



ISSN: 2822-1125 (Print)

ISSN: 3027-8090 (Online)

วารสารวิชาการ นวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

Academic Journal of Industrial Technology Innovation

ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2567 Vol. 2 No. 3 September - December 2024

วารสารวิชาการกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
Doctor of Philosophy Program in Innovation of Industrial Technology and Faculty of Industrial Technology
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University



วารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
Academic Journal of Industrial Technology Innovation, Doctor of Philosophy Program in Innovation of Industrial Technology and
Faculty of Industrial Technology Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2567, Vol. 2 No. 3 September - December 2024, ISSN: 2822-1125 (Print), ISSN: 3027-8090 (Online)

เจ้าของ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

บรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิศันย์ ศิริพันธ์

วัตถุประสงค์

วารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เป็นวารสารวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นสื่อกลางเผยแพร่ผลงานวิชาการ ผลงานวิจัยของบุคลากร วิทยานิพนธ์ ดุษฎีนิพนธ์ ของนักศึกษา คณาจารย์ บุคลากร นักวิชาการ ตลอดจนผู้สนใจทั้งภายในและภายนอก โดยมุ่งเน้นเผยแพร่บทความวิชาการทางด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

คณะที่ปรึกษา

นายกสภามหาวิทยาลัย	ที่ปรึกษา
อธิการบดีมหาวิทยาลัย	ที่ปรึกษา
รองอธิการบดี (ฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการศึกษา)	ที่ปรึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย แก้วดี	ที่ปรึกษา

นโยบาย

- สนับสนุนการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการของสถาบันการศึกษา บุคลากรในมหาวิทยาลัย นักศึกษา นักวิจัย และบุคคลทั่วไป
- สนับสนุนการสร้างความรู้และองค์ความรู้ที่ถูกต้อง การพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม การศึกษาทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อุตสาหกรรม เทคนิคและอาชีวศึกษา อุตสาหกรรมจากภูมิปัญญาชุมชน การจัดการและบริหารภูมิปัญญาด้านการผลิตเชิงอุตสาหกรรมชุมชนเพื่อก้าวสู่สากล
- ส่งเสริมธรรมาภิบาลในการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เช่น การไม่คัดลอกผลงาน การตีพิมพ์ซ้ำซ้อน การปลอมแปลงหรือสร้างข้อมูลอันเป็นเท็จเพื่อประโยชน์ของตนเองและองค์กร

ขอบเขตบทความ

เป็นวารสารที่ครอบคลุมสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทความมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาทางด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาทิ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ อุตสาหกรรมศึกษา เทคนิคและอาชีวศึกษา อุตสาหกรรมศิลป์ สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โดยนำเสนอในรูปแบบบทความวิจัย บทความวิชาการ บทความวิจารณ์/บทความปริทัศน์

กระบวนการพิจารณาบทความ

บทความจะผ่านขั้นตอนการประเมินเบื้องต้นถึงคุณภาพและขอบเขตของเนื้อหา ความถูกต้องของรูปแบบการเตรียมบทความ ความซ้ำซ้อน และการคัดลอกวรรณกรรม (Duplication and Plagiarism) โดยกองบรรณาธิการวารสารฯ จากนั้นบทความจะได้รับการประเมินคุณภาพทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิทางสาขาที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 3 ท่านซึ่งผู้ต้นฉบับ (Author) และผู้ประเมิน (Reviewer) จะไม่ทราบข้อมูลของกันและกัน (Double-Blinded Peer Reviews) โดยบทความที่ผ่านการปรับปรุงตามผลการประเมินจะได้รับการพิจารณาอนุมัติให้ตีพิมพ์บทความ ขั้นตอนสุดท้าย กองบรรณาธิการจะดำเนินการตรวจสอบบทความและพิสูจน์อักษรก่อนที่จะเผยแพร่บทความแบบออนไลน์ และจัดพิมพ์บทความทั้งหมดรวมเล่มเพื่อดำเนินการเผยแพร่ต่อไป

อนึ่งผลงานวิจัยและผลงานทางวิชาการที่ปรากฏเผยแพร่ในวารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เป็นความคิดเห็นอิสระของผู้แต่ง โดยผู้แต่งเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากบทความเผยแพร่นั้น ซึ่งกองบรรณาธิการและคณะผู้จัดทำวารสาร ฯ ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

ภาษาที่รับตีพิมพ์ : ภาษาไทย หรือ ภาษาอังกฤษ

กำหนดเผยแพร่ : เผยแพร่ปีละ 3 ฉบับ ของทุกปี ดังนี้

ฉบับที่ 1 ระหว่างเดือน มกราคม – เมษายน

ฉบับที่ 2 ระหว่างเดือน พฤษภาคม – สิงหาคม

ฉบับที่ 3 ระหว่างเดือน กันยายน – ธันวาคม

กองบรรณาธิการ ประกอบด้วย

ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์เกียรติคุณเสริมศักดิ์ นาคบัว	ศิลปินแห่งชาติ สาขาออกแบบอุตสาหกรรม
ศาสตราจารย์ ดร.ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ประยุทธ์ อัครเอกพาลิน	ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข	สำนักวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล	ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.อัศรินทร์ พูลกระจำง	ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.สรวิธ จริตงาม	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ธนิตย์ธีรพันธ์	ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.กนกทิพย์ บุญเกิด	ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์เรวัต สุขสีกาญจน์	สำนักวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ฝ่ายประสานงานและเผยแพร่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระยุทธ สุดสมบูรณ์	สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
---	---

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรรมสันต์ สุวรรณโรจน์	สาขาวิชานวัตกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร ปลื้มสง	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.วิลาวัณย์ จินวรรณ	สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์เทพ วีระพงศ์	สาขาวิชาอุตสาหกรรมและการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตยากร ไทยพันธ์	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ฝ่ายจัดการ	
อาจารย์วัสสา รวยรวย	สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อาจารย์วิศรุต ช่วยจันทร์	สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.วรกรรณ์ สาริษา	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อาจารย์อังกรสิริ อนุมณี	สาขาวิชานวัตกรรมการออกแบบ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อาจารย์เปรมิกา แซ่เตียว	สาขาวิชาอุตสาหกรรมและการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อาจารย์ชญัญภาค ไชยพรรณ	สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรพรรณ อำนวยศิลป์	สาขาวิชานวัตกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อาจารย์ประภัสสร กุลทอง	สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมอุตสาหกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ดร.วีรพล ปานศรีนวล	สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
คณะผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบภาษาอังกฤษ	
ดร.โยฟ้า ตระกูลสันติ	สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและjisติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.ธานี จินตสุทธศักดิ์	สาขาวิชานวัตกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.ปิสุตา สังข์ศรี	สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมอุตสาหกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.จิราพร สุขกรง	สาขาวิชาภาษาอังกฤษธุรกิจ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์คณาพร แก้วแกมจันทร์	สาขาวิชาภาษาอังกฤษธุรกิจ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
Asst.Dr. Mohammed Yassin Mohammed Aba Sha'ar สำนักวิทยบริการ และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	
ผู้จัดการวารสาร	
นางเกวลิณ เกื้อสุข	นักวิชาการศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นายโพธิเศรษฐ์ โพธิ์ปลอด	นักวิชาการโสตทัศนศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นางสาวชาลิสา พรหมณัฐ	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นางสาวพัชณีย์ณี แก้วคงจันทร์	นักวิชาการเงินและบัญชี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นายศวีระ วิเศษโชค	นักวิชาการโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ปก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย แก้วดี

สำนักงาน 1812 อาคาร 18 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
เลขที่ 1 หมู่ที่ 4 ตำบลท่าจี่ อำเภอมะนัง นครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280
โทรศัพท์: 075-377-439 e-mail: technstru.editorjournal@gmail.com

เว็บไซต์วารสาร <https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/AJITI>

พิมพ์ที่ สำนักงานหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ
นครศรีธรรมราช 1812 อาคาร 18
เลขที่ 1 หมู่ที่ 4 ตำบลท่าจี่ อำเภอมะนัง นครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280
โทรศัพท์บรรณาธิการ: 089-729-2549 e-mail editor: technstru.editorjournal@gmail.com

ข้อกำหนดเฉพาะของวารสาร

1. บทความที่ลงตีพิมพ์ทุกเรื่องได้รับการตรวจสอบทางวิชาการ โดยผู้ประเมินอิสระหรือพิชญพิจารณ์ (Peer review) ที่มีความเชี่ยวชาญจำนวนบทความละ 3 ท่าน
2. ข้อคิดเห็นใด ๆ ของบทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสารวิชาการฉบับนี้เป็นของผู้เขียน คณะผู้จัดทำวารสารไม่จำเป็นต้องเห็นด้วย
3. กองบรรณาธิการวารสารวิชาการไม่ได้สงวนสิทธิ์การคัดลอกแต่ให้อ้างอิงแสดงที่มา

ค่าธรรมเนียมการตีพิมพ์บทความ :

ไม่มีการเรียกเก็บค่าธรรมเนียมการตีพิมพ์บทความ ฉบับที่ 1-12 และเก็บค่าธรรมเนียมตั้งแต่ ฉบับที่ 13 เป็นต้นไป บทความละ 3,000 บาท สำหรับบุคลากร/นักศึกษา ในสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และ 4,000 บาท สำหรับบุคคลทั่วไป

บทบรรณาธิการ

“วารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยี” ปัจจุบันเป็นฉบับที่ 2 ของปีที่ 3 โดยเป็นวารสารของหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้นักศึกษา คณาจารย์ บุคลากร นักวิชาการ ตลอดจนผู้สนใจทั้งภายในและภายนอกในการพัฒนางานวิจัย บทความวิชาการ บทความวิจารณ์ และบทความปริทัศน์ ได้มีช่องทางในการนำเสนอความคิด และผลผลิตจากการพัฒนางานวิจัยในระดับสูง สื่อสารผลงานวิชาการสู่ภายนอกอย่างเป็นระบบในช่องทางวิชาการ โดยการจัดทำวารสารมีเป้าหมายสู่การรับรองในกลุ่มภายในประเทศและวางกรอบสูงระดับนานาชาติในอนาคต

ขอบเขตของผลงานในวารสาร “วารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยี” เน้นเผยแพร่บทความวิจัย บทความวิชาการ บทความวิจารณ์ และบทความปริทัศน์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทความมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องอาทิเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ อุตสาหกรรมศึกษา เทคนิคและอาชีวศึกษา อุตสาหกรรมศิลป์ สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เพื่อในกรอบความคิดและการนำเสนอเป็นศาสตร์เดียวกัน โดยมีการจัดพิมพ์ฉบับนี้เป็นบทความวิจัยจำนวน 5 เรื่อง ในศาสตร์ทางเทคโนโลยีวัสดุอุตสาหกรรม เทคโนโลยีการผลิต เทคโนโลยีโลจิสติกส์ เทคโนโลยีโยธาและการจราจร

ขอขอบคุณความร่วมมือในการเผยแพร่ผลงานในรูปแบบของวารสารทางวิชาการในครั้งนี้ จากผู้เกี่ยวข้องหลากหลายฝ่าย ผู้สนใจตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ กองบรรณาธิการ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจประเมินบทความ (Peer reviewers) ทีมงานจัดทำวารสารทุกท่าน บรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารฉบับนี้จะเป็นช่องทางใหม่ให้กับทุกคนที่สนใจและเป็นแหล่งสืบค้น เรียนรู้และอ้างอิงให้กับนักศึกษา คณาจารย์ บุคลากร นักวิชาการ ตลอดจนผู้สนใจทั้งภายในและภายนอก เพื่อประโยชน์แก่การพัฒนางานทางวิชาการให้มีคุณภาพต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิศันย์ ศิริพันธ์

บรรณาธิการ

สารบัญ

	หน้า
วัตถุประสงค์ (Objectives)	A
กองบรรณาธิการวารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (Editorial Board of The Journal of Industrial Technology)	B
บทบรรณาธิการ	F
บทความวิจัย	
การพัฒนาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 The Development of a Mathematical Adventure Game Using Construct2 Software <i>Kasemphat Mookkaew, Chatchai Kaewdee, and Thamasan Suwanrot</i>	1-15
การประเมินค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊โดยใช้กระบวนการ ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP): กรณีศึกษา อำเภอละงู จังหวัดสตูล Evaluation of Influential Factors on Curry Puff Packaging Design Using Analytic Hierarchy Process (AHP): A Case Study of La-ngu District, Satun Province <i>Tanarat Rattanakool, Kantamon Sukkrajang, and Chatchai Kaewdee</i>	16-25
การพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ส เพื่อการวางแผนสินค้าคง คลัง: กรณีศึกษาศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา Forecasting Engine Oil Change Demand using Holt-Winters for Inventory Planning: A Case Study of a Truck Service Center in Songkhla <i>Rapatporn Phuchittrasin, Tanarat Rattanakool, Kantamon Sukkrajang, Chatchai Kaewdee, Weeraphol Pansrinual, Weerayute Sudsomboon, and Pongtep Weerapong</i>	26-40
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า: กรณีศึกษาผู้บริโภคในจังหวัดสงขลา Factors Influencing Electric Vehicle Purchase Decisions: A Case Study of Songkhla Province <i>Chananan Sukkrajang, Kantamon Sukkrajang, Tanarat Rattanakool, Chatchai Kaewdee, Weeraphol Pansrinual, Weerayute Sudsomboon, and Roihatai Kaewmai</i>	41-56
การออกแบบและประเมินประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปขนาด 5 กิโลกรัม สำหรับ เกษตรกรรายย่อย Design and Performance Evaluation of a 5 Kilogram Ready-Made Organic Fertilizer Mixer Machine for Small-Scale Farmers	57-69

*Ronaporn Rattanachand, Prakit Imsomboon, Akachai Jurnlad, and
Chatchai Kaewdee*

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ	70-77
จริยธรรมในการตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสาร (Publication Ehtics)	78-79
แบบฟอร์มการส่งต้นฉบับ	80-81
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและพิจารณาบทความวารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 (กันยายน - ธันวาคม พ.ศ. 2567)	82
แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการตีพิมพ์บทความวิจัย/บทความ วิชาการวารสารนวัตกรรมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตและคณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	83
แบบสรุปผลการประเมินบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารนวัตกรรมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตและคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	84

การพัฒนาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2

The Development of a Mathematical Adventure Game Using Construct2 Software

เกษมพัฒน์ มุกแก้ว¹, ฉัตรชัย แก้วดี^{2*} และ ธรรมสันต์ สุวรรณโรจน์³
Kasemphat Mookkaew¹, Chatchai Kaewdee^{2*} and Thamasan Suwanrot³

¹ หลักสูตรเทคโนโลยีมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: chatchai_kae@nstru.ac.th

² หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

³ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วันที่รับบทความ: 29 พฤศจิกายน 2567; วันที่ทบทวนบทความ: 12 ธันวาคม 2567; วันที่ตอบรับบทความ: 25 ธันวาคม 2567

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 30 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ: เกมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ในยุคดิจิทัลสำหรับเด็กและเยาวชน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 ประเมินและศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งเป็นเกมเล่นตามบทบาท (RPG) ที่ออกแบบมาสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาในช่วงแรก (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3) เป้าหมายคือเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และความสนุกสนานในขณะที่แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการ บวก ลบ หน่วย และสิบ คาดหวังว่าสิ่งนี้จะช่วยปลูกฝังทัศนคติเชิงบวกต่อคณิตศาสตร์และทำให้นักเรียนสามารถใช้เกมเพื่อทบทวน บทเรียนได้ การวิจัยใช้แบบจำลอง IMMCAI ตามกระบวนการสี่ขั้นตอน: (1) การวิเคราะห์ (2) การออกแบบ (3) การพัฒนา และ (4) การทดลองและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญสามคนประเมินคุณภาพของเกม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดย Construct2 เหมาะอย่างยิ่งที่จะใช้เป็นเครื่องมือการสอนในโรงเรียนประถมศึกษา โดยเฉพาะสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 ($\bar{X} = 3.97$, S.D. = 0.56)

คำสำคัญ: เกมเล่นตามบทบาทหรืออาร์พีจี (RPG), โปรแกรม Construct2

Abstract: Games play a significant role in digital learning for children and youth. This research aimed to develop a mathematics adventure game using Construct 2, evaluate it, and study learner satisfaction. This role-playing game (RPG) was designed for primary school students in the early grades (Grades 1-3). The objective was to promote learning and enjoyment while solving mathematical problems related to addition, subtraction, units, and tens. It was expected that this would foster a positive attitude towards mathematics and enable students to use the game for review. The research employed the IMMCAI model, following a four-step process: (1) Analysis, (2) Design, (3) Development, and (4) Experimentation and Evaluation. Three experts evaluated the game's quality. The results showed that the mathematics adventure game developed using Construct 2 is highly suitable for use as a teaching tool in primary schools, especially for Grades 1-3. ($\bar{X} = 3.97$, S.D. = 0.56).

Key words: Role playing Games (RPG), Program construct2

1. บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าในยุคปัจจุบัน โดยมนุษย์ได้ใช้คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการคิด ทำให้เกิดวิทยาการและนวัตกรรมใหม่ ๆ จนกล่าวได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ อีกมากมาย [1] นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ในด้านทักษะ ซึ่งประกอบด้วย 5 ทักษะที่สำคัญ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้แก่ ตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติ ที่ดีและสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาผู้เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบเกมผจญภัยคณิตศาสตร์ [2] แต่เนื่องจากลักษณะที่เป็นนามธรรมของคณิตศาสตร์และการฝึกฝนอย่างกว้างขวางที่จำเป็น มักพบว่า คณิตศาสตร์เป็นเรื่องน่าเบื่อหน่ายและท้าทาย [3] ในปัจจุบันเกมคณิตศาสตร์ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะในโรงเรียนประถมศึกษา เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ [4] เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนแบบเดิมสำหรับแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เกมมีผลต่อความสำเร็จของนักเรียนเป็นอย่างมาก [5] โดยเฉพาะการใช้เกมผจญภัยบูรณาการกับรายวิชาคณิตศาสตร์เป็นต้น ซึ่งวิชาเหล่านี้เป็นพื้นฐานของการคิดวิเคราะห์ โดยเกมมีมากมายหลายรูปแบบ เช่น เกมส่งเสริมทักษะการคำนวณ เกมส่งเสริมทักษะการวางแผน เกมส่งเสริมทักษะการสังเกต เกมส่งเสริมด้านการศึกษา เป็นต้น ซึ่งเกมแต่ละเกมก็จะช่วยฝึกฝนทักษะและส่งเสริมให้ประโยชน์กับผู้เล่นเกมด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงมีความคิด ที่จะพัฒนาเกมที่สร้างสรรค์และเป็นประโยชน์ รวมถึงการฝึกฝนความไวในการคิด เพื่อช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ดียิ่งขึ้นผ่านเกมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบเกม [6]

การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน ในปัจจุบันมีความเหมาะสมและน่าสนใจเนื่องจากพฤติกรรมของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 (ป.1-3) ไม่ค่อยมีสมาธิจดจ่อกับสิ่งที่ทำอยู่ตรงหน้าได้นาน ซึ่งหากอ้างอิงจากผลการวิจัยเปิดเผยถึงความสนใจที่เด่นชัดในหมู่นักวิชาการในหัวข้อเนื้อหาของคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา เน้นย้ำประเด็นการวิจัยที่ดึงดูดความสนใจ [7] ดังนั้นการนำสื่อประเภทเกมเข้ามามีส่วนร่วมกับการเรียนการสอนในปัจจุบันจะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

จากการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนการสอนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 พบว่า ผลการประเมินในชั้นประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 ในปี 2566 มีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 65.86 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกำหนดไว้ [8] เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมักได้คำตอบที่ 'ไม่' ถูกต้อง เพราะนักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาของการเรียนการสอน และเมื่อไม่เข้าใจจึงทำให้ไม่อยากทำแบบฝึกหัด เป็นเหตุให้ ผลการเรียนในเนื้อหาไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในเรื่อง การบวกและการลบ และเมื่อศึกษาจากงานวิจัยต่างประเทศหลายประเทศได้จัดโครงการฝึกอบรม รวมถึงเด็กที่มีทักษะการคำนวณที่ไม่ดีในช่วงเริ่มต้นของการฝึกอบรม พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ดีกว่ากลุ่มควบคุมในการทดสอบหลังการฝึกอบรม จากนั้นยังพบว่า ผลของการฝึกอบรมที่ดำเนินต่อไปในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยการเล่นเกมนับที่จริงจังเพื่อพัฒนาทักษะความรู้ตัวเลขและการคำนวณทางใจ และการเล่นเกมการเปรียบเทียบที่จริงจัง ได้ช่วยเพิ่มพูนทักษะความรู้ตัวเลขในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 [9] จากการศึกษาวิจัยนี้ ทำให้เล็งเห็นว่า ควรบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์ร่วมกับสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบเกม เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เหตุที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญในการออกแบบและพัฒนาเกมผจญภัยคณิตศาสตร์ผ่านเกมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบเกม RPG และรูปแบบเกมทางการศึกษา สอดคล้องกับผลงานวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการสอนโดยใช้เกมเพื่อพัฒนาทักษะทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 [10] แต่มีลักษณะของเกมที่ใช้ในสื่อการเรียนการสอนที่แตกต่าง คือการพัฒนาเกมแนวผจญภัยในรูปแบบ RPG หรือเกมสวมบทบาทสมมุติที่ใช้คณิตศาสตร์เข้ามาเสริมในเรื่องการฝึกทักษะกระบวนการคิดของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1-ป.3) เพื่อพัฒนาเป็นเกมที่มีประโยชน์กับผู้เรียนบูรณาการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีดิจิทัล โดยใช้เกมเป็นสื่อกลางการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์เพื่อเป็นสื่อประเภทหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมกระบวนการคิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ช่วยพัฒนาความรู้ และทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2

2.2 เพื่อประเมินความเหมาะสมของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน

3. ขอบเขตการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีขอบเขตการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
สำหรับการประเมินคุณภาพของการพัฒนาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 ได้แก่ นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล จำนวน 20 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3-4 ที่ได้เรียนในรายวิชาที่เกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรม

คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ในภาคการศึกษา 1/2567

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้เลือกพัฒนาและประเมินคุณภาพของเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา พื้นฐานการใช้งานเครื่องมือวัดประกอบด้วย 1) เกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 และ 2) แบบประเมินคุณภาพเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2

3.3 ระยะเวลาการทำการวิจัย ดำเนินการพัฒนาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 ระหว่างเดือนมิถุนายน-สิงหาคม พ.ศ. 2567 และเก็บรวบรวมข้อมูลการประเมินคุณภาพจากกลุ่มตัวอย่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2567

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้ 1) การวิเคราะห์ 2) การออกแบบ 3) การพัฒนา และ 4) การทดลองและประเมินผล [11]

4.1.1 การวิเคราะห์ มีขั้นตอนดังนี้

1.1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูล โดยการศึกษาแนวคิดทฤษฎีเกม รูปแบบ ของเกม รวมถึงรูปแบบของเนื้อหาเพื่อเลือกรูปแบบเกมที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่พัฒนา จากผลการประเมินในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในปีการศึกษา 2551 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 65.86 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 ขึ้นไป [8] โดยศึกษาหลักการและวิธีการเพื่อสร้างเกมคอมพิวเตอร์เพื่อ การศึกษา จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตำรา เอกสาร เอกสาร อิเล็กทรอนิกส์ และข้อมูลต่าง ๆ บนอินเทอร์เน็ต โดยผู้วิจัยเลือกใช้รูปแบบเกมสวมบทบาทสมมุติ หรือ RPG (Role-Playing Game) [12]

1.2) วิเคราะห์เนื้อหา โดยในขั้นตอนการวิเคราะห์จะต้องกำหนดหัวข้อเรื่องและวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเกมผจญภัยคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีการดำเนินงานตามทฤษฎี IMCAI [13] โดย (1) วิเคราะห์

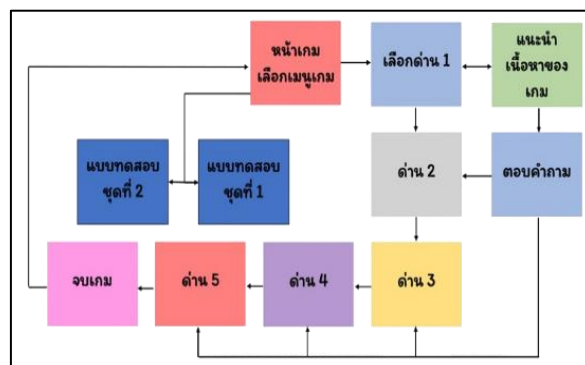
เนื้อหา ศึกษาการพัฒนาเกมผจญภัย เพื่อนำมาวิเคราะห์ ทำการค้นหาเนื้อหาและบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับ คณิตศาสตร์ (2) สร้างเนื้อหาและลักษณะของ ภาพประกอบเกมที่สัมพันธ์กัน โดยวิเคราะห์เนื้อเรื่อง อย่างละเอียด เพื่อตัดเพิ่มเนื้อหาตามความเหมาะสมของ การสร้างเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์ (3) สร้างสตอรี่บอร์ด โดยนำเนื้อหาและลักษณะของภาพประกอบเกม มาวาดเป็นสตอรี่บอร์ด โดยคำนึงถึงลำดับการเรียง เนื้อหาก่อน-หลัง ความต่อเนื่องของระดับความง่ายและ ยากของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์ โดยต้องเข้าใจง่าย และเหมาะสมกับวัย โดยวิเคราะห์เหตุผลความสัมพันธ์ ของเนื้อหาจนสมบูรณ์

1.3) ศึกษาเนื้อหาและอธิบายเพื่อ การสร้างเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 (1) คิดหัวเรื่องที่จะนำมาทำเป็นเกม แล้วทำการค้นหา รวบรวมข้อมูล วางโครงเรื่องและลำดับ เนื้อหาความง่ายและเพิ่มระดับความยากขึ้นตามลำดับ แต่ละด่านของเกมซึ่งแต่ละด่านผู้วิจัยได้จัดทำเกมขึ้นเป็น รูปแบบสุ่ม ที่มีความยาก-ง่าย สลับกัน(Random) (2) ตรวจสอบเนื้อหาความสัมพันธ์กันของเนื้อเรื่องโดย เรียบเรียงเนื้อหาย่อ เนื้อหาให้เข้าใจง่าย และตรวจสอบ ความถูกต้อง ความสมบูรณ์ เพื่อให้เกิดคุณภาพ (3) แก้ไข บางตอนให้กระชับขึ้น โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวละคร แต่ละตัวและตัดเนื้อหาที่ไม่กระชับออก แก้ไข สตอรี่บอร์ดในบางฉาก และ (4) กำหนดรูปแบบตัวละคร และเนื้อหาในเกมให้สัมพันธ์กัน โดยมีจุดเด่นของลักษณะ ตัวละครผู้เล่น และบทบาทสมมุติในเกม ให้มีความ แตกต่างกัน กำหนดบทบาท [14] จากนั้นนำเนื้อหาที่ได้ จากวิเคราะห์จัดทำแผนการสอน ใบความรู้ ใบงาน และ การทดลอง [15] จากนั้นนำไปหาคุณภาพด้านเนื้อหาโดย นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และ อุตสาหกรรมดิจิทัล จำนวน 20 คน

1.4) ศึกษาโปรแกรมต่าง ๆ สำหรับ การพัฒนาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 ประกอบด้วย (1) โปรแกรม Construct 2

ซึ่งเป็นเกมเอ็นจิน (Game engine) ที่ใช้ในการสร้างเกม 2 มิติ จุดเด่นคือ ลดการเขียนโปรแกรมโดยใช้วิธีลากวาง (Drag and drop) วัตถุต่าง ๆ และสามารถปรับแต่ง คุณสมบัติของวัตถุนั้น ๆ ได้ ซึ่ง Construct 2 สามารถ สร้างซอร์สโค้ด (Source code) เป็นภาษา HTML5 ทำให้เกมที่สร้างโดยใช้โปรแกรมนี้นำไปรันได้บน หลายหลายอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต เป็นต้น เพื่อใช้พัฒนาเกม และ (2) โปรแกรม กราฟิกสำเร็จรูป ได้แก่ adobe photoshop และ adobe illustrator เพื่อใช้ในการออกแบบตัวละครฉาก ต่าง ๆ ภายในเกม

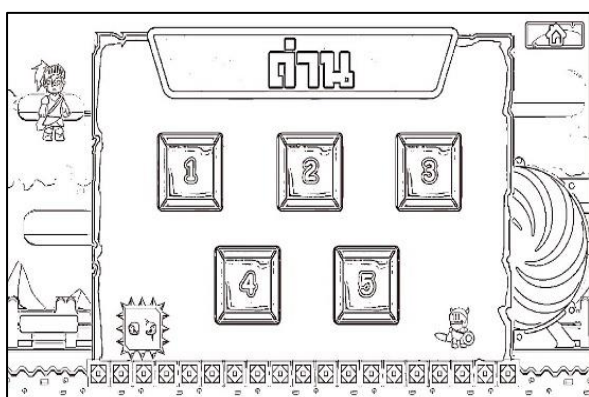
1.5) ออกแบบสตอรี่บอร์ด โดยเกม สวมบทบาทสมมุติ หรือ RPG (Role-Playing Game) เป็นลักษณะเกม 2 มิติ หรือ 3 มิติ [12] ขึ้นอยู่กับเอ็นจิน (Engine) ที่ใช้ในการพัฒนาจะมีลักษณะการเล่นแบบ ผ่านด่านไปเรื่อย ๆ จากระดับง่ายไปยากตามมุมมอง ที่กำหนดไว้และจำลองสถานการณ์และการเคลื่อนไหว ต่าง ๆ โดยผู้เล่นต้องตอบคำถามจากโจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและลบเลขหลักหน่วยและ หลักสิบของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 - ป.3) ที่กำหนดไว้ในเกมและมีดนตรีประกอบ ระหว่างเล่นเกม ซึ่งผู้วิจัยประยุกต์รูปแบบของโครงสร้าง และการนำเสนอของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ ซอฟต์แวร์ Construct2 ในการออกแบบ [16] ดังภาพ ที่ 1-4



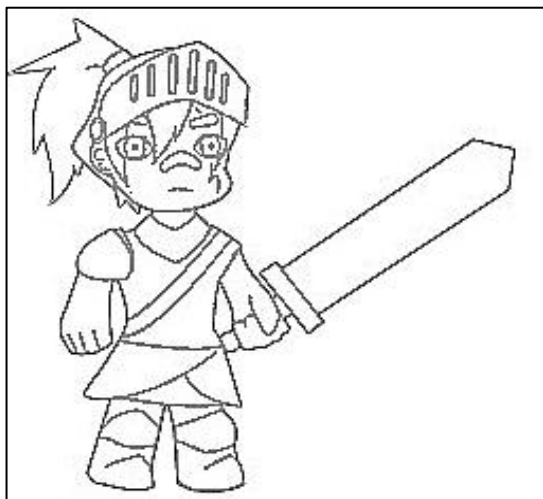
ภาพที่ 1 รูปแบบการนำโครงสร้าง เกมผจญภัยทาง คณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างออกแบบสตอรี่บอร์ด (หน้าเมนูหลัก)



ภาพที่ 3 ตัวอย่างออกแบบสตอรี่บอร์ด (เลือกด่าน)



ภาพที่ 4 ตัวอย่างออกแบบสตอรี่บอร์ด
(ตัวละครเจ้าชาย)

4.1.2 การออกแบบ ผู้วิจัยมีการออกแบบกราฟิกซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของเกม การออกแบบรูปแบบการเล่น และโครงสร้างการทำงานของเกม ดังนี้

1) การออกแบบด้านเนื้อหา โดยการออกแบบในส่วนเนื้อเรื่องของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 จะมีการนำรูปแบบเกมสวมสมบทบาทสมมุติ รูปแบบเกม RPG (Role-Playing Game) ภายในเกมจะมีรูปแบบธีมเกมผจญภัยของอัศวินที่มีหน้าที่ต้องไปช่วยเหลือเจ้าหญิงที่ถูกเหล่ามอนสเตอร์จับตัวไป

2) การออกแบบด้านกราฟิก ประกอบด้วยฉากและองค์ประกอบของฉากโดยออกแบบให้มีลักษณะเป็นเกมผจญภัย ภาพที่สีสันสวยงามและเหมาะสมสำหรับนักเรียนประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1(ป.1-ป.3) มีการสมบทบาทสมมุติเป็นอัศวินเพื่อเพิ่มความน่าสนใจและดึงดูดใจผู้เล่น มีโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เริ่มตั้งแต่ระดับง่าย ๆ และไต่ระดับขึ้นไปเรื่อย ๆ

3) การออกแบบรูปแบบการเล่นเกม เป็นการออกแบบโครงสร้างการเล่นของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 ภายในเกมจะมีจำนวนด่านในเกม มีจำนวนทั้งหมด 5 ด่าน ในแต่ละด่าน จะเป็นการเดินไปยังจุดที่กำหนดในเกมเพื่อเป็นการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เมื่อตอบโจทย์ในเกมถูกต้องจะได้รับกุญแจ หากตอบผิดจะทำให้เลือดของตัวละครลดลงและต้องเริ่มคำนวณใหม่ ซึ่งต้องเก็บรวบรวมกุญแจให้ครบ 3 ดอก เพื่อผ่านด่านไปยังด่านถัดไป เมื่อจบเกมจะมีแบบฝึกหัดให้ทำเพื่อทบทวนบทเรียนจะมีอันดับคะแนนแสดงหลังจากการทำแบบฝึกหัดเพื่อดูคะแนนของผู้เล่น หลังจบแบบฝึกหัด

4.1.3 การพัฒนา ผู้วิจัยพัฒนาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 เมื่อออกแบบและพัฒนาเกมครบตามที่ออกแบบไว้แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเพื่อปรับแก้ไขให้เกมมีความสมบูรณ์มากที่สุด หรือมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด จากนั้นนำไปตรวจสอบและทดสอบใช้โดยนักศึกษาปีที่ 3 - 4 สาขานวัตกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จำนวน 20 คน โดยผู้วิจัยเป็นผู้แนะนำในการเล่น จากนั้นได้ทำการแก้ไขข้อผิดพลาด เนื่องด้วย

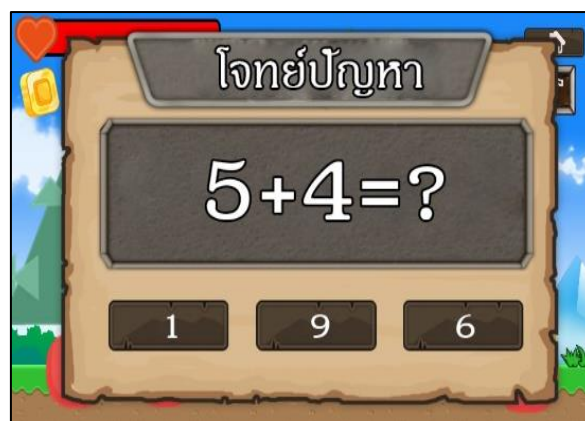
ในการเล่นบางครั้งผู้เล่นไม่สามารถไปด่านถัดไปได้และนำไปทดสอบอีกครั้ง ซึ่งพบว่ายังมีข้อผิดพลาดคือ ในแต่ละด่านตัวละครต้องมีการกระโดดเพื่อผ่านสิ่งกีดขวางภายในด่าน ซึ่งผู้เล่นบางคนต้องใช้การกระโดดในด่านที่มากเกินไปทำให้เกมค้าง ดังนั้นจึงแก้ไขในส่วนของเกมที่ทำให้สิ่งกีดขวางที่ไม่ให้สูงเกินไป ทำให้สามารถกระโดดผ่านได้ง่ายขึ้น เพื่อให้การแก้ไขมีความสมบูรณ์มากที่สุด ตัวอย่างเกม ดังภาพที่ 5-11



ภาพที่ 5 ตัวอย่างหน้าจอเมนู



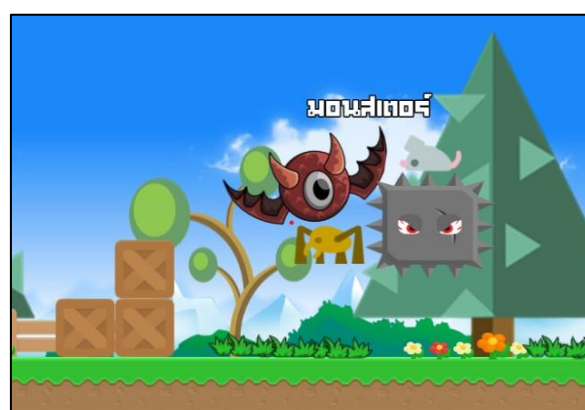
ภาพที่ 6 ตัวอย่างหน้าจอเมนูเลือกด่าน



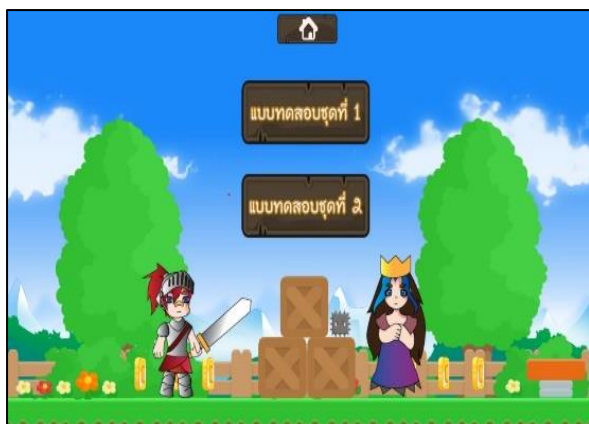
ภาพที่ 7 ตัวอย่างโจทย์ปัญหา



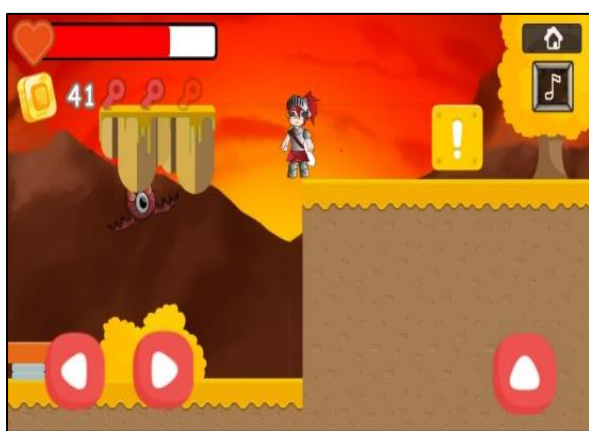
ภาพที่ 8 ตัวอย่างตัวละครอัศวิน



ภาพที่ 9 ตัวอย่างมอนเตอร์



ภาพที่ 10 ตัวอย่างแบบทดสอบชุดที่ 1 และ 2



ภาพที่ 11 ตัวอย่างแบบการเล่นเกม

จากนั้นนำไปให้นักศึกษาปีที่ 3 - 4 สาขานวัตกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประเมินคุณภาพของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2

4.1.4 การทดลองและประเมินผลของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 เมื่อพัฒนาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 และทดสอบ เพื่อให้มีความสมบูรณ์มากที่สุดเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำไปประเมินคุณภาพด้านสื่อการสอนในรูปแบบเกมโดยนักศึกษาปีที่ 3 - 4 สาขานวัตกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จำนวน 20 คน

4.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 ดำเนินการโดยศึกษาการสร้างแบบประเมินจากเอกสาร ตำรา คู่มือ และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วดำเนินการสร้างแบบสอบถามซึ่งกำหนดหัวข้อเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับของลิเคิร์ต (Likert) [17] ดังนี้

5 หมายถึง คุณภาพในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง คุณภาพในระดับ มาก

3 หมายถึง คุณภาพในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง คุณภาพในระดับ น้อย

1 หมายถึง คุณภาพในระดับ น้อยที่สุด

โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยของการประเมิน [17] ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 = มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 = มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 = ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 = น้อย

ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 1.50 = น้อยที่สุด

เมื่อออกแบบแบบประเมินแล้วเสร็จ นำแบบประเมินไปให้นักศึกษาปีที่ 3 - 4 สาขานวัตกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาความรู้และประสบการณ์ที่ต้องการสอบถามในแบบสอบถามที่สร้างขึ้น แล้วมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อกับวัตถุประสงค์ในการประเมินความเที่ยงตรงของแบบสอบถามด้วยค่า IOC (Index of Item-Objective Congruence) [18] โดยทั่วไปไม่มีเกณฑ์ในการกำหนด [19] เลือกคำถามที่มีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ไว้ใช้งาน ส่วนข้อคำถามที่มีค่า IOC น้อยกว่า 0.5 ตัดออกหรือปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของ ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีความสมบูรณ์ทั้งหมด 21 ข้อ

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป ดังนี้

4.3.1 ค่าเฉลี่ย เป็นสถิติเพื่อหาค่าเฉลี่ยความคิดเห็น ในการประเมินคุณภาพของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 โดยใช้สูตร ดังนี้ [20]

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots(1)$$

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง

x คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

4.3.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นสถิติเพื่อหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: S.D.) โดยใช้สูตร ดังนี้ [21]

$$S.D. = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots(2)$$

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

4.3.3 สถิติที่ใช้หาความสอดคล้องกับความเที่ยงตรงตรงเชิงเนื้อหา

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \dots\dots\dots(3)$$

IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การวิจัย

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของนักศึกษา

n คือ จำนวนนักศึกษา

5. ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 มีดังนี้



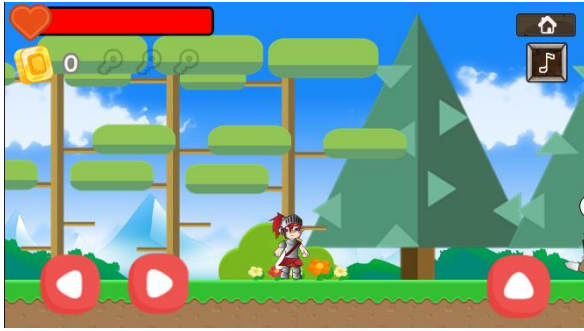
ภาพที่ 12 หน้าหลักหรือหน้าเมนู

หน้าแรกของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 ซึ่งจะเป็นหน้าจอต่าง ๆ ที่ผู้เล่นสามารถเลือกได้ จะมีปุ่มทั้งหมด ดังนี้ 1) ปุ่มเล่นหรือเป็น 2)การเลือกด่าน 3) แบบทดสอบ 4) อันดับคะแนน 5) ปุ่มปิด-เปิดเสียง 6) ปุ่มควบคุมหรือปุ่มแนะนำ และ 7) ปุ่มออกจากเกม

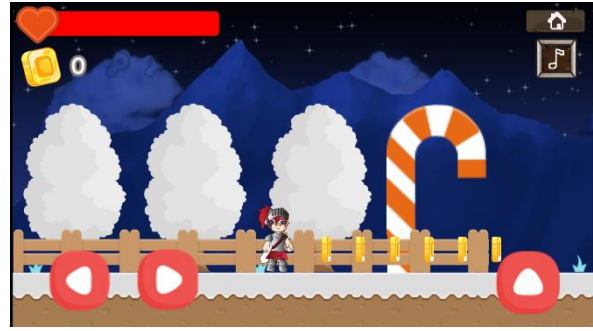


ภาพที่ 13 หน้าเลือกด่าน

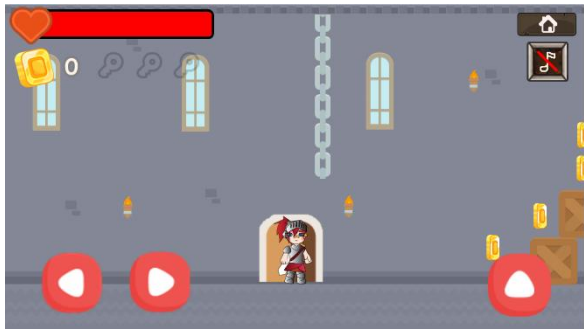
หน้าเลือกด่าน หากเป็นการเล่นครั้งแรกผู้เล่นต้องเล่นด่านที่ 1 และผ่านด่านไปเรื่อย ๆ จนครบ 5 ด่าน ซึ่งในแต่ละด่านจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน เมื่อเล่นจบแล้ว การเล่นครั้งถัดไปผู้เล่นสามารถเลือกด่านเองได้ ดังภาพที่ 14-18



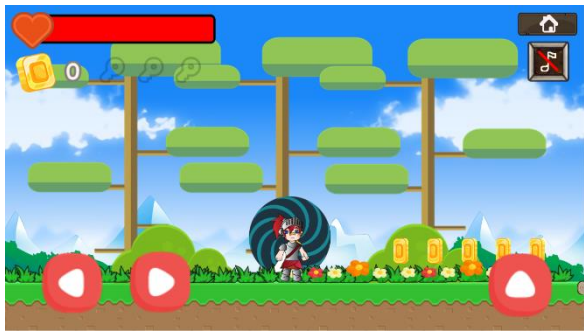
ภาพที่ 14 ด่านที่ 1



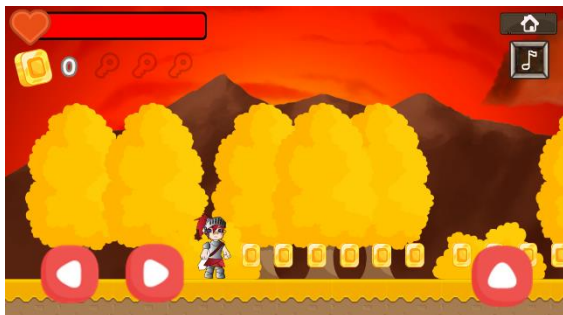
ภาพที่ 18 ด่านที่ 5



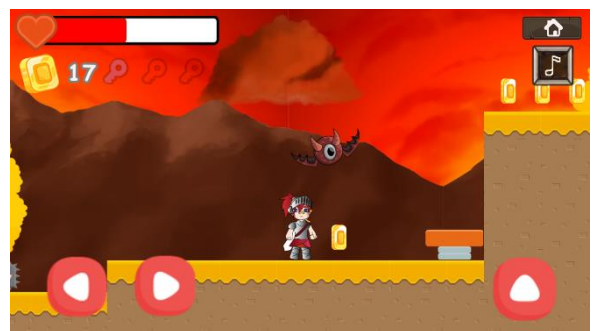
ภาพที่ 15 ด่านที่ 2



ภาพที่ 16 ด่านที่ 3



ภาพที่ 17 ด่านที่ 4



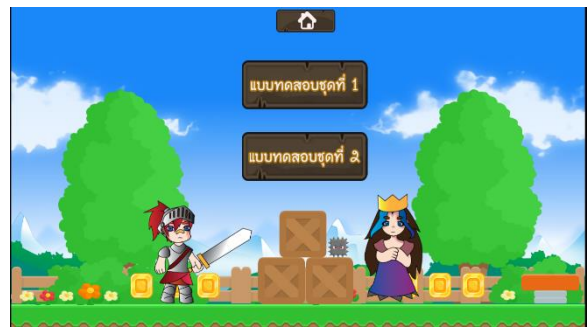
ภาพที่ 19 ตัวละครถูกโจมตี

ในแต่ละด่านจะมีลักษณะแตกต่างกัน ด่านที่ 1 มีลักษณะเป็นป่าไม้ดูแล้วสบายตา ด่านที่ 2 จะมีลักษณะเหมือนปราสาทให้อารมณ์แข็งแรง ด่านที่ 3 จะมีลักษณะคล้ายกับด่านที่ 1 แต่ต้องประกอบโดยรวมจะมากกว่า ด่านที่ 4 จะมีลักษณะสว่างกว่าด่านอื่น ๆ ให้อารมณ์ดูร้อน และส่วนด่านสุดท้าย ด่านที่ 5 มีลักษณะเหมือนฤดูหนาว

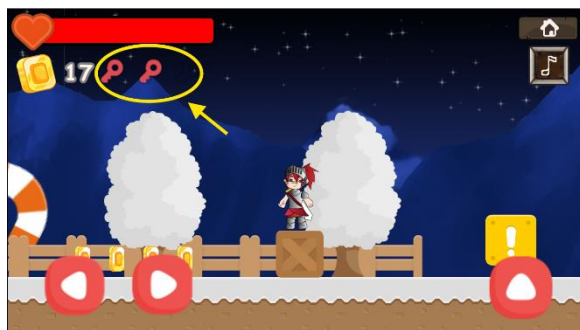
แต่ละด่านจะมีอุปสรรคที่จะมาขวางตัวละคร คือ มอนเตอร์ หากตัวละครถูกโจมตีจากมอนเตอร์ เลือดจะลดลง หากเลือดลดลงจนหมด ตัวละครของเราจะตาย และระหว่างทางผู้เล่นจำเป็นต้องเก็บกุญแจให้ครบ 3 อัน เพื่อผ่านด่าน ซึ่งกุญแจนั้นสามารถหาได้จากการตอบโจทย์ปัญหาให้ถูก และหากผู้เล่นเล่นจนครบทุกด่าน จะพบเจ้าหญิงในด่านสุดท้าย ถือเป็นการทำภารกิจสำเร็จ จบเกม ดังภาพที่ 19- 28



ภาพที่ 20 เกมล้มเหลวเนื่องจากตัวละครตาย



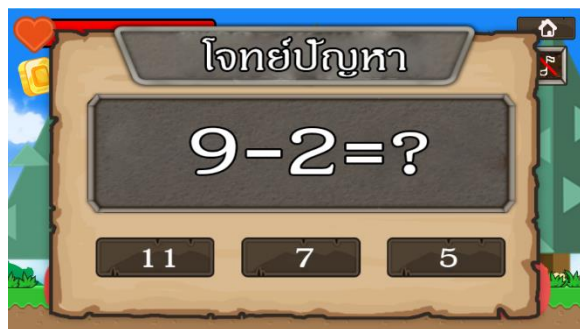
ภาพที่ 24 ผู้เล่นเคลียร์ภารกิจครบ เพื่อเจอเจ้าหญิง



ภาพที่ 21 การเก็บกุญแจเพื่อผ่านด่าน



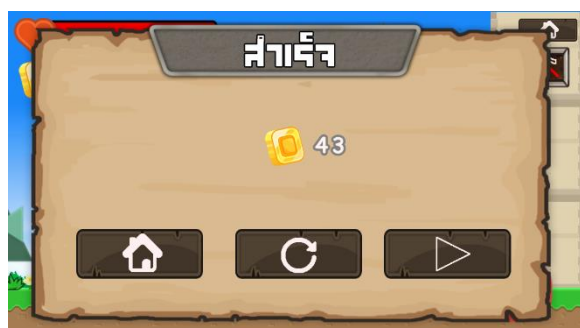
ภาพที่ 25 จบเกม



ภาพที่ 22 การแก้โจทย์ปัญหาเพื่อรับกุญแจ



ภาพที่ 26 หน้าเลือกแบบทดสอบ



ภาพที่ 23 ตัวอย่างภาพผ่านไปด่านถัดไป



ภาพที่ 27 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบ



ภาพที่ 28 อันดับคะแนนของผู้เล่น

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 ซึ่งประเมินใน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านกราฟฟิก รูปภาพ และดนตรีประกอบ 3) ด้านการออกแบบรูปแบบของเกม และ 4) ด้านการออกแบบระบบ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2

รายการที่ประเมิน	($\bar{x}$)	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อหาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา	3.90	0.55	มาก
1.2 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาภายในเกม	3.70	0.47	มาก
1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา	4.05	0.51	มาก
1.4 ความถูกต้องของการลำดับเนื้อหาภายในเกม	4.10	0.55	มาก
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อเรื่องภายในเกม	4.05	0.60	มาก
เฉลี่ย	3.96	0.54	มาก
2. ด้านกราฟฟิก รูปภาพ และดนตรีประกอบ			
2.1 ความชัดเจนของรูปแบบตัวอักษรที่ใช้	4.00	0.73	มาก
2.2 ความเหมาะสมของตัวอักษรที่ใช้	3.60	0.60	มาก

รายการที่ประเมิน	($\bar{x}$)	S.D.	ระดับคุณภาพ
2.3 ความชัดเจนในการสื่อความหมายของภาพประกอบภายในเกม	4.00	0.56	มาก
2.4 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 - ป.3)	3.90	0.55	มาก
2.5 ดนตรีประกอบภายในเกมมีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 - ป.3)	4.15	0.49	มาก
เฉลี่ย	3.93	0.59	มาก

3. ด้านการออกแบบรูปแบบของเกม

3.1 ความสนุกสนานระหว่างการเล่น	4.40	0.60	มาก
3.2 ความน่าสนใจของเกม	3.95	0.39	มาก
3.3 ความรู้/ทักษะ ที่ได้จากเล่นเกม	3.85	0.49	มาก
3.4 คำแนะนำ คำชี้แจง วิธีการเล่นเกมมีความเหมาะสม ชัดเจน	3.85	0.59	มาก
3.5 การใช้ความรู้ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4.10	0.55	มาก
3.6 กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและฝึกกระบวนการคิดทักษะวิชาคณิตศาสตร์	4.05	0.60	มาก
เฉลี่ย	4.03	0.54	มาก

4. ด้านการออกแบบระบบ

4.1 ความเหมาะสมระยะเวลาในการเล่น	3.90	0.72	มาก
4.2 ความเหมาะสมของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	3.75	0.44	มาก
4.3 ความต่อเนื่องของด่านภายในเกม	3.95	0.60	มาก
4.4 ความเหมาะสมในการบังคับทิศทางในการดำเนินเรื่องภายในเกม	3.90	0.64	มาก

รายการที่ประเมิน	($\bar{x}$)	S.D.	ระดับคุณภาพ
4.5 มีความสะดวกในการใช้เกม มีไม่ยุ่งยาก	4.20	0.52	มาก
เฉลี่ย	3.94	0.59	มาก
เฉลี่ยทุกรายการ	3.97	0.56	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 โดยนักศึกษาปีที่ 3 - 4 สาขานวัตกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทั้ง 4 ด้าน เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 ผลด้านเนื้อหา ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.96, S.D. = 0.54) เมื่อจำแนกเป็นรายข้อ พบว่า ความถูกต้องของการลำดับเนื้อหาภายในเกม มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.10, S.D. = 0.55) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาภายในเกม ($\bar{X}$ = 3.80, S.D. = 0.84) ตามลำดับ

5.2 ผลด้านกราฟิก รูปภาพ และดนตรีประกอบ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.93, S.D. = 0.59) เมื่อจำแนกเป็นรายข้อ พบว่า ดนตรีประกอบภายในเกม มีความเหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1 - ป.3) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.15, S.D. = 0.49) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ความเหมาะสมของตัวอักษรที่ใช้ มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ($\bar{X}$ = 3.60, S.D. = 0.60) ตามลำดับ

5.3 ผลด้านการออกแบบรูปแบบของเกม ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.03, S.D. = 0.54) เมื่อจำแนกเป็นรายข้อ พบว่า ความสนุกสนานระหว่างการเล่น มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.60) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ความรู้/ทักษะ ที่ได้จากเล่นเกม มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ($\bar{X}$ = 3.85, S.D. = 0.49) ตามลำดับ

5.4 ผลด้านการออกแบบระบบ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.94, S.D. = 0.59) เมื่อจำแนกเป็น

รายข้อ พบว่า มีความสะดวกในการใช้เกมมีไม่ยุ่งยาก มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.20, S.D. = 0.52) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ความเหมาะสมของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ($\bar{X}$ = 3.75, S.D. = 0.44) ตามลำดับ

5.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพของเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 โดยนักศึกษาปีที่ 3 - 4 สาขานวัตกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ในภาพรวมทุกด้าน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.97, S.D. = 0.56)

6. สรุปและอภิปรายผล

จากการพัฒนาเกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 ในภาพรวมคุณภาพอยู่ในระดับมาก (สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการถึงขั้นตอนการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบเกมเท่านั้น โดยมีแผนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบเกม เมื่อพัฒนาแล้วเสร็จได้มีการตรวจสอบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี ได้ทดลองใช้งาน และมีการปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาด เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากที่สุด ซึ่งจากการสัมภาษณ์เบื้องต้น ผู้เชี่ยวชาญได้คำแนะนำ มีความสนใจ เกิดการอยากเรียนรู้ สามารถเล่น และทบทวนเนื้อหาเกี่ยวกับการบวกและลบเลขคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยในหัวข้อ การพัฒนาเกมส่งเสริมการเรียนรู้แบบผสมผสานเรื่องการประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ [13] และสอดคล้องกับงานวิจัยต่างประเทศในหัวข้อ "Using Game-Based Learning in Place Value Teaching in Primary School: A Mixed Method Study" ที่มีจุดประสงค์เพื่อนำเกมเข้าใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ [5] ในเนื้อหาของการส่งเสริม การเรียนรู้แบบเกม โดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อคุณภาพของเกม ที่พัฒนาขึ้นในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจาก

เกมผจญภัยทางคณิตศาสตร์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Construct2 สามารถส่งเสริมการเรียนรู้แบบผสมผสานได้เป็นอย่างดีโดยรูปแบบของเกมมีกระบวนการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้ได้ปฏิบัติด้วยตนเองผ่านรูปแบบของเกมในรูปแบบ RPG (Role-Playing Game) หรือเกมสวมบทบาทสมมติ ทำให้ผู้ใช้เกิดความรู้และทักษะกระบวนการคิดเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยในหัวข้อ การศึกษาผลการสอนโดยใช้เกมเพื่อพัฒนาทักษะทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 [8] และทางด้านตัวเกมจะเป็นสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบเกม ตัวเกมเป็นแนวผจญภัยในรูปแบบ RPG (Role-Playing Game) หรือเกมสวมบทบาท พัฒนาด้วยโปรแกรม construct2 และใช้โปรแกรมโปรแกรมกราฟิกสำเร็จรูป ได้แก่ Adobe Photoshop cs6 และ Adobe Illustrator ในการออกแบบตัวละครและฉากทั้งหมดภายในเกม โดยการออกแบบจะใช้ลักษณะตัวละครและท่อนี่ที่สดใสให้เหมาะสมกับระดับชั้นประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 (ป.1-ป.3) และระหว่างเล่นใช้เสียงดนตรีประกอบเพื่อสร้างความเพลิดเพลิน และสามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์แบบออนไลน์ไม่จำเป็นต้องใช้อินเทอร์เน็ต

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ควรพัฒนาเกมให้สามารถติดตั้งและใช้งานได้หลายแพลตฟอร์ม เพื่อการเข้าถึงได้อย่างไม่จำกัด

7.2 ควรศึกษาการใช้แอปพลิเคชันอื่น ๆ เพิ่มเติมที่นอกเหนือจากผู้วิจัยเลือกใช้ในการพัฒนาเกมครั้งนี้ เพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์มากขึ้น

7.3 ควรเพิ่มเนื้อหา เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เล่นที่หลากหลายมากขึ้น ตัวอย่างเช่น เพิ่มเนื้อหาในส่วนของการคูณและการหาร เป็นต้น

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผศ.ดร.ฉัตรชัย แก้วดี และ ผศ.ดร.ธรรมสันต์ สุวรรณโรจน์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าแก่ผู้วิจัย เพื่อให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Liu, Z. Y., Shaikh, Z. A. and Gazizova, F. 2002. "Using the concept of game-based learning in education," *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. 15(14): pp. 53-64.
- [2] Ladawan, Y. 2016. "The Design and Development of game-based learning for 6th grade mathematics," B.Sc. thesis, Information Technology., Suranaree University of Technology. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- [3] Zhang, L. 2022. "The design of game-based learning and learning analytics," *Cypriot Journal of Educational Sciences*. 17(5): pp. 1742-1759.
- [4] Russo, j., Bragg, L. A. and Russo, T. 2021. "How primary teachers use games to support their teaching of mathematics," *International Electronic Journal of Elementary Education*. 13(4): pp. 407-419.
- [5] Ergül, E. and Dogan, M. 2022. "Using game-based learning in place value teaching in primary school: A mixed method study," *International Journal of Progressive Education*. 18(5): pp. 1-17.

- [6] Natthaphong, K., Jakrapob, M., & Kritsakorn, R. 2020. "Distancing game," B.B.A. Thesis, Business Computer., Udon Rajabhat Univ. Udon Thani, Thailand. (in Thai)
- [7] Dan, N. N., Thien Trung, L., Thi Nga, N. and Dung, T. 2024. "Digital game-based learning in mathematics education at primary school level: A systematic literature review," *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 20(4): pp. 1305-8223.
- [8] Aree, S. 2010. "The development of learning outcome on adding and subtracting of first grade students taught by 7E learning cycle approach," M.Ed. Thesis, Curriculum and Supervision., Silpakorn Univ. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- [9] Praet, M. and Desoete, A. 2014. "Enhancing young children's arithmetic skills through non-intensive, computerized kindergarten interventions: A randomized controlled study," *Teaching and Teacher Education*. 39 (4): pp. 56-65.
- [10] Waraporn, S., Samran, M., & Wachira, W. 2019. "A study of the teaching methods by game to develop mathematical skills of plus numbers 0 - 100 for students grade 1 at Thetsaban 2 School (Wat Thung Suan)," B.Ed. Thesis, Elementary Education., Kamphaengphet Rajabhat Univ. Kamphaengphet, Thailand. (in Thai)
- [11] Kaenwong, V. 2015. "Development of a computer assisted instruction program in the technology for creation 3 course on the topic of typing with computers for Prathom Suksa III students of Darasamut Si Racha school in Chon Buri province," M.Ed. thesis, Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai)
- [12] Arrosyad, M. and Nugroho, F. 2022. "Pengembangan digital transforms role playing games (RPG) base learning pada Pendidikan Kemuhammadiyah Sekolah Dasa," *Research & Learning in Elementary Education*. 6(3): pp. 3462-3472.
- [13] Thanasarn, R., Panchit, L., and Natcha, D. 2015. "Blended-Learning Educational Game to Support Learning on How to Assemble Computers," M.Sc. Thesis, Science. thesis, King Mongkut's University of Technology. Thonburi, Thailand. (in Thai)
- [14] Sakkiret, P. 2020. "Design and Development of Computer Assisted Instruction Using ADDIE Model and Concept of Gagne," B.Ed. thesis, Digital Technology for Education., Bansomdejchaopraya Rajabhat Univ. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- [15] Chollada, P., et al. 2023. "Development of a Computer Game for Education on the Topic of Basic Electrical Measurements Usage," D.Fd. thesis, Industrial Ed., Rajamangala University of Technology Thanyaburi. Pathum Thani, Thailand. (in Thai)
- [16] Sumai, B., & Sasichai, T. 2014. "Computer Games with Learning in Digital Age," B.S.Tech.Ed. thesis, of Technical Ed., King Mongkut's University of Technology North. Bangkok, Thailand. (in Thai)

- [17] Khom, K. 2020. *“Development of Computer Traffic Data Storage Systems within Academic Resources and Information Technology Pibulsongkram Rajabhat University,”* B.S.Tech.Ed. thesis, Pibulsongkram Rajabhat Univ. Phitsanulok, Thailand. (in Thai)
- [18] Kareema, F., Ismail, M. and Zubairi, A. M. B. 2022. “Item Objective Congruence Analysis for Multidimensional Items Content Validation of a Reading Test in Sri Lankan University,” *Canadian Center of Science and Education*. 15(1): pp. 1916-4742.
- [19] Prasopchai, P. 2015. *“Validity of Questionnaire for Social Science Research,”* B.Ed. thesis, Social Studies., Srinakharinwirot University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- [20] Hassani, H., Ghodsi, M. and Howell, G. 2021. “A note on standard deviation and standard error,” *Teaching Mathematics and Its Applications*. 29(2): pp. 108-112.
- [21] Kosztyán, Z. T. and Katona, A. I. 2018. “Risk-Based X-bar chart with variable sample size and sampling interval,” *Computers & Industrial Engineering*. 120(2): pp.308-319.

การประเมินค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊
โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP): กรณีศึกษา อำเภอละงู จังหวัดสตูล
Evaluation of Influential Factors on Curry Puff Packaging Design Using
Analytic Hierarchy Process (AHP): A Case Study of La-ngu District,
Satun Province

ธนรัตน์ รัตนกุล¹, กันต์ธมน สุขกระจ่าง^{1*} และ ฉัตรชัย แก้วดี²

Tanarat Rattanakool¹, Kantamon Sukkrajang^{1*} and Chatchai Kaewdee²

¹ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

² หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: kantamon.su@skru.ac.th

วันที่รับบทความ: 29 พฤศจิกายน 2567; วันที่ทบทวนบทความ: 10 ธันวาคม 2567; วันที่ตอบรับบทความ: 11 ธันวาคม 2567

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 30 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊ในอำเภอละงู จังหวัดสตูล โดยประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์และพฤติกรรมผู้บริโภค ถูกนำมาใช้เพื่อกำหนดปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่เกี่ยวข้อง กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้ประกอบการร้านขนมกะหรี่ปั๊ในอำเภอละงูจำนวน 5 ราย ซึ่งคัดเลือกโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาจากความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ในการผลิตและจำหน่ายขนมกะหรี่ปั๊ ข้อมูลเชิงประจักษ์ถูกรวบรวมผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึกและแบบสอบถาม AHP เพื่อวิเคราะห์การเปรียบเทียบแบบคู่ (Pairwise Comparison) ของปัจจัยต่าง ๆ ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าวัสดุบรรจุภัณฑ์ (0.384) มีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุดในบรรดาปัจจัยหลัก รองลงมาคือ รูปแบบตราสินค้า/โลโก้ (0.255) สีบรรจุภัณฑ์ (0.136) ประเภทฉลาก (0.105) สีฉลาก (0.062) และข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์ (0.059) ตามลำดับ ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าผู้ประกอบการให้ความสำคัญกับการรักษาคุณภาพและความสดใหม่ของขนมกะหรี่ปั๊ผ่านการเลือกใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ขณะเดียวกันรูปแบบตราสินค้า/โลโก้ก็มีบทบาทสำคัญในการสร้างเอกลักษณ์และความจดจำของแบรนด์ ในส่วนของปัจจัยรอง พบว่า วัสดุพลาสติก (0.679) ได้รับค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุด สอดคล้องกับแนวโน้มการใช้วัสดุพลาสติกในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์อาหาร โลโก้รับรองฮาลาล (0.613) เป็นปัจจัยรองที่มีความสำคัญเป็นอันดับถัดมา สะท้อนถึงการให้ความสำคัญกับกลุ่มผู้บริโภคชาวมุสลิมในพื้นที่ นอกจากนี้ ปัจจัยรองอื่น ๆ ที่มีความสำคัญ ได้แก่ สีฉลากแบบ 2 สีสดใส (0.507) การพิมพ์ข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์โดยตรง (0.373) และสีบรรจุภัณฑ์แบบ 3 สี (0.276) ซึ่งบ่งชี้ถึงความมุ่งหมายในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ดึงดูดความสนใจและสื่อสารข้อมูลสำคัญแก่ผู้บริโภคตามลำดับ

คำสำคัญ: การออกแบบบรรจุภัณฑ์, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์, ขนมกะหรี่ปั๊

Abstract: This study aims to evaluate the relative importance of factors influencing curry puff packaging design in La-ngu, Satun, Thailand, using the Analytic Hierarchy Process (AHP). Theoretical frameworks on packaging design and consumer behavior were employed to define the involved primary and secondary factors. Five curry puff entrepreneurs in La-ngu were purposively selected based on their expertise and experience in producing and selling curry puffs. Empirical data were collected through in-depth interviews and AHP questionnaires to analyze pairwise comparisons of the identified factors. The results indicated that packaging material (0.384) had the highest weight among the primary factors, followed by branding logo/design style (0.255), packaging color (0.136), label type (0.105), label color (0.062), and packaging information (0.059), respectively. This result indicate that entrepreneurs prioritize on maintaining product quality and freshness of curry puffs through appropriate material selection. Simultaneously, the design of brand/logo plays an important role in establishing brand identity and recognition. Among the secondary factors, plastic material (0.679) was given the highest weight of importance, aligning with the trend of using plastic materials in food packaging industry. The halal certification logo (0.613) was the next most significant secondary factor, reflecting the emphasis on Muslim consumers in the area. Other noteworthy secondary factors included the use of vibrant two – color labels (0.507), direct printing of information on packaging (0.373), and three-color packaging designs (0.276), indicating a focus on attractive design and effective information communication.

Key words: Packaging Design, Analytic Hierarchy Process, Curry Puff

1. บทนำ

การออกแบบบรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค โดยเฉพาะในตลาดที่มีการแข่งขันสูง เช่น ตลาดขนมกะหรี่ปั๊บบนอำเภอละงู จังหวัดสตูล การเลือกใช้วัสดุและรูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์แต่ยังสามารถสร้างความน่าสนใจและความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคได้อีกด้วย การประเมินค่าน้ำหนักของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์นั้นสามารถทำได้โดยใช้ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจในสถานการณ์ที่มีหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณา AHP ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ได้อย่างมีระบบ โดยการเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละปัจจัยในลักษณะคู่ขนาน

การศึกษาในอดีตได้แสดงให้เห็นว่า AHP เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในหลายบริบท เช่น การออกแบบบรรจุภัณฑ์อาหารและการเลือกวัสดุที่เหมาะสมสำหรับบรรจุภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีการใช้ AHP ในการประเมินปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความปลอดภัย ความยั่งยืน และความสามารถในการป้องกันผลิตภัณฑ์ [1], [2] นอกจากนี้ การศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์อาหารที่ยั่งยืนยังได้เสนอกรอบการทำงานที่รวมการวิเคราะห์วงจรชีวิต (Life cycle analysis) เพื่อช่วยในการตัดสินใจออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด [2]

การศึกษาในอดีตได้แสดงให้เห็นว่า AHP เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในหลายบริบท เช่น บรรจุภัณฑ์

เครื่องดื่ม AHP ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความชอบของผู้บริโภคต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม เช่น การศึกษาที่สำรวจปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มขนาดพกพา โดยพบว่าขนาดและรูปแบบการเปิดบรรจุภัณฑ์มีความสำคัญสูงสุด [3] การใช้ AHP ในการประเมินค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊ปในกรณีศึกษานี้จึงมีความสำคัญในการสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับความต้องการของผู้บริโภคและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อความต้องการเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊ปในอำเภอละงู จังหวัดสตูล

2.2 เพื่อประเมินค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊ปในอำเภอละงู จังหวัดสตูล

3. ขอบเขตการวิจัย

การประเมินค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊ป โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP): กรณีศึกษา อำเภอละงู จังหวัดสตูล มีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ผู้ประกอบการร้านขนมกะหรี่ปั๊ปในอำเภอละงู จังหวัดสตูล จำนวน 5 ราย ที่คัดเลือกโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling random)

3.2 ปัจจัยที่ศึกษา ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊ป ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยหลักและปัจจัยรองตามที่ระบุในแบบจำลอง AHP

3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การสัมภาษณ์เชิงลึกและแบบสอบถาม AHP

3.4 ระยะเวลา ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566 ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

3.5 พื้นที่ศึกษา อำเภอละงู จังหวัดสตูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการประเมินค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊ป โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP): กรณีศึกษา อำเภอละงู จังหวัดสตูล มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ทบทวนวรรณกรรม ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์อาหาร พฤติกรรมผู้บริโภคและเทคนิค AHP เพื่อสร้างกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีและกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ดังตารางที่ 1 [4]

ตารางที่ 1 ปัจจัยหลัก และปัจจัยรอง ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์อาหาร

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง
1. วัสดุบรรจุภัณฑ์	พลาสติก
	อลูมิเนียมฟรอยล์
	พลาสติก/อลูมิเนียมฟรอยล์
	กระดาษแข็ง
2. สีบรรจุภัณฑ์	ไล่ลำดับสี
	2 สี
	สีหลากหลาย
3. ประเภทฉลาก	พิมพ์บนบรรจุภัณฑ์โดยตรง
	ฉลากกระดาษ
	ฉลากขาวดำ
4. สีฉลาก	2 สีสดใส
	3 สีสดใส
	มากกว่า 3 สีสดใส
5. รูปแบบตราสินค้า	แบบดึงดูด/น่าสนใจ
	เรียบง่าย/มินิมอล
	โลโก้รับรองฮาลาล
	โลโก้รับรองมาตรฐาน

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง
	ส่วนประกอบ
6. ข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์	วันหมดอายุ
	โลโก้บริษัท
	สถานที่ผลิต

จากตารางที่ 1 ปัจจัยหลักและปัจจัยรองที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊ป ซึ่งได้มาจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ผู้ประกอบการต้องพิจารณาในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เช่น วัสดุที่ใช้ สี สัน รูปแบบฉลาก และโลโก้ รวมถึงข้อมูลที่ต้องแสดงบนบรรจุภัณฑ์ ปัจจัยเหล่านี้ถูกนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างแบบจำลอง AHP ดังภาพที่ 1 เพื่อประเมินค่าน้ำหนักความสำคัญและจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 1 แบบจำลองลำดับชั้น (Hierarchy model) ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊ป

ภาพที่ 1 แสดงแบบจำลองลำดับชั้นของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊ป ซึ่งประกอบด้วยเป้าหมายสูงสุด (Goal) คือ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ดีที่สุด โดยแบ่งปัจจัยออกเป็น 6 ปัจจัยหลัก ได้แก่ วัสดุบรรจุภัณฑ์ ฉลากบรรจุภัณฑ์ ประเภทฉลาก สีฉลาก รูปแบบตราสินค้า ข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์ และภายใต้ปัจจัยหลักแต่ละปัจจัย ยังมีปัจจัยรองที่เจาะจงลงไปอีก เช่น ปัจจัยหลักด้านวัสดุบรรจุภัณฑ์ มีปัจจัยรอง

ได้แก่ พลาสติก อลูมิเนียมฟอยล์ พลาสติก/อลูมิเนียมฟอยล์ และกระดาษบอร์ด เป็นต้น

4.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย สร้างแบบสอบถาม AHP สำหรับการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยแบบคู่ (Pairwise comparison) โดยใช้มาตราส่วน 1-9 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มาตราส่วนมูลฐาน AHP 1-9

ดุลยพินิจ	มาตราส่วนเปรียบเทียบ
มีความสำคัญเท่ากัน	1
มีความสำคัญกว่า	3
มีความสำคัญมากกว่า	5
มีความสำคัญมากกว่ามาก	7
มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง	9
ค่ากลางระหว่างระดับความ	
เข้มข้นของอิทธิพลตามที่กล่าวมาข้างต้น	2, 4, 6, 8

4.3 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง คัดเลือกผู้ประกอบการร้านขนมกะหรี่ปั๊ปในอำเภอละงู จังหวัดสตูล จำนวน 5 ราย โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling random)

4.4 การหาลำดับความสำคัญของปัจจัย ดำเนินการโดยการเปรียบเทียบปัจจัยหลักและปัจจัยรองแบบคู่ (Pairwise comparison) โดยใช้เมทริกซ์ เริ่มจากระดับบนสุดของลำดับชั้น (Hierarchy) ลงมาทีละระดับ การเปรียบเทียบนี้สามารถแสดงในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

กำหนดให้ $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ เป็นตัวแทนของเกณฑ์การตัดสินใจ

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ แทนปัจจัยต่าง ๆ ในลำดับชั้นที่เปรียบเทียบทีละคู่ปัจจัย C_j กับ A_j

ดังนั้นการวิเคราะห์จะทำในรูปแบบของตารางเมตริกซ์ขนาด $N \times N$ ด้วยการนิยามเมตริกซ์ $A = [A_{ij}]$ ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) เกณฑ์การนำค่า A_{ij} จากการเปรียบเทียบทีละคู่ปัจจัยไปใส่ในตารางเมตริกซ์ มีกฎอยู่ 2 คู่ ดังนี้

$$\text{ถ้า } A_{ij} = \alpha \text{ จะทำให้ } A_{ji} = \frac{1}{\alpha} = A \neq 0 \dots \dots \dots (1)$$

ปัจจัยที่ C_i ถูกตัดสินให้มีความสำคัญเท่าเทียมกันกับ
ปัจจัย C_j จะทำให้ค่าของ $A_{ij} = A_{ji}$

ดังนั้น ตารางเมตริกซ์ A สามารถเขียนได้ ดังนี้

เกณฑ์การตัดสินใจ

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & C_3 \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} 1 & A_{12} & A_{13} & \dots \\ 1/A_{12} & 1 & A_{23} & \dots \\ 1/A_{13} & 1/A_{23} & 1 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} & \begin{matrix} \alpha_{1n} & A_1 \\ \alpha_{2n} & A_1 \\ \alpha_{3n} & A_1 \\ \dots & \dots \end{matrix} \end{matrix} \dots \dots \dots (2)$$

4.5 คำนวณค่าของดัชนีความสอดคล้อง
(Consistency index : C.I.) เพื่อตรวจสอบความ
สอดคล้องของการเปรียบเทียบแบบคู่ในขั้นตอนที่ 4.4
จะคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สมการ

$$C.I. = \frac{(\lambda_{\text{Max}} - N)}{(N-1)} \dots \dots \dots (3)$$

หากค่า CI มากกว่า 0.1 แสดงว่าข้อมูลคะแนน
ความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบแบบคู่มีความ
ไม่สอดคล้องกัน

5. ผลการวิจัย

ผลการประเมินค่าน้ำหนักปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการ
ออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊โดยใช้กระบวนการลำดับ
ชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP): กรณีศึกษา อำเภอละงู จังหวัดสตูล
มีผลการวิจัยดังนี้

5.1 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก

ผลการวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการลำดับชั้น
เชิงวิเคราะห์ (AHP) แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของ
ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์
ขนมกะหรี่ปั๊ในอำเภอละงู จังหวัดสตูล ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก

ปัจจัยหลัก	ค่าน้ำหนัก
วัสดุบรรจุภัณฑ์	0.384
รูปแบบตราสินค้า/โลโก้	0.255
สีบรรจุภัณฑ์	0.136
ประเภทฉลาก	0.105
สีฉลาก	0.062
ข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์	0.059

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI) ของ
ปัจจัยหลักเท่ากับ 0.08

จากตารางที่ 3 พบว่าวัสดุบรรจุภัณฑ์ (0.384) มีค่า
น้ำหนักความสำคัญสูงสุด แสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการ
ให้ความสำคัญกับการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในการ
รักษาคุณภาพและความสดใหม่ของขนมกะหรี่ปั๊
รองลงมา คือ รูปแบบตราสินค้า/โลโก้ (0.255) ซึ่งบ่งชี้ถึง
ความสำคัญของการสร้างแบรนด์และเอกลักษณ์ของ
สินค้า สีบรรจุภัณฑ์ (0.136) และประเภทฉลาก (0.105)
ก็เป็นปัจจัยที่มีน้ำหนักความสำคัญรองลงมา สะท้อนให้
เห็นว่าผู้ประกอบการให้ความสำคัญกับความสวยงาม
และการสื่อสารข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์ ส่วนสีฉลาก (0.062)
และข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์ (0.059) แม้จะมีค่าน้ำหนัก
น้อยกว่าปัจจัยอื่น แต่ก็ยังเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการ
พิจารณาในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยเฉพาะข้อมูล
ที่จำเป็นสำหรับผู้บริโภค เช่น ส่วนผสม วันหมดอายุ และ
ข้อมูลทางโภชนาการ

5.2 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรอง

ผลการวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการลำดับชั้น
เชิงวิเคราะห์ (AHP) แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของ
ปัจจัยรองที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนม
กะหรี่ปั๊ในอำเภอละงู จังหวัดสตูล ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองภายใต้วัสดุบรรจุภัณฑ์

ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนัก
พลาสติก	0.679
พลาสติก/อลูมิเนียมฟรอยล์	0.150
กระดาษแข็ง	0.110
อลูมิเนียมฟรอยล์	0.061

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI) ของปัจจัยรองเท่ากับ 0.09

จากตารางที่ 4 พบว่าพลาสติก (0.679) เป็นวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ผู้ประกอบการให้ความสำคัญมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการใช้วัสดุพลาสติกในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์อาหาร เนื่องจากมีราคาถูก น้ำหนักเบา และสามารถขึ้นรูปได้หลากหลาย รองลงมาคือพลาสติก/อลูมิเนียมฟรอยล์ (0.150) ซึ่งอาจเป็นเพราะคุณสมบัติในการป้องกันอากาศและความชื้นได้ดีกว่าพลาสติกเพียงอย่างเดียว กระดาษแข็ง (0.110) และอลูมิเนียมฟรอยล์ (0.061) แม้จะมีค่าน้ำหนักน้อยกว่า แต่ก็ยังเป็นตัวเลือกที่ผู้ประกอบการพิจารณาขึ้นอยู่กับความต้องการเฉพาะของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 5 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองภายใต้สีบรรจุภัณฑ์

ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนัก
3 สี	0.276
ไล่ลำดับสี	0.275
2 สี	0.233
สีหลากหลาย	0.215

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI) ของปัจจัยรองเท่ากับ 0.06

จากตารางที่ 5 พบว่าสีบรรจุภัณฑ์แบบ 3 สี และไล่ลำดับสี มีค่าน้ำหนักใกล้เคียงกันมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการให้ความสำคัญกับสีในการดึงดูดความสนใจของลูกค้า โดยอาจเลือกใช้สีที่สดและสะดุดตา หรือ

การไล่เฉดสีที่ดูทันสมัย ส่วนสีแบบ 2 สีและสีหลากหลาย ก็เป็นทางเลือกที่ผู้ประกอบการพิจารณา ขึ้นอยู่กับกลุ่มเป้าหมายและภาพลักษณ์ของแบรนด์

ตารางที่ 6 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองภายใต้ประเภทฉลาก

ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนัก
พิมพ์บนบรรจุภัณฑ์โดยตรง	0.373
ฉลากขาวดำ	0.351
ฉลากกระดาษ	0.276

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI) ของปัจจัยรองเท่ากับ 0.008

จากตารางที่ 6 พบว่าการพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์โดยตรง (0.373) และฉลากขาวดำ (0.351) มีค่าน้ำหนักใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจสะท้อนถึงความต้องการในการลดต้นทุนการผลิต ในขณะที่ฉลากกระดาษ (0.276) แม้จะมีค่าน้ำหนักน้อยกว่า แต่ก็ยังเป็นที่ยอมรับสำหรับผู้ประกอบการที่ต้องการความยืดหยุ่นในการออกแบบและการเปลี่ยนแปลงข้อมูลบนฉลาก

ตารางที่ 7 คำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองสีฉลาก

ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนัก
2 สีสดใส	0.507
3 สีสดใส	0.320
มากกว่า 3 สีสดใส	0.173

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI) ของปัจจัยรองเท่ากับ 0.06

จากตารางที่ 7 พบว่าสีฉลากแบบ 2 สีสดใส (0.507) ได้รับความนิยมมากที่สุด อาจเป็นเพราะความเรียบง่าย สะดุดตา และต้นทุนที่ต่ำกว่า ส่วนสีฉลากแบบ 3 สีสดใส (0.320) และมากกว่า 3 สีสดใส (0.173) ก็เป็นทางเลือกที่ผู้ประกอบการพิจารณา โดยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสินค้าและกลุ่มเป้าหมาย

ตารางที่ 8 ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองภายใต้รูปแบบตราสินค้า/โลโก้

ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนัก
โลโก้รับรองฮาลาล	0.613
โลโก้รับรองมาตรฐาน	0.201
แบบดึงดูดความสนใจ	0.143
เรียบง่าย/มินิมอล	0.043

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI) ของปัจจัยรองเท่ากับ 0.09

จากตารางที่ 8 พบว่าโลโก้รับรองฮาลาล (0.613) มีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุด ซึ่งสะท้อนถึงบริบทของพื้นที่ที่มีประชากรมุสลิมจำนวนมาก รองลงมาคือโลโก้รับรองมาตรฐาน (0.201) แสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการให้ความสำคัญกับคุณภาพและมาตรฐานของสินค้า ส่วนรูปแบบตราสินค้าแบบดึงดูดความสนใจ (0.143) และเรียบง่าย/มินิมอล (0.043) ก็เป็นปัจจัยที่ผู้ประกอบการนำมาพิจารณาในการออกแบบ

ตารางที่ 9 ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยรองภายใต้ข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์

ปัจจัยรอง	ค่าน้ำหนัก
วันหมดอายุ	0.443
สถานที่ผลิต	0.203
ส่วนประกอบ	0.183
ตราบริษัท/โลโก้	0.171

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI) ของปัจจัยรองเท่ากับ 0.0

จากตารางที่ 9 พบว่าวันหมดอายุ (0.443) เป็นข้อมูลที่ผู้ประกอบการให้ความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากเป็นข้อมูลสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้บริโภค รองลงมาคือสถานที่ผลิต (0.203) และส่วนประกอบ (0.183) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผู้บริโภคใช้ประกอบการตัดสินใจซื้อ ส่วนตราบริษัท/โลโก้ (0.171) แม้จะมีค่าน้ำหนักน้อย

ที่สุดในกลุ่มนี้ แต่ก็ยังเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างแบรนด์และความน่าเชื่อถือ

6. สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊บนออำเภอละลุ จังหวัดสตูล และประเมินค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเหล่านั้นโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลสูงสุด คือ วัสดุบรรจุภัณฑ์ (0.384) สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการรักษาคุณภาพและความสดใหม่ของขนม ซึ่งสอดคล้องกับหลักการพื้นฐานของการออกแบบบรรจุภัณฑ์อาหาร รองลงมาคือ รูปแบบตราสินค้า/โลโก้ (0.255) ซึ่งบ่งชี้ว่าผู้ประกอบการตระหนักถึงการสร้างแบรนด์และเอกลักษณ์ให้กับสินค้า เพื่อดึงดูดความสนใจและสร้างความจดจำให้กับผู้บริโภค โดยเฉพาะในตลาดที่มีการแข่งขันสูง สีสันบรรจุภัณฑ์ (0.136) และประเภทฉลาก (0.105) ก็เป็นปัจจัยที่มีน้ำหนักความสำคัญในระดับรองลงมา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการให้ความสำคัญกับความสวยงามและการสื่อสารข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค แม้ว่าสีฉลาก (0.062) และข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์ (0.059) จะมีค่าน้ำหนักน้อยกว่าปัจจัยอื่น ๆ แต่ก็ยังถือเป็นองค์ประกอบที่ผู้ประกอบการพิจารณา โดยเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นสำหรับผู้บริโภค เช่น ส่วนผสม วันหมดอายุ และข้อมูลทางโภชนาการ

สำหรับปัจจัยรอง ภายใต้วัสดุบรรจุภัณฑ์ พบว่าพลาสติก (0.679) เป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมสูงสุด สอดคล้องกับการใช้งานพลาสติกอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์อาหาร เนื่องจากต้นทุนที่ต่ำ น้ำหนักเบา และความสะดวกในการขึ้นรูป อย่างไรก็ตาม ประเด็นเรื่องผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลาสติกก็นับเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการควรตระหนักและพิจารณาถึงทางเลือกอื่น ๆ ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ในส่วนของรูปแบบตราสินค้า/โลโก้ โลโก้รับรอง

ฮาลาล (0.613) มีความสำคัญอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีประชากรมุสลิมจำนวนมาก สะท้อนถึงการตอบสนองความต้องการของตลาดเฉพาะกลุ่ม ส่วนสี่ฉลากแบบ 2 สีสดใส (0.507) และการพิมพ์ข้อมูลบนบรรจุภัณฑ์โดยตรง (0.373) เป็นตัวเลือกที่ได้รับความนิยมเนื่องจากความเรียบง่าย สะดุดตา ประหยัดต้นทุน และลดขั้นตอนการผลิต

ผลการวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊บบนอำเภอละงู จังหวัดสตูล พบว่าวัสดุบรรจุภัณฑ์ รูปแบบตราสินค้า/โลโก้ และข้อมูลที่ครบถ้วน ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้หลายชิ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Sharma and Joshi [5] ที่ศึกษาความยั่งยืนของแบรนด์ในกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นวัยรุ่น พบว่าคุณลักษณะของแบรนด์ เช่น ความรับผิดชอบต่อสังคม การเปิดเผยข้อมูลที่โปร่งใส และการเชื่อมโยงระหว่างแบรนด์กับตัวตนของผู้บริโภค มีผลต่อการรับรู้ถึงความยั่งยืนของแบรนด์ และมีอิทธิพลต่อความตั้งใจซื้อ ในทำนองเดียวกัน Costa and Evangelista [6] เสนอว่าสินทรัพย์ที่จับต้องไม่ได้ของแบรนด์ เช่น ชื่อเสียง ความภักดีของลูกค้า และนวัตกรรม เป็นปัจจัยสำคัญที่สร้างมูลค่าให้กับบริษัท และส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภค ส่วน Salwa et al. [1] เน้นย้ำถึงความสำคัญของวัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ โดยเฉพาะในบรรจุภัณฑ์อาหารที่ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย การรักษาคุณภาพ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่าวัสดุบรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยที่มีน้ำหนักความสำคัญสูงสุด

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับบริบททางสังคมและเศรษฐกิจของพื้นที่ศึกษา เช่น ความสำคัญของโลโก้รับรองฮาลาลในชุมชนมุสลิม ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นที่ผู้ประกอบการต้องคำนึงถึงความเชื่อและวัฒนธรรมของผู้บริโภคในพื้นที่ และการคำนึงถึงต้นทุนการผลิตในการเลือกใช้วัสดุและประเภทฉลาก

ซึ่งเป็นปัจจัยที่ผู้ประกอบการต้องให้ความสำคัญ โดยเฉพาะในธุรกิจขนาดเล็กและขนาดกลาง

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในเรื่องขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ค่อนข้างเล็ก ซึ่งอาจไม่สามารถสะท้อนความคิดเห็นของผู้ประกอบการทั้งหมดในพื้นที่ได้อย่างครอบคลุม ดังนั้น การวิจัยในอนาคตควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น และอาจพิจารณาเพิ่มปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความสะดวกในการใช้งาน ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และนวัตกรรมบรรจุภัณฑ์ ซึ่งเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนและเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊บบนอำเภอละงู รวมถึงการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ และผลกระทบต่อพฤติกรรมผู้บริโภค เพื่อให้สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ได้อย่างตรงจุด และสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงโอกาสในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊บบนอำเภอละงู จังหวัดสตูล ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับการเลือกใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ไม่เพียงแต่คำนึงถึงการรักษาคุณภาพและความสดใหม่ของขนมเท่านั้น แต่ควรคำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานของผู้บริโภค และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยอาจพิจารณาใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น นอกจากนี้ การออกแบบตราสินค้าและโลโก้ให้สื่อถึงเอกลักษณ์และความน่าเชื่อถือ โดยเฉพาะการใช้โลโก้รับรองฮาลาล เป็นสิ่งสำคัญที่ควรคำนึงถึงในพื้นที่ที่มีประชากรมุสลิม สืบและประเภทของฉลากก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ผู้ประกอบการควรใส่ใจ โดยเลือกใช้สีและรูปแบบฉลากที่สื่อสารข้อมูลสำคัญได้อย่างชัดเจน ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย และควบคุมต้นทุนการผลิต ข้อมูล

ที่ครบถ้วน ถูกต้อง และชัดเจนบนบรรจุภัณฑ์ เช่น วันหมดอายุ ส่วนประกอบ และสถานที่ผลิต ช่วยสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภค การพัฒนานวัตกรรมบรรจุภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น บรรจุภัณฑ์ที่อุ่นร้อนในตัวหรือย่อยสลายได้ สามารถเพิ่มมูลค่าและความน่าสนใจให้กับผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาเพื่อขยายผลต่อไป

งานวิจัยนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่ดีในการทำความเข้าใจปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊บบนอำเภอละงู จังหวัดสตูล อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เกิดการพัฒนาและขยายผลอย่างเป็นรูปธรรม ควรมีการต่อยอดงานวิจัยในหลายมิติ เช่น การขยายกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมผู้ประกอบการในพื้นที่อื่น ๆ หรือกลุ่มผู้บริโภค เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความแตกต่างของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ในแต่ละกลุ่ม รวมถึงการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค เพื่อทำความเข้าใจความต้องการและความคาดหวังที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ขนมกะหรี่ปั๊บบนอย่างแท้จริง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ตรงใจผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การศึกษาผลกระทบของการออกแบบบรรจุภัณฑ์ต่อยอดขายจริงจะช่วยให้ผู้ประกอบการเห็นภาพที่ชัดเจนขึ้นเกี่ยวกับความคุ้มค่าในการลงทุนพัฒนาบรรจุภัณฑ์ และสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพิจารณาปัจจัยด้านความยั่งยืน เช่น การใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิลได้ เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่ควรได้รับความสำคัญเพื่อส่งเสริมภาพลักษณ์ของแบรนด์และตอบสนองต่อความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมของผู้บริโภคที่เพิ่มสูงขึ้น สุดท้าย การพัฒนาแบบจำลองการออกแบบบรรจุภัณฑ์โดยอาศัยเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น การพิมพ์สามมิติ หรือการใช้ซอฟต์แวร์ออกแบบ จะช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถสร้างสรรค์บรรจุภัณฑ์ที่ สวยงาม ใช้งานได้จริง

และ ตรงตามความต้องการของตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ ประยุกต์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือเป็นอย่างสูง ที่ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานวิจัย คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการวิชาการ และการพัฒนาอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องต่อไป

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Salwa, H. N., Sapuan, S. M., Mastura, M. T., and Zuhri, M. Y. M. 2019. "Analytic hierarchy process (AHP)-based materials selection system for natural fiber as reinforcement in biopolymer composites for food packaging," *BioRes.* 14(4): pp. 10014–10036.
- [2] Salwa, H. N., Sapuan, S. M., Mastura, M. T., and Zuhri, M. Y. M. 2020. "Application of Shannon's entropy-analytic hierarchy process (AHP) for the selection of the most suitable starch as matrix in green biocomposites for takeout food packaging design," *BioRes.* 15(2): pp. 4065-4088.
- [3] Ayeni, O. G., Ajayi, O. M., and Arogundadr, K. 2022. "Consumers' ranking of brands of pocket-friendly sized beverages packaging in Southwest, Nigeria (an analytic hierarchy process approach)," *European Journal of Business and Management Research.* 7(4): pp. 29-33.

- [4] Fatchurrohman, N., Yetrina, M., Muhida, R., and Hidayat, A. 2022. "Product development using Kansei engineering to re-design new food packaging," *Journal Teknologi*. 12(1): pp. 8–13.
- [5] Sharma, M. and Joshi, S. 2019. "Brand sustainability among young consumers: an AHP-TOPSIS approach," *Young Consumers*. 20(4): pp. 314–337.
- [6] Costa, R. and Evangelista, S. 2008. "An AHP approach to assess brand intangible assets," *Measuring Business Excellence*. 12(2): pp. 68–78.

การพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องด้วยแบบโฮลท์-วินเทอร์ส
เพื่อการวางแผนสินค้าคงคลัง: กรณีศึกษาศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา
Forecasting Engine Oil Change Demand using Holt-Winters for Inventory
Planning: A Case Study of a Truck Service Center in Songkhla

รภัทพร ภูชิตตราสิน¹ ธนะรัตน์ รัตนกุล^{2*} กันต์ธมน สุขกระจ่าง² ฉัตรชัย แก้วดี³ วีรพล ปานศรีนวล³
วีระยุทธ สดสมบุรณ์³ และ พงศ์เทพ วีระพงศ์⁴

Rapatporn Phuchittrasin¹, Tanarat Rattanakool^{2*}, Kantamon Sukkrajang²,
Chatchai Kaewdee³, Weeraphol Pansrinual³, Weerayute Sudsomboon³
and Pongtep Weerapong⁴

¹ SFS Clinic อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

² คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

³ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

⁴ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: tanarat.ra@skru.ac.th

วันที่รับบทความ: 29 พฤศจิกายน 2567; วันที่ทบทวนบทความ: 13 ธันวาคม 2567; วันที่ตอบรับบทความ: 21 ธันวาคม 2567

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 30 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ: การพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบโฮลท์-วินเทอร์ส กรณีศึกษาศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยใช้แบบโฮลท์-วินเทอร์ส และแนวโน้มเชิงเส้น ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลรายเดือนจากศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล 36 เดือน งานวิจัยนี้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์อนุกรมเวลา ได้แก่ แนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด ตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ และตัวแบบวินเทอร์สแบบบวก เพื่อค้นหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวางแผนความต้องการบริการในอนาคต โดยพิจารณาประสิทธิภาพของแบบจำลองจากค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE), ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ผลการวิจัยพบว่าตัวแบบวินเทอร์สแบบบวกให้ผลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูงสุด โดยมีค่า MAPE ต่ำสุดที่ 7.45% ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % (5.27 - 9.64) และมี p-value 0.159 ระหว่างแบบจำลอง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถของแบบจำลองในการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องได้อย่างแม่นยำ ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการสต็อกน้ำมันเครื่อง และการจัดสรรทรัพยากรของศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการปรับปรุงการให้บริการและลดต้นทุนการดำเนินงานด้านสินค้าคงคลังได้ต่อไป

คำสำคัญ: การทำนายความต้องการ, น้ำมันเครื่อง, รถบรรทุก

Abstract: The forecasting demand for oil changes using holt-winters models: a case study of a truck service center in Songkhla province aims to develop a forecasting model for oil change demand for large trucks using Holt-Winters and linear trend models. The study uses monthly data from a truck service center in Songkhla Province from January 2019 to December 2021, comprising 36 months of data. This research compares the performance of several time series forecasting models, including Holt's Linear Trend, Brown's Linear Trend, Damped Linear Trend, Winter's Multiplicative, and Winter's Additive, to determine the most suitable method for future service demand planning. Model performance was evaluated using Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Absolute Error (MAE), and Mean Squared Error (MSE). The Winter's Additive model yielded the most accurate forecasts, exhibiting the lowest MAPE of 7.45% (95% Confidence Interval: 5.27 - 9.64) with a p-value of 0.159 between models. This highlights the model's ability to accurately forecast engine oil change demand. The findings are applicable to improving inventory management, resource allocation, service provision, and reducing inventory costs at the Songkhla truck service center.

Key words: Demand Prediction, Engine Oil, Trucks

1. บทนำ

ในยุคที่อุตสาหกรรมขนส่งและการบริการรถบรรทุกมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ความต้องการในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในจังหวัดสงขลาที่เป็นศูนย์กลางการขนส่งสำคัญ การพยากรณ์ความต้องการในการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องจึงมีความสำคัญต่อการวางแผนและการจัดการทรัพยากรในศูนย์บริการรถบรรทุก การใช้ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ส (Holt-Winters) เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ความต้องการนั้นมีข้อดีหลายประการ โดยเฉพาะในด้านการจัดการกับข้อมูลที่มีแนวโน้มเชิงเส้นและฤดูกาล ตัวแบบนี้สามารถช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถคาดการณ์ความต้องการในอนาคตได้อย่างแม่นยำ ซึ่งจะส่งผลให้การจัดการสต็อกน้ำมันเครื่องมีประสิทธิภาพมากขึ้น [1], [2] ในประเทศไทย รถบรรทุกมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจ โดยในปี 2560 (2017) ประเทศไทยมีรถบรรทุกประมาณ 1.5 ล้านคัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเติบโตของตลาดรถบรรทุกในประเทศ [3] นอกจากนี้ การขนส่งด้วยรถบรรทุกยังมีสัดส่วนสูงถึง 70% ของการขนส่งสินค้าทั้งหมดในประเทศ [4]

ข้อได้เปรียบของตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์สเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเอ็กโปแนนเชียลอย่างง่าย [5] ได้แก่ การจัดการกับแนวโน้มและฤดูกาล: ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์สสามารถจัดการกับข้อมูลที่มีแนวโน้มและฤดูกาลได้ดีกว่าการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเอ็กโปแนนเชียลอย่างง่าย ซึ่งมักจะไม่สามารถจับความเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6] ความแม่นยำในการพยากรณ์ การศึกษาแสดงให้เห็นว่าตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์สมีความแม่นยำสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเอ็กโปแนนเชียลอย่างง่าย โดยเฉพาะในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะเป็นฤดูกาลหรือมีแนวโน้มชัดเจน [7] การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์สสามารถปรับตัวได้ดีต่อการเปลี่ยนแปลงในข้อมูล ซึ่งช่วยให้การพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในแนวโน้มของข้อมูล [6] การศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์แนวโน้มเชิงเส้นของความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องในศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา โดยจะใช้ข้อมูลจากการดำเนินงานจริงในพื้นที่ [5] เพื่อสร้างแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้ใน

การพยากรณ์ความต้องการในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพยากรณ์ที่แม่นยำจะช่วยให้ศูนย์บริการสามารถเตรียมความพร้อมในการให้บริการและตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น [8] การประยุกต์ใช้ตัวแบบโสมท์-วินเทอร์สในหลายสาขาได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพ เช่น การพยากรณ์การจราจรในเมือง ซึ่งใช้วิธีการโสมท์-วินเทอร์สเพื่อคาดการณ์การไหลของรถยนต์ในช่วงเวลาต่าง ๆ [9] นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรม ซึ่งใช้ตัวแบบโสมท์-วินเทอร์ส ในการคาดการณ์การใช้พลังงานในช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อช่วยในการวางแผนการผลิต [10] อีกทั้งยังมีการนำโสมท์-วินเทอร์สไปใช้ในการพยากรณ์ความต้องการห้องพักในโรงแรม ซึ่งช่วยให้ผู้บริหารสามารถจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ [11] ด้วยเหตุนี้ การศึกษาในหัวข้อนี้จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา และสามารถนำไปสู่การปรับปรุงกระบวนการทำงานและการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการได้อย่างยั่งยืน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยใช้ตัวแบบโสมท์-วินเทอร์ส เพื่อช่วยให้ศูนย์บริการสามารถจัดการสต็อกน้ำมันเครื่องให้เหมาะสม และลดต้นทุนการเก็บรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 พัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยใช้ตัวแบบโสมท์-วินเทอร์ส

2.2 ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อค้นหาแบบจำลองที่ให้ความแม่นยำสูงสุดสำหรับการประยุกต์ใช้ในศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 **พื้นที่ศึกษา** ได้แก่ ศูนย์บริการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกขนาดใหญ่จำนวนมาก

3.2 **ข้อมูล** ข้อมูลรายเดือนเกี่ยวกับการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 (36 เดือน)

3.3 **แบบจำลองการพยากรณ์** ใช้ตัวแบบโสมท์-วินเทอร์ส ประกอบด้วย แนวโน้มเชิงเส้นของโสมท์ แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด ตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ และตัวแบบวินเทอร์สแบบบวก

3.4 **การประเมินประสิทธิภาพ** โดยใช้ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE).

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การนำตัวแบบโสมท์-วินเทอร์สและแนวโน้มเชิงเส้นมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรถบรรทุก มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

4.1 **การเก็บรวบรวมข้อมูล** รวบรวมข้อมูลรายเดือนเกี่ยวกับการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ (6 ล้อ 10 ล้อ รถหัวลาก รถ NGV และหางพ่วง ทั้งใหม่และมือสอง) จากระบบฐานข้อมูลของศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 (3 ปี) มีการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูล และจัดการข้อมูลสูญหายด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean Imputation) [12] หากพบการสูญหายของข้อมูล

4.2 **การนำเสนอภาพรวมอนุกรมเวลา** ด้วยการสร้างกราฟอนุกรมเวลาจากข้อมูลรายเดือนการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2564 เพื่อวิเคราะห์แนวโน้ม ความเป็นฤดูกาล และความผันผวนของความต้องการ ด้วยการทดสอบ Stationarity ของ

ข้อมูลด้วย ADF Test (Augmented Dickey-Fuller Test) [13]

4.3 การพยากรณ์ การพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ส โดยใช้ไลบรารี Stats models ในภาษา Python [14] โดยใช้ฟังก์ชัน การปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing) พร้อมพารามิเตอร์เริ่มต้นของไลบรารี ซึ่งมีฟังก์ชันที่สามารถเลือกพารามิเตอร์เริ่มต้นโดยอัตโนมัติ (Automatic initialization) ตามลักษณะของข้อมูลสำหรับแต่ละแบบจำลองย่อยทั้ง 5 แบบ ได้แก่ แนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด ตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ และตัวแบบวินเทอร์สแบบบวก ดังนี้

4.3.1 แนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ (Holt's Linear Trend Model) มีสมการและตัวแปร ดังนี้ [15]

ระดับ (Level):

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \dots (1)$$

แนวโน้ม (Trend):

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots (2)$$

การพยากรณ์ (Forecast):

$$\widehat{Y}_{t+h} = L_t + hT_t \dots (3)$$

4.3.2 แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ (Brown's Linear Trend Model) มีสมการและตัวแปร ดังนี้

ระดับ (Level):

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)L_{t-1} \dots (4)$$

การพยากรณ์ (Forecast):

$$\widehat{Y}_{t+h} = L_t \dots (5)$$

4.3.3 แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด (Damped Trend Model) มีสมการและตัวแปร ดังนี้ [16]

ระดับ (Level):

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + \phi T_{t-1}) \dots (6)$$

แนวโน้ม (Trend):

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)\phi T_{t-1} \dots (7)$$

การพยากรณ์ (Forecast):

$$\widehat{Y}_{t+h} = L_t + \phi^h T_t \dots (8)$$

4.3.4 ตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ (Winters multiplicative model) มีสมการและตัวแปร ดังนี้ [17]

ระดับ (Level):

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-m}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \dots (9)$$

แนวโน้ม (Trend):

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots (10)$$

ฤดูกาล (Seasonality) :

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-m} \dots (11)$$

การพยากรณ์ (Forecast):

$$\widehat{Y}_{t+h} = (L_t + hT_t)S_{t+m} \dots (12)$$

4.3.5 ตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ (Winters additive model) มีสมการและตัวแปร ดังนี้ [18]

ระดับ (Level):

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-m}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \dots (13)$$

แนวโน้ม (Trend):

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots (14)$$

ฤดูกาล (Seasonality) :

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-m} \dots (15)$$

การพยากรณ์ (Forecast):

$$\widehat{Y}_{t+h} = L_t + hT_t + S_{t+m} \dots (16)$$

เมื่อ	Y_t	คือ ค่าที่สังเกตได้ในช่วงเวลา t
	L_t	คือ ระดับในช่วงเวลา t
	T_t	คือ แนวโน้มในช่วงเวลา t
	ϕ	คือ ค่าลดที่อยู่ระหว่าง 0 และ 1
	γ	คือ ค่าน้ำหนักฤดูกาลระหว่าง 0 ถึง 1
	S_t	คือ ค่าฤดูกาลในช่วงเวลาปัจจุบัน
	S_{t-m}	คือ ค่าฤดูกาลในช่วงเวลาก่อนหน้า
	α และ β	คือ ค่าคงที่ที่กำหนดน้ำหนักให้กับระดับ และแนวโน้ม

4.4 การประเมินประสิทธิภาพ ประเมินประสิทธิภาพของการพยากรณ์โดยใช้ค่า MAPE, MAE และ MSE ดังนี้ ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) [19]

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \times 100 \dots \dots \dots (17)$$

ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) [20]

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - F_t| \dots \dots \dots (18)$$

ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error: MSE) [21]

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2 \dots \dots \dots (19)$$

เมื่อ

n คือ จำนวนของการสังเกตหรือข้อมูล

Y_t คือ ค่าจริงของตัวแปรเป้าหมาย

ในช่วงเวลาที่ t

F_t คือ ค่าที่ทำนายของตัวแปรเป้าหมาย

ในช่วงเวลาที่ t

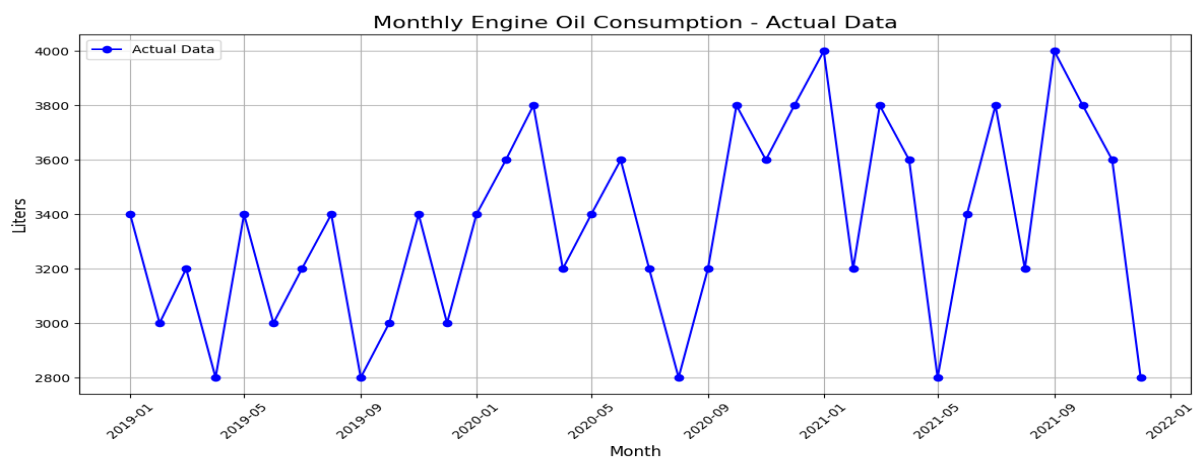
5. ผลการวิจัย

ผลการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ส เพื่อการวางแผนสินค้าคงคลังและการจัดการต้นทุน: กรณีศึกษา ศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา

5.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล นำเสนอการผ่านการสร้างกราฟแบบอนุกรมเวลา (Times series plot) ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการปริมาณน้ำเครื่องระหว่าง พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2564 [5]

เดือน	ลิตร	เดือน	ลิตร	เดือน	ลิตร
ม.ค.-62	3,400	ม.ค.-63	3,400	ม.ค.-64	4,000
ก.พ.-62	3,000	ก.พ.-63	3,600	ก.พ.-64	3,200
มี.ค.-62	3,200	มี.ค.-63	3,800	มี.ค.-64	3,800
เม.ย.-62	2,800	เม.ย.-63	3,200	เม.ย.-64	3,600
พ.ค.-62	3,400	พ.ค.-63	3,400	พ.ค.-64	2,800
มิ.ย.-62	3,000	มิ.ย.-63	3,600	มิ.ย.-64	3,400
ก.ค.-62	3,200	ก.ค.-63	3,200	ก.ค.-64	3,800
ส.ค.-62	3,400	ส.ค.-63	2,800	ส.ค.-64	3,200
ก.ย.-62	2,800	ก.ย.-63	3,200	ก.ย.-64	4,000
ต.ค.-62	3,000	ต.ค.-63	3,800	ต.ค.-64	3,800
พ.ย.-62	3,400	พ.ย.-63	3,600	พ.ย.-64	3,600
ธ.ค.-62	3,000	ธ.ค.-63	3,800	ธ.ค.-64	2,800



ภาพที่ 1 ปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรถบรรทุกขนาดใหญ่ (มกราคม 2562 - ธันวาคม 2564)

จากตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1 แสดงปริมาณการใช้ น้ำมันเครื่องรถบรรทุกขนาดใหญ่รายเดือน ณ

ศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564

ข้อมูลนี้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง ซึ่งพบว่า ผลการทดสอบ Stationarity ของข้อมูลด้วย ADF Test (Augmented Dickey-Fuller Test) ข้อมูลการปริมาณน้ำเครื่องระหว่าง พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2564 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบ stationary

สถิติทดสอบ	ค่า p-value	Critical Values (1%)	Critical Values (5%)	Critical Values (10%)
ADF	0.3861	-3.7112	-2.9812	-2.6301

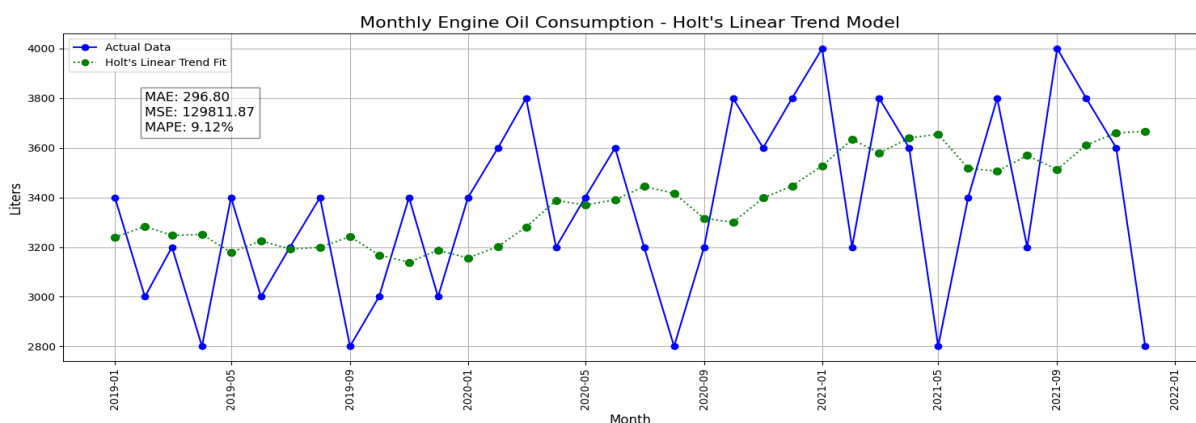
จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบ stationary พบว่ามีค่า p-value (0.386) มากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) และค่าสถิติทดสอบ ADF (-1.789) มีค่ามากกว่าค่าวิกฤตทุกระดับ จึงสรุปได้ว่าข้อมูลของปริมาณน้ำมันเครื่องระหว่าง พ.ศ. 2562 - พ.ศ. 2564 มีความไม่นิ่ง (Non-stationary) ซึ่งหมายความว่าข้อมูลมีแนวโน้ม ฤดูกาล หรือความแปรปรวนที่ไม่คงที่ตามเวลาและทำการวิเคราะห์ผล Residual Diagnostics ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ผลการทดสอบ Residual Diagnostics

การทดสอบ	ค่า	p-value
Ljung-Box Test (lag=10)	lb_stat = 12.44	0.257
Shapiro-Wilk Test	W = 0.939	0.048

จากตารางที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 พบว่าค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์เชิงเวลา (Residuals เป็น White Noise) ตามผล Ljung-Box Test (p-value=0.257) ผล Shapiro-Wilk Test (p-value=0.048) ซึ่งว่าข้อมูลไม่กระจายตัวแบบปกติ แต่ไม่มีผลกระทบต่อพยากรณ์ สอดคล้องกับผล Stationarity Test (p-value=0.386) ที่บ่งชี้ว่าข้อมูลไม่เป็น Stationary ซึ่งสามารถนำไปพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง Holt-Winter's ได้โดยตรง ดังนั้นการใช้แบบจำลอง Holt-Winters จึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้พยากรณ์ข้อมูล เมื่อพิจารณาจากกราฟจะเห็นว่าปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา โดยมีการผันผวนอย่างเห็นได้ชัดในบางเดือน เช่น เดือนมกราคมของทุกปีที่ปริมาณการใช้น้ำมันลดลง และเดือนเมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2563 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2564 ที่ปริมาณการใช้น้ำมันเครื่องสูงกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ ซึ่งบ่งชี้ถึงความจำเป็นในการใช้แบบจำลองที่สามารถพิจารณาแนวโน้มและความผันผวนของข้อมูล

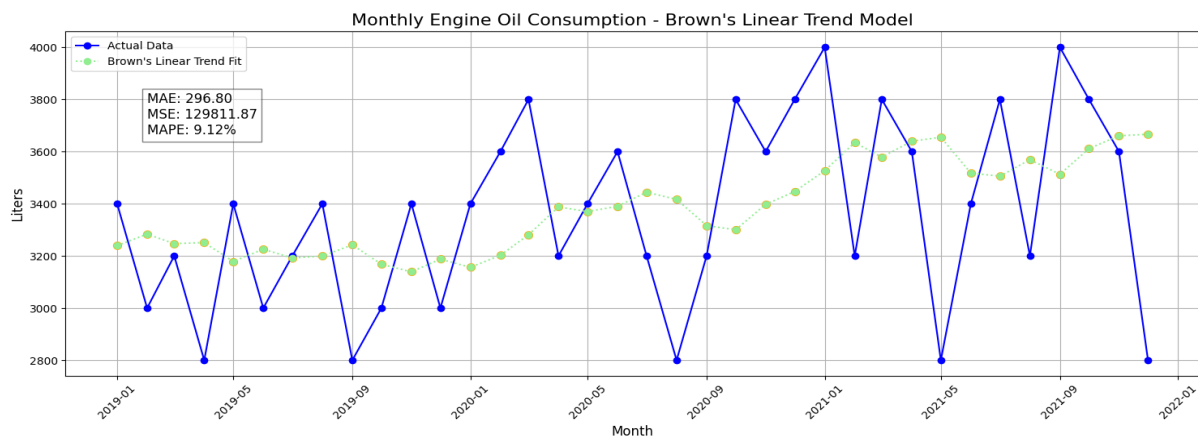
5.2 ผลการทำนาย แสดงผลการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลอง Holt-Winters ประกอบด้วย แนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลดตัวแบบวินเทอร์สแบบคูณ และตัวแบบวินเทอร์สแบบบวก ดังภาพที่ 2 ถึง 6



ภาพที่ 2 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์

จากภาพที่ 2 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ (Holt's linear trend model) เทียบกับข้อมูลจริง แบบจำลองนี้เหมาะกับข้อมูลที่มีแนวโน้มเชิงเส้น แต่ไม่คำนึงถึงองค์ประกอบฤดูกาล จากภาพ

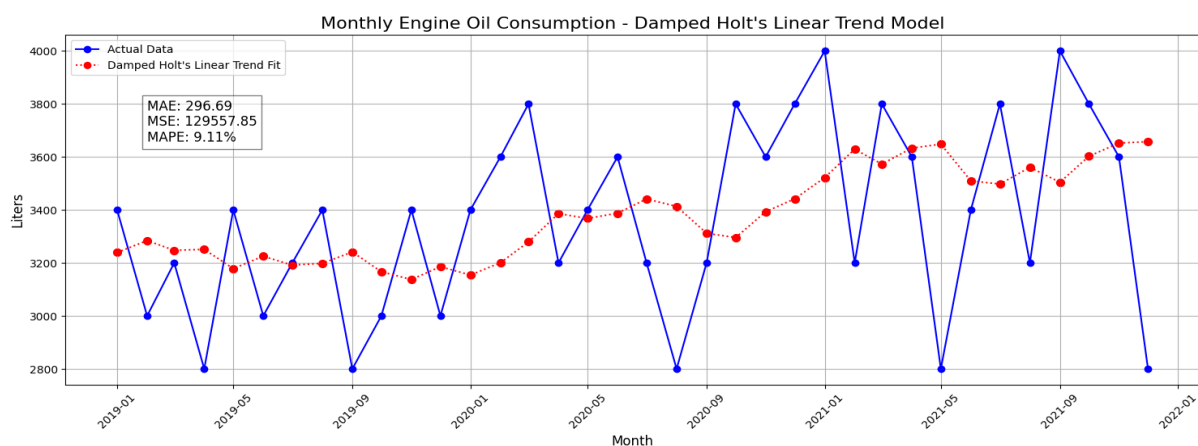
จะเห็นได้ว่าแบบจำลองสามารถจับแนวโน้มโดยรวมของข้อมูลได้ แต่ยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง โดยเฉพาะในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น ช่วงกลางปี พ.ศ. 2563 และต้นปี พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นช่วงที่มีความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องเพิ่มขึ้นสูงกว่าปกติ



ภาพที่ 3 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์

จากภาพที่ 3 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ (Brown's linear trend model) เทียบกับข้อมูลจริง เช่นเดียวกับแบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ แบบจำลองนี้เหมาะกับข้อมูลที่มีแนวโน้มเชิงเส้น

แต่ไม่คำนึงถึงองค์ประกอบฤดูกาล จากภาพจะเห็นได้ว่าแบบจำลองสามารถจับแนวโน้มโดยรวมของข้อมูลได้เช่นกัน แต่มีความคลาดเคลื่อนมากขึ้น โดยเฉพาะในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น ช่วงกลางปี พ.ศ. 2563 และต้นปี พ.ศ. 2564



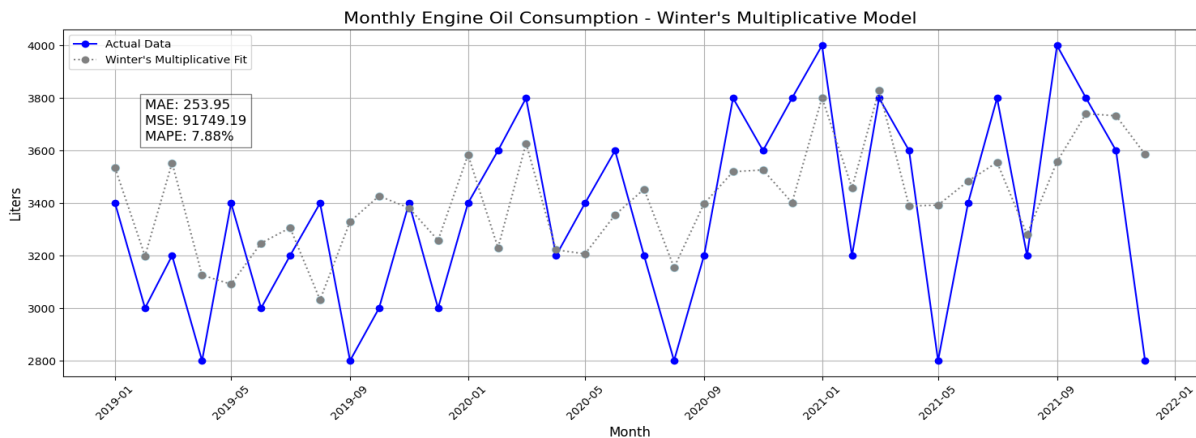
ภาพที่ 4 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด

จากภาพที่ 4 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนโดยใช้แบบจำลองแนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด (Damped linear trend model) เทียบกับข้อมูลจริง แบบจำลองนี้คล้ายกับแบบจำลอง

แนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์และบราวน์ แต่มีการลดน้ำหนักของแนวโน้มลงเมื่อเวลาผ่านไป ทำให้การ

ทำนายในระยะยาวมีความเสถียรมากขึ้น จากภาพจะเห็นว่าแบบจำลองนี้มีความคล้ายคลึงกับแบบจำลองก่อนหน้า สามารถจับแนวโน้มโดยรวมของข้อมูลได้ และ

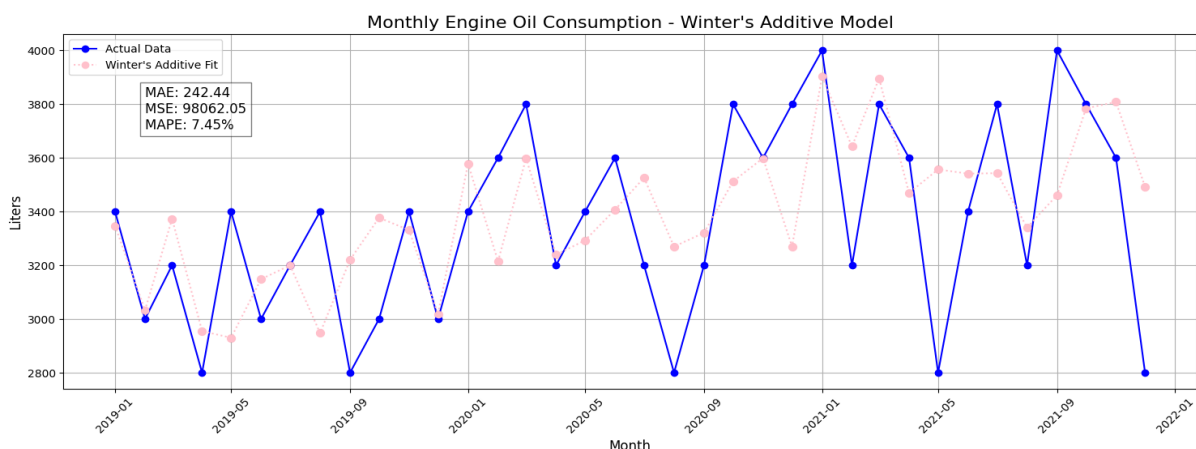
มีความคลาดเคลื่อนในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเช่น ช่วงกลางปี พ.ศ. 2563 และต้นปี พ.ศ. 2564



ภาพที่ 5 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลองวินเทอร์สแบบคูณ

จากภาพที่ 5 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนโดยใช้แบบจำลองวินเทอร์สแบบคูณ (Winter's multiplicative model) เทียบกับข้อมูลจริง แบบจำลองนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล โดยองค์ประกอบฤดูกาลจะถูกนำมาพิจารณาในรูปแบบการคูณ จากภาพจะเห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถจับรูปแบบความต้องการที่ขึ้นลงตามฤดูกาลได้ดีในระดับหนึ่ง สังเกตได้จากเส้นทำนาย (สีเทา) ที่มีลักษณะขึ้นลงสอดคล้องกับข้อมูลจริง

(สีน้ำเงิน) และยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ โดยเฉพาะในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของความต้องการที่รวดเร็ว เช่น ช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม พ.ศ 2563 และช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ 2563 - มกราคม พ.ศ 2564 อย่างไรก็ตาม ยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ได้รวมอยู่ในแบบจำลองหรือความไม่สมบูรณ์ของแบบจำลองในการจับรูปแบบความต้องการที่ซับซ้อน



ภาพที่ 6 ผลการทำนายปริมาณเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้แบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก

จากภาพที่ 6 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนโดยใช้แบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก (Winter's additive model) เทียบกับข้อมูลจริง แบบจำลองนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล โดยองค์ประกอบฤดูกาลจะถูกนำมาพิจารณาในรูปแบบการบวก จากภาพจะเห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถจับรูปแบบความต้องการที่ขึ้นลงตามฤดูกาลได้ดีใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมาก เส้นกราฟทำนายมีแนวโน้มและรูปแบบการขึ้นลงใกล้เคียงกับเส้นกราฟข้อมูลจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถทำนายจุดสูงสุดของความ ต้องการได้ค่อนข้างแม่นยำในหลาย ๆ จุด แม้ในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของความต้องการที่รวดเร็ว เช่น ช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม พ.ศ. 2563 และช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 - มกราคม พ.ศ. 2564 ก็ตาม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกมีความสามารถในการทำนายที่แม่นยำสูงสำหรับชุดข้อมูลนี้ และการพิจารณาองค์ประกอบฤดูกาลในรูปแบบการบวกเหมาะสมกับข้อมูลนี้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบ MAE, MSE และ MAPE ของแบบจำลองต่าง ๆ

แบบจำลอง	MAE	MSE	MAPE (%)
แนวโน้มของโฮลท์	296.80	129,811.87	9.12
แนวโน้มของบราวน์	373.42	204,876.67	11.39
แนวโน้มแบบมีค่าลด	296.69	129,557.85	9.11
วินเทอร์สแบบคูณ	253.95	91,749.19	7.88
วินเทอร์สแบบบวก	242.44	98,062.05	7.45

จากตารางที่ 2 ตารางนี้แสดงค่า MAE, MSE และ MAPE ของแบบจำลองการพยากรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ แนวโน้มเชิงเส้นของโฮลท์ แนวโน้มเชิงเส้นของบราวน์ แนวโน้มเชิงเส้นแบบมีค่าลด วินเทอร์สแบบคูณ และ วินเทอร์สแบบบวก จากผลลัพธ์พบว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกให้ค่า MAE, MSE และ MAPE ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่น ๆ โดยผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของค่า MAPE แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	337.31	4	84.33	1.67	0.159
Within Groups	8836.80	175	50.50		
Total	9174.11	179			

จากตารางที่ 3 พบว่าค่า F เท่ากับ 1.67 และค่า P-value เท่ากับ 0.159 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างค่า MAPE เฉลี่ยของทั้ง 5 แบบจำลอง นั่นหมายความว่าแบบจำลองทั้งหมดมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน และจากการวิเคราะห์วิเคราะห์ความไวของแต่ละแบบจำลอง (Sensitivity analysis) ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และ ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence interval ของค่า MAPE) [22] เพื่อเปรียบเทียบการกระจายตัวของความผิดพลาดในแต่ละแบบจำลองดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความไว (sensitivity analysis) ค่า MAPE ของแต่ละแบบจำลอง

แบบจำลอง	MAPE (%)	S.D.	ช่วงความเชื่อมั่น 95 %
แนวโน้มของโฮลท์	9.12	7.16	6.78 -11.46
แนวโน้มของบราวน์	11.39	8.44	8.63 -14.15
แนวโน้มแบบมีค่าลด	9.11	7.12	6.79 -11.44
วินเทอร์สแบบคูณ	7.88	5.88	5.96 -9.80
วินเทอร์สแบบบวก	7.45	6.68	5.27 -9.64

จากตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity analysis) ของแบบจำลองการพยากรณ์ต่างๆ ได้แก่ แนวโน้มของโฮลท์ แนวโน้มของบราวน์, แนวโน้มแบบมีค่าลด, วินเทอร์สแบบคูณ และวินเทอร์สแบบบวก โดยแสดงค่า MAPE ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ของ MAPE และช่วงความเชื่อมั่นของ MAPE ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกมีความแม่นยำและเสถียรที่สุด โดยมีค่า MAPE ต่ำที่สุดที่ 7.45 % และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุดที่ 6.68 ซึ่งบ่งชี้ว่าผลการพยากรณ์มีความผันผวนน้อย และมีความน่าเชื่อถือสูง ในขณะที่แบบจำลองแนวโน้มของบราวน์ มีความผันผวนของค่า MAPE สูงที่สุด โดยมีค่า Mean MAPE สูงถึง 11.39% และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 8.44 แสดงถึงความไม่เสถียรของแบบจำลอง ช่วงความเชื่อมั่นของ MAPE ในแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกก็แคบที่สุด โดยอยู่ระหว่าง 5.27% ถึง 9.64% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำและความน่าเชื่อถือที่สูงกว่าแบบจำลองอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น แบบจำลองแนวโน้มของโฮลท์มีค่า MAPE ที่ 9.12% และช่วงความเชื่อมั่นกว้างกว่า อยู่ที่ 6.78% ถึง 11.46 % ซึ่งรวมไปถึงค่า MAE และ MSE จากตารางที่ 2 ที่ต่ำที่สุดบ่งชี้ว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกมีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุดและสามารถจับรูปแบบของข้อมูลได้ดีกว่าแบบจำลองอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล โดยแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกสามารถพิจารณาองค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ผลการพยากรณ์ล่วงหน้า หลังจากประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองต่าง ๆ และพบว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด จึงนำแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกมาใช้ในการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องล่วงหน้า 36 เดือน (มกราคม พ.ศ. 2565 - ธันวาคม พ.ศ. 2567) ดังตารางที่ 5 ที่แสดงผลการพยากรณ์ปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องรายเดือนสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ในจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 โดยใช้แบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุดตามที่นำเสนอในผลการวิจัย จากตารางจะเห็นว่าปริมาณความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

เล็กน้อยในแต่ละปี และยังคงมีรูปแบบความผันผวนตามฤดูกาล โดยมีความต้องการสูงในช่วงเดือนมกราคมและมกราคมของทุกปี สอดคล้องกับช่วงเวลาที่ธุรกิจขนส่งสินค้าคึกคัก และความต้องการต่ำในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ สิงหาคม และธันวาคม ซึ่งอาจเป็นช่วงที่ธุรกิจขนส่งสินค้าชะลอตัว ผลการพยากรณ์นี้สามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผนการจัดการสต็อกน้ำมันเครื่อง การจัดสรรทรัพยากร และการวางแผนกำลังคน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการในอนาคต

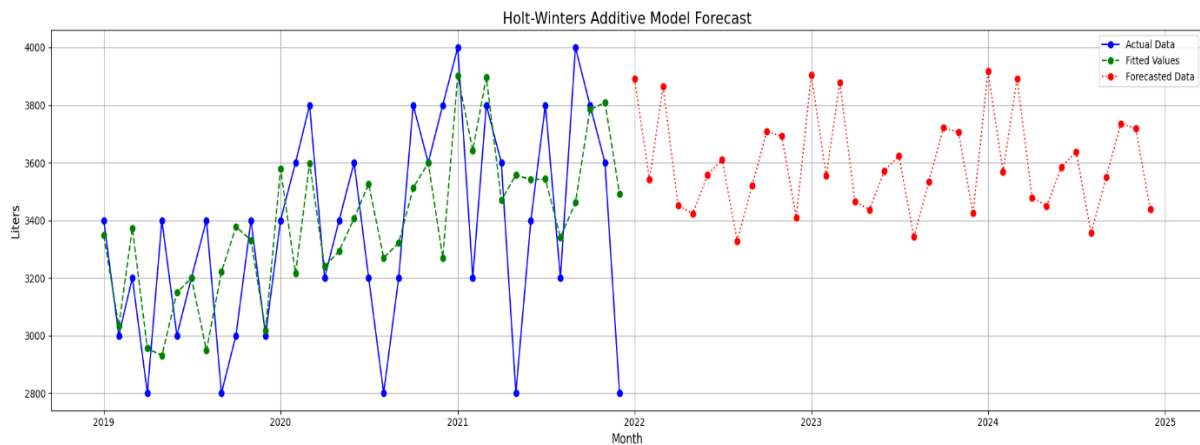
ตารางที่ 5 ตารางการพยากรณ์ปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง (ลิตร) พ.ศ. 2565-พ.ศ. 2567

เดือน	พ.ศ. 2565	พ.ศ. 2566	พ.ศ. 2567
มกราคม	3,890	3,904	3,917
กุมภาพันธ์	3,540	3,554	3,567
มีนาคม	3,865	3,878	3,892
เมษายน	3,452	3,465	3,479
พฤษภาคม	3,422	3,436	3,449
มิถุนายน	3,558	3,571	3,585
กรกฎาคม	3,610	3,624	3,637
สิงหาคม	3,328	3,341	3,355
กันยายน	3,521	3,535	3,548
ตุลาคม	3,707	3,720	3,734
พฤศจิกายน	3,692	3,705	3,719
ธันวาคม	3,410	3,424	3,437

และภาพที่ 7 แสดงผลการทำนายปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้โดยแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก (เส้นประสีแดง) เทียบกับข้อมูลจริง (เส้นสีน้ำเงิน) และค่าที่คำนวณจากแบบจำลอง (เส้นสีเขียว) จะเห็นว่าโดยแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกสามารถทำนายแนวโน้มของปริมาณการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องในอนาคต (พ.ศ. 2565- พ.ศ. 2567) ได้อย่างน่าสนใจ โดยเส้นกราฟแสดงถึงรูปแบบการขึ้นลงของความ ต้องการที่เป็นไปตามฤดูกาล และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะยาว รูปแบบการพยากรณ์นี้สอดคล้องกับรูปแบบของข้อมูลจริงในอดีต ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแบบจำลองในการจับรูปแบบความ

ต้องการ แม้ว่าจะไม่ได้พยากรณ์ค่าที่แม่นยำทุกจุดก็ตาม ส่วนการพยากรณ์ที่เป็นเส้นประสีแดง แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มโดยรวมที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งสามารถ

นำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 7 การพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องโดยใช้โดยแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก

6. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โดยใช้ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์สและแนวโน้มเชิงเส้น กรณีศึกษาศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกให้ผลการพยากรณ์ที่ดีที่สุด โดยมีค่า MAPE, MAE และ MSE ต่ำสุด เมื่อเทียบกับแบบจำลองอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ishak and Jaapar [23] ที่ใช้ Holt-Winters ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาและพบว่าแบบจำลองนี้เหมาะสมกับข้อมูลที่มีฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อข้อมูลมีความสัมพันธ์กันในระยะยาว แบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกสามารถพิจารณาองค์ประกอบฤดูกาลและแนวโน้มของข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องที่มีความผันผวนตามช่วงเวลาและมีรูปแบบการขึ้นลงซ้ำๆ อย่างไรก็ตามแบบจำลองยังคงมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยภายนอกที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในแบบจำลอง เช่น สภาพเศรษฐกิจ นโยบายของรัฐ หรือเหตุการณ์

พิเศษต่างๆ โดย Phuchittrasin et al. [5] ได้เปรียบเทียบวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่ายกับแบบจำลองอื่น ๆ การเปรียบเทียบกับวิธี พบว่าวิธีเหล่านี้ให้ความแม่นยำในการพยากรณ์ต่ำกว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เช่น Holt-Winters ในการทำนายความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุก และพบว่า Holt-Winters ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า อย่างไรก็ตาม Phuchittrasin et al. [5] มีข้อจำกัดที่ไม่ได้พิจารณาแบบจำลองที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น แบบจำลอง ARIMA หรือ SARIMA และไม่ได้พิจารณาปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อความต้องการ เช่น สภาพเศรษฐกิจ หรือ นโยบายของรัฐ รวมไปถึงไม่ได้มีการพยากรณ์ปริมาณความต้องการน้ำมันเครื่องซึ่งเป็นการวิจัยที่มีความแตกต่างจากบทความนี้ เนื่องด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่มีรูปแบบง่าย ๆ และไม่สามารถจับรูปแบบความต้องการที่ซับซ้อน เช่น ข้อมูลที่มีทั้งแนวโน้มและฤดูกาล ได้ดีเท่าแบบจำลองวินเทอร์ส สำหรับงานวิจัยนี้มีส่วนสนับสนุนองค์ความรู้ด้าน

การพยากรณ์ความต้องการ โดยเฉพาะในบริบทของการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุก เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Ishak and Jaapar [23] ที่ใช้ Holt-Winters ในการพยากรณ์การเก็บขยะกาด และ Pleños [14] ที่ใช้ Holt-Winters ในการพยากรณ์การผลิตเส้นใยอะบัก้า ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการสต็อกน้ำมันเครื่องและการจัดสรรทรัพยากรของศูนย์บริการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและลดต้นทุน รวมไปถึง Williams และ Hoel [9] ที่ทำการพยากรณ์ปริมาณการจราจรและ Rodriguez และคณะ [8] ได้พยากรณ์ความต้องการใช้น้ำ ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพและความราบรื่นของกระบวนการโลจิสติกส์ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของแบบจำลอง Holt-Winters ในการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านโลจิสติกส์ เพื่อสนับสนุนการวางแผนและการจัดการทรัพยากร และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานในภาพรวม อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยภายนอกที่อาจมีผลต่อความต้องการ เพื่อพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการขนส่งสินค้า สภาพเศรษฐกิจ และความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง และนำปัจจัยเหล่านี้มาประกอบในการสร้างแบบจำลอง โดยอาจใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงสถิติขั้นสูง เช่นเดียวกับที่ Alemu et al. [24] ได้ใช้ SARIMA และ Holt-Winters ในการพยากรณ์ระดับโอโซน

7. ข้อเสนอแนะการนำไปใช้งาน

7.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองวินเทอร์สแบบบวกมีความเหมาะสมในการพยากรณ์ความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องสำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของศูนย์บริการรถบรรทุกในจังหวัดสงขลาได้ โดยศูนย์บริการสามารถนำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการวางแผนการจัดการสต็อก

น้ำมันเครื่อง เพื่อให้มีปริมาณน้ำมันเครื่องเพียงพอต่อความต้องการ ลดความเสี่ยงของสินค้าขาดตลาด และลดต้นทุนการจัดเก็บสินค้าคงคลัง นอกจากนี้ ผลการพยากรณ์ยังสามารถใช้ในการวางแผนกำลังคน เพื่อให้มีพนักงานเพียงพอต่อการให้บริการในช่วงเวลาที่มีความต้องการสูง และลดปัญหาการรอคอยของลูกค้า และไปสู่การพัฒนาระบบพยากรณ์แบบ Real-time [25] ในอนาคตต่อไป

7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาเพื่อขยายผลต่อไปประโยชน์ทางสาธารณะ

งานวิจัยนี้มุ่งหวังให้ผลลัพธ์ที่ได้ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อสาธารณะ โดยเฉพาะการยกระดับอุตสาหกรรมขนส่งและคุณภาพชีวิต ซึ่งนำไปสู่ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและแนวทางการพัฒนา ดังนี้

7.2.1 พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานข้อมูล เสนอให้สร้างฐานข้อมูลกลางระดับจังหวัดหรือประเทศ รวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องจากศูนย์บริการต่างๆ เพื่อให้เห็นภาพรวมความต้องการและแนวโน้ม สนับสนุนการกำหนดนโยบายและการวางแผนของภาครัฐ เช่น กรมการขนส่งทางบก ในการบริหารจัดการและควบคุมมลพิษ รวมถึงเป็นฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาและพัฒนานวัตกรรมด้านการขนส่งต่อไป

7.2.2 พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ นำแบบจำลองการพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้น สร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้ประกอบการศูนย์บริการ โดยเฉพาะ SMEs ให้สามารถคำนวณปริมาณน้ำมันเครื่องที่เหมาะสม แจ้งเตือนการสั่งซื้อ และบริหารสต็อกเพื่อลดต้นทุนและป้องกันปัญหาสินค้าขาดตลาด โดยควรพัฒนาระบบให้เข้าถึงง่าย เช่น ผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ

7.2.3 ส่งเสริมการบำรุงรักษาและรักษาสິงแวดล้อม ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจเรื่องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องตามกำหนดและการเลือกใช้น้ำมันเครื่องที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านช่องทางต่าง ๆ เช่น สื่อออนไลน์ สื่อสิ่งพิมพ์ และอบรม เพื่อสร้างจิตสำนึก

แก่ผู้ประกอบการ ส่งผลต่อประสิทธิภาพเครื่องยนต์ อายุการใช้งานรถ ความปลอดภัย และลดมลพิษ

7.2.4 การบูรณาการกับระบบ ERP ของ ศูนย์บริการ โดยเฉพาะรายย่อย คำนวณปริมาณ น้ำมันเครื่องที่ควรสั่ง แจ้งเตือนเมื่อใกล้หมด เพื่อลด ต้นทุนและป้องกันของขาด รวมไปถึงการแอปพลิเคชันให้ ใช้งานง่าย และบูรณาการระบบนี้เข้ากับระบบวางแผน ทรัพยากรองค์กร (ERP) ของศูนย์บริการ เพื่อให้การ จัดการข้อมูลเป็นไปอย่างอัตโนมัติ และสามารถเชื่อมโยง ข้อมูลกับกระบวนการอื่น ๆ เช่น การจัดซื้อ การจัดการ คลังสินค้า และการบัญชี ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพ การดำเนินงานของศูนย์บริการโดยรวม

ความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และประชาชน ในการพัฒนาตามข้อเสนอแนะ จะเป็นกลไกสำคัญ ในการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ระบบขนส่งที่ยั่งยืน มีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อ ประโยชน์สาธารณะในระยะยาว

7.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

งานวิจัยในอนาคตสามารถต่อยอดจากงานวิจัย นี้ได้โดยการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ที่ซับซ้อน มากขึ้น เช่น ARIMA, SARIMA หรือแบบจำลองที่ใช้ Machine Learning เช่น Neural Networks รวมถึง แบบจำลอง Hybrid ที่ผสมผสานแบบจำลองต่าง ๆ เพื่อ เปรียบเทียบประสิทธิภาพ และศึกษาปัจจัยภายนอกที่มี อิทธิพลต่อความต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง เช่น สภาพเศรษฐกิจ ราคาน้ำมัน นโยบายรัฐ สภาพอากาศ ประเภทและระยะทางการใช้งานรถ พฤติกรรมการขับขี่ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์หรือการ วิเคราะห์การถดถอย ประกอบการสร้างแบบจำลอง นอกจากนี้ ควรขยายขอบเขตการศึกษาไปยังพื้นที่หรือ ศูนย์บริการประเภทอื่นๆ เพื่อให้ผลการวิจัยสามารถ นำไปประยุกต์ใช้ได้กว้างขวางขึ้น และพัฒนาระบบ พยากรณ์แบบเรียลไทม์ที่ปรับปรุงแบบจำลองและผลการ พยากรณ์ได้ต่อเนื่องตามข้อมูลใหม่ เพื่อเพิ่มความแม่นยำ และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็ว

8. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์บริการรถบรรทุก วิทยาลัยศึกษาที่อนุเคราะห์ข้อมูลและให้ความร่วมมือในการ เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Johansen, S. 1992. "Determination of cointegration rank in the presence of a linear trend," *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*. 54(3): pp. 383-397.
- [2] Donaldson, W. A. 1977. "Inventory replenishment policy for a linear trend in demand-an analytical solution," *Journal of the Operational Research Society*. 28(3): pp. 663-670.
- [3] Khuanluean, W. and Kanjanasamranwong, P., 2561. "Factors affecting toward number of automobile sales in Thailand," *Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University*. 20(2): pp. 174-184.
- [4] Buakla, A., Sangsrichan, C., Mahawan, N., Unnan, C., and Pochan, J. 2022. "A factor analysis for influencing the development of truck driver skills in the eastern special development zone," *Industrial Technology and Engineering Pibulsongkram Rajabhat University Journal*. 15(2): pp. 93-106.
- [5] Phuchittrasin, R., Rattanakool, T., Sukkrajang, K., Kaewdee, C., Pansrinual, W., and Sudsomboon, W. 2024. "A comparison of moving average and simple exponential smoothing methods for predicting engine oil change demand in trucks: A case study in

- Songkhla province,” *Academic Journal of Industrial Technology Innovation*. 2(2): pp. 1–12.
- [6] Atoyebi, S. B., Olayiwola, M. F., Oladapo, J. O., and Oladapo, D. I. 2023. “Forecasting currency in circulation in Nigeria using holt-winters exponential smoothing method,” *South Asian Journal of Social Studies and Economics*. 20(1): pp. 25-41.
- [7] Tularam, G. A. and Saeed, T. 2016. “Oil-price forecasting based on various univariate time-series models,” *American Journal of Operations Research*. 6(3): pp. 226-235.
- [8] Rodriguez, H., Puig, V., Flores, J. J., and Lopez, R. 2016. “Combined holt-winters and ga trained ANN approach for sensor validation and reconstruction: application to water demand flowmeters,” In *Proceedings of the 3rd Conference in Control and Fault-Tolerant Systems (SysTol)*, 7-9 September 2016. Barcelona, Spain, pp. 202–207.
- [9] Williams, B. M. and Hoel, L. 1999. Modeling and forecasting vehicular traffic flow as a seasonal stochastic time series process. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/MODELING-AND-FORECASTING-VEHICULAR-TRAFFIC-FLOW-AS-Williams-Hoel/86065d1d235885543cc1973999e6444150c35c7d>. Accessed 21 November 2024.
- [10] Zhou, W., Tao, H., and Jiang, H. 2022. “Application of a novel optimized fractional grey holt-winters model in energy forecasting,” *Sustainability*. 14(5): pp. 1-18.
- [11] Rajopadhye, M., Ghalia, M. B., Wang, P. P., Baker, T., and Eister, C. V. 1999. “Forecasting uncertain hotel room demand,” In *Proceedings of the 1999 American Control Conference (Cat. No. 99CH36251)*, 2-4 June 1999. San Diego, CA, USA, pp. 1925–1929. <https://doi.org/10.3390/su14053118>
- [12] Cleophas, T. J. and Zwinderman, A. H. 2016. “Missing data imputation,” in *Clinical Data Analysis on a Pocket Calculator: Understanding the Scientific Methods of Statistical Reasoning and Hypothesis Testing*, T. J. Cleophas and A. H. Zwinderman, Eds. Cham: Springer International Publishing, pp. 93–97.
- [13] Schlitzter, G. 1995. “Testing the stationarity of economic time series: further Monte Carlo evidence,” *Ricerche Economiche*. 49(2): pp. 125–144.
- [14] Pleños, M. 2022. “Time series forecasting using holt-winters exponential smoothing: application to abaca fiber data,” *PRS*. 22(2): pp. 17–29.
- [15] Touama, D. H. Y. 2014. “Application of the statistical analysis for prediction of the Jordanian GDP by using ARIMA Time series and holt’s linear trend models for the period (2003-2013),” *Mathematical Theory and Modeling*. 4(14): pp. 18-27.

- [16] Sbrana, G. 2012. “damped trend exponential smoothing: prediction and control,” *Journal of Quantitative Economics*. 10(2): pp. 152–192.
- [17] Hansun, S. 2017. “New estimation rules for unknown parameters on holt-winters multiplicative method,” *J. Math. Fund. Sci.* 49(2): pp. 127-135.
- [18] Starychenko, Y., Skrypnik, A., Babenko, V., Klymenko, N., and Tuzhyk, K. 2020. “Food security indices in ukraine: forecast methods and trends,” *Studies of Applied Economics*. 38(4): pp. 1–8.
- [19] Ahmar, A. S. 2020. “Forecast error calculation with mean squared error (MSE) and mean absolute percentage error (MAPE),” *JINAV: Journal of Information and Visualization*. 1(2): pp. 94–96.
- [20] Robeson, S. M. and Willmott, C. J. 2023. “Decomposition of the mean absolute Error (MAE) into systematic and unsystematic components,” *PloS one*. 18(2): e0279774. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279774>
- [21] Hodson, T. O., Over, T. M., and Foks, S. S. 2021. “Mean squared error, deconstructed,” *J Adv Model Earth Syst*. 13(12): p. e2021MS002681. <https://doi.org/10.1029/2021MS002681>
- [22] Putri, T. H., Jaya, I. G. N. M., Toharudin, T., and Kristiani, F., 2024. “Sensitivity analysis of the PC hyperprior for range and standard deviation components in Bayesian spatiotemporal high-resolution prediction: an application to PM2.5 prediction in Jakarta, Indonesia,” *10.5267/j.ijdns*. 8(2): pp. 871–880.
- [23] Ishak, M. F. and Mohd Jaapar, A., 2021. “Utilization of holt-winters forecasting model in Lembaga Zakat Selangor (LZS) for Zakat Collection,” *MJoSHT*. 7(Special Issue): pp. 40-47.
- [24] Alemu, A. B., Parakash Raju, U. J., Seid, A. M., and Damtie, B. 2023. “Comparative study of seasonal autoregressive integrated moving average and holt-winters modeling for forecasting monthly ground-level ozone,” *AIP Advances*. 13(3): e035303. <https://doi.org/10.1063/5.0132812>
- [25] Bouyahrouzi, E. M., Kihel, A. E., Embarki, S., and Kihel, B. E. 2023. “Maintenance 4.0 model development for production lines in industry 4.0 using a deep learning approach and IoT data in real-time: an experimental case study,” *In Proceedings of the 12th International Conference in Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, 21 December 2023. Dortmund, Germany, pp. 157–162.

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า: กรณีศึกษาผู้บริโภคในจังหวัดสงขลา

Factors Influencing Electric Vehicle Purchase Decisions: A Case Study of Songkhla Province

ชนานันท์ สุขกระจ่าง¹ กันต์ธมน สุขกระจ่าง^{2*} ธนะรัตน์ รัตนกุล² ฉัตรชัย แก้วดี³ วีรพล ปานศรีนวล³
วีระยุทธ สุดสมบุญ³ และรอยหทัย แก้วใหม่⁴

Chananan Sukkrajang¹, Kantamon Sukkrajang^{2*}, Tanarat Rattanakool², Chatchai Kaewdee³,
Weeraphol Pansrinual³, Weerayute Sudsomboon³ and Roihatai Kaewmai⁴

¹ SFS CLINIC อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

² คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

³ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

⁴ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมอุตสาหกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: kantamon.su@skur.ac.th

วันที่รับบทความ: 30 พฤศจิกายน 2567; วันที่ทบทวนบทความ: 11 ธันวาคม 2567; วันที่ตอบรับบทความ: 12 ธันวาคม 2567

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 30 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานกับพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่จังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างคือผู้ใช้บริการสถานีอัดประจุไฟฟ้า จำนวน 120 ราย (จากแบบสอบถามที่แจกจ่ายทั้งหมด 150 ชุด) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านแบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และสถิติสัมพันธ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลการศึกษาพบว่า ผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (คิดเป็นร้อยละ 72.50 ของกลุ่มตัวอย่าง) มีอายุระหว่าง 30-50 ปี (คิดเป็นร้อยละ 53.40) ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส (ร้อยละ 67.50) การศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 52.50) ประกอบอาชีพเจ้าของกิจการ/ธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 42.50) และมีรายได้ 15,000-25,000 บาท (ร้อยละ 43.30) โดยมีเพื่อน/คนใกล้ชิด (ร้อยละ 34.20) และสมาชิกในครอบครัว (ร้อยละ 26.70) เป็นผู้มีอิทธิพลต่อการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่าบุคคลที่มีความพร้อมด้านการเงิน การศึกษา และมีเครือข่ายทางสังคมที่สนับสนุน จะมีแนวโน้มที่จะซื้อรถยนต์ไฟฟ้ามากกว่า วัตถุประสงค์หลักในการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าคือเพื่อความสะดวกในการเดินทางไปทำงาน/เรียน (ร้อยละ 45.80) และผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้ากลุ่มนี้ใช้รถทุกวัน (ร้อยละ 43.30) ส่วนใหญ่มีรถยนต์ไฟฟ้าไม่ใช่คันแรก (ร้อยละ 62.50) และมีรถน้ำมันอยู่แล้ว (ร้อยละ 71.70) แสดงให้เห็นว่ารถยนต์ไฟฟ้าถูกใช้เป็นรถคันที่สองเพื่อการเดินทางในเมืองเป็นหลัก และยังไม่สามารถทดแทนรถยนต์สันดาปภายในได้อย่างสมบูรณ์ โดยผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้ากลุ่มนี้ไม่มีความวิตกกังวลเรื่องค่าใช้จ่าย (ร้อยละ 75.80) และนิยมชาร์จรถในวันและเวลาที่สะดวก (ร้อยละ 55.00) ซึ่งอาจสะท้อนถึงความเพียงพอของโครงสร้างพื้นฐานการชาร์จในปัจจุบัน และการที่ผู้ใช้สามารถบริหารจัดการการชาร์จได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อพบว่า ปัจจัยด้านการตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออย่างมากที่สุด (โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32) บ่งชี้ว่าผู้บริโภคกลุ่มนี้ให้ความสำคัญกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม และมองว่า

รถยนต์ไฟฟ้าเป็นทางเลือกที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ระหว่างอายุกับวัตถุประสงค์ของการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า และพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ระหว่างสถานภาพและรายได้กับวัตถุประสงค์ของการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งยืนยันว่าปัจจัยด้านอายุ สถานภาพ และรายได้ ล้วนมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อและวัตถุประสงค์ในการใช้รถยนต์ไฟฟ้า

คำสำคัญ: รถยนต์ไฟฟ้า การตัดสินใจซื้อ จังหวัดสงขลา

Abstract: This study aimed to investigate the relationship between demographics and electric vehicle (EV) usage behavior, and to explore the factors influencing EV purchase decisions in Songkhla province, Thailand. The sample consisted of 120 EV users at charging stations (out of 150 distributed questionnaires). Data were collected through questionnaires and analyzed using descriptive statistics and Pearson's correlation coefficient. The results revealed that the majority of EV users were male (72.50 %), aged 30-50 (53.40 %), married (67.50 %), held a bachelor's degree (52.50 %), worked as business owners/entrepreneurs (42.50 %), and earned 15,000-25,000 THB monthly (43.30 %). Friends/close acquaintances (34.20 %) and family members (26.70 %) were the primary influencers in their EV purchase decisions, supporting the hypothesis that individuals with financial stability, higher education, and supportive social networks are more likely to adopt EVs. The main reason for purchasing an EV was convenience for commuting/daily use (45.80 %), with most users driving their EVs daily (43.30 %). Most EV owners already possessed a gasoline-powered vehicle, and the EV was not their first car (62.50 %), indicating that EVs are primarily used as a secondary vehicle for urban commuting and have not fully replaced internal combustion engine vehicles. Most EV users in this study did not express concerns about future EV running costs (75.80 %) and preferred charging at their convenience (55.00 %), suggesting adequate current charging infrastructure and effective charge management by users. Environmental awareness was the strongest factor influencing EV purchase decisions (mean = 4.46, standard deviation = 0.32), highlighting the importance of environmental consciousness among EV adopters. Furthermore, statistically significant correlations were found between age and purchase intention ($p = 0.01$), as well as between marital status and income with purchase intention ($p = 0.05$), confirming the influence of demographics and socioeconomic factors on EV adoption and usage.

Key words: Electric Vehicles, Purchase Decision, Songkhla Province

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความกังวลเกี่ยวกับมลพิษทางอากาศที่เพิ่มสูงขึ้นทั่วโลก ผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบขนส่งที่ยั่งยืน โดยรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ถูกมองว่าเป็นทางเลือกที่สำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 12% เมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล [1] และลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล [2], [3] รัฐบาลทั่วโลกต่างให้ความสำคัญกับการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าผ่านนโยบายและสิ่งจูงใจต่าง ๆ เช่น การอุดหนุนราคา การลดหย่อนภาษี และการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐาน การชาร์จ เพื่อกระตุ้นตลาดและเร่งการเปลี่ยนผ่านสู่การขนส่งที่ยั่งยืน [2], [4], [5] เช่นเดียวกับประเทศไทย รัฐบาลได้กำหนดนโยบายสนับสนุนการใช้รถยนต์ไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องที่สอดคล้องกับนโยบายของโลก เช่น การสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสำหรับ EV [6] และแผน 30@30 ซึ่งมีเป้าหมายที่จะให้รถยนต์ไฟฟ้าเป็นสัดส่วน 30% ของยอดขายรถยนต์ใหม่ภายในปี 2030 [7] เพื่อมุ่งสู่เป้าหมายการลดการปล่อยมลพิษและสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน สอดคล้องกับเทรนด์การเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมยานยนต์ทั่วโลกที่กำลังมุ่งสู่การพัฒนาการรถยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจัง เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาดและสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน [8], [9] ความสำเร็จของการเปลี่ยนผ่านสู่การขนส่งที่ยั่งยืนนี้ ยังเชื่อมโยงกับภาคการท่องเที่ยว ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีศักยภาพด้านการท่องเที่ยวอย่างจังหวัดสงขลา การมีโครงสร้างพื้นฐานด้านรถยนต์ไฟฟ้าที่ครอบคลุม ย่อมส่งผลต่อการตัดสินใจเดินทางของนักท่องเที่ยว และสามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวกลุ่มใหม่ที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อม [9] อย่างไรก็ตามการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน โดยได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลากหลายมิติ ทั้งปัจจัยภายใน เช่น ความตระหนักรู้ ความสนใจ การรับรู้ ทัศนคติ แรงจูงใจ และความต้องการส่วนบุคคล รวมถึงปัจจัย

ภายนอก เช่น ราคารถยนต์ ความพร้อมของสถานีชาร์จ นโยบายของรัฐบาล และอิทธิพลทางสังคม [10], [11], [12], [13] การศึกษาในหลายพื้นที่พบว่า ราคา ระยะทางวิ่ง ประสิทธิภาพความทนทาน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ค่าบำรุงรักษา และการเข้าถึง เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า [14] นอกจากนี้ ความพร้อมของสินค้า ความหลากหลายของรุ่นรถ และระยะเวลาการรอรับรถ ก็เป็นปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญ [14] สำหรับประเทศไทย การรับรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี ความกังวลเกี่ยวกับสถานีชาร์จ และราคาเป็นอุปสรรคสำคัญที่ขัดขวางการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า [5] ปัจจัยเหล่านี้ยังส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้รถยนต์ไฟฟ้าในการเดินทางท่องเที่ยวอีกด้วย เนื่องจากนักท่องเที่ยวต้องคำนึงถึงความสะดวกสบาย ความคุ้มค่า และความพร้อมของสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ [9]

จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นเมืองเศรษฐกิจสำคัญของภาคใต้ มีศักยภาพในการเป็นพื้นที่นำร่องสำหรับการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังขาดการศึกษาวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การขาดความเข้าใจอย่างครบถ้วนเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค แรงจูงใจ และอุปสรรคสำคัญที่ทำให้การยอมรับรถยนต์ไฟฟ้าที่ยั่งยืนในพื้นที่ยังมีจำกัด การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นที่การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในพื้นที่จังหวัดสงขลา เพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรมผู้บริโภค แรงจูงใจ และอุปสรรคในการเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อให้สามารถนำข้อมูลเชิงลึกไปใช้ประโยชน์ในการสื่อสาร และการนำเสนอรถยนต์ไฟฟ้าในจังหวัดสงขลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการวางแผนการเข้าถึงกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย และการพัฒนาข้อเสนอที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค และกระตุ้นยอดขาย เพื่อให้การทำตลาดรถยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดนโยบาย กลยุทธ์ทางการตลาด

และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในจังหวัดสงขลาอย่างมีประสิทธิภาพ และขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบขนส่งที่ยั่งยืนในประเทศไทยต่อไป รวมถึงการพัฒนาภาคการท่องเที่ยวในจังหวัดสงขลาให้เติบโตอย่างยั่งยืน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานกับพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค

2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในพื้นที่จังหวัดสงขลา

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร คือ ผู้ใช้บริการสถานีอัดประจุในพื้นที่จังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม พ.ศ. 2567

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มด้วยวิธีอย่างง่าย (Simple Random Sampling) คือ ผู้ใช้บริการสถานีอัดประจุ จำนวน 150 คน [15] ในวันจันทร์ถึงอาทิตย์ เวลา 8.00 - 21.00 น. จำนวน 4 สัปดาห์ [16] ตั้งแต่ เดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม พ.ศ. 2567

3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา การวิจัยนี้มุ่งศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่จังหวัดสงขลา โดยใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานของผู้บริโภค เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ และพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้า เช่น วัตถุประสงค์การซื้อ ความถี่ในการใช้ ความกังวลเรื่องค่าใช้จ่าย และช่วงเวลาในการชาร์จ รวมถึงศึกษาปัจจัยด้านการตระหนักรู้ถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมและการสนับสนุนสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อ

3.3 ขอบเขตด้านตัวแปร มีดังนี้

3.3.1 ตัวแปรต้น คือ ข้อมูลพื้นฐาน (ยี่ห้อรถ เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ และผู้ถือสิทธิพลต่อการซื้อรถ)

3.3.2 ตัวแปรตาม คือ พฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (วัตถุประสงค์ของการซื้อรถ ความถี่ของการใช้รถต่อสัปดาห์ ความวิตกกังวลในเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของรถยนต์ไฟฟ้า และช่วงเวลาในการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า) และปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (ด้านการตระหนักรู้ในปัญหาสิ่งแวดล้อม ด้านการสนับสนุนสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม)

3.4 ขอบเขตด้านพื้นที่ คือ สถานีบริการน้ำมันพื้นที่รอยต่อระหว่าง อ.เมือง และ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การสร้างแบบสอบถาม

4.1.1 ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามจากเอกสารแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และผู้มีอิทธิพลต่อการซื้อรถ

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้า ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า ความถี่ของการใช้รถยนต์ไฟฟ้าต่อสัปดาห์ ความวิตกกังวลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของรถยนต์ไฟฟ้า และช่วงเวลาในการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า รวมถึงคำถามเกี่ยวกับการมีรถยนต์ไฟฟ้าและรถยนต์น้ำมัน

ตอนที่ 3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า: ประกอบด้วยปัจจัยด้านการตระหนักรู้ในปัญหาสิ่งแวดล้อม และปัจจัยด้านการสนับสนุนสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

4.1.2 ผู้วิจัยได้หาความเชื่อมั่น โดยนำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try out) กับตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อทดสอบหาความเชื่อมั่น (Reliability) ตามหลักการของ Mohamad Adam Bujang และคณะ [17] ของแบบสอบถามวัดใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แอลฟา (Alpha Coefficients) ของครอนบาช (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .737

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล มีการดำเนินการด้านต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน โดยคำนวณค่าความถี่และค่าร้อยละ

4.2.2 วิเคราะห์พฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (วัตถุประสงค์ของการซื้อรถ ความถี่ของการใช้รถต่อสัปดาห์ ความวิตกกังวลในเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นของรถยนต์ไฟฟ้า และช่วงเวลาในการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า) โดยคำนวณค่าความถี่ และค่าร้อยละ

4.2.3 วิเคราะห์ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในพื้นที่จังหวัดสงขลาโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และมีเกณฑ์การให้คะแนนค่าเฉลี่ยของระดับปัจจัย ดังนี้ [18]

4.51 - 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง ระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง ระดับน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

4.2.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลพื้นฐานกับวัตถุประสงค์ของการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient)

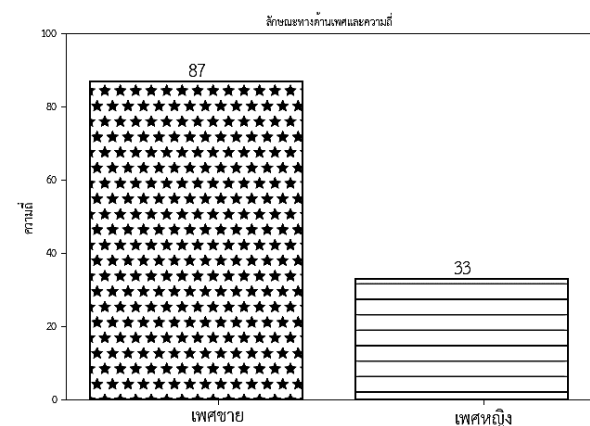
5. ผลการวิจัย

การศึกษาเรื่องการวิเคราะห์การตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่จังหวัดสงขลา ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

5.1 ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น เพศ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และผู้มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งมีผลปรากฏดังตารางที่ 1-7 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของข้อมูลพื้นฐาน จำแนกตามลักษณะเพศ

ลักษณะทางด้านเพศ	ความถี่	ร้อยละ
เพศชาย	87	72.50
เพศหญิง	33	27.50
รวม	120	100.00

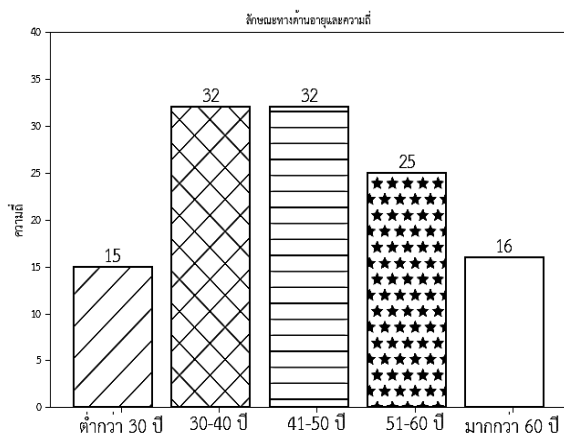


ภาพที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน จำแนกตามลักษณะเพศ

จากตารางที่ 1 และภาพที่ 1 พบว่า ข้อมูลพื้นฐานของลักษณะทางด้านเพศ พบว่า ผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้าเป็นเพศชายจำนวน 87 คน คิดเป็นร้อยละ 72.50 และเพศหญิงจำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 27.50 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของข้อมูล
พื้นฐาน จำแนกตามลักษณะด้านอายุ

ลักษณะทางด้านอายุ	ความถี่	ร้อยละ
ต่ำกว่า 30 ปี	15	12.50
30-40 ปี	32	26.70
41-50 ปี	32	26.70
51-60 ปี	25	20.80
มากกว่า 60 ปี	16	13.30
รวม	120	100.00

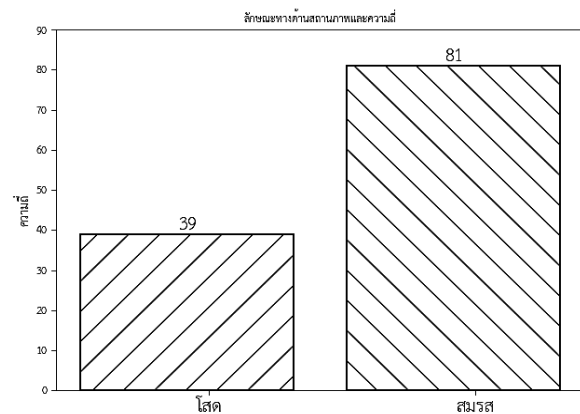


ภาพที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานจำแนกตามลักษณะด้านอายุ

จากตารางและภาพที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานของลักษณะทางด้านอายุ พบว่า ผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้ามีอายุระหว่าง 30-40 ปี และอายุระหว่าง 41-50 ปี จำนวน 32 คน คิดเป็น ร้อยละ 26.7 และอายุระหว่าง 51-60 ปี จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 20.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของข้อมูล
พื้นฐาน จำแนกตามลักษณะด้านสถานภาพ

ลักษณะทางด้านสถานภาพ	ความถี่	ร้อยละ
โสด	39	32.50
สมรส	81	67.50
รวม	120	100.00

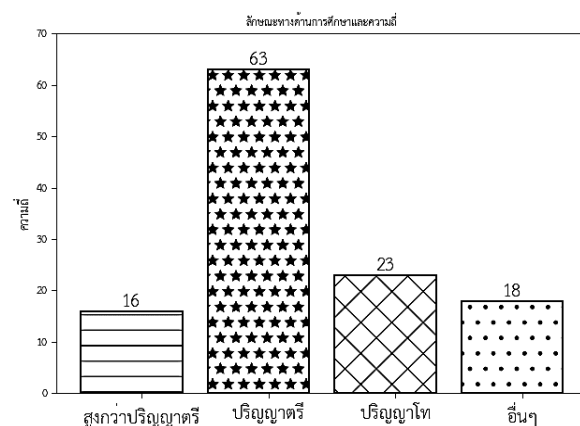


ภาพที่ 3 ข้อมูลพื้นฐานจำแนกตามลักษณะ
ด้านสถานภาพ

จากตารางและภาพที่ 3 ข้อมูลพื้นฐานของลักษณะทางด้านสถานภาพ พบว่า ผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้ามีสถานภาพสมรสจำนวน 81 คน คิดเป็นร้อยละ 67.50 และสถานภาพโสดจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 32.50 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของข้อมูล
พื้นฐาน จำแนกตามลักษณะด้านการศึกษา

ลักษณะทางด้านการศึกษา	ความถี่	ร้อยละ
สูงกว่าปริญญาตรี	16	13.30
ปริญญาตรี	63	52.50
ปริญญาโท	23	19.20
อื่นๆ	18	15.00
รวม	120	100.00

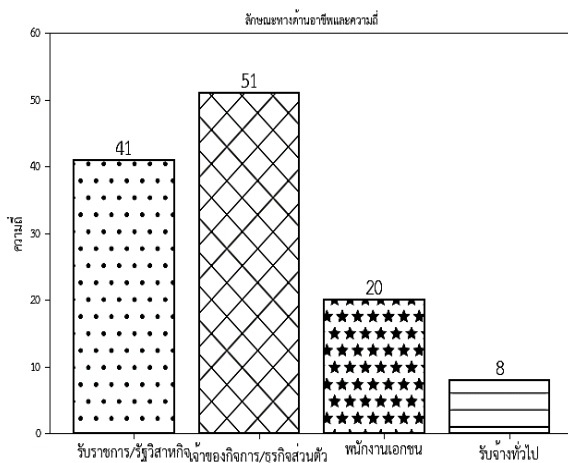


ภาพที่ 4 ข้อมูลพื้นฐานจำแนกตามลักษณะ
ด้านการศึกษา

จากตารางและภาพที่ 4 ข้อมูลพื้นฐานของลักษณะทางด้านการศึกษา พบว่า ผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้ามีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี จำนวน 63 คน คิดเป็นร้อยละ 52.50 และมีการศึกษาในระดับปริญญาโทจำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 19.20 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของข้อมูลพื้นฐาน จำแนกตามลักษณะด้านอาชีพ

ลักษณะทางด้านอาชีพ	ความถี่	ร้อยละ
รับราชการ/รัฐวิสาหกิจ	41	34.20
เจ้าของกิจการ/ธุรกิจส่วนตัว	51	42.50
พนักงานเอกชน	20	16.70
รับจ้างทั่วไป	8	6.70
รวม	120	100.00

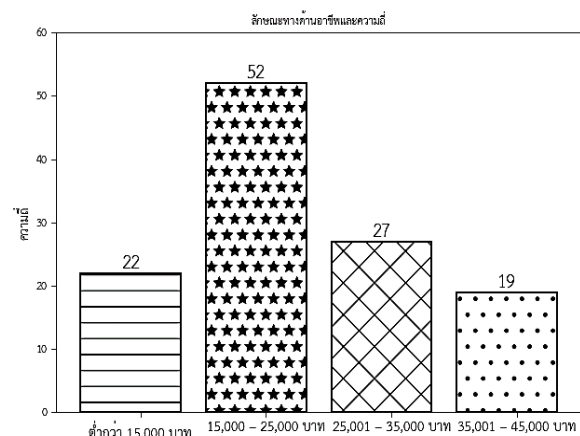


ภาพที่ 5 ข้อมูลพื้นฐานจำแนกตามลักษณะด้านอาชีพ

จากตารางและภาพที่ 5 ข้อมูลพื้นฐานของลักษณะทางด้านอาชีพ พบว่า ผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้ามีอาชีพเป็นเจ้าของกิจการ/ธุรกิจส่วนตัว จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 42.50 และมีอาชีพรับราชการ/รัฐวิสาหกิจจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 34.20 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของข้อมูลพื้นฐาน จำแนกตามลักษณะด้านรายได้

ลักษณะทางด้านอาชีพ	ความถี่	ร้อยละ
ต่ำกว่า 15,000 บาท	22	18.3
15,000 – 25,000 บาท	52	43.3
25,001 – 35,000 บาท	27	22.5
35,001 – 45,000 บาท	19	15.8
รวม	120	100.0

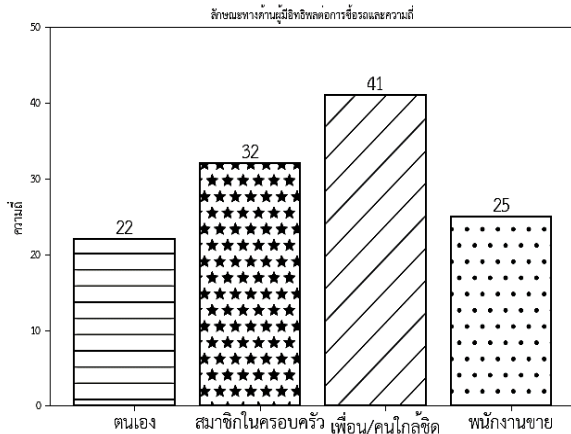


ภาพที่ 6 ข้อมูลพื้นฐานจำแนกตามลักษณะด้านรายได้

จากตารางและภาพที่ 6 ข้อมูลพื้นฐานของลักษณะทางด้านการรายได้ พบว่า ผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้ามีรายได้ระหว่าง 15,000 – 25,000 บาท จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 43.3 และมีรายได้ระหว่าง 25,001 – 35,000 บาท จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 22.50 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของข้อมูลพื้นฐาน จำแนกตามลักษณะด้านผู้มีอิทธิพลต่อการซื้อ

ลักษณะทางด้านผู้มีอิทธิพลต่อการซื้อ	ความถี่	ร้อยละ
ตนเอง	22	18.30
สมาชิกในครอบครัว	32	26.70
เพื่อน/คนใกล้ชิด	41	34.20
พนักงานขาย	25	20.80
รวม	120	100.00



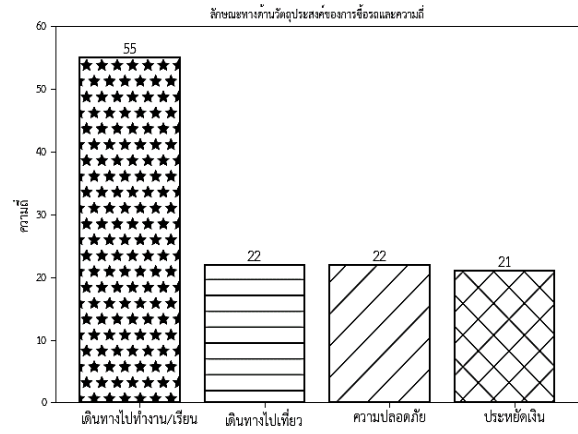
ภาพที่ 7 ข้อมูลพื้นฐานจำแนกตามลักษณะด้านผู้มีอิทธิพลต่อการซื้อ

จากตารางและภาพที่ 7 ข้อมูลพื้นฐานของลักษณะทางด้านผู้มีอิทธิพลต่อการซื้อ พบว่า ผู้ที่มีอิทธิพลต่อการซื้อของผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้า คือ เพื่อน/คนใกล้ชิด จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 26.70 และสมาชิกในครอบครัว จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 26.70 ตามลำดับ

5.2 ส่วนที่ 2 วิเคราะห์พฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค แสดงผลดังตารางที่ 8 ถึง 13

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคจำแนกตามลักษณะด้านวัตถุประสงค์ของการซื้อ

ลักษณะทางด้านวัตถุประสงค์ของการซื้อ	ความถี่	ร้อยละ
เพื่อความสะดวกในการเดินทางไปทำงาน/เรียน	55	45.80
เพื่อความสะดวกในการเดินทางไปเที่ยว	22	18.30
เพื่อความปลอดภัยในการเดินทาง	22	18.30
เพื่อการประหยัดเงินในการเติมน้ำมัน	21	17.50
รวม	120	100.00

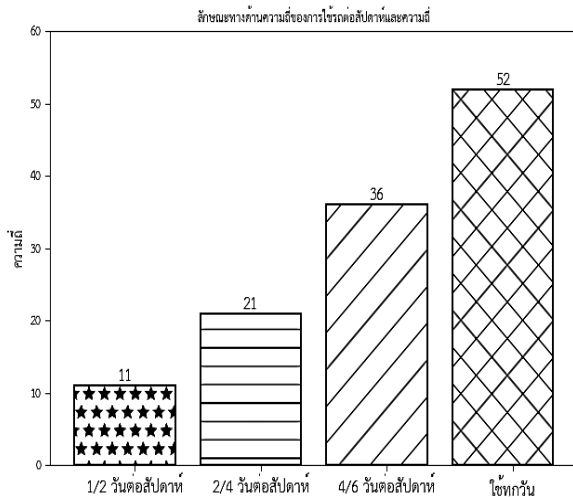


ภาพที่ 8 ข้อมูลพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคจำแนกตามลักษณะด้านวัตถุประสงค์ของการซื้อ

จากตารางและภาพที่ 8 ข้อมูลพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคจำแนกตามลักษณะด้านวัตถุประสงค์ของการซื้อ พบว่า ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าซื้อโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความสะดวกในการเดินทางไปทำงาน/เรียน จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 45.80 และมีวัตถุประสงค์เพื่อความสะดวกในการเดินทางไปเที่ยว และความปลอดภัยในการเดินทาง จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 18.30 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคจำแนกตามลักษณะด้านความถี่ของการใช้รถต่อสัปดาห์

ลักษณะทางด้านความถี่ของการใช้รถต่อสัปดาห์	ความถี่	ร้อยละ
1/2 วันต่อสัปดาห์	11	9.20
2/4 วันต่อสัปดาห์	21	17.50
4/6 วันต่อสัปดาห์	36	30.00
ใช้ทุกวัน	52	43.30
รวม	120	100.00

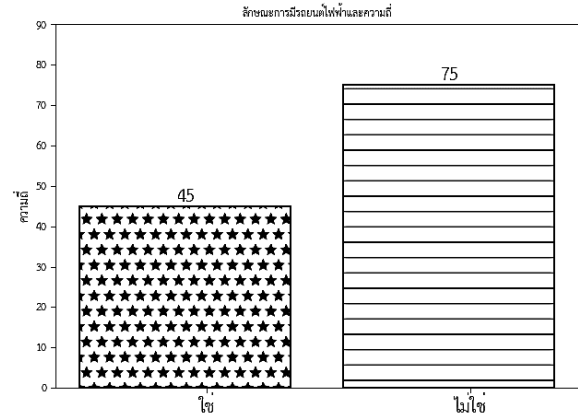


ภาพที่ 9 ข้อมูลลักษณะด้านความถี่ของการใช้รถต่อสัปดาห์

จากตารางและภาพที่ 9 ข้อมูลลักษณะด้านความถี่ของการใช้รถต่อสัปดาห์ พบว่า ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าใช้รถทุกวัน จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 43.30 และใช้รถ 4/6 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 10 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค จำแนกตามลักษณะด้านการมีรถไฟฟ้า (ท่านมีรถยนต์ไฟฟ้าเป็นคันแรกหรือไม่)

ลักษณะการมีรถยนต์ไฟฟ้า	ความถี่	ร้อยละ
ท่านมีรถยนต์ไฟฟ้าเป็นคันแรกหรือไม่		
ใช่	45	37.50
ไม่ใช่	75	62.50
รวม	120	100.0

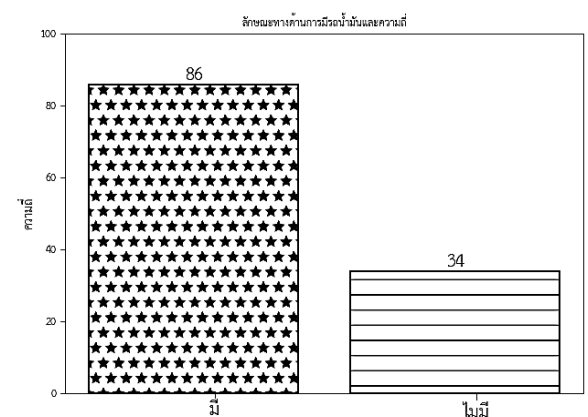


ภาพที่ 10 ข้อมูลลักษณะการมีรถยนต์ไฟฟ้า

จากตารางและภาพที่ 10 ข้อมูลลักษณะการมีรถยนต์ไฟฟ้า พบว่า ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามีรถยนต์ไฟฟ้าไม่ใช้รถคันแรกจำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 และมีการมีรถยนต์ไฟฟ้าเป็นคันแรกจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 37.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 11 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค จำแนกตามลักษณะด้านการมีรถน้ำมัน (ท่านมีรถน้ำมันหรือไม่)

ลักษณะทางด้านการมีรถน้ำมัน	ความถี่	ร้อยละ
ท่านมีรถน้ำมันหรือไม่		
มี	86	71.70
ไม่มี	34	28.30
รวม	120	100.0

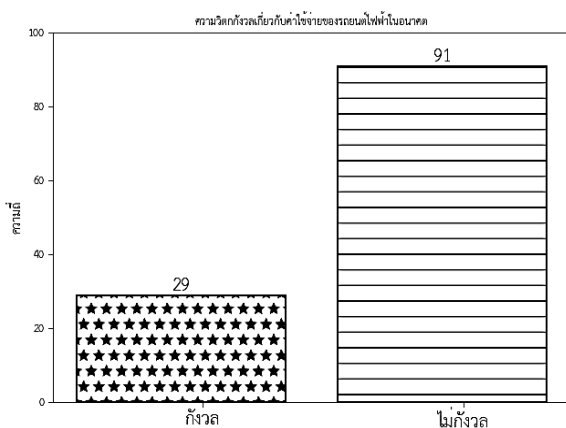


ภาพที่ 11 ข้อมูลลักษณะทางด้านการมีรถน้ำมัน

จากตารางและภาพที่ 11 ข้อมูลลักษณะทางการมีรถน้ำมันพบว่า ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามีรถน้ำมันอยู่แล้วจำนวน 86 คน คิดเป็นร้อยละ 71.70 และมีไม่มีรถน้ำมันจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 28.30 ตามลำดับ

ตารางที่ 12 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค จำแนกตามลักษณะด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย

ลักษณะด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย	ความถี่	ร้อยละ
ท่านมีความวิตกกังวลในเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นของรถยนต์ไฟฟ้าในอนาคตหรือไม่		
กังวล	29	24.20
ไม่กังวล	91	75.80
รวม	120	100.00

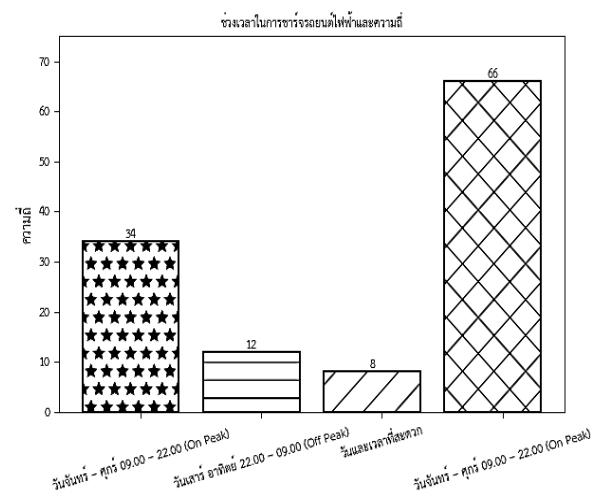


ภาพที่ 12 ข้อมูลลักษณะด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย

จากตารางและภาพที่ 12 ข้อมูลลักษณะด้านความวิตกกังวลเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย พบว่า ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้าไม่มีความวิตกกังวลในเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นของรถยนต์ไฟฟ้าในอนาคต จำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 75.8 และมีความวิตกกังวล จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 24.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 13 แสดงจำนวนและค่าร้อยละของพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค จำแนกตามลักษณะด้านช่วงเวลาในการชาร์จ

ลักษณะทางด้านช่วงเวลาในการชาร์จ	ความถี่	ร้อยละ
ช่วงเวลาในการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า		
วันจันทร์ – ศุกร์ ตั้งแต่เวลา 09.00 น. – 22.00 น. (On Peak)	34	28.30
วันเสาร์ อาทิตย์ และวันหยุดนักขัตฤกษ์ ตั้งแต่เวลา 22.00 น. – 09.00 น. (Off Peak)	12	10.00
วันและเวลาที่สะดวก	8	6.70
วันจันทร์ – ศุกร์ ตั้งแต่เวลา 09.00 น. – 22.00 น. (On Peak)	66	55.00
รวม	120	100.00



ภาพที่ 13 ข้อมูลลักษณะด้านช่วงเวลาในการชาร์จ

จากตารางและภาพที่ 13 ข้อมูลลักษณะด้านช่วงเวลาในการชาร์จพบว่า ผู้ใช้ยานยนต์ไฟฟ้ามีช่วงเวลาในการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในวันและเวลาที่สะดวก จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 6.7 และชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในวันจันทร์ – ศุกร์ ตั้งแต่เวลา 09.00 น. – 22.00 น. (On peak) จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 28.30 ตามลำดับ

5.3 ส่วนที่ 3 วิเคราะห์ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในพื้นที่จังหวัดสงขลา นำเสนอผลการวิเคราะห์ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในพื้นที่จังหวัดสงขลา โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านการตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อม และด้านการสนับสนุนสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังตารางที่ 14

5.4 ส่วนที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลพื้นฐานกับวัตถุประสงค์ของการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า นำเสนอผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม กับวัตถุประสงค์ของการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังตารางที่ 15

จากตารางที่ 14 โดยภาพรวม พบว่า ปัจจัยด้านการตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด ($\bar{X} = 4.46, S.D. = 0.32$) และจากตารางที่ 15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานกับวัตถุประสงค์ของการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า พบว่า ข้อมูลพื้นฐานทางด้านอายุ (X_2) มีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (Y_1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และข้อมูลพื้นฐานทางด้านสถานภาพ (X_3) และรายได้ (X_6) ความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า (Y_1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 14 ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในพื้นที่จังหวัดสงขลาด้านการตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อม และด้านการสนับสนุนสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อม			
1. ท่านทราบว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมในปัจจุบัน ส่งผลต่อประเทศไทย	4.32	0.71	มาก
2. ท่านคิดว่าแหล่งกำเนิดมลภาวะทางอากาศมาจากการกระทำของมนุษย์	4.57	0.59	มากที่สุด
3. ท่านคิดว่าสาเหตุหลักของสภาวะแวดล้อมเป็นพิษเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง	4.53	0.63	มากที่สุด
4. ท่านคิดว่าปัญหามลภาวะทางเสียงเกิดจากการใช้รถยนต์เครื่องสันดาป	4.53	0.59	มากที่สุด
5. ท่านคิดว่ามลภาวะทางอากาศ เช่น ฝุ่นละออง ควัน ก๊าซพิษ ที่เกิดจากรถยนต์มีผลเสียต่อสุขภาพ	4.28	0.70	มาก
6. ท่านสนับสนุนและแนะนำให้คนในครอบครัวช่วยอนุรักษ์และร่วมกันแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม	4.54	0.67	มากที่สุด
โดยเฉลี่ย	4.46	0.32	มาก
การสนับสนุนสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม			
1. ท่านเชื่อว่าการใช้สินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจะช่วยลดภาวะต่อสิ่งแวดล้อม	4.22	0.78	มาก
2. ท่านรู้สินยินดีเมื่อได้ซื้อสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	4.49	0.67	มาก
3. เหตุผลหนึ่งที่ท่านตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงาน	4.43	0.73	มาก
โดยเฉลี่ย	4.38	0.60	มาก

ตารางที่ 15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานกับวัตถุประสงค์ของการซื้อรถยนต์ไฟฟ้า

ตัวแปร	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	Y ₁
X ₁	-	-.093	.148	-.099	-.102	.048	-.297**	-.052
Sig. (2-tailed)		.310	.106	.283	.266	.600	.001	.574
X ₂		-	-.064	-.205*	.025	.200*	.044	.253**
Sig. (2-tailed)			.485	.025	.789	.028	.632	.005
X ₃			-	-.107	-.106	.047	.148	-.233*
Sig. (2-tailed)				.245	.248	.609	.106	.010
X ₄				-	.002	-.023	.036	-.025
Sig. (2-tailed)					.980	.800	.695	.789
X ₅					-	.168	-.091	.094
Sig. (2-tailed)						.067	.323	.308
X ₆						-	-.133	.205*
Sig. (2-tailed)							.147	.024
X ₇							-	-.055
Sig. (2-tailed)								.549
Y ₁								-
Sig. (2-tailed)								-

** P < .01 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* P < .05 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อ

X1 = เพศ

X2 = อายุ

X3 = สถานภาพ

X4 = ระดับการศึกษา

X5 = อาชีพ

X6 = รายได้

X7 = ผู้มีอิทธิพลต่อการซื้อ

Y1 = วัตถุประสงค์ของการซื้อ

6. การสรุปผลและอภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าในจังหวัดสงขลา โดยเจาะลึกความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานผู้บริโภคกับพฤติกรรมการใช้รถยนต์ไฟฟ้า และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ผลการวิเคราะห์เผยให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะของผู้บริโภคในพื้นที่ ซึ่งมีความคล้ายคลึงและแตกต่างจากงานวิจัยอื่นๆ [19]–[21] ในหลายประเด็น กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุ 30-50 ปี มีสถานภาพสมรส การศึกษา

ระดับปริญญาตรี ประกอบอาชีพเจ้าของกิจการ และมีรายได้เฉลี่ย 15,000-25,000 บาทต่อเดือน ลักษณะกลุ่มตัวอย่างนี้ สะท้อนถึงกลุ่มผู้บริโภคที่มีกำลังซื้อสูง มีความสนใจเทคโนโลยีใหม่ๆ และตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับงานวิจัยอื่นๆ เกี่ยวกับ early adopters [20] เพื่อนและคนใกล้ชิดมีบทบาทสำคัญในการตัดสินใจซื้อ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยบางส่วน [20], [21] ที่พบว่าสมาชิกในครอบครัวมีอิทธิพลมากกว่า วัตถุประสงค์หลักในการซื้อรถยนต์ไฟฟ้าคือเพื่อความสะดวกในการเดินทางไปทำงานและใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นไปตามแนวโน้มการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้าในเมือง [21] อย่างไรก็ตาม กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรถยนต์คันเก่าอยู่ในมือแล้ว และรถยนต์ไฟฟ้าไม่ใช่คันแรก สะท้อนให้เห็นว่ารถยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันยังเป็นทางเลือกเสริม ไม่ใช่การทดแทนอย่างสมบูรณ์ ตามงานวิจัยบางชิ้น [21] เป็นที่น่าสังเกตว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่กังวลเรื่องค่าใช้จ่าย อาจเป็นเพราะโครงสร้างพื้นฐานสถานีชาร์จเพียงพอในพื้นที่ หรือการเข้าถึงข้อมูลราคาพลังงานที่ชัดเจนกว่าพื้นที่อื่นๆ ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรศึกษา

เพิ่มเติม และนิยมซาร์จรถในเวลาที่เหมาะสม ปัจจัยด้านการตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสูงสุด ซึ่งทำให้เห็นความตื่นตัวด้านสิ่งแวดล้อมทั่วโลกและการที่ผู้บริโภคหันมาเลือกซื้อรถยนต์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ตามที่งานวิจัยอื่นๆ [14] ได้ระบุไว้ นอกจากนี้ พบความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างอายุ สถานภาพ และรายได้กับวัตถุประสงค์การซื้อ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อและการใช้งานรถยนต์ไฟฟ้า โดยระดับความสัมพันธ์อาจแตกต่างกันไปจากงานวิจัยอื่นๆ [19], [20] โดยสรุป งานวิจัยนี้ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภคในจังหวัดสงขลา โดยเฉพาะความสำคัญของปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดและกำหนดนโยบายเพื่อส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 การนำไปใช้งาน

จากผลการศึกษา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ เพื่อส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในจังหวัดสงขลาและขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่การขนส่งที่ยั่งยืน โดยมุ่งเน้นการบูรณาการความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ผู้ประกอบการ สถาบันการเงิน และนักวิชาการ ภาครัฐควรเร่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าให้ครอบคลุมและเข้าถึงง่าย ครอบคลุมพื้นที่สำคัญเช่นแหล่งท่องเที่ยว ศูนย์การค้า เส้นทางคมนาคม และส่งเสริมการติดตั้งสถานีชาร์จ ในที่พักอาศัย อาคารสำนักงาน และหน่วยงานราชการ ควบคู่ไปกับการสนับสนุนการลงทุนในธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับรถยนต์ไฟฟ้า ตั้งแต่การผลิตและประกอบรถยนต์ การผลิตแบตเตอรี่ และการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อสร้างระบบนิเวศที่เอื้อต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมรถยนต์ไฟฟ้าในจังหวัด นอกจากนี้ การสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ประชาชนผ่านโครงการรณรงค์ประชาสัมพันธ์อย่าง

ต่อเนื่อง เกี่ยวกับประโยชน์ของรถยนต์ไฟฟ้า เทคโนโลยีและนโยบายสนับสนุนต่าง ๆ ผ่านช่องทางที่หลากหลายเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง และควรมีนโยบายและมาตรการส่งเสริมที่ชัดเจน ครอบคลุม และจูงใจ ทั้งในด้านสิทธิประโยชน์ทางภาษี การอุดหนุนราคา สินเชื่อ และการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในหน่วยงานราชการ ด้านผู้ประกอบการ ควรมุ่งเน้นการพัฒนาารรถยนต์ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพ ราคาเข้าถึงได้ และมีความหลากหลายของรุ่น พร้อมทั้งพัฒนาบริการหลังการขายให้มีประสิทธิภาพและครอบคลุม อีกทั้งการปรับกลยุทธ์ทางการตลาด โดยนำเสนอข้อมูล ประโยชน์ และคุณสมบัติของรถยนต์ไฟฟ้า ผ่านช่องทางที่หลากหลายและตรงกลุ่มเป้าหมาย เช่น สื่อออนไลน์ สื่อสิ่งพิมพ์ และกิจกรรมส่งเสริมการขาย และการร่วมมือกับภาครัฐในการจัดกิจกรรมส่งเสริมการขายและให้ความรู้ ก็เป็นสิ่งสำคัญ สถาบันการเงินมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนตลาดรถยนต์ไฟฟ้า โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์สินเชื่อสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าที่มีเงื่อนไขและอัตราดอกเบี้ยที่น่าสนใจ รวมถึงการให้คำปรึกษาและข้อมูลทางการเงินแก่ผู้บริโภค สุดท้าย นักวิชาการและนักวิจัย ควรศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าในเชิงลึก เช่น อิทธิพลทางสังคมและพฤติกรรมผู้บริโภค และมุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง เช่น แบตเตอรี่และระบบชาร์จ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าอย่างกว้างขวาง การบูรณาการความร่วมมือและการนำข้อเสนอแนะเหล่านี้ไปใช้อย่างจริงจัง จะช่วยส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในจังหวัดสงขลา ขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านสู่การขนส่งที่ยั่งยืน และบรรลุเป้าหมายการพัฒนาประเทศไทยในระยะยาว

7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาเพื่อขยายผลต่อไป

เพื่อให้การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าในจังหวัดสงขลา มีความครอบคลุมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต ผู้วิจัย

มีข้อเสนอแนะการพัฒนาและขยายผลการศึกษา ดังนี้ ควรขยายขอบเขตการศึกษาไปยังพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทย เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่มีอิทธิพลและวิเคราะห์ความแตกต่างของพฤติกรรมผู้บริโภคในแต่ละภูมิภาค นำไปสู่การกำหนดนโยบายและกลยุทธ์ส่งเสริมการขายที่เหมาะสม และควรมีการศึกษาเชิงลึกในแต่ละปัจจัย เช่น แรงจูงใจ อุปสรรค และความพึงพอใจในการใช้รถยนต์ไฟฟ้า เพื่อทำความเข้าใจความต้องการและพฤติกรรมผู้บริโภคอย่างแท้จริง การศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อระหว่างรถยนต์ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ เช่น BEV, PHEV และ HEV รวมถึงการเปรียบเทียบกับรถยนต์สันดาปภายใน จะช่วยให้ผู้บริโภคเห็นข้อดีข้อเสียและเลือกรถยนต์ที่เหมาะสมกับตนเอง นอกจากนี้ การศึกษากลุ่มตัวอย่างที่หลากหลาย เช่น ผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้ามือใหม่ ผู้มีประสบการณ์ และผู้ที่ยังไม่เคยใช้ จะให้ข้อมูลที่ครอบคลุมมากขึ้น การติดตามและประเมินผลการใช้นโยบายของรัฐบาลเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า เช่น มาตรการทางภาษี การอุดหนุนราคา และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ก็เป็นสิ่งจำเป็น เพื่อปรับปรุงและพัฒนานโยบายให้มีประสิทธิภาพ และควรพัฒนารูปแบบการวิจัยให้มีความหลากหลาย เช่น การใช้แบบจำลองทางสถิติ การสัมภาษณ์เชิงลึก และการสนทนากลุ่ม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและน่าเชื่อถือ และสุดท้ายการเผยแพร่ผลการวิจัยสู่สาธารณะและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จะช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจและกระตุ้นการใช้รถยนต์ไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย ซึ่งทั้งหมดนี้จะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อรถยนต์ไฟฟ้าและการพัฒนานโยบายและกลยุทธ์ที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยและบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Shang, H., Sun, Y., Huang, D., and Meng, F. 2024. "Life cycle assessment of atmospheric environmental impact on the large-scale promotion of electric vehicles in China," *Resources, Environment and Sustainability*. 15(2024): pp. 100148. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2024.100148>
- [2] Wang, Y., Jiang, N., and Hong, K. T. 2023. "Research on electric vehicle purchase and sale information management system," *J INFORM SYSTEMS ENG*. 8(1): pp. 25395. <https://doi.org/10.55267/iadt.07.14510>
- [3] Ridwan, B. P. P. and Putranto, L. S. 2023. "The Impact of charging time of electric vehicle battery to costumer willingness to purchase," *Journal of Sustainability for Energy*. 3(2): pp. 65-74.
- [4] Zang, Y., Qian, J., and Jiang, Q. 2022. "Research on the influence mechanism of consumers' purchase intention of electric vehicles based on perceived endorsement: a case study of Chinese electric vehicle start-ups," *WEVJ*. 13(1): pp. 19. <https://doi.org/10.3390/wevj13010019>
- [5] Cahyati, T. and Munandar, D. 2023. "The roles of awareness, interest, evaluation, trial on adoption and its impact on purchase decision: study on new product of "Wuling" electric car consumers in Bandung," *JSI*. 6(2): pp. 152-161.

- [6] Thananusak, T., Punnakitkashem, P., Tanthasith, S., and Kongarchapatara, B. 2020. "The development of electric vehicle charging stations in Thailand: Policies, Players, and Key Issues (2015–2020)," *World Electric Vehicle Journal*. 12(1): pp. 2. <https://doi.org/10.3390/wevj12010002>
- [7] Paudel, A., Pinthurat, W., and Marungsri, B. 2023. "Impact of large-scale electric vehicles' promotion in Thailand considering energy Mix, peak load, and greenhouse gas emissions," *Smart Cities*. 6(5): pp. 2619–2638.
- [8] Guo, W., Huang, J., Chen, W., Mao, Y., Atchike, D. W., and Ahmad, M. 2023. "Heterogeneous factors influencing electric vehicle acceptance: application of structural equation modeling," *World Electric Vehicle Journal*. 14(5): pp. 125. <https://doi.org/10.3390/wevj14050125>
- [9] Rattanaphan, P. 2016. "Factors affecting the decision of tourists to visit Songkhla province," *Suthiparithat Journal*. 30(Special Issue), pp. 168–180. (in Thai).
- [10] Sonhaji, S. and Ong, L. 2024. "The influence of incentives, quality, and product availability on attitude toward purchase decision of battery electric vehicle at the greater Jakarta," *SEEIJ*. 8(2): pp. 90–103.
- [11] Hoang, T. T., Pham, T. H., and Vu, T. M. H. 2022. "Examining customer purchase decision towards battery electric vehicles in Vietnam market: A Combination of Self-Interested and Pro-Environmental Approach," *Cogent Business & Management*. 9(1): pp. 2141671–214.
- [12] Hoogland, K., Chakraborty, D., and Hardman, S. 2022. "To purchase or lease: investigating the finance decision of plug-in electric vehicle owners in California," *Environmental Research Communications*. 4(9): pp. 095005. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ac8397>
- [13] Schvartz, M. A., Lange Salvia, A., Londero Brandli, L., Leal Filho, W., and Veiga Avila, L. 2024. "The electric vehicle market in brazil: a systematic literature review of factors influencing purchase decisions," *Sustainability*. 16(11): pp. 4594. <https://doi.org/10.3390/su16114594>
- [14] Asawawisidchai, J. and Hansanti, S. 2024. "The influence of Integrated market communication on purchase decision making process of EV car in Bangkok and surrounding areas," *Proceedings of the International Conference on Applied Research in Management, Business and Economics*, 1(1): pp. 1–9. <https://doi.org/10.33422/icarbme.v1i1.477>
- [15] Saengwichian, P., Kruta, N., Kamphaengphet, M., and Chamsuk, W. 2021. "Guanxi of Thai-Chinese entrepreneurs influencing to a success for business," *Business Administration and Management Journal Review*. 13(2): pp. 378–392.

- [16] Buck, S. and Doucette, J. N., 2015.
 “Transformational leadership practices of
 CNOs,” *Nursing Management*. 46(9): pp. 42.
<https://doi.org/10.1177/0894318417693>
- [17] Bujang, M. A., Omar, E. D., Foo, D. H. P., and
 Hon, Y. K. 2024. “Sample size
 determination for conducting a pilot study
 to assess reliability of a questionnaire,”
Restor Dent Endod. 49(1): pp. e3.
<https://doi.org/10.5395/rde.2024.49.e3>
- [18] Srisa-ard, B. 2017. *Preliminary research*, 10th
 ed. Bangkok: Suviriyasarn. (in Thai)
- [19] Arjarayangkun, S. and Wongsansukcharoen,
 J. 2022. “Factors affecting decision to use
 electric vehicle in organization of
 companies in Chon Buri industrial estate,”
Journal of Accountancy and Management.
 14(4): pp. 67–83.
- [20] Varodomathipat, N. and Lurang, R. 2024.
 “Model law on the use of electric vehicles
 in the kingdom of Thailand,” *Journal of*
MCU Social Science Review. 13(6): pp. 1–
 13. (in Thai)

การออกแบบและประเมินประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปขนาด 5 กิโลกรัม สำหรับเกษตรกรรายย่อย

Design and Performance Evaluation of a 5 Kilogram Ready-Made Organic Fertilizer Mixer Machine for Small-Scale Farmers

รณพร รัตนจันทร์¹ ประกิต อิ่มสมบุญ¹ เอกชัย จันลาด¹ และ ฉัตรชัย แก้วดี^{2*}
Ronaporn Rattanachand¹, Prakit Imsomboon¹, Akachai Jurnlad¹ and
Chatchai Kaewdee^{2*}

¹ สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: chatchai_kae@nstru.ac.th

² หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วันที่รับบทความ: 30 พฤศจิกายน 2567; วันที่ทบทวนบทความ: 14 ธันวาคม 2567; วันที่ตอบรับบทความ:

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 30 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ผสมผสานกับการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป และ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์จากการออกแบบและพัฒนา งานวิจัยครั้งนี้เสนอการออกแบบเครื่องผสมปุ๋ยมีส่วนประกอบและอุปกรณ์ต่าง ๆ 3 ส่วน ได้แก่ ชุดใบกวน ชุดระบบส่งกำลัง และชุดโครงสร้างขนาด 50 x 90 x 120 เซนติเมตรใช้มอเตอร์เกียร์ 1 แรงม้า ความเร็วรอบ 1335 rpm อัตราทด 8.9:1 เพืองตัวขับจำนวน 14 ฟัน และเพืองตัวตามจำนวน 40 ฟัน จำนวนรอบทดแล้วเท่ากับ 52.5 rpm ผลการหาประสิทธิภาพโดยการผสมปุ๋ยอินทรีย์ 3 ครั้ง ผลการผสมด้วยน้ำหนักปุ๋ย 5 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ลักษณะส่วนผสมเข้ากันได้ดีที่สุด โดยมีลักษณะส่วนผสมเข้ากันได้ดี ไม่ร่วนซุยเกินไป และไม่จับตัวเป็นก้อน ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีคามพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.18) และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.5$, S.D. = 0.49) เช่นกัน แสดงให้เห็นว่าเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปที่ออกแบบในการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปผสมใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน ลดแรงงานคน และประหยัดเวลาในการผสมปุ๋ยแต่ละครั้ง

คำสำคัญ: เครื่องผสมปุ๋ย, มอเตอร์เกียร์, ชุดใบกวน

Abstract: This research focuses on the design and development of a ready-made organic fertilizer mixer. It combines experimental and survey research methods. The primary objectives are to: 1) design and develop a functional ready-made organic fertilizer mixer and 2) evaluate the efficiency of this mixer. The designed mixer consists of three main components: an agitator set, a transmission system, and a structural frame measuring 50 x 90 x 120 centimeters. It is powered by a 1-horsepower gear motor operating at 1335 rpm and employs a reduction gear system with a ratio of 8.9:1, consisting of a 14-tooth driver gear and a 40-tooth follower gear. The resulting output speed is 52.5 rpm. To assess the mixer's

performance, three mixing trials were conducted. Each trial involved mixing 5 kilograms of organic fertilizer for 5 minutes. The results indicated that the mixer effectively blended the ingredients, producing a well-mixed, non-clumping mixture. Expert evaluation revealed a high level of satisfaction ($\bar{X} = 4.66$, $SD = 0.18$), and users also expressed a high degree of satisfaction ($\bar{X} = 4.5$, $SD = 0.49$). These findings suggest that the designed organic fertilizer mixer is practical for everyday use, reducing labor and time required for fertilizer mixing.

Key words: Fertilizer mixer, Gear motor, Agitator set

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้นทุกปีโดยในช่วงปี พ.ศ. 2566 มีเอกชนยื่นแบบขออนุญาตนำเข้าปุ๋ยเคมีกว่า 1.5 หมื่นตัน มูลค่ากว่า 2 หมื่นล้านบาท ถือว่าสูงมากและคาดว่าจะมีเอกชนขออนุญาตนำเข้ามากขึ้นในช่วงกลางปีเป็นต้นไปจนครบ 4-5 หมื่นล้านตันตามความต้องการใช้ [1] เกษตรกรส่วนใหญ่จะพิจารณาใช้ปุ๋ยตามปัจจัยด้านราคาปุ๋ยเคมีราคาผลผลิตพื้นที่เพาะปลูกปริมาณผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ราคาปุ๋ยส่วนใหญ่มีราคาปรับเพิ่มขึ้นจากต้นปีที่ผ่านมา เนื่องจากโรงงานผู้ผลผลิตปรับราคาขึ้นทำให้ราคาจำหน่ายปลีกปุ๋ยเคมีปรับสูงขึ้น ประกอบกับปัจจุบันเข้าสู่ฤดูเพาะปลูกของเกษตรกร โดยเฉพาะสูตรปุ๋ยที่มีความต้องการทางตลาด อย่างสูตร 15-15-15 สูตร 46-0-0 ที่มีการปรับราคาสูงขึ้น [2] แม้ว่าการปรับราคาปุ๋ยเคมีในช่วง 7 เดือนแรกของปีทั้งในประเทศและตลาดโลกปรับตัวลดลงจนมาอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2563 เนื่องจากภาวะตึงตัวของอุปทานที่คลี่คลายลงหลังการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ส่งผลให้ภาคขนส่งทั่วโลกกลับมาดำเนินกิจกรรมได้เป็นปกติประกอบกับแรงกดดันด้านต้นทุนการผลิตที่ปรับลดลงตามระดับราคาพลังงานโลก [3] แต่ราคาของปุ๋ยเคมีปัจจุบันก็ยังคงราคาอยู่ระดับสูง การใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรอย่างต่อเนื่องจากความจำเป็นต้องการเพิ่มผลผลิตของพืชเกษตรเพื่อความอยู่รอดย่อมทำให้เกิดต้นทุนราคาสูงเกินกว่าที่จะยอมรับได้ กรมพัฒนาที่ดินจึงมีนโยบายภาคการเกษตรเพื่อลดต้นทุนการผลิต

เดินทางขับเคลื่อนมาตรการสร้างภูมิคุ้มกันและความยั่งยืนที่สอดคล้องตามแนวทาง BCG model โดยส่งเสริมฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดิน ให้ความสำคัญกับการจัดการดินและส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้องเหมาะสม มุ่งเน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และสารอินทรีย์ เพื่อลดและทดแทนปุ๋ยเคมีและสารเคมีทางการเกษตร สนับสนุนให้เกษตรกรผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากวัสดุเหลือใช้ในพื้นที่การเกษตรและครัวเรือน เพื่อปรับปรุงบำรุงดินเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและทำให้ธาตุอาหารในดินเป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้น [4] และเมื่อคำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ดั้งเดิมในดิน จึงทำให้เกษตรกรยังคงใช้ปุ๋ยในอัตราและสูตรเหมือนกันทั่วทั้งแปลงซึ่งอาจไม่ตรงต่อความต้องการของพืช ยิ่งไปกว่านั้นการใส่ปุ๋ยมากเกินไปนอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายแล้วยังทำให้เกิดโรคและแมลงระบาดมากขึ้นและการใช้ไนโตรเจนมากเกินไปทำให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม เพราะปุ๋ยไนโตรเจนจะถูกชะล้างไปกับน้ำได้ง่ายจึงปนเปื้อนลงสู่ลำน้ำใต้ดินและไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง ในขณะเดียวกันก็ส่งผลกระทบต่อพืชโดยพืชจะมีอาการอวบน้ำ อ่อนแอ เปื่อยโรย เกิดโรคระบาดของโรค และโรคแมลงติดตามมา [5] การศึกษาและวิจัยการจัดการปัจจัยการผลิตพืชนั้นมีความสำคัญมากในการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนทางการเกษตร ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องนั้นมีจำนวนมากและยากจะส่งเสริมให้เกษตรกรเข้าใจทำให้ปัจจุบันเกษตรกรยังไม่สามารถผลิตผลทางการเกษตรได้ตามเป้าหมายหรือกล่าวได้ว่ายังไม่คุ้ม ค่าสูงสุดต่อการลงทุน สาเหตุที่เกิดของปัญหาคือการใช้ปุ๋ยที่ไม่เหมาะสมมากหรือน้อย

เกินไป การใช้ปุ๋ยไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการและปัญหาปุ๋ยราคาแพง ทำให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงขึ้น ดังนั้นคณะรัฐมนตรีมีนโยบายและมาตรการแก้ปัญหาเกษตรกรเร่งด่วนโดยให้เร่งส่งเสริมการใช้ปุ๋ยและน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปสู่การปฏิบัติเพื่อเป็นภูมิคุ้มกัน และสร้างความมั่นคงแก่เกษตรกรผ่านกลุ่มเกษตรกร เครือข่ายเกษตรกร และสถาบันเกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงและพึ่งพาตนเองได้ [6]

การลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรและให้ใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนั้น ต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและความเข้าใจการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรให้เลือกใช้ทรัพยากรในชุมชนนำมาใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่นและตรงกับสภาพดินในแต่ละพื้นที่ จากข้อมูลการสำรวจการใช้ปุ๋ยในชุมชนท้องถิ่นจังหวัดเพชรบุรีข้างต้นพบว่า การใช้ปุ๋ยอินทรีย์แบบผสมสำเร็จสามารถเพิ่มผลผลิตได้อย่างยั่งยืนและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยปุ๋ยอินทรีย์ที่เลือกใช้ประกอบด้วยทั้งปุ๋ยมูลสัตว์และปุ๋ยหมัก ซึ่งจะมีการนำข้อมูลสมบัติธาตุอาหารของดิน ชนิดพืช และการจัดการสภาพแวดล้อม มาวิเคราะห์ตามหลักวิชาการเพื่อให้ได้ปุ๋ยที่มีความเหมาะสมต่อพืชและสภาพแวดล้อมรวมทั้งผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และนำมาแนะนำเสนอการใช้ประโยชน์ให้กับเกษตรกร แต่การนำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้โดยตรงหรือการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากโรงงานผลิตขนาดใหญ่ก็มีความซับซ้อนและราคาแพงไม่เหมาะสมกับเกษตรกรรายเล็กที่มีจำนวนมากของจังหวัดเพชรบุรี จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาเครื่องมือเครื่องจักรที่มีความง่ายต่อความเข้าใจและการใช้งานเพื่อการผสมปุ๋ยอินทรีย์ตามสัดส่วนที่เหมาะสมกับพืชเกษตรของเกษตรกรแต่ละราย เพื่อใช้เป็นเครื่องมือส่งเสริมการผลิตและพึ่งพาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ได้ด้วยตนเอง พร้อมถ่ายทอดองค์ความรู้ในการสร้างเครื่องจักรสู่เกษตรกรและส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในท้องถิ่นจังหวัดเพชรบุรี และทำให้การผสมปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรอยู่ในอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมกับพืชให้กับเกษตรกร ปุ๋ยไม่ทำปฏิกิริยา

กันจนเป็นเหตุให้คุณภาพของปุ๋ยผสมลดต่ำลง จากความชื้นวิกฤต (Critical relative humidity) ที่เป็นสาเหตุของการจับตัวเป็นก้อน (Caking) และสามารถปรับปริมาณการให้ปุ๋ยได้ในแปลงได้ตามความต้องการของเกษตรกร โดยไม่จำเป็นต้องซื้อปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปจากผู้ผลิต ซึ่งขายเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีปริมาณมากและราคาแพง โดยโครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปนี้ อยู่ภายใต้ชุดโครงการวิจัยการจักรการพื้นที่เกษตรแบบแม่นยำ เพื่อแก้ปัญหาการใช้ปุ๋ยตามสภาพการผลิตและไม่ถูกต้องและแก้ไขปัญหากลเกษตรกรไม่มีเครื่องมือที่ทันสมัยพอเพื่อผสมปุ๋ยสำเร็จรูปที่ปัจจุบันมีราคาที่สูงจึงทำให้ไม่สามารถเข้าถึงได้ตามความต้องการ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์จากการออกแบบและพัฒนา

3. ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มุ่งแก้ไขส่งเสริมการจัดการองค์ความรู้และเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ขนาดเล็กสำหรับเกษตรกรให้สามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปเพื่อใช้ในการเกษตรขนาดเล็กอย่างมีประสิทธิภาพทดแทนการใช้ปุ๋ยสำเร็จรูปชนิดอัดเม็ดจากผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ปัจจุบันที่มีราคาปุ๋ยแพง โดยมีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป ประกอบด้วย

3.1.1 ถังสแตนเลส ขนาดบรรจุ 20 ลิตร หรือน้ำหนักส่วนผสม 10 กิโลกรัม

3.1.2 มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า เป็นต้นกำลัง

3.1.3 โครงสร้างเครื่องผสมปุ๋ยเป็นเหล็กทอกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว

3.1.4 ระบบการขับเคลื่อนเป็นสายพาน

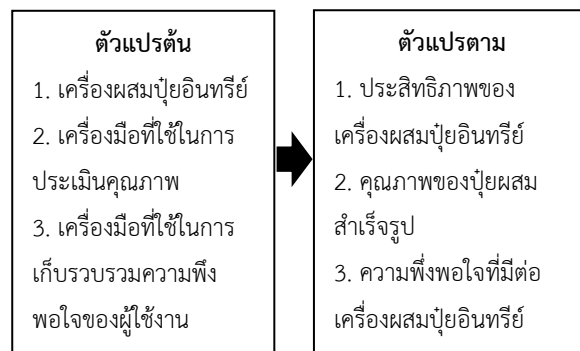
3.2 กลุ่มตัวอย่างในการสอบถามความคิดเห็น เป็นผู้ทำการเกษตรในพื้นที่หมู่ 4 ตำบลช่องสะแก อำเภอมะนัง จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 10 คน และผู้เชี่ยวชาญและผู้สอนด้านการเกษตรและเครื่องจักรกลของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี จำนวน 5 คน เลือกโดยวิธีการเจาะจง (Purposive sampling random) จากผู้เป็นเกษตรกรในท้องถิ่นไม่น้อยกว่า 10 ปี ซึ่งเป็นเกษตรกรผู้ปฏิบัติงานเกษตรจริงและมีความสนใจในการพัฒนาเครื่องจักรกลที่ทันสมัย ต้นทุนต่ำและสามารถผลิตได้ด้วยตนเองโดยไม่พึ่งพาการซื้อเครื่องจักรกลการเกษตรราคาสูง และผู้สอนมีประสบการณ์การสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี นับตั้งแต่การทํารวจ

3.3 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผสม เป็นปุ๋ยคอกร้อยละ 50 และปุ๋ยหมักร้อยละ 50 โดยผ่านการย่อยและหมักไม่น้อยกว่า 3 เดือน และมีการตากแห้งในระดับความชื้นคงเหลือไม่เกินร้อยละ 30

3.4 ขอบเขตด้านเวลา ทําการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองระหว่างเดือน กันยายน-ตุลาคม พ.ศ. 2567

4. วิธีดำเนินการวิจัย

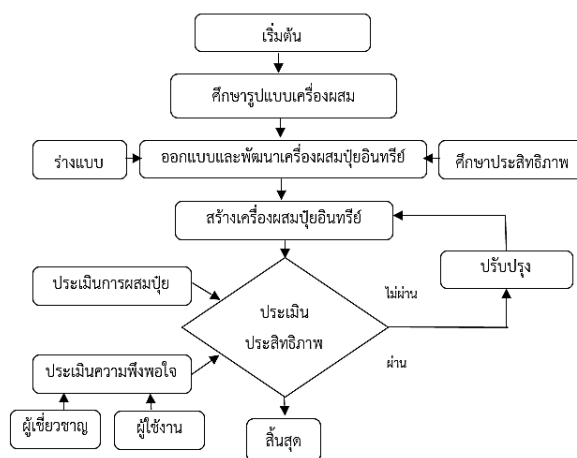
4.1 แนวคิดในการออกแบบ ได้ดำเนินการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับการศึกษาการผสมปุ๋ยอินทรีย์ วิธีการที่ผสมปุ๋ยอินทรีย์แบบเก่า ระยะเวลา และการผสมปุ๋ยอินทรีย์ที่ไม่เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ทำให้เกิดการสูญเสียปุ๋ยเป็นจำนวนมากต่อการผสมแต่ละครั้ง คณะผู้จัดทำจึงมีความคิดที่จะสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจในการผสมปุ๋ยอินทรีย์ต่อผู้ใช้งานเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบในการผสมปุ๋ยอินทรีย์แบบเก่า ซึ่งลักษณะของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์จะใช้สัดส่วนของการผสมที่มาตรฐานทำให้เข้ากันทำให้การผสมปุ๋ยอินทรีย์ปลอดภัยและสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการออกแบบ

4.2 ขั้นตอนการวิจัย

ผู้วิจัยได้ว่าแนวทางการทดลองวิจัยครั้งนี้เป็นแบบงานวิจัยผสมผสาน (Mixed research) โดยมีการวิจัยทดลอง (Experimental research) เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป ภายหลังจึงมีการนำไปประเมินประสิทธิภาพของการผสมและวัดผลจากลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยที่ได้กับระยะเวลาที่กำหนดไว้แบบคงที่ ภายหลังจึงประเมินความคิดเห็นด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญทางวิชาการที่เกี่ยวข้องและผู้ใช้งานเครื่องจักรทางการเกษตรนี้โดยตรง เพื่อพิจารณาการใช้งานในทั้งมิติประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์และทางมนุษยศาสตร์ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) โดยแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการวิจัย

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการหาประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปประกอบด้วย

4.3.1 เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

4.3.2 แบบบันทึกผลการทดลองหา

ประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

4.3.3 แบบประเมินความพึงพอใจ เป็นแบบการประเมินความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างตามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับของลิเคิร์ท (Likert) ดังนี้

5 หมายถึง คุณภาพในระดับ มากที่สุด

4 หมายถึง คุณภาพในระดับ มาก

3 หมายถึง คุณภาพในระดับ ปานกลาง

2 หมายถึง คุณภาพในระดับ น้อย

1 หมายถึง คุณภาพในระดับ น้อยที่สุด

โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยของการประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 = มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 = มาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 = ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 = น้อย

ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 1.50 = น้อยที่สุด

4.4 การเตรียมการออกแบบ ผู้วิจัยดำเนินการเตรียมงานเพื่อการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป ดังนี้

4.4.1 ศึกษาข้อมูลของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ประกอบด้วย โครงสร้างเครื่องผสมปุ๋ยใบกวนผสมปุ๋ยและระบบวงจรไฟฟ้า

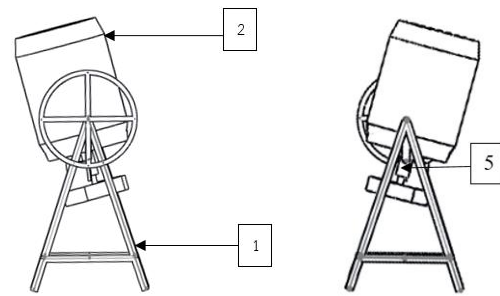
4.4.2 ศึกษาารูปแบบเครื่องผสมปุ๋ย

4.4.3 ออกแบบเครื่องผสมปุ๋ย

4.4.4 ตรวจสอบความถูกต้องและนำมาปรับปรุงแก้ไข

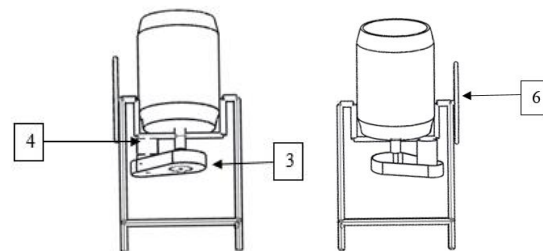
4.4.5 ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์

โดยขั้นตอนการเตรียมการออกแบบและทดสอบเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปมีดังภาพที่ 3 และ 4



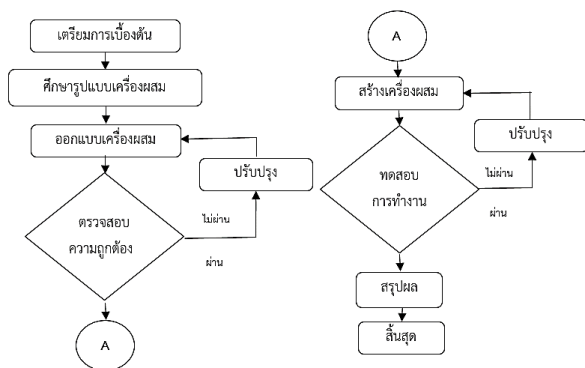
ก. ภาพร่างด้านขวา

ข. ภาพร่างด้านซ้าย



ค. ภาพร่างด้านหน้า

ภาพที่ 3 ภาพร่างการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการเตรียมการทดสอบเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป ดังนี้

4.5.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป โดยมีสูตรและความหมาย ดังนี้ [7]

$$\text{สูตร } \bar{x} = \frac{\sum x}{N} \dots\dots\dots(1)$$

โดย $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4.5.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยมีสูตรและความหมาย ดังนี้ [7]

$$\text{สูตร } S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots(2)$$

โดย $S.D.$ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x คือ ข้อมูลในแต่ละจำนวน

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลนั้น

n คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการออกแบบพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

จากการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปจากแบบร่างและผ่านการตรวจสอบการทำงานจากผู้เชี่ยวชาญและคณาจารย์ผู้สอนกลุ่มช่างกลแล้วดำเนินการสร้างตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ดังภาพที่ 5-7 ทำให้ได้เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปดังภาพที่ 8-11



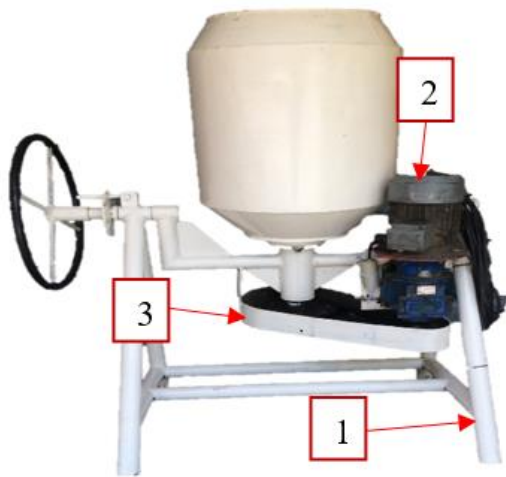
ภาพที่ 5 การประกอบตัวถังผสมเครื่องผสมปุ๋ย



ภาพที่ 6 การประกอบมอเตอร์



ภาพที่ 7 การปรับแต่งเครื่องผสมปุ๋ยภายหลังการทดสอบการใช้งาน



ภาพที่ 8 เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป (ด้านหน้า)

หมายเลขที่ 1 คือ โครงสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์

หมายเลขที่ 2 คือ มอเตอร์ต้นกำลัง

หมายเลขที่ 3 คือ การ์ดบังโซ่ส่งกำลัง



ภาพที่ 9 เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป (ด้านหลัง)

หมายเลขที่ 4 คือ สวิตช์ปิด-เปิดเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์

หมายเลขที่ 5 คือ เสือเฟลา

หมายเลขที่ 6 คือ คันโยกล้อคพวงมาลัยหมุนถังผสม



ภาพที่ 10 เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป (ด้านข้าง)

หมายเลขที่ 7 คือ พวงมาลัยหมุนถังผสม

หมายเลขที่ 8 คือ ถังผสมปุ๋ย



ภาพที่ 11 ผลงานการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป

5.2 ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพ

5.2.1 ประสิทธิภาพของการผสมปุ๋ย

การหาประสิทธิภาพเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ โดยเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ จำนวน 4 ครั้ง และทำการบันทึกผลการผสมทุกครั้งที่ทำการผสมปุ๋ย ซึ่งมีผลการผสมดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการผสมปุ๋ยอินทรีย์

น้ำหนักปุ๋ย (กิโลกรัม)	เวลา 5 นาที	ผลการผสม
3	5	ส่วนผสมร่วนซุย
5	5	ส่วนผสมเข้ากันได้ดี
7	5	ส่วนผสมละเอียด
10	5	ส่วนผสมจับตัวเป็นก้อน

จากตารางที่ 1 จากการทดลองแสดงผลการผสมปุ๋ยอินทรีย์จำนวน 4 ครั้ง ผลการทดลองมีดังนี้
ครั้งที่ 1 จำนวนน้ำหนักปุ๋ย 3 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ส่วนผสมร่วนซุย
ครั้งที่ 2 จำนวนน้ำหนักปุ๋ย 5 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ส่วนผสมเข้ากันได้ดี
ครั้งที่ 3 จำนวนน้ำหนักปุ๋ย 7 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ส่วนผสมละเอียด
ครั้งที่ 4 จำนวนน้ำหนักปุ๋ย 10 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ส่วนผสมจับตัวเป็นก้อน
ดังนั้น การผสมปุ๋ยอินทรีย์ในระยะเวลา 5 นาทีเหมาะสมกับน้ำหนักส่วนผสมจำนวน 5 กิโลกรัม มากที่สุดเพราะส่วนผสมเข้ากันได้ดี ไม่ร่วนซุยเกินไปและไม่จับตัวเป็นก้อน

5.2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้จัดทำได้ใช้แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอาจารย์ในวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี อ.เมือง จ.เพชรบุรี ซึ่งรายการประเมินดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ พึงพอใจ
1	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์	5.00	0.00	มากที่สุด
2	ถังผสมมีความแข็งแรง	5.00	0.00	มากที่สุด
3	ขนาดของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์	4.60	0.47	มากที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ พึงพอใจ
4	ความสวยงามของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์	4.00	0	มาก
5	มีสวิตช์ควบคุมอย่างเหมาะสม	4.20	0.57	มาก
6	ถังผสมมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
7	ปุ๋ยที่ผสมออกมามีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
8	ลดต้นทุนแรงงานคน	4.20	0.57	มาก
9	ลดเวลาในการผสมปุ๋ยอินทรีย์	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		4.66	0.18	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 แสดงว่าผลการศึกษาคำคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.18) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมี 5 รายการ คือ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ($\bar{X} = 5.0$, S.D. = 0.00) ถังผสมมีความแข็งแรง ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ถังผสมมีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ปุ๋ยที่ผสมออกมามีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) และลดเวลาในการผสมปุ๋ยอินทรีย์ ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) ส่วนรายการที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดมี 2 รายการ คือ มีสวิตช์ควบคุมอย่างเหมาะสม ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.57) และลดต้นทุนแรงงานคน ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.57) โดยผลการประเมินเป็นไปดังภาพที่ 12

5.2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ โดยผู้ใช้งาน

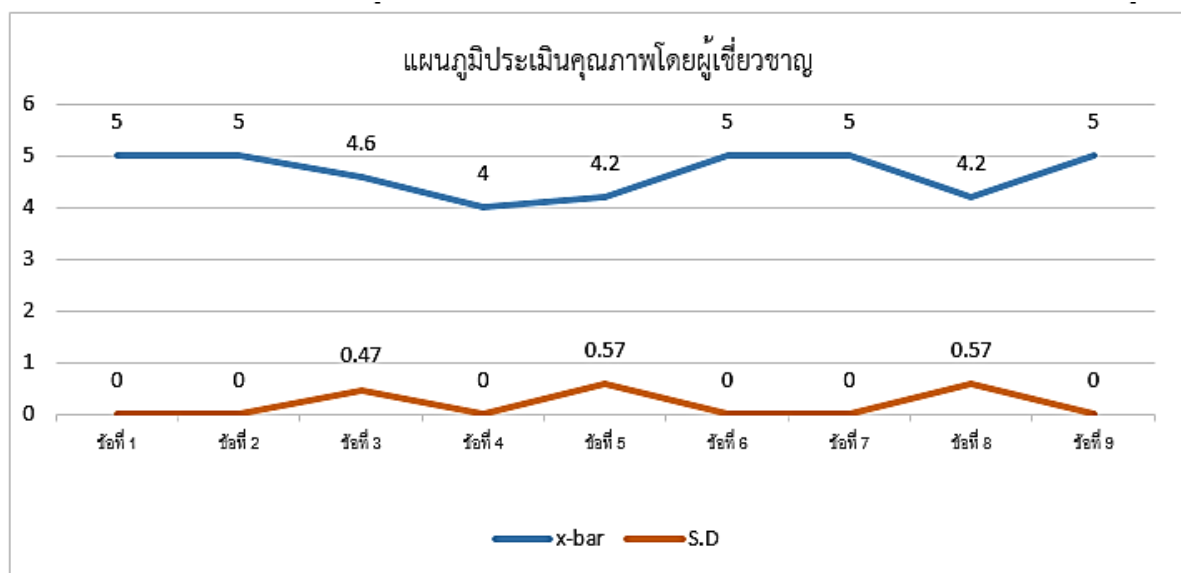
ผู้จัดทำได้ใช้แบบสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ของเกษตรกรใน

พื้นที่หมู่ 4 ตำบลช่องสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี
ซึ่งรายการประเมินและสรุปผลประเมินดังตารางที่ 3
ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน
ที่มีต่อเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์

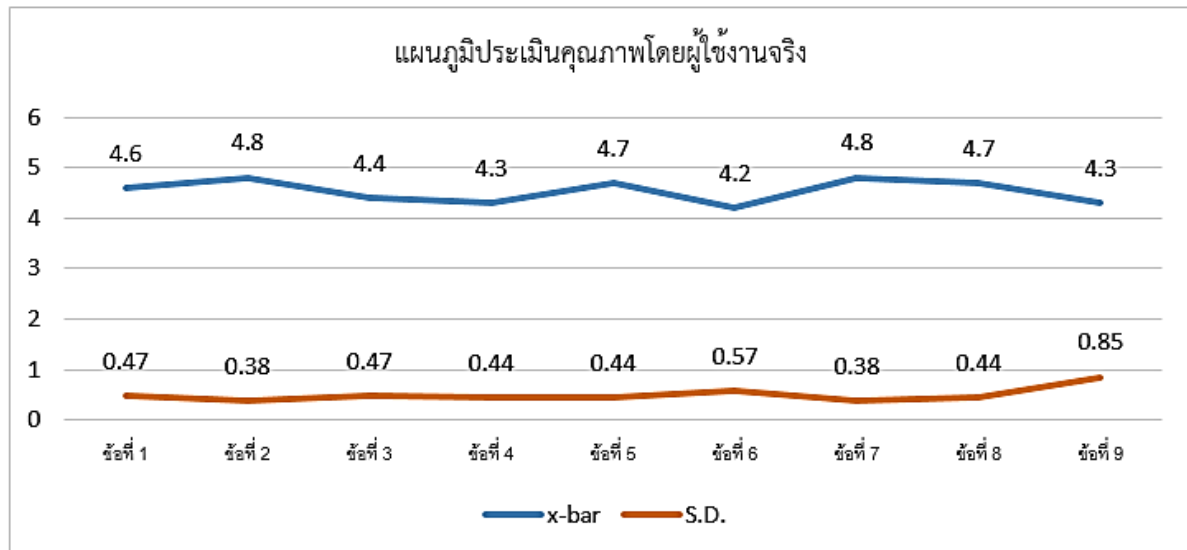
ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ พึงพอใจ
1	วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้าง เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์	4.60	0.47	มากที่สุด
2	ถังผสมมีความแข็งแรง	4.80	0.38	มากที่สุด
3	ขนาดของเครื่องผสมปุ๋ย อินทรีย์	4.40	0.47	มาก
4	ความสวยงามของเครื่อง ผสมปุ๋ยอินทรีย์	4.30	0.40	มาก
5	มีสวิตช์ควบคุมอย่าง เหมาะสม	4.70	0.40	มากที่สุด
6	ถังผสมมีขนาดเหมาะสม กับการใช้งาน	4.20	0.57	มาก
7	ปุ๋ยที่ผสมออกมามีคุณภาพ เหมาะสมกับการใช้งาน	4.80	0.38	มากที่สุด
8	ลดต้นทุนแรงงานคน	4.70	0.44	มากที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ พึงพอใจ
9	ลดเวลาในการผสมปุ๋ย อินทรีย์	4.30	0.85	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.50	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.3 แสดงว่ากลุ่มผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.49) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับ มากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมี 2 รายการคือ ถังผสมมีความแข็งแรง ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.38) และปุ๋ยที่ผสมออกมามีคุณภาพเหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.38) ส่วนรายการที่มีค่าเฉลี่ย ต่ำสุดมี 1 รายการ คือ ลดเวลาในการผสมปุ๋ยอินทรีย์ ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.85) โดยผลการประเมินเป็นไปดังภาพที่ 13



ภาพที่ 12 แสดงผลการศึกษาหาความพึงพอใจในคุณภาพของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์โดยผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ 13 แสดงผลการศึกษาหาความพึงพอใจในคุณภาพของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์โดยผู้ใช้งานจริง

6. สรุปและอภิปรายผล

6.1 สรุปผลวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ผู้จัดทำได้สร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ขนาด 50 x 90 x 120 เซนติเมตร ใช้มอเตอร์เกียร์ 1 แรงม้าให้ความเร็วรอบ 1335 rpm ใช้อัตราทด 8.9:1 ใช้เฟืองตัวขับจำนวน 14 ฟัน เฟืองตัวตามจำนวน 40 ฟัน จำนวนรอบที่ทดแล้วเท่ากับ 52.5 rpm ในการทดลองผสมปุ๋ยอินทรีย์ครั้งที่ 1 จำนวนน้ำหนักรับ 3 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาที ลักษณะส่วนผสมร่วนซุยครั้งที่ 2 จำนวนน้ำหนัก 5 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาทีลักษณะส่วนผสมเข้ากันได้ดีครั้งที่ 3 จำนวนน้ำหนักรับ 7 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาทีลักษณะส่วนผสมและครั้งที่ 4 จำนวนน้ำหนักรับ 10 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผสม 5 นาทีลักษณะส่วนผสมจับตัวเป็นก้อน ดังนั้นการผสมปุ๋ยอินทรีย์ในระยะเวลา 5 นาทีเหมาะสมกับน้ำหนักรับส่วนผสมจำนวน 5 กิโลกรัมมากที่สุดเพราะลักษณะส่วนผสมเข้ากันได้ดีไม่ร่วนซุยและไม่จับตัวเป็นก้อน ภาพรวมของการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.18) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับ มาก ที่สุด และโดยภาพของการประเมินจากผู้ใช้งานรวมมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.49) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์

ระดับมากที่สุด สามารถนำไปผสมใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวันเพื่อลดแรงงานคนและประหยัดเวลาในการผสมปุ๋ยแต่ละครั้ง

6.2 อภิปรายผล

การออกแบบและสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ มีประสิทธิภาพและสามารถใช้งานได้จริงและเป็นที่ยอมรับจากทั้งผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องกลและผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นเกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูก โดยประกอบกำลังมอเตอร์ 1 แรงม้าความเร็วรอบ 1335 rpm ในการทดลองผสมปุ๋ยอินทรีย์ในเวลา 5 นาที สามารถรองรับปุ๋ยน้ำหนักรับ 5 กิโลกรัม มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการผสมเพราะเนื้อปุ๋ยมีการเข้ากันได้ดี ไม่ร่วนซุยและจับตัวกันเป็นก้อนมากเกินไป ปุ๋ยที่นำมาทดลองผสมกับเครื่องสามารถนำไปใช้ในงานเกษตรของเกษตรกรรายย่อยได้เป็นอย่างดี โดยไม่จำเป็นต้องผลิตจำนวนมากต่อการผลิตและลดการพึ่งพาปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปจากท้องตลาดที่มีราคาแพงได้ โดยการวิจัยครั้งนี้สามารถเสริมวิธีการคิดและออกแบบให้กับชุมชนการเกษตรของคนไทยที่มีศักยภาพในการปรับแต่งอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับขนาดและการปฏิบัติงานของตนเองได้เป็นอย่างดี โดยการนำเครื่องมือ อุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจของ

คนในชุมชนแต่ละภูมิภาคของไทย ซึ่งการผลิตของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์นี้ใช้เวลาใกล้เคียงกับงานวิจัยของถาวร สังข์สุวรรณ [8] ซึ่งได้ทดลองเครื่องผสมอาหารสัตว์เพื่อใช้อัดเม็ดที่ใช้ส่วนผสมในเวลา 3 นาทีใช้น้ำหนักส่วนผสมจำนวน 5 กิโลกรัม ส่วนผสมเข้ากันได้ดีถือว่าส่วนผสมที่มีน้ำหนัก 5 กิโลกรัมเป็นน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุด สอดคล้องกับวิจัยของ อภิชาติ ศรีชาติ และคณะ [9] ได้พัฒนาเครื่องผสมอาหารสัตว์แบบวนอนใบกวน 2 ชั้น โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลัง ขนาด 2 แรงม้า ถึงผสมขนาด 350 ลิตร ชุดเกลียวผสม เก็บตัวอย่างวัสดุที่ เวลา 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 และ 360 วินาที โดยเปลี่ยนความเร็วรอบของใบกวน 3 ระดับ คือ 6, 12 และ 18 rpm พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การกระจายที่ดีที่สุดคือความเร็วรอบ 18 rpm. ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายคือ 28.6% ที่เวลา 210 วินาที สอดคล้องกับงานวิจัยของ วันรัฐ อับดุลลาฮาซิม และคณะ [10] ซึ่งได้พัฒนาและทดสอบสมรรถนะเครื่องต้นแบบเครื่องผสมวัสดุปลูกและบรรจุกระถางสำหรับการผลิตพืชโรงเรือนเป็นการออกแบบมีการทำงานเป็นแบบกะ มีปริมาตรบรรจุของถึงผสม 0.5 ลบ.ม. ใช้ใบกวนแบบใบพาย หมุนด้วยความเร็วรอบ 36 รอบ/นาที กำลังขับ 1.63 กิโลวัตต์ พบว่าเครื่องผสมมีอัตราเร็วในการผสมเข้ากันได้ดีในเวลา 2 นาที และจะผสมเข้ากันได้ดีที่สุดภายในเวลา 5 นาที ได้ค่าสัมประสิทธิ์การผันแปรต่ำสุดเท่ากับ 11.06% โดยสรุปการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปในการวิจัยครั้งนี้มีคุณภาพใกล้เคียงกับงานวิจัยที่สืบค้นโดยมีต้นทุนต่ำสามารถผลิตได้ในปริมาณที่เหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อย และมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับงานวิจัยของพิณิจ จีระศุกุล และคณะ [11] ซึ่งได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอัตโนมัติตามการวิเคราะห์ดินสำหรับอ้อย การผสมควรมีการเลือกชนิดแม่ปุ๋ยที่มีขนาดใกล้เคียงกัน จะช่วยให้การผสมเป็นไปได้อย่างสม่ำเสมอและลดอิทธิพลจากการแยกตัวของขนาดปุ๋ย โดยปริมาณ

การผสมไม่ส่งผลต่อสัดส่วนปริมาณธาตุอาหารในแต่ละช่วงของการบรรจุ ซึ่งในการผสมปุ๋ยเพื่อการบรรจุสำหรับกลุ่มเกษตรกรควรมีพิกัดความคลาดเคลื่อน +4% เพื่อให้ปุ๋ยที่ผ่านการผสมและทำการสุ่มตรวจอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตาม พรบ.ปุ๋ย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Abdul Hadi Ishak และคณะ [12] การพัฒนาเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ที่ปรับปรุงใหม่โดยอาศัยเทคโนโลยีสามารถลดภาระงานและต้นทุนแรงงานให้มากขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผสมปุ๋ยอินทรีย์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang Niu และคณะ [13] ที่ได้ออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ผสมและคลุกดินด้วยปุ๋ยหมักแบบผสมกันสำหรับเครื่องใส่ปุ๋ยหมัก โดยดำเนินการทดสอบจำลององค์ประกอบแยกส่วนโดยใช้ความเร็วรอบของใบมีดตัดและสว่าน และมุมเบี่ยงเบนของตัวแบ่งดินเป็นปัจจัย ตลอดจนความสม่ำเสมอของการผสมและปุ๋ยหมักแบบผสมดินและการคลุกดินเป็นดัชนีในการประเมิน ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อความเร็วรอบ ความเร็วของเครื่องกวน และมุมเบี่ยงเบนของเครื่องแยกดินอยู่ที่ 140 รอบต่อนาที 146 รอบต่อนาที และ 22° ความสม่ำเสมอของการผสมและความสม่ำเสมอของการคลุกดินสูงที่สุด ซึ่งอยู่ที่ 88.35% และ 96.86% ตามลำดับ

7. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ผู้จัดทำได้ดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้และมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ใช้งาน

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์

7.1.1 ควรออกแบบพวงมาลัยหมุนถังผสมรูปแบบใหม่ เพื่อให้หมุนถังผสมง่ายขึ้นและเร็วขึ้น

7.1.2 ควรเพิ่มขนาดความหนาของถังผสมปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูป เพื่อให้มีความแข็งแรงและทนต่อการใช้งาน

7.1.3 ควรออกแบบที่ล้อคพวงมาลัยให้แน่นขึ้น เพื่อป้องกันไม่ให้พวงมาลัยขยับหรือให้ตัวได้ขณะผสมปุ๋ย อินทรีย์สำเร็จรูป

7.1.4 ควรออกแบบใบผสมให้มีความแข็งแรง และเพิ่มจำนวนใบผสมเพื่อให้ผสมได้เร็วมากยิ่งขึ้น

7.1.5 ควรมีการปิดช่องทางปากถังผสมด้านบน เพื่อป้องกันการกระเด็นของส่วนผสมและฝุ่นละออง

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

7.2.1 เครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ สามารถพัฒนาให้ผสมปุ๋ยอินทรีย์ได้เป็นจำนวนมาก มีความสมดุล และลดแรงคนในการผสมปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้นได้โดยการพัฒนาขนาดและกำลังขับเคลื่อนเพิ่มขึ้น

7.2.2 พวงมาลัยหมุนของเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ ปฏิบัติได้ยากเพราะมอเตอร์มีความหนัก ทำให้การผสมช้าลง จึงควรมีแนวทางในการปรับแรงทดในการลดน้ำหนักของมอเตอร์ให้เบายิ่งขึ้น

7.2.3 ควรมีการพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติ และการเพิ่มกำลังการผลิต

7.2.4 ควรมีการนำวิธีการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือการเกษตรและการส่งเสริมการผลิตของเกษตรกรให้เป็นไปตามนโยบาย BCG Model และแผนพัฒนาการเกษตรของประเทศ

8. กิตติกรรมประกาศ

โครงการเครื่องผสมปุ๋ยอินทรีย์ จัดทำเพื่อทำการผสมปุ๋ยอินทรีย์จำนวนมากให้กับเกษตรกรที่มีพื้นที่ ในการเพาะปลูกจำนวนมากเพื่อเป็นการประหยัดเวลาและค่าแรงในการผสมปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละครั้งได้จำนวนมาก ทั้งนี้ต้องขอขอบคุณคุณ คณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการจัดทำโครงการนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอบคุณเพื่อนครูวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี ที่ให้การวิจารณ์โครงการนี้จนเกิดความสมบูรณ์ในข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้

โครงการนี้ถูกต้องและเกิดรูปลักษณ์ที่สวยงามขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Bangkok Business. 2023. *The Department of Agriculture indicates that the trend of chemical fertilizer prices continues to decrease*. [Online]. Available: <https://www.bangkokbiznews.com/business/economic/1066140>. Accessed 3 August 2024. (in Thai)
- [2] Phetchaburi Provincial Commerce Office. 2024. *Phetchaburi Provincial Commerce Office visits the area to monitor the price situation of chemical fertilizers in Ban Lat District, Kaeng Krachan District, and Tha Yang District, Phetchaburi Province*. [Online]. Available: <https://phetchaburi.moc.go.th/th/content/category/detail/id/161/iid/56915>. Accessed 10 August 2024. (in Thai)
- [3] Sritongtem, T. 2023. *Chemical Fertilizer Business*. [Online]. Available: <https://www.lhbank.co.th/getattachment/5416c24b-11a1-4a22-8643-8d6119612814/economic-analysis-Industry-Outlook-2023-Fertilizer>. Accessed 10 August 2024. (in Thai)
- [4] Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2024. *PDRC promotes farmers to produce organic fertilizers, increase productivity, and generate income*. [Online]. Available: <https://www.moac.go.th/news-preview-461391793899>. Accessed 3 August 2024. (in Thai)

- [5] Attanant, T. 2007. “*Site-specific plant nutrient management for sustainable crop production (rice and sugarcane),*” Research Report. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- [6] Department of Agricultural Extension, Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2023. *Annual Action Plan 2024 of the Department of Agricultural Extension*. Bangkok: Department of Agricultural Extension. (in Thai)
- [7] Srisat, B. 2002. *Preliminary research*. 7th ed. Bangkok: Suwiryasan. (in Thai)
- [8] Sangsuwan, T. 2016. “*Prototype for producing pelletized animal feed,*” Research Report. Narathiwat: Narathiwat Rajabhat University. (in Thai)
- [9] Srichat, A., Kaewka, W., & Hongthong, K. 2019. “Development of a horizontal animal feed mixer with two-layer agitator,” *Farm Engineering and Automation Technology Journal*. 5(2), pp. 38-48. (in Thai)
- [10] Abdullakasim, W., Inprasit, C., & Moyadee, W. 2022. “Development and performance test of a prototype of a growing substrate mixing and pot filling machine for greenhouse crops production,” *Khon Kaen Agriculture Journal*. 50(5): pp. 1327-1341. (in Thai)
- [11] Jirakkakul, P., and et al. 2016. “*Design and Development of Automatic Fertilizer Mixer using Soil Analysis for Sugar Cane,*” Research report. Bangkok: Department of Agriculture.
- [12] Ishak, A.H., and et al. 2023. “Autonomous Fertilizer Mixer Through the Internet of Things (IoT),” *Materials Today: Proceedings*. 81(2): pp. 295-301.
- [13] Niu, Y., and et al. 2023. “Design and Test of Soil–Fertilizer Collision Mixing and Mulching Device for Manure Deep Application Machine,” *Agriculture*. 13(3): pp. 709. <https://doi.org/10.3390/agriculture1303070>

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

“วารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม” เป็นวารสารที่ครอบคลุมสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทความมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาทางด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาทิ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ อุตสาหกรรมศึกษา เทคนิคและอาชีพศึกษา อุตสาหกรรมศิลป์ สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โดยนำเสนอในรูปแบบบทความวิจัย บทความวิชาการ บทความวิจารณ์/บทความปริทัศน์ ซึ่งผู้นำเสนอบทความเป็นนักศึกษา คณาจารย์ บุคลากร นักวิชาการ ตลอดจนผู้สนใจทั้งภายในและภายนอก

ทั้งนี้ บทความจะผ่านขั้นตอนการประเมินเบื้องต้นถึงคุณภาพและขอบเขตของเนื้อหา ความถูกต้องของรูปแบบการเตรียมบทความ ความซ้ำซ้อน และการคัดลอกวรรณกรรม (Duplication and Plagiarism) โดยกองบรรณาธิการวารสารฯ จากนั้นบทความจะได้รับการประเมินคุณภาพทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิทางสาขาที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 3 ท่านซึ่งผู้ตีพิมพ์ (Author) และผู้ประเมิน (Reviewer) จะไม่ทราบข้อมูลของกันและกัน (Double-Blinded Peer Reviews) โดยบทความที่ผ่านการปรับปรุงตามผลการประเมินจะได้รับพิจารณาอนุมัติให้ตีพิมพ์บทความ ขั้นตอนสุดท้าย กองบรรณาธิการจะดำเนินการตรวจสอบบทความและพิสูจน์อักษรก่อนที่จะเผยแพร่บทความแบบออนไลน์ และจัดพิมพ์บทความทั้งหมดรวมเล่มเพื่อดำเนินการเผยแพร่ต่อไป

อนึ่งผลงานวิจัยและผลงานทางวิชาการที่ปรากฏเผยแพร่ในวารสารฯ เป็นความคิดเห็นอิสระของผู้แต่ง โดยผู้แต่งเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากบทความเผยแพร่นั้น ซึ่งกองบรรณาธิการและคณะผู้จัดทำวารสารฯ ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

1. ประเภทของเรื่องที่จะลงตีพิมพ์

1.1 บทความวิจัย (Research articles or Original article) เป็นบทความที่ผู้เขียนเรียบเรียงขึ้นจากงานวิจัยของตนซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ได้แก่ บทความวิจัยทางสังคมศาสตร์ รวมทั้งสาขาวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องและจะเป็นประโยชน์กับวิชาชีพต่าง ๆ

1.2 บทความวิชาการ (Academic article) เป็นบทความที่ผู้เขียนมุ่งนำเสนอเนื้อหาสาระเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียว ได้จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ และนำมาถ้อยแถลง เรียบเรียงขึ้นโดยผู้เขียน

1.3 บทความวิจารณ์/บทความปริทัศน์ (Review article) เป็นบทความที่ผู้เขียนวิเคราะห์ สังเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์ เรื่อง/ประเด็นใดประเด็นหนึ่งเพื่อนำเสนอแนวคิดใหม่ หรือองค์ความรู้ใหม่

2. เงื่อนไขในการส่งเรื่องเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารอื่น ๆ

2.1 เป็นเรื่องที่ไม่เคยลงตีพิมพ์หรือกำลังรอตีพิมพ์ในวารสารอื่น ๆ

2.2 ต้นฉบับ ทุกเรื่องจะต้องผ่านการประเมินหรือได้รับความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบเนื้อหา (Peer review) ถ้าได้รับคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข กองบรรณาธิการจะส่งเรื่องที่จะลงตีพิมพ์ที่ได้รับคำแนะนำให้ปรับปรุงแก้ไข หรือเพิ่มเติมไปยังเจ้าของต้นฉบับ (ผู้เขียน) ซึ่งเจ้าของต้นฉบับจะต้องส่งต้นฉบับที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วกลับคืนให้กับกองบรรณาธิการภายใน 2 สัปดาห์ กองบรรณาธิการจะตอบรับการตีพิมพ์ก็ต่อเมื่อต้นฉบับได้รับการแก้ไขจนครบถ้วนสมบูรณ์จากเจ้าของต้นฉบับแล้วเท่านั้น

2.3 ให้ผู้เขียนส่งต้นฉบับมายังกองบรรณาธิการวารสารฯ ไม่เกิน 40 วันก่อนการตีพิมพ์แต่ละฉบับ เพื่อเรื่องที่จะลงตีพิมพ์จะได้รับการดำเนินการตามขั้นตอนการวินิจฉัยและพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารต่อไป

2.4 ต้นฉบับที่ส่งมาเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด คำแนะนำในการตีพิมพ์ต้นฉบับ

2.5 เรื่องที่ได้รับพิจารณาตีพิมพ์ ผู้เขียนสามารถดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

3. การเตรียมต้นฉบับ

3.1 ต้นฉบับพิมพ์ เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ องค์ประกอบต่าง ๆ ของบทความ วิจัยหรือบทความวิชาการให้จัดทำตามคำแนะนำการเตรียมต้นฉบับนี้ การใช้ภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์และการเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน ควรหลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษปนภาษาไทยในข้อความ ยกเว้นกรณีจำเป็น เช่น ศัพท์ทางวิชาการที่ไม่มีคำแปลหรือคำที่ใช้แล้วทำให้เข้าใจง่ายขึ้น คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เขียนปนภาษาไทยให้ใช้ตัวเล็กทั้งหมด ยกเว้นชื่อเฉพาะ สำหรับต้นฉบับภาษาอังกฤษควรได้รับการตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้ภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาเป็นเบื้องต้นก่อน

3.2 การพิมพ์ ให้จัดพิมพ์ด้วยโปรแกรม Microsoft Word ขนาดของต้นฉบับใช้กระดาษขนาด Executive (18.8 X 26.6 เซนติเมตร) ตั้งค่าน้ำกระดาษสำหรับการพิมพ์ ห่างจากขอบกระดาษด้านบน ด้านล่าง ด้านขวา ด้านละ 2.5 เซนติเมตร ด้านซ้าย 2.3 เซนติเมตร จัดเป็นคอลัมน์เดียวกระจายเต็มบรรทัด การลำดับหัวข้อของเนื้อเรื่อง หัวข้อหลักหรือหัวข้อใหญ่ พิมพ์ชิดซ้าย เป็นหัวข้อลอย ไม่มีภาษาอังกฤษหรือข้อความใด ๆ ต่อท้าย เป็นหัวข้อที่ใช้ตัวเลขกำกับข้อ หากมีหัวข้อย่อย หัวข้อย่อย และหัวข้อย่อย ๆ ให้ใช้เลขระบบทศนิยมกำกับ หัวข้อดังกล่าว เช่น หัวข้อย่อย หมายเลข 1.1 หัวข้อย่อย หมายเลข 1.1.1 หัวข้อย่อย ๆ หมายเลข 1.1.1.1 และ 1) เป็นต้น

3.3 รูปแบบตัวอักษร ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษใช้ตัวอักษรแบบ TH Sarabun PSK ขนาดตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษใช้ขนาดเดียวกัน ดังนี้ ชื่อ

เรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 18 pt. ตัวพิมพ์หนา ชื่อผู้เขียน และหัวข้อหลักใช้ตัวอักษรขนาด 15pt. ตัวพิมพ์หนา หัวข้อย่อยใช้ตัวอักษรขนาด 15 pt. ตัวพิมพ์หนา เนื้อความทุกส่วนใช้ตัวอักษรขนาด 15 pt. ตัวพิมพ์ปกติ เชิงอรรถหน้าแรก ที่เป็นชื่อ-สกุล ตำแหน่งทางวิชาการ และที่อยู่ของผู้เขียนบทความใช้ตัวอักษรขนาด 13 pt. ตัวพิมพ์ปกติ

3.4 จำนวนหน้า ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า รวมตาราง ภาพ และเอกสารอ้างอิง

3.5 ตารางและภาพ ให้จัดแทรกไว้ในเนื้อเรื่อง โดยคัดเลือกเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้นและเรียงลำดับให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่อง

3.5.1 ตาราง เมื่อวางรูปตารางข้อมูลเรียบร้อยแล้วต้อง “กำกับ” ไว้ที่ด้านบนของตารางด้วยข้อความที่เป็น “ตารางที่...(และชื่อตารางหรือคำอธิบายสั้น)” ส่วน “ที่มา” ของตาราง(ถ้ามี)ให้อยู่ด้านล่างของตาราง “ที่มา” ของตารางใช้รูปแบบเดียวกับการอ้างอิงทุกประการ คือ (ชื่อ-สกุล, ปี) หากเป็นตารางที่สร้างขึ้นเองอาจไม่ระบุ “ที่มา” ก็ได้

3.5.2 ภาพ เป็นภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหาได้แก่ ภาพถ่าย ภาพวาด ภาพกราฟิก ภาพดิจิทัล แผนภูมิ แผนผัง ผังโมโนทัศน์ แผนที่ ลายแทง ฯลฯ อาจจัดทำเป็นภาพขาวดำหรือภาพสีก็ได้ เมื่อจัดภาพเสร็จแล้วต้อง “กำกับ” ไว้ที่ได้ภาพด้วยข้อความที่เป็น ภาพที่....และชื่อภาพหรือคำอธิบายภาพสั้น ๆ และบรรทัดที่ถัดลงมาคือ “ที่มา:....” ของภาพ(ถ้ามี) ที่มาของภาพใช้รูปแบบเดียวกับที่มาของตารางทุกประการ

4. การเตรียมต้นฉบับแต่ละประเภท

4.1 บทความวิจัย (Research articles) เป็นการนำเสนอผลงานวิจัยที่เสร็จสมบูรณ์แล้วซึ่งผู้เขียนได้ดำเนินการด้วยตนเองมีองค์ประกอบดังนี้

4.1.1 ส่วนประกอบตอนต้น มีองค์ประกอบดังนี้

1) **ชื่อเรื่อง (Title)** ควรสั้นกะทัดรัด ไม่ยาวจนเกินไป ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อนแล้ว ตามด้วยภาษาอังกฤษในบรรทัดถัดไป

2) **ชื่อผู้เขียนบทความ (Authors and co-authors/ Corresponding Author)** ระบุเฉพาะชื่อและนามสกุลเต็มทั้งชื่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สำหรับภาษาอังกฤษใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของชื่อตัวและนามสกุล ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใช้ตัวเลขยกกำลัง (1) และใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) สำหรับผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author) ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ และชื่อหน่วยงานของผู้วิจัยที่ส่วนล่างของหน้าแรกพร้อม E-mail address (กรณีเป็นนักศึกษาให้ระบุระดับการศึกษา สาขาวิชา และสถาบันการศึกษา)

3) **บทคัดย่อ (Abstract)** ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พิมพ์คอลัมน์เดียว ความยาวไม่เกินอย่างละ 15 บรรทัด บทคัดย่อที่เขียนควรเป็นแบบ Indicative abstract คือ สั้น ตรงประเด็น และให้สาระสำคัญเท่านั้น ไม่ควรเขียนแบบ Informative abstract ตามแบบที่เขียนในวิทยานิพนธ์หรือรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โดยให้ลำดับบทคัดย่อภาษาไทยขึ้นก่อนตามด้วยบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

4) **คำสำคัญ (Keywords)** ให้ใช้คำที่ปรากฏอยู่ในเนื้อเรื่องซึ่งเป็นตัวแทนบอกวิธีการวิจัย ประเด็นที่วิจัย ผลการวิจัย การใช้ประโยชน์หรือสถานที่ที่ ทำวิจัย คำสำคัญนี้ให้เขียนทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใส่ไว้ท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษาอย่างละไม่เกิน 5 คำ

4.1.2 **เนื้อหาในบทความวิจัย** สาขา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมุ่งเน้นเผยแพร่บทความ วิชาการทางด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาทิ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ประยุกต์ อุตสาหกรรมศึกษา เทคนิคและอาชีวศึกษา อุตสาหกรรมศิลป์ สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และ

สาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1) **บทนำ (Introduction)** อธิบายถึงที่มา ความสำคัญของปัญหา และเหตุผลที่นำไปสู่การ ศึกษาวิจัย ให้ข้อมูลทางวิชาการที่มีการตรวจสอบเอกสาร (literature review) โดยระบุถึงแหล่งที่มาของข้อมูล (อ้างอิง) และจุดมุ่งหมายที่เกี่ยวข้อง

2) **วัตถุประสงค์ (Research Objectives)** ระบุความมุ่งหมายที่ผู้วิจัยต้องการค้นหา ข้อเท็จจริงโดยวิธีการวิจัย

3) **ขอบเขตการวิจัย (Research Scopes)** (ถ้ามี) เป็นการขีดวงจำกัดให้แน่นอนว่าจะ ศึกษาพิจารณาในขอบเขตแค่ไหน เช่น ขอบเขตของ ประชากร กลุ่มตัวอย่าง ขอบเขตของตัวแปร ขอบเขต เนื้อหา ขอบเขตของช่วงเวลา (งานวิจัยเชิงทดลอง)

4) **วิธีดำเนินการวิจัย (Research methods)** อธิบายกระบวนการดำเนินการวิจัย โดย บอกรายละเอียดวัสดุ วิธีการศึกษา สิ่งที่น่าสนใจ ศึกษา จำนวน ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา ตลอดจน เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษา อธิบาย แบบแผนการวิจัย การเลือกตัวอย่าง วิธีการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้

5) **ผลการวิจัย (Results)** รายงาน ผลการวิจัยให้ได้ใจความชัดเจนและตรงประเด็นโดยยึด แนวทางตามวัตถุประสงค์เป็นหลักควรอธิบายผลการวิจัย ด้วยคำบรรยายเป็นหลักแต่ถ้ามีตัวเลขหรือตัวแปรมาก ควรนำเสนอเป็นภาพและตาราง แทรกในเนื้อหา พร้อม อธิบายผลการวิจัยให้ได้สาระครบถ้วนอย่างสั้น ๆ

6) **การอภิปรายผลหรือการวิจารณ์ และสรุป (Discussion and conclusion)** เป็นการ ชี้แจงผลการวิจัยว่าตรงกับวัตถุประสงค์/สมมติฐานของ การวิจัย สอดคล้องหรือขัดแย้งกับผลการวิจัยของผู้อื่น ที่มีอยู่ก่อนหรือไม่อย่างไร เหตุผลใดจึงเป็นเช่นนั้น และ ให้จบด้วยข้อเสนอแนะที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

หรือทั้งประเด็นคำถามการวิจัย ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป

7) กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) (ถ้ามี) โดยให้ระบุสั้น ๆ ว่า งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนหรือความช่วยเหลือจากองค์กรใด และบุคคลใดบ้าง

8) เอกสารอ้างอิง (References) ให้ระบุเฉพาะเอกสารที่ผู้เขียนบทความได้นำมาอ้างอิงในบทความวิจัยอย่างครบถ้วน โดยระบุรายละเอียดและใช้รูปแบบการเขียนที่ถูกต้อง และครบถ้วน (ตามข้อ3) จัดเรียงลำดับตามตัวอักษร ถ้าเป็นบทความภาษาไทยนำโดยกลุ่มเอกสารภาษาไทยและตามด้วยกลุ่มเอกสารภาษาอังกฤษ

4.2 บทความทางวิชาการ บทความวิจารณ์ และบทความปริทัศน์ (Review articles) เป็นบทความที่ผู้เขียนได้เรียบเรียงโดยศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร งานแปล และผลงานจากประสบการณ์ของผู้เขียนหรือได้รับการถ่ายทอดจากผู้อื่น มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้ องค์ความรู้ การเสนอความคิดเห็นที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ทางวิชาการของสาขาต่าง ๆ

4.2.1 ส่วนประกอบตอนต้น มีองค์ประกอบดังนี้

1) ชื่อเรื่อง (Title) ให้เป็นภาษาไทยก่อนและบรรทัดถัดลงมาเป็นภาษาอังกฤษ โดยภาษาอังกฤษใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะตัวแรก ยกเว้น Article และ Preposition ใช้ตัวพิมพ์เล็ก ส่วนชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name) ให้พิมพ์ด้วยตัวเอนไม่ต้องขีดเส้นใต้ กรณีระบุชื่อภาษาไทยหรือชื่อสามัญของสิ่งมีชีวิต(เป็นภาษาอังกฤษ)ให้ใส่ชื่อวิทยาศาสตร์ด้วย

2) ชื่อผู้เขียน (Authors and co-authors) ระบุเฉพาะชื่อและนามสกุลเต็มทั้งชื่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สำหรับภาษาอังกฤษใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของชื่อตัวและนามสกุล ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใช้ตัวเลขยกกำกับ ⁽¹⁾ พร้อมระบุตำแหน่งทางวิชาการ (ถ้ามี) ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ และ

ชื่อหน่วยงานของผู้วิจัยที่ส่วนล่างของหน้าแรก พร้อม E-mail address (กรณีเป็นนักศึกษาให้ระบุระดับการศึกษา สาขาวิชาและสถาบันการศึกษา)

3) สารสังเขป (Summary) เป็นการย่อเนื้อความของบทความทั้งเรื่องให้สั้นได้เนื้อหาสาระครบถ้วน

4) คำสำคัญ (Keywords) (ถ้ามี) ให้ใช้คำที่ปรากฏอยู่ในเนื้อเรื่องซึ่งเป็นตัวแทนบอกริธีการ สิ่งที่ศึกษา ผลการศึกษา สาขา การใช้ประโยชน์และสถานที่ คำสำคัญให้เขียนทั้งคำสำคัญภาษาไทย และภาษาอังกฤษ แต่ละชุดไม่เกิน 5 คำ

4.2.2 เนื้อหา (Main texts) ในบทความทางวิชาการมีองค์ประกอบดังนี้

1) บทนำ (Introduction) กล่าวถึงความน่าสนใจของเรื่องที่น่าสนใจก่อนเข้าสู่เนื้อหา

2) เนื้อความ (Content) ควรนำเสนอพัฒนาการของเรื่องได้อย่างน่าสนใจ และเนื้อเรื่องมีเนื้อหาใหม่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน

3) สรุป (Conclusion) เป็นการย่อเฉพาะข้อมูลจากเนื้อความให้สั้นได้เนื้อหาสาระของเนื้อความครบถ้วน

4) เอกสารอ้างอิง (References) ให้ระบุเฉพาะเอกสารที่ผู้เขียนบทความได้นำมาอ้างอิงในบทความวิชาการอย่างครบถ้วนรูปแบบของการเขียนเอกสารอ้างอิงให้จัดทำตามที่ระบุไว้ในข้อ 2.3 (เอกสารอ้างอิง)

4.3 การอ้างอิง (References)

การอ้างอิงในบทความวิจัยและบทความวิชาการสำหรับวารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กำหนดให้อ้างอิงตามรูปแบบ IEEE (อ้างอิงจาก<https://www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf> หรือจาก http://www.ieee.org/documents/style_manual.pdf) โดยต้องเขียนอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น หากบทความที่อ้างอิงมาจากบทความภาษาไทยต้องแปลเป็น

ภาษาอังกฤษให้ถูกต้อง สำหรับการใส่อ้างอิงในเนื้อเรื่อง (In-text citations) ให้ใช้เครื่องหมาย [] โดยมีตัวอย่าง การเขียน เช่น [1] หรือ [2] หรือ [1], [2] หรือ [1], [3]-[8] หรือ [9], [10], [15], [16] หากมีการอ้างอิงซ้ำ บทความเดิมให้ใช้หมายเลขเดิม ในส่วนของการอ้างอิง ส่วนท้าย (Reference list) จะต้องเรียงตามลำดับ บทความที่เขียนอ้างอิงในเนื้อเรื่อง เอกสารอ้างอิงที่เป็น ภาษาไทยให้แปลเป็นภาษาอังกฤษ ให้เพิ่มคำว่า (in Thai) ไว้ตอนท้ายการอ้างอิง

รายละเอียดของเอกสารประกอบด้วย ชื่อผู้เขียน ชื่อ หนังสือหรือชื่อของบทความ ชื่อของเอกสารที่พิมพ์ สำนักหรือสถานที่พิมพ์ ปีที่ (ฉบับที่) พิมพ์ และเลขหน้าที่ อ้างอิง และทุกเรื่องที่ปรากฏในรายการเอกสารอ้างอิง ต้องมีการอ้างอิง ในเนื้อเรื่อง โดยต้องเขียนเป็น ภาษาอังกฤษเท่านั้น

การเขียนชื่อผู้ร่วมแต่งบทความไม่เกิน 3 คน ให้ เขียน เรียงทุกคน และคั่นด้วย จุลภาค (,) คนสุดท้ายให้ เชื่อมด้วย “and” ในกรณีที่ร่วมแต่งบทความเกิน 3 คน ให้เขียนเฉพาะชื่อผู้เขียนคนแรกและตาม ด้วย “and et al.” ตัวอย่างเช่น

[1] Johnson, C. and Timothy F. 2002. “In the Eyes of the State: Negotiating a "Rights-Based Approach" to Forest Conservation in Thailand,” *World Development*. 30(9): 1591-1605.

[2] Martin, J. R. and et al. 1997. *Working with Functional Grammar*. London: Arnold.

รูปแบบการเขียนจากแหล่งอ้างอิงต่าง ๆ (Reference)

1) การอ้างอิงจากบทความในวารสาร (Journal Articles)

รูปแบบ: [1] Author. Year. “Title of Article,” *Title of Journal*, Volume(Issue): Pages.

ตัวอย่าง:

- [3] Johnson, C. and Timothy F. 2002. “In the Eyes of the State: Negotiating a "Rights-Based Approach" to Forest Conservation in Thailand,” *World Development*. 30(9): pp. 1591-1605.
- [4] Koolkalya, S., Matchakuea, U. and Jutagate, T. 2016. “Catch status and trend analysis of Brachyuran fisheries in the Gulf of Thailand,” *Burapha Science Journal*. 22(1): pp. 240-252. (in Thai)

2) การอ้างอิงจากการนำเสนอผลงานในการประชุมทางวิชาการ (Conference Technical Articles)

รูปแบบ: [1] Author. Year. “Title of paper,” in *Title of Conference*, Conference date, Editor, Ed. Location: Publisher, Country, Pages.

ตัวอย่าง:

- [5] Jagacinski, N. and Gongjin, Z. 1990. “Agricultural Sacrifice and Village Culture of Dai People,” In *Proceedings of the 4th International Conference in Thai Studies*, 11-13 May 1990. Kunming, China, pp. 1150-1163.
- [6] Ployyod, Y. and Porntrai, S. 2016. “Chromosome simulation: activity for teaching mitotic cell division,” In *Proceedings of the 10th National Research Conference of Ubon Ratchathani University*, 7-8 July 2016. Ubon Ratchathani, Thailand, pp. 279-291. (in Thai) Thesis / Dissertation

3) การอ้างอิงจากหนังสือ (Books)

รูปแบบ: [1] Author. Year. *Title of Book*, Editor, ed. Location: Publisher.

ตัวอย่าง:

[7] Wyatt, D.K. 1984. *Thailand: A Short History*. New Haven: Yale University Press.

[8] R. C. Hibbeler. 2013. *Mechanics of Materials*, 9th ed. Boston: Pearson.

[9] R. M. Burton, B. Obel and G. DeSanctis. 2011. *Organizational Design: A Step-by-Step Approach*, 2nd ed. New York: Cambridge University Press.

[10] Suvarnaraksha, A. 2013. *Ichthyology*. Chiangmai: Maejo University Press. (in Thai)

4) การอ้างอิงจากบทในหนังสือ (Edited Book Chapter)

รูปแบบ: [1] J. K. Author. Year. "Title of chapter in the book," in *Title of His Published Book*, xth ed. City of Publisher, Country if not USA: Abbrev. of Publisher, ch. x, sec. x, pp. xxx-xxx.

ตัวอย่าง:

[11] Wambugu, F. 2002. "Why Africa needs agricultural biotech?" In M. Ruse and D. Castle (eds.) *Genetically Modified Foods: Debating Biotechnology*. NY: Prometheus Books, pp. 78-79.

[12] L. Stein. 1994. "Random patterns," in *Computers and You*, J. S. Brake, Ed. New York: Wiley, pp. 55-70.

[13] R. L. Myer. 1977. "Parametric oscillators and nonlinear materials," in *Nonlinear Optics*, vol. 4, P. G. Harper and B. S. Wherret, 1st ed. San Francisco, CA: Academic, pp. 47-160.

[14] G. O. Young. 1964. "Synthetic structure of industrial plastics," in *Plastics*, vol. 3, Polymers of Hexadromicon, J. Peters, Ed., 2nd ed. New York: McGraw-Hill, pp. 15-64.

[15] Sukosol, T. 1980. "Antigen and antibody," In *Sarasombat S. (ed.) Immunology*, Bangkok, K-T Printing, pp. 125. (in Thai)

5) การอ้างอิงจากวิทยานิพนธ์ (Theses and Dissertations)

รูปแบบ: [1] J. K. Author. year. "*Title of dissertation*," Ph.D. dissertation, Abbrev. Dept., Abbrev. Univ., City of Univ., Abbrev. State.

[2] J. K. Author. year. "*Title of thesis*," M.S. thesis, Abbrev. Dept., Abbrev. Univ., City of Univ., Abbrev. State.

ตัวอย่าง:

[16] J. O. Williams. 1993. "*Narrow-band analyzer*," Ph.D. dissertation, Dept. Elect. Eng., Harvard Univ., Cambridge, MA.

[17] N. Kawasaki. 1993. "*Parametric study of thermal and chemical nonequilibrium nozzle flow*," M.S. thesis, Dept. Electron. Eng., Osaka Univ., Osaka, Japan.

- [18] N. M. Amer. 1995. *"The effects of homogeneous magnetic fields on developments of tribolium confusum,"* Ph.D. dissertation, Radiation Lab., Univ. California, USA.
- [19] Sidthilaw, S. 1996. "Impact Force and Kinematic Analysis of Roundhouse Kicks in Thai Boxing," Ph.D. Dissertation, Department of Biomechanics, Oregon State Univ. Oregon, USA.
- [20] Hanmanop, S. 2010. *"The Therapeutic Effects of White Kwao Krua Pueraria mirifica Airy, Shaw & Suvatabandhu on Ovariectomy-induced Osteoporotic Rats,"* M.Sc. Thesis, Chulalongkorn Univ. Bangkok, Thailand. (in Thai)

6) การอ้างอิงจากรายงานวิจัย/รายงานโครงการ (Research report/Project report)

- รูปแบบ: [1] J. K. Author. year. *"Title of Research report,"* Research report. Location, Publisher.
- [2] [1] J. K. Author. year. *"Title of Research report,"* Project report. Location, Publisher.

ตัวอย่าง:

- [21] Niyom, S. 2021. *"Development of ready-to-drink pomelo juice products. Pasteurization and hot filling to increase the value of Tha Khoi pomelo,"* Research report. Bangkok: Promotion and Coordination Division for Scientific Benefits Research and innovation Office of the Permanent Secretary, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation. (in Thai)

- [22] Chaengim,R., Saenbudda, W., and Thaoklang, P. 2022. *"Community product development and upgrading Product standards Under the strategic plan of Rajabhat University for local development Fiscal year 2022,"* Project report. Nakhon Ratchasima, Nakhon Ratchasima Rajabhat University. (in Thai)

7) การอ้างอิงจากเว็บไซต์ (Web site)

- รูปแบบ: [1] J. K. Author. Year. *Title (edition)* [Type of medium]. Available: [http://www.\(URL\)](http://www.(URL)). Accessed day month year.

ตัวอย่าง:

- [23] Buis, A. and Lynch, P. 2016. *NASA Releases New Eye-Popping View of Carbon Dioxide.* [Online]. Available: <https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=6701>. Accessed 14 January 2017.
- [24] J. Jones. 1991. *Networks (2nd ed.).* [Online]. Available: <http://www.atm.com>. Accessed 21 June 2016.
- [25] Pantoom, J. 2008. *Food from Corn.* [Online]. Available: <http://www.ku.ac.th/agri/cornn/corn.html>. Accessed 14 February 2017. (in Thai)

8) การอ้างอิงจากสิทธิบัตร (Patents)

- รูปแบบ: [1] J. K. Author. year. *"Title of patent,"* U.S. Patent x xxx xxx, Abbrev. day month year.

ตัวอย่าง:

- [26] J. P. Wilkinson. 1990. "Nonlinear resonant circuit devices," U.S. Patent 3 624 125, 16 July 1996.

9) การอ้างอิงจากมาตรฐาน (Standards)

รูปแบบ: [1] *Title of Standard*, Standard number, date.

ตัวอย่าง:

[27] *IEEE Criteria for Class IE Electric Systems*, IEEE Standard 308, 1969.

[28] *Letter Symbols for Quantities*, ANSI Standard Y10.5-1968.

10) การอ้างอิงจากคู่มือ (Handbooks)

รูปแบบ: [1] *Name of Manual/Handbook*, x Ed., Abbrev. Name of Co., City of Co., Abbrev. State, year, pp. xx-xx.

ตัวอย่าง:

[29] *Transmission Systems for Communications*, 3rd Ed., Western Electric Co., Winston-Salem, NC, 1985, pp. 44-60.

[30] *Motorola Semiconductor Data Manual*, Motorola Semiconductor Products Inc., Phoenix, AZ, 1989.

[31] *RCA Receiving Tube Manual*, Radio Corp. of America, Electronic Components and Devices, Harrison, NJ, Tech. Ser. RC-23, 1992.

11) การอ้างอิงจากการสัมภาษณ์ (Handbooks)

รูปแบบ: [1] Interviewee name. Year, Date.

Interview. City, Country. Interview.

ตัวอย่าง:

[32] Thongsom, S. 2020, April 21. *Benefits of tourism in Thailand*. Bangkok, Thailand. Bangkok, Thailand. Interview. (In Thai)

5. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การเขียนหน่วยต่าง ๆ ควรใช้ระบบ SI และเป็นสากล ถ้าหากต้องการย่อหน่วย ควรใช้ตัวย่อเป็นภาษาอังกฤษที่ถูกต้องและเป็นสากลการใช้ศัพท์วิทยาศาสตร์ให้ยึดคำบัญญัติของราชบัณฑิตยสถาน ชื่อสถานที่ต่าง ๆ ให้ใช้ตามประกาศของสำนักนายกรัฐมนตรี การเขียนคำที่มาจากภาษาต่างประเทศ หากต้องการทับศัพท์เป็นภาษาไทยหรือต้องการแปลเป็นภาษาไทย การแปลหรือเขียนทับศัพท์ครั้งแรกควรใส่คำศัพท์ เดิมไว้ในวงเล็บต่อท้ายคำแปลด้วย ซึ่งถ้าคำศัพท์ใดที่ไม่ใช่ คำศัพท์เฉพาะก็ไม่จำเป็นต้องขึ้นต้นด้วยตัวใหญ่เช่น “การเหนี่ยวนำ (induction)” “เวเบอร์ (weber)” และเมื่อต้องการ ใช้คำแปลเดิมซ้ำอีก ให้ใช้ภาษาไทยโดยไม่ต้องใส่ภาษาอังกฤษกำกับ

จริยธรรมในการตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสาร (Publication Ethics)

หน้าที่และความรับผิดชอบของผู้เขียนบทความ (Author Ethical Responsibilities)

- บทความที่ส่งให้พิจารณาตีพิมพ์ในวารสารจะต้องเป็นบทความที่ไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อนและไม่ส่งต้นฉบับบทความซ้ำซ้อนกับวารสารอื่น
- บทความที่ส่งให้พิจารณาตีพิมพ์จะต้องไม่มีส่วนใดที่เป็นการคัดลอกผลงานวิชาการ ทั้งของตนเองและผู้อื่น และมีการอ้างอิงผลงานอย่างถูกต้องและครบถ้วน
- ผู้เขียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของรายการเอกสารอ้างอิง ทั้งในด้านรูปแบบและเนื้อหา
- ผู้เขียนจะต้องเขียนบทความตามรูปแบบและขนาดตัวอักษรตามแบบฟอร์ม (template) ที่วารสารกำหนดไว้
- ผู้เขียนที่มีชื่อปรากฏในบทความทุกคน ต้องเป็นผู้ที่มีส่วนในการดำเนินการบทความจริง
- ผู้เขียนต้องระบุแหล่งทุนที่สนับสนุนในการทำวิจัยนี้ และ/หรือมีผลประโยชน์ทับซ้อนจะต้องระบุในบทความ และแจ้งให้บรรณาธิการทราบ
- ผู้เขียนจะต้องไม่รายงานข้อมูลที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ไม่ว่าจะเป็นการสร้างข้อมูลเท็จ หรือการปลอมแปลง บิดเบือน รวมไปถึงการตกแต่ง หรือ เลือกแสดงข้อมูลเฉพาะที่สอดคล้องกับข้อสรุป
- ผู้เขียนต้องยินยอมโอนลิขสิทธิ์ให้แก่วารสารก่อนการตีพิมพ์ และไม่นำผลงานไปเผยแพร่หรือตีพิมพ์กับแหล่งอื่น ๆ หลังจากที่ได้รับการตีพิมพ์กับวารสารธรรมศาสตร์แล้ว
- กรณีที่ผลงานเป็นการศึกษาวิจัยและทำการทดลองในคนหรือสัตว์ทดลอง โดยการทดลองในคนอาจส่งผลกระทบต่อศักดิ์ศรี สิทธิ ความเป็นส่วนตัว และสุขภาพของคน ขอให้แนบหนังสือรับรองจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์หรือสัตว์ทดลอง ทั้งนี้ การอนุมัติให้ลงตีพิมพ์ขึ้นอยู่กับพิจารณาจากกองบรรณาธิการวารสารฯ ถือเป็นขั้นสุดท้าย

หน้าที่และความรับผิดชอบของบรรณาธิการวารสาร (Editor Roles and Responsibility)

- บรรณาธิการมีหน้าที่พิจารณาและตรวจสอบบทความที่ส่งเข้ารับการพิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารของตนเอง โดยพิจารณาเนื้อหาบทความที่สอดคล้องกับเป้าหมายและขอบเขตของวารสาร รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพบทความในกระบวนการประเมินและคุณภาพบทความก่อนการตีพิมพ์
- บรรณาธิการมีหน้าที่ตรวจสอบบทความในด้านความซ้ำซ้อนหรือในด้านการคัดลอกผู้อื่น (Plagiarism) โดยใช้โปรแกรมตรวจสอบความซ้ำซ้อน หากตรวจสอบพบความซ้ำซ้อนหรือการคัดลอกผลงานของผู้อื่นในกระบวนการประเมินบทความ บรรณาธิการต้องหยุดกระบวนการประเมิน และติดต่อผู้พิมพ์หลักทันทีเพื่อขอคำชี้แจง เพื่อประกอบการ “ตอบรับ” หรือ “ปฏิเสธ” การตีพิมพ์บทความนั้น
- บรรณาธิการต้องไม่เปิดเผยข้อมูลของผู้เขียน และผู้ประเมินบทความแก่ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องในระยะเวลาของการประเมินคุณภาพผลงานวิชาการ และจนกว่าบทความได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่
- บรรณาธิการมีหน้าที่พิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัยที่มีระเบียบวิธีวิจัยที่ถูกต้อง ใช้เหตุผลทางวิชาการในการพิจารณาบทความทุกครั้งโดยปราศจากอคติที่มีต่อบทความและผู้พิมพ์ในด้านเชื้อชาติ เพศ ศาสนา วัฒนธรรม การเมือง และสังกัดของผู้พิมพ์

- บรรณาธิการต้องไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับผู้พิมพ์หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ไม่นำบทความหรือวารสารไปใช้ประโยชน์ในเชิงธุรกิจหรือนำไปเป็นผลงานทางวิชาการของตนเอง
- บรรณาธิการต้องไม่แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงเนื้อหาบทความและผลประโยชน์ของผู้ทรงคุณวุฒิ รวมถึงไม่ปิดกั้นหรือแทรกแซงข้อมูลที่ใช้แลกเปลี่ยนระหว่างผู้ทรงคุณวุฒิและผู้พิมพ์
- บรรณาธิการต้องไม่ตีพิมพ์บทความที่เคยตีพิมพ์ในวารสารอื่นมาแล้ว

หน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ประเมินบทความ (Reviewer Roles and Responsibilities)

- ผู้ประเมินบทความต้องไม่เปิดเผยข้อมูลของบทความที่พิจารณาแก่บุคคลอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องในช่วงระยะเวลาของการประเมินบทความ และจนกว่าบทความจะได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่
- หากผู้ประเมินบทความมีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้เขียนผู้ประเมินบทความจะต้องแจ้งให้บรรณาธิการวารสารทราบและปฏิเสธการประเมินบทความนั้น
- ผู้ประเมินบทความควรรับประเมินบทความเฉพาะสาขาวิชาที่ตนมีความเชี่ยวชาญ และหากมีส่วนใดของบทความที่มีความเหมือนกัน หรือซ้ำซ้อนกับผลงานชิ้นอื่นๆ ผู้ประเมินบทความต้องแจ้งให้บรรณาธิการทราบ
- ต้องรักษาระยะเวลาประเมินตามกรอบเวลาประเมินที่กำหนด รวมถึงไม่เปิดเผยข้อมูลของบทความให้ผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องได้รับรู้
- ผู้ประเมินบทความควรประเมินด้วยความซื่อตรง ปราศจากอคติ และไม่มีเจตนาอื่นแอบแฝง

แบบฟอร์มการส่งต้นฉบับ

1. ชื่อบทความ

(ภาษาไทย).....

(ภาษาอังกฤษ).....

2. ประเภทบทความ

☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ ☐ บทความวิจารณ์ ☐ บทความปริทรรศน์

3. ผู้เขียนบทความ หรือผู้แทนส่งบทความ

ชื่อ – สกุล (นาย/นาง/นางสาว/ตำแหน่งทางวิชาการ(ถ้ามี)/อื่น ๆ)

.....

4. สถานที่ติดต่อของเจ้าของบทความหรือผู้ส่งแทนบทความ

ที่อยู่.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....อีเมล.....

5. รายชื่อและที่อยู่ของผู้ร่วมบทความ (สามารถเพิ่มรายชื่อได้ในเอกสารแนบเพิ่มเติม)

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย-ตัวบรรจง)	ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ-ตัวบรรจง)	หน่วยงาน	โทรศัพท์	E-mail

6. เสนอรายชื่อผู้ประเมิน

1. โทรศัพท์ E-mail

2. โทรศัพท์ E-mail

3. โทรศัพท์ E-mail

7. สิ่งที่มาด้วย (ประกอบด้วยไฟล์ Microsoft Word และ PDF)

☐ ส่งต้นฉบับ ทางเว็บไซต์ <https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/AJITI>☐ ส่งต้นฉบับ ทางอีเมล technstru.editorjournal@gmail.com☐ ส่งต้นฉบับ ด้วยตนเองหรือทางไปรษณีย์ พร้อมแผ่นซีดีบันทึกข้อมูลต้นฉบับ

“ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นเป็นจริงทุกประการ และบทความที่เสนอนี้ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่มาก่อน ไม่อยู่ระหว่างการเสนอขอตีพิมพ์ในวารสารอื่น ข้าพเจ้ายอมรับและยินดีปฏิบัติตามหลักเกณฑ์การพิจารณาด้านฉบับ และยินยอมให้กองบรรณาธิการตรวจแก้ต้นฉบับได้ตามสมควร”

ลงชื่อ.....เจ้าของบทความหรือผู้แทนส่งบทความ

(.....)

...../...../.....

Manuscript Submission Form

1. Article title

(Thai).....

(English).....

2. Article type

☐ Research Article ☐ Academic Article ☐ Review Article ☐ Periscope Article

3. Corresponding Author Name (Mr./Mrs./Miss/Academic Position (if any)/Other)

.....

4. Affiliation.....

Tel.....Fax.....E-mail.....

5. List of co-author(s) and address

Name	Affiliation	Telephone	E-mail

6. Suggested reviews (Author must suggest the reviewer at least three people in the field of research presented in manuscript including name, organization, contact address and e-mail)

1. Tel. E-mail

2. Tel. E-mail

3. Tel. E-mail

7. Together with this form, I (we) have been attached other documents included Microsoft Word and PDF files:

☐ Manuscript submission by system online at <https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/AJITI>☐ Manuscript submission by e-mail at technstru.editorjournal@gmail.com☐ Manuscript submission by self or post-mail with original data CD

"I hereby certify that the above statements are true in all respects, this proposed article has never been published before, and not in the process of submitting a request for publication in another journal. I accept and agree to comply with the original review criteria. and allow the editorial team to edit the manuscript as appropriate."

Signature..... Corresponding author

(.....)

Date.....Month.....Year.....

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและพิจารณาบทความวารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
ฉบับปีที่ 2 เล่มที่ 3 (กันยายน – ธันวาคม 2567)

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.สันติรัฐ นันสะอาจ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ จันทรมณี | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 4. รองศาสตราจารย์ ดร.อัศครินทร์ พูลกระจ่าง | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี |
| 5. รองศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ธนิตย์ธีรพันธ์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 6. รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง | มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 7. รองศาสตราจารย์ เรวัตติ์ สุขสิกาญจน์ | มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานนท์ สุขละมัย | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรสิริณัฐ โรจนวรรณ | มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ |
| 10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รักถิ่น เหลาหา | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาดา จันทะคุณ | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและพิจารณาภาษาอังกฤษวารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
ฉบับปีที่ 2 เล่มที่ 3 (กันยายน – ธันวาคม 2567)

- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| 1. ดร.ธานี จินตสุพธิศักดิ์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช |
| 2. ดร.ไยฟ้า ตระกูลสันติ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช |



แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการตีพิมพ์บทความวิจัย/บทความวิชาการ
วารสารนวัตกรรมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตและคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

เรื่อง

แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการตีพิมพ์บทความวิจัย:

1. ชื่อเรื่อง: รายละเอียดการแก้ไขบทความ ข้อเสนอแนะ คำชี้แจง หรือข้อสังเกต

.....

2. บทคัดย่อ: รายละเอียดการแก้ไขบทความ ข้อเสนอแนะ คำชี้แจง หรือข้อสังเกต

.....

3. บทนำ: รายละเอียดการแก้ไขบทความ ข้อเสนอแนะ คำชี้แจง หรือข้อสังเกต

.....

4. วิธีการวิจัย: รายละเอียดการแก้ไขบทความ ข้อเสนอแนะ คำชี้แจง หรือข้อสังเกต

.....

5. ผลการวิจัย: รายละเอียดการแก้ไขบทความ ข้อเสนอแนะ คำชี้แจง หรือข้อสังเกต

.....

6. อภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย: รายละเอียดการแก้ไขบทความ ข้อเสนอแนะ คำชี้แจง หรือข้อสังเกต

.....

7. ข้อค้นพบและข้อเสนอแนะ: รายละเอียดการแก้ไขบทความ ข้อเสนอแนะ คำชี้แจง หรือข้อสังเกต

.....

8. เอกสารอ้างอิง: รายละเอียดการแก้ไขบทความ ข้อเสนอแนะ คำชี้แจง หรือข้อสังเกต

.....

(ลงนาม).....

(.....)

ผู้ประเมิน



แบบสรุปผลการประเมินบทความเพื่อตีพิมพ์
ในวารสารวิชาการนวัตกรรมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

เรื่อง.....

1. ประเภทของบทความ ☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ควรปรับปรุง ☐ ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน
2. ความคิดเห็นของผู้ประเมิน
 - ☐ รับผิดชอบตามรูปแบบที่เสนอมาโดยไม่ต้องแก้ไข
 - ☐ รับผิดชอบตามรูปแบบที่เสนอมาโดยปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและไม่ต้องประเมินใหม่
 - ☐ รับผิดชอบตามรูปแบบที่เสนอมาโดยปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและต้องประเมินใหม่
 - ☐ ไม่รับผิดชอบ
3. คำวิพากษ์และข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
4. ระดับคุณภาพของบทความ (โปรดเลือกเพียงข้อเดียว)

☐ ปรับปรุง ☐ พอใช้ ☐ ดี ☐ ดีมาก ☐ ดีเด่น

(ลงนาม)

(.....)

ผู้ประเมิน



หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

พิมพ์ที่

สำนักงานหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ

นครศรีธรรมราช 1812 อาคาร 18

เลขที่ 1 หมู่ที่ 4 ตำบลท่าจี่ว อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

โทรศัพท์: 075-377-439 e-mail: technstru.editorjournal@gmail.com