั้งยังใช้ ดอทเน็ต เอ็มวีซี เป็นแพล็ตฟร์อมในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน และ ออราเคิล ดีวีลลอบเปอร์ ใช้จัดการฐานข้อมูล

คำสำคัญ : พัฒนาระบบ การจัดการกับข้อมูล ประวัตินักเรียนทุน ค่าใช้จ่ายนักเรียนทุน พสวท. สควค.

Abstract:

System Development Project to Manage History, Scholarships and Scholarship Costs, the Project for Development and Promotion of Intelligent Science and Technology (DPST) and Science and Mathematics Teacher (PSMT) Project. In the past, this data set also has a system developed. Software Oracle Form Builder and complex and lagging Important to pay the package annually. Therefore, developers have the idea of developing a web application to make it easier to use so that users can save the information and search for scholarship information more conveniently and the newly developed program must be able to work. All functions and reduce unnecessary costs each year. Web application systems developed using C# language in the development. Use Reporting Services in the design of reports, including the extraction of data from databases to display in the form of a report. In addition, .Net MVC is a platform for web application development and Oracle Developer use to manage databases.

Keyword: Development system, Data management, History scholarship student, Expenses scholarship student, DPST, PSMT, and IPST

ที่มาและปัญหา :

เนื่องจากระบบเดิมข้อมูลชุดนี้มีระบบงานที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยซอฟต์แวร์ ออราเคิล ฟรอม บิลเดอร์ (Oracle Form Builder) ซึ่งระบบมีความล้าหลังบวกกับการพัฒนาที่ซับซ้อน และมีค่าใช้จ่ายสูง จึงต้องการพัฒนาระบบขึ้นมาใหม่ให้เป็นเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งาน สามารถบันทึกข้อมูลและค้นหาข้อมูลนักเรียนทุนได้สะดวกมากขึ้นและ โปรแกรมที่พัฒนาใหม่ต้องสามารถ ทำงานได้ครบทุกฟังก์ชัน และลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น ในแต่ละปีพัฒนาระบบบางส่วนให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถบันทึกข้อมูลและค้นหาข้อมูลนักเรียนทุนได้สะดวกมากขึ้น

วัตถุประสงค์ :

1. เพื่อพัฒนาและปรับปรุง ระบบประวัตินักเรียนทุนและค่าใช้จ่ายนักเรียนทุน พสวท.และ สควค. ให้เป็นเว็บแอปพลิเคชัน
2. เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถบันทึกข้อมูลและค้นหาข้อมูลนักเรียนทุนได้สะดวกมากขึ้น
3. ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานครบทุกฟังก์ชันเหมือนเดิม เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้การทำงานของระบบได้อย่างรวดเร็ว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง :

ภาษา C#

ภาษา C# เป็นภาษาที่ง่าย ทันสมัย สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไปและการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ นอกจากนี้ C# ยังเป็นที่เข้าใจง่ายมีลักษณะคล้ายกับภาษา C และภาษา C++ ซึ่งในระบบนี้ใช้ ภาษา C# ในการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้าง และสามารถกำหนดขอบข่ายตัวแปรและเรียกซ้ำ โดยแต่ละส่วนจะใช้ ภาษา C# ที่แตกต่างกัน ซึ่ง DTO จะเป็นหน้าที่กำหนดตัวแปร และขอบข่ายของตัวแปรเพื่อเรียกใช้ในหน้าต่างๆ Controller จะทำหน้าที่ในการเรียกใช้ตัวแปรในหน้า DTO และมีฟังก์ชันต่างๆในการทำงาน เช่น การเพิ่มข้อมูล การลบข้อมูล เป็นต้น และ SERVICE จะทำหน้าที่ในการเชื่อมกับฐานข้อมูลกับ DTO [1][5]

Oracle

Oracle ในที่นี้เป็น Oracle Database เป็นสวนของ Oracle Server เป็นฐานข้อมูลในลักษณะเซิร์ฟเวอร์ คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมของ Oracle Server ไว้ และยอมให้ผู้ใช้งานเรียกฐานข้อมูล หรือจัดการกับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ได้ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางคอยติดต่อ ประสาน ระหว่างผู้ใช้และฐานข้อมูล ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานฐานข้อมูลได้สะดวกขึ้น แล้วยังทำหน้าที่การจัดเก็บข้อมูลของระบบฐานข้อมูล และใช้ในการจัดเก็บการเปลี่ยนแปลงทุกอย่างที่เกิดขึ้นกับ Database เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลก็จะทำการบันทึกข้อมูลให้ข้อมูลเป็นข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมากที่สุด [2][6][9]

.NET framework

.NET Framework ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานบนระบบฮาร์ดแวร์ (Hardware) หรือ ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ที่แตกต่างกันได้อย่างไม่มีปัญหา แล้วยังทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาด้วยภาษาต่างๆกันกลายเป็นภาษารูปแบบมาตรฐาน เดียวกัน มีการจัดสรรหน่วยความจำด้านการใช้งานเครื่องก็มีความรวดเร็วมากขึ้นลดโอกาสที่เครื่องจะแฮงค์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งในระบบนี้ใช้ .NET Framework ในการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน [4]

MVC

MVC คือ สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งในขณะนี้ถือว่าเป็นแบบแผนสถาปัตยกรรม (architectural pattern) ที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมซอร์ฟแวร์ รูปแบบ MVC ใช้เพื่อแยกส่วนซอฟต์แวร์ในส่วน ตรรกะเนื้อหา (domain logic) ได้แก่ความเข้าใจในระบบของผู้ใช้ และส่วนการป้อนข้อมูลและแสดงผล (GUI) ซึ่งช่วยให้การพัฒนา การทดสอบ และการดูแลรักษาซอฟต์แวร์ แยกออกจากกัน MVC มักจะพบได้ในเว็บแอปพลิเคชันโดย วิว จะเป็น HTML หรือ XHTML ที่สร้างโดยแอปพลิเคชันนั้น ส่วนคอนโทรลเลอร์รับค่า GET หรือ POST เข้ามา แล้วเลือกติดต่อกับโมเดลในส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อตอบสนอง โมเดลซึ่งมี business rules จะทำการจัดการตามคำร้องขอนั้นๆ

โดย Model ใช้ในการแปลการทำงานของระบบ ไปสู่สิ่งที่ระบบซอฟต์แวร์ได้ถูกออกแบบเอาไว้ ตรรกะเนื้อหาใช้เพื่อให้ความหมายแก่ข้อมูลดิบ เมื่อ Model มีการเปลี่ยนแปลง จะมีการส่งคำเตือนให้แก่ View ที่เกี่ยวข้องเพื่อปรับค่า View จะใช้ในการแสดงผลค่าใน Model ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ในแต่ละ Model สามารถมี View ได้หลายแบบ เพื่อใช้ในจุดประสงค์ที่ต่างกัน Controller จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้เข้ามา แล้วดำเนินการตอบสนองต่อข้อมูลนั้น โดยเรียกใช้ logic ต่างๆจากอ็อบเจกต์ใน Model และส่งข้อมูลผลลัพธ์นั้นกลับไปยังส่วนแสดงผล เพื่อตอบกลับไปยังผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง [3][7][8]

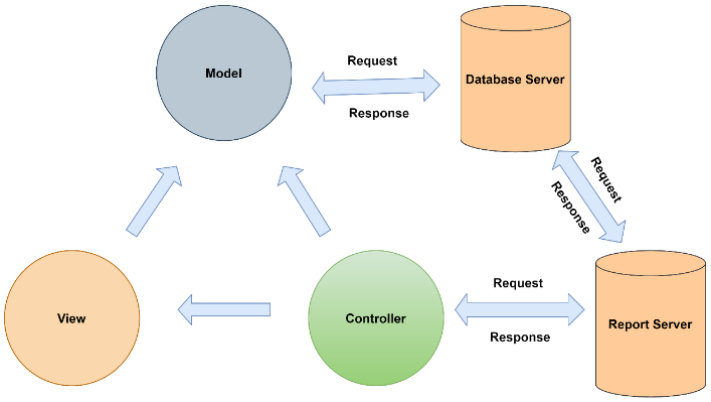
วิธีการวิจัย :

การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

การออกแบบระบบ

การออกแบบของตัวระบบจะใช้ เอ็มวีซี ดีไซน์ แพทเทิร์น (MVC Design Pattern) ในการออกแบบระบบ ดีไซน์แพทเทิร์นนี้จะมีการจัดแยกหน้าที่ขององค์ประกอบใน แอปพลิเคชัน ออกเป็นส่วนๆ เพื่อความสะดวก รวดเร็ว ในการสร้างและพัฒนารวมถึงให้สามารถตรวจสอบ แอปพลิเคชัน เป็นส่วนๆโดยไม่กระทบ หรือกระทบน้อยที่สุดกับส่วนอื่น และเฟรมเวิร์ค (Framework) ที่ใช้ในการพัฒนา เว็บแอฟพลิเคชัน ที่จะใช้ในการพัฒนาระบบก็คือ ASP.NET MVC เป็นเฟรมเวิร์คที่ถูกออกแบบให้รองรับ เอ็มวีซี แพทเทิร์น แพทเทิร์น ในส่วนของการจัดเก็บข้อมูล จะใช้ตัว ออราเคิล ที่เป็น ออราเคิล เซิฟเวอร์ (Oracle Server) เป็นฐานข้อมูลในลักษณะเซิฟเวอร์ คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม ออราเคิล เซิฟเวอร์ ไว้และยอมให้ผู้ใช้งานเรียกใช้ฐานข้อมูล หรือจัดการกับข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ได้ เรียกเครื่องอื่นๆ เป็น ไคลเอนต์ (Client)) ซึ่งสะดวกมากกับการพัฒนาเป็นกับทีม และที่สำคัญ ออราเคิล เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมกับการจัดการข้อมูลที่เป็นองค์กรขนาดใหญ่

โมเดลการออกของระบบ



รูปที่ 1 โมเดลที่ใช้ในการออกแบบ

จากรูปที่ 1 จะมีรายละเอียดต่าง ๆดังนี้

- **Model** คือ ส่วน Business Model หรือส่วนที่ติดต่อกับฐานข้อมูล
- **Controller** คือ ส่วนที่ควบคุมและรับ Request จาก User มาและไปดึงข้อมูลจาก Model มาเพื่อแสดงข้อมูลกลับไปยัง User ที่ส่วนของ View
- **View** คือ ส่วนที่แสดงผลข้อมูล
- **Database Server** คือ ส่วนที่จัดเก็บข้อมูลส่วนกลาง
- **Report Server** คือ ส่วนที่จัดเก็บชนิดของรายงานแต่ละประเภท จะถูกใช้เมื่อมี User ต้องการที่จะพิมรายงาน

ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ

โครงการจัดทำระบบประวัตินักเรียนทุนและค่าใช้จ่ายนักเรียนทุน พสวท. สควค. โอลิมปิก มีส่วนผู้ใช้งาน คือ ผู้ปฏิบัติงาน/บุคลากรของ สสวท. ซึ่งความสามารถของผู้ใช้งานจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ผู้ปฏิบัติงาน/บุคลากรของ สสวท. (USER) สามารถใช้งานระบบได้ ดังนี้

1. สามารถเข้าระบบได้
2. สามารถดูข้อมูลของนักเรียนทุนได้
3. สามารถค้นหาข้อมูลของนักเรียนทุนได้
4. สามารถจัดการข้อมูลของนักเรียนทุนได้
5. สามารถพิมพ์รายงานได้

ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ใช้

1. คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

   OS: Windowns10 Pro 64 bit

   CPU: Intel Core I7 6700HQ 2.6 GHz

   Memory Size: Ram 8 GB

   Storage: 250 GB

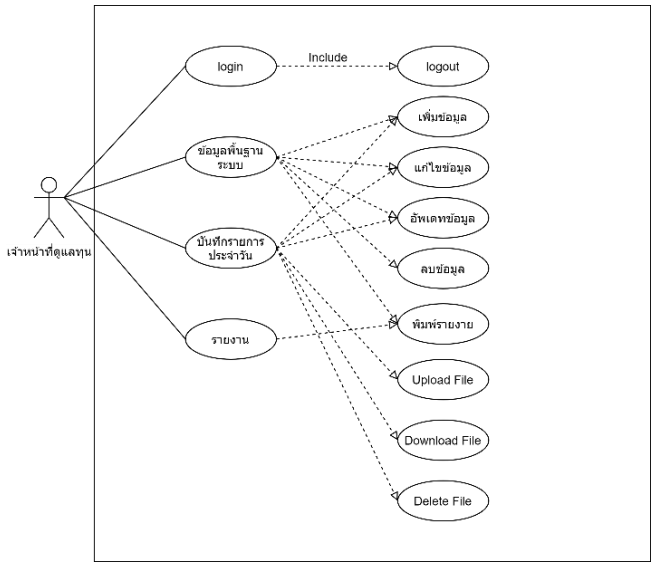
2. Visual Studio 2017

   Extension

   1. Oracle Developer Tool - Visual Studio 2017
   2. Microsoft SQL Server Data Tools - Visual Studio 2017
3. Microsoft Reporting Services
4. Oracle SQL Developer
5. Microsoft Reporting Services

ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)

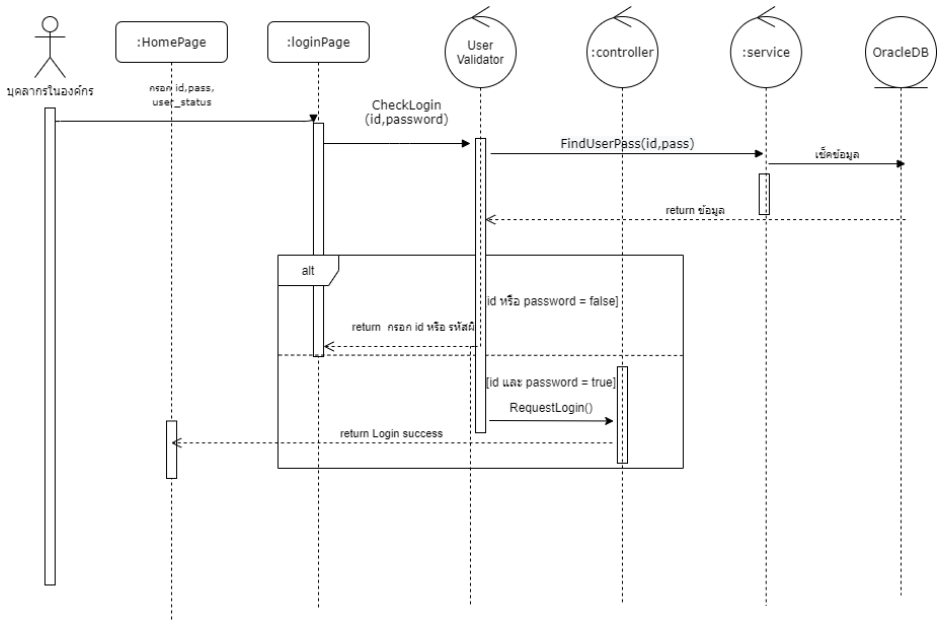
ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) คือการสร้างโมเดลที่จะช่วยให้นักวิเคราะห์ระบบกับผู้ใช้สามารถสื่อสารการเข้าใจโดยได้บรรยายถึงลำดับของเหตุการณ์ที่ผู้ใช้ปฏิบัติการกระการทำงานหนึ่งภายในระบบใดๆโดยแท้จริงแล้วตัวมันเองไม่ได้บอกถึงความต้องการอย่างเป็นทางการของระบบจริงๆหากแต่มีลักษณะที่บอกความต้องการอย่างไม่เป็นทางการโดยยูสไดอะแกรม (Use Case Diagram) จะให้ภาพของการใช้งานระบบอย่างครบถ้วนระบบนั้นผู้ใช้นำไปใช้ทำอะไรได้บ้างจากซีนาริโอ (Scenario) วัตถุประสงค์ของยูสเคส (Use Case) เพื่อใช้ในการนำเสนอมุมมองการโต้ตอบกันระหว่างผู้ใช้กับระบบใดๆในการทำงานกระบวนการหนึ่งๆภายใต้ระบบใดๆ



รูปที่ 2 Use Case Diagram

ซีเควนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram)

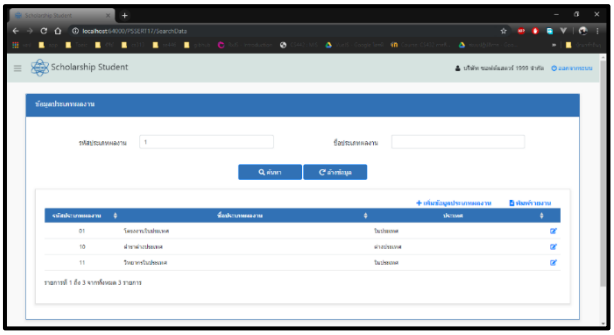
คือ เป็นการบรรยายรายละเอียดการทำงานภายในยูสเคสใด ๆ ด้วยภาพ ซึ่งจะเป็นภาพหรือสัญลักษณ์ที่แสดงถึงการโต้ตอบกันระหว่างผู้ใช้กับระบบในลักษณะของการร้องขอบริการของ Actor และการตอบสนองของระบบ ตามลำดับของเหตุการณ์ก่อน-หลังโดยที่ตัวซีเควนซ์ไดอะแกรมเอง จะแสดงถึงกลุ่มของอ็อบเจ็กต์ต่างๆ ที่ต้องทำงานร่วมกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการทำงานของยูสเคสหนึ่ง ๆ ทั้งนี้การโต้ตอบระหว่างอ็อบเจ็กต์หรือ Actor กับอ็อบเจ็กต์ จะอยู่ในลักษณะของผู้ส่งข่าวกับผู้รับข่าวสารตามลำดับ ส่วนข่าวสาร (Message) เพื่อแสดงให้เห็นความหมายของข่าวสารว่าจะให้อ็อบเจ็กต์ที่รับข่าวสารนั้นทำหรือปฏิบัติอะไร วัตถุประสงค์ของซีเควนซ์ไดอะแกรมเพื่อแสดงหรือบรรยายการทำงานโต้ตอบกันระหว่างผู้ใช้ระบบ (Actor) กับระบบ (System) ในลักษณะของภาพหรือสัญลักษณ์ ในลักษณะตามลำดับเหตุการณ์ก่อนและหลัง ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีประโยชน์ในการกำหนดหรือสร้างคลาสของกลุ่มอ็อบเจ็กต์ที่มีในซีเควนซ์ไดอะแกรมตลอดด้วยเมธอดที่กลุ่มของอ็อบเจ็กต์ หรือคลาสจำเป็นต้องมีในการทำงาน ให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการสร้างคลาสนั้นขึ้นมาใช้งานภายในระบบที่กำลังพัฒนานั้น



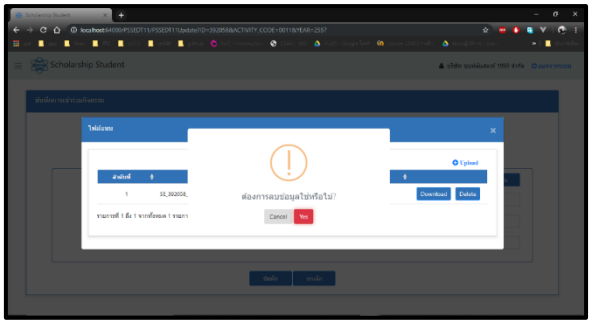
รูปที่ 3 ตัวอย่างซีเควนซ์ไดอะแกรมการเข้าสู่ระบบ (login)

การทดสอบและผลการทดลองระบบ :

การทดสอบโปรแกรมจะมีการทดสอบจากทาง Developer ก่อนในระดับหนึ่ง และจะส่งไปให้ Tester ทำการทดสอบอีกครั้งและเมื่อทดสอบแล้วเจอ bug หรือปัญหาต่างๆ ทาง Tester จะส่ง Log กลับมาให้ Developer แก้ไขอีกครั้งและจะวนแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าโปรแกรมที่เขียนนั้นจะสมบูรณ์



รูปที่ 4 ทดสอบการค้นหาข้อมูลที่มีตัวเลข “1”



รูปที่ 5 การยืนยันคำสั่งก่อนที่จะลบข้อมูล



รูปที่ 6 รายงานแสดงผลสรุปจำนวนนักเรียนทุน ปี พ.ศ. 2555-2560

วิจารณ์และสรุปผล :

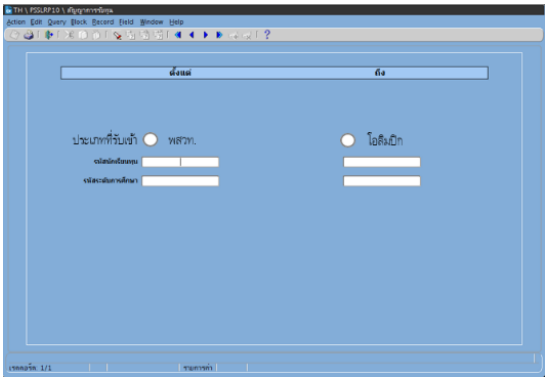
Web Application ระบบประวัติและค่าใช้จ่ายนักเรียนทุน พสวท. สควค. ของหน่วยงาน สสวท. จากส่วนที่ทดสอบของการค้นหาข้อมูลจากช่องค้นหาช่องที่1 เมื่อกรอก ‘01’ ไปแล้ว ผลการทดสอบคือปรากฏข้อมูลที่มีเลข 01 ประกอบอยู่ด้วยแสดงขึ้นมา นั้นก็คือ 101, 01, 201 ในส่วนที่ทดสอบของการค้นหาข้อมูลจากช่องค้นหาช่องที่2 เมื่อกรอก ‘ลา’ ไปแล้ว ผลการทดสอบคือปรากฏข้อมูลที่มีคำว่า ลา ประกอบอยู่ด้วยแสดงขึ้นมา นั้นก็คือ ลาออก ในส่วนที่ทดสอบของการเพิ่มข้อมูล เมื่อทำการเพิ่มข้อมูลแล้วกดบันทึก ถ้าสามารถบันทึกได้ ผลการทดสอบจะแสดง popup ว่าเพิ่มข้อมูลสำเร็จ กรณีที่ไม่กรอกช่องที่มีเครื่องหาย * จะไม่สามารถยืนยันการเพิ่มข้อมูลได้ ผลการทดสอบจะแสดง popup ว่าไม่สามารถยืนยันการ

เพิ่มข้อมูลได้ ในส่วนที่ทดสอบของการแก้ไขข้อมูล ทดสอบโดยการแก้ไขรายละเอียดข้อมูลแล้วกดบันทึก ถ้าสามารถแก้ไขได้ ผลการทดสอบจะแสดง popup ว่าแก้ไขข้อมูลสำเร็จ และตารางข้อมูลจะปรากฏข้อมูลใหม่ดั่งที่แก้ไขล่าสุด

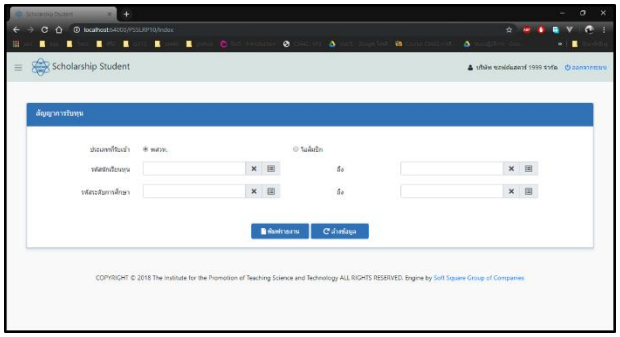
เมื่อทำการทดสอบค้นหาข้อมูลที่กำหนดขอบเขต ได้ทำการทดลองโดยการกำหนดขอบเขตจาก 50-60 ผลการทดสอบจะปรากฏข้อมูลในช่วง 50-60 เท่านั้น ในส่วนของการกดพิมพ์รายงาน เมื่อค้นหาข้อมูลที่ต้องการคลิกพิมพ์ ผลการทดสอบคือ ได้รายงานของข้อมูลนั้นออกมาเหมือนกับที่ปรากฏหน้าเว็บ ในส่วนของการรีเซ็ตหน้าจอ เมื่อทำการรีเซ็ตหน้าจอแล้ว ผลการทดสอบคือข้อมูลที่ค้นหาเมื่อก่อนหน้านี้จะหายไป แต่จะปรากฏข้อมูลทั้งหมดในหมวดหมู่นั้นๆ

ในส่วน Transaction การทดสอบการค้นหาต้องเลือกข้อมูล (Autocomplete) ที่ต้องการ ของแต่ละโปรแกรมก่อน ซึ่งแต่ละโปรแกรมจะมีตัวเลือกข้อมูลไม่เหมือนกัน เมื่อเลือกข้อมูลแล้วกดค้นหา ผลการทดสอบจะ ปรากฏตารางที่แสดงข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวเลือกที่เลือกไป ในส่วนของการรีเซ็ตหน้าจอ เมื่อทำการรีเซ็ตหน้าจอ ผลการทดสอบคือจะไม่มีข้อมูลแสดงบนตาราง ส่วนการเพิ่มข้อมูล ทดสอบโดยการเพิ่มข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ผลการทดสอบคือไม่สามารถเพิ่มข้อมูลได้

รายงานแสดงผลสรุปจำนวนนักเรียนทุน ในช่วงปี พ.ศ. 2555-2560 ได้ผลลัพธ์ดังนี้ จากรูปที่ 6 ทำให้ทราบว่าในทุกปีจากปีที่ทำการทดสอบ จำนวนนักเรียนทุนในระดับชั้นมัธยมศึกษามีจำนวนนักเรียนทุนน้อยกว่าระดับชั้นอุดมศึกษา และในปี พ.ศ. 2556 มีจำนวนนักเรียนทุนระดับอุดมศึกษามากที่สุดในระยะเวลา 6 ปี แลเสในปีถัดไป ในปี พ.ศ.2557 มีจำนวนนักเรียนที่น้อยที่สุด



รูปที่ 7 หน้าจอการค้นหาระบบเก่า



รูปที่ 8 หน้าจอการค้นหาระบบใหม่

สรุปผลการพัฒนาระบบ ระบบสามารถทำงานได้ครบทุกฟังก์ชันดั่งระบบเดิม ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้การทำงานของระบบได้อย่างรวดเร็ว หน้าจอการแสดงผลสามารถใช้งานได้ง่ายมากขึ้น ทันสมัย และมีความสวยงามมากกว่าระบบเก่า นอกจากนั้นยังเข้าถึงระบบได้งานมากขึ้น ลดการซับซ้อนแบบระบบเก่า จึงทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบได้สะดวกมากขึ้น และมีการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นระเบียบเรียบร้อย จึงทำให้สามารถค้นหาข้อมูลได้รวดเร็วกว่าระบบเก่า นอกจากนี้การที่ระบบใช้ เอ็มวีซี ดีไซน์ แพทเทิร์น ในการออกแบบระบบ มีการจัดแยกหน้าที่ขององค์ประกอบ ออกเป็นส่วนๆ ทำให้เมื่อระบบมีการเปลี่ยนแปลง ระบบจะเกิดการกระทบน้อยที่สุดกับส่วนอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง หากถ้าเป็นระบบเดิมทุกอย่างจะเกิดการเปลี่ยนแปลง

ข้อจำกัดและอุปสรรค :

เนื่องจากระบบนี้มีการจัดเก็บข้อมูลค่อนข้างมาก จึงทำให้มีข้อมูลของฐานข้อมูลมากด้วยเช่นกัน และต้องมีการใช้คำสั่ง คิวรี่ ดาต้าเบส ค่อนข้างมาก และในบางครั้งต้องใช้คำสั่งที่เป็นชุดคำสั่งสำเร็จรูปซึ่งมีความซับซ้อนมาก ในบางครั้งอาจต้องทดลองทำคิวรี่หลายครั้ง เพื่อแสดงข้อมูลที่ถูกต้องตามที่ต้องการ ผู้พัฒนาจึงต้องมีความรู้ทางด้าน ดาค้าเบส มากพอสมควร เพื่อความถูกต้องของข้อมูล ตามความเหมาะสมที่ผู้ใช้ต้องการ และลดการเสียเวลาในการพัฒนาระบบ

กิตติกรรมประกาศ :

โครงการเล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก บริษัท ซอฟต์อินเตอร์ เชียงใหม่ จำกัด อ.ดร.สมนึก สินธุปวน คณาจารย์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่าน และภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุน คำปรึกษา แนะนำ ตลอดจน ตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้มีการทำโครงการนี้ขึ้นมาและสำเร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

[1] กุ้ง. (ไม่ปรากฏปีพิมพ์). **ภาษา C#.** สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2563, จาก https://sites.google.com/site/programmingm42/phasa-c

[2] Cheevagarn J.. (2558). **SQL Server กับ Oracle**. สืบค้นเมื่อ 19 กุมภาพันธ์ 2563, จาก https://www.siamfocus.com/วิทยาการคอมพ์/sql-server-กับ-oracle.html

[3] Codebee. (2559). **MVC Framework.** สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2563, จาก https://www.codebee.co.th/labs/mvc-

[4] Kritsadar Kabmanee. (ไม่ปรากฏปีพิมพ์). **.NET Framework คืออะไร.** สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2563, จาก https://sites.google.com/site/kkabmanee/-net-framework-khux-xari

[5] MarcusCode (2563). **ภาษา C#**. สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2559, จาก http://marcuscode.com/lang/csharp https://sites.google.com/site/programmingm42/phasa-c

[6] Saixiii, (2560). **Database Oracle**. สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2563, จาก https://saixiii.com/what-is-oracle/

[7] softmelt. (2554). **MVC Framework คืออะไร**. สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2563, จาก https://www.softmelt.com/article.php?id=570

[8] mindphp. (2560). **Model View Controller**. สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2563, จาก https://www.mindphp.com/

[9] mindphp. (ไม่ปรากฏปีพิมพ์). **Oracle** คืออะไร. สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2563, จาก https://www.mindphp.com/

ระบบจองโฮมสเตย์ผ่านคลาวด์คอมพิวติ้ง

HOMESTAY BOOKING SYSTEM ON CLOUD COMPUTING

ฤทัย คำสายใย[1] กิตติกร หาญตระกูล[1] สมนึก สินธุปวน[1] และ ภานุวัฒน์ เมฆะ[1,*]

Ruethai Khamsaiyai[1], Kittikorn Hantrakul[1], Somnuek Sinthupuan[1] and Panuwat Mekha[1,*]

[1]*สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: ภานุวัฒน์ เมฆะ อีเมล: panuwat_m@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

ระบบจองโฮมสเตย์พัฒนาขึ้นเพื่อการทำงานและจัดการกับธุรกิจของผู้ประกอบการ ธุรกิจด้านที่พักประเภทโฮมสเตย์เป็นอีกหนึ่งธุรกิจที่มีความสำคัญแก่นักท่องเที่ยวในการเข้าพัก บางครั้งยังมีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับที่พักประเภทโฮมสเตย์ได้ช้า ทำให้ไม่เป็นที่รู้จักในวงกว้าง เนื่องจากการทำงานในด้านการจองที่พักประเภทโฮมสเตย์ยังไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดปัญหาในการจองห้องพักที่ไม่ตรงตามคุณภาพที่ลูกค้าต้องการ และเวลาจองห้องพักมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก

ดังนั้นจึงมีการจัดทำการจองโฮมสเตย์ออนไลน์ขึ้นเพื่อที่จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการดึงดูดลูกค้าเกิดความสะดวกสบายแก่ลูกค้า เพื่อที่ให้ผู้ที่สนใจจะไปท่องเที่ยวในสถานที่ต่าง ๆ ได้รู้ค่าใช้จ่ายที่พัก ทำให้ลูกค้าได้คำนวณค่าใช้จ่ายได้อย่างถูกต้อง การจองโฮมสเตย์ผ่านอินเตอร์เน็ต จะเป็นเว็บกลางในการรวบรวมโฮมสเตย์จำนวนมากมาเก็บไว้เว็บของเราเพื่อเป็นสื่อกลางในการจองโฮมสเตย์แต่ละสถานที่ เพื่อที่จะให้ลูกค้าได้เข้ามาจองโฮมสเตย์ที่ตนต้องการและมีขั้นตอนการจองที่ง่ายสะดวกและประหยัดเวลา

คำสำคัญ : โฮมสเตย์ เว็บแอปพลิเคชัน ธุรกิจที่พัก

Abstract:

Homestay reservation system developed to work and manage the business of the entrepreneur. Homestay accommodation business is a business that is important for tourists to stay. Sometimes, there are restrictions on access to information about homestay accommodation can be slow. Cause not known broadly. Since working in the hotel sector Homestay also inefficient. Cause problems on the reservation that does not meet customer quality requirements. And the booking process is cumbersome.

Therefore, it has been booked to host online. So that would be an alternative way to attract customers.Comfort to customers in order to keep people interested in going to places that have cost accommodation. Enabling customers to calculate costs correctly. Homestay Room Reservations The web is in a homestay lot to keep our web. To mediate in booking a homestay at each location. In order to allow customers to book their homestay demand and the booking process is simple, convenient and time saving.

Keywords : Homestay, Web Application, Accommodation Business

บทนำ:

การใช้เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับยุคสมัยนี้ ไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสาร รวมถึงการค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ และการใช้เทคโนโลยีเพื่อการทำงานและจัดการกับธุรกิจของเจ้าของกิจการ ธุรกิจด้านที่พักประเภทโฮมสเตย์เป็นอีกหนึ่งธุรกิจที่มีความสำคัญแก่นักท่องเที่ยวในการเข้าพัก บางครั้งยังมีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับที่พักประเภทโฮมสเตย์ได้ช้า ทำให้ไม่เป็นที่รู้จักในวงกว้าง

การทำงานในด้านการจองที่พักประเภทโฮมสเตย์ยังไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดปัญหาในการจองห้องพักที่ไม่ตรงตามคุณภาพที่ลูกค้าต้องการ และเวลาจองห้องพักมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก จึงทำให้ลูกค้าบางคนไม่เข้าใจขั้นตอนการจองและทำให้ลูกค้ายกเลิกการจอง อีกทั้งระบบจัดเก็บข้อมูลของลูกค้ายังไม่เป็นหมวดหมู่และไม่ถูกต้อง จึงทำให้มีปัญหาในการชำระเงินของลูกค้า

วัตถุประสงค์:

1. เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถค้นหาโฮมสเตย์ที่ต้องการได้ง่ายขึ้น
2. เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลโฮมสเตย์ได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น
3. เพื่อให้ผู้ใช้งานจองที่พักได้สะดวกขึ้น
4. เพื่อเป็นช่องทางประชาสัมพันธ์ข้อมูลเกี่ยวกับที่พักประเภทโฮมสเตย์ได้
5. เพื่อให้เจ้าของกิจการสามารถจัดการข้อมูลและการจองโฮมสเตย์ได้

ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ เครื่องมือ และเทคโนโลยี ที่ใช้ในการศึกษา:

ฮาร์ดแวร์ที่ใช้

- คอมพิวเตอร์	แสดงผลการใช้งาน
- สมาร์ทโฟน	แสดงผลการใช้งาน

ซอฟต์แวร์ที่ใช้

- Windows 10	ระบบปฏิบัติการ
- Visual Studio Code 1.47.3	แก้ไขและปรับแต่งโค้ด
- Xampp 7.4.9	ทดสอบหรือทดลองเว็บไซต์
- Google chrome/IE9/Firefox/Safari	ใช้สำหรับเปิดเว็บไซต์

เทคโนโลยีที่ใช้

- PHP 7.4.8	ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ
- HTML5	ตกแต่งเว็บไซต์
- Bootstrap 5	ช่วยให้สร้างเว็บแอพพลิเคชันได้อย่างรวดเร็ว
- My sql 6.0.0	จัดการฐานข้อมูล
- JavaScript 5.0	เขียนเป็นฟังก์ชั่นสำหรับใช้งานต่าง ๆ
- Codeigniter 4.3.0	ช่วยพัฒนาเว็บไซต์และเว็บแอพพลิเคชัน

วิธีการ:

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับที่พักประเภทโฮมสเตย์ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาระบบ
2. รวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและข้อมูลในการพัฒนาระบบ
3. วิเคราะห์และออกแบบระบบ
    - วิเคราะห์ภาพรวมของระบบการทำงาน
    - ออกแบบกระบวนการ
4. การพัฒนาระบบจัดการข้อมูลการจองโฮมสเตย์
5. ทดสอบระบบการจองโฮมสเตย์และการรายงาน
6. ปรับปรุงและแก้ไขระบบให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
7. ทำคู่มือและเอกสารประกอบโปรแกรม

ขอบเขตโครงงาน:

ระบบจองโฮมสเตย์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตมีผู้ใช้งานกับระบบ คือ ผู้ใช้บริการ เจ้าของกิจการ และผู้ดูแลระบบ มีการทำงานหลัก ๆ ดังต่อไปนี้

ผู้ใช้บริการ (User)

1. ผู้ใช้บริการสามารถจองห้องพักในโฮมสเตย์ได้ (User Reservation Room) (On Mobile/Tablet)
    - วิธีการชำระเงิน (On Mobile/Tablet)
        - o โอนผ่านบัตรเครดิต (Count by Credit Card)
2. ผู้ใช้บริการสามารถแนบไฟล์การชำระเงินได้ (Attach Receipt)
3. ผู้ใช้บริการสามารถดูสถานะการจองได้ (View Reservation Status)
4. ผู้ใช้บริการสามารถดูสถานะการชำระเงินได้ (View Payment Status)

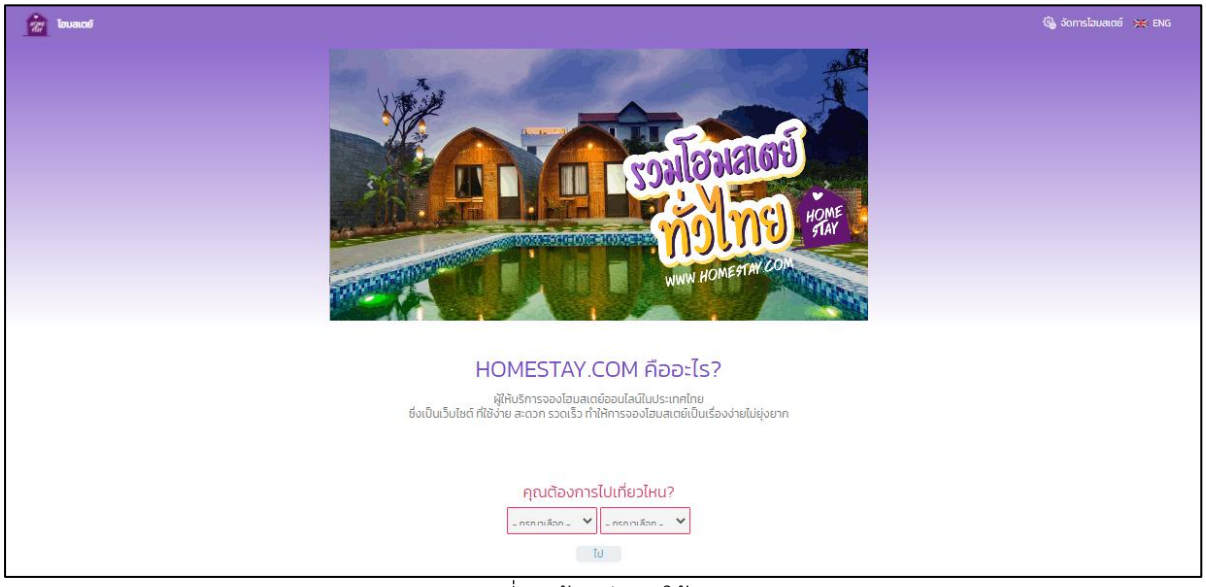
เจ้าของกิจการ (Owner)

1. เจ้าของกิจการสามารถจัดการห้องพักในโฮมสเตย์ได้ (Owner Manage Room)
2. เจ้าของกิจการสามารถจัดการภาษาได้ 2 ภาษา อังกฤษ ,ไทย (Owner Manage language)
3. เจ้าของกิจการสามารถยืนยันการพักในโฮมสเตย์ได้(Owner Confirm Room)
4. เจ้าของกิจการสามารถดูรายงาน (Owner View Dashboard)
5. เจ้าของกิจการสามารถตรวจสอบใบเสร็จได้ (Owner View Receipt)
    - พิมพ์ออกมาเป็นเอกสารได้ (Owner Print Receipt)

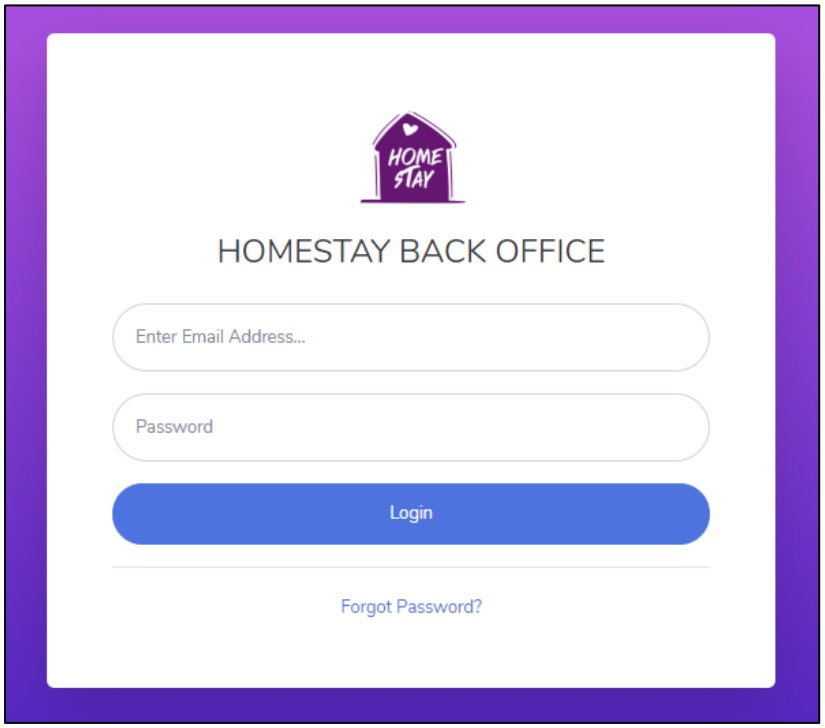
ผู้ดูแลระบบ (Admin)

1. ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการผู้ใช้บริการทุกประเภทได้ (Admin Manage User)
2. ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการโฮมสเตย์ได้ (Admin Manage Homestay)
3. ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลได้ (Admin Check Information)
4. ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการภาษาของระบบได้ (Language Manage)

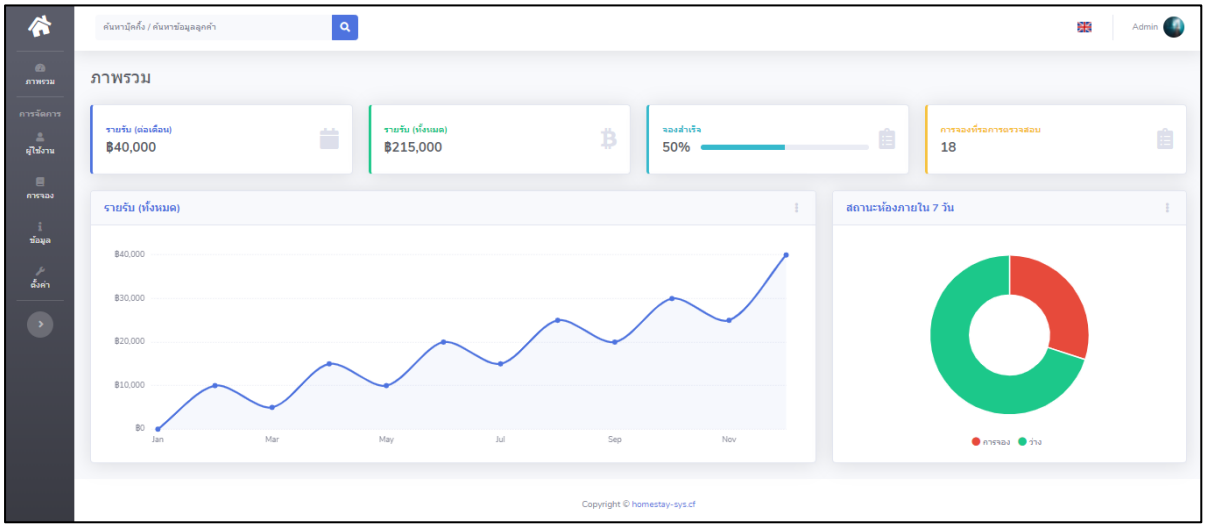
ผลการทดลอง:



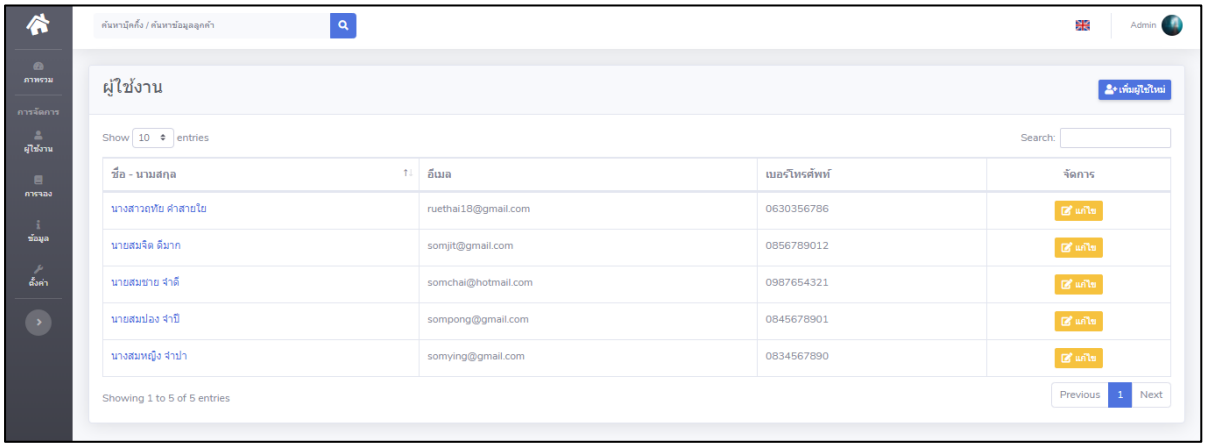
รูปที่1 หน้าหลักการใช้งาน



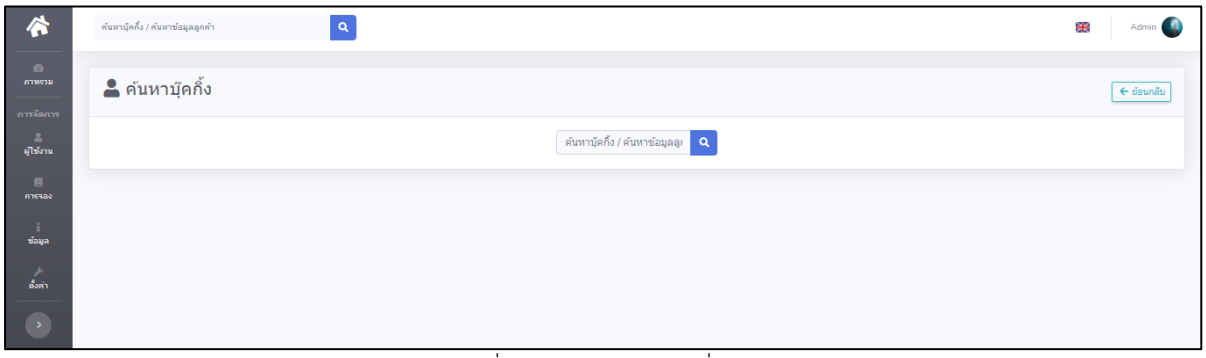
รูปที่2 หน้า login สำหรับการจัดการโฮมสเตย์



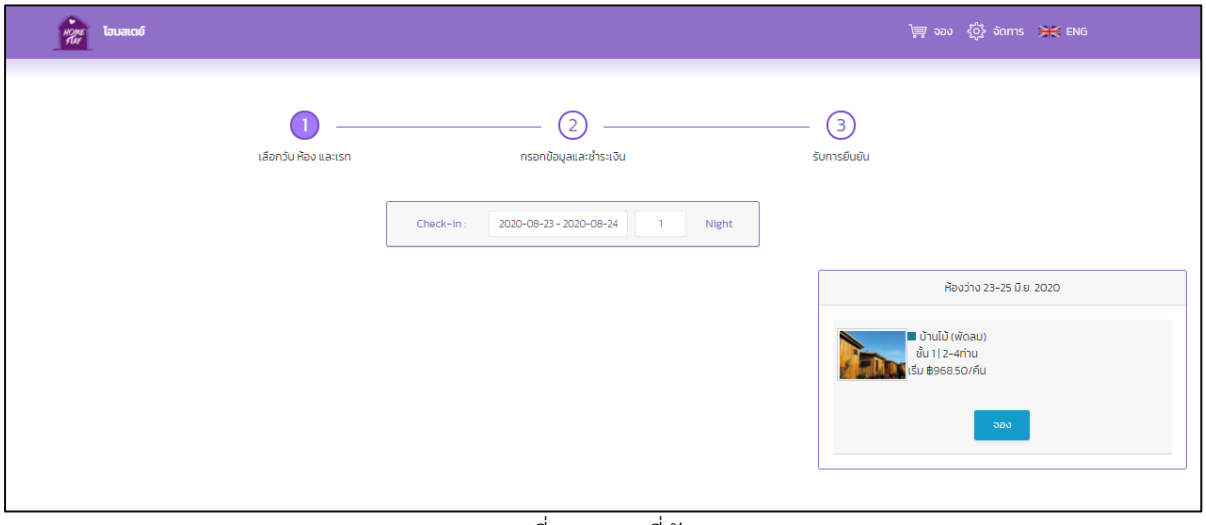
รูปที่3 ภาพรวมการจัดการโฮมสเตย์



รูปที่4 การจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน



รูปที่5 การค้นหาการจองที่พัก



รูปที่6 การจองที่พัก

ผลที่คาดว่าจะได้รับ:

1. ผู้ใช้งานสามารถค้นหาโฮมสเตย์ตามที่ต้องการได้
2. ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ง่ายและประหยัดเวลา
3. ผู้ใช้งานสามารถจองโฮมสเตย์ได้
4. เจ้าของกิจการสามารถประชาสัมพันธ์ให้เป็นที่รู้จักมากขึ้นได้

สรุปและอภิปรายผล:

ระบบจองโฮมสเตย์ พัฒนาขึ้นเพื่อการทำงานและจัดการกับธุรกิจของผู้ประกอบการธุรกิจด้านที่พักประเภทโฮมสเตย์ เพื่อที่จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการดึงดูดลูกค้า เกิดความสะดวกสบายแก่ลูกค้า เพื่อที่ให้ผู้ที่สนใจจะไปท่องเที่ยวในสถานที่ต่าง ๆ ได้รู้ค่าใช้จ่ายที่พัก ทำให้ลูกค้าได้คำนวณค่าใช้จ่ายได้อย่างถูกต้อง การจองโฮมสเตย์ผ่านอินเตอร์เน็ต จะเป็นเว็บกลางในการรวบรวมโฮมสเตย์จำนวนมากมาเก็บไว้เว็บของเรา เพื่อเป็นสื่อกลางในการจองโฮมสเตย์แต่ละสถานที่ เพื่อที่จะให้ลูกค้าได้เข้ามาจองโฮมสเตย์ที่ตนต้องการและมีขั้นตอนการจองที่ง่ายสะดวกและประหยัดเวลา ข้อจำกัดในการใช้งานคือ ถ้าเว็บไซต์ยังไม่เป็นที่รู้จัก จะทำให้ไม่ค่อยมีคนเข้ามาจอง ไม่เหมือนกับ OTAs ต่างๆ ที่มีชื่อเสียง และคนเข้าไปค้นหาโรงแรมเยอะอยู่แล้ว

สรุปการวิเคราะห์ระบบ:

1. ผู้ใช้งานสามารถค้นหาโฮมสเตย์ตามที่ต้องการได้
2. ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ง่ายและประหยัดเวลา
3. ผู้ใช้งานสามารถจองโฮมสเตย์ได้
4. เจ้าของกิจการสามารถประชาสัมพันธ์ให้เป็นที่รู้จักมากขึ้นได้

กิตติกรรมประกาศ:

โครงงานนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ภานุวัฒน์ เมฆะ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานคอมพิวเตอร์ อาจารย์กิตติกร หาญตระกูล และอาจารย์สมนึก สินธุปวน อาจารย์คณะกรรมการควบคุมโครงงาน ที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำซึ่งเป็นแนวทางในการทำโครงงานให้สำเร็จลุล่วง ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง:

เอกสารอ้างอิงจากเว็บไซต์

สนุก ดอท คอม. 2556. “โฮมสเตย์” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.homestaythai.org (วันที่สืบค้น 28 สิงหาคม 2562).

สนุก ดอท คอม. 2556. “โฮมสเตย์” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://guru.sanook.com/2922/ (วันที่สืบค้น 28 สิงหาคม 2562).

The Knowledge Provider. 2562. “เว็บแอปพลิเคชัน” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.ar.co.th/kp/th/560 (วันที่สืบค้น 5 พฤศจิกายน 2562).

ระบบจัดการเงินในโรงงานอุตสาหกรรม

MONEY MANAGEMENT SYSTEM IN INDUSTRIAL PLANTS

กฤตพิพัฒน์ พางาม[1,*] ธณพล เพ็งสลุง[1] ก่องกาญจน์ ดุลยไชย[1] พยุงศักดิ์ เกษมสำราญ[1] และสนิท สิทธิ[1]

Kitpipat Phangam[1,*], Tanaphon Pengsalung[1], Kongkarn Dullayachai[1], Payungsak Kasemsumran[1] and Snit Sitti[1]

[1] *สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน: กฤตพิพัฒน์ พางาม อีเมล: mju5904101302@gmaejo.mju.ac.th*

บทคัดย่อ

ระบบงานมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจัดการเงินและบริหารสินค้าคงคลังของโรงงานอุตสาหกรรม ระบบประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการผู้ใช้งาน กำหนดสิทธิ์เข้าถึงการใช้งานของพนักงานได้เป็นรายบุคคลทั้งฝ่ายขายและฝ่ายจัดซื้อ 2) ระบบจัดการเงิน สามารถบันทึกรายรับรายจ่าย รายงานการขายรายเดือนและการขายรายปี 3) ระบบบริหารสินค้าคงคลัง สามารถบันทึกจำนวนสินค้า บันทึกสต็อกสินค้า การกำหนดราคาสินค้า การออกใบเสนอราคา การออกใบเสนอราคา การออกใบเสร็จ และการออกใบรับสินค้า ระบบที่พัฒนาเป็นเว็บแอพพลิเคชั่น การออกแบบการเขียนโปรแกรมโดยใช้เฟรมเวิร์คคชสารที่มีลักษณะ Module Model View Control (MMVC) เขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) ภาษาที่ใช้ PHP บริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL เทคโนโลยีที่ใช้ CSS, Bootstrap

ผลจากการพัฒนาการใช้งานของระบบ สามารถช่วยให้โรงงานอุตสาหกรรมทำงานด้านการเงินและสินค้าคงคลังได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ลดขั้นตอนการทำงานด้วยมือและเอกสารทำให้เกิดสะดวกมีความรวดเร็ว ในด้านการผลิตสินค้าจะช่วยลดความคาดเคลื่อนจำนวนสต็อกสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เว็บแอปพลิเคชัน ระบบจัดการเงิน การควบคุมสินค้าคงคลัง ระบบสารสนเทศเพื่อการบริหาร

Abstract

The system aims to develop the financial and inventory management system for industrial plants. It consists of three parts including 1) Administrator section that manage user accounts, setup rights access of employees for sales and purchasing department 2) Financial management system that input income and expenses by monthly and annual sales report 3) Inventory management system that input the amount of products, stock management, product pricing, quotation receipt and purchase order. It is web application which system development using the Kotchasan framework, Module Model View Control (MMVC) and Object Oriented Programming (OOP), using PHP language, MySQL database management, CSS and Bootstrap technology.

The result showed that the development system can support industrial plants to work financially and accurately with inventory, reducing processes, paperless. The results are convenience, speed. For the production is efficiently to solve the stock quantity errors.

Keywords: Web Application, Financial management system, Inventory Control, Management Information System

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ด้วยปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่ง มีทั้งระบบจัดการอัตโนมัติด้วยเครื่องจักร และระบบอำนวยความสะดวกที่ทำให้แทบไม่ต้องใช้แรงงานปกติในการดำเนินการแต่อย่างใดแต่ก็ยังต้องคงมีพนักงานที่คอยดูแลระบบหรือเครื่องจักรเหล่านั้นเพื่อตรวจสอบ และทำให้ผลผลิตได้ออกมาตามคุณภาพของโรงงาน หรืออุตสาหกรรมนั้น นั้นทั้งนี้การคำนวณเงินเดือนของพนักงานหรือผลกำไรขาดทุนยังสามารถใช้ระบบที่ออกแบบอย่างดีเพื่อช่วยลดภาระของจำนวนบุคลากรที่ต้องใช้ได้

ระบบนี้สร้างขึ้นมาเพื่อที่จะให้โรงงานอุตสาหกรรมได้ใช้และก่อให้เกิดประโยชน์ในการบริหารโรงงานอุตสาหกรรมมากยิ่งขึ้นโดยการบริหารโดยใช้ระบบดิจิตอลในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและสามารถอัพเดทผลต้นทุนกำไรได้ด้วยตนเอง

โดยระบบที่สร้างขึ้นมานี้จะนำไปทดลองใช้กับธุรกิจส่วนตัวของนักศึกษาเองเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของการใช้ระบบมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบจัดการการเงินและบริหารสินค้าคงคลังของโรงงานอุตสาหกรรม

ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ เครื่องมือ และเทคโนโลยี ที่ใช้ในการศึกษา:

1. ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์
    - Macbook air
    - Notebook Acer Aspire F5-573G
    - canon pixma ip2770
2. ซอฟต์แวร์
    - Visual Studio Code
    - PHP
    - MYSQL
    - CSS
    - Bootstrap

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับธุรกิจ
2. วิเคราะห์ความต้องการและวางแผน
3. ออกแบบโครงสร้างและวางแผน
4. เขียนโปรแกรม / พัฒนาระบบ
5. แก้ไข / ปรับปรุงระบบ
6. ทดลองใช้งานระบบจริง
7. จัดทำเอกสารประกอบการใช้งาน
8. นำเสนอระบบ

ขอบเขตของโครงงาน

ระบบนี้มีผู้ใช้งานแบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

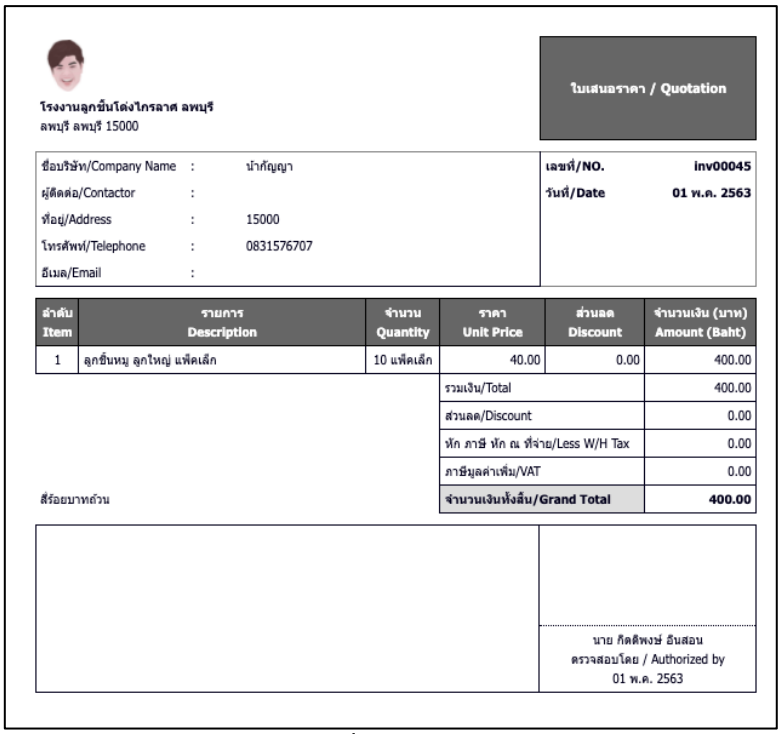
1. ผู้บริหาร หรือ แอดมิน (Admin) มีหน้าที่ดังนี้
   - สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าสู่หน้าจอการจัดการข้อมูลทั้งหมด
   - กำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้งาน
   - แก้ไขข้อมูลส่วนตัว
   - สามารถดูข้อมูลลูกค้า
   - สามารถกำหนดใบเสนอราคา
   - สามารถกำหนดใบเสร็จ
   - สามารถกำหนดใบสั่งซื้อ
   - สามารถกำหนดใบรับสินค้า
   - สามารถกำหนดคลังสินค้า
2. ฝ่ายขายสินค้า(Sale) มีหน้าที่ดังนี้
   - สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าสู่หน้าจอการบันทึกข้อมูล
   - แก้ไขข้อมูลส่วนตัว
   - สามารถดูข้อมูลลูกค้า
   - สามารถกำหนดใบเสนอราคา
   - สามารถกำหนดใบเสร็จ
3. ฝ่ายจัดซื้อสินค้า มีหน้าที่ดังนี้
   - สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าสู่หน้าจอการบันทึกข้อมูล
   - แก้ไขข้อมูลส่วนตัว
   - สามารถดูข้อมูลลูกค้า
   - สามารถกำหนดใบสั่งซื้อ
   - สามารถกำหนดใบรับสินค้า
4. ฝ่ายผลิตสินค้า มีหน้าที่ดังนี้
   - สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าสู่หน้าจอการบันทึกข้อมูล
   - แก้ไขข้อมูลส่วนตัว
   - สามารถกำหนดใบรับสินค้า
   - สามารถกำหนดใบเสร็จ

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระบบจัดการเงินในโนโรงงานอุตสาหกรรม
2. โปรแกรมได้ใช้งานจริงกับโรงงานของนักศึกษาเองคาดว่าจะเป็นผลดีต่อธุรกิจ
3. ได้ระบบที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการคิดคำนวณจำนวนของมาให้เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดในการเก็บสินค้า

ผลการทดลอง

โดยระบบนี้ได้นำไปใช้กับโรงงาน ลูกชิ้นโต่งไกรลาศ จังหวัดลพบุรี ทั้งนี้โรงงาน ได้มีการจัดการในส่วนของการออกเอกสารต่างๆแล้ว เช่น ใบเสนอราคา ใบเสร็จ ใบสั่งซื้อ ใบรับสินค้า ได้เป็นอย่างดี มีการจัดการที่เป็นระบบมากยิ่งขึ้น และสามารถดูรายการย้อนหลังได้ สะดวกสบาย



โรงงานลูกชิ้นโต่งไกรลาศ ลพบุรี
ลพบุรี ลพบุรี 15000

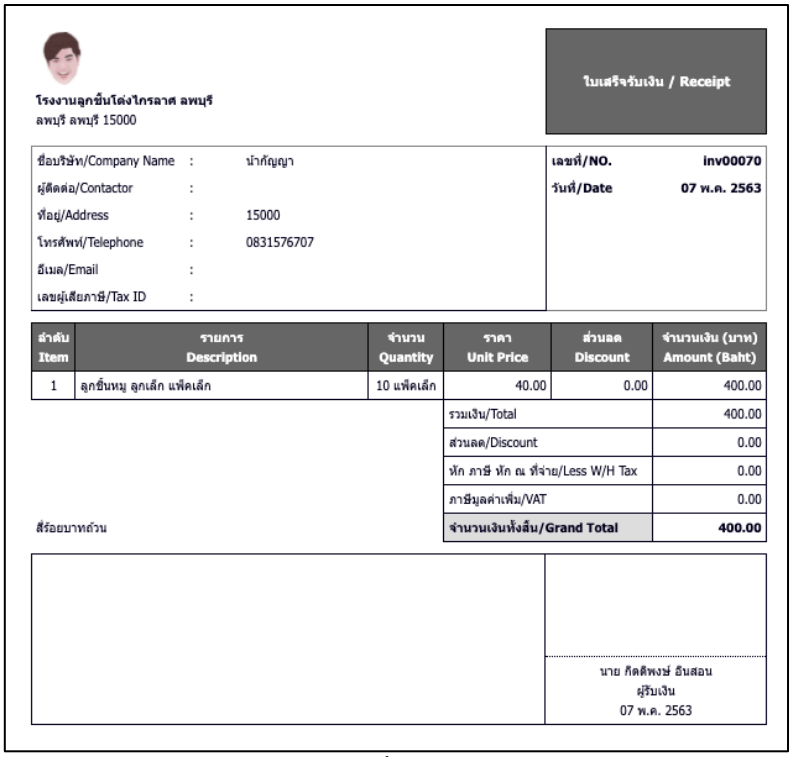
ใบเสนอราคา / Quotation

ชื่อบริษัท/Company Name	: น้ำกัญญา	**เลขที่/NO.**	**inv00045**
ผู้ติดต่อ/Contactor	:	**วันที่/Date**	**01 พ.ค. 2563**
ที่อยู่/Address	: 15000		
โทรศัพท์/Telephone	: 0831576707		
อีเมล/Email	:		

ลำดับ Item	รายการ Description	จำนวน Quantity	ราคา Unit Price	ส่วนลด Discount	จำนวนเงิน (บาท) Amount (Baht)
1	ลูกชิ้นหมู ลูกใหญ่ แพ็คเล็ก	10 แพ็คเล็ก	40.00	0.00	400.00
			รวมเงิน/Total		400.00
			ส่วนลด/Discount		0.00
			หัก ภาษี หัก ณ ที่จ่าย/Less W/H Tax		0.00
			ภาษีมูลค่าเพิ่ม/VAT		0.00
สี่ร้อยบาทถ้วน			**จำนวนเงินทั้งสิ้น/Grand Total**		**400.00**

นาย กิตติพงษ์ อินสอน
ตรวจสอบโดย / Authorized by
01 พ.ค. 2563

รูปภาพที่ 1 ใบเสนอราคา



โรงงานลูกชิ้นโต่งไกรลาศ ลพบุรี
ลพบุรี ลพบุรี 15000

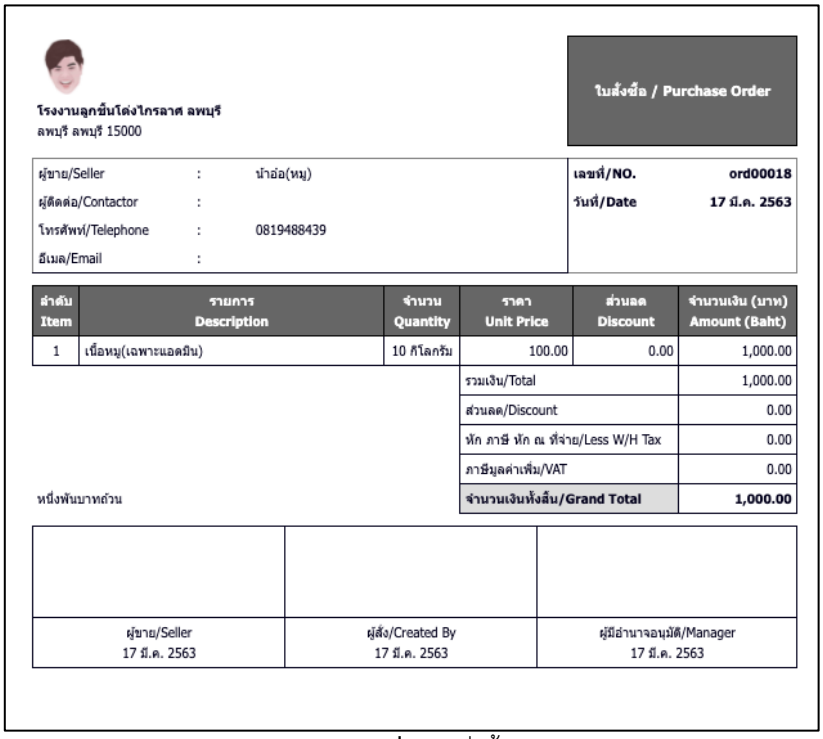
ใบเสร็จรับเงิน / Receipt

ชื่อบริษัท/Company Name	: น้ำกัญญา	**เลขที่/NO.**	**inv00070**
ผู้ติดต่อ/Contactor	:	**วันที่/Date**	**07 พ.ค. 2563**
ที่อยู่/Address	: 15000		
โทรศัพท์/Telephone	: 0831576707		
อีเมล/Email	:		
เลขผู้เสียภาษี/Tax ID	:		

ลำดับ Item	รายการ Description	จำนวน Quantity	ราคา Unit Price	ส่วนลด Discount	จำนวนเงิน (บาท) Amount (Baht)
1	ลูกชิ้นหมู ลูกเล็ก แพ็คเล็ก	10 แพ็คเล็ก	40.00	0.00	400.00
			รวมเงิน/Total		400.00
			ส่วนลด/Discount		0.00
			หัก ภาษี หัก ณ ที่จ่าย/Less W/H Tax		0.00
			ภาษีมูลค่าเพิ่ม/VAT		0.00
สี่ร้อยบาทถ้วน			**จำนวนเงินทั้งสิ้น/Grand Total**		**400.00**

นาย กิตติพงษ์ อินสอน
ผู้รับเงิน
07 พ.ค. 2563

รูปภาพที่ 2 ใบเสร็จ



โรงงานลูกชิ้นโต่งไกรลาศ ลพบุรี
ลพบุรี ลพบุรี 15000

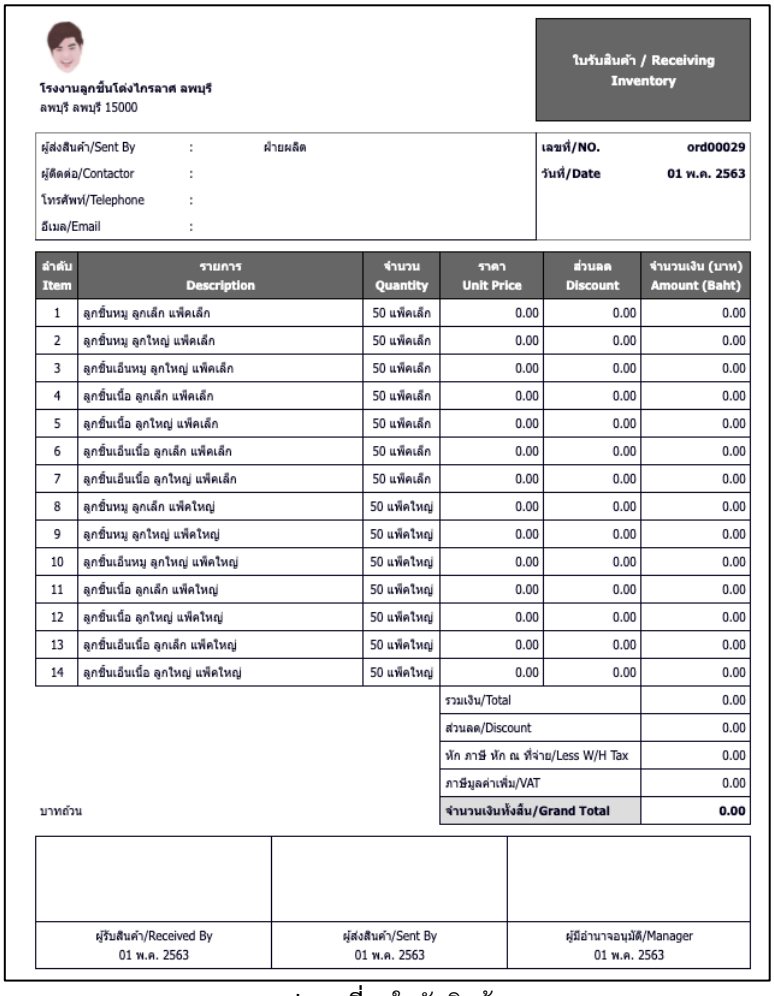
ใบสั่งซื้อ / Purchase Order

ผู้ขาย/Seller	:	นำอ้อ(หมู)	เลขที่/NO.	ord00018
ผู้ติดต่อ/Contactor	:		วันที่/Date	17 มี.ค. 2563
โทรศัพท์/Telephone	:	0819488439		
อีเมล/Email	:			

ลำดับ Item	รายการ Description	จำนวน Quantity	ราคา Unit Price	ส่วนลด Discount	จำนวนเงิน (บาท) Amount (Baht)
1	เนื้อหมู(เฉพาะแอดมิน)	10 กิโลกรัม	100.00	0.00	1,000.00
			รวมเงิน/Total		1,000.00
			ส่วนลด/Discount		0.00
			หัก ภาษี หัก ณ ที่จ่าย/Less W/H Tax		0.00
			ภาษีมูลค่าเพิ่ม/VAT		0.00
หนึ่งพันบาทถ้วน			**จำนวนเงินทั้งสิ้น/Grand Total**		**1,000.00**

ผู้ขาย/Seller 17 มี.ค. 2563	ผู้สั่ง/Created By 17 มี.ค. 2563	ผู้มีอำนาจอนุมัติ/Manager 17 มี.ค. 2563

รูปภาพที่ 3 ใบสั่งซื้อ



โรงงานลูกชิ้นโต่งไกรลาศ ลพบุรี
ลพบุรี ลพบุรี 15000

ใบรับสินค้า / Receiving Inventory

ผู้ส่งสินค้า/Sent By	:	ฝ่ายผลิต	เลขที่/NO.	ord00029
ผู้ติดต่อ/Contactor	:		วันที่/Date	01 พ.ค. 2563
โทรศัพท์/Telephone	:			
อีเมล/Email	:			

ลำดับ Item	รายการ Description	จำนวน Quantity	ราคา Unit Price	ส่วนลด Discount	จำนวนเงิน (บาท) Amount (Baht)
1	ลูกชิ้นหมู ลูกเล็ก แพ็คเล็ก	50 แพ็คเล็ก	0.00	0.00	0.00
2	ลูกชิ้นหมู ลูกใหญ่ แพ็คเล็ก	50 แพ็คเล็ก	0.00	0.00	0.00
3	ลูกชิ้นเอ็นหมู ลูกใหญ่ แพ็คเล็ก	50 แพ็คเล็ก	0.00	0.00	0.00
4	ลูกชิ้นเนื้อ ลูกเล็ก แพ็คเล็ก	50 แพ็คเล็ก	0.00	0.00	0.00
5	ลูกชิ้นเนื้อ ลูกใหญ่ แพ็คเล็ก	50 แพ็คเล็ก	0.00	0.00	0.00
6	ลูกชิ้นเอ็นเนื้อ ลูกเล็ก แพ็คเล็ก	50 แพ็คเล็ก	0.00	0.00	0.00
7	ลูกชิ้นเอ็นเนื้อ ลูกใหญ่ แพ็คเล็ก	50 แพ็คเล็ก	0.00	0.00	0.00
8	ลูกชิ้นหมู ลูกเล็ก แพ็คใหญ่	50 แพ็คใหญ่	0.00	0.00	0.00
9	ลูกชิ้นหมู ลูกใหญ่ แพ็คใหญ่	50 แพ็คใหญ่	0.00	0.00	0.00
10	ลูกชิ้นเอ็นหมู ลูกใหญ่ แพ็คใหญ่	50 แพ็คใหญ่	0.00	0.00	0.00
11	ลูกชิ้นเนื้อ ลูกเล็ก แพ็คใหญ่	50 แพ็คใหญ่	0.00	0.00	0.00
12	ลูกชิ้นเนื้อ ลูกใหญ่ แพ็คใหญ่	50 แพ็คใหญ่	0.00	0.00	0.00
13	ลูกชิ้นเอ็นเนื้อ ลูกเล็ก แพ็คใหญ่	50 แพ็คใหญ่	0.00	0.00	0.00
14	ลูกชิ้นเอ็นเนื้อ ลูกใหญ่ แพ็คใหญ่	50 แพ็คใหญ่	0.00	0.00	0.00
			รวมเงิน/Total		0.00
			ส่วนลด/Discount		0.00
			หัก ภาษี หัก ณ ที่จ่าย/Less W/H Tax		0.00
			ภาษีมูลค่าเพิ่ม/VAT		0.00
บาทถ้วน			**จำนวนเงินทั้งสิ้น/Grand Total**		**0.00**

ผู้รับสินค้า/Received By 01 พ.ค. 2563	ผู้ส่งสินค้า/Sent By 01 พ.ค. 2563	ผู้มีอำนาจอนุมัติ/Manager 01 พ.ค. 2563

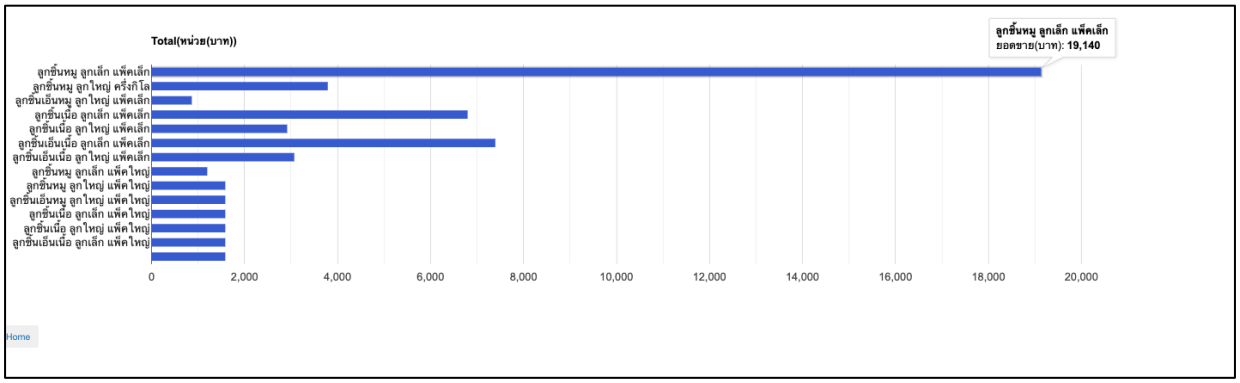
รูปภาพที่ 4 ใบรับสินค้า

ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ในการใช้งานระบบนี้ นักศึกษาได้สอนวิธีการใช้งาน ให้กับ นายกิตติพงศ์ อินสอน ซึ่งเป็นผู้บริหารของโรงงานลูกชิ้นโด่งไกรลาศ เป็นที่เรียบร้อย โดยนายกิตติพงศ์ อินสอน ได้มีการตอบกลับผลลัพธ์การใช้งาน ได้อย่างดีมาก เพราะแต่ก่อนไม่เคยมีระบบในการจัดการคลังสินค้า และ เอกสารต่างๆ ตอนนี้มีระบบเข้ามาช่วยถือว่าเป็นเรื่องที่ดี โรงงานจะสามารถออกเอกสารที่สมบูรณ์ให้กับลูกค้าได้

การพัฒนาระบบ

โดยระบบจัดการเงินในโรงงานอุตสาหกรรม นี้มีแผนในการพัฒนาในส่วนของการ รายงานการขายสินค้าเพื่อให้โรงงาน สามารถดูผลรวมของเงินในแต่ละใบเสร็จได้ง่ายมากยิ่งขึ้นโดยไม่ต้องเปิดทีละเอกสาร ทั้งนี้ในส่วนของการพัฒนารายงานการขาย อยู่ในขั้นตอนพัฒนาระบบ ดังรูปภาพที่ 5



รูปภาพที่ 5 รายงานการขาย

สรุปและอภิปรายผล

ระบบสามารถช่วยทำให้โรงงานอุตสาหกรรมทำงานด้านการเงินและสินค้าคงคลังได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ลดขั้นตอนการทำงานด้วยมือและเอกสารทำให้เกิดสะดวกมีความรวดเร็ว ในด้านการผลิตสินค้าจะช่วยลดความคาดเคลื่อนจำนวนสต็อกสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและทำให้โรงงานมีความเป็นมาตรฐานในด้านเอกสารสามารถออกใบเสร็จ ใบเสนอราคา ใบสั่งซื้อ ใบรับสินค้า ซึ่งแต่เดิมไม่สามารถออกใบให้ได้ ระบบนี้จึงเป็นประโยชน์ต่อโรงงานเป็นอย่างมาก

ระบบยังสามารถประยุกต์ไปใช้ในส่วนของโรงงานของนักศึกษาเอง เป็นโรงงานผลิตภัณฑ์แปรรูปสินค้าลูกชิ้น ระบบนำเข้ามาช่วยในการบันทึกสินค้าคงคลัง และ รายงานในส่วนของการซื้อขายในแต่ละวันของลูกค้า ทำให้สามารถ ทำธุรการที่ไหนก็ได้ สะดวกสบาย โดยใช้ระบบบนเว็บไซต์

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.สนิท สิทธิอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ก่องกาญจน์ ดุลยไชยและอ.ดร.พยุงศักดิ์ เกษมสำราญ อาจารย์คณะกรรมการควบคุมโครงงานและที่ปรึกษาพิเศษ คุณกิตติพงศ์ อินสอนที่คอยให้คำแนะนำและคำปรึกษาซึ่งเป็นแนวทางในการดำเนินงานมาโดยตลอดผู้จัดทำโครงงานขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำแนวทางต่าง ๆเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงโครงงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มยิ่งขึ้น ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ อาจารย์ และ บุคลากรสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้คอยแนะนำและคำปรึกษาในโครงงานชิ้นนี้จนสำเร็จลุล่วงสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

1. เอกสารอ้างอิงจากเว็ปไซต์

ระบบบัญชีออนไลน์. “PHP Online Accounting System (OAS)” [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา https://www.kotchasan.com/knowledge/onlineaccounting_system_oas.html
(สืบค้น 1 สิงหาคม 2562).

ระบบคลังสินค้า. “ระบบบริหารจัดการคลังสินค้า” [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา http://www.ils.co.th/th/wms-warehouse-management-system/
(สืบค้น 1 สิงหาคม 2562).

ระบบบัญชีออนไลน์. “ระบบบัญชีออนไลน์” [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา https://oas.kotchasan.com
(สืบค้น 7 สิงหาคม 2562)

ต้นแบบระบบสถานีอากาศและควบคุมน้ำสำหรับแปลงนาข้าว

WEATHER STATION AND WATER CONTROL SYSTEM PROTOTYPE FOR RICE FIELD

พลธวัช เทววุฒิศิริกุล[1] , ศิวกร มณีศักดิ์[1] , อลงกต กองมณี[1] , สนิท สิทธิ[1] และ สมนึก สินธุปวน[1,*]

Phontawat Tawawuttisirikul[1], Siwakorn Maneesak[1], Alongkot Gongmanee[1], Snit Sitti[1] and Somnuek Sinthupuan [1,*]

[1]*สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290 ประเทศไทย*

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สมนึก สินธุปวน อีเมล: somnuk@mju.ac.th

บทคัดย่อ:

ระบบสถานีอากาศและควบคุมน้ำสำหรับนาข้าว มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบ เพื่อการศึกษาการจัดทำสถานีอากาศเพื่อการจัดเก็บข้อมูลบนระบบคราวด์จากนาข้าวสำหรับเกษตรกรรุ่นใหม่ ระบบต้นแบบถูกสร้างโดยใช้เซ็นเซอร์ราคาถูกซึ่งเกษตรกรง่ายที่จะจัดซื้อผ่านตลาดเล็กทรอนิกส์และจัดซื้อด้วยตนเอง โดยประโยชน์ที่ได้รับจากการเก็บข้อมูลจากสถานีอากาศ ใช้สำหรับการควบคุมปั๊มน้ำในระบบการให้น้ำแบบเวลาจริงผ่านโทรศัพท์มือถือ

ระบบต้นแบบประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนสถานีหลักเซ็นเซอร์ประกอบด้วย ความเร็วลม ทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน และส่วนขยายเซ็นเซอร์ประกอบด้วย ความชื้นในดิน ความชื้นอากาศ และระดับน้ำ โดยข้อมูลของทั้ง 2 ส่วนจากนาข้าวจะถูกส่งไปจัดเก็บบนระบบคลาวด์ (Google Firebase) รวมถึงติดตั้งระบบโมบายผ่านเว็บโฮสต์ (Google Hosting) มาใช้ในการประมวลผลและเป็นประโยชน์ในทางการทำการเกษตร โดยงานวิจัยมุ่งเน้น การประมวลผลพารามิเตอร์ เพื่อการควบคุมในระบบให้น้ำ ผลการทำงานของระบบแสดงถึง การควบคุมระบบน้ำที่มีค่าความถูกต้องสูง

คำสำคัญ : ระบบสถานีอากาศ เซ็นเซอร์ราคาถูก นาข้าว การควบคุมน้ำ

Abstract:

Weather station and water control system for rice field is developed to be a prototype of technology for studying how to create a weather station to collect data on cloud computing from rice field for a smart farmer. The prototype system is created by using cheap sensors which in e-market place a farmer easy to buy and buy it by themselves. The utilization of data collection from weather station is used for a smart farmer for controlling a water pump in irrigation system in real-time over mobile phone.

The system prototype has 2 parts, the main part of the weather station consists of wind direction, wind speed, and rainfall sensors and the extension part consists of Humidity, temperature, and water level sensors. Both of data from the system are collected from rice fields to Google Firebase including the mobile system is developed publish on Google Firebase hosting. The system has used data collecting to be

parameters for controlling in irrigation system. The result from the system shown high accuracy for controlling irrigation system.

Keywords: Weather Station, Cheap Sensor, Rice Field, Water Control

ที่มาและปัญหา

การผลิตข้าวไทยข้าวนาปี รายจังหวัด ปี 2561 พบว่า มีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวรวมทั้งประเทศ 59.980 ล้านไร่ ปริมาณเมล็ดพันธุ์ 1,197,265 ต้น และมีอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อไร่ 19.96 กิโลกรัม จากสำนักงานเศรฐกิจการเกษตร [1] ปี 2562 มีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวรวมทั้งประเทศ 60.110 ล้านไร่ จากเนื้อที่เก็บเกี่ยว 54.392 ล้านไร่ ผลผลิต 24.304 ล้านต้น จากสมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย [9] โดยแผนการผลิตข้าว ปีการผลิต 2562/63 กระทรวงพาณิชย์ได้กำหนดความต้องการใช้ข้าว 32.4814 ล้านต้นข้าวเปลือก (Demand) และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนดเป้าหมายการผลิตข้าว 34.1579 ล้านต้นข้าวเปลือก (Supply) [10] การผลิตข้าวในปัจจุบันต้องการกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ การติดตามการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของสิ่งแวดล้อมในการปลูกข้าวเป็นสิ่งที่สำคัญ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวประกอบด้วยปัจจัยด้านพันธุกรรมหรือพันธุ์ข้าวที่ปลูก และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย แสงสว่าง ที่ยึดเหนียวหรือดิน อุณหภูมิ อากาศ น้ำ และ อื่น โดยงานวิจัยนี้สนใจในด้านการจัดเก็บข้อมูลปัจจัยในด้านสิ่งแวดล้อม [6]

การจัดเก็บข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านกระบวนการปลูกข้าวจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น งานวิจัยจึงได้ทำการประดิษฐ์เครื่องมือ และจัดทำโปรแกรมขึ้นในการจัดเก็บข้อมูล รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับการปลูกข้าวและการควบคุมการให้น้ำนาข้าว

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการสร้างอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ในการจัดเก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้นในดิน ปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำแปลงนาข้าว
2. ประดิษฐ์เครื่องมือในการควบคุมระดับน้ำแบบกึ่งอัตโนมัติในแปลงนาข้าว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาสถานีอากาศเพื่อการแจ้งเตือนสิ่งแวดล้อม มีการพัฒนาโดยใช้ระบบเครือข่ายไร้สายเพื่อแสดงผลสภาพอากาศ โดยสามารถนำผลที่ได้มาใช้ในการแจ้งเตือน ข้อมูลฝนตก ในการสร้างระบบมีการใช้อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายที่อยู่บนมาตรฐาน Zigbee/IEEE 802.15.4 ในการสื่อสารข้อมูลผ่านทาง RF (Radio Frequency) ในสภาพที่ไม่มีสิ่งกีดขว้าง จะมีรัศมีทำการที่ 1.5 กิโลเมตร เมื่อทดลอง ใช้งานจริงในบริเวณหลังมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สัญญาณถูก ลดทอนด้วยตึกและอาคารทำให้ส่งข้อมูลได้ในระยะที่ 300 - 500 เมตร และการส่งข้อมูลผ่านโหนดอื่นไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์สามารถทำงานได้ [7, 8, 11] แหล่งพลังงานของสถานีอากาศส่วนใหญ่จะใช้พลังงานจากระบบโซล่าเซลล์ [4] โดยข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บจากสถานีอากาศ จะแสดงข้อมูล อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน โดยประโยชน์ของ

สถานี เพื่อการนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรต่าง ๆ จากตัวแทนที่แสดงทั้งลักษณะอุณหภูมิของแต่ละบริเวณที่สถานีอากาศนั้นตั้งอยู่ โดยจากงานวิจัย**บริเวณลุ่มน้ำบนภูเขาจังหวัดเชียงใหม่พบว่า** อุณหภูมิรายเดือนต่ำสุดในเดือนธันวาคมและมกราคมประมาณ 16.2 องศาเซลเซียส ส่วนเดือนที่มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดคือเดือนเมษายน ประมาณ 23.3 องษาเซลเซียส [3]

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ระบบต้นแบบระบบสถานีอากาศและควบคุมน้ำ ประกอบด้วย 2 ส่วน ซึ่งประกอบด้วยส่วนของการจัดเก็บข้อมูลจากสถานีอากาศและส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการให้น้ำในแปลงนาข้าว โดยส่วนการจัดเก็บข้อมูลจากสถานีหลัก สามารถดูค่าความเร็วลม ทิศทางลม และน้ำฝน ส่วนกล่องขยายจัดเก็บข้อมูล ความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และ Dewpoint โดยข้อมูลทั้งหมดสามารถแสดงได้ทั้งในรูปแบบตารางและแบบเกจ

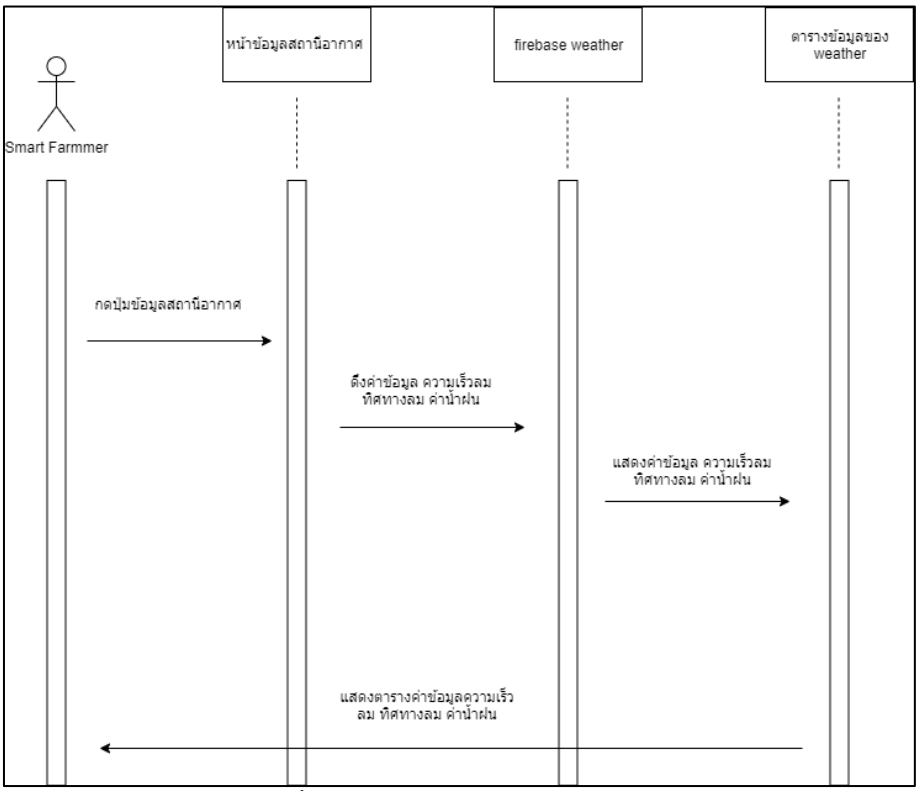
ระบบควบคุมระบบน้ำ จะใช้ข้อมูลของ Dewpoint ในการพิจารณาโดย ดูสถานะของปั๊มน้ำได้ และสามารถสั่งเปิด-ปิดปั๊มน้ำได้ทั้งจากตัวเกษตรกรในการควบคุมด้วยตนเองและการควบคุมแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 1 ยูสเคสไดอะแกรม (use case diagram)

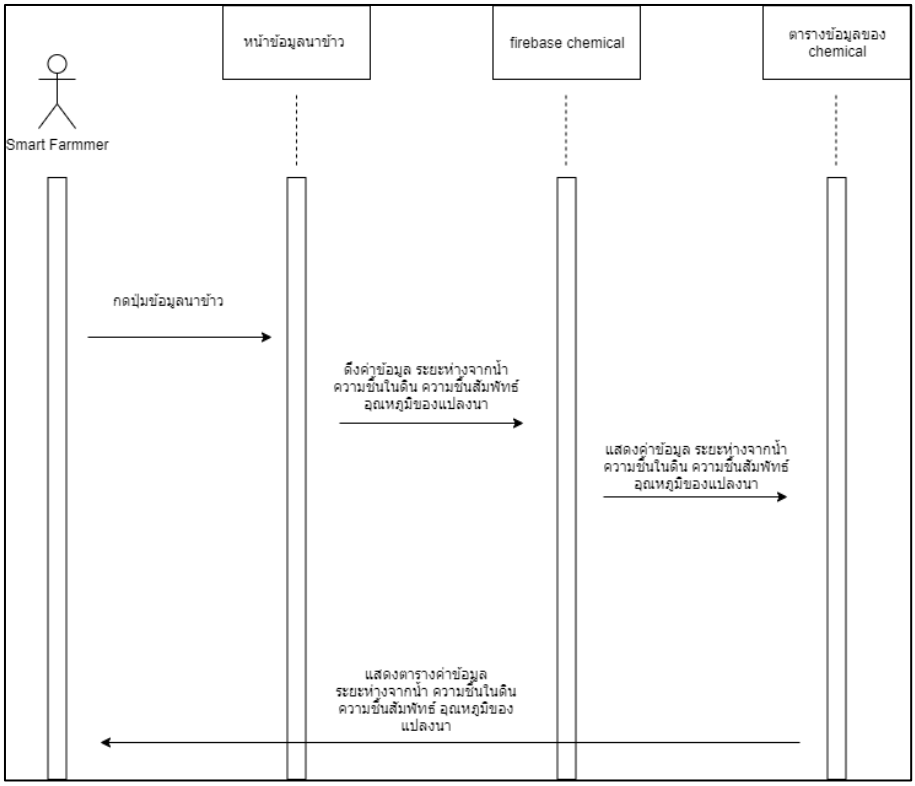
ซีเควนซ์ไดอะแกรม (sequence diagram)

การโต้ตอบกันระหว่างผู้ใช้กับระบบในลักษณะของการร้องขอบริการของ Actor โดยแผนภาพจะแสดงการตอบสนองของระบบ ตามลำดับของเหตุการณ์ก่อน-หลัง ของกลุ่มของ Object ที่ต้องทำงานร่วมกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการทำงานของยูสเคสไดอะแกรม ทั้งนี้การโต้ตอบระหว่าง Object และ Actor จะอยู่ในลักษณะของผู้ส่งและผู้รับข่าวสาร(Message) โดยที่ไดอะแกรมจะแสดงในลักษณะของภาพหรือสัญลักษณ์



รูปที่ 2 การเข้าถึงข้อมูลหลักสถานีอากาศ

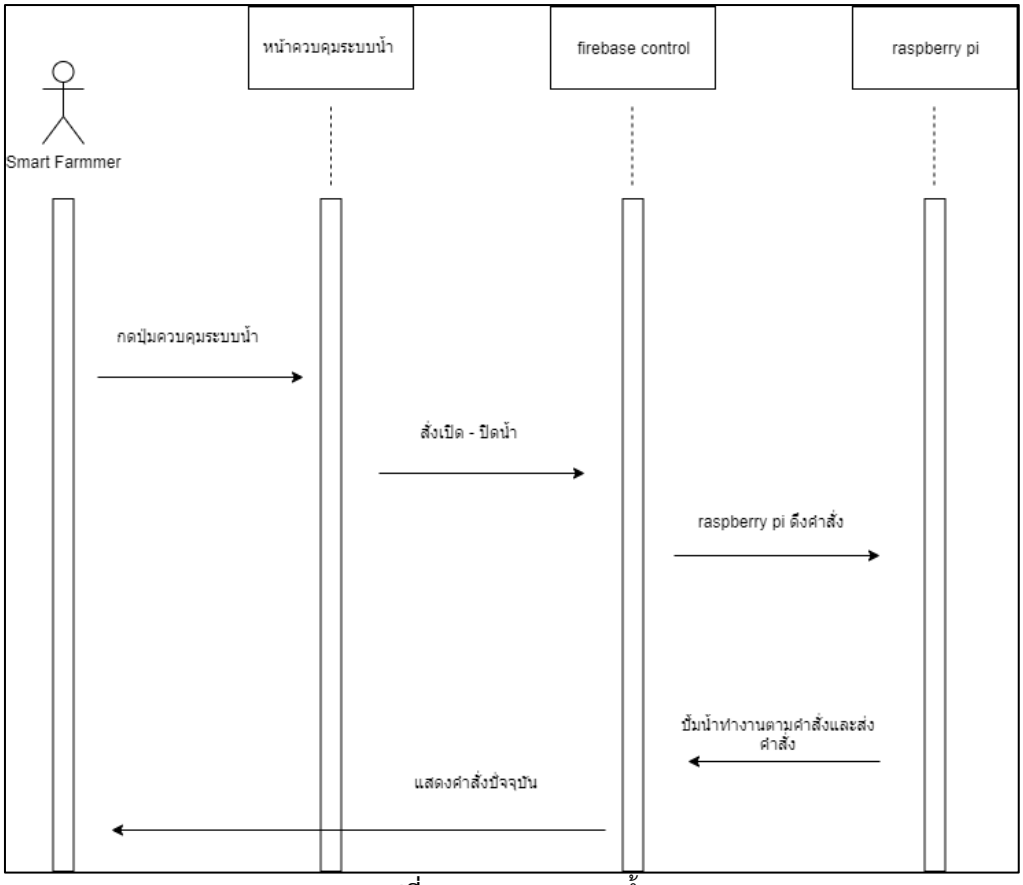
ขั้นตอนการดูข้อมูลหลักจากสถานีอากาศในรูปที่ 2 โดยขั้นแรกเมื่อเกษตรกรทำการกดปุ่มข้อมูลสถานีอากาศระบบระบบจะทำการดึงข้อมูลค่าความเร็วลม ทิศทางลม และปริมาณน้ำฝน ซึ่งได้ทำการจัดเก็บในระบบคลาวด์ (Google Firebase) เพื่อแสดงค่าสู่หน้าจอของผู้ใช้ โดยข้อมูลมีการแสดงผล 2 รูปแบบ ประกอบด้วย การแสดงข้อมูลเป็นตาราง ซึ่งข้อมูลจะถูกแสดงทั้งหมด และการแสดงข้อมูลในลักษณะเกจวัด ซึ่งข้อมูลจะถูกแสดงเฉพาะข้อมูลล่าสุดเท่านั้น



รูปที่ 3 การเข้าถึงข้อมูลส่วนขยายแปลงนาข้าว

ขั้นตอนการดูข้อมูลส่วนขยายซึ่งสามารถแยกติดตั้งไปตามแปลงนาข้าวในรูปที่ 3 ซึ่งจัดทำเป็นกล่องแยกเพื่อความสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลเฉพาะแปลง โดยขั้นแรกเมื่อเกษตรกรทำการกดปุ่มข้อมูลแปลงนาข้าว ระบบจะทำการดึงข้อมูล ค่าระยะห่างจากน้ำ ความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ ซึ่งได้ทำการจัดเก็บในระบบคลาวด์ (Google Firebase) เพื่อแสดงค่าสู่หน้าจอของผู้ใช้ โดยข้อมูลมีการแสดงผล 2 รูปแบบ ประกอบด้วย การแสดงข้อมูลเป็นตาราง ซึ่งข้อมูลจะถูกแสดงทั้งหมด และการแสดงข้อมูลในลักษณะเกจวัด ซึ่งข้อมูลจะถูกแสดงเฉพาะข้อมูลล่าสุดเท่านั้น

การควบคุมระบบน้ำในรูปที่ 4 จะเริ่มจากที่เกษตรกรทำการกดปุ่มควบคุมระบบน้ำ โดยการควบคุมจะสามารถทำได้ 2 แบบโดยแบบแรกเป็นการควบคุมโดยตัวเกษตรกรเอง และการควบคุมในลักษณะอัตโนมัติ โดยการควบคุมโดยเกษตรกรจะเริ่มดำเนินการ เมื่อเกษตรกรกดปุ่มเปิดหรือปิดน้ำ ระบบจะทำการส่งค่าการควบคุม เพื่อทำการจัดเก็บในระบบคลาวด์ จากนั้นระบบการตรวจสอบการควบคุม ซึ่งติดตั้งไว้บนบอร์ดควบคุม (Raspberry pi) จะทำงานตามคำสั่งของเกษตรกร เพื่อควบคุมระบบน้ำ

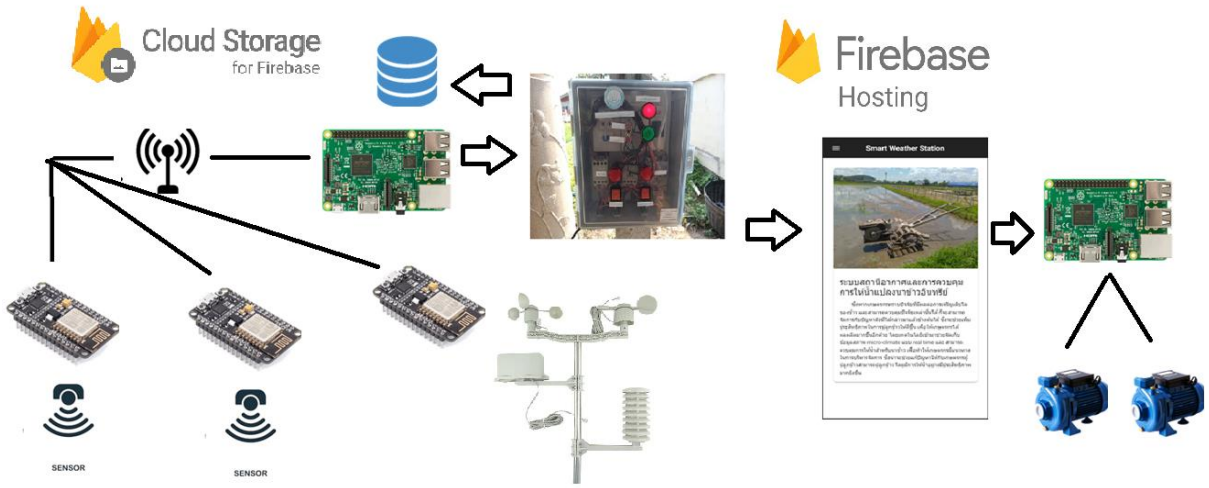


รูปที่ 4 การควบคุมระบบน้ำ

ขั้นตอนการทำงานของระบบ (System Flow)

การทำงานของระบบในภาพรวม ในรูปที่ 5 จะเริ่มจากจัดเก็บข้อมูลจากแปลงนาข้าว โดยข้อมูลมาจากสถานีอากาศหลักซึ่งติดตั้งเพียง 1 จุด เพื่อทำการจัดเก็บประกอบด้วย ความชื้น อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน จาก Sensors และการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากส่วนขยาย ซึ่งอาจจะมีการติดตั้งมากกว่า 1 จุด ขึ้นอยู่กับบริบทของแปลงนาข้าว ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลจาก Sensors ประกอบด้วย ค่าระยะห่างจากน้ำ ความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิ โดยใช้บอร์ด (Raspberry pi) ทำหน้าที่เป็น Field Server เพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานีอากาศหลักและกล่องขยาย โดยจัดทำขึ้นโดยใช้บอร์ดขนาดเล็ก (NodeMCU) ซึ่งติดตั้ง Sensors เพื่อจัดส่งข้อมูลจาก Field Server ซึ่งติดตั้ง ณ ที่นาของเกษตรกร เพื่อกระจายสัญญาณผ่านระบบเครือข่าย 4G/5G เพื่อการจัดส่งข้อมูลขึ้นสู่ระบบคลาวด์

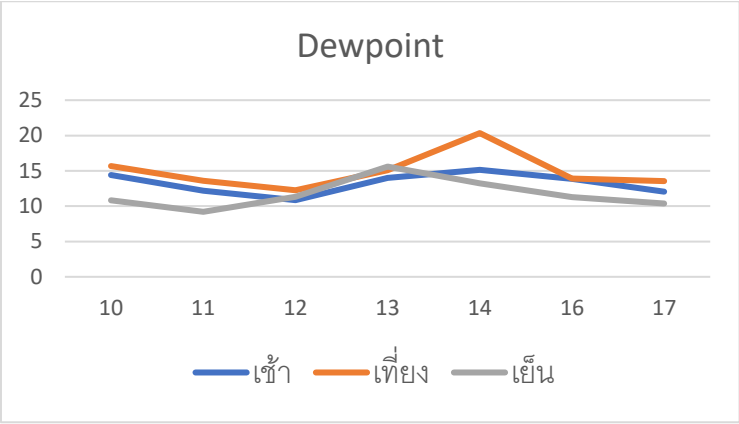
การควบคุมระบบน้ำ ซอฟต์แวร์จะถูกติดตั้งบนบอร์ด (Raspberry pi) เพื่อตรวจสอบสถานะของการควบคุมผ่านระบบเครือข่าย 4G/5G โดยทุกบอร์ดจะมีหน้าที่ในการบอกสถานะปัจจุบัน ควบคู่ไปกับการตรวจสอบระบบน้ำรายแปลง เพื่อทำหน้าที่ควบคุมระบบน้ำรายแปลงมีข้อมูลเป็นปัจจุบัน โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดเก็บบนระบบคลาวด์บน Google Firebase ในรูปแบบของ JSON ซึ่งเป็นการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะที่เป็น No-SQL โดยการแสดงการติดต่อกับผู้ใช้ของระบบ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่สามารถแสดงผลแบบ Cross Platform ทั้งในรูปแบบของ Web Application และ Mobile Application ซึ่งพัฒนาโดยใช้ ionic และติดตั้งอยู่บน Firebase Hosting



รูปที่ 5 การทำงานของระบบ

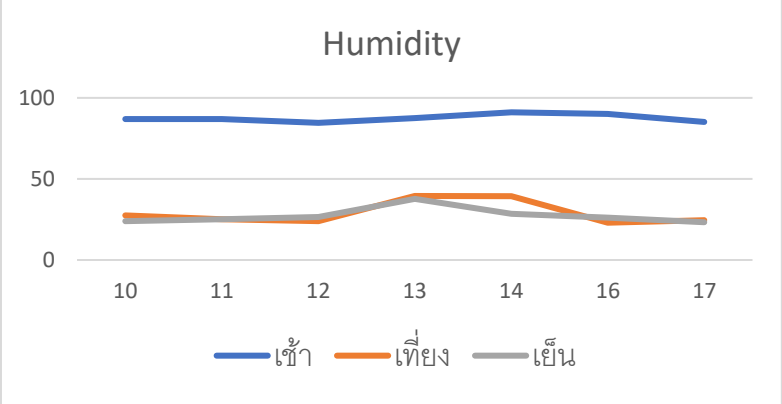
ผลการทดลอง

จุดน้ำค้าง (Dewpoint) เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณไอน้ำในอากาศ เมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นค่าของจุดน้ำค้างจะเพิ่มขึ้น ค่าจุดน้ำค้างจะแสดงเป็นองศา ยกตัวอย่างเช่น ถ้าอุณหภูมิของจุดน้ำค้างใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศภายนอกความชื้นจะสูง ตรงกันข้ามถ้าจุดน้ำค้างและค่าอุณหภูมิแตกต่างอย่างมาก ไอน้ำในบรรยากาศจะต่ำ ในการหาอุณหภูมิของจุดน้ำค้างสามารถสูตรนี่เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้งานได้อย่างถูกต้องที่อุณหภูมิ ตั้งแต่ 0 ถึง 60 องศาเซลเซียส. Tp = b ((aT / b + T) + lnRH) / a - ((aT / b + T) + lnRH); โดย a = 17.27, b = 237.7, RH ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่แสดงในเศษส่วนของหน่วย, ln - ลอการิทึมธรรมชาติ, Tr เป็นจุดน้ำค้าง [2]



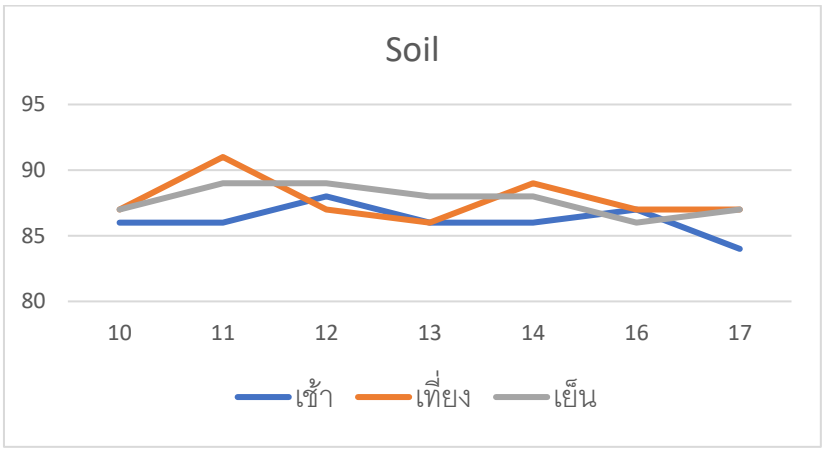
รูปที่ 6 ค่าจุดน้ำค้าง

กราฟรูปที่ 6 แสดงค่าจุดน้ำค้าง ช่วงตั้งแต่วันที่ 10-17 พฤษภาคม 2562 จุดน้ำค้างแสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 ช่วงเวลาในแต่ละวันนั้นมีความแตกต่างกัน โดยช่วงเช้าจะมีค่าจุดน้ำค้างปานกลาง ช่วงกลางวันจะมีค่าจุดน้ำค้างสูงที่สุด และช่วงเย็นจะมีค่า จุดน้ำค้างน้อยที่สุด เนื่องจากค่าจุดน้ำค้างจะแปลผันตามสภาพอากาศ



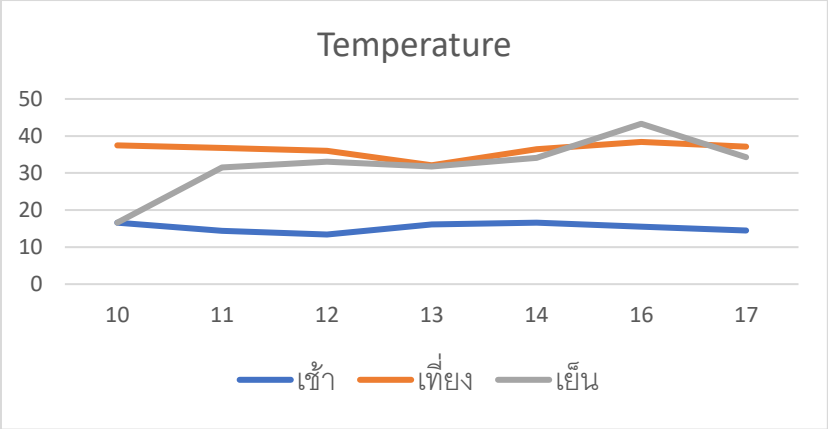
รูปที่ 7 ค่าความชื้นสัมพัทธ์

กราฟแสดงความชื้นสัมพัทธ์รูปที่ 7 ตั้งแต่วันที่ 10-17 พฤษภาคม 2562 หรือค่าความชื้นสัมพัทธ์แสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 ช่วงเวลาในแต่ละวันนั้นมีความแตกต่างกัน โดยรวมแล้วช่วงเช้าจะมีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าช่วงกลางวันและช่วงเย็น



รูปที่ 8 ค่าความชื้นในดิน

กราฟรูปที่ 8 แสดงค่าความชื้นในดิน ตั้งแต่วันที่ 10-17 ค่าความชื้นในดินแสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 ช่วงเวลาในแต่ละวันนั้นค่อนข้างมีความใกล้เคียงกัน



รูปที่ 9 ค่าอุณหภูมิ

กราฟรูปที่ 9 แสดงค่าอุณหภูมิ ตั้งแต่วันที่ 10-17 พฤษภาคม 2562 ค่าอุณหภูมิแสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 ช่วงเวลาในแต่ละวันนั้นมีความแตกต่างกัน คือ โดยรวมแล้วช่วงเช้า และช่วยเย็นจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงกลางวัน

ข้อมูลจากเซ็นเซอร์สถานีอากาศ

ตารางแสดงการเก็บข้อมูลของสถานีอากาศ 3 ช่วงเวลา พบว่า ช่วงเวลาที่ทำการจัดเก็บมูลไม่มีฝนตก ความเร็วลมมีค่าเพิ่มขึ้นจากช่วงเวลาเช้าไปจนถึงช่วงเวลาเย็น 1.182857143-44.78142857 ส่วนทิศทางลมโดยส่วนใหญ่จะพัดไปในทิศทาง 270 องศา ซึ่งแสดงดังตารางที่ 1-3

ช่วงเวลา	UnitRain	UnitWind	WindVane
เช้า	0.00	5.56	292.50
	0.00	0.44	270.00
	0.00	0.28	270.00
	0.00	0.00	270.00
	0.00	0.00	135.00
	0.00	0.00	135.00
	0.00	2.00	270.00
AVG	**0.00**	**1.182857143**	**270.00**

ตารางที่ 1 ค่าปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม และทิศทางลม

ช่วงเวลา	UnitRain	UnitWind	WindVane
เที่ยง	0.00	14.00	180.00
	0.00	2.05	270.00
	0.00	4.98	135.00
	0.00	0.44	270.00
	0.00	83.9	270.00
	0.00	83.2	270.00
	0.00	18.8	270.00
AVG	**0.00**	**29.62428571**	**270.00**

ตารางที่ 2 ค่าปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม และทิศทางลม

ช่วงเวลา	UnitRain	UnitWind	WindVane
เย็น	0.00	9.24	270.00
	0.00	1.11	135.00
	0.00	3.52	135.00
	0.00	23.4	270.00
	0.00	84.8	135.00
	0.00	97.9	270.00
	0.00	93.5	270.00
AVG	**0.00**	**44.78142857**	**270.00**

ตารางที่ 3 ค่าปริมาณน้ำฝน ความเร็วลม และทิศทางลม

สำหรับการเก็บระดับน้ำ 10-17 พฤษภาคม 2562 ค่าระดับน้ำแสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 ช่วงเวลาในแต่ละวันนั้นค่อนข้างมีความใกล้เคียงกัน แต่บางวันค่าจะมีความต่างกันค่อนข้างมาก ซึ่งอาจเกิดจาก Ultrasonic Sensor ให้ค่าผิดพลาด หรือมีสิ่งกีดขวางระยะของเซ็นเซอร์ โดยเมื่อนำค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ช่วงมาคำนวนจะได้เท่ากับ 46.8 cm

สรุปผล

การจัดเก็บข้อมูลของระบบสถานีอากาศและส่วนขยาย เพื่อการควบคุมระบบน้ำพบว่า โดยการจัดเก็บค่าของกล่องส่วนขยาย แสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย ช่วงเช้าจะมีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าช่วงกลางวันและช่วงเย็น ค่าความชื้นในดินเฉลี่ยมีความใกล้เคียงกันทั้ง 3 ช่วงเวลา และค่าอุณหภูมิเฉลี่ยช่วงเช้าจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงกลางวันและช่วงเย็น สำหรับการจัดเก็บค่าสถานีอากาศพบว่า ไม่มีฝนตกในช่วงที่ทดลองจัดเก็บข้อมูล ความเร็วลมมีค่าเพิ่มขึ้นจากช่วงเวลาเช้าไปจนถึงช่วงเวลาเย็น ส่วนทิศทางลมโดยส่วนใหญ่จะพัดไปในทิศทาง 270 องศา โดยระดับน้ำคงที่อยู่ที่ 46.8 CM

จากการทดสอบการจัดเก็บข้อมูลในระบบคลาวด์ระบบสามารถทำการจัดเก็บข้อมูล และทำการควบคุมผ่านซอฟต์แวร์ที่ทำการควบคุมผ่าน Mobile และ Web Application ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในอนาคตเมื่อมีการจัดเก็บข้อมูลจำนวนมาก จะนำไปสู่การควบคุมแบบอัตโนมัติ

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก อาจารย์ อ.ดร.สมนึก สินธุปวน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์ อลงกต กองมณี และอาจารย์ ผศ.ดร.สนิท สิทธิ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และคำปรึกษาเพื่อให้โครงงานนี้ผ่านไปอย่างลุล่วง ผู้จัดทำโครงงานขอแสดงความขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ผู้จัดทำ

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, พื้นที่เป้าหมายส่งเสริมการปลูกข้าว ภายใต้แผนการผลิตและการตลาดข้าวครบวงจร ปี 2562/63 รอบที่ 1, สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2563, จาก http://www.ricethailand.go.th/web/images/Announce/point%20to%202562-63%20r1.pdf

[2] การคำนวณตารางจุดน้ำค้าง ความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นสัมพัทธ์ DEW POINT, สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2563, จาก https://kapus.ru/th/dew-point-table-calculation-absolute-and-relative-humidity.html

[3] ธีรพงษ์ สุวรรณรุจิ, การวิเคราะห์ลักษณะอากาศและการกระจายของสถานีตรวจอากาศในบริเวณลุ่มน้ำบนภูเขาจังหวัดเชียงใหม่, 2529.

[4] นภัทร วัจนเทพินทร์ และ นาย ปกรณ์ สมบูรณ์กิจ, “การพัฒนาชุดกำเนิดแสงอาทิตย์เทียมอัตโนมัติสำหรับชุดทดลอง”, ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์, วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, Vol. 15 No.3 (2012): ฉบับพิเศษ

[5] พงศ์ศักดิ์ ชลธนสวัสดิ์.หลักการให้น้ำพืช, สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2563, จาก https://landgreenday.blogspot.com/2017/09/principle-of-irrigation.html

[6] ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว, สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2563, จาก https://www.allricesurin.com/article/58/ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว

[7] วาธิส ลีลาภัทร, สถานีตรวจวัดสภาพอากาศด้วยไมโครคอมพิวเตอร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น, 2540.

[8] สถาปัตย์ กิลาโส, ระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อแสดงผลสภาพอากาศ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

[9] สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, ผลผลิตข้าว ผลพยากรณ์การผลิตข้าว ปี 2557-2562, สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2563, จาก http://www.thairiceexporters.or.th/production.htm

[10] สำนักงานาเศรษฐกิจการเกษตร, ข้าวนาปี : เนื้อทีเพาะปลูก ปริมาณการใช้ และอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อไร รายจังหวัด ปี 2561, สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2563, จาก http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/seed%20major%20rice%2061.pdf

[11] HEK, Rain Gauge, สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2563, จาก https://www.mysensors.org/build/rain