



วารสารวิชาการ

นวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

Academic Journal of Industrial Technology Innovation

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2566 Vol. 1 No. 1 January - April 2023

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 1 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2566, Vol. 1 No. 1 January – April 2023 ISSN : 2822-1125 (print)

เจ้าของ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
บรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย แก้วดี

วัตถุประสงค์

วารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เป็นวารสารวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นสื่อกลางเผยแพร่ผลงานวิชาการ ผลงานวิจัยของบุคลากร วิทยานิพนธ์ ดุษฎีนิพนธ์ ของนักศึกษา คณาจารย์ บุคลากร นักวิชาการ ตลอดจนผู้สนใจทั้งภายในและภายนอก โดยมุ่งเน้นเผยแพร่บทความวิชาการทางด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาทิ สาขาวิชาด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ อุตสาหกรรมศึกษา สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

คณะที่ปรึกษา

นายกสภามหาวิทยาลัย	ที่ปรึกษา
อธิการบดีมหาวิทยาลัย	ที่ปรึกษา
รองอธิการบดี (ฝ่ายวิชาการและนวัตกรรมการศึกษา)	ที่ปรึกษา
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	ที่ปรึกษา

นโยบาย

- สนับสนุนผลงานทางวิชาการของสถาบันการศึกษา
- เผยแพร่ผลงานทางวิชาการของบุคลากรมหาวิทยาลัยและบุคคลทั่วไป
- สร้างความรู้และองค์ความรู้ที่ถูกต้อง พัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมชุมชนภูมิปัญญาท้องถิ่น และสากล

ขอบเขตงาน

เป็นวารสารที่ครอบคลุมสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทความมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาทางด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาทิ สาขาวิชาด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ อุตสาหกรรมศึกษา สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอในรูปแบบบทความวิจัย บทความวิชาการ บทความวิจารณ์ และบทความปริทัศน์ ซึ่งผู้นำเสนอขอความเป็นนักศึกษา คณาจารย์ บุคลากร นักวิชาการ ตลอดจนผู้สนใจทั้งภายในและภายนอก

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

อนึ่งผลงานวิจัยและผลงานทางวิชาการที่ปรากฏเผยแพร่ในวารสารฯ เป็นความคิดเห็นอิสระของผู้แต่ง โดยผู้แต่งเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากบทความเผยแพร่นั้น ซึ่งกองบรรณาธิการและคณะผู้จัดทำวารสารฯ ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

กองบรรณาธิการ ประกอบด้วย

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

ฝ่ายประสานงานและเผยแพร่

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระยุทธ สุตสมบุญ	สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรรมสันต์ สุวรรณโรจน์	สาขาวิชานวัตกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนทร ปลื้มสง	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.วิลาวัลย์ จินวรรณ	สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์เทพ วีระพงศ์	สาขาวิชาอุตสาหกรรมและการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตยากร ไทยพันธ์	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ฝ่ายจัดการ	
อาจารย์วิสา รวยรวย	สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อาจารย์วิศรุต ช่วยจันทร์	สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.วรากรณ์ สาริษา	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อาจารย์อัจฉริณี อนุมณี	สาขาวิชานวัตกรรมการออกแบบ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อาจารย์เปมิกา แซ่เตี่ยว	สาขาวิชาอุตสาหกรรมและการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อาจารย์ชัญญุรักษ์ ไชยพรรณ	สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและจีستิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรพรรณ อำนวยศิลป์	สาขาวิชานวัตกรรมคอมพิวเตอร์และอุตสาหกรรมดิจิทัล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
อาจารย์ประภัสสร กุลทอง	สาขาวิชาการจัดการนวัตกรรมการอุตสาหกรรมเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.วีรพล ปานศรีนวล	สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
คณะผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบภาษาอังกฤษ	
ดร.โยฟ้า ตระกูลสันติ	สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและจีستิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

D วารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ดร.ธานี จินตสุทธิ์ศักดิ์	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

นางเกวณีน เกื้อสุข	นักวิชาการศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นายโพธิ์เศรษฐ์ โพธิ์ปลอด	นักวิชาการโสตทัศนศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นางสาวชาลิสา พรหมณ์ชู	นักวิเคราะห์นโยบายและแผน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นางสาวพัชญ์สินี แก้วคงจันทร์	นักวิชาการเงินและบัญชี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
นายศวีระ วิเศษโชค	นักวิชาการโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ปก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย แก้วดี

สำนักงาน 1812 อาคาร 18 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
เลขที่ 1 หมู่ที่ 4 ตำบลท่าจั่ว อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280
โทรศัพท์: 075-377-439 e-mail: techjournal.nstru.editor@gmail.com

เว็บไซต์วารสาร <http://techjournal.nstru.ac.th>

กำหนดเผยแพร่ เผยแพร่ปีละ 3 ฉบับ โดยฉบับที่ 1 ระหว่างเดือน มกราคม – เมษายน ฉบับที่ 2 ระหว่างเดือน พฤษภาคม - สิงหาคม
และฉบับที่ 3 ระหว่างเดือน กันยายน – ธันวาคม ของทุกปี

พิมพ์ที่ สำนักงานหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช 1812 อาคาร 18
เลขที่ 1 หมู่ที่ 4 ตำบลท่าจิว อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280
โทรศัพท์: 080-835-0512 e-mail: techjournal.nstru.editor@gmail.com

ข้อกำหนดเฉพาะของวารสาร

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

บทบรรณาธิการ

“วารสารวิชาการนวัตกรรมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี” เป็นวารสารของหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ซึ่งจัดทำขึ้น เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้นักศึกษา คณาจารย์ บุคลากร นักวิชาการ ตลอดจนผู้สนใจทั้งภายในและภายนอกในการ พัฒนางานวิจัย บทความวิชาการ บทความวิจารณ์ และบทความปริทัศน์ ได้มีช่องทางในการนำเสนอความคิด และ ผลผลิตจากการพัฒนางานวิจัยในระดับสูง สื่อสารผลงานวิชาการสู่ภายนอกอย่างเป็นระบบในช่องทางวิชาการ โดยการ จัดทำวารสารมีเป้าหมายสู่การรับรองในกลุ่มภายในประเทศและวางกรอบสูงระดับนานาชาติในอนาคต

ขอบเขตของผลงานในวารสาร “วารสารวิชาการนวัตกรรมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี” เน้นเผยแพร่ บทความวิจัย บทความวิชาการ บทความวิจารณ์ และบทความปริทัศน์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทความมี เนื้อหาที่เกี่ยวข้องอาทิสาขาวิชาด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ อุตสาหกรรมศึกษา สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสาขาอื่น ๆ เพื่อในกรอบความคิดและการนำเสนอเป็นศาสตร์เดียวกัน

ขอขอบคุณความร่วมมือในการเผยแพร่ผลงานในรูปแบบของวารสารทางวิชาการในครั้งนี้ จากผู้เกี่ยวข้อง หลากหลายฝ่าย ผู้สนใจตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ กองบรรณาธิการ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจประเมิน บทความ (Peer reviewers) ทีมงานจัดทำวารสารทุกท่าน บรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารฉบับนี้จะเป็น ช่องทางใหม่ให้กับทุกคนที่สนใจและเป็นแหล่งสืบค้น เรียนรู้และอ้างอิงให้กับนักศึกษา คณาจารย์ บุคลากร ตลอดจนผู้สนใจทั้งภายในและภายนอก เพื่อประโยชน์แก่การพัฒนางานทางวิชาการให้มีคุณภาพต่อไป



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย แก้วดี

บรรณาธิการ

สารบัญ

	หน้า
วัตถุประสงค์ (Objectives)	A
กองบรรณาธิการวารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (Editorial Board of The Journal of Industrial Technology)	B
บทบรรณาธิการ	F
บทความวิจัย	
การออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับ ชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน Design and Development of plaster molds for Large Industrial Pottery for Community and Household Business <i>Chatchai Kaewdee</i>	1-14
การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าของอุตสาหกรรมห้องเย็นด้วยระบบลีน The Improvement of Warehouse Management Efficiency for the Cold Storage Industry with Lean Systems <i>Chanyaphak Chaiyaphan, Chatchai Kaewdee, Weerayute Sudsomboo, and Weeraphol Pansrinual</i>	15-24
การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตชิ้นวางสินค้า Improving Efficiency in the Shelf Manufacturing Process <i>Thanong Thongduang, Ekkalak Kanchanapen, Chatchai Kaewdee, Weerayute Sudsomboon, and Weeraphol Pansrinual</i>	25-31
การศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศในห้องพักสำหรับโรงแรม Energy Saving Approach for Air Conditioner in Hotel Room <i>Hanphon Mitwong, Ekkalak Kanchanapen, Chatchai Kaewdee, Weerayute Sudsomboon, and Weeraphol Pansrinual</i>	32-39
สมบัติทางกลของยางธรรมชาติที่เติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม The Mechanical Properties of Natural Rubber Filled with Latex Foam Waste from Industrial <i>Nipas Leenatham, Adisorn Krainara, Wassa Ruayruay, Chatchai Kaewdee, Weerayute Sudsomboon, and Weeraphol Pansrinual</i>	40-45

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ	46-53
แบบฟอร์มการส่งต้นฉบับ	54
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและพิจารณาบทความวารสารวิชาการนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (มกราคม-เมษายน พ.ศ. 2566)	56
แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการตีพิมพ์บทความวิจัย/บทความ วิชาการวารสารนวัตกรรมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตและคณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	57
แบบสรุปผลการประเมินบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารนวัตกรรมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตและคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	58

การออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน

The Design and Development of plaster molds for Large Industrial Pottery for the Community and Household Business

ฉัตรชัย แก้วดี¹Chatchai Kaewdee¹

¹ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: aj.chatchai@gmail.com

วันที่รับบทความ: 21 มีนาคม 2566; วันที่ทบทวนบทความ: 8 เมษายน 2566; วันที่ตอบรับบทความ: 20 เมษายน 2566

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 29 เมษายน 2566

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์พลาสติกและหาอัตราส่วนผสมสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่และออกแบบแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน ผลการวิจัยพบว่า 1) ขั้นตอนที่เหมาะสมต่อการสร้างแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ของชุมชนผู้ผลิตดินเผาและวัสดุท้องถิ่นของจังหวัดนครศรีธรรมราช คือ การสร้างด้วยมือที่ละชิ้นโดยผสมกับเส้นใยจากเปลือกมะพร้าว 2) ขนาดของผลิตภัณฑ์มีความสูงไม่เกิน 120 เซนติเมตร ระยะเวลาในการผลิตไม่ควรเกิน 7 วัน นับตั้งแต่การสร้างแม่แบบจนได้แม่พิมพ์และสามารถได้แม่แบบที่ผลิตชิ้นงานได้ไม่น้อยกว่า 60 ชิ้นต่อแม่พิมพ์ 1 ชุด 3) อัตราส่วนสำหรับการทำแม่พิมพ์พลาสติกเป็นส่วนผสมระหว่าง ปูนปลาสเตอร์: ปูนซีเมนต์: ปูนยาแนว ที่อัตราส่วน 90: 5: 5 และ 4) ผู้ผลิต ผู้จำหน่ายสินค้า และอาจารย์ผู้สนใจผลิตภัณฑ์ดินเผาที่มีความพึงพอใจในแม่พิมพ์พลาสติกเพื่อผลิตชิ้นงานขนาดใหญ่เฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, $SD = 0.45$)

คำสำคัญ: แม่พิมพ์พลาสติก, ผลิตภัณฑ์ดินเผา

Abstract: This research aims to study the process of making plaster molds and to investigate the mixture ratio to form the large terracotta products and to design the plaster molds to create the large terracotta products which is suitable for household industrial production. The results showed that: 1) the appropriate process for creating plaster molds to form the large-scale terracotta products of the community, terracotta manufactures, and local materials in Nakhon Si Thammarat was to create each product by hand and mixed with the fibers from coconut husks; 2) the height of the product was in the range between 120 centimeters. The production period should not exceed seven days from the template and mole were created and such template should produce at least 60 pieces per mold; 3) The ratio for making plaster molds was a mixture between plaster, cement, and grout at the ratio of 90: 5: 5; and 4) manufacturers, suppliers and academic staff who interested

in terracotta products were satisfied with the plaster mold for the production of large-sized workpieces at the highest level ($\bar{X} = 4.57$, $SD = 0.45$).

Key words: Plaster molds, Pottery

1. บทนำ

ปัจจุบันองค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตดินเผา ในเขตพื้นที่จังหวัดในภาคใต้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัด นครศรีธรรมราชลดน้อยลง เนื่องจากผู้ประกอบการ ระดับครัวเรือนขาดแรงกระตุ้นจากตลาด เศรษฐกิจ และ ภาวะโรคติดต่อ โควิด 19 ต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562-2564 เกิดแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของโลก นานัปการ [1] ผู้ประกอบการในวิสาหกิจขนาดกลางและ ขนาดย่อมต่าง ๆ จึงต้องปรับตัวให้ก้าวทันตามความ เปลี่ยนแปลง และพัฒนาตนเองจะต้องมีการวิเคราะห์ จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค [2] หน่วยงาน ทางการศึกษา ซึ่งไม่มีการส่งเสริมการเรียนรู้สู่ชุมชนและ ไม่ผลิตนักศึกษา เพื่อตอบสนองความต้องการธุรกิจขนาด เล็กในชุมชนท้องถิ่น ชัดแย้งกับสภาพความเป็นจริงของ สังคมไทยที่เข้าสู่การเปลี่ยนแปลงขนาดของธุรกิจเล็กลง แต่เน้นคุณภาพ การสร้างธุรกิจขนาดเล็ก ในชุมชนหรือ ต่างจังหวัดจึงเพิ่มขึ้น ทั้งเหตุจากราคาค่าแรงงานที่สูงขึ้น โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ย้ายฐานการผลิต การผลิต เพื่อการส่งออกเปลี่ยนแปลงเป็นการผลิตทาง เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีมากขึ้น แต่ความต้องการ ผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนภายในประเทศยังคงสูง และภาคใต้ เป็นแหล่งท่องเที่ยว ที่สำคัญต้องการผลิตภัณฑ์ดินเผา สำหรับการตกแต่งสถานที่และสวนขนาดเล็กจำนวนมาก ทำให้การตอบสนองความต้องการใช้วิธีการขนส่งมาจาก ภาคกลาง และภาคเหนือของประเทศ ราคาผลิตภัณฑ์ จึงสูงจากค่าขนส่ง ในขณะที่ ศักยภาพของผู้ผลิต ในท้องถิ่นสามารถผลิตสินค้าได้เมื่อให้องค์ความรู้ ที่เหมาะสมกับผู้ผลิตในชุมชน โดยแม่พิมพ์พลาสติก เป็นเครื่องมือสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ซ้ำได้อย่าง เหมาะสมและยังสามารถผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะ เหมือนกันและลึบซบซ้นที่ไม่สามารถขึ้นรูปได้ด้วย วิธีการอื่น ๆ [3] จากการผลิตให้ได้ขนาด รูปแบบ

รายละเอียดเหมือนกันได้จำนวนมาก ผลิตได้ในรูปแบบ ที่ซับซ้อน และทันต่อความต้องการของตลาด สามารถ ผลิตได้หลากหลายรูปแบบ ลดการใช้แรงงานฝีมือโดย การสร้างแม่พิมพ์เพื่อการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ และสร้าง ต้นแบบสินค้าที่แตกต่างจากสินค้า [4] ที่ผลิตได้โดย สามารถงรูปแบบของผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของ ตลาด และไม่ยุ่งยากต่อการผลิต ราคาไม่แพงและ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่าย จึงพัฒนารูปแบบ ที่หลากหลายเพิ่มทางเลือกกับลูกค้าได้เป็นอย่างดี การสร้างองค์ความรู้เพื่อผลิตแม่พิมพ์พลาสติกโดยปรับ อัตราส่วนผสมให้เสริมความแข็งแรงและเหมาะสมต่อ การอัดขึ้นรูปดินเผาจึงเป็นแนวทางที่สามารถสร้าง แม่พิมพ์คุณภาพสำหรับชุมชน โดยมีการวิจัยนำทราย และซีเมนต์เพื่อผลิตเป็นอิฐประสานและการศึกษาสมบัติ การแข็งตัวของแบบปูนพลาสติกมาพัฒนาอย่าง ต่อเนื่อง [5] จึงเป็นสิ่งสำคัญและเพิ่มมูลค่าให้กับชุมชน ได้อย่างเป็นรูปธรรม และเป็นพื้นฐานการเรียนรู้ให้กับ นักศึกษามหาวิทยาลัย เพื่อนำไปถ่ายทอดสู่ท้องถิ่นของ ตนเองหรือสร้างอาชีพในท้องถิ่นจากการเรียนรู้ด้วย เป็นระบบ การสังเคราะห์ประเด็นปัญหาและความ ต้องการที่เกิดขึ้นจริงในเชิงลึกอย่างถี่ถ้วน เพื่อให้ได้ ประเด็นที่สอดคล้องกับบริบทในภาพรวมที่จะทำให้ มองเห็นถึงปัญหาที่จะนำไปสู่การบริหารจัดการและการ แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบหรือสามารถเป็นตัวช่วยในการ จัดระบบ หมวดหมู่ โครงสร้างเพื่อให้เกิดความเชื่อมโยง และสร้างความเข้าใจในกระบวนการแก้ไขได้อย่างตรงจุด [6]

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์พลาสติก และหาอัตราส่วนผสมสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผา ขนาดใหญ่และออกแบบและพัฒนาแบบแม่พิมพ์

พลาสติกสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุ

3.1.1.1 วัตถุดิบสำหรับทำแม่พิมพ์พลาสติกจากการสำรวจแหล่งการผลิตแม่พิมพ์พลาสติก พบว่า เป็นการนำวัตถุดิบ 3 ชนิด มาใช้เป็นส่วนผสมของแม่พิมพ์พลาสติก ได้แก่ 1) ปูนพลาสติก ปริมาณร้อยละ 80-100 2) ปูนซีเมนต์ ปริมาณร้อยละ 2-6 3) ปูนซีเมนต์ยาแนว ปริมาณร้อยละ 2-6 และ 4) ใช้ปริมาณน้ำตามความเหมาะสมระหว่างร้อยละ 40 -60.00 ด้วยเทคนิคการผสมปูนพลาสติกด้วยการใช้มือกวนผสม

3.1.1.2 วัสดุประสานสำหรับทำให้ปูนพลาสติกยึดเกาะและเพิ่มความแข็งแรงให้กับแม่พิมพ์ ได้แก่ ขุยมะพร้าว

3.1.1.3 ดินสำหรับขึ้นรูปแบบการตกแต่งใช้วัสดุในแหล่งผลิตในท้องถิ่นบ้านมะยิง และเผาผลิตภัณฑ์ในระดับอุณหภูมิที่ชุมชนผลิตเป็นพื้นฐาน

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 อุปกรณ์สำหรับการผสมและผลิตแม่พิมพ์พลาสติก ได้แก่ กะละมัง อุปกรณ์ผสม อุปกรณ์ตกแต่งแม่พิมพ์ เป็นต้น

3.1.2.2 อุปกรณ์ทดลองหาอัตราส่วนผสมของปูนพลาสติกและเครื่องมือประเมินคุณสมบัติทางกายภาพของแม่พิมพ์ ได้แก่ ตาชั่ง เครื่องชูดิน เครื่องวัดความแข็งแรง และเตาอบ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน ซึ่งเป็นภูมิปัญญาใหม่ของชุมชนในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช การเก็บรวบรวมข้อมูลจึงอาศัยแหล่งข้อมูลภาคสนามในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากการสัมภาษณ์และสังเกต

ในขณะที่เก็บรวบรวมข้อมูล หลายพื้นที่ เช่น กลุ่มแม่บ้านปากมะยิง ประกอบด้วยผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านและกลุ่มผู้ผลิตดินเผาโดยใช้แม่พิมพ์พลาสติกนำมาประกอบกับการศึกษาเอกสารการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกและการสำรวจภาคสนามในสถานที่จริงของแหล่งผลิตที่ประสบความสำเร็จในการผลิตสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง เช่น ด่านเกวียน ปากเกร็ด และเข้าร่วมกิจกรรมการจำหน่ายสินค้าภายในและต่างประเทศ นำเสนอเปรียบเทียบรูปแบบและวิธีการผลิตแม่พิมพ์ฯ เพื่อให้ทราบแนวทางในการสร้างสรรค์งานเชิงอุตสาหกรรมในชุมชน และได้มาตรฐานสินค้าตรงตามความต้องการของตลาดในเขตชุมชนผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้าน และตรวจสอบรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังนี้

4.1 สืบค้นและจัดหาข้อมูลที่จำเป็นทั้งทางด้านเอกสารและภาคสนาม ทั้งแหล่งปฐมภูมิจาก

1) ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาชุมชนบ้านมะยิง ตำบลโพธิ์ทอง อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 3 ครัวเรือน รวม 10 คน 2) ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาบ้านด่านเกวียน ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 ครัวเรือน รวม 12 คน 3) นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรออกแบบเครื่องเคลือบดินเผา คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม จำนวน 5 คน และทุติยภูมิจาก 1) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผาชุมชน 2) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับปูนพลาสติก 3) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการผลิตเครื่องปั้นดินเผาชุมชน 4) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการบริหารและจัดการธุรกิจชุมชน 5) เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน ภายใต้หัวข้อรูปแบบการผลิต เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดแนวปฏิบัติการทำงานโดยรวมและใช้เป็นพื้นฐานการกำหนดวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นฐานที่จำเป็นต่อการพัฒนางานวิจัยที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ใช้อ้างอิง มีข้อมูลที่ครอบคลุมกับระบบการผลิตของกลุ่มตัวอย่างกรณีศึกษา สามารถนำรูปแบบการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

พื้นบ้านมาประยุกต์ใช้กับแม่พิมพ์พลาสติกให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และตรงตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบและพัฒนาารูปแบบแม่พิมพ์พลาสติก สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน โดยการวิจัยครั้งนี้กำหนดแหล่งในการสืบค้นและจัดหาข้อมูล

4.2 ศึกษาข้อมูลเอกสารจากการรวบรวมโดย

1) นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเบื้องต้นมาจัดหมวดหมู่ รวบรวมลักษณะของข้อมูลเป็นกลุ่ม เปรียบเทียบ ตรวจสอบความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่สอดคล้องกับการวิจัย ที่ครอบคลุมกับตัวแปรจากทฤษฎีที่ใช้ได้ แล้วแปลงเป็นแนวคิดในการวิจัย กรอบแนวคิดในการวิจัยที่สามารถ แสดงให้เห็นตัวแปร ทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตามเพื่อนำไปใช้กำหนดแนวทางการวิจัยเชิงปฏิบัติการต่อไป และ 2) สร้างเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล แบบ ประเมิน แบบบันทึก แบบทดลอง และแบบสอบถาม โดยเครื่องมือแต่ละชนิดหมายถึง ตัวแปรในแต่ละข้อที่ครอบคลุมตัวแปรที่กำหนดไว้ใน การวิจัย

4.3 จัดทำเอกสารราชการประสานงานกับหน่วยงานราชการและเอกชน โดย 1) ศึกษารูปแบบเอกสารการประสานงานกับหน่วยงานราชการและเอกชนแต่ละประเภทเพื่อการขอความร่วมมือในการให้ข้อมูล และการประสานงานกับชุมชนในการลงเก็บข้อมูลภาคสนามและการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการต่าง ๆ 2) ร่างหนังสือราชการและผ่านการตรวจสอบความถูกต้องกับสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และนำเสนอตามขั้นตอนเพื่อการประสานงาน 3) จัดส่งเอกสารไปหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งราชการและเอกชนผ่านช่องทางราชการตามลำดับ 4) รอการตอบรับและวิเคราะห์ใบตอบรับเพื่อดำเนินงานตามการวิจัยที่กำหนดตามวัตถุประสงค์ และวิธีการวิจัยที่กำหนดไว้ และ 5) ดำเนินการประสานงานตามกรอบแนวทางที่กำหนดไว้ใน การวิจัย

4.4 สํารวจและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม โดยนำเครื่องมือที่จัดทำขึ้นไปสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่กลุ่มเป้าหมาย โดย

เลือกสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling simple) ซึ่งเป็นการเลือกที่สอดคล้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดผู้ประกอบการระดับชุมชนที่มีผล การผลิตเครื่องปั้นดินเผาจากดินพื้นบ้านที่ชัดเจน และมีการประกอบกิจการอย่างต่อเนื่อง มีความประสงค์ในการเข้าร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตามกรอบที่กำหนดไว้ใน การวิจัย

4.5 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล โดย 1) นำ

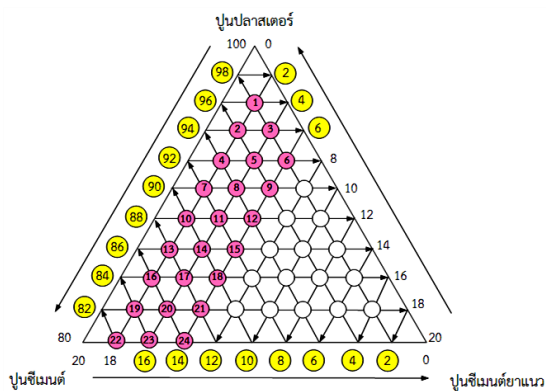
ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือต่าง ๆ มารวบรวม แปลผลข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ เพื่อกำหนดรูปแบบของผลิตภัณฑ์ 2) กำหนดข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical requirement) โดยการใช้วิธีการสืบค้นผลงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับแม่พิมพ์พลาสติกเพื่อนำมาผลิตเครื่องปั้นดินเผาสำหรับการตกแต่งอาคารหรือสวนขนาดใหญ่ ซึ่งข้อกำหนดหนึ่งอาจสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ประกอบการได้ หลากหลายความต้องการ เมื่อได้ข้อกำหนดทางเทคนิค ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดแล้ว ทำการกำหนดเป้าหมาย (Target values) ของข้อกำหนดทางเทคนิคทั้งหมด เพื่อการวัดค่า และ กำหนดทิศทางของการเคลื่อนที่ของเป้าหมาย (Movement of target) และ 3) ทดสอบความคิดเห็นของผู้ประกอบการกลุ่มตัวอย่างโดยนำรูปแบบและข้อมูลในการดำเนินการวิจัยไปสัมภาษณ์ ประเมินความพึงพอใจผู้ประกอบการและนำมาวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ประกอบการและสังเคราะห์ผล เพื่อนำมาประกอบการวางแผนการทดลองและปฏิบัติการออกแบบแม่พิมพ์เพื่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผาตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4.6 ทดลองหาอัตราส่วนผสมปูนพลาสติกอร์

โดย 1) ศึกษาข้อมูลทฤษฎีเกี่ยวกับแหล่งการผลิตแม่พิมพ์พลาสติกอร์เพื่อนำมาพิสูจน์วัตถุดิบที่เหมาะสมในการหาอัตราส่วนผสมของปูนพลาสติกอร์ โดยกำหนดศึกษาผู้ประกอบการที่ผลิตแม่พิมพ์พลาสติกอร์จริง และมีการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ได้จากแม่พิมพ์ปูนพลาสติกอร์ จำนวน 3 ราย และสถานศึกษา

จำนวน 2 ราย เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบจุดเริ่มต้นของอัตราส่วนผสม 2) ทำการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิตามการกำหนดไว้โดยสำรวจใน 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะก่อนใช้งาน และหลังใช้งาน เพื่อนำมาเปรียบเทียบคุณภาพ และศักยภาพของแม่พิมพ์พลาสติก โดยใช้แบบสังเกต และแบบสัมภาษณ์ 3) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาจัดหมวดหมู่ รวบรวมคุณลักษณะที่ต้องการต่าง ๆ และ 4) สร้างตารางทดลองหาอัตราส่วนผสมของปูนพลาสติกที่เหมาะสมสำหรับการทำแม่พิมพ์ในการทำเครื่องปั้นดินเผาขนาดใหญ่ เพื่อนำไปทดลองต่อไป

4.6.1 อัตราส่วนผสม การวิจัยครั้งนี้ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของปูนพลาสติก โดยใช้วิธีหาอัตราส่วนผสมแบบตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Tri-axial diagram) จากวัตถุดิบพื้นฐานที่กำหนด [3] และความเหมาะสมในการขึ้นรูป ความแข็งแรง การดูดซึมน้ำ และคุณภาพหลังการใช้งาน โดยกลุ่มทดลองประกอบด้วยปูนพลาสติก ปูนซีเมนต์ และยาแนว ห่างกันจุดละร้อยละ 2 จำนวน 24 จุด โดยทุกสูตรต้องมีวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด ดังภาพที่ 1 และตารางที่ 1



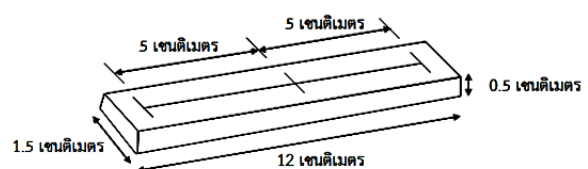
ภาพที่ 1 แสดงตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ

Formula No.	Material (%)			Sum
	Plaster	Cement	Grout	
1	96	2	2	100
2	94	4	2	100
3	94	2	4	100
4	92	6	2	100

Formula No.	Material (%)			Sum
	Plaster	Cement	Grout	
5	92	4	4	100
6	92	2	6	100
7	90	2	8	100
8	90	4	6	100
9	90	8	2	100
10	88	2	10	100
11	88	4	8	100
12	88	6	6	100
13	86	2	12	100
14	86	4	10	100
15	86	6	8	100
16	84	2	14	100
17	84	4	12	100
18	84	6	10	100
19	82	2	16	100
20	82	4	14	100
21	82	6	12	100
22	80	2	18	100
23	80	4	16	100
24	80	6	14	100

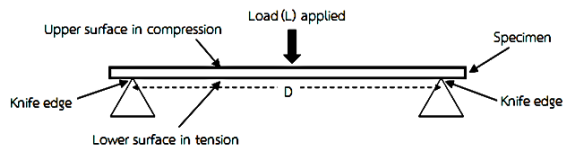
4.6.2 ขั้นตอนการทดสอบ ดำเนินการดังนี้ 1) ชั่งวัตถุดิบตามอัตราส่วนผสม 100 กรัม 2) บดส่วนผสมทั้งหมดรวมกันด้วยโกรังบดมือ เติมน้ำลงไปบดสูตรละ 30 ลูกบาศก์เซนติเมตร ประมาณ 3 นาที จนวัตถุดิบทั้งสามส่วนเป็นเนื้อเดียวกัน 3) นำปูนพลาสติกที่บดไปเทลงในแม่พิมพ์ซิลิโคนเพื่อขึ้นรูปเป็นรูปแท่งสี่เหลี่ยม ขนาด 2.0 X 12.0 X 0.5 เซนติเมตร (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แท่งทดสอบปูนพลาสติก

4) ทำแท่งทดสอบจำนวนสูตรละ 2 แท่ง 5) นำแท่งทดสอบปูนพลาสติกไปแช่น้ำหนักก่อนการอบแห้ง และบันทึกผลเพื่อใช้เปรียบเทียบความสามารถในการดูดซึมน้ำ

น้ำหลังอบแห้ง และ 6) นำแท่งทดสอบ 1 แท่งทดสอบ ความแข็งแรงในขั้นตอนการทำแม่พิมพ์พลาสติก โดย ใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรง (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แสดงแท่งทดสอบวางบนลิ่มปลายแหลม 2 จุด และแรงกดทางด้านบนของแผ่นทดสอบ

ทำการวิเคราะห์ด้วยสมการ [3] ดังนี้

$$MOR = \frac{8LD}{2bd^2} \dots\dots\dots (1)$$

- L แทน ค่าน้ำหนักแรงกดที่แท่งทดสอบหัก
- D แทน ระยะห่างของลิ่มที่รองรับแผ่นทดสอบ
- b แทน ความกว้างของแผ่นทดสอบ
- d แทน ความหนาของแผ่นทดสอบ

7) นำแท่งทดสอบ 1 แท่งต่อสูตร อบแท่งทดสอบโดยใช้ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 6 ชั่วโมง จนแห้ง ทดลองแห้งสนิท ปล่อยให้มียุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง ประมาณ 1 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเพื่อบันทึกตรวจสอบ ปริมาณน้ำในปูนพลาสติก โดยวิธีการหาน้ำหนักของ วัสดุที่หายไปและนำไปวิเคราะห์ความพรุนตัว (apparent porosity) ของปูนพลาสติกด้วยสมการ [3] ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความพรุนตัว} = \frac{(\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักแห้ง})}{\text{น้ำหนักเปียก}} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

8) นำน้ำหนักจากการชั่งแท่งทดสอบในข้อ 7) มีหาค่า ความหนาแน่น (density) ของปูนพลาสติก ด้วยสมการ [3] ดังนี้

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{มวล (น้ำหนักกรัม)}}{\text{ปริมาตร (มิลลิลิตร)}} \dots\dots\dots (3)$$

9) นำแท่งทดสอบไปทดสอบความสามารถในการเป็น แม่พิมพ์กดดินเครื่องปั้นดินเผา โดยนำดินปั้นที่มีความชื้น เทียบเท่าการใช้งานกดดินบนแม่พิมพ์พลาสติกจริงมา

ใช้ในการทดสอบ ด้วยการกดซ้ำที่เดิมอย่างต่อเนื่อง 10 ครั้ง และวิเคราะห์ผลการหลุดล่อนของดินจาก ปูนพลาสติกจากการดูวิเคราะห์และประเมินผลบันทึก ลงในแบบบันทึก ดังตารางที่ 2 โดยผลปรากฏไว้ในตาราง ที่ 4

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแบบประเมินการหลุดล่อนของดิน

Formula No.	Texture	Slip off plaster after pressing	Clay after pressing
1			
2			

10) นำแท่งทดสอบ หลังทดสอบความสามารถในการ เป็นแม่พิมพ์กดดินเครื่องปั้นดินเผาไปแช่น้ำระยะเวลา 5 นาที [8] แล้วนำไปทดสอบความแข็งแรงเพื่อทดสอบ หลังการได้รับความชื้น บันทึกผลเพื่อเปรียบเทียบ คุณภาพของปูนพลาสติกหลังแห้งและหลังได้รับความชื้น นำมาวิเคราะห์ตามสมการในข้อ (1)

4.6 การออกแบบแม่พิมพ์พลาสติก สำหรับ

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ ทำโดยการศึกษา ข้อมูลเอกสารและผลการสำรวจภาคสนาม มีขั้นตอน ได้แก่ 1) วางแผนการศึกษาข้อมูลเพื่อการออกแบบ แม่พิมพ์พลาสติกโดยการรวบรวมข้อมูลจากแหล่ง ทูติยภูมิ ทั้งเอกสาร หนังสือ ตำรา และงานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง เพื่อสืบค้นแหล่งผู้ผลิตแม่พิมพ์พลาสติกเพื่อ การผลิตเครื่องปั้นดินเผาชุมชนในรูปแบบเดียวกันกับ งานวิจัยครั้งนี้ ประกอบกับข้อมูลข้อจำกัดของการขึ้นรูป แม่พิมพ์พลาสติกขนาดใหญ่ เพื่อการผลิต เครื่องปั้นดินเผา 2) นำข้อมูลมาเรียบเรียงและวิเคราะห์ แหล่งข้อมูลที่สอดคล้องกับการเก็บรวบรวมข้อมูล ภาคสนาม โดยเลือกแหล่งข้อมูลที่มีลักษณะงานตรงกับ ผู้ประกอบการกลุ่มตัวอย่าง สามารถผลิตได้จริง และตรง ตามวัตถุประสงค์ของการงานวิจัยครั้งนี้ 3) วางแผน จัดสรรงบประมาณเพื่อการเก็บรวบรวมภาคสนาม และ เดินทางเก็บภาคสนามในสถานประกอบการจริง โดยการ ติดต่อประสานงานและขอความร่วมมือเพื่อการสอบถาม และ 4) นำข้อมูล ที่ได้จากการเก็บรวบรวมภาคสนามมา

วิเคราะห์ และสังเคราะห์ เพื่อวางแผนในการออกแบบแม่พิมพ์ ปูนพลาสติก สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ต่อไป

4.7 การออกแบบและทดลองสร้างเครื่องมือ มีขั้นตอนการดำเนินการ คือ 1) นำผลการสังเคราะห์จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม มาสร้างและจัดหาเครื่องมือที่จำเป็นในการออกแบบและผลิตแม่พิมพ์พลาสติก โดยการกำหนดให้สอดคล้องและมีความเป็นไปได้กับกลุ่มตัวอย่าง สภาพเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีระดับชุมชน เพื่อง่ายต่อการจัดหาและทดแทนภายหลังการเสียหาย 2) นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับการผลิตแม่พิมพ์เพื่อตรวจสอบคุณภาพ และประสิทธิภาพในการทำงาน เครื่องมือใดมีปัญหาให้นำมาแก้ไขปรับปรุงให้ได้คุณภาพสำหรับการใช้งานจริง และ 3) สร้างเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ และประสิทธิภาพแล้วมาผลิตในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแม่พิมพ์จริง

4.8 ทดลองสร้างแม่พิมพ์พลาสติกตามสภาพจริง มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ 1) ร่างรูปแบบของต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่กำหนดขนาดตามร้อยละของการหดตัวของเนื้อดินหลังเผา เพื่อสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้ขนาดและสัดส่วนที่ถูกต้อง และกำหนดภาพร่างเป็นโครงสร้างแผ่น เขียนลงบนแผ่นโฟม เพื่อตัดและสร้างโครงสร้างแบบก้างปลา (Fishbone structure) นำโครงสร้างที่ได้ประกอบให้เป็นรูปร่าง 3 มิติ และบุพื้นที่ว่างด้วยวัสดุเบา เช่น กระดาษขยำเป็นก้อน ภายหลังเกรอะด้วยปูนพลาสติก และตกแต่งผิวให้เรียบ 2) นำต้นแบบที่ได้มาทำแม่พิมพ์พลาสติก โดยนำอัตราส่วนผสมที่ได้จากการทดลองผสมเคล้ากับเส้นใยจากกาบมะพร้าวเพิ่มการยึดเกาะและความแข็งแรง จนได้แม่พิมพ์พลาสติกตามที่ต้องการ โดยแบ่งแม่พิมพ์ออกเป็น ส่วน ๆ เพื่อง่ายต่อการถอดแม่พิมพ์ออกจากชิ้นงาน 3) ตรวจสอบความหนา คุณภาพ รอยร้าว และความเรียบร้อยของแม่พิมพ์ และปรับปรุงคุณภาพของแม่พิมพ์ให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน และ 4) นำแม่พิมพ์ที่ได้

ไปฝังแดดให้แห้งรอการนำทดสอบการใช้งานกดดินขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

4.9 วิเคราะห์และประเมินผล โดยนำแม่พิมพ์ที่แห้งดีแล้วไปทดสอบการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา โดยนำดินมากดบนแม่พิมพ์ให้ได้มาตรฐานตามที่ต้องการ เมื่อดินอยู่ตัวทำการถอดแม่พิมพ์ออกจากผลิตภัณฑ์ และตรวจสอบประสิทธิภาพของการใช้งานโดยการสังเกตในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ 1) ความยากง่ายของการถอดแม่พิมพ์ 2) พื้นผิวของแม่พิมพ์และดินภายหลังการถอดแม่พิมพ์ 3) รอยต่อของแม่พิมพ์และดิน ภายหลังการกดดิน บนแม่พิมพ์ และ 4) การแตกร้าวและสภาพเสียหายของแม่พิมพ์ภายหลังการใช้งาน

4.10 การถ่ายทอดองค์ความรู้ โดย 1) ศึกษาและวางแผนการถ่ายทอดองค์ความรู้ โดยจัดประชุมและมอบหมายงานนักศึกษาเพื่อปฏิบัติงานการสืบค้นข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ รูปแบบแม่พิมพ์พลาสติก ขั้นตอนการผลิตแม่พิมพ์พลาสติก และองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการผลิตใหม่ ๆ ที่เหมาะสมกับการทำแม่พิมพ์ฯ 2) ทดลองสร้างแม่พิมพ์พลาสติกที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ในการผลิตดินเผาในชุมชน ในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ แม่พิมพ์ที่เหมาะสม เทคนิคการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ และข้อจำกัดในการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ 3) จัดการถ่ายทอดองค์ความรู้จากผลการดำเนินโครงการ 4) จัดการสอบถามความพึงพอใจของผู้เกี่ยวข้องที่มีต่อผลิตภัณฑ์ฯ และ 5) จัดประชุม นำเสนอผลงาน และอภิปรายผลการปฏิบัติงานในกลุ่มนักศึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์พลาสติก

5.1.1 ผลการศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์พลาสติก จากการศึกษาขั้นตอน ที่สร้างแม่พิมพ์พลาสติกจากแหล่งข้อมูลทั้งปฐมภูมิ จำนวน 3 แหล่ง ได้แก่ 1) โรงงานเจ้าสรงใต้ อำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี 2) ภาควิชาเครื่องเคลือบดินเผา อำเภอเมือง

จังหวัดนครปฐม และ 3) ผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาบ้านด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา พบว่าโดยสรุปมีลักษณะของการสร้างแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์เพื่อใช้สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินพื้นบ้านแบบเดียวกันทั้งการขึ้นรูปเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้าน หรืองานศิลปะทั้งขนาดใหญ่และเล็ก ดังนี้

1) รูปแบบของแม่พิมพ์ปลาสเตอร์เป็นแม่พิมพ์เพื่อการขึ้นรูปแบบการกดอัดลงแม่พิมพ์แบบสามมิติ คือ การกดอัดโดยรอบภายในของแม่พิมพ์ในทุกมุม ไม่เฉพาะแนวนอนหรือแนวตั้ง แต่แม่พิมพ์จะมีการยกขึ้นเป็น ส่วนๆ แยกและประกบกันให้เป็นแม่พิมพ์รวมชุดได้ ดังภาพที่ 4 และ 5



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 การแยกและประกบแม่พิมพ์ปลาสเตอร์

(ก) การอัดดินเข้าแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ (ข) การถอดชิ้นงานจากแม่พิมพ์ปลาสเตอร์



(ก)



(ข)

ภาพที่ 5 แม่พิมพ์ปลาสเตอร์แบบแยกชิ้นและชิ้นงาน

(ก) แม่พิมพ์แบบแยกชิ้น (ข) ชิ้นงานหลังประกบแม่พิมพ์

5.1.2 ผลการศึกษารูปแบบการผลิตดิน

เผาขนาดใหญ่ ที่เหมาะสมกับการผลิตระดับครัวเรือนในชุมชนผู้ผลิตดินเผาและวัสดุท้องถิ่นของจังหวัดนครศรีธรรมราช จากการศึกษาแบบการผลิตเครื่องปั้นดินเผาขนาดใหญ่ของแหล่งกรณีศึกษา 2 แห่ง ประกอบด้วย ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาชุมชนบ้านมะยิง ตำบลโพธิ์ทอง อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 3 ครัวเรือน รวม 10 คน และ

ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาบ้านด่านเกวียน ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 ครัวเรือน รวม 12 คน เพื่อพิจารณาขั้นตอนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาขนาดใหญ่ พบว่าทั้ง 2 แห่งมีทักษะในการขึ้นรูปชิ้นงานขนาดใหญ่แตกต่างกันอย่างมาก โดยผู้ผลิตในชุมชนบ้านมะยิงไม่มีการผลิตโดยใช้แม่พิมพ์ปลาสเตอร์ในการขึ้นรูป แต่ใช้วิธีการปั้นด้วยแป้นหมุนในการขึ้นรูปชิ้นงานขนาดใหญ่เป็นหลักและตกแต่ง โดยการเขียนสีจากสีฝุ่นก่อสร้างอุตสาหกรรม โดยชิ้นงานจะมีรูปร่างใกล้เคียงกัน การผลิตต้องอาศัยช่างฝีมือในการขึ้นรูปและผลิตได้ครั้งละชิ้น ชิ้นงานเป็นรูปทรงกลมสองส่วนซ้ายขวาเท่ากัน ไม่สามารถผลิตเป็นชิ้นงานรูปทรงเรขาคณิตอื่นได้ การตกแต่งใช้การชุบขีด ปั้นติดด้วยมือ ในขณะที่ผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผาบ้านด่านเกวียนนำแม่พิมพ์ปลาสเตอร์มาใช้ในการอัดแบบสามารถสร้างรูปแบบชิ้นงานที่หลากหลายและผลิตได้เชิงอุตสาหกรรม ด้วยมาตรฐานชิ้นงานที่มีลักษณะเหมือนกัน ผลิตได้จำนวนมาก [9]

5.2 ผลการออกแบบและพัฒนารูปแบบแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน

5.2.1 ผลทดลองหาอัตราส่วนผสมปูนปลาสเตอร์ จากอัตราส่วนผสม ปรากฏผลการทดลองหาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ 1) การดูดซึมน้ำ (Water absorption) 2) ความแข็งแรง (Strength) 3) ความพรุนตัว (Porosity) 4) ความหนาแน่น (Density) และ 5) การหลุดร่อนของดิน (Slipping) [7] ปรากฏผลดังตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพของแม่พิมพ์

ปลาสเตอร์จากการทดลองหาอัตราส่วนผสม

Mix Ratio (%)				Qualification			
No.	Material	Water	Strength	Porosity	Density		
	Plaster	Cement	Grout	Water Absorption			
				%	kg./c.m. ²	%	gram/ml.
1	96	2	2	47.5	26.20	51.08	0.093
2	94	4	2	42.5	30.64	51.40	0.095
3	94	2	4	43.0	22.64	52.25	0.096
4	92	6	2	43.1	31.53	50.45	0.098
5	92	4	4	48.3	20.67	51.23	0.097

Mix Ratio (%)				Qualification			
No.	Material			Water Absorption %	Strength kg./c.m. ²	Porosity %	Density gram/ml.
	Plaster	Cement	Grout				
6	92	2	6	45.3	21.31	52.04	0.096
7	90	2	8	45.7	28.86	52.14	0.097
8	90	4	6	47.2	29.75	52.93	0.106
9	90	8	2	40.2	34.63	48.25	0.113
10	88	2	10	45.9	25.75	50.22	0.098
11	88	4	8	43.8	26.20	48.15	0.092
12	88	6	6	43.5	27.28	47.11	0.090
13	86	2	12	44.0	25.53	49.50	0.087
14	86	4	10	43.6	26.64	50.87	0.086
15	86	6	8	43.2	33.75	48.15	0.085
16	84	2	14	43.0	31.96	49.25	0.091
17	84	4	12	42.8	30.54	49.68	0.089
18	84	6	10	42.7	29.42	50.44	0.089
19	82	2	16	42.6	24.51	48.10	0.087
20	82	4	14	42.5	25.11	47.85	0.085
21	82	6	12	42.3	27.64	47.69	0.087
22	80	2	18	41.2	25.30	46.57	0.084
23	80	4	16	40.5	27.20	45.12	0.082
24	80	6	14	40.2	27.05	45.08	0.088
\bar{X}	-	-	-	44.02	27.65	50.05	0.094

ตารางที่ 4 แบบประเมินการหลุดล่อนของดิน

Formula No.	Texture	Slip off	Plaster after pressing	Clay after pressing
1	Smooth	5	5	5
2	Smooth	5	5	5
3	Smooth	5	5	5
4	Smooth	5	5	5
5	Smooth	5	5	5
6	Smooth	5	5	5
7	Smooth	5	5	5
8	Smooth	5	5	5
9	Smooth	5	5	5
10	Smooth	5	5	5
11	Smooth	5	5	5
12	Smooth	5	5	5
13	Smooth	5	5	5
14	Smooth	5	5	5
15	Smooth	5	5	5
16	Smooth	5	5	5
17	Smooth	5	5	5

Formula No.	Texture	Slip off	Plaster after pressing	Clay after pressing
18	Smooth	4	5	5
19	Smooth	4	4	4
20	Smooth	4	4	4
21	Smooth	4	4	4
22	Smooth	4	4	4
23	Smooth	4	4	4
24	Smooth	4	4	4
25	Smooth	4	4	4

**หมายเหตุ 5 = , best 4 = good

ตารางที่ 5 สรุปคุณสมบัติของปลาสเตอร์ สูตร 8 จาก การทดลองหาอัตราส่วนผสม

Physical properties of plaster Formula 8	Analysis results
Weight (grams)	32.5
Water absorption (%)	47.2
Strength (kg./cm. ²)	29.75
Porosity (%)	52.93
Density (gram/ml.)	0.106
Slipping off (level)	best

จากตารางที่ 5 ผลสรุปคุณสมบัติของปลาสเตอร์ของอัตราส่วนผสมสูตรที่ 8 มีความเหมาะสมต่อการนำมาผลิตเป็นแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ โดยมีน้ำหนัก 1.08 กรัมต่อตารางเซนติเมตร การดูดซึมน้ำ (Water absorption) หลังแห้ง (อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส) ร้อยละ 47.2 ความแข็งแรง (Strength) 29.75 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความพรุนตัว (Porosity) ร้อยละ 52.93 ความหนาแน่น (Density) 0.106 กรัมต่อมิลลิเมตร และการหลุดล่อนของดินจากผิวปลาสเตอร์ (Slipping off) ในระดับดีมากที่สุด

5.2.2 ผลการออกแบบและพัฒนา รูปแบบแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ ภายหลังจากได้อัตราส่วนผสมของปลาสเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อนำมาทำแม่พิมพ์ปลาสเตอร์สำหรับการขึ้นรูปแม่พิมพ์ โดยใช้รูปแบบผลิตภัณฑ์ลักษณะแฉกกันเพื่อการตกแต่งอาคารขนาดใหญ่ ความสูง 120 เซนติเมตร ความกว้างสูงสุด 90 เซนติเมตร และใช้ใยมะพร้าวเป็นตัวประสานเพื่อความแข็งแรงของ

ปูนปลาสเตอร์ โดยมีการออกแบบและพัฒนารูปแบบแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ ที่เหมาะสมด้วยโครงสร้างต้นแบบก้างปลา และนำมาสร้างต้นแบบก่อนทำแม่พิมพ์ ภายหลังจากทดลอง ดำเนินการศึกษารูปแบบที่มีความแข็งแรงต่อการทำแม่พิมพ์แบบแบ่งส่วน โดยจากการศึกษาแม่พิมพ์แบบ 2 ชั้น, 4 ชั้น และ 8 ชั้น พบว่าการใช้แม่พิมพ์แบบ 2 ชั้น มีปัญหาเกี่ยวกับการขึ้นรูปดินโดยการอัดแม่พิมพ์ เนื่องจากดินเกิดการทรุดตัวและฉีกขาดระหว่างรอยต่อของแม่พิมพ์ เนื่องจากผิวของแม่พิมพ์มีความกว้างเกินไป และดึงดินออกตามรอยแยก และแม่พิมพ์แบบ 8 ชั้นมีปัญหาในการรัดแม่พิมพ์ให้ประกบสนิทกันสำหรับการอัดแบบทำให้ภายหลังการขึ้นรูปชิ้นงานมีตำหนิมาก และไม่ต่อกันสนิท ทำให้เกิดการแตกร้าวของชิ้นงานภายหลังแข็งตัว แม่พิมพ์ที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปโดยการอัดแบบของดินจึงเหมาะสมต่อการแบ่งแม่พิมพ์ปลาสเตอร์เป็น 4 ชั้น แต่แม่พิมพ์จากการวิจัยต้องอาศัยการทำแบบแบ่ง 4 ชั้น แบ่งกลางชิ้นงาน แต่ไม่เหมาะกับการแบ่งแม่พิมพ์แบบแบ่งกลีบส้ม ซึ่งแบบแบ่งบน-ล่างสามารถถอดดินจากแม่พิมพ์ได้ดีที่สุด และดินสามารถหลุดล่อนจากแม่พิมพ์โดยไม่แตกร้าว ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การขึ้นรูปดินโดยการอัดแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ (ก) การสร้างต้นแบบปลาสเตอร์โดยใช้โครงสร้างก้างปลาด้วยวัสดุเบา (ข) การขึ้นรูปดินโดยการอัดแม่พิมพ์

ปลาสเตอร์ 4 ชั้น (ค) การอัดดินในแม่พิมพ์แบบแบ่งบน-ล่าง (ง) ดินที่เกิดจากการอัดแม่พิมพ์แบบแบ่งบน-ล่าง ชิ้นงานไม่ทรุดตัว

5.2.3 ผลการทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน ภายหลังจากผลิตแม่พิมพ์ปลาสเตอร์แบบ 4 ชั้น แบบแบ่งบน-ล่าง เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำแม่พิมพ์มาทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่จริง โดยการทดสอบการอัดแม่พิมพ์แบบต่อเนื่อง 3 ครั้ง และนำแม่พิมพ์แบบทดสอบขนาดเล็กมาทดสอบการกดพิมพ์ ซ้ำแบบต่อเนื่องกัน 100 ครั้ง ผลปรากฏว่า แม่พิมพ์ปลาสเตอร์ที่ผลิตสามารถรองรับการกดแม่พิมพ์ได้เป็นอย่างดี สามารถถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ในระยะเวลาที่กำหนด 48 ชั่วโมงต่อชิ้นงาน 1 ชิ้น และสามารถกดแม่พิมพ์ต่อเนื่องได้ทันทีภายหลังการถอดชิ้นงาน ในด้านแม่พิมพ์ทดสอบผลปรากฏว่า ชิ้นแม่พิมพ์ทดสอบสามารถทนต่อสภาพการกดดินจำนวน 100 ครั้ง ได้โดยไม่เกิดการแตกร้าวและการเปื่อยยุ่ยของปลาสเตอร์ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การขึ้นรูปดินโดยการอัดแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ 4 ชั้น แบบแบ่งบน-ล่าง (ก) การทดลองขึ้นรูปชิ้นงานแบบกดด้วยแม่พิมพ์ปลาสเตอร์ (ข) ชิ้นงานภายหลังการขึ้นรูปและเผาผลิตภัณฑ์

เมื่อประเมินผลประสิทธิภาพของการใช้งานโดยการสังเกตในประเด็นต่าง ๆ พบว่า 1) ความยากง่ายของการถอดแม่พิมพ์ แม่พิมพ์มีความง่ายต่อการถอดดินออกจาก

แม่พิมพ์ เมื่อเวลาผ่านไป 48 ชั่วโมง โดยจะต้องวางไว้ในแม่พิมพ์ชั้นล่างเพิ่มเติมอีก 24 ชั่วโมงก่อนถอดออกจากชิ้นงาน สรุปผลได้ว่าแม่พิมพ์จะต้องประกอบตัวชิ้นงานไม่น้อยกว่า 71 ชั่วโมง จึงสามารถถอดออกได้ครบทั้งชุด 2) พื้นผิวของแม่พิมพ์และดินภายหลังการถอดแม่พิมพ์อยู่ในสภาพดีมาก ประเมินโดยการสังเกตร้อยละ 90 โดยมีผิวของชิ้นงานติดกับแม่พิมพ์บ้างในบางจุด และสามารถแก้ปัญหาได้โดยการใช้ทัลคัม (Talcum) หรือแป้งทาตัวประเภทเบาๆ บนผิวแม่พิมพ์พลาสติก ก่อนการกดดินบนผิว 3) รอยต่อของแม่พิมพ์และดินภายหลังการกดดินบนแม่พิมพ์ 4) การแตกร้าวและสภาพเสียหายของแม่พิมพ์ภายหลังการใช้งาน

5.2.4 ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่

ชุมชน จากผลการทดลองในการผลิตแม่พิมพ์พลาสติกตามโครงการ การออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน ได้ดำเนินการจัดอบรมวิทยากรชุมชนจากหมู่บ้านกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มแม่บ้านชุมชนบ้านมะยิง อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช จำนวน 2 ราย เพื่อเป็นผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน และประสบความสำเร็จอย่างดีในการนำผลงานสู่การเรียนรู้ของชุมชนกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการจัดประชุมคนในชุมชนและอธิบายการดำเนินงานและการผลิตเชิงอุตสาหกรรมให้กับสมาชิกจำนวน 20 คน เพื่อต่อยอดในการผลิตในชุมชน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

6. การอภิปรายผลหรือการวิจารณ์และสรุป

ผลการดำเนินโครงการการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือนพบว่าผู้ผลิตในชุมชนมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่เกิดจากการนำภูมิปัญญาและรูปลักษณะของท้องถิ่นมาใช้ในการออกแบบในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.97$, $SD = 0.07$) อาจเป็นเพราะว่าผู้ผลิตเห็นช่องทางของการพัฒนาอาชีพ และการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่ตอบโจทย์ของชุมชน โดยไม่ต้องใช้เทคโนโลยีหรือการลงทุนเพิ่มเติม สามารถผลิตได้จริง และเกิดผลิตภัณฑ์แบบใหม่ขึ้นในตลาด สร้างทางเลือกให้กับผู้บริโภค ทำให้จำหน่ายสินค้าได้เพิ่มขึ้น [10] และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์จากเดิมที่ผลิตเป็นกระถางต้นไม้ราคาถูกเน้นปริมาณและราคาถูก ทำให้ต้องใช้แรงงานจำนวนมาก งานมีความยากลำบาก วัตถุประสงค์สำหรับนำมาผลิตต้องใช้ในปริมาณมาก ขณะที่ผู้ผลิตในรูปแบบเดิม ๆ มีผู้ผลิตหลายรายเกิดการแข่งขันจนไม่สามารถได้ราคาที่เหมาะสมสำหรับการครองชีพได้ จึงละทิ้งอาชีพเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านไปประกอบอาชีพอื่น ๆ ทอดแทน การวิจัยครั้งนี้ จึงเป็นแนวทางที่ได้รับการตอบรับที่ดี และสนใจจากผู้ประกอบการรุ่นใหม่ ในชุมชน เพื่อรักษาอาชีพชุมชนของบรรพบุรุษ ไม่ต้องย้ายถิ่นไปทำงานในเมืองหลวง สอดคล้องกับงานวิจัยการผลิตเครื่องปั้นดินเผาไฟต่ำในท้องถิ่นแบบดั้งเดิมเพื่ออนุรักษ์การผลิตเครื่องปั้นดินเผาของชุมชนไว้ แต่พยายามพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเศรษฐกิจ [11] เช่นเดียวกับการวิจัยเรื่อง ภูมิบ้าน ภูมิเมือง ภูมิปัญญา ด้านงานช่างฝีมือพื้นบ้าน เครื่องปั้นดินเผาบ้านมะยิง อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อศึกษารูปแบบและวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านของชุมชนบ้านมะยิงและแนวทางในการพัฒนาให้สามารถดำรงอยู่ต่อไปได้ [12] สอดคล้องกับงานวิจัยปูนปลาสเตอร์กับการนำกลับมาใช้ ในเอกสารสัมมนาเซรามิกก้าวใหม่ใช้วัสดุเหลือทิ้งซึ่งทำการศึกษารูปแบบดั้งเดิม และพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ให้ชุมชน

เพื่อสร้างแนวทางการผลิตสินค้าตอบสนองตลาดในท้องถิ่นให้ชุมชนสามารถประกอบอาชีพได้อย่างยั่งยืน [13]

ผลการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนจากการวิจัยครั้งนี้ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดีจากความร่วมมือของทั้งภาคการศึกษา ภาคประชาชนและภาครัฐ โดยความร่วมมือทั้ง 3 ฝ่ายเป็นการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการในพื้นที่ด้วยความร่วมมือของหมู่บ้าน ผู้นำกลุ่มชุมชน ผู้ใหญ่บ้าน นายกอบต. อุตสาหกรรมจังหวัด มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช นักศึกษา และผู้ประกอบการในพื้นที่ชุมชนบ้านมะยง อ่างเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อชุมชนอย่างชัดเจน และเป็นการเพิ่มคุณค่าของประเพณี วัฒนธรรม และอาชีพท้องถิ่นบนพื้นฐานเศรษฐกิจพอเพียง ทำให้หน่วยงานต่าง ๆ ให้ความร่วมมืออย่างเต็มที่ ผลการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชนจึงสามารถปฏิบัติได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดความรู้ที่ยั่งยืนทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และวิชาการตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

จากการดำเนินงานตามโครงการ การออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือนประสบความสำเร็จด้วยดี โดยสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมกับการผลิตระดับครัวเรือนในชุมชนผู้ผลิตดินเผาและวัสดุท้องถิ่นของจังหวัดนครศรีธรรมราช 2) เพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบแม่พิมพ์พลาสติก สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่ที่เหมาะสมในการผลิตเชิงอุตสาหกรรมระดับครัวเรือน และ 3) เพื่อสร้างแนวทางในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ นักศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และชุมชนในกลุ่มผู้ผลิตดินเผาในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการทำการศึกษาร่วมกับชุมชนที่สามารถผลิตต่อยอดผลิตสินค้าชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านมะยง (เครื่องปั้นดินเผา) ได้ดังนี้

6.1 องค์ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตรูปแบบของแม่พิมพ์พลาสติก และผลิตภัณฑ์ดินเผาเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือนพบว่า ชุมชนบ้านมะยงมีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาครบทั้ง 3 รูปแบบ คือ กระจ่าง ของตกแต่งและของเล่น ซึ่งรูปแบบกระจ่างมีผู้ผลิตจำนวน 5 ราย ของตกแต่งบ้านมีผู้ผลิตจำนวน 2 ราย และของเล่นมีผู้ผลิตจำนวน 2 ราย รวมกำลังการผลิตทั้งสิ้น 7,000 ชิ้นต่อเดือน โดยผลิตกระจ่างจำนวน 6,100 ชิ้นต่อเดือน ของตกแต่งบ้านจำนวน 400 ชิ้นต่อเดือน และของเล่นจำนวน 500 ชิ้นต่อเดือน และสามารถได้อัตราส่วนของปูนพลาสติกที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นแม่พิมพ์เชิงอุตสาหกรรมโดยมีอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ อัตราส่วนผสมระหว่างปูนพลาสติก : กาวยาแนว : ซีเมนต์ เท่ากับ 90 : 5 : 5 โดยมีสมบัติทางกายภาพ คือ ละลายน้ำได้ในระดับดีมาก (5.00), เนื้อปูนพลาสติกละเอียดในระดับดีมาก (5.00), มีความหนืดในขณะผสมน้ำเพื่อการขึ้นรูปในระดับดีมาก (5.00) มีฟองอากาศในเนื้อปูนพลาสติกน้อยอยู่ในระดับดีมาก (5.00) มีความแข็งแรงเท่ากับ 29.74 และการดูดซึมน้ำเท่ากับ 34.56 การประเมินการหลุดร่อนของดินของอัตราส่วนผสมปูนพลาสติก สูตร B อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.75$) โดย 1) ลักษณะของผิวปูนพลาสติกก่อนการอัดดินลงในแบบพิมพ์เกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.80$) 2) การหลุดร่อนของดินจากแม่พิมพ์หลังการกดลงในแบบพิมพ์เกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.80$) 3) สภาพของปูนพลาสติกหลังการกดดินลงในแบบพิมพ์เกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.60$) และ 4) สภาพของดินหลังการกดลงบนแบบพิมพ์ปูนพลาสติกเกณฑ์เฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.80$) การทำแม่พิมพ์พลาสติก และผลิตภัณฑ์ดินเผาเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือนพบว่าแม่พิมพ์ที่ผลิตขึ้นมีความคงทนดี มีน้ำหนักเบา และสามารถประกอบและแยกส่วนของแม่พิมพ์ได้ง่าย จึงทำการทดสอบคุณภาพของแม่พิมพ์ในการขึ้นรูป

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาด้วยดินพื้นบ้านโดยนำดินจากแหล่งผลิตของชุมชนบ้านมะยิง ตำบลโพธิ์ทอง อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการเตรียมวัตถุดิบ การนวด และรีดดินจากชุมชนจริงมาทดสอบการขึ้นรูป ผลปรากฏว่าสามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ดินเผาได้ดี แต่ดินมีการหดตัวภายหลังการถอดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ โดยแม่พิมพ์มีสภาพดี เมื่อปรับดินให้มีโครงสร้างแข็งแรง เพิ่มขึ้น ลดความชื้น และขึ้นรูปโดยการกดเป็นเส้น สภาพของดินทรงตัวได้ดี และสามารถขึ้นรูปได้ง่าย ไม่เกิดความเสียหายของดินปั้น และแม่พิมพ์

6.2 แนวทางในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ นักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และชุมชนในกลุ่มผู้ผลิตดินเผา กลุ่มตัวอย่างในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่เหมาะสม ผลการทดลองในการผลิตแม่พิมพ์พลาสติก ตามโครงการการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์พลาสติกสำหรับผลิตภัณฑ์ดินเผาขนาดใหญ่เชิงอุตสาหกรรมสำหรับชุมชนและธุรกิจระดับครัวเรือน ได้ดำเนินการจัดอบรมวิทยากรชุมชนจากหมู่บ้านกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มแม่บ้านชุมชนบ้านมะยิง อ.ท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 2 ราย เพื่อเป็นผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน และประสบความสำเร็จอย่างดีในการนำผลงานสู่การเรียนรู้ของชุมชนกลุ่มเป้าหมาย โดยดำเนินการจัดประชุมคนในชุมชนและอธิบายการดำเนินงานและการผลิตเชิงอุตสาหกรรมให้กับสมาชิกจำนวน 20 คน เพื่อต่อยอดในการผลิตในชุมชน และได้องค์ความรู้ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีการออกแบบ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

6.3 ด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญผู้ผลิต จากผลการวิจัยทุกกลุ่มมีความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ต้นแบบโดยเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, $SD = 0.45$) และให้ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากการสามารถผลิตได้ในขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยากเกิดความแตกต่างและแปลกใหม่ โดยในการสำรวจความคิดเห็นของผู้ผลิตได้รับการตอบสนองเป็นอย่างดี เพราะมองเห็นความแตกต่างจากกลุ่มตลาด

จำหน่าย และมีการเข้ามาสอบถามราคาสินค้าเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ผลิตมีความมั่นใจในการทำสินค้าเพื่อการจำหน่ายเพิ่มขึ้น แต่ความกังวลของผู้ผลิต คือระยะเวลาการผลิต ที่เพิ่มขึ้น แรงงานฝีมือที่ขาดแคลน ในขณะที่ผู้ซื้อกังวลเรื่องราคาสินค้า และการขนส่งใน ส่วนของผู้จำหน่ายกังวลเรื่องปริมาณการผลิตที่อาจไม่เพียงพอต่อการจำหน่าย ระยะเวลาของผลิตที่ไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้า และราคาต้นทุนที่อาจสูง

7. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปพัฒนางานวิจัยต่อยอดและปรับปรุงงานวิจัยในอนาคต ไว้ดังนี้

7.1 ด้านการส่งเสริมและยกระดับอาชีพงานหัตถกรรมภูมิปัญญาท้องถิ่น ควรมีการพัฒนาศักยภาพบุคลากร และการสร้างบุคลากรรุ่นใหม่ เช่น การมอบรางวัลเชิดชูเกียรติ การเป็นวิทยากรแก่หน่วยงาน หรือสถาบันการศึกษา การประกวดช่างฝีมือภูมิปัญญาท้องถิ่นประเภทต่าง ๆ เพื่อเป็นกำลังใจในการวิจัยต่อยอดหรือการพัฒนาอาชีพของชุมชนอย่างเนื่อง

7.2 ด้านการยกระดับคุณค่า และมูลค่าของผลิตภัณฑ์ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีการพหุสาขาศึกษาดูงานระหว่างพื้นที่เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลประสบการณ์ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการผลิตงานภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อนำไปสู่แนวทางในการพัฒนาการบริหารจัดการภูมิปัญญาอย่างยั่งยืน

7.3 ด้านการจัดการองค์ความรู้ และภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา ควรมีการพัฒนาศูนย์การผลิตงานหัตถกรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นในแต่ละชุมชน เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับภูมิปัญญาในท้องถิ่น และเป็นแหล่งท่องเที่ยวเพื่อสร้างรายได้แก่ชุมชนท้องถิ่น และส่งเสริมการขึ้นทะเบียนหรือจดลิขสิทธิ์งานหัตถกรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อป้องกันปัญหาการลอกเลียนแบบ

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสมาชิกชุมชนกลุ่มบ้านมะยิง ต.โพธิ์ทอง อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยเสมอมา และขอบคุณนักศึกษา หลักสูตร

ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคณะเทคโนโลยี
อุตสาหกรรมที่ร่วมทำงานวิจัยครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Department of Medical Services, Ministry of Public Health. (2020). "Guidelines for providing services to support patients with coronavirus infection Coronavirus 2019," in *Title of COVID-19*. institutions of the Department of Mental Health, issue 1/2020. Bangkok: Department of Medical Services, Ministry of Public Health. (In Thai)
- [2] Virit, T. (2022). "Factors influencing business success of entrepreneurs (SMEs) in Pathum Thani Province during the COVID-19 pandemic," *Journal of Educational Innovation and Research*. 6(2): pp. 458-473. (In Thai)
- [3] Ingsiriwat, P. (1998). *Ceramic clay*. Bangkok: The Oldient Store Press. (In Thai)
- [4] Kaewdee, C., Jinwan, W., and Pansrinual, W. (2015). "The Development of clay slip casting from red Local clay for ceramic household production," *Wichcha Journal*. 34(2): pp. 27-44. (In Thai)
- [5] Pansukhumthana, P.(2009). "Plaster and how to recycle," *Ceramics Newsletter*, 13(3): pp. 34-36. (In Thai)
- [6] Kewsuwun, N., Kwiecien, K., and Sae-Chan, C. (2019). "Knowledge structure of research for development in relation to problems and needs of people in Southern provinces," *Silpakorn University Journal*. 39(1): pp. 41-62. (In Thai)
- [7] Pimkhawham, P. (2004). *Ceramics*. Bangkok: Chulalongkorn University. (In Thai)
- [8] Andrews, A.L. (1957). *Ceramic test and calculation*. New York: John Milley and Sons.
- [9] Kosiyapan, S. (1999). *Materials science*. Bangkok: study document for class 461. department of pottery. Bangkok: School of Industrial Arts, Phra Nakhon Teacher's College.
- [10] Khiewmang, K. (2007). "The utilization waste plaster mold from ceramic industry for design and product development," Ph.D. Dissertation, Ubon Ratchathani University. (In Thai)
- [11] Inthip, S. (2009). *Study and product development of plaster souvenirs and souvenirs. packaging of Pathum Thani Province*. Pathum Thani: Faculty of Fine and Applied Arts Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (In Thai)
- [12] Ministry of Culture. (2016). *Promotion and development of cultural products and services in Nakhon Ratchasima Province (CPOT) for the year 2015*. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=cEQYq6GioJU> Accessed 24 June 2022. (In Thai)
- [13] Phan Sukhumthana, L. (2009). "Plaster and reuse," *Ceramic Journal*. 13(31): pp. 34.

การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าของอุตสาหกรรมห้องเย็นด้วยระบบลีน

The Improvement of Warehouse Management Efficiency for the Cold Storage Industry with Lean Systems

ชญัญภัก ไชยพรรณ¹, ฉัตรชัย แก้วดี², วีระยุทธ สุดสมบูรณ์² และวีรพล ปานศรีนวล²
Chanyaphak Chaiyaphan¹, Chatchai Kaewdee¹, Weerayute Sudsomboon²,
and Weeraphol Pansrinual²

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

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

² หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วันที่รับบทความ: .21 มีนาคม 2566; วันที่ทบทวนบทความ: 19 เมษายน 2566; วันที่ตอบรับบทความ: 28 เมษายน 2566

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 28 เมษายน 2566

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าภายในอุตสาหกรรมห้องเย็นกรณีศึกษาแห่งหนึ่งโดยมีวิธีการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้แบบสัมภาษณ์ ร่วมกับการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant observation) ด้วยการเข้าร่วมปฏิบัติงานกับพนักงานคลังสินค้า เพื่อค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้แผนภาพก้างปลาในแต่ละจุดที่ปฏิบัติงานนำไปสู่การแก้ไขปัญหา การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าของอุตสาหกรรมห้องเย็นด้วยระบบลีน การการประยุกต์ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ เช่น Flow Process Chart, Visual control และแนวคิดระบบลีน (LEAN) เพื่อเปรียบเทียบความสูญเสียของเวลาในการค้นหาสินค้า ก่อนและหลัง การวิจัยครั้งนี้ได้ปรับปรุงกระบวนการทำงานในการจัดวางผังสินค้า พบว่าสามารถทำให้เวลาในการค้นหาสินค้าประเภทปลาตกลงร้อยละ 91 มีระเบียบและมีความถูกต้องในการกำหนดตำแหน่งของสินค้า สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันท่วงที

คำสำคัญ: ห้องเย็น, การจัดการคลังสินค้า

Abstract: This research aims to increase the efficiency of warehouse management in the cold storage industry, a case study of a cold storage. The research method consists of data collection and data analysis. Interview, participant observation and participated with the employees were used to collect the data. Cause and effect diagram were applied to identify the problems and displayed the causes of such problems in the diagram which contributed to the problem-solving. Quality control tools such as Flow Process Chart, Visual Process Control and Lean concepts were applied to solve the identified problems. The comparison of time-wasting for searching the products before and after the improvement of a process layouts showed that the time for searching the products was reduced by 91 percent. The accuracy of product locations was improved and can response to the customers' needs in a timely manner.

Key words: Cold storage, Warehouse system

1. บทนำ

อุตสาหกรรมต่าง ๆ ในปัจจุบันมีการแข่งขันกันในด้านต่าง ๆ เพื่อเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพองค์กรเพื่อให้องค์กรมีความสามารถในการแข่งขันบริษัทต่าง ๆ จึงต้องมีการพัฒนาทั้งในด้านการผลิตด้านคุณภาพและด้านการลดต้นทุน ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และหากในกระบวนการใดมีจุดบกพร่องหรือขาดประสิทธิภาพ องค์กรมีความจำเป็นต้องรีบดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาแก้ไขต่อไปอย่างรวดเร็ว ส่วน คลังสินค้าที่ดีจะต้องมีหน้าที่ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการใหม่ คือ เน้นประสิทธิภาพทางด้านการลดช่วงเวลาของการเคลื่อนย้ายสินค้าและการใช้ประโยชน์สูงสุดของพื้นที่ (Space Utility) [1] จากการศึกษางานวิจัยของ [2] ปัจจุบันการแข่งขันในกลุ่มอุตสาหกรรมสินค้าและบริการอยู่ในสภาวะการแข่งขันที่สูงมาก อุตสาหกรรมจึงพัฒนาและหาแนวทางปรับปรุงการแข่งขันกันอย่างต่อเนื่องและการบริหารคลังสินค้าอันเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งจากสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจในปัจจุบันได้เป็นแรงกดดันให้ธุรกิจทางภาคอุตสาหกรรมต้องทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงาน

บริษัทกรณีศึกษาห้องเย็นแห่งหนึ่ง ตั้งอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดสตูล ดำเนินธุรกิจประเภทรับฝากผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำจากทะเล ห้องเย็นสามารถรับฝากปลาจากลูกค้าในแต่ละปีได้ประมาณ 10,000 ตัน โดยจะมีการหมุนเวียนเข้า-ออก ตลอดปี ห้องเย็นของบริษัทหรือเรียกอีกอย่างได้ว่าเป็นคลังสินค้าของบริษัทรับฝากปลาจากลูกค้าในพื้นที่ใกล้เคียง จากการศึกษากระบวนการจัดการคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา พบว่า ในกระบวนการจัดการคลังสินค้า ตั้งแต่การรับสินค้า การจัดเก็บ การขนย้ายภายในคลัง การค้นหาสินค้าและการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้า มีความสูญเสียเปล่าด้านเวลา ด้านของเสีย และมีความ

เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน โดยมีของเสียที่เกิดจากการเก็บสินค้าที่ไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากไม่มีบรรจุภัณฑ์และการห่อหุ้ม ทำให้ของตกหล่นบนพื้นในห้องเย็น มีของเสียที่เกิดจากสินค้าเสื่อมสภาพ (Dead Stock) ซึ่งไม่สามารถระบุ วัน เดือน ปี ที่จัดเก็บได้ของเสียประเภทนี้ประมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์เทียบกับปริมาณสินค้าทั้งหมด คิดเป็นเงินประมาณ 600,000 บาทต่อปี การจัดวางสินค้าไม่เป็นระบบไม่สามารถระบุตำแหน่งของสินค้าได้ชัดเจน สินค้าขาดคุณภาพไม่สามารถนำไปขายได้ เนื่องจากการจัดเก็บไว้เป็นเวลานาน ข้อมูลที่ใช้ในการบริหารจัดการและวางแผนคลังสินค้า มีไม่เพียงพอสำหรับการวางแผนทางด้านการตลาด เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่ธุรกิจ พนักงานขาดประสิทธิภาพในการทำงานในการนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บและจัดส่งสินค้าขึ้นรถให้ลูกค้า นอกจากนี้ในการจัดการด้านสถานที่ นอกจากนี้บริเวณหน้าห้องเย็นมีการวางสินค้าเสื่อมสภาพและสินค้าเน่าเสียไว้ด้วย บางครั้งสินค้า(ปลา) ไม่ได้ห่อหุ้มให้ดี ทำให้เกิดสินค้าหล่นและแตกหักระหว่างการเคลื่อนย้ายเป็นเหตุให้การตรวจนับสินค้าไม่สามารถตรวจนับตามรอบระยะเวลาที่กำหนดได้ เนื่องจากการจัดวางสินค้าไม่เป็นระเบียบ

ผู้ศึกษาพบว่า การดำเนินการจัดระบบคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาในภาพรวมยังขาดประสิทธิภาพอยู่ ซึ่งหากทำงานแบบเดิม โดยที่ไม่มีการปรับปรุงแก้ไขจะทำให้เสียเปรียบทางการแข่งขันต่อคู่แข่งในธุรกิจลักษณะเดียวกันและขาดความน่าเชื่อถือในสายตาลูกค้า จึงมีความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนระบบและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพในการจัดการมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการจัดการคลังสินค้าของอุตสาหกรรมห้องเย็น

2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า
ภายในอุตสาหกรรมห้องเย็นด้วยระบบลิ้น

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างการศึกษาคือการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่
จำนวน 9 คน ของบริษัทกรณีศึกษา

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่

3.2.1 ใช้แบบสัมภาษณ์ร่วมกับการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant observation) โดยการเข้าไปร่วม
ปฏิบัติงานกับพนักงานโดยตรง

3.2.2 พังแสดงเหตุผล (Cause and effect
diagram)

3.2.3 แผนภูมิการไหล

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้การศึกษาที่มี
ข้อมูลที่จะใช้ในการศึกษาโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ
ข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ โดยข้อมูลปฐมภูมิเป็น
การศึกษาที่เกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาจากการสำรวจ
ภายในบริษัทกรณีศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ ได้ศึกษาข้อมูล
ทางเอกสารวิชาการบทความทฤษฎีและงานวิจัยที่
เกี่ยวข้อง

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์เชิงพรรณนา
เป็นการบรรยายให้เห็นถึงสภาพทั่วไปของสินค้าคงคลัง
บริษัทกรณีศึกษา การวิเคราะห์เชิงปริมาณ ผู้วิจัยได้
ทำการศึกษาจากข้อมูลปริมาณการจัดเก็บ แล้วนำข้อมูล
มาทำการวิเคราะห์ วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เพื่อ
ค้นหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยใช้หลักการของ
แผนผังก้างปลา (Fish bone Diagram) โดยการกำหนด
ลักษณะของปัญหาใหญ่เพียงปัญหาเดียวในการศึกษา
โดยแบ่งประเด็นในการร่วมกันวิเคราะห์หาสาเหตุจาก
ปัจจัย 4 M 1E, และหลักการ Visual control

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาระบบการดำเนินงานในปัจจุบัน

ผู้วิจัยทำการศึกษาระบบการดำเนินงานทั้งหมดในปัจจุบัน
พบว่า มีขั้นตอนแรกเริ่มจากการรับสินค้า (ปลา) เข้าคลัง
การจัดเก็บ การค้นหา และการส่งมอบสินค้าคืนให้กับ
ลูกค้า สามารถอธิบายรายละเอียดการทำงานในแต่ละ
ขั้นตอน ดังนี้

1) รถของลูกค้มาจอดส่งปลาที่หน้าแพของห้อง
เย็นในโรงงาน โดยในรถแต่ละคันจุปริมาณปลาได้
ประมาณ 13,000 กิโลกรัม

2) ยกปลาลงจากรถและล้างทำความสะอาดเมื่อ
เสมียนรับใบส่งของแล้ว จะบันทึกหมายเลขทะเบียนและ
ชนิดของปลาไว้ในสมุดบันทึก พนักงานยกปลาลงมาจาก
รถแล้วฉีดน้ำล้างทำความสะอาดปลา

3) บรรจุใส่ถาด น้ำหนัก 10 หรือ 20 กิโลกรัมต่อ
ถาด

4) ชั่งน้ำหนักปลา ก่อนเข้าห้องแช่แข็ง (Freeze)
เพื่อแบ่งน้ำหนักปลาแต่ละถาดให้เท่า ๆ กัน เป็นการ
ตรวจสอบว่าน้ำหนักในบิลส่งของตรงกันกับน้ำหนักปลา
ที่ชั่งได้หรือไม่

5) นำเข้าห้องแช่แข็ง โดยใช้สายพานลำเลียงนำ
ปลาเข้าไป

6) เดินเครื่องระบบความเย็นฟรีสแช่ปลาไม่น้อย
กว่า 12 ชั่วโมง

7) เมื่อครบกำหนดการแช่แข็ง เอาออกจากห้อง
แช่แข็ง

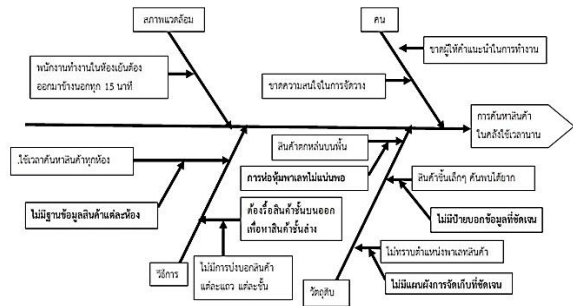
8) นำเข้าเก็บในห้องเย็นเก็บสินค้า (คลังสินค้า)

9) ค้นหาปลาเพื่อส่งคืนลูกค้าเมื่อฝากครบกำหนด

10) รถลูกค้ามารับปลาคืน แผนผังคลังสินค้าห้อง
เย็นก่อนปรับปรุง

ปลาที่จะนำไปเก็บในห้องเย็นต้องผ่านอุณหภูมิ
ที่ทำให้แช่ก่อนเป็นเวลา 12 - 24 ชั่วโมง ในห้องแช่แข็ง
หมายเลข 1- 6 ส่วนห้องเย็นมีการจัดแบ่งพื้นที่ออกเป็น
5 ห้อง คือ ห้อง B1 B2 B3 B4 และ B5 ในการวางสินค้า
ในห้องเย็น ไม่มีการกำหนดเป็นแถวที่ชัดเจน หรือวางบน

ชั้นไว้เป็นตำแหน่งที่แน่นอน แต่มีการกำหนดทางเดินรถทางเดียว แสดงดังภาพที่ 1



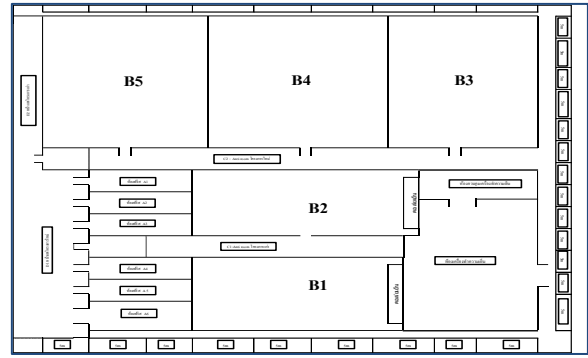
ภาพที่ 1 แสดงแผนผังคลังสินค้าห้องเย็นก่อนปรับปรุง

5.2 ผลการศึกษาสภาพปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ศึกษาได้ระบุปัญหาในกระบวนการทำงานโดยการระดมสมองของผู้บริหาร ผู้จัดการโรงงาน หัวหน้าคลังและฝ่ายที่เกี่ยวข้อง จำนวน 9 คน สามารถระบุปัญหาได้ 3 ปัญหาหลักคือ

- 1) ปัญหาการค้นหาค่าในคลังใช้เวลานาน
- 2) ปัญหาปลาค้างสต็อก (Dead Stock)
- 3) ปัญหาค่าล่วงเวลาของพนักงานสูง

ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์ปัญหา โดยการนำ focus group และร่วมกันให้คะแนนความรุนแรงของปัญหา (Severity of Problem) [3] ให้คะแนนดังนี้ ไม่มีเลย = 0 คะแนน, มากกว่า 0-25% = 1 คะแนน, 26-50% = 2 คะแนน, 51-75% = 3 คะแนน, 76-100% = 4 คะแนน ผลการให้คะแนน พบว่า ค่าคะแนนสูงสุด คือ ปัญหาการค้นหาค่าในคลังใช้เวลานาน ค่าคะแนนร้อยละ 78.8 ได้คัดเลือกปัญหาที่มีความสำคัญสูงสุดมาทำการศึกษาก่อน

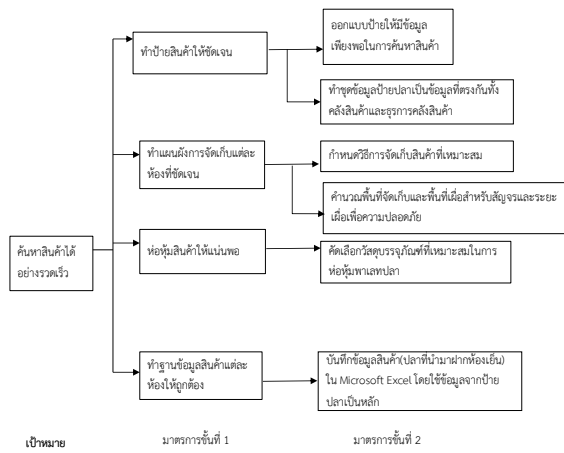
5.3 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ใน การศึกษานี้ได้ใช้แผนผังก้างปลา (Fish bone Diagram) เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขต่อไป โดยแบ่งประเด็นในการร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุจากปัจจัย ดังนี้ คน (Man) วัตถุดิบ (Material) วิถีการทำงาน และสภาพแวดล้อม (Environment)



ภาพที่ 2 แสดงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การค้นหาสินค้าในคลังใช้เวลานาน

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการระดมสมองพบว่าสาเหตุที่สำคัญ ได้แก่ ไม่มีแผนผังการจัดเก็บที่ชัดเจน ไม่มีป้ายบอกข้อมูลที่ชัดเจน การห่อหุ้มพลาสติกไม่แน่นพอ ต้องรื้อสินค้าชั้นบนออกเพื่อหาสินค้าชั้นล่าง และไม่มีฐานข้อมูลสินค้าแต่ละห้อง จากข้อมูลเหล่านี้ที่เป็นสาเหตุในกระบวนการที่ทำให้ค้นหาสินค้าเป็นเวลานาน แต่ที่ต้องศึกษาต่อไปคือ ในการค้นหาสินค้านี้มีกี่ขั้นตอนที่ต้องปฏิบัติและใช้เวลาและระยะทางในการทำงานเท่าไร ต่อการค้นหาปลา 13,000 กิโลกรัม หรือ 1 คันรถสิบล้อ จึงให้หัวหน้าคลังสินค้ามอบหมายให้พนักงาน 2 คน ทำการทดสอบหาปริมาณปลาที่ต้องการจำนวน 1 คันรถสิบล้อ เพื่อจับเวลาในการค้นหาจนครบจำนวน โดยใช้ Flow Process Chart ในการบันทึกข้อมูล โดยกำหนดเงื่อนไขตามสถานการณ์จริงของการปฏิบัติงานเริ่มตั้งแต่หัวหน้าคลังสินค้าเดินไปรับใบเบิกสินค้าที่ธุรการคลังสินค้า จนได้สินค้าครบเสร็จสิ้นรวม 26 ขั้นตอน หลังจากการศึกษากระบวนการทำงานย่อยโดยใช้ Flow Process Chart พบว่า ผลรวมด้านระยะทางใช้ถึง 738 เมตร และเวลาในการทำงานถึง 376 นาที ถือว่ามีความสูญเสียในการเคลื่อนที่สูงมาก เนื่องจากต้องเข้าไปหาสินค้าทุกห้อง และต้องเคลื่อนย้ายสินค้าจากชั้นบนลงมาก่อน จึงจะพบสินค้าในพาเลทชั้นล่างในจำนวนขั้นตอนทั้งหมด 26 ขั้นตอน เป็นขั้นตอนการเคลื่อนที่ถึง 18 ขั้นตอน

5.4 การกำหนดแนวทางและมาตรการในการแก้ไข
ปัญหา โดยใช้แผนผังต้นไม้



ภาพที่ 3 แสดงผลการหามาตรการแก้ไขปัญหา โดยใช้แผนผังต้นไม้

จากภาพที่ 3 ผลการปรับปรุงแก้ไขตามแนวทางที่ศึกษา เมื่อได้มาตรการที่นำไปสู่การปฏิบัติทั้ง 6 หัวข้อแล้ว จึงมาทำการวางแผนกำหนดเวลาทำงานต่อจากการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ที่ได้ทำเสร็จไปเบื้องต้นแล้ว แผนการดำเนินกิจกรรมปฏิบัติงานได้วางไว้ 18 เดือน สำหรับรายละเอียดของการทำกิจกรรมแต่ละข้อ ดังต่อไปนี้

1) ออกแบบป้ายสินค้าให้มีข้อมูลครบถ้วนเพียงพอในการค้นหาสินค้าและดำเนินการสั่งพิมพ์เอกสาร เพื่อบ่งชี้ว่าเป็นพาเลทปลาชนิดใด

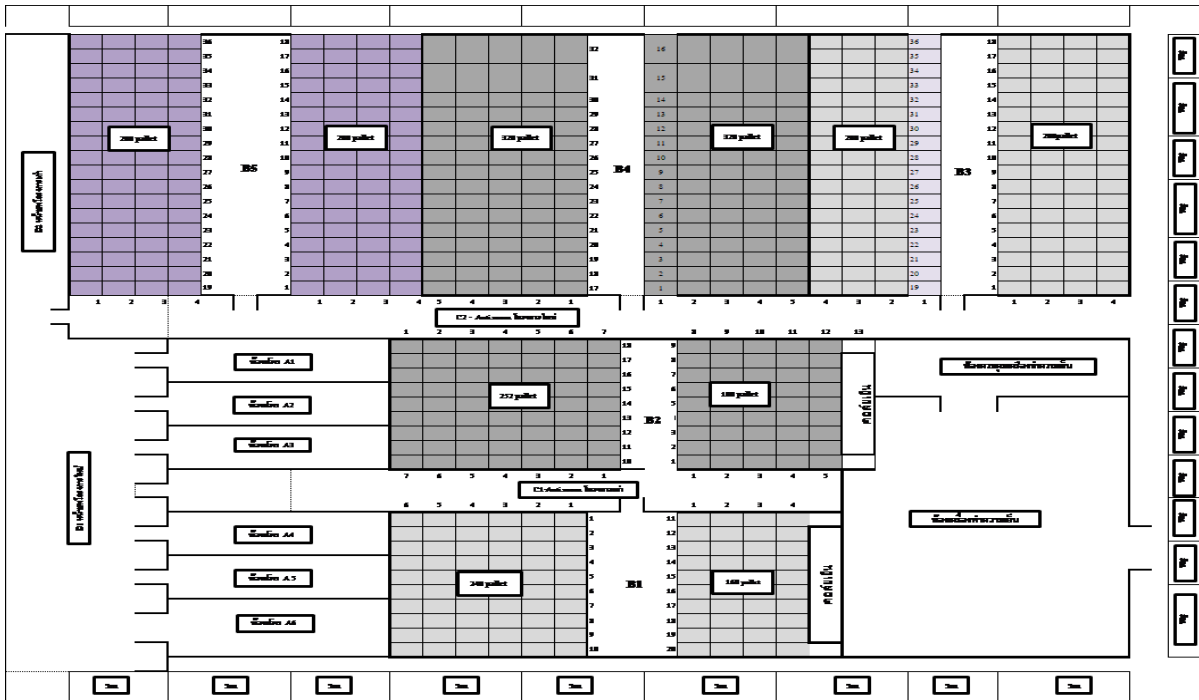
2) ทำชุดข้อมูลป้ายปลาเป็นข้อมูลที่ตรงกันทั้งคลังสินค้าและธุรการคลังสินค้า

3) จัดทำเลมป้ายปลาโดยมีการทำแผ่นป้ายปลาเป็น 3 สำเนา คือ สำเนาใบสีเหลือง ให้เก็บไว้ที่คลังสินค้า สำเนาใบสีเขียวติดไว้ที่พาเลทปลา และสำเนาสีขาวให้ติดไว้ในเลม เก็บไว้ในฝ่ายธุรการคลังสินค้า ขั้นตอนการเริ่มใช้ป้ายปลา จะเริ่มบันทึกเมื่อนำปลาออกมาจากห้องแช่แข็งแล้วนำขึ้นพาเลท เมื่อเต็มพาเลทแล้ว รัดพาเลทด้วยแผ่นพลาสติกใส แล้วเอาป้ายปลาไปใส่ไว้ในถุงพลาสติกอีกที โดยที่ใช้เชือกผูกถุงพลาสติก ห้อยติดอยู่กับพาเลท

4) กำหนดวิธีการจัดเก็บสินค้าที่เหมาะสม การจัดเก็บสินค้าจะใช้วิธีวางแบบส่ม คือ วางเป็นแถวใน 1 แถววางในแนวตั้งได้ 4 ชั้น หัวหน้าคลังสินค้าจะเป็นผู้ควบคุมตำแหน่งการวาง

5) คำนวณพื้นที่จัดเก็บและพื้นที่เผื่อสำหรับสัญจรและระยะเผื่อเพื่อความปลอดภัย

ในการศึกษานี้ต้องปรับปรุงผังการวางสินค้าใหม่ เพราะของเดิมไม่มี จึงต้องเริ่มจากการคำนวณพื้นที่เดิมและกำหนดระยะเผื่อระหว่างพาเลท โดยกำหนดไว้ 10 เซนติเมตร ส่วนระยะความกว้างสำหรับทางรถกำหนดไว้ 3 เมตร สำหรับขนาดของพาเลท มีขนาดเดียวคือ กว้าง 1.1 เมตร ยาว 1.22 เมตร สูง 1.24 เมตร เมื่อคำนวณพื้นที่ของห้องเก็บแต่ละห้องแล้ว จึงวางพาเลทได้ ตามจำนวนที่แสดงในแผนผังคลังสินค้าที่ปรับปรุงแล้ว ในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงแผนผังคลังสินค้าที่ปรับปรุงแล้ว

คัดเลือกวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการห่อหุ้มพาเลทพลาสติก สำหรับวัสดุห่อหุ้มพาเลท เดิมใช้แผ่นพลาสติกใส แต่ยังสามารถใช้ต่อไปได้ แต่ให้พื้นให้มีจำนวนรอบเพิ่มขึ้นเท่าตัว เพื่อให้มีความแข็งแรงสำหรับพาเลทพลาสติกใส่ปลาขนาดใหญ่ ให้ใช้ตาข่ายมาพันรอบเพื่อให้มีความแข็งแรงขึ้น

บันทึกข้อมูลสินค้า (ปลาที่นำมาฝากห้องเย็น) ใน Microsoft Excel โดยใช้ข้อมูลจากป้ายปลาในการบันทึก ข้อมูลที่บันทึกนำมาจากป้ายปลาที่ส่งมาจากหัวหน้าคลังสินค้า เพราะฉะนั้นจึงเป็นข้อมูลชุดเดียวกันที่ติดไปกับป้ายปลา ในรายการบันทึกประกอบด้วยรายการเข้า และรายการออกและสรุยอดคงเหลือในคลัง และสรุปจำนวนพาเลทที่อยู่ในคลัง ดังนั้นทำให้สามารถทราบได้ทันทีแบบปัจจุบันว่าพาเลทปลาอยู่ที่ตำแหน่งใดในแผนผังคลังสินค้า และอยู่ในแถวใด

ผู้ศึกษาได้นำหลักการ Visual control มาใช้ในการควบคุมการทำงานของคลังสินค้า โดยให้แสดง

จำนวนปลาในปัจจุบันของแต่ละห้องมีกี่กิโลกรัม โดยในโปรแกรม Excel สามารถให้แสดงออกมาเป็นกราฟ ในแต่ละห้องสามารถรับปลาได้สูงสุดเท่าไร สถานะปัจจุบันอยู่ที่เท่าไรของปริมาณสูงสุดที่รับได้ แสดงในภาพที่ 5 นอกจากนี้ยังแสดงจำนวนพาเลททั้งหมดที่อยู่ในคลัง ดังแสดงในภาพที่ 6 และ 7

รายการเข้า(IN)												รายการออก(OUT)				คงเหลือ(BAL)		จำนวน	
เลข/เลขที่	ตำแหน่ง				ชนิดปลา	ก่อน	นบ/กิโล	จำนวน(กก)	ทะเบียนรถ	วันที่	ชื่อลูกค้า	หมายเหตุ	วันที่ออก	ก่อน	นบ/กิโล	จำนวน(กก)	อ้างอิง	จำนวน(กก)	พาลา
	ห้อง	แถว	ทาง	ชั้น															
01/004	B1	16	0	0	ทู 120	69	10	690	80-2564	01/08/60	SIN	-	18/10/60	69	10	690	-	-	
01/006	B1	0	0	0	ปลาไก่	30	20	600	-	29/07/60	โชค	-	18/10/60	30	20	600	-	-	
01/007	B1	0	0	0	เหยื่อปน	15	20	300	-	31/07/60	โชค	-	18/10/60	15	20	300	-	-	
01/008	B1	16	0	0	โพงกลม	11	20	220	-	29/07/60	โชค	-	18/10/60	11	20	220	-	-	
01/009	B1	2	0	0	โอทลอด 3-4	35	20	700	70-0495	01/08/60	โชค	-	18/10/60	35	20	700	-	-	
01/010	B1	2	0	0	โอทลอด 3-4	13	20	260	70-0495	01/08/60	โชค	-	18/10/60	13	20	260	-	-	
01/050	B1	12	0	0	ทู 30	90	10	900	-	03/06/60	โชค	-	02/10/60	90	10	900	-	-	
02/051	B1	12	0	0	ทู 30	90	10	900	-	03/06/60	โชค	-	02/10/60	90	10	900	-	-	
02/052	B1	12	0	0	ทู 30	90	10	900	-	03/06/60	โชค	-	02/10/60	90	10	900	-	-	

ภาพที่ 5 แสดงการบันทึกรายการปลาเข้าและปลาออกจากคลัง



ภาพที่ 6 แสดงข้อมูลปลาในแต่ละห้อง



ภาพที่ 7 แสดงจำนวนพาลาที่อยู่ในแต่ละห้อง

หลังจากได้ปรับปรุงระบบการบันทึกข้อมูลแล้ว ทำให้ลดขั้นตอนการทำงานย่อยในกระบวนการค้นหาปลาในคลังลดลง เนื่องจากแผนกธุรการคลังสินค้ามีข้อมูลสินค้าว่าอยู่ตรงไหน และปริมาณเท่าใด เมื่อลูกค้าต้องการจะมารับของจึงพิมพ์เอกสารจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้หัวหน้าคลังไปให้พนักงานคลังสินค้าหยิบสินค้าได้เลยโดยไม่ต้องค้นหาเป็นเวลานานเหมือนเดิม ซึ่งผู้ศึกษาได้ทดสอบโดยใช้ Flow Process Chart (ดังภาพที่ 8) ให้พนักงานชุดเดิมค้นหาปลาปริมาณ 13,000 กิโลกรัม สามารถทำงานเสร็จในเวลา 33 นาที พนักงานไม่ต้องทำงานล่วงเวลาเพื่อค้นหาปลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเพราะสามารถส่งปลาให้ลูกค้าได้ถึงวันละ 4 คันรถสิบล้อภายในเวลาทำงานปกติ

Flow Process Chart

ชื่อกระบวนการ การค้นหาปลาเพื่อเตรียมส่งลูกค้า
x วิธีการสังเกตปรับปรุง

ขั้นตอนที่	ระยะเวลา	เวลา	สัญลักษณ์	รายละเอียดของขั้นตอนการทำงาน
1	80	2	○	หัวหน้าคลังสินค้าเดินไปในคลังสินค้าจากธุรการคลังสินค้า
2		1	□	ธุรการส่งใบเบิกสินค้าพร้อมเอกสารจำนวนปลาและตำแหน่งที่ตั้งของปลา ให้กับหัวหน้าคลังสินค้าเพื่อตรวจสอบปลาให้ครบตามใบเบิก
3		1	○	หัวหน้าคลังรับใบเบิกสินค้า
4	80	2	○	หัวหน้าคลังเดินกลับไปที่คลังสินค้า
5		2	○	หัวหน้าคลัง ส่งจำนวนและชนิดของปลาตามใบเบิกให้พนักงานคลังสินค้าเพื่อไปค้นหา
6		1	○	พนักงานคลังรับใบเบิกจากหัวหน้าคลัง
7	150	1	○	พนักงานคลังสินค้าเดินเข้าไปค้นหาปลา ตามตำแหน่งที่ระบุในเอกสารที่รับจากธุรการ อาจเป็นห้องที่ 1-5 หรือ ห้องข้างห้องตามเอกสารแห่งใดห้องใดก็ได้
8		15	○	พนักงานคลังสินค้าค้นหาปลาในห้องเก็บ ตามที่ระบุในเอกสาร
9		2	○	พนักงานคลังสินค้าเดินกลับไปยังจำนวนและชนิดปลาที่หาเจอให้กับหัวหน้าคลัง
10		1	○	หัวหน้าคลังตรวจสอบจำนวนปลาว่าครบตามจำนวนในใบเบิกสินค้าหรือไม่
11		2	○	หัวหน้าคลังส่งใบเบิกปลาที่ตรวจสอบแล้วให้กับธุรการคลังสินค้า
12		2	○	ธุรการคลังสินค้าโทรไปยังชั้น รับ เวลา ให้ลูกค้ามารับสินค้า
13		1	○	ธุรการคลังสินค้ากับเอกสารเข้าพื้นที่
รวม	310	33	5 6 1 1	

ภาพที่ 8 Flow Process Chart

5.5 เปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุง

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

ลำดับที่	แนวทางการดำเนินงาน	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลลัพธ์การดำเนินงาน
1	เพิ่มประสิทธิภาพระบบการทำงานของพนักงานในคลัง	ทดสอบพนักงานค้นหาสินค้าปริมาณ 13,000 กิโลกรัม ใช้เวลา 376 นาที	ทดสอบพนักงานค้นหาสินค้าปริมาณ 13,000 กิโลกรัม ใช้เวลา 33 นาที	เวลาในการค้นหาปลา ลดลง 91 เปอร์เซ็นต์
2	การตรวจนับสินค้าในคลังสินค้ามียอดตรงกับในระบบบัญชี	ยอดปริมาณสินค้าไม่เคยตรงกับในระบบบัญชี	ยอดปริมาณสินค้าตรงกับในระบบบัญชี 100%	ฝ่ายบัญชีสามารถปิดงบได้เร็วขึ้น
3	พนักงานปฏิบัติงานในคลังสินค้าอย่างปลอดภัย	มีสินค้าวางขวางทางเดินของรถโฟคลิฟต์	ไม่มีสินค้าวางขวางทางเดินของรถโฟคลิฟต์	ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุลดลง
4	การลดของเสียในคลังสินค้า	ของเสียในคลังสินค้าก่อนปรับปรุงเปรียบเทียบกับระบบคิดเป็น 2.5%	ไม่มีของเสียในคลังสินค้า	สินค้าค้างสต็อกไม่มี เพราะสามารถควบคุมสินค้าให้มีมาตรฐานได้ดี
5	ออกแบบตำแหน่งของสินค้าในคลังให้สามารถตรวจสอบได้แบบปัจจุบัน (Real Time)	ไม่สามารถกำหนดตำแหน่งของปลาได้	สามารถกำหนดการวางตำแหน่งปลาได้แม่นยำ	มีความถูกต้องในการกำหนดตำแหน่งของสินค้า
6	ลดเวลาในการจัดเก็บสินค้า การค้นหาสินค้า และการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้าได้	ใช้เวลา 1 วันทำงานสามารถให้บริการลูกค้าได้เพียง 1 คันรถสิบล้อ	ใช้เวลา 1 วันทำงานสามารถให้บริการลูกค้าได้ 4 คันรถสิบล้อ	บริษัทสามารถให้บริการลูกค้าเพิ่มขึ้นได้
7	สามารถนำข้อมูลสารสนเทศไปใช้ในการจัดการสินค้าคงคลังให้มีประสิทธิภาพได้	ไม่มีข้อมูลสำหรับนำไปบริหารงานได้	สามารถนำข้อมูลไปใช้บริหารคลังสินค้า	ผู้บริหารสามารถนำข้อมูลไปบริหารการตลาดได้

จากตารางที่ 1 เพิ่มประสิทธิภาพระบบการทำงานของพนักงานในการค้นหาสินค้าในคลังการประยุกต์ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ เช่น Flow Process Chart, Visual control และแนวคิดระบบลีนเพื่อเปรียบเทียบความสูญเสียของเวลาในการค้นหาสินค้าก่อนและหลังการวิจัยครั้งนี้ได้จัดกระบวนการทำงานในการจัดวางผังสินค้า พบว่า สามารถทำให้เวลาในการค้นหาลดลงร้อยละ 91 มีระเบียบและมีความถูกต้องในการกำหนดตำแหน่งของสินค้า สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันทั่วทั้ง

6. การอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มุ่งประเด็นศึกษาเกี่ยวกับการลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในคลังสินค้าของบริษัท การวางผังคลังสินค้าของบริษัทฯ ไม่เป็นระบบ ทำให้ผู้ศึกษาได้เข้าไปศึกษากระบวนการจัดการคลังสินค้าของบริษัท ห้องเรียนกรณีศึกษา พบว่า ในกระบวนการจัดการคลังสินค้า ตั้งแต่การรับสินค้า การจัดเก็บ การขนย้ายภายในคลัง การค้นหาสินค้าและการส่งมอบสินค้าให้ลูกค้า มีความสูญเสียด้านเวลา ด้านของเสีย และมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน โดยมีของเสียที่เกิดจากการเก็บสินค้าที่ไม่มีประสิทธิภาพ การที่ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือควบคุมคุณภาพ เช่น Flow Process Chart, Visual control และระบบลีน การวางผังคลังสินค้า การจัดวางผังสินค้า สามารถทำให้เวลาในการค้นหาลดลง 91 เปอร์เซ็นต์ มีระเบียบและมีความถูกต้องในการกำหนดตำแหน่งของสินค้า สอดคล้องกับ [2] ทำให้พื้นที่และระยะทางในการทำงานลดลงการจัดเก็บวัตถุดิบเป็นระเบียบมากขึ้นง่ายต่อการค้นหาเพื่อจัดส่งสอดคล้องกับ [4] เกิดความสะดวกง่ายต่อการควบคุมทางสายตา สอดคล้องกับ [7] ส่งผลให้ประสิทธิภาพของพื้นที่เก็บสินค้าเพิ่มมากขึ้นทำให้ สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันทั่วทั้งที่ [6]

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทห้องเย็นกรณี ศึกษาแห่งหนึ่ง โรงงานตั้งอยู่อำเภอเมือง จังหวัดสตูล ดำเนินธุรกิจประเภทรับฝากผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำจากทะเล ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกและขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย กำลังใจในการทำงานวิจัยจากผู้ร่วมวิจัย และเพื่อนร่วมงานทุกท่าน

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Sorat, T. (2009). *Warehouse and distribution management handbook*, 1st ed. Bangkok: Prachum Thong printing. (In Thai)
- [2] Chaimaikram, T. (2016). "Optimizing warehouse management efficiency: case study of warehouse 2, Rat Burana, Bangkok," M.B.A Thesis, Bangkok University. (In Thai)
- [3] Ungwatana, S., and Sappalboonkit, P. (2012). *Community nursing*, 1st ed. Chiang Mai: Krong Chang Printing Publishing Co., Ltd. (In Thai)
- [4] Thamrongsuk, S., LaemLaksakul, W., and Wisuthiphath, S. (2016). "Waste reduction in the production process of an air conditioner factory," *Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*. 26(3): pp. 451-461. (In Thai)
- [5] Morningchan, A., and Chinso Wisitnitikija, C. (2018). "Optimization of warehouse management. Summit Group of Companies," *Veridian E-Journal in Humanities, Social Sciences and Arts*. 11(3): pp. 1409-1418.
- [6] Supasukon, A. (2016). "Layout of cold storage warehouse: a case study of S.

Supsamut cold storage.” M.Sc.

Independent Study. Logistics and Supply Chain Management Program Faculty of Logistics and Supply Chain College, Sripatum University. (In Thai)

- [7] Liker, J.K. & Meier, D. (2006). *The Toyota way field book: a practical guide for implementing Toyota’s 4Ps*. New York: New York: McGraw Hill Inc.

การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตชั้นวางสินค้า Improving Efficiency in the Shelf Manufacturing Process

ทนง ทองด้วง¹, เอกลักษณ์ กาญจนเพ็ญ², ฉัตรชัย แก้วดี³,

วีระยุทธ สุตสมบูรณ์³ และวีรพล ปานศรีนวล³

Thanong Thongduang¹, Ekkalak Kanchanapen², Chatchai Kaewdee³,

Weerayute Sudsomboon³, and Weeraphol Pansrinual³

¹ บริษัท มาสเตอร์ คอนซัลแตนท์ (ประเทศไทย) จำกัด

ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: masterconsulting2012@gmail.com

² สาขาวิชาเทคโนโลยีโยธา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

³ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วันที่รับบทความ: 21 มีนาคม 2566; วันที่ทบทวนบทความ: 10 เมษายน 2566; วันที่ตอบรับบทความ: 17 เมษายน 2566

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 28 เมษายน 2566

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตชั้นวางสินค้า และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยประยุกต์ใช้แผนผังสายธารคุณค่า เครื่องมือควบคุมคุณภาพ และแผนผังสาเหตุและผล เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตชั้นวางสินค้า ผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนการประกอบชิ้นงานเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุด รองลงมาคือขั้นตอนตกแต่งบรรจุ และขั้นตอนการตัด และขั้นตอนการติดขอบไม้ด้วยแผ่นลามิเนตตามลำดับ โดยได้เสนอแนวทางในการพัฒนาตัวยึดจับชิ้นงานสำหรับแก้ปัญหาการประกอบชิ้นงานที่ใช้เวลานาน หลังปรับปรุงการทำงานพบว่าการประกอบชิ้นงาน 1 ชุด ลดลงจาก 540 นาที เหลือเพียง 45 นาที เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่าทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายร้อยละ 50 และใช้ระยะเวลาในการคืนทุน 2 เดือน 9 วัน

คำสำคัญ: กระบวนการผลิต ชั้นวางสินค้า

Abstract: The purpose of this research is to suggest the guidelines to improve shelves manufacturing process and analyze the economic value using Value Stream Mapping (VSM), quality tools and cause and effect diagrams to improve such process. The results showed that the assembly was the most time-consuming, followed by packing, cutting and glued laminated timber processes. A development of workpiece holder has been suggested to solve the assembly time. After improving, it was found that the assembly of one piece was reduced from 540minutes to 45 minutes. The analysis of cost benefit analysis found that cost savings of 50 percent and the return of investment was two months and nine days.

Key words: Production, Shelf

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตขนาดย่อมเข้ามา มีบทบาทต่อภาวะเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากเป็น กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการจ้างแรงงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คนในชนบทจำนวนมากไม่น้อยได้มีงานทำในท้องถิ่นและมี รายได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้อุตสาหกรรมการผลิตขนาดย่อม ยังเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมผลิตทั้งประเทศที่มี ผลผลิตคิดเป็นมูลค่าประมาณ 1 ใน 3 ของผลิตภัณฑ์มวล รวมของประเทศ ดังนั้นอุตสาหกรรมการผลิตขนาดย่อม ในประเทศไทยจำเป็นต้องกำหนดกลยุทธ์ในการบริหาร และควบคุมคุณภาพในการผลิต เพื่อสร้างความได้เปรียบ ทางการแข่งขันของตนเอง [1] แนวคิดของลีนเป็นแนวคิด หนึ่งที่ได้รับคามนิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุง กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก เพราะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของ สายการผลิตได้ ในขณะที่อุตสาหกรรมการผลิตขนาด ย่อมยังขาดการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถ แข่งขันในธุรกิจอุตสาหกรรม [2]

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ แนวคิดลีนเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ชั้นวางสินค้า พบว่างานวิจัยส่วนหนึ่งนำแนวคิดลีน มาปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตสินค้า ในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อาทิ กระบวนการผลิต ชั้นส่วนรถยนต์ [3] กระบวนการผลิตท่อส่งน้ำมันของ รถแทรกเตอร์ [4] กระบวนการผลิตสี่สเปร์ย [5] หรือ แม้กระทั่งกระบวนการผลิตพัดลม [6] เป็นต้น อย่างไรก็ตาม งานวิจัยต่าง ๆ ได้นำเครื่องมือการระดมสมอง แผนผังสายธารคุณค่า การตั้งคำถาม 5W1H การ วิเคราะห์ทำไม-ทำไม (Why-Why analysis) หลักการ ECRS หรือแม้กระทั่งการใช้เครื่องมือในการศึกษาการ ทำงาน ตัวอย่างเช่นการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการ ไหลเข้ามาช่วยเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต ในขณะที่ งานวิจัยอีกส่วนหนึ่งได้นำแนวคิดลีนมาปรับปรุง ประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานในอุตสาหกรรม อาทิเช่น กระบวนการทำงานในการผลิตก้อนเชื้อเห็ด [7]

กระบวนการติดตั้งระบบไฟฟ้า [8] กระบวนการทำงาน ในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม [9] เป็นต้น สังเกตเห็นได้ว่า แนวคิดของลีนสามารถนำมาช่วยในการปรับปรุงและเพิ่ม ประสิทธิภาพในกระบวนการทำงานและกระบวนการ ผลิตของอุตสาหกรรมให้สามารถแข่งขันทางการตลาดได้ สูงขึ้น ประกอบกับคณะผู้วิจัยได้มีโอกาสมีส่วนร่วมในการ บริการวิชาการ การวิจัยกับการเรียนการสอนให้กับ อุตสาหกรรมขนาดย่อมแห่งหนึ่งในท้องถิ่น ซึ่ง อุตสาหกรรมขนาดย่อมแห่งนี้ผลิตชั้นวางสินค้าเพื่อ จำหน่ายในพื้นที่จังหวัดสงขลาและจังหวัดใกล้เคียง จากการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลพบว่าปัจจุบันมีความ ต้องการจะซื้อสินค้าจากลูกค้าเป็นจำนวนมาก ซึ่งอุตสาหกรรมขนาดย่อมดังกล่าวไม่สามารถผลิตให้ตรง กับความต้องการของลูกค้าได้ทัน เป็นปัญหาของ อุตสาหกรรมขนาดย่อมแห่งนี้

ดังนั้น คณะผู้วิจัยคาดว่า การนำแนวคิดของลีนและ เครื่องมือทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเข้าไปช่วยในการ แก้ปัญหาของอุตสาหกรรมผลิตชั้นวางสินค้าจะ สามารถช่วยให้อุตสาหกรรมขนาดย่อมแห่งนี้เพิ่ม ประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตและส่งผลให้กำไร เพิ่มขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษากระบวนการและเสนอแนะแนวทางใน การปรับปรุงกระบวนการผลิตชั้นวางสินค้า

2.2 เพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการ ปรับปรุงกระบวนการผลิตชั้นวางสินค้า

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) [4] ดังแสดงในภาพที่ 1 เพื่อศึกษา และปรับปรุงกระบวนการผลิตชั้นวางสินค้าให้มี ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

เมื่อพิจารณาภาพที่ 1 ผู้วิจัยได้วางแผนการดำเนินงานวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ผู้ศึกษาข้อมูลปฐมภูมิจากสถานประกอบการเป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ เพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ซึ่งข้อมูลปฐมภูมิที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ แผนผังสายธารคุณค่า การสนทนากลุ่ม เป็นต้น และข้อมูลทุติยภูมิเป็นข้อมูลที่ได้จากหนังสือ ตำรา งานวิจัย เป็นต้น

3.2 ผู้วิจัยเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์ของกระบวนการผลิตชิ้นวางสินค้า โดยใช้แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping) ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้บันทึกเวลาการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง บันทึกข้อมูลโดยใช้เครื่องมือจับเวลาและนำผลการบันทึกไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

3.3 ผู้วิจัยเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นวางสินค้าให้สถานประกอบการนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหา โดยนำหลักการของแผนผังต้นไม้มารประยุกต์ใช้ในการวิจัยเพื่อ ค้นหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นวางสินค้า

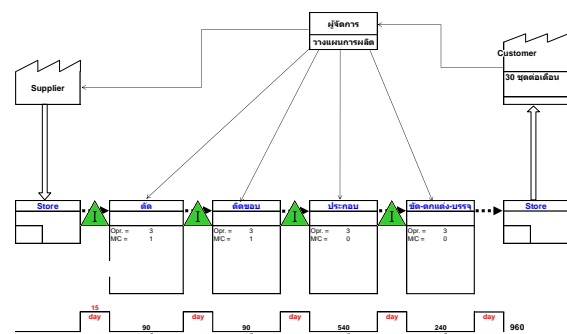
3.4 ติดตามผลการทดลองเพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์

3.5 สรุปผล อภิปรายผล และเสนอแนะ

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นวางสินค้า

ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ผู้บริหาร และผู้ปฏิบัติงานเบื้องต้นถึงกระบวนการผลิตชิ้นวางสินค้า ก่อนใช้แผนผังสายธารคุณค่าเพื่อศึกษากระบวนการผลิตชิ้นงาน โดยใช้การจับเวลาขั้นตอนการผลิตดังภาพที่ 2



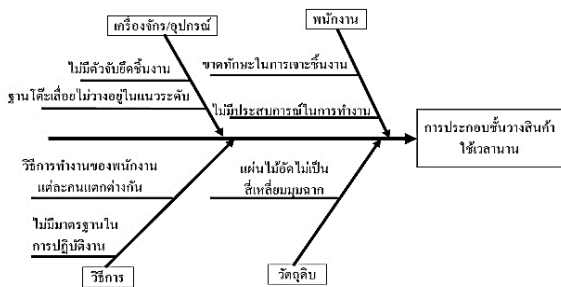
ภาพที่ 2 แผนผังสายธารคุณค่าของกระบวนการผลิตชิ้นวางสินค้าก่อนปรับปรุง

เมื่อพิจารณาภาพที่ 2 พบว่ากระบวนการผลิตชิ้นวางสินค้า ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการตัด ขั้นตอนการตัดขอบไม้ด้วยแผ่นลามิเนต ขั้นตอนการประกอบชิ้นงาน และขั้นตอนตกแต่งบรรจุพร้อมส่งมอบลูกค้า โดยขั้นตอนที่ใช้ระยะเวลานานที่สุด คือ ขั้นตอนการประกอบชิ้นงานใช้เวลา 540 นาที รองลงมาคือขั้นตอนตกแต่งบรรจุใช้เวลา 240 นาที และขั้นตอนการตัด ขั้นตอนการตัดขอบไม้ด้วยแผ่นลามิเนตใช้เวลา 90 นาที ตามลำดับ คณะผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกปรับปรุงขั้นตอนการประกอบชิ้นงานซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุดในกระบวนการผลิตชิ้นวางสินค้า

4.2 ผลการศึกษาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นวางสินค้า

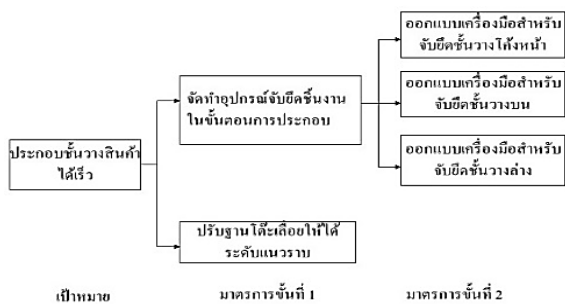
ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนผังสาเหตุและผลเพื่อเป็นเครื่องมือในการรวบรวมสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหาการประกอบชิ้นวางสินค้าใช้เวลานาน โดยแบ่งประเด็นในการวิเคราะห์สาเหตุจากปัจจัย

พนักงาน วัตถุประสงค์ วิธีการทำงาน และเครื่องจักร/อุปกรณ์ ซึ่งผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการประกอบชิ้นวางสินค้าใช้เวลานาน

เมื่อพิจารณาภาพที่ 3 พบว่าสาเหตุของปัญหาที่ทำให้การประกอบชิ้นวางสินค้าใช้เวลานาน เช่น ฐานโต๊ะเลื่อนไม่วางอยู่ในแนวระดับ แผ่นไม้ยึดไม้เป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก พนักงานขาดทักษะในการเจาะชิ้นงาน และไม่มีตัวจับยึดชิ้นงาน (Fixture) สาเหตุเหล่านี้ส่งผลเสียต่อคุณภาพของชิ้นงาน ทำให้ต้องแก้ไขใหม่หลายครั้ง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลงและส่งมอบสินค้าไม่ทันกำหนด คณะผู้วิจัยได้เลือกแนวทางแก้ไขคือสาเหตุไม่มีตัวจับยึดชิ้นงานและโต๊ะเลื่อนไม่วางอยู่ในแนวระดับเพื่อแก้ปัญหาด้านคุณภาพของชิ้นงาน โดยใช้แผนผังต้นไม้ช่วยในการตั้งเป้าหมายและกำหนดมาตรการแก้ไข โดยตั้งคำถามว่า ทำอย่างไร จนได้มาตรการขั้นที่ 1 แล้วตั้งคำถามทำอย่างไรต่อไป จนได้แนวทางแก้ไข ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การกำหนดเป้าหมายด้วยแผนผังต้นไม้

คณะผู้วิจัยออกแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานให้ง่ายต่อการทำงาน ไม่ต้องใช้พนักงานที่มีฝีมือสูงแต่มี

คุณภาพเหมือนพนักงานที่มีทักษะสูง นอกจากนี้ค่าใช้จ่ายต้องราคาต่ำ ใช้วัสดุที่มีคุณภาพ ในการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยเลือกใช้เหล็กวัสดุโครงสร้างและเหล็กแผ่นคาร์บอนต่ำเป็นโครงสร้างหลักของอุปกรณ์จับยึดพิจารณาให้สามารถใช้จับยึดแผ่นไม้ไม่ทำให้เกิดรอยบุบ วิธีการกำหนดตำแหน่งของชิ้นงานง่าย วิธีการยึดจับชิ้นงานมั่นคงแข็งแรง วิธีการถอดชิ้นงานสะดวกและรวดเร็ว โดยตัวยึดจับชิ้นงานสำหรับแก้ปัญหาการประกอบชิ้นวางสินค้าใช้เวลานาน แสดงดังภาพที่ 5 ถึงภาพที่ 8 ตามลำดับ



ภาพที่ 5 โครงสร้างของอุปกรณ์จับยึดสำหรับชุดชิ้นวางโค้งหน้า



ภาพที่ 6 โครงสร้างของอุปกรณ์จับยึดสำหรับชุดชิ้นวางบน



(ก) อุปกรณ์จับยึดด้านใน



(ข) อุปกรณ์จับยึดด้านนอก

ภาพที่ 7 โครงสร้างของอุปกรณ์จับยึดของชั้นวางล่าง



ภาพที่ 8 อุปกรณ์จับยึดชั้นงานชั้นวางสินค้า

4.3 ผลการวิจัยหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตชั้นวางสินค้า

ภายหลังเสนอแนะการสร้างอุปกรณ์จับยึดสำหรับแก้ปัญหาการประกอบชั้นวางสินค้าใช้เวลานาน

ได้ทดลองนำไปใช้ประกอบชิ้นงานทั้ง 3 ชั้น ปรากฏว่าเวลาในการทดสอบการประกอบยึดโครงชั้นรูปชิ้นงานและเจาะรูจนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะเวลาในการประกอบชิ้นงาน
หลังปรับปรุง

ชื่อชุดชิ้นงาน	เวลาในการประกอบชิ้นงาน (นาที)	
	ก่อน	หลัง
(1) ชั้นวางโค้งหน้า	250	20
(2) ชั้นวางบน	180	15
(3) ชั้นวางล่าง	110	10
รวม	540	45

จากผลการปรับปรุงกระบวนการทำให้เวลาในขั้นตอนการประกอบชิ้นงาน 1 ชุด จำนวน 3 ชั้น ลดลงจาก 540 นาที เหลือเพียง 45 นาทีเท่านั้น และทำให้ใน 1 วันทำงาน สามารถผลิตชั้นวางสินค้าได้ 1 ชุด ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า

ผู้วิจัยคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าต้นทุนการผลิตที่ประหยัดค่าใช้จ่ายลงจากการนำอุปกรณ์จับยึดมาประยุกต์ใช้ จากเดิมใช้เวลาทำ 2 วัน ค่าแรงพนักงาน 3 คน คนละ 500 บาท คิดเป็นเงินที่ต้องจ่ายต่อวัน 3,000 บาท ใน 1 เดือน ทำงาน 26 วัน คิดเป็นเงินที่ต้องจ่ายค่าแรง 78,000 บาท หลังจากปรับปรุงใช้เวลาทำงานเพียง 1 วันต่อชุด ดังนั้นต้องจ่ายค่าจ้างเพียง 1,500 บาท ทำให้ประหยัดเงินได้ 39,000 บาทต่อเดือน สำหรับต้นทุนการผลิตที่บริษัทฯ จ่ายออกไปในการลงทุนทำอุปกรณ์จับยึดทั้ง 3 ชั้น คิดเป็นเงิน 90,000 บาท ระยะเวลาคืนทุนเป็นระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนคืนมาเป็นกระแสเงินสดเข้าเท่ากับจำนวนเงินสดที่ลงทุนไป ดังนั้นในกรณีโครงการนี้ ระยะเวลาคืนทุน = $(90,000/39,000) = 2.3$ เดือน หรือ 2 เดือน 9 วัน

5. สรุปผล

จากการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต ชิ้นวางสินค้าโดยการพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน จากขั้นตอนการประกอบชิ้นงานก่อนปรับปรุงใช้เวลา ประมาณ 540 นาทีต่อชุดสินค้า และหลังปรับปรุง สามารถลดเวลาการประกอบชิ้นงานลงเหลือเพียง 45 นาที และการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ด้าน ระยะเวลาคืนทุนก่อนปรับปรุงใช้เวลา 4.6 เดือน หรือ 4 เดือน 18 วัน และหลังปรับปรุงสามารถลดระยะเวลา เหลือเพียง 2.3 เดือน หรือ 2 เดือน 9 วัน นอกจากนี้การ พัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานจะช่วยให้พนักงานทำงานได้ สะดวกมากขึ้น ลดโอกาสผิดพลาดและของเสียจากการ ผลิตชิ้นงานได้

6. การอภิปรายผล

การพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานเพื่อเพิ่มอัตราการ ผลิตชิ้นวางสินค้า เป็นการลดระยะเวลาการผลิตชิ้นวาง สินค้า และเพื่อลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของการผลิต ชิ้นวางสินค้าไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 วิเคราะห์ปัญหา ที่เกิดขึ้นโดยใช้หลักการสายธารคุณค่า หาสเหตุของ ปัญหาด้วยหลักการแผนผังก้างปลา และค้นหาวิธีการ แก้ไขปัญหาด้วยหลักการแผนผังต้นไม้ ในการแก้ไข ปัญหาสามารถสรุปได้ว่า ขั้นตอนการประกอบชิ้นงานใช้ ระยะเวลาานที่สุุดในทุกกระบวนการ ซึ่งในขั้นตอนการ ประกอบชิ้นงานก่อนการปรับปรุงที่ใช้ระยะเวลาาน 540 นาที หรือ ประมาณ 9 ชั่วโมง ค่าแรงในการผลิต 1 ชุดสินค้า จำนวน 3 ชิ้น ราคา 3,000 บาท โดยการ ผลิตชิ้นงานทุกกระบวนการใช้ระยะเวลาจำนวน 2 วัน พบว่า ขาดอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานในขั้นตอนดังกล่าว หลังการปรับปรุงโดยการพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานใน ขั้นตอนการประกอบ 1 ชุดสินค้า จำนวน 3 ชิ้น ทำให้ สามารถลดระยะเวลาการประกอบชิ้นงานเหลือเพียง 45 นาที หรือ 1 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับสุชาติ [3] ที่ประยุกต์ใช้หลักการผลิตแบบลีน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การทำงานและลดความสูญเปล่าของการดำเนินงาน และ ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิต 1 ชุดสินค้า จำนวน

3 ชิ้น เหลือ 1,500 บาท ทำให้ลดระยะเวลาการผลิต ชิ้นงานเหลือเพียง 1 วัน ซึ่งสอดคล้องกับมมงคล [10] ที่สามารถลดเวลาและค่าแรงงานในกระบวนการผลิตได้ ส่งผลให้สามารถส่งชิ้นงานกับทางลูกค้าได้ แสดงว่า หลังการปรับปรุงกระบวนการในการพัฒนาอุปกรณ์ จับยึดชิ้นงานเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตชิ้นวางสินค้าช่วยลด ระยะเวลาและต้นทุนการผลิตให้กับบริษัทได้

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ในการศึกษาครั้งนี้บริษัทสามารถใช้เป็นแนวทางใน การผลิตชิ้นวางสินค้าขนาดอื่น ๆ ได้

7.2 ในการศึกษาพบว่า กระบวนการผลิตส่วนอื่น ๆ นอกจากการประกอบชิ้นงานยังใช้เวลาในกระบวนการ ทำงานค่อนข้างสูง เพื่อรองรับจำนวนปริมาณงานที่เพิ่ม มากขึ้นควรปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง มาปรับใช้กับสายการผลิตทั้งกระบวนการ

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท ตู้แช่และชิ้นวาง กรณีศึกษา แห่งหนึ่ง ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ดำเนินธุรกิจ ผลิตชิ้นวางสินค้า สำหรับร้านสะดวกซื้อทั่วไป ที่ให้ความ อนุเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกและขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่ให้ ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย กำลังใจในการทำงาน และวิจัยจากผู้ร่วมทำวิจัยและเพื่อนร่วมงานทุกท่าน

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Muannueathong, S., Prakobsup, P., Rujipattanapong, A., Tuangbon, H., Inclam, N., and Pui Tubtim, S. (2020). "Improving work processes and safety to increase productivity. with activity 5S or and Quality Control Circuit (SDCA): Klong Ha Police Station, Finance Department," *Journal of Academic Research*. 4(1): pp. 95–104. (In Thai)

- [2] Nakawornwichit, S. and Klomjit, P. (2020). "Improving work procedures to reduce waste in the brake lining production process," *Academic Journal of Industrial Technology*.16(2): pp. 104-120. (In Thai)
- [3] Thamrongsuk, S., and Manoharn, T. (2021). "Efficiency improvement in automotive parts production process with work improvement techniques," *Academic Journal of Southern Vocational Education Institute 1*. 6(2): pp. 117-131. (In Thai)
- [4] Thamrongsuk, S., and Preiangprom, S. (2021). "Application of Lean concepts to improve production process of tractor oil pipelines: A case study of ABC company limited," *Journal of Industrial Technology*. 17(3): pp. 56-78. (In Thai)
- [5] Laowaraphan, M., Mongkol, C., Praongsak, S., and Nakpoi, L. (2018). "Efficiency improvement of spray paint production process," *Valaya Alongkorn Research and Development Journal under the Royal Patronage Science and Technology*. 13(3): pp. 143-152. (In Thai)
- [6] Sangkathip, R., Srisawat, M. Satayothin, K., and Prasong, W. (2019). "Improvement of fan production process by applying Lean Six Sigma Techniques," *Pathumwan Academic Journal*. 9(26): pp. 14-24. (In Thai)
- [7] Phrom-ngern, J., Chittakua, K., and Santi-amornthat, A. (2019). "Improvement of work to reduce ergonomic problems in the process of steaming mushroom spawn: a case study of organic mushroom production learning center Phuket province," *Academic Journal of Faculty of Industrial Technology Lampang Rajabhat University*. 12(1): pp. 14-26. (In Thai)
- [8] Mitwong, H., and Thongrak, T. (2020). "Improving the process of electrical installation: a case study of Supakarn Co., Ltd.," *Science Journal of Phuket Rajabhat University*. 4(2): pp. 33-42.
- [9] Yiamsathan, W., and Srinont, R. (2019). "A study of work processes and improvements to increase efficiency: a case study of BT Company Limited," *Journal of Nakhon Ratchasima College. Humanities and Social Sciences*. 13(3): pp. 102-112.
- [10] Kittiyankajohn, M., Pothising, N., and Patpeng, T. (2019). "Application of industrial engineering tools to improve production process efficiency: A case study of mushroom spawn production process," *Sara Kasem Bundit Engineering Journal*. 9(2): pp. 71-89.

การศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศในห้องพักสำหรับโรงแรม Energy Saving Approach for Air Conditioner in Hotel Room

หาญพล มิตรวงศ์¹, ฉัตรชัย แก้วดี², และวีรพล ปานศรีนวล²

Hanphon Mitwong¹, Chatchai Kaewdee², and Weeraphol Pansrinual²

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: mhanphon@pkru.ac.th

² หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วันที่รับบทความ: 21 มีนาคม 2566; วันที่ทบทวนบทความ: 15 เมษายน 2566; วันที่ตอบรับบทความ: 20 เมษายน 2566

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 28 เมษายน 2566

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องปรับอากาศในห้องพักโรงแรม ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 1) รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานในห้องพักโรงแรม 2) ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพในการสำรวจปัญหาด้วยแผนภูมิเหตุและผล แผนภูมิพาเรโต และการสนทนากลุ่ม 3) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและคำนวณค่าไฟฟ้า 4) เสนอแนวทางการประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องปรับอากาศในห้องพักโรงแรม 5) ศึกษาผลการใช้แนวทางการประหยัดพลังงาน ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 44,575 หน่วยต่อเดือน คิดเป็นเงิน 197,098.56 บาท ผลการสนทนากลุ่มเสนอแนะแนวทางที่ 1) การติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อตรวจสอบการเปิด-ปิดประตู และ 2) การจัดทำสติ๊กเกอร์ประหยัดพลังงาน หลังจากดำเนินการตามแนวทางดังกล่าว พบว่ามีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 36,717 หน่วยต่อเดือน คิดเป็น 162,349.65 บาท ลดลง 17.63%

คำสำคัญ: อนุรักษ์พลังงาน เทคนิคทางอุตสาหกรรม วิศวกรรมโรงแรม

Abstract: The purpose of this research is to study the energy-saving approach for air conditioning in the hotel rooms. Industrial techniques such as quality tools and group discussions were applied to identify the problems and to determine the energy-saving solutions. The results showed that there were two solutions to save hotel energy consumption. The first method was to install an electronic device for checking the opening and closing of the door. The second method was to build the energy-saving awareness by using stickers. Both methods can reduce the problem of leaving the door open and low temperatures by 75%, while room electricity consumption was reduced by 17.63 percent.

Key words: Energy conservation, Industrial techniques, Hotel engineering

1. บทนำ

ธุรกิจโรงแรมเป็นธุรกิจหนึ่งในภาคอุตสาหกรรมท่องเที่ยวไทย สร้างรายได้ให้กับประเทศในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก โดยมาจากนักท่องเที่ยวต่างชาติเป็นหลัก ในขณะที่สัดส่วนของนักท่องเที่ยวคนไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากการออกมาตรการส่งเสริมการท่องเที่ยวของภาครัฐ การเติบโตของสายการบินต้นทุนต่ำ และการขยายเส้นทางคมนาคมทางถนนเชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยว [1] ส่งผลให้จำนวนโรงแรมและห้องพักทั่วประเทศไทยเพิ่มขึ้น ทั้งนี้นักท่องเที่ยวต่างชาติมีกระจุกตัวอยู่ในกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นศูนย์กลางการท่องเที่ยวและการเดินทางของประเทศ รวมถึงภูเก็ต และพัทยา ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลที่มีชื่อเสียงหรือเป็นจุดหมายปลายทางที่สำคัญส่งผลให้จำนวนห้องพักทั่วประเทศเพิ่มขึ้น แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของการเข้าพักในห้องพักของนักท่องเที่ยวส่งผลโดยตรงกับการใช้พลังงานภายในห้องพักของแต่ละโรงแรม สอดคล้องกับสถานการณ์การใช้พลังงานภายในประเทศ หมวดการขยายและโรงแรมขยายตัวจากปริมาณนักท่องเที่ยวต่างชาติที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในประเทศไทย [2]

ต้นทุนในอุตสาหกรรมโรงแรม สามารถแบ่งองค์ประกอบตามแนวคิดด้านโลจิสติกส์ ได้แก่ ต้นทุนการพยากรณ์ความต้องการลูกค้า ต้นทุนการจัดซื้อจัดหา ต้นทุนการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง ต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง การบริหารการขนส่ง ต้นทุนการให้บริการลูกค้า ต้นทุนการให้บริการห้องพักและห้องสัมมนา และ ต้นทุนการให้บริการห้องอาหาร ซึ่งต้นทุนการบริหารจัดการสินค้าคงคลังถือเป็นสัดส่วนที่มีต้นทุนมากที่สุด ต้นทุนดังกล่าวเกิดจากค่าใช้จ่ายได้แก่ เงินเดือนพนักงาน ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ และ ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค คิดเป็น 19.92 เปอร์เซ็นต์ [3] สอดคล้องกับการศึกษาธุรกิจด้านการท่องเที่ยวในจังหวัดกำแพงเพชร ได้ศึกษาโครงสร้างต้นทุนพบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อต้นทุนในธุรกิจท่องเที่ยวมาจากค่าใช้จ่ายด้านแรงงานและค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภค [4] สัดส่วน

ค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขนาดของโรงแรม สถานที่ตั้ง และประเภทของโรงแรม ทั้งนี้ค่าไฟฟ้าถือเป็นค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคที่สำคัญ โดยคิดเป็น 30-50 เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคทั้งหมด กอรบกับคณะผู้วิจัยได้มีโอกาสในการลงพื้นที่โรงแรมกรณีศึกษาเพื่อบูรณาการการเรียนการสอน การบริการวิชาการและวิจัย พบปัญหาด้านการใช้พลังงานของโรงแรมมีค่าใช้จ่ายที่สูง ซึ่งทางโรงแรมมีความต้องการให้ทางคณะผู้วิจัยช่วยเหลืออีกทางหนึ่ง เนื่องจากทางโรงแรมต้องใช้ไฟฟ้าเป็นปริมาณมาก ทั้งระบบทำความร้อน ระบบทำความเย็น ระบบระบายอากาศ ระบบลิฟต์ และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น ทีวี ตู้เย็น และเครื่องปรับอากาศ ซึ่งปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโรงแรมขึ้นอยู่กับจำนวนห้องพัก อัตราการเข้าพัก และฤดูกาล เมื่อพิจารณาสัดส่วนการใช้พลังงานในโรงแรมพบว่า อันดับแรกเกิดจากการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศ อันดับที่สองเกิดจากระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และอันดับที่สามเกิดจากระบบอื่น ๆ ภายในโรงแรม นั้นแสดงให้เห็นว่าหากมีการศึกษาวิจัยโดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางอุตสาหกรรมกับระบบปรับอากาศ จะสามารถลดต้นทุนค่าไฟฟ้าและส่งผลให้สัดส่วนค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภคลดลงเช่นกัน จากการศึกษาค้นคว้ายังไม่พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักสำหรับโรงแรม แต่มีการศึกษาการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศในอาคารของหน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชน[5], [6], [7] ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญในการศึกษาและเสนอแนะแนวทางในการประหยัดพลังงานให้กับทางโรงแรม เพื่อเป็นการลดต้นทุนค่าไฟฟ้าและก่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

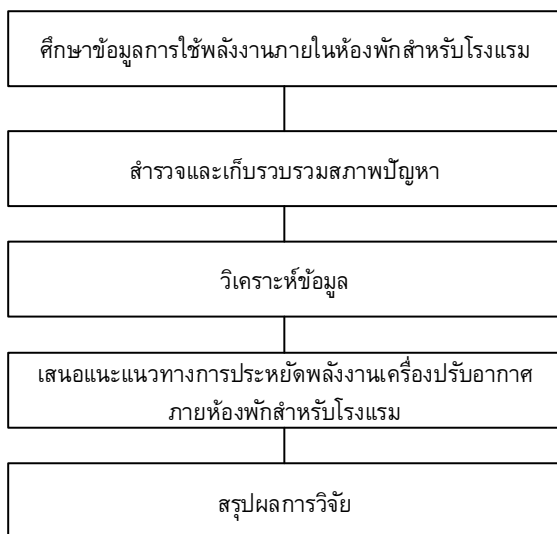
2.1 เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักสำหรับโรงแรม

2.2 เพื่อเสนอแนะแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักสำหรับโรงแรม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนของกระบวนการวิจัยจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงได้กำหนดขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานโดยใช้กระบวนการวิจัยแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติ (Action Research) [8] ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

กระบวนการในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน โดยคณะผู้วิจัยได้เริ่มศึกษาข้อมูลข้อมูลทุติยภูมิควบคู่กับข้อมูลปฐมภูมิจากสถานประกอบการ ซึ่งสถานประกอบการได้ให้โอกาสคณะผู้วิจัยในเข้าร่วมบูรณาการเรียนการสอนกับงานวิจัยและการบริการวิชาการ เมื่อทราบสภาพปัญหาเบื้องต้น คณะผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการวิจัยเพื่อกำหนดกรอบที่ใช้ในการศึกษาวิจัยร่วมไปถึงการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ก่อนดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในสถานประกอบการจริง และนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่แนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักรักษาตัวผู้ป่วย และสามารถนำไปดำเนินการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า

3.2 เครื่องมือที่ใช้

คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักรักษาตัวผู้ป่วย ดังนี้

3.2.1 แบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานและค่าใช้จ่าย เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและใช้บันทึกการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายก่อนและหลังการปรับปรุง

3.2.2 ใบตรวจสอบ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบใบตรวจสอบเพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูลความถี่ของสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

3.3.3 แผนภูมิพาเรโต ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่รวบรวมจากใบตรวจสอบเพื่อพิจารณาคัดเลือกสภาพปัญหาที่มีความสำคัญ

3.3.4 แผนภูมิวิเคราะห์สาเหตุ และผลถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบและสาเหตุที่พบ เพื่อนำไปสู่การเสนอแนะแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักรักษาตัวผู้ป่วย

3.3.5 การสนทนากลุ่ม คณะผู้วิจัยประยุกต์ใช้การสนทนากลุ่มในการวิจัยเพื่อค้นหาแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักรักษาตัวผู้ป่วย ซึ่งประกอบไปด้วยผู้จัดการแผนวิศวกรรมโรงงาน หัวหน้าแผนกบำรุงรักษาและพลังงาน ผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษาและพลังงาน และผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน จำนวน 5 ท่าน ระหว่างพูดคุย มีผู้ดำเนินรายการ และมีผู้จดบันทึกเนื้อหาการสนทนา

3.3 การเก็บข้อมูล

คณะผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ได้ออกแบบ ซึ่งผ่านการพิจารณาความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักรักษาตัวผู้ป่วย โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากข้อมูลจากการสังเกต สัมภาษณ์ สสำรวจ การวัดหรือจดบันทึก ในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม 2563

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

คณะผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักของโรงแรมกรณีศึกษาจำนวน 44 เครื่อง เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมไปถึงคำนวณหาค่าใช้จ่ายไฟฟ้า โดยใช้ อัตราค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วยจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ดังสมการ

$$\text{Cost}_{TE} = \text{Unit}_N \times \text{Rate}_{UE}$$

เมื่อ Cost_{TE} คือ ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า

Unit_N คือ จำนวนหน่วยการใช้พลังงาน

Rate_{UE} คือ อัตราค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วย*

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยก่อนการปรับปรุง

คณะผู้วิจัยได้ใช้ตารางบันทึกการใช้พลังงานที่ได้ ออกแบบ บันทึกข้อมูลการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพัก ในช่วงเดือน มกราคม – พฤษภาคม 2563 ดังตารางที่ 1

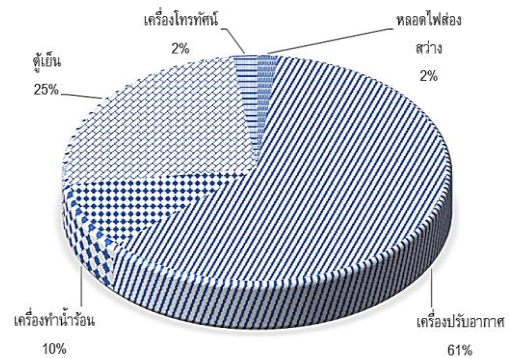
ตารางที่ 1 การใช้พลังงานและค่าใช้จ่าย ในช่วงเดือน มกราคม – พฤษภาคม 2563

เดือน	Unit _N (หน่วย)	Cost _{TE} (บาท)
มกราคม	43,797	193,657.96
กุมภาพันธ์	39,093	172,859.51
มีนาคม	47,850	211,580.04
เมษายน	48,789	215,728.67
พฤษภาคม	43,347	191,666.62
ค่าเฉลี่ย	44,575	197,098.56

หมายเหตุ *อัตราค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วยประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

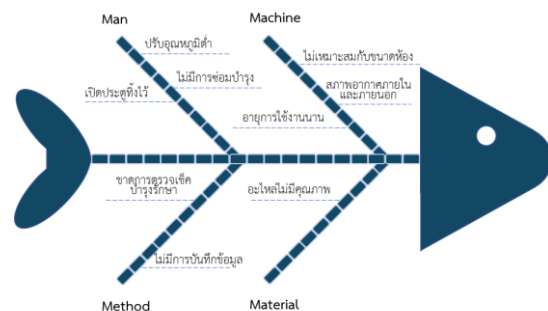
เมื่อพิจารณาผลการใช้พลังงานในช่วงเดือน มกราคม – พฤษภาคม 2563 พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 44,575 หน่วย โดยคิดเป็นค่าค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

197,098.56 คณะผู้วิจัยจึงได้เก็บรวบรวมข้อมูลรายละเอียดเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อศึกษาสัดส่วนการใช้พลังงานภายในห้องพักดังภาพที่ 3



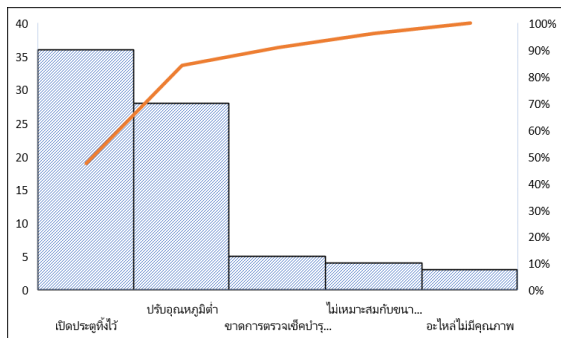
ภาพที่ 2 สัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องพัก

เมื่อพิจารณาภาพที่ 2 พบว่ามีการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 61 รองลงมาคือการใช้พลังงานจากตู้เย็นภายในห้องพักคิดเป็นร้อยละ 25 และเครื่องทำน้ำร้อนคิดเป็นร้อยละ 10 ในขณะที่การใช้พลังงานจากเครื่องโทรทัศน์และหลอดไฟส่องสว่างคิดเป็นร้อยละ 4 คณะผู้วิจัยจึงได้เลือกศึกษาปัญหาการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศ เพื่อค้นหาแนวทางในการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพัก โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพซึ่งเป็นหนึ่งในเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม มาใช้ในการศึกษาร่วมกับการสนทนากลุ่ม เพื่อศึกษาปัญหาโดยใช้แผนภูมิสาเหตุและผลในการวิเคราะห์ข้อมูลดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนภูมิวิเคราะห์สาเหตุและผล

คณะผู้วิจัยได้นำผลจากแผนภูมิสาเหตุและผลมา ออกแบบใบตรวจสอบ เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลของแต่ละสาเหตุโดยวิธีการสังเกตในระหว่างเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องพักในแต่ละวัน และนำผลมาวิเคราะห์โดยประยุกต์ใช้แผนภูมิพาเรโต ดังภาพที่ 4



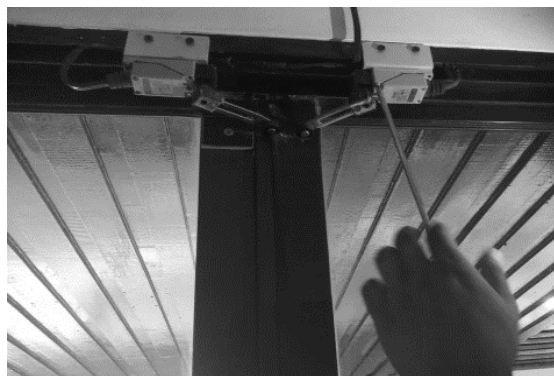
ภาพที่ 4 แผนภูมิพาเรโตก่อนเสนอแนะแนวทางปรับปรุง

เมื่อพิจารณาภาพที่ 4 พบว่าปัญหาที่พบบ่อยสุดคือการเปิดประตูหลังห้องพักทิ้งไว้ในขณะออกไปทำกิจกรรมหรืออาจปิดประตูไม่สนิท คิดเป็นร้อยละ 47.37 ปัญหารองลงมาคือการปรับอุณหภูมิภายในห้องพักที่ต่ำเกินไป คิดเป็นร้อยละ 36.84 นอกจากนี้ยังพบปัญหาเกี่ยวกับการบำรุงรักษา ขนานเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสม และมีการใช้อะไหล่ไม่มีคุณภาพ คิดเป็นร้อยละ 6.58, 5.26 และ 3.95 ตามลำดับ

4.2 ผลการศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักสำหรับโรงแรม

ผู้วิจัยนำการสนทนากลุ่มมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยเพื่อค้นหาแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักสำหรับโรงแรม ซึ่งประกอบไปด้วยผู้จัดการแผนวิศวกรรมโรงแรม หัวหน้าแผนกบำรุงรักษาและพลังงาน ผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษาและพลังงาน และผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงาน จำนวน 5 ท่าน โดยนำประเด็นนำประเด็นปัญหาสองประเด็นมาพิจารณาหาแนวทางในการแก้ไข ผลการสนทนากลุ่มเสนอแนะแก้ไขโดยให้มีการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Limit switch) ภายในห้องพัก เพื่อใช้ในการตรวจเช็คการเปิด-ปิดประตูที่ไม่สนิท โดยมีการติดตั้งอุปกรณ์ดังภาพที่ 5 และเสนอแนะ

ให้ติดตั้งป้ายแนะนำเพื่อช่วยสร้างความตระหนักในการประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น และภาพที่ 6



ภาพที่ 5 การติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องพักในขณะปิดเปิดประตู



ภาพที่ 6 การติดตั้งป้ายแนะนำในการประหยัดพลังงาน

4.3 ผลวิจัยหลังการปรับปรุง

ผู้วิจัยเสนอแนะแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักสำหรับโรงแรมให้สถานประกอบการดำเนินติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ในการตรวจสอบการเปิดปิดประตูที่ไม่สนิทและจัดทำสติ๊กเกอร์เพื่อช่วยสร้างความตระหนักในการประหยัด

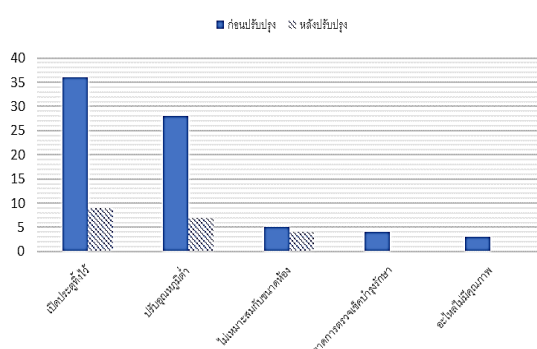
พลังงานและติดบริเวณประตูห้องเพื่อให้สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ผลการใช้พลังงานหลังปรับปรุงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การใช้พลังงานและค่าใช้จ่าย ในช่วงเดือน สิงหาคม – ธันวาคม 2563

เดือน	Unit _N (หน่วย)	Cost _{TE} (บาท)
สิงหาคม	37,717	166,774.85
กันยายน	37,405	165,391.98
ตุลาคม	35,466	156,818.15
พฤศจิกายน	34,152	151,010.07
ธันวาคม	38,843	171,753.21
ค่าเฉลี่ย	36,717	162,349.65

หมายเหตุ *อัตราค่ากระแสไฟฟ้าต่อหน่วยประเภทที่ 2
กิจการขนาดเล็ก

เมื่อพิจารณาผลการใช้พลังงานภายหลังของการปรับปรุงตามแนวทางที่ได้เสนอแนะ พบว่าในช่วงเดือน สิงหาคม – ธันวาคม 2563 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 36,717 หน่วย โดยคิดเป็นค่าค่าใช้จ่ายไฟฟ้า 162,349.65 สังเกตเห็นได้ว่าในช่วงเดือนสิงหาคม – ธันวาคมมีการใช้พลังงานที่ลดลง ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้นำใบตรวจสอบที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลของแต่ละสาเหตุเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องพัก และนำผลมาวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงตามแนวทางที่เสนอ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แผนภูมิเปรียบเทียบปัญหา ก่อนและหลังการปรับปรุง

เมื่อพิจารณาภาพที่ 7 พบว่าภายหลังของการปรับปรุงตามแนวทางที่ได้เสนอแนะ ปัญหาที่พบบ่อยสุดคือการเปิดประตูหลังห้องพักทิ้งไว้ในขณะออกไปทำกิจกรรมหรืออาจปิดประตูไม่สนิทและปัญหารองลงมาคือการปรับอุณหภูมิภายในห้องพักที่ต่ำเกินไปมีจำนวนที่ลดลง นอกจากนี้ยังพบปัญหาเกี่ยวกับขนานเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสม ในขณะที่ปัญหาการบำรุงรักษา และมีการใช้อะไหล่ที่ไม่มีคุณภาพมีจำนวนลดลง ทั้งนี้เกิดจากสถานประกอบการได้ดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) ร่วมด้วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศภายในห้องพัก

5. สรุปผลและอภิปรายผล

เมื่อพิจารณาผลการใช้พลังงานเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าภายหลังของการปรับปรุงมีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง 7,858 หน่วย หรือลดลงคิดเป็น 17.63 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มีค่าใช้จ่ายลดจำนวน 34,748.91 บาท ทั้งนี้เป็นผลมาจากการนำแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักสำหรับโรงแรมที่ได้จากการประยุกต์ใช้เทคนิคทางอุตสาหกรรม มาดำเนินการจริง สอดคล้องกับงานวิจัยของชลสิทธิ์ เหล่าสนธิ์ และคณะ ที่ได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ระบายความร้อนจากน้ำทิ้งของพัดลมคอยเย็นและนำมาติดตั้งจริง และสามารถประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศลงได้ [9] ทั้งนี้เมื่อพิจารณาผลวิเคราะห์จากแผนภูมิพบว่าการดำเนินติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ในการตรวจสอบการเปิดปิดประตูที่ไม่สนิทและจัดทำสติ๊กเกอร์เพื่อช่วยสร้างความตระหนักในการประหยัดพลังงานและติดบริเวณประตูห้องสามารถลดปัญหาการเปิดประตูทิ้งไว้ และปัญหาการปรับอุณหภูมิที่ต่ำ ลดลงคิดเป็น 75 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปัญหาด้านการบำรุงรักษาได้ลดลงเป็นศูนย์เนื่องจากการได้ดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของสถานประกอบการร่วมด้วย อย่างไรก็ตามการนำแนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักสำหรับโรงแรมทั้งสอง มาใช้สามารถการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้

แต่ไม่สามารถลดปัญหาเปิดปิดประตูที่ไม่สนิทและปัญหา การปรับอุณหภูมิที่ต่ำให้เป็นศูนย์ได้ ทั้งนี้เกิดจากการ ติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องพักนั้นได้ระยะ ที่ไม่เหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของปพน สีหอมชัย และคณะ ที่ได้มีการประยุกต์วิธีจัดการวางแผน บำรุงรักษาเข้ามาใช้ในงานวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ ระบบทำความเย็นและปรับอากาศให้สิ้นเปลืองพลังงาน ไฟฟ้าน้อยลง [10] สังเกตเห็นได้ว่าแนวทางที่เสนอแนะ ทั้งสองไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ [5], [6] และ [7] เนื่องจากปัญหาที่พบในการศึกษาและกรณีศึกษาวิจัย มีแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามสามารถนำแนวทางดังกล่าว เข้ามาร่วมใช้ในอนาคตได้ เพราะสามารถช่วยประหยัด พลังงานและค่าใช้จ่ายของเครื่องปรับอากาศลงได้ ส่งผล ให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอีกทางหนึ่ง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าประยุกต์ใช้ เครื่องมือเทคนิคทางอุตสาหกรรมในการรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์หาสาเหตุปัญหาหลักนำไปสู่การค้นหา แนวทางการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายใน ห้องพักสำหรับโรงแรมด้วยการสนทนากลุ่ม 2 แนวทาง คือแนวทางการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการ ตรวจสอบการเปิดปิดประตูและแนวทางติดตั้งป้ายแนะนำ เพื่อช่วยสร้างความตระหนักในการประหยัดพลังงาน ผลการนำแนวทางไปดำเนินการสามารถลดการใช้ พลังงานของเครื่องปรับอากาศภายในห้องพักได้

6. ข้อเสนอแนะ

การติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการตรวจสอบการ เปิดปิดประตูนั้นต้องใช้ความชำนาญ เพื่อให้การตรวจจับ สามารถควบคุมการประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศ ภายในห้องพักอย่างมีประสิทธิภาพ คณะผู้วิจัยจึงได้ เสนอแนะเพิ่มเติมให้กับสถานประกอบการโดยการ เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ตรวจจับประเภทแสงแทน ซึ่งคาดว่า จะสามารถลดปัญหาเปิดปิดประตูที่ไม่สนิทและปัญหาการ ปรับอุณหภูมิที่ต่ำให้เป็นศูนย์ได้

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงแรมกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ตั้งอยู่ที่ อำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต ที่ให้ความอนุเคราะห์ คณะผู้วิจัยลงพื้นที่ เก็บข้อมูลเชิงลึกสำหรับการวิเคราะห์ วิจัย และให้ความร่วมมือประยุกต์ศาสตร์ด้าน อุตสาหกรรมจริงเพื่อแก้ไขปัญหาให้ตรงกับความ ต้องการของโรงแรม จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Schwab, K. (2562). *The travel & tourism competitiveness report 2019*. Geneva: World Economic Forum. (In Thai)
- [2] Power Economics Division Department of Energy Economic Policy. (2019). *Annual electricity distribution situation report 2019*. Bangkok: Provincial Electricity Authority. (In Thai)
- [3] Krainot, N., Ruangratanatrai, A., and Sae-Siew, B. (2021). "Logistics costs in the hotel industry". *International Thai Tourism Journal*. 17(1): pp.61-80. (In Thai)
- [4] Charutwinyo, P. and Charutwinyo, C. (2008). "A strategic plan to improve the tourism business in Kamphaeng Phet Province". *The Golden Teak: Research Journal*. 14(2): pp.45-57.
- [5] Yisatrong, P., and Moomuensorn, N. (2020). "A study of energy consumption and energy saving guidelines in That Phanom College, Nakhon Phanom University," *Science and Technology Journal Udon Thani Rajabhat University*. 8(1): pp. 89-104. (In Thai)
- [6] Pongpanich, N. and Wichanaphol, B. (2020). "Building energy management to reduce electricity demand in the air conditioning

- system of Phayao University model building,” *Science and Technology Journal Mahasarakham University*. 39(5): pp. 572-579. (In Thai)
- [7] Supasuteekul, A. (2014). “A study of the appropriate closing time of air conditioners for energy conservation,” *Srinakharinwirot University Journal (Science and Technology Branch)*. 6(12): pp. 106-113. (In Thai)
- [8] Kaiyawan, Y. (2009). *Design of research tools*. Bangkok: Bangkok supplementary media publishing house. (In Thai)
- [9] Laoson, C., Tankum, D., and Chanjira, P. (2021). “Energy saving of air conditioners with cooling equipment from the waste water of the evaporator fan,” *Journal of Industrial Studies*. 15(2): pp. 10-23. (In Thai)
- [10] Lhoalaossuk, P., Rugkran, S., SrihomChai, P., and Chindawatana A. (2013). “Electrical Energy Reduction for High Rise Building Case Study: The Air Conditioning System of Novotel” *Kasem Bundit Engineering Journal*. 3(2), pp. 48-56. (In Thai)

สมบัติทางกลของยางธรรมชาติที่เติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม

The Mechanical Properties of Natural Rubber Filled with Latex Foam Waste from Industrial

นิภาส ลีนะธรรม¹, อติสร ไกรนรา², วัสสา รวยรวย², ฉัตรชัย แก้วดี³,

วีระยุทธ สุดสมบุญ³ และวีรพล ปานศรีนวล³

Nipas Leenatham¹, Adisorn Krainara², Wassa Ruayruay², Chatchai Kaewdee³,

Weerayute Sudsomboon³, and Weeraphol Pansrinual³

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: Nipas.lee@sru.ac.th

² สาขาวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

³ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วันที่รับบทความ: 21 มีนาคม 2566; วันที่ทบทวนบทความ: 19 เมษายน 2566; วันที่ตอบรับบทความ: 22 เมษายน 2566

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 28 เมษายน 2566

บทคัดย่อ: ฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตหมอนและที่นอน งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะนำฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่เป็นสารตัวเติมให้กับยาง STR 5L เพื่อลด ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ยาง และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับของเสียจากอุตสาหกรรมหมอนและที่นอน โดย เริ่มจากการบดฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งให้มีขนาดเล็กด้วยเครื่องย่อยและบดละเอียดด้วยเครื่องบด ผสมแบบสองลูกกลิ้ง ตามด้วยการร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 10 จากนั้นนำมาผสมกับยาง STR 5L ด้วย เครื่องบดผสมแบบสองลูกกลิ้ง โดยแปรปริมาณฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งที่บดย่อยแล้ว 5 ระดับ คือ 0, 15, 30, 45 และ 60 phr ตามลำดับ สารเคมีอย่างอื่น ๆ ที่เติม ประกอบด้วยกรดสเตียริก 5 phr, ซิงค์ออกไซด์ 1.5 phr, วิงสเตย์ แอล 1 phr, ซีบีเอส 1 phr และกำมะถัน 2 phr ทำการอัดขึ้นรูปยางคอมพาวนด์ที่เตรียมได้ให้เป็นแผ่นยางคงรูปขนาด 25x25x0.2 เซนติเมตร ด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการทดสอบสมบัติความทนต่อแรงดึงตาม มาตรฐาน ASTM D412 (Die C) พบว่าสมบัติความต้านทานต่อแรงดึงมีค่าลดลงตามปริมาณฟองน้ำ ลาเท็กซ์เหลือทิ้งที่เพิ่มขึ้น โดยความทนต่อแรงดึงต่ำสุดอยู่ที่ 3.59 MPa เมื่อทดสอบสมบัติความแข็ง ของยางคงรูปมาตรฐาน ASTM D2240 (Shore A) พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับยางธรรมชาติที่ไม่มี ส่วนผสมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง ความแข็งของยางเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง โดยค่าความแข็งสูงสุดที่ได้อยู่ที่ 55 Shore A

คำสำคัญ: ยางธรรมชาติ ฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง สมบัติทางกล

Abstract: Latex foam waste is a waste product from the production of mattresses and pillows. Recycled latex foam wastes mixed with the STR 5L rubber can be used as a filler resulting in a reduction product cost and increase the value of waste from the production process. The latex foam wastes were crushed into a smaller size by using granulator and grind with a two-roll mill machine through sieve number 10. Five rubber formulas were issued varied on the amount of latex

sponge and classified into 5 levels: 0; 15; 30; 45 and 60 (phr). Then, such wastes were mixed with the chemical content in a fixed ratio including stearic acid (5 phr), zinc oxide (1.5 phr), Wing Stay L (1 phr), CBS 1 phr and sulfur (2 phr), after that grinded and mixed with a two-roll mill. Then, the test was formed by bringing the mixture to a compression molding machine at 150 degrees Celsius. The size of 25x25x0.2 cm. was tested with ASTM D412 (Die C) standard. The results found that the hardness and tensile strength was low based on the amount of waste latex sponge with a minimum of 3.59 MPa. The thickness of ASTM D2240 (Shore A) standard with the hardness properties had a higher amount of latex foam wastes with a maximum value of 55 Shore A when compared with a natural rubber without the latex foam waste from the industry.

Key words: Natural rubber, Latex foam waste, Mechanical properties

1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์ฟองน้ำลาเท็กซ์เป็นผลิตภัณฑ์ที่เตรียมจากน้ำยางธรรมชาติ มีลักษณะเป็นรูพรุน เหมาะที่จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์จำพวก ที่นอน หมอน กระบวนการผลิตฟองน้ำลาเท็กซ์คือ การทำให้น้ำยางเกิดฟองของอากาศหรือของก๊าซต่าง ๆ แล้วทำให้ฟองยวบหรือการวัลคาไนซ์ (Vulcanization) ด้วยสารเคมีและความร้อน ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตที่ได้รับความนิยมคือ เทคโนโลยีการผลิตแบบดันลอป (Dunlop process) เทคโนโลยีการนี้ อาศัยหลักการตีน้ำยางให้เกิดฟองอากาศ และใช้สารก่อเจลอย่างช้าในการทำให้ฟองเซ็ดตัวก่อนนำไปวัลคาไนซ์ [1] อย่างไรก็ตามถึงแม้เทคโนโลยีการผลิตแบบดันลอปจะเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็วอุปกรณ์ปั่นกวนที่ทำให้เกิดฟองมี ราคาถูก แต่วิธีนี้จะมีฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งจากการฉีดหรือเทฟองยางลงแม่พิมพ์ ทำให้เกิดฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งจำนวนมาก ส่งผลทำให้มีปัญหาเรื่องของการจัดการกับของเสียจากกระบวนการผลิต และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในประเทศที่มีอุตสาหกรรมการผลิตฟองน้ำลาเท็กซ์ เช่น ประเทศไทย เป็นต้น

สหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านหนองครก จังหวัดตรัง ประเทศไทย ได้ดำเนินโครงการเพิ่มมูลค่ายาง ธรรมชาติ โดยแปรรูปยางธรรมชาติเป็นผลิตภัณฑ์หมอนยาง กระบวนการผลิตแบบดันลอป โดยกำลังการผลิต เฉลี่ย

อยู่ที่ 400 ใบต่อวัน ทำให้มีฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งเกิดขึ้นประมาณ 40-50 กิโลกรัม ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง

การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการเสนอแนวทางเลือกใหม่ในการนำวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมกลับมาใช้ใหม่ โดยให้ความสำคัญกับการนำฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมมาใช้เป็นสารตัวเติมเพื่อลดต้นทุนให้กับผลิตภัณฑ์ ยางธรรมชาติ อีกทั้งเป็นการนำสิ่งที่ไม่ใช่ประโยชน์มาเพิ่มมูลค่าสร้างอีกครั้ง และเป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยงานวิจัยนี้จะทำการเติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งในปริมาณต่าง ๆ กัน ได้แก่ 0, 15, 30, 45 และ 60 phr ลงในยางธรรมชาติ จากนั้นทำการกดอัดขึ้นรูป (compression mold) และทดสอบหาสมบัติความทนต่อแรงดึง (tensile properties) และความแข็ง (hardness)

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมในปริมาณต่าง ๆ กันต่อสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1: การบดลดขนาดฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง ฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้รับมาจากสหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านหนองครก โดยฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งจะถูกบดด้วยเครื่องบด ตามด้วยการบดอัดด้วยเครื่องผสมสองลูกกลิ้ง จากนั้นฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งที่ผ่านการบดแล้วจะถูกนำไปร่อนเพื่อคัดแยกขนาด โดยส่วนที่นำมาใช้ในการศึกษาจะเป็นส่วนที่สามารถผ่านตะแกรงเบอร์ 10 (2 มิลลิเมตร)

ส่วนที่ 2: การเตรียมยางคอมพาวนด์และยางคงรูปที่เติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง



ภาพที่ 2 การบดอัดส่วนผสมทั้งหมดด้วยเครื่องผสมสองลูกกลิ้ง

2.1 เริ่มจากการบดยางธรรมชาติ STR 5L ด้วยเครื่องบดผสมยางสองลูกกลิ้ง ดังภาพที่ 2 ที่ อุณหภูมิห้องจนยางพันบนลูกกลิ้ง ทำการกรีดพับยางจนยางนิ่ม

2.2 เติมสารเคมีได้แก่ ซิงค์ออกไซด์ กรดสเตียริก และ วิงสเตย์แอล ลงไประหว่างลูกกลิ้งแล้วทำการบด ผสม

โดยการกรีดและพับยาง เพื่อให้เกิดการผสมที่มีการกระจายตัว

2.3 จากนั้นทำการเติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งในปริมาณ 5 ระดับ คือ 0, 15, 30, 45 และ 60 Parts per hundred of rubber (phr) บดผสมกับยาง

2.4 เติมสารเร่งการคงรูปซีบีเอส และสารคงรูปกำมะถัน บดผสมกับยางต่อจนสารเคมีกระจายตัวในเนื้ออย่างสม่ำเสมอ โดยสูตรสารเคมียางที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรยางธรรมชาติผสมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรม (phr)

ยางธรรมชาติ STR 5L	กรดสเตียริก acid	ซิงค์ออกไซด์ ZnO	วิงสเตย์แอล Wingstay L	ซีบีเอส CBS	กำมะถัน S	ฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง
100	5	1.5	1	1	2	0
85	5	1.5	1	1	2	15
70	5	1.5	1	1	2	30
55	5	1.5	1	1	2	45
40	5	1.5	1	1	2	60

2.5 นำยางคอมพาวนด์ที่ได้มาอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นยางคงรูปขนาด 25x25x0.2 เซนติเมตร เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมบัติเชิงกลด้วยเครื่องขึ้นรูปแบบกดอัด (Compression mold) ดังภาพที่ 3 ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3 เครื่องขึ้นรูปแผ่นทดสอบด้วยเครื่องขึ้นรูปแบบกดอัด (Compression mold)

ส่วนที่ 3: การทดสอบสมบัติเชิงกลของยางคงรูปที่เติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือง

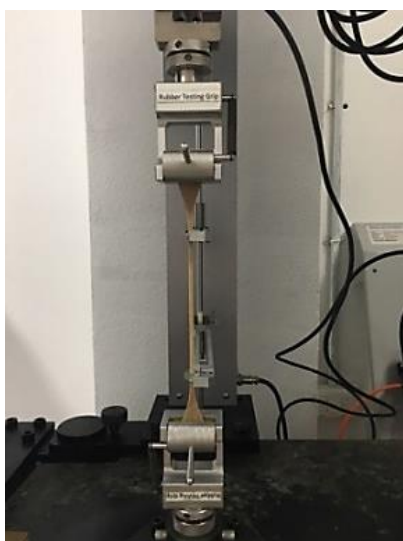
3.1 การทดสอบสมบัติความต้านทานแรงดึง

นำแผ่นยางคงรูปที่เตรียมได้ขนาด 25x25x0.2 เซนติเมตร มาตัดเป็นชิ้นทดสอบรูปดัมเบลล์ชนิด Die C ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ชิ้นงานทดสอบรูปดัมเบลล์

วัดความหนาของชิ้นทดสอบ 3 ตำแหน่ง ในช่วง gauge length หาค่าเฉลี่ยความหนาของชิ้นงาน จากนั้นนำไปทดสอบความทนต่อแรงดึง ตามมาตรฐาน ASTM D412 ด้วยเครื่อง Universal Testing Machine Model NRI-TS500-50SERIAL NO.TS57004 โดยใช้ Load Cell ขนาด 50 กิโลกรัม ที่อัตราการเร็วในการทดสอบ 500 มิลลิเมตรต่อนาที ดังภาพที่ 5 ทำการทดสอบสมบัติความต้านทานแรงดึง จำนวนสุตรละ 5 ตัวอย่าง โดยรายงานความทนต่อแรงดึง และระยะการยืดตัว ณ จุดขาด เป็นค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 5 เครื่องทดสอบสมบัติความต้านทานแรงดึงและการยืดตัว ณ จุดขาด

3.2 การทดสอบสมบัติความแข็ง

นำแผ่นยางคงรูปที่มีความหนาน้อย 6 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 6 มาทดสอบหาค่าความแข็งด้วย เครื่องวัดความแข็งแบบ Shore A ดังภาพที่ 7 ตามมาตรฐาน ASTM D2240 โดยทำการกดเป็นเวลา 5 วินาที ที่ตำแหน่งต่างกัน 20 ตำแหน่ง อ่านค่าความแข็งจากเครื่อง และรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย



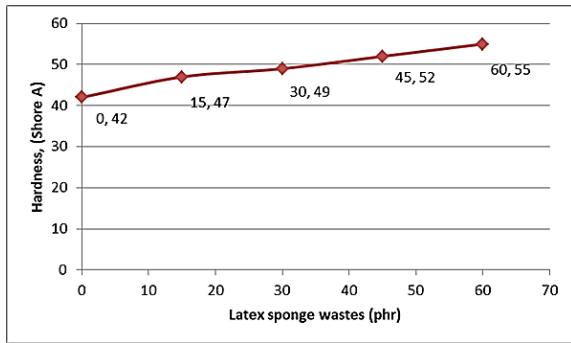
ภาพที่ 6 ชิ้นงานสำหรับทดสอบค่าความแข็ง



ภาพที่ 7 เครื่องวัดความแข็งแบบ Shore A ตามมาตรฐาน ASTM D2240

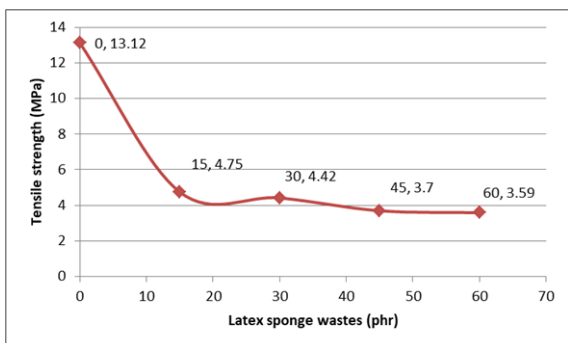
4. ผลการวิจัย

จากการทดสอบสมบัติทางกลของยางธรรมชาติ STR 5L ที่ผสมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลืองจากอุตสาหกรรม ทั้ง 5 สูตร สามารถสรุปได้ ดังนี้



ภาพที่ 8 สมบัติความแข็งของยาง STR 5L ผสม ฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง ที่มีปริมาณต่างๆ

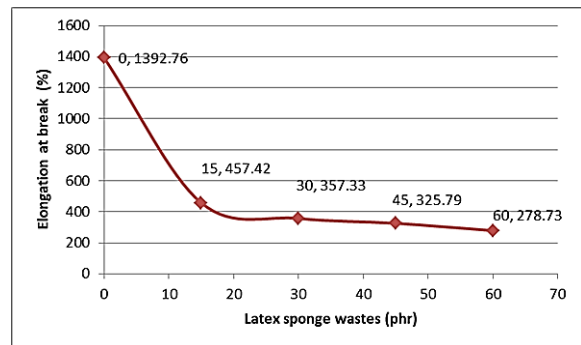
จากภาพที่ 8 แสดงผลของการเติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งต่อค่าความแข็งของยางธรรมชาติ พบว่าการเติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งสามารถเพิ่มความแข็งให้กับยางธรรมชาติได้ โดยค่าความแข็งจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง โดยยางธรรมชาติที่เติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งที่ 60 phr จะสามารถเพิ่มความแข็งให้ยางธรรมชาติได้ถึง 13 shore A



ภาพที่ 9 สมบัติความต้านทานแรงดึงของยาง STR 5L ผสมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งที่มีปริมาณต่าง ๆ

จากผลการทดสอบสมบัติความต้านทานแรงดึงของยาง STR 5L ผสมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง ทั้ง 5 สูตรในภาพที่ 9 พบว่ายาง STR 5L ที่เติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง มีผลต่อความต้านทานแรงดึง ทั้งนี้เป็นผลมาจากฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง เป็นวัสดุที่มีความต้านทานแรงดึงต่ำ และเมื่อผสมในปริมาณที่สูงมากขึ้นตามสูตรอัตราส่วน 15, 30 , 45 และ 60 phr จะส่งผลต่อค่าความต้านทานแรงดึงที่ต่ำลงตามลำดับ ทำให้ความสามารถการยืดเกาะระหว่างยาง STR 5L และฟองน้ำลาเท็กซ์

น้อยลง จะเห็นได้จากสมบัติความต้านทานแรงดึงที่ลดลงตามลำดับ



ภาพที่ 10 สมบัติการยืดตัว ณ จุดขาดของยาง STR 5L ที่เติม ฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง ที่มีปริมาณต่างๆ

จากภาพที่ 10 แสดงผลของการเติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งต่อ สมบัติการยืดตัว ณ จุดขาด (elongation at break) ของยางธรรมชาติทั้ง 5 สูตรพบว่าการเติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งส่งผลทำให้ระยะการยืดตัวสูงสุดของยางธรรมชาติลดลง โดยเมื่อผสมในปริมาณที่สูงถึง 60 phr จะส่งผลให้สมบัติการยืดตัว ลดต่ำลงเหลือเพียง 278.73 % ทั้งนี้เป็นผลมาจากฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งเป็นวัสดุที่มีสมบัติการยืดตัวต่ำ และเกิดการยึดติดกับยางธรรมชาติได้ไม่ดี

5. สรุปผลและอภิปรายผล

ผลจากการศึกษาสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติที่ผสมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งพบว่า ปริมาณฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมมีผลต่อสมบัติเชิงกล โดยการเติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งจะทำให้ความทนต่อแรงดึงและความสามารถในการยืดตัวของยางธรรมชาติลดลง ซึ่งเติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งมากขึ้น สมบัติทั้งสองจะยิ่งลดลง อย่างไรก็ตามการเติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งสามารถช่วยเพิ่มความแข็งให้กับยางธรรมชาติได้

ซึ่งจากผลการทดลองข้างต้น สรุปได้ว่าฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้ง สามารถใช้เป็นสารตัวเติมเพื่อลดต้นทุนให้กับผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ หากสมบัติความทนต่อแรงดึงไม่ใช่สมบัติสำคัญของผลิตภัณฑ์ยางนั้น ๆ เช่น บล็อกยางปูพื้น โดยมีการรายงานการพัฒนา

บล็อกยางปูพื้นจากยางธรรมชาติ และยางอีพีดีเอ็มเหลือทิ้ง [2] หรือ กระเบื้องยาง โดยการผสมยางธรรมชาติกับเศษพลาสติกอีวีเอ [3] โดยผลิตภัณฑ์ข้างต้นทั้ง 2 ชนิด ที่กล่าวมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่พิจารณาสมบัติค่าความแข็งเป็นหลัก อย่างไรก็ตามมีการรายงานว่ายางธรรมชาติที่เติมซิลิกาจากแกลบข้าวซึ่งเป็นขยะจากอุตสาหกรรมเกษตรที่ผ่านการปรับปรุงพื้นผิวด้วยพอลิเอทิลีน(Polyethylene) จะมีความต้านทานแรงดึงสูงยางธรรมชาติที่ไม่มีการเติม [4] ทั้งนี้เพราะพอลิเอทิลีนจะช่วยเพิ่มอันตรกิริยาระหว่างซิลิกาและยางธรรมชาติได้ อีกทั้งยังช่วยลดการดูดซับสารเร่งปฏิกิริยาบนพื้นผิวของซิลิกาอีกด้วย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อลดผลการทบจากการเติมฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งต่อสมบัติความทนต่อแรงดึงของยางธรรมชาติเพื่อให้ สามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ยางได้มากขึ้น อาจจะต้องสารตัวเติมที่สามารถช่วยเพิ่มความต้านแรงดึงหรือปรับปรุง พื้นผิวของฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งให้สามารถเกิดอันตรกิริยากับยางธรรมชาติได้มาก

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ฟองน้ำลาเท็กซ์เหลือทิ้งจากสหกรณ์กองทุนสวนยางบ้านหนองครก

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Kajonchaikul,W. (2016). *Latex technology*. 2nd ed. Bangkok: Wanida Phim. (In Thai)
- [2] Kaewchang, S. (2009). “Development of floor covering blocks made from natural rubber and waste EPDMg,” M.Eg. thesis, Industrial and Systems Engineering. Songkhla, Prince of Songkhla University. (In Thai)

- [3] Deepanya, W., and Suwiro, K. (2018). “Rubber tile products mixed with plastic waste from industrial factories,” *Journal of Community Development and Life Quality*. 4(3): pp. 451-460. (In Thai)
- [4] Sukrat, K., Chaturapiree, A., Chaichana, E., and Saowapak. (2017). “Properties of natural rubber filled with silica from rice husk coated with polyethylene,” *Thaksin University Journal*. 20(2): pp. 54-63. (In Thai)

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

“วารสารนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม” เป็นวารสารที่ครอบคลุมสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทความมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาทางด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาทิสถาปัตยกรรม เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ประยุกต์ อุตสาหกรรมศึกษา สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอในรูปแบบบทความวิจัย บทความวิชาการ บทความวิจารณ์ และบทความปริทัศน์ ซึ่งผู้แนะนำบทความเป็นนักศึกษา คณาจารย์ บุคลากร นักวิชาการ ตลอดจนผู้สนใจ ทั้งภายในและภายนอก

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

อนึ่งผลงานวิจัยและผลงานทางวิชาการที่ปรากฏเผยแพร่ในวารสารฯ เป็นความคิดเห็นอิสระของผู้แต่ง โดยผู้แต่งเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากบทความเผยแพร่ นั้น 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 ให้ผู้เขียนส่งต้นฉบับมายังบรรณาธิการวารสารฯ 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 พิมพ์ขีดซ้าย เป็นหัวข้อลอย ไม่มีภาษาอังกฤษหรือข้อความใด ๆ ต่อท้าย เป็นหัวข้อที่ใช้ตัวเลขกำกับข้อ หากมีหัวข้อรอง หัวข้อย่อย และหัวข้อย่อย ๆ ให้ใช้เลขระบบทศนิยมกำกับ หัวข้อดังกล่าว เช่น หัวข้อรอง 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. ตัวพิมพ์ปกติเชิงบรรทัดแรก ที่เป็นชื่อ-สกุล ตำแหน่งทางวิชาการ และที่อยู่ของผู้เขียนบทความใช้ตัวอักษรขนาด 13 pt. ตัวพิมพ์ปกติ

3.4 จำนวนหน้า ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า รวมตาราง ภาพ และเอกสารอ้างอิง

3.5 ตารางและภาพ ให้จัดแทรกไว้ในเนื้อเรื่องโดยคัดเลือกเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้นและเรียงลำดับให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่อง

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 ผังโมทัศน์ 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 ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อนแล้วตามด้วยภาษาอังกฤษในบรรทัดถัดไป

2) **ชื่อผู้เขียนบทความ (Authors and co-authors)** ให้ระบุชื่อเต็ม-นามสกุลเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สำหรับภาษาอังกฤษใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของชื่อตัวและนามสกุล ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) พร้อมระบุตำแหน่งทางวิชาการ (ถ้ามี) ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ และชื่อหน่วยงานของผู้วิจัยที่ส่วนล่างของหน้าแรก พร้อม 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 การใช้ประโยชน์หรือสถานที่ที่ทำการวิจัย คำสำคัญนี้ให้เขียนทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใส่ไว้ท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษาอย่างละไม่เกิน 5 คำ

4.1.2 **เนื้อหาในบทความวิจัย** สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมุ่งเน้นเผยแพร่บทความวิชาการทางด้านนวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาทิสถาปัตยกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ อุตสาหกรรมศึกษา สถาปัตยกรรมและการออกแบบ และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1) **บทนำ (Introduction)** อธิบายถึงที่มา ความสำคัญของปัญหา และเหตุผลที่นำไปสู่การ

ศึกษาวิจัย ให้ข้อมูลทางวิชาการที่มีการตรวจเอกสาร (literature review) โดยระบุถึงแหล่งที่มาของข้อมูล (อ้างอิง) และจุดมุ่งหมายที่เกี่ยวข้อง

2) **วัตถุประสงค์ (Research Objectives)** ระบุความมุ่งหมายที่ผู้วิจัยต้องการค้นหาข้อเท็จจริงโดยวิธีการวิจัย

3) **ขอบเขตการวิจัย (Research Scopes)** (ถ้ามี) เป็นการขีดวงจำกัดให้แน่นอนว่าจะศึกษาพิจารณาในขอบเขตแค่ไหน เช่น ขอบเขตของประชากร กลุ่มตัวอย่าง ขอบเขตของตัวแปร ขอบเขตเนื้อหา ขอบเขตของช่วงเวลา (งานวิจัยเชิงทดลอง)

4) **วิธีดำเนินการวิจัย (Research methods)** อธิบายกระบวนการดำเนินการวิจัย โดยบอกรายละเอียดวัสดุ วิธีการศึกษา สิ่งนำมาศึกษา จำนวน ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษา อธิบายแบบแผนการวิจัย การเลือกตัวอย่าง วิธีการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้

5) **ผลการวิจัย (Results)** รายงานผลการวิจัยให้ได้ใจความชัดเจนและตรงประเด็นโดยยึดแนวทางตามวัตถุประสงค์เป็นหลักควรอธิบายผลการวิจัยด้วยคำบรรยายเป็นหลักแต่ถ้ามีตัวเลขหรือตัวแปรมากควรนำเสนอเป็นภาพและตาราง แทรกในเนื้อหา พร้อมอธิบายผลการวิจัยให้ได้สาระครบถ้วนอย่างสั้น ๆ

6) **การอภิปรายผลหรือการวิจารณ์และสรุป (Discussion and conclusion)** เป็นการชี้แจงผลการวิจัยว่าตรงกับวัตถุประสงค์/สมมติฐานของการวิจัย สอดคล้องหรือขัดแย้งกับผลการวิจัยของผู้อื่นที่มีอยู่ก่อนหรือไม่อย่างไร เหตุผลใดจึงเป็นเช่นนั้น และให้จบด้วยข้อเสนอแนะที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์หรือตั้งประเด็นคำถามการวิจัย ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป

7) **กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)** ให้ระบุสั้น ๆ ว่างานวิจัยนี้

ได้รับทุนสนับสนุนหรือความช่วยเหลือจากองค์กรใด และบุคคลใดบ้าง

8) เอกสารอ้างอิง (References) ให้ระบุเฉพาะเอกสารที่ผู้เขียนบทความได้นำมาอ้างอิงในบทความวิจัยอย่างครบถ้วน โดยระบุรายละเอียดและใช้รูปแบบการเขียนที่ถูกต้อง และครบถ้วน (ตามข้อ 3) 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) ให้พิมพ์ด้วยตัวเอน ไม่ต้องขีดเส้นใต้ กรณีระบุชื่อภาษาไทยหรือชื่อสามัญของสิ่งมีชีวิต(เป็นภาษาอังกฤษ)ให้ใส่ชื่อวิทยาศาสตร์ด้วย

2) ชื่อผู้เขียน (Authors and co-authors) ระบุเฉพาะชื่อและนามสกุลเต็มทั้งชื่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สำหรับภาษาอังกฤษใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของชื่อตัวและนามสกุล ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใช้ตัวเลขยกกำลัง (1) พร้อมระบุตำแหน่งทางวิชาการ (ถ้ามี) ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ และชื่อหน่วยงานของผู้วิจัยที่ส่วนล่างของหน้าแรก พร้อม E-mail address (กรณีเป็นนักศึกษาให้ระบุระดับการศึกษา สาขาวิชาและสถาบันการศึกษา)

3) สารสังเขป (Summary) เป็นการย่อเนื้อความของบทความทั้งเรื่องให้สั้นได้เนื้อหาสาระครบถ้วน

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

4.2.2 เนื้อหา (Main texts) ในบทความทางวิชาการมีองค์ประกอบดังนี้

1) บทนำ (Introduction) กล่าวถึงความน่าสนใจของเรื่องที่น่าเสนอก่อนเข้าสู่เนื้อหา

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 หากบทความที่อ้างอิงมาจากบทความภาษาไทยต้องแปลเป็นภาษาอังกฤษให้ถูกต้อง สำหรับการใส่อ้างอิงในเนื้อเรื่อง (In-text citations) ให้ใช้เครื่องหมาย [] โดยมีตัวอย่างการเขียน เช่น [1] หรือ [2] หรือ [1], [2] หรือ [1], [3]-

[8] หรือ [9], [10], [15], [16] หากมีการอ้างอิงซ้ำบทความเดิมให้ใช้หมายเลขเดิม ในส่วนของการอ้างอิงส่วนท้าย (Reference list) จะต้องเรียงตามลำดับบทความที่เขียนอ้างอิงในเรื่อง เอกสารอ้างอิงที่เป็นภาษาไทยให้แปลเป็นภาษาอังกฤษ ให้เพิ่มคำว่า (in Thai) ไว้ตอนท้ายการอ้างอิง

รายละเอียดของเอกสารประกอบด้วย ชื่อผู้เขียน ชื่อ หนังสือหรือชื่อของบทความ ชื่อของเอกสารที่พิมพ์ สำนักหรือสถานที่พิมพ์ ปีที่ (ฉบับที่) พิมพ์ และเลขหน้าที่อ้างอิง และทุกเรื่องที่ปรากฏในรายการเอกสารอ้างอิง ต้องมีการอ้างอิง ในเนื้อเรื่อง โดยต้องเขียนเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น

การเขียนชื่อผู้ร่วมแต่งบทความไม่เกิน 3 คน ให้เขียน เรียงทุกคน และคั่นด้วย จุลภาค (,) คนสุดท้ายให้เชื่อมด้วย “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.

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

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, Berkeley, Tech. Rep. 16854.
- [19] Sidthilaw, S. 1996. "Impact Force and Kinematic Analysis of Roundhouse Kicks in Thai Boxing," Ph.D. Dissertation, Department of Biomechanics, Oregon State University.

[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 University. (in Thai)

6) 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:

[21] 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.

[22] J. Jones. 1991. *Networks (2nd ed.)*. [Online]. Available: <http://www.atm.com>. Accessed 21 June 2016.

[23] Pantoom, J. 2008. *Food from Corn.* [Online]. Available: <http://www.ku.ac.th/agri/cornn/corn.html>. Accessed 14 February 2017. (in Thai)

7) การอ้างอิงจากสิทธิบัตร (Patents)

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

ตัวอย่าง:

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

8) การอ้างอิงจากมาตรฐาน (Standards)

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

ตัวอย่าง:

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

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

9) การอ้างอิงจากคู่มือ (Handbooks)

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

ตัวอย่าง:

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

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

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

5. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การเขียนหน่วยต่าง ๆ ควรใช้ระบบ SI และเป็นสากล ถ้าหากต้องการย่อหน่วย ควรใช้ตัวย่อเป็นภาษาอังกฤษที่ถูกต้องและเป็นสากลการใช้ศัพท์วิทยาศาสตร์ให้ยึดคำบัญญัติของราชบัณฑิตยสถาน ชื่อสถานที่ต่าง ๆ ให้ใช้ตามประกาศของสำนักนายกรัฐมนตรี การเขียนคำที่มาจากภาษาต่างประเทศ หากต้องการทับศัพท์เป็นภาษาไทยหรือต้องการแปลเป็นภาษาไทย การแปลหรือเขียนทับศัพท์ครั้งแรกควรใส่คำศัพท์ เดิมไว้ในวงเล็บต่อท้ายคำแปลด้วย ซึ่งถ้าคำศัพท์ใดที่ไม่ใช่ คำศัพท์

เฉพาะก็ไม่จำเป็นต้องขึ้นต้นด้วยตัวใหญ่เช่น “การเหนี่ยวนำ (induction)” “เวเบอร์ (weber)” และเมื่อต้องการใช้คำแปลเดิมซ้ำอีก ให้ใช้ภาษาไทยโดยไม่ต้องใส่ภาษาอังกฤษกำกับ

แบบฟอร์มการส่งต้นฉบับ

1. ชื่อบทความ

(ภาษาไทย).....

(ภาษาอังกฤษ).....

2. ประเภทบทความ

 บทความวิจัย บทความวิชาการ บทความวิจารณ์ บทความปริทรรศน์

3. ผู้เขียนบทความ หรือผู้แทนส่งบทความ

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

.....

4. สถานที่ติดต่อของเจ้าของบทความหรือผู้ส่งบทความ

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. สิ่งที่ส่งมาด้วย (ประกอบด้วยไฟล์ Microsoft Word และ PDF)

 ส่งต้นฉบับ ทางเว็บไซต์ <http://techno2.nstru.ac.th/techno2022/> ส่งต้นฉบับ ทางอีเมล techjournal.nstru.editor@gmail.com ส่งต้นฉบับ ด้วยตนเองหรือทางไปรษณีย์ พร้อมแผ่นซีดีบันทึกข้อมูลต้นฉบับ

“ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นเป็นจริงทุกประการ และบทความที่เสนอนี้ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่มาก่อน ไม่อยู่ระหว่างการเสนอขอตีพิมพ์ในวารสารอื่น ข้าพเจ้ายอมรับและยินดีปฏิบัติตามหลักเกณฑ์การพิจารณาต้นฉบับ 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 <http://techno2.nstru.ac.th/techno2022/> Manuscript submission by e-mail at techjournal.nstru.editor@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
ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (มกราคม-เมษายน พ.ศ. 2566)

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.รัฐไท พรเจริญ | มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 2. รองศาสตราจารย์เรวัต สุขสีกาญจน์ | มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง | มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.วีระชัย แสงฉาย | มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา |
| 4. รองศาสตราจารย์ ดร.ธำชัช เหลืองวรานันท์ | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันตกุล อินทรผดุง | มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |
| 6. รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แก้วแก้วกุล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 7. รองศาสตราจารย์ ดร.ธนศ ธนิตยธีรพันธ์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 8. รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์เทพ วีระพงษ์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช |
| 9. รองศาสตราจารย์ ดร.อัศครัตน์ พูลกระจ่าง | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.กนกทิพย์ บุญเกิด | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |



แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการตีพิมพ์บทความวิจัย/บทความวิชาการ
วารสารนวัตกรรมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตและคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

เรื่อง

หัวข้อ	รายละเอียดการแก้ไขบทความวิจัย/บทความวิชาการ		
	ข้อเสนอแนะ	คำชี้แจง/การแก้ไข	หมายเหตุ
1. ชื่อเรื่อง			
2. บทคัดย่อ			
3. บทนำ			
4. วิธีการวิจัย			
5. ผลการวิจัย			
6. อภิปรายผลและ สรุปผลการวิจัย			
7. ข้อค้นพบและ ข้อเสนอแนะ			
8. เอกสารอ้างอิง			

(ลงนาม).....

(.....)

ผู้ประเมิน



แบบสรุปผลการประเมินบทความเพื่อตีพิมพ์
ในวารสารนวัตกรรมอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตและคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

เรื่อง.....

1. ประเภทของบทความ บทความวิจัย บทความวิชาการ บทความวิจารณ์ และบทความปริทัศน์
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: 080-532-0512 e-mail: techjournal.nstru.editor@gmail.com