ปีที่ 6 ฉบับที่ 2

วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ
JOURNAL OF BANSOMDEJ ENGINEERING AND INDUSTRIAL TECHNOLOGY

Faculty of Engineering and industrial Technology
Bansomdejchaopraya Rajabhat University

เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม 2568
ISSN : 3027-8716 (PRINT)
ISSN : 3027-8856 (ONLINE)

วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ

Journal of Bansomdej Engineering and Industrial Technology

ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2568)

Vol. 6 No. 2 (Jul. – Dec. 2025)

วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ

Journal of Bansomdej Engineering and Industrial Technology

ปีที่ 6 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2568 (ราย 6 เดือน)

ISSN: 3027-8716 (Print)

ISSN: 3027-8856 (Online)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นแหล่งรวบรวมผลงานทางด้านบทความวิจัยและบทความวิชาการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่น่าสนใจ และยกระดับวารสารให้เข้าสู่ฐานข้อมูล (TCI)
2. เพื่อเป็นสื่อในการนำเสนอสำหรับใช้อ้างอิงและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการเสริมสร้างศักยภาพในเชิงวิชาการอันจะเป็นประโยชน์แก่คณาจารย์ นักศึกษาและบุคคลผู้ให้ความสนใจ

เป้าหมายและขอบเขตของวารสาร

วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ คณวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยามีขอบเขตผลงานทางวิชาการและงานวิจัยทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมอุตสาหการ วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมพลังงาน วิศวกรรมยานยนต์ไฟฟ้า วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ และด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ได้แก่ เทคโนโลยีโลจิสติกส์ เทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม การจัดการวิศวกรรมการผลิตและคลังสินค้า ออกแบบผลิตภัณฑ์และนวัตกรรม และเทคโนโลยีอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร. กฤดิธฤต ทองสิน	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวัจน์ ชีววรนนท์ตรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชา หิรัญวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.ขรรค์ชัย ตุลละสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย บันเทิงจิตร	มหาวิทยาลัยสยาม
รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพงศ์ จำรัส	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์อนุกูล พลศิริ	ข้าราชการบำนาญ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภพัชร พวงแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กชศร หัสโรค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรกมล บุณยโยธิน	มหาวิทยาลัยมหิดล

คณะกรรมการประเมินบทความ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพร วงศ์พิศาล	มหาวิทยาลัยปัญญาภิวัฒน์
รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ กอบัวแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภลักษณ์ ใจเรือง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
รองศาสตราจารย์ ดร.ขรรค์ชัย ตุลละสกุล	มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.ปัญญา สำราญหันต์	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
รองศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ สถิรยากร	มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เศรษฐชัย ชัยสนิท	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรณญัติ บริบูรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจนศักดิ์ เอกบูรณะวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา	มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ ปิ่นสกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ กุยมาลี	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ฤทธิ์ สนใจธรรม	มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เร้าธนชลกุล	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภิดา ท้วมมี	มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวภรณ์ สองแสน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ รนต์ละออง	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พีรวัจน์ มีสุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
อาจารย์ ดร.ศุภพัชร พวงแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์ ดร.กวินเวทย์ พิพิธนาธันยธร	มหาวิทยาลัยเซาร์อีสท์บางกอก
อาจารย์ ดร.รัชดาภรณ์ บุญทรง	มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
อาจารย์ ดร.วรรณฤดี แก้วมีศรี	มหาวิทยาลัยพะเยา

กำหนดการเผยแพร่

ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม – มิถุนายน) และ
ฉบับที่ 2 (เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม) ของทุกปี

เจ้าของวารสาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

จัดพิมพ์โดย

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ชั้น M อาคาร 24
1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600
โทร. 02-473-7000 ต่อ 5650-5655 เว็บไซต์: http://eit.bsru.ac.th
จดหมายอิเล็กทรอนิกส์: journal.en@bsru.ac.th

วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ทุกบทความได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการกลั่นกรองบทความ (Peer review) จากหลากหลายสถาบันและไม่อยู่สังกัดเดียวกันกับผู้เขียนบทความ อย่างน้อย 3 ท่าน ก่อนลงตีพิมพ์ในวารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ

ประเภทของการประเมินวารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา มีรูปแบบการประเมินโดยที่ผู้วิจัยจะไม่ทราบถึงข้อมูลคณะกรรมการกลั่นกรองบทความ (Peer review) และคณะกรรมการกลั่นกรองบทความจะไม่ทราบข้อมูลผู้วิจัยที่ส่งบทความได้ (Double blind peer review)

บทความหรือข้อคิดเห็นใดๆ ในวารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เป็นวรรณกรรมของผู้เขียนโดยเฉพาะ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา และกองบรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นด้วย

กองบรรณาธิการไม่สงวนสิทธิ์ในการคัดลอกบทความเพื่อการศึกษาแต่ให้อ้างอิงแหล่งที่มาให้ครบถ้วนสมบูรณ์

บทบรรณาธิการ

วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ ฉบับนี้เป็นปีที่ 6 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2568) ของคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ผลงาน บทความวิจัยและบทความวิชาการของบุคลากรทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ในฉบับนี้มีบทความวิชาการ 1 เรื่อง อันได้แก่ ครูยุคใหม่กับการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และ บทความวิจัย 7 เรื่อง อันได้แก่ Design and Development of a Small-Scale Jacquard Weaving Machine to Enhance the Efficiency of Thai Song Dam Woven Fabrics, การพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก, การสร้างชุดขดลวดเหนี่ยวนำ สำหรับการทดลองทางฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์, การออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย, โมเดลทำนายโหลดไฟฟ้าแบบ Quantum-Inspired ที่ผสาน STL Decomposition และเทคนิค Clustering สำหรับการจัดการพลังงานอัจฉริยะ, การวิเคราะห์โซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่น : กรณีศึกษาชุมชนบ้านหนองโน, การปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหมด้วยแนวคิดไคเซ็น : กรณีศึกษากลุ่มสตรีวิสาหกิจ บ้านวังหิน จังหวัดชัยภูมิ

ในนามของกองบรรณาธิการวารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม บ้านสมเด็จ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ขอขอบคุณผู้เขียนบทความทุกท่านที่ส่งผลงานวิจัยและผลงานทางวิชาการเพื่อเผยแพร่ในวารสารฯ ฉบับนี้ อันจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อวงการวิชาการ กองบรรณาธิการยินดีรับพิจารณาบทความและรับฟังความคิดเห็นอันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาและปรับปรุงให้ดียิ่ง ๆ ขึ้นในโอกาสต่อไป ทางกองบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารฯ ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจทุกท่าน

รองศาสตราจารย์ ดร.กฤดิธฤต ทองสิน
บรรณาธิการ

จริยธรรมในการตีพิมพ์ผลงานวิจัย (Publication Ethics)
วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ เป็นวารสารที่มีวัตถุประสงค์หลักในการเผยแพร่องค์ความรู้ของบทความวิจัยและบทความวิชาการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม นอกจากนั้นยังเป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารงานวิชาการ งานวิจัย ข้อค้นพบใหม่ ๆ ระหว่างนักวิจัยและคณาจารย์ นักศึกษาและบุคคลผู้สนใจโดยทั่วไป ดังนั้นเพื่อให้การสื่อสารของวารสารเป็นไปอย่างถูกต้อง มีคุณภาพและสอดคล้องกับมาตรฐานการตีพิมพ์วารสาร จึงกำหนดวิธีปฏิบัติหรือแนวดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับ Publication Ethics รวมทั้งบทบาทหน้าที่สำหรับผู้นิพนธ์ (Author) บรรณาธิการวารสาร (Editor) และผู้ประเมินบทความ (Reviewer) ไว้เพื่อประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องและเพื่อแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องได้ทราบทั่วกัน ดังนี้

บทบาทและหน้าที่ของผู้นิพนธ์ (Duties of Authors)

1. ผู้นิพนธ์ต้องทำการตรวจสอบและรับรองว่าผลงานที่ส่งมาเพื่อตีพิมพ์ในวารสารนั้นเป็นผลงานที่ไม่เคยตีพิมพ์ที่ใดมาก่อนหรือมีการส่งไปตีพิมพ์ที่อื่นในเวลาเดียวกัน
2. ผู้นิพนธ์ต้องนำเสนอข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัยโดยไม่บิดเบือนข้อมูล หรือให้ข้อมูลที่เป็นเท็จ หรือตกแต่งปิดบังข้อมูลในการศึกษาวิจัย
3. ผู้นิพนธ์ต้องรับรองว่าผลงานที่นำมาตีพิมพ์ในวารสารนั้น ไม่มีการคัดลอกผลงานที่เป็นของผู้อื่นหรือผลงานของตนเองที่เคยเสนอไว้ก่อนหน้า หากมีการนำผลงานอื่นมาใช้ต้องทำการอ้างอิงอย่างถูกต้อง
4. ผู้นิพนธ์ต้องตรวจสอบ รูปภาพ ตาราง กราฟ ตลอดจนข้อมูลตัวเลขต่างๆ ที่ปรากฏในบทความให้ถูกต้อง โดยให้แสดงที่มาอย่างชัดเจนและให้มีการอ้างอิงอย่างถูกต้อง
5. ผู้นิพนธ์ต้องจัดเตรียมต้นฉบับบทความให้ถูกต้องตามรูปแบบของวารสารที่กำหนดไว้

6. ผู้นิพนธ์ที่มีชื่อปรากฏในบทความทุกคน ต้องเป็นผู้ที่มีส่วนในการดำเนินการวิจัย หรือมีส่วนร่วมในการศึกษาค้นคว้าเพื่อจัดทำบทความอย่างแท้จริง

7. ผู้นิพนธ์ต้องตระหนักถึงความสำคัญในการปรับแก้ไขบทความตามข้อเสนอแนะของผู้ประเมิน และกองบรรณาธิการ และปรับแก้ไขบทความภายในระยะเวลาที่กองบรรณาธิการกำหนด

8. ผู้นิพนธ์ต้องระบุแหล่งทุนที่ให้การสนับสนุนการวิจัย (ถ้ามี)

9. ผู้นิพนธ์ต้องระบุผลประโยชน์ทับซ้อน (หากมี)

บทบทบาทและหน้าที่ของบรรณาธิการ (Duties of Editors)

1. บรรณาธิการวารสารมีหน้าที่ในการพิจารณาบทความที่มีคุณภาพ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และขอบเขตของวารสาร

2. บรรณาธิการต้องไม่เปิดเผยข้อมูลของผู้นิพนธ์และผู้ประเมินบทความแก่บุคคลอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องในช่วงระยะเวลาของการประเมินบทความ

3. บรรณาธิการต้องคัดเลือกบทความมาตีพิมพ์หลังจากผ่านกระบวนการประเมินบทความแล้ว โดยยึดความสอดคล้องของเนื้อหากับนโยบายของวารสารเป็นสำคัญ

4. บรรณาธิการต้องพิจารณาคัดเลือกบทความที่มีการดำเนินการที่ถูกต้องและมีการนำเสนอผลข้อมูล หรือการวิจัยที่ถูกต้อง

5. หากบรรณาธิการตรวจสอบพบการคัดลอกผลงาน บรรณาธิการต้องหยุดกระบวนการประเมิน และติดต่อผู้นิพนธ์หลักทันทีเพื่อขอคำชี้แจง เพื่อประกอบการ “ตอบรับ” หรือ “ปฏิเสธ” การตีพิมพ์บทความความนั้น ๆ

6. บรรณาธิการต้องไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้นิพนธ์ หรือผู้ประเมิน

บทบาทหน้าที่ของผู้ประเมินบทความ (Duties of Reviewers)

1. ผู้ประเมินบทความต้องดำเนินการให้เป็นไปตามกระบวนการ Double blind peer review

2. ผู้ประเมินบทความ ต้องไม่เปิดเผยข้อมูลของบทความที่ส่งมาเพื่อพิจารณาแก่บุคคลอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง ในช่วงระยะเวลาของการประเมินบทความ

3. ผู้ประเมินมีความสงสัยหรือไม่แน่ใจว่า ตัวเองอาจมีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้นิพนธ์ที่ทำให้ไม่สามารถให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะได้อย่างอิสระไม่ว่ากรณีใด ๆ ผู้ประเมินควรแจ้งให้บรรณาธิการวารสารทราบและปฏิเสธการประเมินบทความนั้น ๆ

4. ผู้ประเมินบทความต้องไม่นำส่วนหนึ่งส่วนใดของบทความที่ประเมินไปใช้เพื่อประโยชน์ของตนเอง โดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้นิพนธ์บทความ

5. ผู้ประเมินบทความ ต้องประเมินบทความในสาขาวิชาที่ตนเองมีความเชี่ยวชาญ โดยพิจารณาความสำคัญของเนื้อหาในบทความที่มีต่อสาขาวิชานั้น ๆ คุณภาพของการวิเคราะห์ ไม่ควรใช้ความคิดเห็นส่วนตัวที่ไม่มีข้อมูลรองรับมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินบทความวิจัย

6. หากผู้ประเมินบทความพบมีส่วนใดของบทความ ที่มีความเสมือน หรือซ้ำซ้อนกับผลงานอื่น ๆ ผู้ประเมินบทความต้องแจ้งให้บรรณาธิการทราบด้วย

7. ผู้ประเมินควรตระหนักถึงระยะเวลาการตรวจอ่านบทความตามที่กองบรรณาธิการกำหนด หากมีเหตุที่ผู้ประเมินไม่สามารถทำการตรวจอ่านบทความได้ตามกำหนด ควรแจ้งให้กองบรรณาธิการทราบเพื่อให้สามารถจัดส่งบทความไปให้ผู้ประเมินอื่นได้

สารบัญ

หน้า

บทความวิชาการ

ครูยุคใหม่กับการพัฒนาคุณภาพการศึกษา 1

New Generation Teachers to Educational Quality Development

สมถวิล ฤกษ์งาม, วิชัย แหวนเพชร

บทความวิจัย

Design and Development of a Small-Scale Jacquard Weaving Machine to Enhance the Efficiency of Thai Song Dam Woven Fabrics 12

Wachirasak Kainwong, Janyawan Janyatham, Areeya Juichamlong, Saowalak Srisuwan, Wittawat Sooksaket, Kwannapa Watchanarat

การพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก 32

Development of Occupational Health and Safety Management Models in Furniture industry for small enterprises

โยธิน พลประถม, พงศ์ หรดาล, คณกร สว่างเจริญ, ภาษิต ทินนาม

การสร้างชุดขดลวดเหนี่ยวนำ สำหรับการทดลองทางฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์ 50

The Construction of Induction Coils Set for Physics Experimental on Faraday' Law of Electromagnetic Induction

ทิพย์วรรณ หงกะเชิญ, ธนพงษ์ เชื้อฉุน, เกศริน มีมล, วาทินี จันมี

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย Packaging design from banana sheaths of Banana Tree. จักฤษณ์ พนาลี, ราชนิรันดร์ ดวงชัย, พิเชฐ มีมะแม, สารัลย์ กระจง	69
โมเดลทำนายโหลดไฟฟ้าแบบ Quantum-Inspired ที่ผสาน STL Decomposition และเทคนิค Clustering สำหรับการจัดการพลังงานอัจฉริยะ Quantum-Inspired Load Forecasting Model Integrating STL Decomposition and Clustering Techniques for Intelligent Energy Management สันติ การีสันต์, สุพร ฤทธิภักดี, สันติพงษ์ คงแก้ว, สิทธิศักดิ์ โรจชะยะ	90
การวิเคราะห์โซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่น : กรณีศึกษาชุมชนบ้านหนองโน Supply Chain Analysis of Fish-Flavored Chili Paste: A Case Study of Ban Nong No Community วิลาวัณย์ นามาก, นันทิชา ธารศรี, รัชฎา แต่งภูเขียว, สวลี อุตรา	110
การปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหมด้วยแนวคิดไคเซ็น: กรณีศึกษากลุ่มสตรีวิสาหกิจ บ้านวังหิน จังหวัดชัยภูมิ Production Process Improvement of Silk-thread Product with Kaizen Concept: A Case Study of Women's Enterprise Group, Ban Wang Hin, Chaiyaphum Province ไสว ศิริทองถาวร, ชนิดาภา พื้นหินลาด, พรพิมล ยวงเกตุ	129

ครูยุคใหม่กับการพัฒนาคุณภาพการศึกษา
(New Generation Teachers to Educational Quality Development)

สมถวิล ฤกษ์งาม[1] , วิชัย แหวนเพชร[2*]

Somtawin Roekngam , Wichai Vanpetch

[1] โรงเรียนวัดสระบัว สังกัดกรุงเทพมหานคร

[2] มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จ. นครศรีธรรมราช

[1] Director of Wat Sra Bua School under the Bangkok Metropolitan Administration.

[2] Chairman of Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, NakhonSi Thammarat Province

[*]Corresponding author email: wichai11.va@gmail.com

Received 22 Jul 2025 **Revised** 22 Oct 2025 **Accepted** 04 Nov 2025

บทคัดย่อ

ในศตวรรษที่ 21 ระบบการศึกษามีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ครูยุคใหม่จึงต้องปรับตัวให้ทันต่อเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน บทความนี้มุ่งเน้นศึกษาบทบาทของครูยุคใหม่ในด้านการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอน และการเป็นผู้นำทางวิชาการที่สามารถสร้างแรงบันดาลใจให้แก่ผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่าครูยุคใหม่จำเป็นต้องมีทักษะด้านดิจิทัล ความสามารถในการสอนแบบ Active Learning และการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ การส่งเสริมให้ครูพัฒนาองค์ความรู้และทักษะใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่องจะช่วยให้ระบบการศึกษามีคุณภาพสูงขึ้นและตอบสนองต่อความต้องการของสังคมในยุคปัจจุบัน

คำสำคัญ : ครูยุคใหม่, คุณภาพการศึกษา, เทคโนโลยีการศึกษา, การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21, Active Learning

Abstract

In the 21st century, the education system is changing rapidly,. Modern teachers must adapt to technology and educational innovations to enhance the quality of student learning. This article focuses on studying the roles of modern teachers in developing 21st-century skills, using digital technology to promote teaching and learning, and being academic leaders who can inspire students. The study found that modern teachers need to have digital skills, the ability to teach through Active Learning, and to develop students' competencies in creative thinking and effective problem-solving. Encouraging teachers to continuously develop new knowledge and skills will help improve the education system's quality and meet the needs of society in the current era.

Keywords : New era teachers, education quality, educational technology, 21st century learning, Active Learning

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคดิจิทัลส่งผลกระทบต่อระบบการศึกษาเป็นอย่ามาก ครูไม่ใช่เพียงผู้ถ่ายทอดความรู้แต่ต้องเป็นผู้กระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สามารถคิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ครูยุคใหม่จึงต้องมีบทบาทที่หลากหลาย เช่น การเป็นโค้ช การเป็นนักนวัตกรรม และการเป็นผู้นำทางการศึกษา บทความนี้มุ่งเน้นศึกษาว่า ครูยุคใหม่ควรมีคุณลักษณะและทักษะใดบ้างรวมถึงแนวทางในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้ตอบสนองต่อความต้องการของโลกปัจจุบัน

เนื้อหาสาระ

บทบาทของครูยุคใหม่

1. ครูในฐานะผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator)

ครูไม่ได้เป็นเพียงผู้ให้ความรู้แต่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยเน้นการกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม ค้นคว้าด้วยตนเอง และใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา ครูต้องสนับสนุนให้นักเรียนมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

2. ครูในฐานะนักนวัตกรรมทางการศึกษา (Educational Innovator)

ครูต้องมีความคิดสร้างสรรค์และพร้อมปรับใช้วิธีการสอนใหม่ ๆ ที่ทันสมัย เช่น การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เกมเพื่อการเรียนรู้ หรือการเรียนรู้แบบ Project-based Learning (PBL) เพื่อทำให้การเรียนรู้สนุกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. ครูในฐานะนักพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Skill Developer)

ครูต้องช่วยนักเรียนพัฒนาทักษะที่จำเป็น เช่น Critical Thinking, Creativity, Collaboration และ Communication นอกจากนี้ยังต้องส่งเสริมทักษะดิจิทัล (Digital Literacy) และทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ

การใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา

เทคโนโลยีช่วยให้การเรียนรู้มีความหลากหลายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ แอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา และเครื่องมือดิจิทัลในการประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะที่รวดเร็ว(วัชราภรณ์ สินธุเสก (2563).) มีรายละเอียดดังนี้

1. บทบาทของเทคโนโลยีดิจิทัลในห้องเรียน

เทคโนโลยีช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมของนักเรียน เช่น การใช้กระดานอัจฉริยะ (Smart Board) การเรียนรู้ผ่านวิดีโอ หรือการใช้เกมเพื่อการศึกษา (Gamification) นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูสามารถออกแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน (Personalized Learning)

2. การใช้ AI และแพลตฟอร์มออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

AI สามารถช่วยปรับแต่งบทเรียนให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน และแพลตฟอร์มออนไลน์ช่วยให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา เช่น Google Classroom, Khan Academy, และ Coursera

3. การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ดิจิทัลและ E-Learning

ครูสามารถพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่เข้าถึงง่าย เช่น วิดีโอการสอน สไลด์การเรียนรู้ หรือคอร์สออนไลน์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

แนวทางการพัฒนาครูยุคใหม่

1. การอบรมและพัฒนาทักษะครู

การฝึกอบรมและพัฒนาทักษะของครูต้องเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง เช่น การอบรมด้านเทคโนโลยีการศึกษา การจัดการห้องเรียนแบบใหม่ และการใช้สื่อดิจิทัลในการสอน และการเรียนรู้จิตวิทยาการเป็นมนุษย์เพื่อความเข้าใจและเข้าถึงผู้เรียนแต่ละช่วงวัยแห่งการเรียนรู้เพื่อให้ทันกับการเปลี่ยนแปลวิธีผู้เรียนยุคดิจิทัล

2. การสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ (Professional Learning Community - PLC)

PLC เป็นแนวทางที่ช่วยให้ครูสามารถแลกเปลี่ยนประสบการณ์และแนวปฏิบัติที่ดีร่วมกัน เพื่อพัฒนาการสอนและคุณภาพการศึกษาโดยรวม และร่วมกนเรียนรู้แลกเปลี่ยนประสบการณ์และพัฒนาความเป็นวิชาชีพครูอย่างต่อเนื่อง

3. การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา

ครูควรมีส่วนร่วมในการวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการสอนและสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ผลกระทบของครูยุคใหม่ต่อคุณภาพการศึกษา

1. การปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน

เมื่อครูใช้เทคนิคการสอนที่ทันสมัยและเทคโนโลยีในการเรียนรู้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นและสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. การพัฒนาทักษะสำคัญของผู้เรียน

เช่น Critical Thinking, Creativity, Collaboration, เมื่อครูใช้เทคนิคการสอนที่ทันสมัยและเทคโนโลยีในการเรียนรู้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นและสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นCommunication

3. ความท้าทายและแนวทางแก้ไขในการพัฒนาครูยุคใหม่

ความท้าทายคือ: ขาดการอบรมที่เหมาะสม ข้อจำกัดด้านงบประมาณ และการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงจากครูบางกลุ่ม แนวทางแก้ไขคือ: จัดให้มีการอบรมอย่างต่อเนื่อง สนับสนุนให้ครูใช้เทคโนโลยีในห้องเรียน และสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่เปิดกว้าง ครูยุคใหม่ต้องเป็นมากกว่าผู้สอน แต่ต้องเป็นนักสร้างสรรค์ นักพัฒนา และผู้นำทางการศึกษา เพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับโลกอนาคตที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

แนวคิดของหลักสูตรผลิตครูยุคใหม่

หลักสูตรผลิตครูยุคใหม่ควรตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เทคโนโลยี และความต้องการของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยมีแนวคิดสำคัญ ดังนี้:

1. เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-Centered Approach)

1.1 สร้างครูที่สามารถออกแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละบุคคล

1.2 ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning)

1.3 ใช้กระบวนการโค้ชชิ่ง (Coaching) และการให้คำปรึกษาเพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน

1.4 ส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตในท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงยุคดิจิทัล

2. การบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Literacy Integration)

2.1 พัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยีในการสอน (EdTech) เช่น การใช้ AI, VR, และแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์

2.2 สร้างความสามารถในการประเมินและคัดกรองข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 ส่งเสริมการใช้สื่อดิจิทัลในการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)

3. การพัฒนาทักษะอนาคต (Future Skills Development)

3.1 มุ่งเน้นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking), การแก้ปัญหา (Problem Solving), การทำงานเป็นทีม (Collaboration)

3.2 ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และความสามารถในการปรับตัว (Adaptability)

3.3 บูรณาการทักษะชีวิต (Life Skills) เช่น การบริหารจัดการอารมณ์ (Emotional Intelligence)

4. การสอนเพื่อความหลากหลายและความเสมอภาค (Diversity & Inclusion)

4.1 พัฒนาความเข้าใจและความตระหนักรู้ในความหลากหลายของวัฒนธรรม ศาสนา และวิถีชีวิต

4.2 ออกแบบการเรียนการสอนที่ครอบคลุม (Inclusive Education) สำหรับผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ

4.3 สร้างครูที่มีทัศนคติเปิดกว้างและตระหนักถึงความเท่าเทียมในห้องเรียน

5. การวิจัยและนวัตกรรมการศึกษา (Research & Innovation in Education)

5.1 ส่งเสริมการวิจัยในชั้นเรียน (Classroom Action Research) เพื่อพัฒนาการสอนอย่างต่อเนื่อง

5.2 บูรณาการนวัตกรรมการศึกษาใหม่ ๆ เช่น STEM/STEAM, PBL (Project-Based Learning)

5.3 พัฒนาความสามารถในการประเมินผลการเรียนรู้ (Learning Assessment) อย่างมีประสิทธิภาพ

6. การเป็นครูมืออาชีพ (Professionalism & Ethics)

6.1 สร้างความเข้าใจในจรรยาบรรณวิชาชีพครู (Teacher Ethics) และความรับผิดชอบต่อสังคม

6.2 สนับสนุนการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง (Lifelong Learning)

6.3 เน้นการเป็นผู้นำทางวิชาการ (Instructional Leadership) ในโรงเรียนและชุมชน

สรุป: หลักสูตรผลิตครูยุคใหม่ควรมุ่งเน้นการสร้างครูที่มีความสามารถรอบด้าน ทั้งด้านวิชาการ ทักษะเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และคุณธรรม เพื่อให้พร้อมรับมือกับความท้าทายในโลกยุคดิจิทัลและส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

คุณลักษณะของครูยุคใหม่ควรเป็นอย่างไร

ครูยุคใหม่ควรมีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับบริบทของโลกที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้สามารถเป็นผู้นำทางการเรียนรู้และสร้างแรงบันดาลใจให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ พอสรุปคุณลักษณะของครูยุคใหม่ได้ดังนี้

1. เป็นผู้นำทางการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Learning Facilitator)

ไม่ใช่แค่ "ผู้สอน" แต่เป็น "ผู้อำนวยความสะดวก" ในการเรียนรู้ แต่กระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการคิดวิเคราะห์และตั้งคำถาม และเป็นผู้นำแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2. ทักษะด้านเทคโนโลยี (Tech-Savvy Teacher)

สามารถใช้เครื่องมือดิจิทัลและสื่อออนไลน์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้ และเข้าใจการใช้ AI, VR, AR, และแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ต่าง ๆ

3. ยืดหยุ่นและปรับตัวได้ (Adaptable & Flexible)

เปิดรับการเปลี่ยนแปลงและสามารถปรับวิธีการสอนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ และพร้อมรับมือกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ แนวโน้มทางการศึกษา และปรับกระบวนการเรียนรู้ของตนเองให้ทันกับผู้เรียนยุคดิจิทัล

4. มีทักษะการสื่อสารที่ดี (Effective Communicator)

สามารถสื่อสารได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย และสร้างแรงบันดาลใจ และฟังความคิดเห็นของผู้เรียนและสร้างความสัมพันธ์ที่ดีในห้องเรียน

5. เป็นนักคิดเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creative & Innovative Thinker)

คิดค้นวิธีการสอนใหม่ ๆ ที่ช่วยให้การเรียนรู้น่าสนใจและมีประสิทธิภาพ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ (Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006).)

6. มีทักษะการบริหารจัดการห้องเรียน (Classroom Management Skills)

สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีและมีระเบียบวินัย และใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและสนุกกับการเรียน

7. เป็นนักเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learner)

ไม่หยุดพัฒนาตัวเอง ค้นคว้าและเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ พร้อมเปิดรับความเห็นต่างและสะท้อนการทำงาน จากเพื่อนร่วมงานและนักเรียนเพื่อปรับปรุงการสอน

8. มีจิตวิญญาณความเป็นครู (Passionate & Ethical Educator)

สอนด้วยใจรัก มีความอดทน และเอาใจใส่ผู้เรียน และยึดมั่นในจรรยาบรรณวิชาชีพ มีความซื่อสัตย์และเป็นแบบอย่างที่ดี

9. ส่งเสริมทักษะศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills Advocate)

มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะที่จำเป็น เช่น การคิดวิเคราะห์ การทำงานเป็นทีม และความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนมี Growth Mindset และพร้อมรับมือกับโลกที่เปลี่ยนแปลง

10. สร้างแรงบันดาลใจและความสุขในการเรียนรู้ (Inspirational & Motivating Teacher)

ทำให้การเรียนเป็นเรื่องสนุกและมีความหมาย และสร้างแรงบันดาลใจให้ผู้เรียนมีความฝันและกล้าที่จะเรียนรู้ครูยุคใหม่ไม่ใช่แค่ “ผู้สอน” แต่ต้องเป็น “ผู้นำทางการเรียนรู้” ที่พร้อมจะเติบโตไปพร้อมกับผู้เรียน

บทสรุป

ครูยุคใหม่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในยุคดิจิทัล ยุคแห่งการเปลี่ยนแปลง โดยต้องมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ปรับเปลี่ยนวิธีการสอน และเป็นผู้นำทางการศึกษาเพื่อสร้างแรงบันดาลใจให้แก่ผู้เรียน การพัฒนาครูอย่างต่อเนื่องเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ระบบการศึกษาสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การสนับสนุนให้ครูมีโอกาสพัฒนาทักษะใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่องจึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการยกระดับคุณภาพการศึกษาในอนาคต ให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้ปรับตัวเข้ากับทุกยุค ทุกสมัย รู้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054. Fullan, M. (2014). *The principal: Three keys to maximizing impact*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054.

UNESCO. (2019). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. Paris: UNESCO.

วัชราภรณ์ สินธุเสก. (2563). การพัฒนาครูในยุคดิจิทัล: แนวโน้มและความท้าทาย. *วารสารการศึกษาปริทัศน์, 34*(1), 15–30.

Design and Development of a Small-Scale Jacquard Weaving Machine to Enhance the Efficiency of Thai Song Dam Woven Fabrics

Wachirasak Kainwong[1] Janyawan Janyatham[2*], Areeya Juichamlong[3],

Saowalak Srisuwan[4], Wittawat Sooksaket[5], Kwannapa Watchanarat[6]

[1,2] Department of Product Design and Development, Faculty of Engineering Science and Industrial Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

[3]Department of Digital Content Communication, Faculty of Engineering Science and Industrial Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

[4]Department of Broadcasting and Streaming Media, Faculty of Engineering Science and Industrial Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

[5]Department of Animation, Game, and Digital Media, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

[6]Department of English, Faculty of Humanities and Social Sciences, Bansomdejchaopraya Rajabhat University

[*]Corresponding author email: janyawan.ja@bsru.ac.th

Received 31 May 2025 **Revised** 25 Aug 2025 **Accepted** 04 Sep 2025

Abstract

This research used a mixed-method approach. The objectives of this study were 1) to study the identity of woven fabric patterns of the Thai Song Dam ethnic group at the Traditional Thai Dam Cultural Center, Moo 1, Ban Don Sub-district, U-thong District, Suphan Buri 2) to design and develop a small-scale Jacquard weaving machine to preserve traditional patterns and consistently improve production efficiency and 3) to determine the efficiency of the small-scale Jacquard weaving machine. The population and samples in this study were divided into two groups: 1) community leaders, folk philosophers, and villagers at the Traditional Thai Dam Cultural Center, Moo 1, Ban Don Sub-district, U-thong District, Suphan Buri and 2) a target group of about 30 people interested in Thai Song Dam woven fabric products, who participated in product testing. The research instruments included interview forms, product evaluation forms, and product testing. Data were analyzed using frequency, percentage, mean, standard deviation, and user satisfaction level analysis. The findings revealed the following: 1) The study of the identity of woven fabric patterns of the Thai Song Dam ethnic group at the Traditional Thai Dam Cultural Center showed that the technique of creating patterns involved folding fabrics of various colors and stitching them together, as well as the use of “eua saew” embroidery with different motifs on black fabric. Black is particularly significant, as it represents the original name of the ethnic group. 2) The results of designing and developing the small-scale Jacquard weaving machine to preserve the traditional patterns of the Thai Song Dam ethnic group demonstrated that the machine could be installed on existing looms and operated according to traditional weaving plans. 3) The evaluation revealed that all five dimensions were rated at high to very high levels, with “structural strength” receiving the highest score ($\bar{x}$ = 4.70, SD = 0.44). This indicates that durability, safety, and

functionality are the most valued attributes of the product. Overall, the small-scale Jacquard loom was assessed as efficient, reliable, and well-suited for user needs. Although the punch-card technique allowed for the creation of patterns, there were limitations, as the studied motifs were embroidered. Consequently, the patterns could not be fully replicated through weaving alone. To achieve completeness, it is necessary to combine Jacquard weaving with the coiling process.

Keywords : jacquard, loom, small jacquard

Introduction

Fabric is a basic fundamental necessity to human life. This is because fabric makes up one of the four essential factors. In addition to needing food, housing and medicine, agrarian societies ever since the past have had to weave fabrics for use in their families. Their weaving techniques have been accumulated and passed on over time by female family members, since weaving is an art which requires diligence, patience, perseverance, meticulousness and delicateness. Mothers or grandmothers take charge of teaching and passing on their techniques and experiences in weaving to their daughters or granddaughters. Thus, their skills became intellectual heritage passed on from one generation to the next in the same manner as cultural heritage. Fabrics have long been produced in every region of Thailand. The methods involved in their production are meticulous. There are techniques for creating various complex and uncomplex patterns such as by dyeing to create patterns, adding warp and weft lines to create patterns and twisting two strands of silk into one. The patterns woven on attractive fabrics result from the wisdom of the weavers and the natural environment. Thai woven fabric patterns began from things observed in nature, followed by various combinations of geometric patterns (Phetnil & Kularb, 2022).

Fabric weaving is a part of the human way of life. (Sinthuchai & Yodmalee, 2021). This is because it is the production of clothing, which is part of the four essential factors for human life. Furthermore, fabric weaving is an art in itself. The weaving cone by each ethnic group has its own shapes patterns, and these shapes and patterns indicate identity and culture as well as the beliefs and backgrounds of each ethnic group. Some of these patterns and symbols have been passed on across many generations. Some patterns are

named in local languages and not understood by Thai people in other regions, such as the Ia pattern, Bak Chan pattern, etc. Meanwhile, some other names have been known widely without any knowledge on their backgrounds such as the spider pattern and squid pattern. Furthermore, some patterns are given new names such as the "Kho Phra Thep" pattern, etc. Some symbols and patterns are connected to the attitudes and beliefs of the local Thai people, who have passed them on through many generations, and many are connected to patterns apparent in other arts such as reliefs and architectural works. Sometimes they are even mentioned in local myths and literatures. Finally, some patterns are attitudes shared with contemporary beliefs and appear in the arts of many countries such as hook patterns and spiral patterns (Chanpla, J., et al. ,2011).

At present, fabric weaving is still taking place in many localities to produce the same traditional patterns. This is particularly true for certain ethnic communities dispersed across various regions of Thailand. For weaving in the lower central region (UthaiThani, Chai Nat, Suphan Buri, Saraburi, Lopburi, Nakhon Pathom, Ratchaburi, Phetchaburi, etc.), Thai Yuan and Thai Lao settled in these places over various time periods in Thai history, especially in the case of Thai Lao ethnic groups such as the Puan, Song, Phu Thai, Krang, etc., who settled there. (Kongkaew & Chanthong, 2021). These Thai Lao peoples have retained their distinct cultures and identities, especially the patterns they weave into their fabrics, which have various different colors and characteristics. That being said, the Thai Song Dam of Lao Song people who settled in the country established homes which were similar to their own backgrounds. First, they settled in Phetchaburi, but then they moved to various adjacent provinces such as Suphan Buri, Nakhon Pathom, Chai Nat, Nakhon Sawan, Phitsanulok and

Phichit. Ever since the past, the Thai Song Dam preferred to manufacture their own tools and furniture, and a handicraft of theirs which stands out is their fabrics. Since the past, they grew their own silk worms for producing threads and for weaving fabrics. Fabric weaving is intimately connected with the unique culture of the Thai Song people. Their fabrics are unique and stand out for their distinct patterns, embroideries and stitch work. They largely preferred to use black fabrics and have preserved their traditions and customers. As a result, Thai Song Dam fabrics are valuable works which were developed by their ancestors and passed on to the later generations. Thai Song Dam groups are dispersed through the country but particularly in the central region. Suphan Buri is a particular province in which large numbers of Thai Song Dam have settled. They are spread across different areas, especially in Ban Don Sub-District. The woven fabrics and apparels of the Thai Song Dam represent their cultures and traditions and attitudes and beliefs in their daily lives. They stand out in that both men and women wear black clothing. Women, in particular, wear a skirt known as the watermelon skirt, which is made by weaving blue-dyed cotton together with red silk and covered with white patterns. At present, blue is the preferred color along with double threaded patterns and single threaded patterns. The people say that the fabric will sparkle in red when exposed to sunlight. Thus, it is a way for Thai Song Dam women to reminisce about their men when they go out to work in different areas for a long time. It is a way to send a message from the heart without direct communication. The watermelon skirt is worn with a sleeveless shirt. (Phetnil, 2023). However, the Hee shirt is worn during ceremonies. Men wear black pants known as Suang Hee pants, also worn with sleeveless shirts and Hee shirts. Most Thai Song Dam products are apparels and other handicrafts. These products are often bought by the Thai Song Dam

themselves, although a small number is purchased by tourists as souvenirs. These products clearly represent the culture of the Thai Song Dam people, as apparent from the colors and patterns in weaving and stitching such as red, orange, green, yellow and white colors, and distinctive patterns such as the Dok Chan pattern, Kho Kud pattern, Dok Paed pattern, etc. (Thongthai, 2022).

However, fabric weaving by the Thai Song Dam at Ban Don in Suphan Buri is beginning to disappear, since society is changing economically and socially, within increasing influences of education and communication, compounded by the increasing availability of cheap clothing made by industrial factories. Furthermore, modern Thai Song Dam people began taking interest in engaging in various occupations aside from farming, leading to a change in the lifestyles and culture of the Thai Song Dam of Suphan Buri. Weaving, in particularly, is no longer as common, and the people are dressing themselves differently. Villagers are replacing hand-woven fabrics with machine-woven fabrics. Consequently, their Thai handicrafts have practically vanished from some communities.

The design and development of a small-scale Jacquard loom for producing Tai Song Dam woven fabrics is highly significant in preserving and transmitting traditional patterns of this ethnic group. The weaving patterns of the Tai Song Dam are distinctive, reflecting a long-standing cultural identity and history. Traditionally, the creation of these intricate patterns relied on craftsmanship and individual expertise. Manual labor alone presents limitations in terms of time, precision, and production volume, making it difficult to meet contemporary demands (Department of Cultural Promotion, 2020). The small-scale Jacquard loom has thus been designed to address the challenges of reproducing traditional motifs. Its key feature is the ability to program complex

and diverse heddle-lifting sequences, enabling ancient patterns of high delicacy to be reproduced with accuracy, while reducing the risk of loss or distortion (Sureeporn, 2021). Moreover, it saves labor, shortens production time, and provides opportunities for designers and new weavers to learn and create contemporary patterns based on traditional designs more effectively (Supachai et al., 2021). Therefore, the small-scale Jacquard loom plays an essential role in safeguarding the cultural heritage of the Tai Song Dam. It not only preserves their unique motifs but also facilitates transmission, continuity, and the extension of indigenous knowledge into innovative contemporary creations in a sustainable manner (UNESCO, 2021).

Thus, in order to preserve and conserve Thai Song Dam fabric weaving at Ban Don in Suphan Buri and save it from vanishing due to social conditions and time, the researchers, which belong to an academic agency responsible for taking actions related to various academic services in order to strengthen communities and society and other activities related to establishing research networks to meet community and social needs, became interested in conducting a study to design and develop a small jacquard to enhance the quality of Thai Song Dam woven fabrics and to preserve their weaving patterns in order to reduce the need for memorization, weaving time, cost, time, and labor cost from the traditional weaving techniques to develop new Thai Song Dam products that will increase value in line with creative economy guidelines and preserve the identities and meanings of Thai Song Dam woven fabrics in order to ensure that Thai Song Dam fabrics can be developed into various products that can meet the needs of modern customers whose ways of living have changed in many ways. This effort is one way to preserve and pass on the fabric weaving of the Thai Song Dam people at Ban Don, Suphan Buri, and

prevent it from vanishing. The objectives has 3 topics: 1) To study the identity of woven fabric pattern of Thai Song Dam ethnic group in Traditional Thai Dam Cultural Center at Moo 1, Ban Don sub-district, U-thong district, Suphan Buri 2) To design and develop small-scale jacquard weaving machine to preserve traditional patterns and constantly increase production efficiency; 3) To determine the efficiency of the small jacquard weaving machines.

Material and methods

This research was a research with mixed methods that utilized a research and development process. This research was divided into four main phases as follows: Phase 1 – study of relevant knowledge and survey of basic data; Phase 2 – design and development of the jacquard; Phase 3 – testing of the developed design; and Phase 4 – refinement of the developed design.

1.2.1 Target Group

The target group consisted of community leaders, local sages, and villagers of at Moo 1, Ban Don, U-Thong, Suphan Buri, along with other people interested in Thai Song Dam woven fabrics. In all, there were 30 people.

1.2.2 Research Instrumentation

The instruments used in the research consisted of a structured in-depth interview form used for in-depth interviews of Thai Song Dam people at Ban Don, Suphan Buri, and a small jacquard product evaluation form. Product testing was supervised by 3 experts in testing jacquard design for weaving Thai Song Dam fabrics. The selection criteria were as follows: (1) One expert in the Thai Song Dam ethnic group; (2) One Thai Song Dam fabric manufacturer and distributor; and (3) One academic in weaving technologies.

1.2.3 Evaluation Form for Product Development and Design for Experts in Small Jacquard Product Design

- Data Analysis and Statistics Used in Data Analysis

(1) Quantitative data analysis was performed with data obtained from questionnaires analyzed as follows:

- Analysis by descriptive statistics covered frequencies, percentages, mean values, and standard deviations. Data were analyzed in five-level scales. The researcher used the concept by Best (Best, 1981) to interpret results as follows:

Mean from 4.50 - 5.00 means the highest

Mean from 3.50 – 4.49 means high

Mean from 2.50 – 3.49 means medium

Mean from 1.50 – 2.49 means low

Mean from 1.00 – 1.49 means the least

(2) Qualitative data analysis was conducted by using data obtained from the qualitative data collection instruments, namely, in- depth interviews and observation. Prior to analysis, data accuracy was verified. The data were then analyzed using the following techniques:

- Content analysis.
- Typology and taxonomy
- Cause and effect analysis

Results

1) Study of the uniqueness and identity of the woven patterns of Thai Song Dam fabrics at the Traditional Tai Dam Cultural Center, Moo 1, Ban Don Sub-District, U-Thong District, Suphan Buri

For the findings on the uniqueness and identity of the woven fabric patterns of the Thai Song Dam ethnic group at the Traditional Tai Dam Cultural Center, Moo 1, Ban Don Sub-District, U-Thong District, Suphan Buri, the researcher ordered the unique characteristics of woven fabric patterns according to pattern creation techniques and colors identifying the ethnic group. The findings were as follows:

A variety of folding and pulling techniques using various colored fabrics were used to create patterns. The Ua Saew was also used, which is a method to stitch lines into various patterns on a black fabric. The black color is a color which identifies the Thai Song Dam identity and is an origin of the ethnic group's name. The characteristics and styles of pattern adaptation of the Tai Song Dam are applied as follows:

1) Application through the use of five primary colors (red, orange, green, white, and black) applied as decorative elements on a black background.
2) Application of patterns using triangular and square shapes, combined to form motifs by folding edges or corners and stitching them together.
3) Application by adding details to the patterns, such as framing the motif with rectangular borders.
4) Application by retaining the original design but altering the colors, making it more suitable for contemporary use.
5) Application by rearranging shapes and colors on a black background, creating newly designed motifs that emphasize beauty and appropriateness for intended uses, particularly in the technique of patchwork pattern-making.

Figure 1. Floral stitching patterns of the Thai Song Dam textiles from Ban Don; Picture Taken by the Research Team on 20 July 2023

2) Design and development of a small jacquard to preserve traditional patterns and increase production effectiveness

For the findings on the design and development of a small jacquard to preserve traditional patterns of the Thai Song Dam people at the Traditional Tai Dam Cultural Center, Moo 1, Ban Don Sub-District, U-Thong District, Suphan Buri, the study in the design and development of the small jacquard by the research committee produced the following findings:

In regards to design, the small jacquard is mainly composed of 1) a lifting box part of the system for lifting control of standing threads, whereby as 160 cards in the machine come into contact with needles, patterns are created; and 2) a structure attached to the lifting box responsible for weaving fabrics.

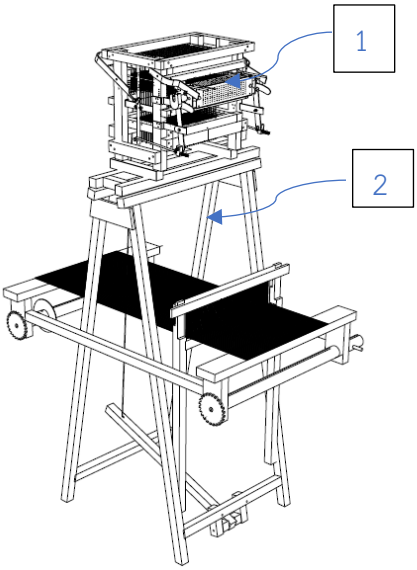


Figure 2. Small loom fitted with the 160 needle Jacquard system

In regards to techniques, the process to create patterns by using cards takes place by using punched cards to create patterns. Each card controls the lifting of standing threads in rows and columns, whereby 160 threads are lifted through a hive with ends attached to hooks in a box set. In the system, the code 0 means not punched or no lifting, while 1 means punctured or lifting. Thus, they make it possible to create desired patterns. Warp and weft lines are created by using spindles to weave threads through lifted threads which are impacted by beaters to firmly secure threads to produce the desired fabrics.

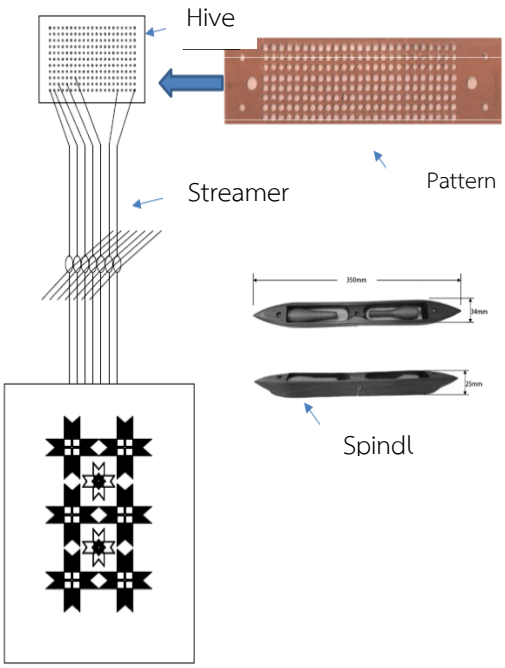


Figure 3. Mechanism for pattern generation using Jacquard punch cards

Figure 4. Prototype of a small semi-automatic weaving machine with a single treadle system

3) determine the efficiency of the small-scale Jacquard weaving machine

Evaluation Dimension	Item with Highest Mean	Mean ($\bar{X}$)	SD	Interpretation
Functionality	Value for money	4.60	0.52	The highest
Aesthetics	Modern and appealing design	4.45	0.48	high
Price	10,000–15,000 Baht	4.20	0.65	high
Safety & Maintenance	Safe design during use	4.55	0.50	The highest
Materials	Structural strength	4.70	0.44	The highest

The results indicated that in terms of Functionality, the highest mean score was found in the item "Value for money" ($\bar{X}$ = 4.60, SD = 0.52), which was interpreted as very high. For Aesthetics, the item with the highest score was "Modern and appealing design" ($\bar{X}$ = 4.45, SD = 0.48), interpreted as high. In the Price category, the most preferred option was "10,000–15,000 Baht" ($\bar{X}$= 4.20, SD = 0.65), also at a high level. Regarding Safety and Maintenance, "Safe design during use" achieved the highest score ($\bar{X}$ = 4.55, SD = 0.50), at a very high level. Finally, for Materials, the highest mean score was "Structural strength" ($\bar{X}$ = 4.70, SD = 0.44), which was at a very high level. Overall, the evaluation showed that structural strength of materials (5.3) had the highest mean score among all items, highlighting durability and reliability as the most valued attribute of the product.

Research Products

1) A loom installed with a small jacquard sized 160 needles.
2) A model for creating and recording community woven patterns for preserving Thai Song Dam woven fabrics through pattern cards.

Research Outcomes

1) Increased recognition of the importance of the Thai Song Dam culture and joint learning involving the community and Traditional Tai Dam Cultural Center.
2) Development of the small jacquard innovation for preserving Thai Song Dam woven fabric patterns.

Application of the Research Findings

Academics – Apply the findings to resolve problems or in other academic uses to provide new knowledge, for reference or for teaching students in a classroom setting, or to publish the research findings in a national- level periodical. (Khanthong & Praphan, 2021).

Policy – Use the findings as data to accompany the creation of measures and regulations by government organizations or agencies or in creating policies for managing local knowledge heritage. (Srisuk & Boonruang, 2022).

Communities – Use the small jacquard innovation created by the research in communities. (Wongruang & Chokthanasakun, 2023).

Commercial – Develop local woven fabric products or textile products to generate revenue or increase local fabric weaving effectiveness. (Kamonrat & Lertsakul, 2020).

Conclusions and Discussion

This research created results that can be used in academics, policies, communities and commerce. Local communities or other interested parties can apply the model for the design and development of the small jacquard in making appropriate improvements to local knowledge and technologies and increasing local fabric weaving effectiveness or in increasing production volume, reducing learning time, reducing skills, reducing shortages of knowledgeable people in passing on their knowledge, and increasing access in every age group as well as preserving the local woven fabric patterns of communities long in to the future. (Sookwong, 2021; Jantarasiri & Meethong, (2023). The model also has the potential to contribute to inclusive innovation at the community level, linking cultural sustainability with economic development. With appropriate adaptation, this innovation can be implemented in other weaving communities to empower local artisans and strengthen local identity through creative industries (Manopwisedkul & Chaiyasuk, 2022).

Acknowledgements

This work was fully supported by The Thailand Research Fund (TRF) (contract No. RDG61A0037)

References

Chanpla, J., et al. (2011). Development of Thai Song Dam woven fabric product styles to add value through the creative economy approach. *Bangkok: Department of Cultural Promotion.*

Department of Cultural Promotion. (2020). *Report on the transmission of wisdom and identity of the Tai Song Dam ethnic group.* Bangkok: Ministry of Culture.

Jantarasiri, T., & Meethong, S. (2023). Technological adaptation and heritage preservation in community textile industries: A case study of central Thailand weaving clusters. *Southeast Asian Cultural Innovation Journal, 5*(2), 71–88.

Kamonrat, N., & Lertsakul, J. (2020). Creative commercial development of ethnic woven products in central Thailand. *Journal of Local Economic Innovation, 3*(1), 55–70.

Khanthong, S., & Praphan, P. (2021). Integrating traditional textile knowledge into modern education: A case study of applied Jacquard weaving innovation in Thai universities. *Journal of Arts and Cultural Studies, 4*(2), 48–63.

Kongkaew, K., & Chanthong, A. (2021). Ethnic weaving heritage in lower central Thailand: Cultural continuity and adaptation among Thai Lao subgroups. *Journal of Cultural Identity and Heritage, 2*(1), 65–81.

Manopwisedkul, P., & Chaiyasuk, C. (2022). Integrating small loom innovations into rural creative economies: Lessons from northern Thailand. *Journal of Community-Based Design and Development, 4*(1), 35–52.

Phetnil, K., & Kularb, N. (2022). Designing contemporary products from traditional Thai woven textiles: A case study of northeastern weaving patterns. *Journal of Textile and Fashion Design, 4*(1) , 12– 28. doi:10.5555/jtfd.2022.04102

Phetnil, K. (2023). Women's roles and emotional expressions in Thai Song Dam textile symbolism: A study on the watermelon skirt tradition. *Journal of Ethnic Art and Design, 6*(1), 22–38.

Sinthuchai, S., & Yodmalee, P. (2021). The cultural transmission of traditional weaving practices in rural Thai communities. *Journal of Cultural Heritage Studies, 3*(2), 45–59.

Sookwong, P. (2021). Development of a small-scale Jacquard loom for enhancing local weaving innovation. *Journal of Thai Craft and Design, 3*(1), 14–29.

Srisuk, K., & Boonruang, W. (2022). Policy mechanisms for preserving community knowledge through textile heritage in Thailand. *Thai Journal of Social Development and Policy, 5*(1), 17–34.

Supachai, K., et al. (2021). Textile technology and contemporary design for cultural heritage preservation. *Journal of Design Research, 9*(1), 33–49.

Sureeporn, C. (2021). Preservation and development of Tai Song Dam woven patterns through loom innovation. *Journal of Art and Design, 15*(2), 45–58.

Thongthai, N. (2022). The visual identity of Thai Song Dam textiles: Patterns, symbolism, and continuity in central Thailand. *Textile Heritage Review, 5*(2), 33–49.

UNESCO. (2021). *Traditional weaving knowledge and intangible cultural heritage safeguarding.* Paris: UNESCO Publishing.

Wongruang, T., & Chokthanasakun, R. (2023). Community adaptation of small-scale weaving machines: Access, skills transfer, and intergenerational learning. *Community Technology and Innovation Review, 6*(1), 25–42.

การพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก

Development of Occupational Health and Safety Management Models in Furniture industry for small enterprises

โยธิน พลประถม [1], พงศ์ หรดาล[2*], คณกร สว่างเจริญ[3], ภาษิต ทินนาม[4]

Yotin Ponprathom[1], Pong Horadal[2*], Kanakorn Sawangcharoen[3], Pasit Tinnam[4]

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ สาขาวิชาอาชีวออนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

[2,3]สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

[4]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการโซ่อุปทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

[1]Occupational Health and Safety Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

[2,3]Technology and Innovation Management Program, Graduate School, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

[4]Program in Industrial Engineering and Supply Chain Management Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

[*]Corresponding author email: yothin711@hotmail.com

Received 03 Mar 2025 Revised 07 Jun 2025 Accepted 07 Aug 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนายจ้าง 6 คน พนักงาน 60 คน บุคลากรหน่วยงานรัฐ 2 คน ผู้นำชุมชน 2 คน และประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียง 2 คน การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีเลือกโดยการสุ่มอย่างง่ายและอิงดุลยพินิจ การวิเคราะห์ข้อมูลทำโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์ SWOT ตามดัชนีตัวชี้วัดความสำเร็จแบบสมดุล ได้แก่ มาตรการความปลอดภัย บรรยากาศความปลอดภัย และปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำงาน ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ระยะ ได้แก่ 1) การดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย 2) การกำหนดยุทธศาสตร์ในการดำเนินงาน และ 3) การนำมาตรฐานสากลมาใช้ การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบมีค่าเฉลี่ย 3.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75 และการประเมินคู่มือการใช้งานมีค่าเฉลี่ย 3.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 อยู่ในระดับดี องค์ความรู้จากการวิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางพัฒนาระบบความปลอดภัยในสถานประกอบการขนาดเล็ก เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตแรงงานและส่งเสริมวัฒนธรรมความปลอดภัยอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : การจัดการ, อาชีวอนามัยและความปลอดภัย, เฟอร์นิเจอร์, สถานประกอบการขนาดเล็ก

Abstract

This research aimed to develop a model for occupational health and safety management in the furniture industry for small enterprises. The sample group consisted of 6 employers, 60 employees, 2 government officials, 2 community leaders, and 2 local residents. Sampling was conducted using simple random and purposive sampling methods. Data were analyzed using descriptive statistics and SWOT analysis based on balanced scorecard indicators, including safety measures, safety climate, and occupational health risk factors. The study found that the developed model comprised three phases: (1) occupational health and safety operations, (2) strategic planning for implementation, and (3) adoption of international standards. The evaluation of the model's appropriateness yielded an average score of 3.93 with a standard deviation of 0.75, while the user manual received an average score of 3.87 with a standard deviation of 0.51, both considered good. The knowledge obtained from this research can serve as a guideline for improving safety management systems in small enterprises, enhancing workers' quality of life, and promoting a sustainable safety culture.

Keywords : Management, Occupational Health and Safety, Furniture, Small Enterprise

บทนำ

อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วและมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจด้วยการสร้างงานจำนวนมาก (Ratnasingam et al., 2016) อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้มีบทบาทสำคัญในการสร้างมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรธรรมชาติและการจ้างงานท้องถิ่น แต่ปัจจุบันเผชิญกับความท้าทาย เช่น ต้นทุนสูง วัตถุดิบผันผวน ปัญหาสิ่งแวดล้อม และการแข่งขันจากสินค้านำเข้า ผู้ประกอบการจึงต้องปรับตัวด้านนวัตกรรมและการผลิตเพื่อความอยู่รอดและแข่งขันได้ในระยะยาว อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมนี้มีความเสี่ยงสูงจากทั้งสภาพแวดล้อมการทำงานและอุบัติเหตุ เนื่องจากการใช้แรงงานมากและการทำงานที่รวดเร็ว โดยสถานประกอบการขนาดเล็กมักใช้แรงงานนอกระบบที่มีระดับการศึกษาต่ำและอายุสูง ซึ่งไม่สามารถเข้าทำงานในสถานประกอบการขนาดใหญ่ได้ การดูแลอาชีวอนามัยและความปลอดภัยจึงมีความสำคัญในการลดความเสี่ยงและเสริมสร้างสวัสดิการให้กับพนักงาน (Landstad et al., 2022) แม้ว่าสถานประกอบการขนาดเล็กมักมองข้ามเรื่องนี้ (Olsen et al., 2012) และพนักงานมักไม่ได้รับสิทธิประโยชน์ เช่น การประกันสุขภาพหรือค่าชดเชยตามกฎหมาย (Dugolli, 2021) รวมถึงการทำงานในสภาพแวดล้อมที่กดดันทั้งด้านเวลาและแรงงาน (Bonafede et al., 2016)

อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ขยายตัวอย่างรวดเร็วและมีบทบาทสำคัญในเศรษฐกิจโดยการสร้างงานจำนวนมาก แต่มีความเสี่ยงสูงจากสภาพแวดล้อมการทำงานและอุบัติเหตุเนื่องจากการใช้แรงงานเข้มข้นและการทำงานที่ โดยสถานประกอบการขนาดเล็กมักใช้แรงงานนอกระบบที่มีระดับการศึกษาต่ำและอายุสูง การดูแลอาชีวอนามัยและความปลอดภัยจึงสำคัญในการลดความเสี่ยงและเสริมสวัสดิการพนักงาน (Landstad et al., 2022) อย่างไรก็ตาม สถานประกอบการขนาดเล็กมักมองข้ามเรื่องนี้ (Olsen et al., 2012) และพนักงานมักไม่ได้รับสิทธิประโยชน์ตามกฎหมาย เช่น การประกันสุขภาพหรือค่าชดเชย รวมถึงการทำงานในสภาพแวดล้อมที่กดดัน (Bonafede et al., 2016)

ผู้วิจัยจึงมุ่งพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ขนาดเล็ก โดยเน้นการวิเคราะห์สภาพการดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการที่เหมาะสมและประเมินประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ขนาดเล็กและสถานประกอบการที่มีลักษณะคล้ายกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์สภาพการดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก

2. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก

3. เพื่อประเมินรูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนายจ้างของสถานประกอบการในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ขนาดเล็ก จำนวน 6 คน พนักงานจำนวน 60 คน กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีของ (Marshall 2013) และทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบเลือกโดยการสุ่ม (Purposeful random sampling) ตามวิธีของ Duan and Hoagwood (2015) บุคลากรหน่วยงานรัฐ จำนวน 2 คน ผู้นำชุมชน จำนวน 2 คน การสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเลือกแบบแบบอิงดุลยพินิจ (judgmental sampling) และประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้ในพื้นที่ จำนวน 2 คน การสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบเลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย Purposeful random sampling (Duan and Hoagwood, 2015)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์เชิงลึกและแบบสอบถามโดยแบ่งเครื่องมือออกเป็น 10 ชิ้น ดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องมือชิ้นที่ 1- 4 แบบสัมภาษณ์การดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สำหรับนายจ้าง พนักงาน หน่วยงานรัฐ ผู้นำชุมชน และประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้กับสถานประกอบการ ตามลำดับ

2.2 เครื่องมือชิ้นที่ 5 - 7 แบบสำรวจมาตรการความปลอดภัยในการทำงาน บรรยากาศความปลอดภัยในการทำงาน ปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำงานในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก (สำหรับนายจ้างและพนักงาน) ตามลำดับ

2.3 เครื่องมือชิ้นที่ 8 - 10 แบบประเมินคู่มือการใช้งานรูปแบบ ความเหมาะสมของรูปแบบ ความเป็นไปได้ของรูปแบบ การจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก ตามลำดับ

4. วิธีการหาคุณภาพของเครื่องมือ การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยร่างแบบสัมภาษณ์นำไปเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน และนำผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติ (Item Objective congruence หรือ IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิลงความเห็น และการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาตามวิธีของครอนบาค (Cronbach)

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกและแบบสอบถาม และนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาตรวจสอบความถูกต้อง และความครบถ้วนก่อนนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติต่อไป

6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์และสรุปผลโดยมี 10 ส่วน สถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

ตอนที่ 1 การดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย วิเคราะห์โดยการแจกแจง รายละเอียดและเรียบเรียงเป็นความเรียง

ตอนที่ 2 มาตรการความปลอดภัยในการทำงาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ

ตอนที่ 3 บรรยากาศความปลอดภัยในการทำงาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ

ตอนที่ 4 ปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำงาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ SWOT (จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส อุปสรรค) วิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงรายละเอียด

ตอนที่ 6 แนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงรายละเอียด

ตอนที่ 7 การพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงรายละเอียด

ตอนที่ 8 การวิเคราะห์รูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยโดยผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงรายละเอียด

ตอนที่ 9 การประเมินรูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยโดยผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ

ตอนที่ 10 การประเมินคู่มือการใช้งานรูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากสำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาผลการวิจัย หมายเลข 048/65E5-V.02

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยการพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก ในเขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร สรุปผลตามลำดับดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละการดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก เกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัยในการทำงาน

การดำเนินงาน	**มี**		**ไม่มี**	
	N(6)	%	n(6)	%
1. ด้านการกำจัดอันตรายหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการ	4.2	70	1.8	30
2. ด้านการควบคุมเชิงวิศวกรรม	3	52	3	48
3. ด้านการสร้างความตระหนักถึงอันตรายจากการทำงานกับเครื่องจักร	1	23	5	77
4. ด้านการอบรมและวิธีการปฏิบัติงานกับเครื่องจักรอย่างปลอดภัย	3	42	3	58
5. ด้านอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	2	33	4	67
รวมทุกด้าน	**2.64**	**44**	**3.36**	**56**

จากตารางที่ 1 พบว่า การดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็กเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัย โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 2.64 คิดเป็นร้อยละ 44 โดยด้านที่มีการดำเนินการมากที่สุดคือ การกำจัดอันตรายหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการ (ค่าเฉลี่ย 4.2, ร้อยละ 70) รองลงมาคือ การควบคุมเชิงวิศวกรรม (ค่าเฉลี่ย 3, ร้อยละ 52) และน้อยที่สุดคือ การสร้างความตระหนักถึงอันตรายจากการทำงานกับเครื่องจักร (ค่าเฉลี่ย 1, ร้อยละ 23)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก เกี่ยวกับบรรยากาศความปลอดภัยในการทำงาน

บรรยากาศความปลอดภัยในการทำงาน	**สภาพการดำเนินงาน**		
	$\overline{X}$	**S.D**	**แปลผล**
1. ด้านความรับผิดชอบด้านความปลอดภัยของฝ่ายบริหารและลูกจ้าง	1.66	0.69	ต้องปรับปรุง
2. การมีส่วนร่วมการเสริมพลังและความยุติธรรมด้านความปลอดภัย	1.66	0.54	พอใช้
3. ด้านการรับรู้และการจัดการความเสี่ยงของลูกจ้าง	1.67	0.51	พอใช้
4. ด้านการจัดกิจกรรมด้านความปลอดภัย	1.55	0.73	ต้องปรับปรุง
5. ด้านการเรียนรู้การสื่อสารและความไว้วางใจในการทำงาน	3.03	0.65	พอใช้
รวมทุกด้าน	**1.91**	**0.62**	**พอใช้**

จากตารางที่ 2 พบว่าบรรยากาศความปลอดภัยในการทำงานโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 1.91 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.62 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การเรียนรู้การสื่อสารและความไว้วางใจในการทำงาน (ค่าเฉลี่ย 3.03) รองลงมาคือ การรับรู้และการจัดการความเสี่ยงของลูกจ้าง (ค่าเฉลี่ย 1.67) และการจัดกิจกรรมด้านความปลอดภัย (ค่าเฉลี่ย 1.55) ขณะที่ข้อที่สำคัญที่สุดคือ การมีเป้าหมายด้านความปลอดภัยชัดเจน (ค่าเฉลี่ย 4.38) และการเป็นแบบอย่างด้านความปลอดภัย (ค่าเฉลี่ย 4.37) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ

ฝ่ายบริหารไม่มุ่งมั่นให้ลูกจ้างมีทักษะด้านความปลอดภัย (ค่าเฉลี่ย 1.43) และการมองว่าอุบัติเหตุเล็ก ๆ น้อย ๆ เป็นสิ่งปกติ (ค่าเฉลี่ย 1.43)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยร้อยละการดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก เกี่ยวกับปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำางาน

ปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการสภาพทำงาน	**มี ปัจจัยคุกคาม**		**ไม่มี ปัจจัยคุกคาม**	
	จำนวน	**ร้อยละ**	**จำนวน**	**ร้อยละ**
1. สภาพแวดล้อมการทำงานด้านกายภาพ	41.8	69.67	17.8	29.67
2. สภาพแวดล้อมการทำงานด้านเคมี	43	71.67	17	28.33
3. สภาพแวดล้อมการทำงานด้านชีวภาพ	39	65.00	21	35.00
4. สภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์	51	85.00	9	15.00
5. สภาพแวดล้อมการทำงานด้านจิตสังคม	42.5	70.83	17.17	28.61
6. ด้านสภาพการทำงานที่ไม่ปลอดภัย	46.2	77.00	13.8	23.00
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	**43.92**	**73.19**	**16.08**	**26.81**

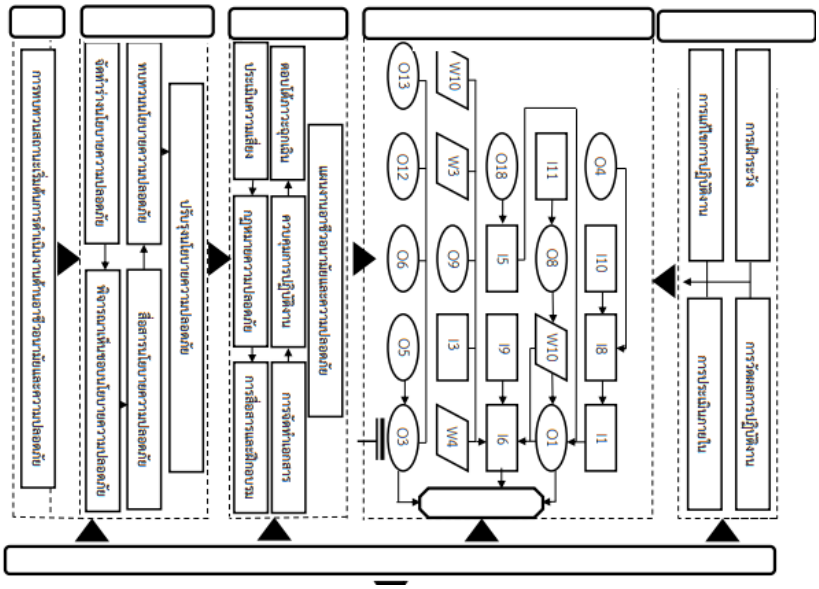
จากตารางที่ 3 พบว่าปัจจัยคุกคามสุขภาพจากสภาพการทำงานโดยรวมมีจำนวน 43.92 คิดเป็นร้อยละ 73.19 โดยด้านที่มีค่ามากที่สุดคือ สภาพแวดล้อมการทำงานด้านการยศาสตร์ (จำนวน 51, ร้อยละ 85) รองลงมาคือ สภาพการทำงานที่ไม่ปลอดภัย (จำนวน 46.2, ร้อยละ 77) และสภาพแวดล้อมการทำงานด้านชีวภาพ (จำนวน 39, ร้อยละ 65) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า การทำงานกับเครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้ามากที่สุด (จำนวน 55, ร้อยละ 91.67) รองลงมาคือ อากาศร้อนอบอ้าวและการก้มตัวขณะทำงาน (จำนวน 53, ร้อยละ 88.33) ส่วนข้อที่น้อยที่สุดคือ มีแสงจ้ามากเกินไป (จำนวน 18, ร้อยละ 30)

การวิเคราะห์ SWOT ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็กพบว่า จุดแข็ง มีระบบการสอนงาน ชี้แจงก่อนเริ่มงาน เปิดโอกาสให้พนักงานมีส่วนร่วม มีวัฒนธรรมองค์กรที่ดี และใช้มาตรการควบคุมทางวิศวกรรมเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัย จุดอ่อน ขาดความมุ่งมั่นของผู้บริหาร ไม่มีระบบอาชีวอนามัยที่ชัดเจน ขาด

มาตรการป้องกันอุบัติเหตุ บุคลากร งบประมาณ และกิจกรรมรณรงค์อย่างต่อเนื่อง โอกาสได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานรัฐและชุมชน ทำให้ปฏิบัติตามกฎหมายง่ายขึ้นและมีความช่วยเหลือเมื่อเกิดอุบัติเหตุ อุปสรรค ปัญหาร้องเรียนจากชุมชน ขาดแผนงานและรายงานด้านอาชีวอนามัย และมีข้อจำกัดในการนำแนวคิดหรือนวัตกรรมใหม่มาใช้

แนวทางการพัฒนา คือ กำหนดมาตรฐานการสอนงานและฝึกอบรมด้านความปลอดภัย ส่งเสริมวัฒนธรรมความปลอดภัย ปรับปรุงมาตรฐานการควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องจักร จัดทำนโยบายและแผนงานอาชีวอนามัย กำหนดมาตรการป้องกันและบริหารความเสี่ยง ส่งเสริมความร่วมมือกับหน่วยงานรัฐและชุมชน และทบทวนการจัดการเพื่อแก้ไขปัญหา ลดความเสี่ยงจากการร้องเรียน และเพิ่มประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย

7. การพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงรายละเอียดและเรียบเรียงเป็นความเรียง



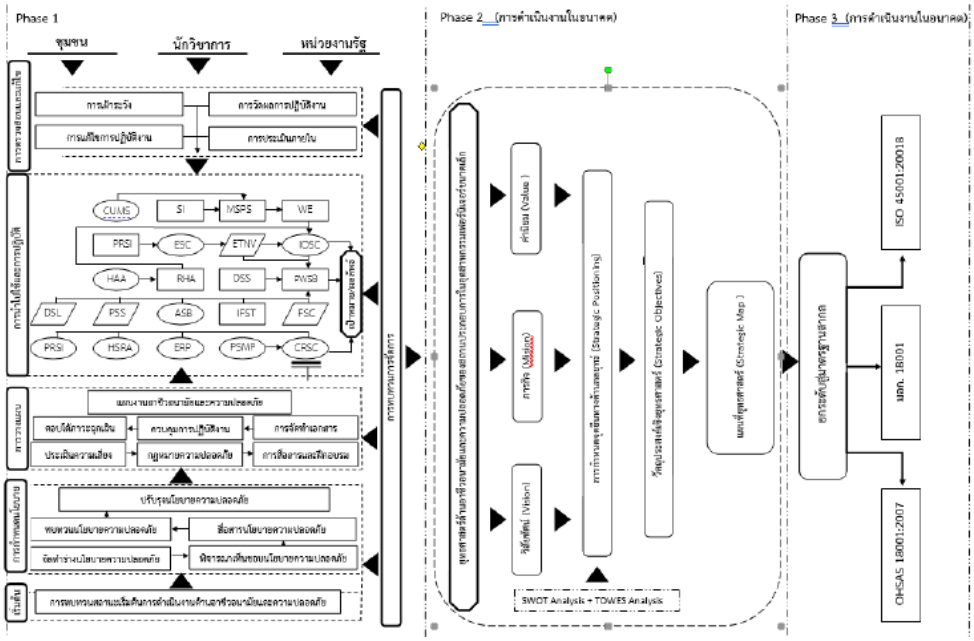
ภาพที่ 1 รูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก พัฒนาครั้งที่ 1

8. การวิเคราะห์รูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก โดยผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงรายละเอียดและเรียบเรียงเป็นความเรียง

8.1ควรเพิ่มการมีส่วนร่วมของนักวิชาการในรูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยสำหรับอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ขนาดเล็ก เนื่องจากสถานประกอบการมักขาดงบประมาณในการดำเนินงานด้านนี้ ผู้เชี่ยวชาญชี้ว่า สถานประกอบการขนาดเล็กมีศักยภาพจำกัดในการสนับสนุนงบประมาณ จึงควรพึ่งพาภาควิชาการหรือนักวิจัยที่สามารถนำงบประมาณจากโครงการศึกษาวิจัยมาสนับสนุน ตลอดจนถ่ายทอดองค์ความรู้ให้สถานประกอบการ

8.2 ควรมีแผนรองรับการยกระดับการดำเนินงานในอนาคต เมื่อสถานประกอบการนำรูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยไปใช้จนเกิดผลลัพธ์เบื้องต้นแล้ว ควรเตรียมแนวทางพัฒนาเพื่อยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยให้ดียิ่งขึ้น

จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงรูปแบบการจัดการดังกล่าวตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก พัฒนาครั้งที่ 2

9. การประเมินรูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก โดยผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ และค่าร้อยละ และเรียบเรียงเป็นความเรียง

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก

ข้อคำถาม	**ความเหมาะสมของรูปแบบ**		
	$\bar{X}$	**S.D**	**แปลผล**
1. วัตถุประสงค์ของการพัฒนารูปแบบ	4.00	0.76	มาก
2. เป้าหมายของการพัฒนารูปแบบ	3.75	0.71	มาก
3. กรอบแนวทางการพัฒนารูปแบบ	4.00	0.76	มาก
4. องค์ประกอบด้านการทบทวนสถานะเริ่มต้น	4.26	0.71	มาก
5. องค์ประกอบด้านการกำหนดนโยบายอาชีวอนามัยและความปลอดภัย	3.74	0.46	มาก
6. องค์ประกอบด้านการวางแผน	4.24	0.71	มาก
7. องค์ประกอบด้านการนำไปใช้และการปฏิบัติ	3.76	0.71	มาก
8. องค์ประกอบด้านการตรวจสอบและแก้ไข	4.13	0.64	มาก
9. องค์ประกอบด้านการทบทวนการจัดการ	3.88	0.64	มาก
10. องค์ประกอบด้านปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	3.63	0.74	มาก
11. การดำเนินการในการใช้งานรูปแบบ	3.63	0.74	มาก
12. กรอบแนวทางในการพัฒนารูปแบบ	3.88	0.83	มาก
13. การแจกแจงรายละเอียดของรูปแบบ	4.13	0.99	มาก
14. การนำรูปแบบไปใช้ประโยชน์	3.88	0.83	มาก
15. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบ	4.00	1.07	มาก
ภาพรวม	**3.93**	**0.75**	**มาก**

จากตารางที่ 4 พบว่าความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็กโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 3.93 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75) อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า องค์ประกอบด้านการทบทวนสถานะเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 4.26 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71) รองลงมาคือ องค์ประกอบด้านการวางแผน (ค่าเฉลี่ย 4.24, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.71) และน้อยที่สุดคือ องค์ประกอบด้านการกำหนดนโยบายอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (ค่าเฉลี่ย 3.74, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46)

10. การประเมินคู่มือการใช้งานรูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็กวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแจกแจงความถี่ และค่าร้อยละ และเรียบเรียงเป็นความเรียง

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินคู่มือการใช้งานรูปแบบการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็ก

ข้อคำถาม	**ผลการประเมินคู่มือ**		
	$\bar{X}$	S.D	**แปลผล**
1. ด้านการออกแบบรูปเล่มของคู่มือ	3.88	0.55	ระดับดี
2. ด้านเนื้อหาในคู่มือ	3.95	0.48	ระดับดี
3. ด้านการนำคู่มือไปใช้ประโยชน์	3.67	0.57	ระดับดี
ภาพรวม	**3.87**	**0.51**	**ระดับดี**

จากตารางที่ 5 พบว่า การประเมินคู่มือการใช้งานรูปแบบการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สำหรับสถานประกอบการขนาดเล็กโดยรวมมีค่าเฉลี่ย 3.87 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51) อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า เนื้อหาของคู่มืออ่านแล้วเข้าใจง่ายมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ 4.14 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64) รองลงมาคือ เนื้อหาช่วยให้บุคคลทั่วไปเข้าใจหลักการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (ค่าเฉลี่ย 4.13, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.64) และน้อยที่สุดคือ สถานประกอบการ

สามารถนำคู่มือไปใช้ในการพัฒนาด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยได้ (ค่าเฉลี่ย 3.50, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53)

อภิปรายผล

1. ระดับการดำเนินงานด้านความปลอดภัยการดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากขนาดของสถานประกอบการและทรัพยากรที่จำกัด สอดคล้องกับ Olsen et al. (2012) ที่ชี้ว่าธุรกิจขนาดเล็กเผชิญกับความเสี่ยงสูงและข้อจำกัดด้านกฎหมาย การพัฒนามาตรการความปลอดภัยเป็นระบบสามารถช่วยลดอุบัติเหตุได้สูงถึง 52% (Porru et al., 2017) การนำมาตรการระบบความปลอดภัยมาใช้จริงในธุรกิจขนาดเล็กจะช่วยลดอุบัติเหตุและเพิ่มความยั่งยืนในการดำเนินงานได้อย่างชัดเจน

2. บรรยากาศความปลอดภัยในการทำงานบรรยากาศความปลอดภัยอยู่ในระดับปานกลาง แต่ขาดการมีส่วนร่วมของพนักงาน โดยเฉพาะด้านความรับผิดชอบและการจัดกิจกรรมด้านความปลอดภัย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Griffin & Curcuruto (2016) ที่พบว่าความมุ่งมั่นของฝ่ายบริหารส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงของพนักงาน การเสริมสร้างความมุ่งมั่นของผู้บริหารและกระตุ้นการมีส่วนร่วมของพนักงานในกิจกรรมความปลอดภัยจะช่วยลดพฤติกรรมเสี่ยงและส่งเสริมวัฒนธรรมปลอดภัยในองค์กร

3. ปัจจัยคุกคามสุขภาพจากสภาพแวดล้อมการทำงานสถานประกอบการขนาดเล็กมีปัจจัยคุกคามสุขภาพในระดับสูง (73.19%) โดยเฉพาะด้านการยศาสตร์ (85%) และสภาพการทำงานที่ไม่ปลอดภัย (77%) ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องได้รับการแก้ไข (Olsen et al., 2012) การประเมินและปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการลดอันตรายและส่งเสริมสุขภาพแรงงาน

4. แนวทางพัฒนารูปแบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย การฝึกอบรมและแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัย ควรมีระบบฝึกอบรมและการบริหารความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ (Gallagher, 2000)

4.1 การสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย ใช้จุดแข็งด้านความใกล้ชิดของพนักงานในการส่งเสริมบรรยากาศการทำงานที่ปลอดภัย ลดความเครียด และเพิ่มแรงจูงใจในการทำงาน (Unlamai et al., 2018)

4.2 การปรับปรุงมาตรฐานเครื่องจักรและพื้นที่ทำงาน ต้องมีระบบตรวจสอบบำรุงรักษา และกำหนดมาตรฐานความปลอดภัย (Micheli & Cagno, 2010)

4.3 การกำหนดนโยบายด้านความปลอดภัย: ควรมีการทบทวนและปรับปรุงนโยบายอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล (Robertson et al., 2021)

การพัฒนาองค์รวมในด้านวัฒนธรรมความปลอดภัย การดูแลเครื่องจักร และการกำหนดนโยบายที่เป็นระบบ จะช่วยให้สถานประกอบการขนาดเล็กเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการความปลอดภัยได้อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. ปัญหาของสถานประกอบการขนาดเล็กในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์สถานประกอบการขนาดเล็กมีปัญหาด้านงบประมาณ บุคลากร และองค์ความรู้ในการดำเนินงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ควรแสวงหาความร่วมมือกับหน่วยงานวิจัยหรือมหาวิทยาลัย เพื่อรับทุนและองค์ความรู้ในการยกระดับการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. การจัดตั้งคณะทำงานเนื่องจากสถานประกอบการมีบุคลากรจำนวนน้อย ควรจัดตั้งคณะทำงานร่วมกันเพื่อรับผิดชอบด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย โดยหมุนเวียนหน้าที่เพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วม การทำงานร่วมกันจะช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไปควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบการนำรูปแบบการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยไปใช้กับสถานประกอบการที่มีบริบทใกล้เคียงกันเพื่อค้นหาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

ปรีชาชัยชนันท์, ชวพรพรรณ จันทร์ประสิทธิ์, และ ธานี แก้วธรรมานุกูล. (2557). ปัจจัยคุกคามสุขภาพจากการทำงาน การเจ็บป่วยและบาดเจ็บที่เกี่ยวเนื่องจากการทำงานของแรงงานนอกระบบ: กรณีศึกษากลุ่มทำาโครงร่ม. *พยาบาลสาร*, *41*(2), 48–60.

สาวิลี คงสี, พยงค์ เทพอักษร, และ สาลี อินทร์เจริญ. (2561). การประเมินสิ่งคุกคามสุขภาพและอาการระบบทางเดินหายใจของพนักงานโรงเลื่อยไม้ยางพาราในจังหวัดตรัง. *วารสารสาธารณสุขและวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, *1*(1), 47–64.

สุภาวิดา พริกเล็ก. (2560). ความรู้ ทักษะการบริหาร และการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานอุตสาหกรรมผลิตยางธรรมชาติ พื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย. *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ*, *10*(35), 21–35.

อดิลักษณ์ พุ่มอิ่ม. (2564). การพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยด้านงานความเครียดในการทำงานที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงานในนิคมอุตสาหกรรมเกตเวย์ซิตี้. *วารสารวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน*, *7*(2), 122–135.

Arnold, R. D., & Wade, J. P. (2015). A definition of systems thinking: A systems approach. *Procedia Computer Science*, *44*, 669–678.

Bonafede, M., Corfiati, M., Gagliardi, D., Boccuni, F., & Ronchetti, M. (2016). OHS management and employers' perception: Differences by firm size in a large Italian company survey. *Safety Science*, *89*, 11–18.

Castillo, D. N., & James, C. (2013). Reflecting on the 5th National Occupational Injury Research Symposium and looking forward. *Journal of Safety Research*, *44*(1), 3–5.

De, M. D., Gnoni, M. G., Guglielmi, A., Micheli, G. J., Sala, G., & Vitrano, G. (2022). Designing national systems to support the analysis and prevention of occupational fatal injuries: Evidence from Italy. *Safety Science*, *147*, 105615.

Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, *42*, 533–544.

Dyson, R. G. (2004). Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. *European Journal of Operational Research*, *152*(3), 631–640.

Griffin, M. A., & Curcuruto, M. (2016). Safety climate in organizations. *Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, *3*, 191–212.

Hannon, P. A., Helfrich, C. D., Chan, K. G., Allen, C. L., & Harris, J. R. (2017). Development and pilot test of the Workplace Readiness Questionnaire, a theory- based instrument small workplaces' readiness to implement wellness programs. *American Journal of Health Promotion*, *3*(1), 67–75.

Karanikas, N., Popovich, A., Steele, S., Horswill, N., Laddrak, V., & Roberts, T. (2020). Symbiotic types of systems thinking with systematic management in occupational health and safety. *Safety Science*, *128*, 104752.

Landstad, B. J., Vinberg, S., Rahme, A., Vigren, G., & Hagqvist, E. (2022). Management by values: A qualitative study of how small business owners in the cleaning sector view and implement their employer responsibilities with respect to occupational safety and health management. *Safety Science*, *148*, 105649.

Liu, S., Li, H., & Mei, Q. (2021). Research on system dynamic of buying work safety services in small and medium-sized enterprises. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, *30*(3), 339–362.

Marshall, B. (2013). Does sample size matter in qualitative research? A review of qualitative interviews in IS research. *Journal of Computer Information Systems*, *54*, 11–22.

Micheli, G. J. L., & Cagno, E. (2010). Dealing with SMEs as a whole in OHS issues: Warnings from empirical evidence. *Safety Science*, *48*(6), 729–733.

Olsen, K., Legg, S., & Hasle, P. (2012). How to use programme theory to evaluate the effectiveness of schemes designed to improve the work environment in small businesses. *Work*, *41*(Suppl. 1), 5999–6006.

Porru, S., Calza, S., & Arici, C. (2017). Prevention of occupational injuries: Evidence for effective good practices in foundries. *Journal of Safety Research*, *60*, 53–69.

Ratnasingam, J., & Scholz, F. (2015). Assessment of dust emission and working conditions in the bamboo and wooden furniture industries in Malaysia. *European Journal of Wood and Wood Products*, *73*(4), 561–562.

Ratnasingam, J., Ramasamy, G., Ioras, F., Thanesegaran, G., & Mutthiah, N. (2016). Assessment of dust emission and working conditions in the bamboo and wooden furniture industries in Malaysia. *BioResources*, *11*(1), 1189–1201.

Robertson, M., Tubbs, D., Henning, R. A., & Murphy, L. A. (2021). Assessment of organizational readiness for participatory occupational safety, health and well-being programs. *Work*, *69*(4), 1317–1342.

Sinclair, R. R., & Tetrick, L. (2010). Labor unions and safety climate: Perceived union safety values and retail employee safety outcomes. *Accident Analysis & Prevention*, *42*, 1477–1487.

Sorensen, G., Sparer, E., Williams, J. A. R., Gundersen, D., & Wagner, G. R. (2018). Measuring best practices for workplace safety, health, and well-being: The Workplace Integrated Safety and Health Assessment. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, *60*(5), 430–439.

Zhou, Q., et al. (2022). Driving mechanism model for the supply chain work safety management behavior of core enterprises: An exploratory research based on grounded theory. *Frontiers in Psychology*, *12*, Article 867530.

การสร้างชุดขดลวดเหนี่ยวนำ สำหรับการทดลองทางฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์

The Construction of Induction Coils Set for Physics Experimental on Faraday' Law of Electromagnetic Induction

ทิพย์วรรณ หงกะเชิญ[1*], ธนพงษ์ เชื้อฉุน[2], เกศริน มีมล[1], วาทินี จันมี[3]

Tippavan Hongkachern[1*], Thanapong Chuechun[2], Kedsarin Meemon[3], Watinee Chanmee[4]

[1]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

[3]สาขาวิชาเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

[1]Physics Department, Faculty of Education, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

[2]Medical Science Department, Faculty of Science, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

[3]Chemistry Department, Faculty of Education, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok

[*]Corresponding author email: tippavan.ho@bsru.ac.th

Received 10 Jun 2025 Revised 10 Sep 2025 Accepted 08 Oct 2025

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของวิจัยนี้เป็นการสร้างและพัฒนาชุดขดลวดเหนี่ยวนำให้มีคุณภาพเพื่อใช้ประกอบเป็นชุดทดลองสำหรับการศึกษาหลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าตามกฎของฟาราเดย์ ผู้วิจัยได้สร้างชุดขดลวดเหนี่ยวนำซึ่งสร้างขึ้นจากลวดทองแดงพันรอบท่อพีวีซีเป็นขวดลวดโซลินอยด์ ประกอบไปด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ ผู้วิจัย

ทำการทดสอบการใช้งานและประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ผลการวิจัยพบว่า ขดลวดปฐมภูมิเส้นผ่านศูนย์กลางแกน 6.0 เซนติเมตร ความยาว 10 เซนติเมตร จำนวนรอบการพันขดลวด 150 200 และ 300 รอบ เมื่อผ่านไฟฟ้ากระแสสลับสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กสอดคล้องกับสนามแม่เหล็กจากกระแสไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ ขดลวดทุติยภูมิเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.2 เซนติเมตร ความยาว 4 เซนติเมตร จำนวนรอบการพันขดลวด 100 200 และ 300 รอบ ชุดขดลวดเหนี่ยวนำที่สร้างขึ้นเมื่อประกอบเป็นชุดทดลองสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำและกระแสไฟฟ้า โดยเมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ 50 เฮิรตซ์ ในช่วง 0.8 ถึง 1.2 แอมแปร์ ให้กับขดลวดปฐมภูมิจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิในช่วง 1.75 ถึง 115 มิลลิโวลต์ เป็นไปตามกฎการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์ มีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 0.71 ถึง 14.22 เปอร์เซ็นต์ และมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$= 4.72, *S.D.* = 0.30)

คำสำคัญ : ขดลวดเหนี่ยวนำ, การทดลองทางฟิสิกส์, กฎการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์

Abstract

The objective of this research was to design and develop an induction coil set for use in experimental setups to study the principles of electromagnetic induction based on Faraday's law. The induction coil set consists of primary and secondary coils constructed specifically for educational and experimental purposes. The functionality of the apparatus was tested, and its quality was evaluated by experts.

The experimental results demonstrated that the primary coils (diameter: 6 cm, length: 10 cm) with 100, 200, or 300 turns produced magnetic fields consistent with the principle of the solenoid's magnetic field. The secondary coils, each with a diameter of 2.2 cm, a length of 4 cm, and 100, 200, and 300 turns respectively, were used to measure the induced electromotive force (EMF). When an alternating current at 50 Hz, ranging from 0.8 A to 1.2 A, was applied to the primary coil, the secondary coil generated an induced EMF in the range of 1.75 mV to 115 mV. The apparatus effectively demonstrates the relationship between electric current and induced EMF, in accordance with Faraday's law of electromagnetic induction. The measured percentage error ranged from 0.71% to 14.22%. The quality is at a very good level ($\bar{X}$ = 4.72, *S.D.* = 0.30)

Keywords : Induction coils, Physics Experimental, Faraday's law of electromagnetic induction

1. บทนำ

การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องศึกษาหาเหตุผลมาอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ โดยเฉพาะในเนื้อหาที่มีความซับซ้อนจำเป็นต้องอาศัยสื่อการสอนที่ช่วยให้นักศึกษาเข้าใจหลักการทางกายภาพได้อย่างลึกซึ้ง หนึ่งในสื่อที่มีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมการเรียนรู้คือ ชุดทดลอง ซึ่งทำหน้าที่เป็นสื่อที่ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบประสบการณ์ตรงโดยสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนสามารถรับรู้และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง การลงมือปฏิบัติกิจด้วยตนเองทำให้ประสาทสัมผัสทั้งห้าได้รับรู้และเกิดการจดจำได้มากที่สุด ตามแนวคิด “กรวยประสบการณ์ (Cone of Experience)” ของ เอดการ์ เดล (Edgar Dale) (ดวงฤดี, 2549)

ชุดทดลองจึงมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนการสอนฟิสิกส์ โดยเฉพาะการทดลองเกี่ยวกับเรื่องแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction) ซึ่งช่วยให้นักศึกษาสามารถเข้าใจแนวคิดของกฎฟาราเดย์ (Faraday’s Law) ได้จากการสังเกตผลของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามปัจจุบันชุดทดลองที่ใช้งานในมหาวิทยาลัยราชภัฏเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาสูง มีขนาดใหญ่ และต้องประกอบด้วยอุปกรณ์หลายชิ้น ทำให้ยุ่งยากในการใช้งานและซ่อมบำรุง อีกทั้งยังมีจำนวนไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาในห้องเรียน แม้จะมีงานวิจัยที่พัฒนาอุปกรณ์หรือชุดทดลองทดแทน เช่น ชุดการทดลองแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำกระแส (ศุภกร กตาธิการกุล และคณะ, 2556) อุปกรณ์วัดสนามแม่เหล็กจากหลักการเหนี่ยวนำ (ทวีชัย เชื้อจีน, 2553), และการใช้หัววัดฮอลล์ (ชญานิศ ทองมาก และคณะ, 2553) การพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก สำหรับใช้ในการสอนวิชาฟิสิกส์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี (นันทนัช วัฒนสุภิญโญ, 2563) รวมถึงงานวิจัยที่ควบคุมระบบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ศึกษากฎของฟาราเดย์ เช่น งานวิจัยการพัฒนาชุดสาธิตการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าตามกฎของฟาราเดย์ในรายวิชาฟิสิกส์ (รัตติกานต์ ยะกะชัย และคณะ, 2565) และการศึกษาและพัฒนาชุดปฏิบัติการการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (สมภพ สุขเฉลิม และอมร เทศสกุลวงศ์, 2560) พบว่างานเหล่านี้ยังมีข้อจำกัดในด้านความเรียบง่ายในการสร้างสำหรับใช้งานในห้องเรียนและความเหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษาที่มีทรัพยากรจำกัด

ดังนั้นจากข้อจำจัดของงานวิจัยก่อนหน้านี้คือ การพัฒนาชุดทดลองที่สามารถสร้างได้ง่าย มีต้นทุนไม่สูงมาก และสามารถใช้ศึกษากฎของฟาราเดย์ได้ในระดับมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนา “ชุดขดลวดเหนี่ยวนำ” ซึ่งสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า และมิเตอร์วัดปริมาณทางไฟฟ้าที่มีอยู่ในชั้นเรียนใช้ประกอบเป็นชุดทดลองเรื่องกฎการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์ให้สามารถใช้งานจริงในการจัดการเรียนการสอน

2. วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างและพัฒนาชุดขดลวดเหนี่ยวนำให้มีคุณภาพ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

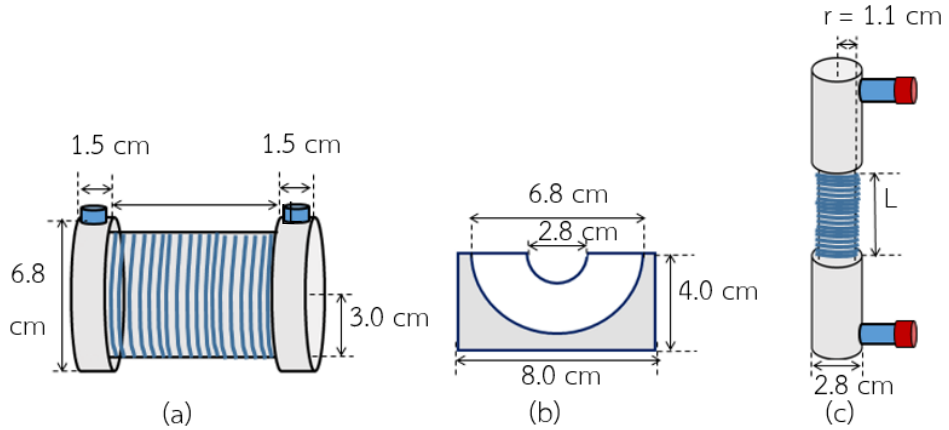
งานวิจัยนี้เป็นการสร้างและพัฒนาชุดขดลวดเหนี่ยวนำซึ่งประกอบไปด้วยขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ โดยสร้างขดลวดปฐมภูมิให้สามารถเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กสอดคล้องกับสมการการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กในขดลวดโซเลนอยด์ยาว และมีปริมาณของสนามแม่เหล็กเหมาะสมต่อการสร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดทุติยภูมิ โดยใช้แหล่งจ่ายไฟจากหม้อแปลงโวลต์ต่ำ และสร้างขดลวดทุติยภูมิให้สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้ในปริมาณที่วัดได้ด้วยเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าในห้องเรียน มีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. สร้างชุดขดลวดเหนี่ยวนำ

ขดลวดปฐมภูมิ สร้างโดยใช้ลวดทองแดงพันรอบท่อพีวีซีซึ่งมีรัศมี 3 เซนติเมตร เป็นขดลวดโซเลนอยด์ บริเวณปลายท่อทั้งสองด้านต่อเข้ากับขั้วไฟฟ้าดังภาพที่ 1 (a)

ฐานรองตั้ง ประกอบขึ้นจากแผ่นอะคริลิคใสตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร มีขอบสูงเว้าเป็นรูปครึ่งวงกลมใหญ่และเล็ก โดยครึ่งวงกลมใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลาง 6.8 เซนติเมตร และครึ่งวงกลมเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.8 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1 (b)

ขดลวดทุติยภูมิ สร้างโดยใช้ลวดทองแดงเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 มิลลิเมตร พันรอบท่อพีวีซี รัศมี 1.1 เซนติเมตร เป็นขดลวดโซเลนอยด์บริเวณปลายท่อทั้งสองด้านต่อกับขั้วไฟฟ้าดังภาพที่ 1 (c)



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของชุดขดลวดเหนี่ยวนำ (a) ขดลวดปฐมภูมิ (b) ฐานรองตั้ง และ (c) ขดลวดทุติยภูมิ

ภาพที่ 2 ชุดขดลวดเหนี่ยวนำ

ชุดขดลวดเหนี่ยวนำประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิยึดติดกับฐานรองตั้ง และนำขดลวดทุติยภูมิวางไว้ภายในกึ่งกลางของขดลวดปฐมภูมิโดยวางบนฐานรองตั้ง ดังภาพที่ 2 เมื่อนำมาประกอบกับอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟและเครื่องวัดได้เป็นชุดทดลองการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์ แสดงการต่อวงจรดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ชุดทดลอง เรื่องการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าของฟาราเดย์

2. ศึกษาสนามแม่เหล็กภายในขดลวดปฐมภูมิ

สร้างสนามแม่เหล็กโดยจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดปฐมภูมิโดยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับโวลต์ต่ำ (AC/DC Low Voltage Power Supply รุ่น Grammago No. 2019250) วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในเส้นลวดด้วยมัลติมิเตอร์ (FLUKE รุ่น 115 TRUE RMS MULTMETER) ปรับปริมาณกระแสไฟฟ้าด้วยกล่องตัวต้านทานปรับค่าได้

วัดค่าสนามแม่เหล็กภายในขดลวดโดยใช้หัววัดฮอล์ (Hall probe แบบ axial รุ่น Phywe No. 13610. 93 Axial length (without handle) 300 mm tube diameter 6 mm) ร่วมกับเครื่องแสดงค่าสนามแม่เหล็ก (Digital Teslameter รุ่น Phywe No. 13610. 93 with Axial and tangential Probes 220 volt 3½ LED digits display rang 0.00001 to 2T)

การทดลองระยะแรกผู้วิจัยได้ออกแบบให้ขดลวดปฐมภูมิมีความยาวของขดลวดที่แตกต่างกัน 3 ขดลวด โดยขดลวดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร มีความยาวแตกต่างกันเป็น 5 10 และ 15 เซนติเมตร และมีจำนวนรอบการพันขดลวดเป็น 100 200 และ 300 รอบตามลำดับ เพื่อหาความยาวของขดลวดที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นขดลวดโซลินอยด์ยาว

3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดทุติยภูมิ และกระแสไฟฟ้าที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิ

นำขดลวดมาประกอบเป็นชุดทดลองดังภาพที่ 3 เมื่อจ่ายไฟจากเครื่องจ่ายไฟโวลต์ต่ำเป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ 50 เฮิร์ต วัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (ε) ของขดลวดทุติยภูมิโดยใช้มัลติมิเตอร์ (AMPROBE รุ่น 5 XP-A) ในโหมดโวลต์มิเตอร์ และวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิโดยใช้ด้วยมัลติมิเตอร์ (FLUKE รุ่น 115 TRUE RMS MULTMETER) ในโหมดแอมมิเตอร์ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำและกระแสไฟฟ้า เมื่อขดลวดปฐมภูมิมีจำนวนรอบต่อความยาวเป็น 1000 2000 และ 3000 รอบต่อเมตร และขดลวดทุติยภูมิมีจำนวนรอบเป็น 150 200 และ 300 คำนวณค่าความเหนี่ยวนำร่วมของขดลวดจากการทดลอง และหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของความเหนี่ยวนำร่วมจากการทดลองเทียบกับทฤษฎี

4. ประเมินคุณภาพชุดทดลองแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดรูปแบบแบบประเมินคุณภาพ โดยแบบประเมินคุณภาพชุดขดลวดเหนี่ยวนำ เป็นแบบประเมิน 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และต้องปรับปรุง มีคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2, 1 ตามลำดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540) จำนวน 22 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ลักษณะทั่วไป 2) การใช้งาน 3) การบำรุงรักษา 4) การนำไปใช้จัดการเรียนรู้ โดยผลการประเมินกำหนดเกณฑ์ดังนี้ คือ 1.00-1.50 (ปรับปรุง) 2.51-3.50 (พอใช้) 3.51-4.50 (ดี) 4.51-5.00 (ดีมาก) แล้วนำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านประเมินความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และนำแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านฟิสิกส์จำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพชุดขดลวดเหนี่ยวนำ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

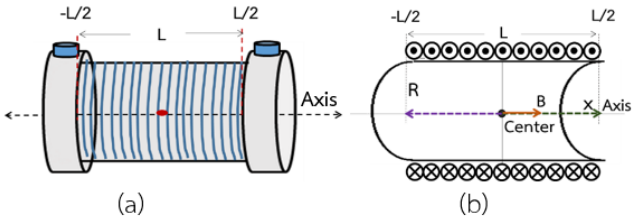
สนามแม่เหล็กจากขดลวดโซเลนอยด์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้า I ไหลผ่านขดลวดวงกลมรัศมี R จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ขดลวดวงกลม โดยสนามแม่เหล็กที่ระยะห่าง จากจุดศูนย์กลาง (Center) วงกลมไปบนแนวแกน เป็น

ระยะ x ได้สมการสนามแม่เหล็ก (Young & Freedman, 2011, P. 933) ตามกฎของบิโอต์ - ซาวาร์ด (Biot-Savart) ดังนี้

$$B = \frac{\mu_0 I R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}} \tag{1}$$

เมื่อ μ_0 คือค่าสภาพซึมได้ทางแม่เหล็ก (Magnetic permeability) ในสุญญากาศ และมีค่าโดยประมาณเท่ากับในอากาศ (μ_0 = $4\pi\times10^{-7}$ T.m/A หรือ 12.56×10^{-7} T.m/A)



ภาพที่ 4 ขดลวดโซเลนอยด์ (a) แกนตามยาวขดลวด (b) ภาคตัดขวางสนามแม่เหล็กบนแกนตามยาวของขดลวด

เมื่อนำขดลวดวงกลมต่อกันจำนวน N รอบ มีความยาวเป็น L เรียกขดลวดนั้นว่าขดลวด โซเลนอยด์ สมการสนามแม่เหล็ก ณ จุดศูนย์กลาง (Center) ภายในของขดลวดโซเลนอยด์ทั่วไป (The general) ที่มีความยาว L ใดๆ ได้จากการอินทิเกรตสมการที่ (1) ตามแนวแกน x โดยแทนขอบเขตจาก -L/2 ไป L/2 ได้สมการต่อไปนี้

$$B = \frac{\mu_0 N I}{2}\left(\frac{1}{\sqrt{(\frac{L}{2})^2 + R^2}}\right) \tag{2}$$

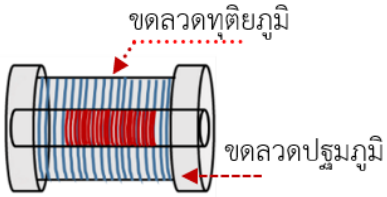
ในกรณีที่ขดลวดโซเลนอยด์มีความยาว L มาก ๆ เมื่อเทียบกับรัศมี (R) ของขดลวด จากกฎของแอมแปร์จะได้สมการสนามแม่เหล็กที่จุดศูนย์กลางขดลวดโซเลนอยด์ยาว (The Infinite-length) (Young & Freedman, 2011, P. 940) และเมื่อ $n = N/L$ ดังนี้

$$B = \mu_0 n I \tag{3}$$

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจากขดลวดเหนี่ยวนำ

ชุดขดลวดเหนี่ยวนำประกอบไปด้วยขดลวดปฐมภูมิทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กเมื่อได้รับกระแสไฟฟ้า และขดลวดทุติยภูมิซึ่งวางไว้ตรงกลางของขดลวดปฐมภูมิทำหน้าที่สร้าง

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำเมื่อฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux) ที่ได้รับจากขดลวดปฐมภูมิมีการเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 5 ชุดขดลวดเหนี่ยวนำ

ไฟฟ้ากระแสสลับ I_1 ความถี่ f ไหลในขดลวดปฐมภูมิซึ่งมี n_1 รอบต่อเมตร จะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กสลับ รอบ ๆ ขดลวด และเมื่อสนามแม่เหล็กสลับผ่านพื้นที่หน้าตัดของขดลวดทุติยภูมิ A_2 ซึ่งมีจำนวน N_2 รอบ นั่นคือเกิดการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็กทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดทุติยภูมิ (ε) (Young & Freedman, 2011, P. 962) ตามกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ (Faraday's Law of induction) ดังสมการ

$$\varepsilon = -N_2 \frac{d\Phi}{dt} = -N_2 A_2 \frac{dB_1}{dt} \tag{4}$$

เมื่อฟลักซ์แม่เหล็ก $\Phi = B_1 A_2$ สนามแม่เหล็กสลับ $B_1 = B_0 \sin \omega t$ ให้ B_0 เป็นสนามแม่เหล็กสูงสุด และความถี่เชิงมุม $\omega = 2\pi f$ แทนในสมการที่ (4) จะได้สมการดังนี้

$$\varepsilon = -N_2 A_2 \omega B_0 \cos \omega t \tag{5}$$

เครื่องหมายลบบ่งบอกทิศทางการเปลี่ยนแปลงของแรงเคลื่อนไฟฟ้า เมื่อแทนค่าสนามแม่เหล็กของขดลวดโซลินอยด์ยาวตามสมการที่ (3) สามารถเขียนเฉพาะขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุด (ε_0)ได้เป็น

$$\varepsilon_0 = n_1 N_2 A_2 \omega \mu_0 I_0 \tag{6}$$

ในการทดลองวัดค่าทางไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์เป็นค่าเฉลี่ยแบบยังผล (Root Mean square, rms) ดังนั้นสมการความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำของขดลวดทุติยภูมิและกระแสไฟฟ้าที่ผ่านขดลวดปฐมภูมิ (Young & Freedman, 2011, P. 994) ได้ดังนี้

$$\varepsilon_{rms} = M \omega I_{rms} \tag{7}$$

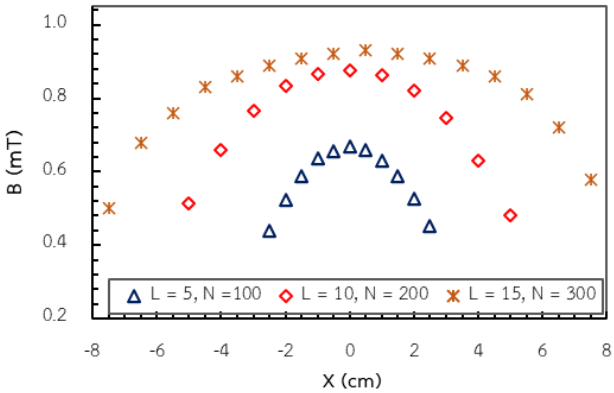
เมื่อ M คือความเหนี่ยวนำร่วม $M = n_1 N_2 A_2 \mu_0$

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาสนามแม่เหล็กภายในขดลวดปฐมภูมิ

(1) สนามแม่เหล็กบนแนวแกนภายในขดลวดปฐมภูมิ

เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ให้กับขดลวดปฐมภูมิ เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร มีความยาวแตกต่างกันเป็น 5 10 และ 15 เซนติเมตร และมีจำนวนรอบการพันขดลวดเป็น 100 200 และ 300 รอบตามลำดับ วัดค่าสนามแม่เหล็กได้ดังภาพที่ 6



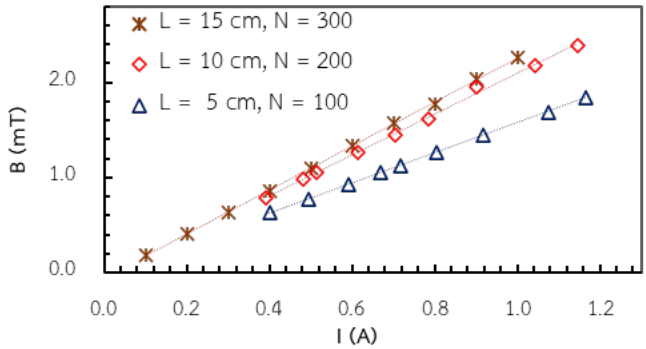
ภาพที่ 6 สนามแม่เหล็กของขดลวดปฐมภูมิบนแนวแกนตามยาวของขดลวด 3 ขด เมื่อขดลวดมีความยาว 5 10 และ 15 เซนติเมตร และมีจำนวนรอบของขดลวด 100 200 และ 300 ตามลำดับ

สนามแม่เหล็กภายในขดลวดโซลินอยด์มีค่าขึ้นอยู่กับตำแหน่งบนแกนตามยาวของขดลวดโดยมีค่ามากที่สุด ณ บริเวณจุดศูนย์กลางแกน และมีค่าลดลงเมื่อมีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางแกน ขดลวดที่มีความยาวมากจะให้สนามแม่เหล็กในช่วงกลางแกนมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอ ในขณะที่ขดลวดที่สั้นกว่าจะมีสนามแม่เหล็กลดลงมากบริเวณที่อยู่ห่างจากจุดศูนย์กลาง และขดลวดโซลินอยด์รัศมี 3 เซนติเมตรที่มีความยาวในช่วง 5 – 15 เซนติเมตร เมื่อมีจำนวนรอบเพิ่มขึ้นจาก 100 ถึง 300 จะให้ค่าสนามแม่เหล็ก ณ ตำแหน่งกึ่งกลางเพิ่มมากขึ้น

(2) ความสัมพันธ์ของสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้าของขดลวดปฐมภูมิ

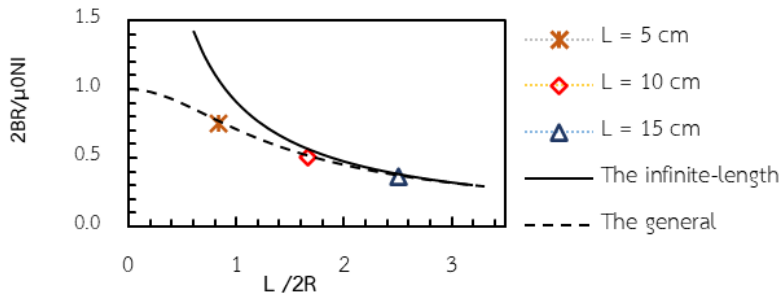
เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าในช่วง 0.1 – 1.2 มิลลิแอมแปร์ ให้กับขดลวดปฐมภูมิ ทั้ง 3 ขนาด พบว่าสนามแม่เหล็กภายในขดลวด ณ ตำแหน่งกึ่งกลางมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อ

กระแสไฟฟ้ามีค่ามากขึ้นเป็นไปตามหลักการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กในขดลวดที่ผ่านกระแสไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กของและกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดปฐมภูมิ

เมื่อนำค่าความชันของกราฟมาคำนวณค่าให้ได้ตัวแปร $2BR/\mu_0NI$ เพื่อเปรียบเทียบกับสมการค่าสนามแม่เหล็กในขดลวดโซเลนอยด์ทั่วไป (The general) และสมการสนามแม่เหล็กในขดลวดโซเลนอยด์ยาว (The infinite-length) ตามวิธีการศึกษาค่าสนามแม่เหล็กจากขดลวดโซเลนอยด์ยาวของ Binder, Hui and Goldman, (2014) พบว่าขดลวดความยาว 5 10 และ 15 เซนติเมตร มีค่าตัวแปรสอดคล้องกับกราฟของขดลวดโซเลนอยด์ที่มีความยาวใด ๆ เป็นอย่างดี และเมื่อความยาวเพิ่มขึ้นเป็น 10 และ 15 เซนติเมตรจะให้ผลสอดคล้องกับขดลวดโซเลนอยด์ยาวมากขึ้น ดังภาพที่ 8



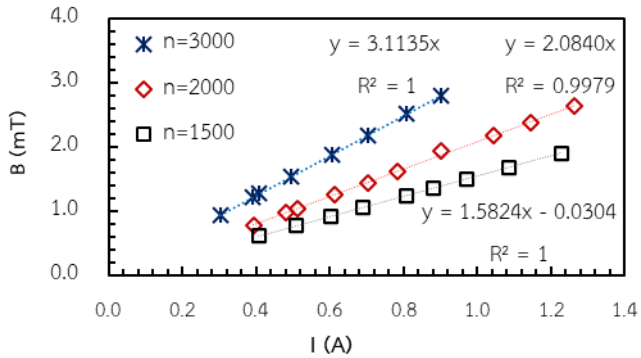
ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ค่าตัวแปร $2BR/\mu_0NI$ กับ ค่าตัวแปร L/2R จากการทดลองเทียบกับกราฟสมการขดลวดโซเลนอยด์ยาว (The infinite-length) และสมการขดลวดโซเลนอยด์ทั่วไป (The general)

จากผลข้างต้น เมื่อคำนึงถึงการสร้างได้งานง่ายและลดการใช้วัสดุ ในขั้นต่อไปผู้วิจัยได้ทดลองสร้างขดลวดปฐมภูมิที่มีความยาว 10 เซนติเมตร เนื่องจากให้สนามแม่เหล็กที่ค่อนข้างมากและคงที่บริเวณกลางขดลวด และให้ค่าสนามแม่เหล็กที่ใกล้เคียงกับขดลวดโซเลนอยด์ยาว ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสร้างขดลวดปฐมภูมิที่ความยาว 10 เซนติเมตร เป็นตัวแทนของขดลวดโซลินอยด์ยาว สร้างโดยการพันลวดให้มีชั้นตามแนวรัศมีเพียงหนึ่งชั้น เพื่อรักษาเงื่อนไขความยาวของขดลวดให้เท่ากัน จึงใช้เส้นลวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่มีขนาดต่างกันไป งานวิจัยได้สร้างขดลวดปฐมภูมิจำนวน 3 ขนาด คือ 1500 2000 และ 3000 รอบต่อเมตร ตามเงื่อนไขการสร้างดังแสดงในดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบการสร้างขดลวดปฐมภูมิ

เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวด D (mm)	ความยาวขดลวด L (m)	จำนวนรอบ N	จำนวนรอบต่อความยาว n (m^{-1})
0.60	0.10	150	1500
0.45	0.10	200	2000
0.31	0.10	300	3000

เมื่อขดลวดปฐมภูมิทั้ง 3 ขนาด ได้รับไฟฟ้ากระแสสลับในช่วง 0.28-1.26 แอมแปร์ (ความถี่ 50 เฮิร์ต) จะสร้างสนามแม่เหล็ก สามารถวัดค่าสนามแม่เหล็ก ณ ตำแหน่งกึ่งกลางภายในขดลวด ได้ผลดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กของขดลวดปฐมภูมิและกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวด

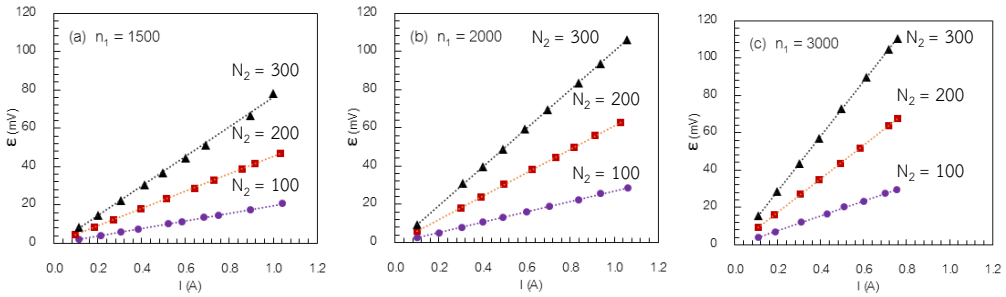
จากภาพที่ 9 สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นแปรผันตามปริมาณกระแสไฟฟ้า โดยขดลวดที่มีจำนวนรอบต่อความยาวเพิ่มขึ้นจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กมากขึ้นเป็นไปตามความสัมพันธ์ของสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำในขดลวดโซลินอยด์ยาวในสมการที่ (4) และจากความชันกราฟสามารถหาค่าสภาพซึมได้ทางแม่เหล็กในอากาศจากการทดลองได้ ($\mu_{0,\exp}$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าทฤษฎี (μ_0) พบว่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของสภาพซึมได้ทางแม่เหล็กของขดลวดปฐมภูมิ อยู่ในช่วง 16.01-17.37 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสภาพให้ซึมได้ของสนามแม่เหล็กและเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของสภาพให้ซึมได้ของสนามแม่เหล็กในอากาศ

จำนวนรอบต่อความยาวของขดลวด n (m^{-1})	ความชันกราฟ slope (mT/A)	ค่าสภาพซึมซาบสนามแม่เหล็กจากการทดลอง $\mu_{0,\exp}$ (T.m/A)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (%err)
1500	1.5824	10.55×10^{-7}	16.01
2000	2.0840	10.42×10^{-7}	17.04
3000	3.1135	10.38×10^{-7}	17.37

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดทุติยภูมิ และกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดปฐมภูมิ

เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดปฐมภูมิที่มีจำนวนรอบต่อความยาว (n_1) 1500 2000 และ 3000 รอบต่อเมตร จะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิความยาว 4.0 เซนติเมตร ที่จำนวนรอบ (N_2) 100 200 และ 300 รอบ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิเมื่อขดลวดปฐมภูมิมีจำนวนรอบต่อความยาว (n_1) เป็น (a) 1500 (b) 2000 และ (c) 3000 รอบต่อเมตร

จากภาพที่ 10 เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดปฐมภูมิเพิ่มขึ้นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิจะมีค่ามากขึ้น โดยขดลวดทุติยภูมิที่มีจำนวนรอบการพันสูงขึ้นจะสร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้มากขึ้นเป็นไปตามความสัมพันธ์ในสมการที่ (5) เมื่อขดลวดปฐมภูมิมีจำนวนรอบต่อความยาว (n_1) สูงขึ้นในภาพที่ 10 (b) และ 10 (c) ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดทุติยภูมิมีค่าสูงขึ้น เนื่องจากค่าความเหนี่ยวนำร่วมของขดลวดที่เพิ่มขึ้นเป็นไปตามความสัมพันธ์ในสมการที่ (7)

เมื่อนำค่าความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ามาเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎีในสมการที่ (7) สามารถคำนวณค่าความเหนี่ยวนำร่วมจากการทดลองได้ เมื่อเทียบกับค่าจากทฤษฎี $M = n_1 N_2 A_2 \mu_0$ และสามารถคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของความเหนี่ยวนำร่วมของชุดขดลวดได้ในช่วง 0.71 – 14.22 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของชุดทดลองเมื่อขดลวดปฐมภูมิมีจำนวนรอบต่อความยาว (n_1) 1500 2000 และ 3000 รอบต่อเมตร และขดลวดทุติยภูมิมีจำนวนรอบ (N_2) 100 200 และ 300 รอบ

	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของค่าความเหนี่ยวนำร่วม		
n_1	N_2 = 100	N_2 = 200	N_2 = 300
1500	10.56	1.03	14.22
2000	10.24	1.82	11.11
3000	12.09	0.71	8.53

4.3 ผลการประเมินคุณภาพชุดขดลวดเหนี่ยวนำ

ตารางที่ 4 คุณภาพชุดขดลวดเหนี่ยวนำ

รายการประเมิน	$\bar{\bar{X}}$	***S.D.***	**ระดับคุณภาพ**
1. ด้านลักษณะทางกายภาพ	4.78	0.26	ดีมาก
2. ด้านลักษณะการใช้งาน	4.61	0.36	ดีมาก
3. ด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน	4.67	0.23	ดีมาก
4. ด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซม	4.80	0.35	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.72	0.30	ดีมาก

โดยภาพรวมชุดขดลวดเหนี่ยวนำมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{\bar{X}}$ = 4.72, *S.D.* = 0.30) และมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากทั้ง 4 ด้าน โดย ด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซม มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{\bar{X}}$ = 4.80, *S.D.* = 0.35) รองลงมาเป็นด้านลักษณะทางกายภาพ ($\bar{X}$ = 4.78, *S.D.* = 0.26) ด้านการนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ($\bar{X}$ = 4.67, *S.D.* = 0.23) และ ด้านลักษณะการใช้งาน ($\bar{\bar{X}}$ = 4.61, *S.D.* = 0.36) ตามลำดับ

5. สรุปผลการวิจัย

ชุดขดลวดเหนี่ยวนำที่สร้างขึ้นประกอบไปด้วย (1) ขดลวดปฐมภูมิที่พันขดลวดแบบชั้นเดียว เส้นผ่านศูนย์กลางแกน 6.0 เซนติเมตร ความยาวขดลวด 10 เซนติเมตร จำนวน 3 ขด มีจำนวนรอบต่อความยาว 1500 2000 และ 3000 รอบต่อเมตร เมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าความถี่ 50 เฮิรตซ์ สามารถเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กได้สอดคล้องกับสนามแม่เหล็กจากขดลวดโซเลนอยด์ยาว โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 16.01 -17.37 เปอร์เซ็นต์ และ (2) ขดลวดทุติยภูมิ มีเส้นผ่านศูนย์กลางแกน 2.2 เซนติเมตร ความยาวขดลวด 4 เซนติเมตร จำนวน 3 ขด มีจำนวนรอบของขดลวด 100 200 และ 300 รอบ โดยขดลวดเหนี่ยวนำที่สร้างขึ้นสามารถใช้ประกอบเป็นชุดทดลองการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าตามกฎของฟาราเดย์ ให้ผลการทดลองสอดคล้องกับสมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ $\varepsilon_{rms} = n_1 N_2 A_2 \mu_0 \omega I_{rms}$ มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 0.71 - 14.22 เปอร์เซ็นต์ และมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

6. อภิปรายผล

ขดลวดปฐมภูมิที่สร้างขึ้นสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กสอดคล้องกับสนามแม่เหล็กจากขดลวดโซเลนอยด์ยาว โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 17.04 -17.91 เปอร์เซ็นต์ ความคลาดเคลื่อนส่วนมากเกิดเนื่องมาจากความยาวของขดลวดที่ไม่มากพอเห็นได้ว่าที่ความยาว 15 เซนติเมตรนั้นสอดคล้องกับขดลวดโซเลนอยด์ยาวมากกว่า และความคลาดเคลื่อนส่วนน้อยอาจเกิดจากการสูญเสียจากกระแสกระแสไหลวนและจากความต้านทานในขดลวดซึ่งเห็นได้จากเมื่อจำนวนรอบต่อความยาวของขดลวดมากขึ้นมีความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ขดลวดเหนี่ยวนำที่สร้างขึ้นสามารถใช้ประกอบเป็นชุดทดลองการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าตามกฎของฟาราเดย์ ให้ผลการทดลองสอดคล้องกับสมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนของขดลวดปฐมภูมิ ขดลวดทุติยภูมิ และของระบบการจ่ายไฟฟ้า การวัดปริมาณต่างๆ รวมกัน เมื่อใช้ขดลวดทุติยภูมิ N2 = 200 รอบ กับขดลวดปฐมภูมิทั้งสามขนาดจะให้ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่า N2 = 100 และ 300 รอบ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าเกิดการชดเชยค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของขดลวดทั้งสองอย่างพอเหมาะจึงทำให้ผลทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนรวมอยู่ในช่วง 0.71 ถึง 1.82 เปอร์เซ็นต์ และขดลวดปฐมภูมิที่มี n_1 = 3000 รอบต่อเมตร จะทำให้ขดลวดเหนี่ยวนำมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดคือ 0.71 เปอร์เซ็นต์ โดยรวมชุดขดลวดที่พัฒนาขึ้นมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 0.71 ถึง 14.22 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทวีชัย เชื้อจีน (2553) ที่ได้สร้างอุปกรณ์สำหรับวัดค่าสนามแม่เหล็กโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของขดลวด ซึ่งใช้หลักการในการหาค่ามีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเช่นเดียวกันพบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนใกล้เคียงกัน

ชุดขดลวดเหนี่ยวนำที่พัฒนาขึ้นเมื่อนำไปประกอบเป็นชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากสามารถสร้าง ใช้งาน และบำรุงรักษาได้ง่าย อีกทั้งให้ผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎี มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ชุดขดลวดที่พัฒนาขึ้นนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับครูอาจารย์ในการสร้างชุดทดลองเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในชั้นเรียนทดแทนการจัดซื้อชุดทดลองที่มีในท้องตลาดได้ต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

ชญานิศ ทองมาก. (2553). *อุปกรณ์หัววัดฮอลล์ที่ผลิตขึ้นสำหรับการเรียนการสอนฟิสิกส์ เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำตรงและขดลวดโซลินอยด์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ดวงฤดี ราษีบุษย์. (2549). *กรวยประสบการณ์ของ เอ็ดการ์ เดล*. เข้าถึงได้จาก https://www.gotoknow.org/posts/42824.

ศุภกร กตาธิการกุล สุเจนต์ พรมเหมือน และ ปิติ พานิชายุนนท์. (2556). ชุดทดลองแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำ กระแส. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 16 (1), 9 – 15.

ทวีชัย เชื้อจีน. (2553). *การสร้างอุปกรณ์สำหรับวัดค่าสนามแม่เหล็กโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นันทนัช วัฒนสุภิญโญ. (2563). การพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง กระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กสำหรับใช้ในการสอนวิชาฟิสิกส์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22(1), 109-122.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (7th ed.). สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร.

สมภพ สุขเฉลิม และอมร เทศสกุลวงศ์. (2560). การศึกษาและพัฒนาชุดปฏิบัติการการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 19(3), 101-107.

รัตติกานต์ ยะกะชัย นวพร น้อยนารถ และพันธุ์ศักดิ์ เกิดทองมี. (2565). การพัฒนาชุดสาธิตการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าตามกฎของฟาราเดย์ในรายวิชาฟิสิกส์. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชัฏนครศรีธรรมราช*, 1 (1), 93-100.

Hugh D. Young & Roger A. Freedman. (2011). *University physics with modern physics*. (13th ed.). United States of America: Addison-Wesley.

Philippe, B., Kaleonui, H., and Jesse, G. (2014). Magnetic Fields at the Center of Coils. *The physics teacher, 52*, 560.

การออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย

Packaging design from banana sheaths of Banana Tree.

จักฤษณ์ พนาลี[1*] ราชนิรันดร์ ดวงชัย[1] พิเชฐ มีมะแม[2] สารัลย์ กระจง[3]

Jakkrit Panalee[1*] , Rachnirun Duangchai[1] , Pichet Meemamae[2] , Saran Krachong[3]

[1] สาขาวิชาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

[2] สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

[3] สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ อุตรดิตถ์

[1] Product design and development, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok.

[2] Industrial Management (Continuing Program), Faculty of Engineering and Industrial Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok.

[3]Computer Engineering , Department of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University , Uttaradit.

*Corresponding author email: Jakkrit.pa@bsru.ac.th

Received 17 Jun 2025 Revised 16 Oct 2025 Accepted 21 Oct 2025

บทคัดย่อ

บรรจุภัณฑ์และผลิตภัณฑ์หัตถกรรมไทยมีความผูกพันกับวิถีชีวิตของชาวไทย เนื่องจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติตามสภาพภูมิศาสตร์และการประกอบอาชีพเกษตรกรรมจึงมีการสร้างเครื่องมือ เครื่องใช้ ซึ่งทำขึ้นจากวัสดุพื้นบ้านที่สามารถผลิตขึ้นใช้เอง เพื่อทำการประกอบอาชีพและใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันด้วยวิธีการถักทอจักสานจากวัสดุที่เป็นเส้น เป็นริ้ว โดยสร้างรูปทรงของสิ่งที่ประดิษฐ์ขึ้นตามความประสงค์และประโยชน์ในการใช้สอย เช่นการใช้ประโยชน์จากกาบกล้วย ซึ่งเป็นภูมิปัญญาชาวบ้าน เช่น นำมาใช้เป็นเชือกกล้วยมัดสิ่งของต่าง ๆ เป็นต้น การวิจัยสรรพคุณต่าง ๆ ที่มีอยู่ในกาบ

กล้วย นำไปสู่สิ่งประดิษฐ์หรือผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มคุณค่าทั้งยังช่วยลดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย ออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย 2 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาความเป็นอยู่สภาพปัญหาของชุมชนในพื้นที่ 2) เพื่อศึกษาข้อมูลด้านวัสดุ กระบวนการผลิต และข้อมูลที่นำไปสู่แนวคิดในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ 3) เพื่อออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยให้มีรูปแบบที่ร่วมยุคร่วมสมัย ดังต่อไปนี้ คือ 1) การทดลองแรงดึงของเส้นกาบกล้วย 2) แบบสอบถาม ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย พบว่าผลการทดลองแรงดึงของเส้นกาบกล้วย สามารถทนต่อแรงดึงของน้ำหนักประมาณ 12 กิโลกรัม โดยไม่ขาดและสามารถรับน้ำหนักได้ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้านเอกสารที่เกี่ยวข้องและการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย โดยใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้บริโภคช่วงอายุระหว่าง 18-45 ปี จำนวน 50 คน จากนั้นทำการวิจัยออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยทั้ง 3 รูปแบบ ผลการวิจัยพบว่าแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 2.78) โดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลางและรองลงมา คือ แบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 3.27) อยู่ในระดับมาก และแบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.02) โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ดังนั้นผลการศึกษาการวิจัยเรื่องการออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย จึงเป็นอีกกระบวนการหนึ่งของการศึกษาเพื่อพัฒนาวัสดุเดิม เพื่อเป็นแนวทางในการสร้าง บรรจุภัณฑ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่น อันก่อให้เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชนอย่างยั่งยืน ซึ่งประเด็นสำคัญของงานวิจัยเล่มนี้ คือ ช่วยเพิ่มมูลค่าและพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์ให้กับท้องถิ่นและสร้างรายได้ให้แก่คนในชุมชน เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นเพื่อนำไปบรรจุอาหารจึงไม่ได้เคลือบด้วยสารเคมี อาจจะทำให้เกิดเชื้อราได้ง่ายกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ

คำสำคัญ : บรรจุภัณฑ์, กาบกล้วย, ออกแบบ

Abstract

Packaging and Thai handicraft products are closely related to the Thai way of life due to the natural environment, geography, and agricultural occupation. Therefore, tools and utensils are created from local materials that can be produced for self-use in order to earn a living and use in daily life by weaving and weaving from strips and strands. The shape of the inventions is created according to the purpose and utility. For example, the utilization of banana sheaths, which is a local wisdom, such as using them as banana ropes to bind various objects. Research on the properties of banana sheaths leads to inventions or products that add value and also help reduce environmental pollution problems. Banana sheath packaging was designed with 2 objectives: 1) to study the problems of the local community; 2) to study information on materials, production processes, and information leading to packaging design concepts; and 3) to design banana sheath packaging that is contemporary. The following are conducted: 1) experiments on the tensile force of banana sheath strands; 2) questionnaires on consumer satisfaction with banana sheath packaging. The results of the tensile force experiments showed that banana sheath strands can withstand a tensile force of approximately 12 kilograms without breaking and can support the weight. This qualitative research was conducted by studying relevant documents and surveying the sample. The research tools included a consumer satisfaction questionnaire on banana sheath packaging. The questionnaire assessed satisfaction. The statistics used for data analysis included means, percentages, and standard deviations. The sample consisted of 50 consumers aged 18-45 years. The research then designed three types of banana sheath packaging. The results showed that Type 1 had an average value ($\bar{X}$ = 2.78) at a moderate level, followed by Type 2 with an average value ($\bar{X}$ = 3.27) at a high level,

and Type 3 with an average value ($\bar{x}$ = 4.02) at a high level. Therefore, the results of the study on banana sheath packaging design are another process for studying and developing original materials as a guideline for creating packaging from local wisdom, which leads to sustainable community economic development. The key point of this research is to add value and develop packaging designs for local areas and generate income for people in the community, since packaging produced for food is not coated with chemicals. It may be more susceptible to mold than other types of packaging.

Keywords: packaging, banana sheath, design

1. บทนำ

ปัจจุบันบรรจุภัณฑ์ช่วยส่งเสริมธุรกิจด้านการค้ามากขึ้น เนื่องจากสินค้าด้านอุปโภคและด้าน บริโภคมากกว่าร้อยละ 70 ต้องการบรรจุภัณฑ์เพื่อคุ้มครองสินค้าส่งเสริมการขาย โดยเฉพาะยุคของการขายสินค้าที่ต้องการบริการด้วยตนเอง นอกจากนั้นบรรจุภัณฑ์ยังช่วยให้การขนสินค้า สะดวกรวดเร็วป้องกันสินค้าจากการถูกกระแทกและช่วยรักษาคุณภาพสินค้าโดยเฉพาะสินค้าประเภท อาหาร บรรจุภัณฑ์จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ซึ่งบรรจุภัณฑ์ในอดีตมักทำด้วยวัสดุจากธรรมชาติ หรือวัสดุที่เคยใช้มาแต่โบราณ เช่น แก้ว กะลามะพร้าว ไม้ไผ่ น้ำเต้า ใบตอง เครื่องปั้นดินเผา ต่อมา ได้มีการนิยมใช้วัสดุสังเคราะห์มากขึ้นโดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์จากพลาสติก เพราะราคาถูก สะดวก ต่อการใช้สอย และมีประสิทธิภาพต่อการใช้งาน แต่การใช้บรรจุภัณฑ์จากพลาสติกส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหลายด้าน บรรจุภัณฑ์จะเป็นส่วนหนึ่งของขยะมูลฝอยที่นับว่าจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น (บรรจุภัณฑ์ไทย ,1983, หน้า.1) ปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอันมีสาเหตุมาจากการใช้ภาชนะพลาสติก

บรรจุภัณฑ์บรรจุอาหารทำจากต้นกล้วยได้ใช้มาแต่โบราณ โดยนำใบมาใช้บรรจุอาหาร ส่วนกาบใบก็ใช้บรรจุอาหารเช่นกัน แต่เป็นการนำใบและกาบกล้วยสดมาใช้โดยตรง ดังนั้นถ้าหากมีการนำกาบกล้วยมาแปรรูปให้สามารถเป็นวัสดุที่สามารถขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์ได้แล้ว และสามารถทดแทนการใช้พลาสติกได้ ซึ่งต้นกล้วยเป็นวัสดุธรรมชาติที่หาได้ง่ายและสามารถปลูกเจริญเติบโตได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย ประกอบกับกาบกล้วยมีความเรียบเงามัน สีค่อนข้างขาวมีลวดลาย สวยงามและมีลายเส้นตรงขนานกันตลอด ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีต่อลักษณะภายนอกของ บรรจุภัณฑ์ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 1992, หน้า.120)

จากคุณสมบัติและประโยชน์ข้างต้น เป็นแรงจูงใจให้ศึกษาการออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยมาแปรรูปเพื่อประโยชน์ด้านการส่งเสริมการนำวัสดุธรรมชาติที่เหลือใช้จากชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มพูนรายได้แก่เกษตรกรและการส่งเสริมให้ลดปริมาณการใช้ภาชนะบรรจุอาหารจากพลาสติก อันจะเป็นประโยชน์ต่อการป้องกันสิ่งแวดล้อมได้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง "การออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย" กำหนดวัตถุประสงค์ดังนี้

2.1. เพื่อศึกษาข้อมูลด้านวัสดุ กระบวนการผลิต และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.2. เพื่อออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยให้มีรูปแบบที่ร่วมยุคร่วมสมัย

3. วิธีทำการวิจัย

3.1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

บุคคลทั่วไป หมายถึง ผู้ที่มีอายุอยู่ในช่วง 18-45 ปี กล่าวคือ คนกลุ่มที่ถือเป็นคนกลุ่มใหญ่ในสังคมที่มีพฤติกรรมของตนเองอย่างเด่นชัด มีอิทธิพลต่อเพื่อนร่วมงาน เริ่มซื้อของที่มีลักษณะการออกแบบที่เฉพาะทางและสอดคล้องกับการใชวัสดุที่ทำมาจากธรรมชาติ และสอดคล้องกับรสนิยมของสิ่งของที่ใส่กับบรรจุภัณฑ์แบบนั้น ๆ จำนวน 50 คนโดยใช้ทฤษฎีเครซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970)

3.2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดในการออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย การศึกษาแนวทางการพัฒนากลุ่มบรรจุภัณฑ์เดิมและการวิเคราะห์ข้อมูลบรรจุภัณฑ์

3.2.1 การออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยให้เกิดความหลากหลาย โดยเน้นลักษณะเด่นทางด้านรูปแบบให้มีการผสมผสานของ เทคนิคการจักสานให้ได้รูปแบบใหม่ที่สวยงาม ด้านเทคนิคการผลิต โดยประยุกต์รูปแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ให้สอดคล้องกับองค์ประกอบต่าง ๆ การออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยได้หลากหลายรูปแบบแต่ในการออกแบบหรือพัฒนาบรรจุภัณฑ์นั้นจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ตามกระบวนการออกแบบตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างแนวคิดเพื่อใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยตามกระบวนการ ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ภาพแสดงกระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์

ที่มา : จักฤษณ์ พนาลี, 2565

3.2.2 แบบสอบถาม มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลงานการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ของบรรจุภัณฑ์ (ต้นแบบ) โดยให้บุคคลทั่วไป ประเมินผลงานการออกแบบของบรรจุภัณฑ์เพื่อให้คณะผู้วิจัยได้ ข้อมูลนำไปใช้ในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้มีลักษณะเหมาะสม แปลกใหม่ และตรงตามความ ต้องการของผู้บริโภค

การทดสอบเครื่องมือโดยนำเครื่องมือการวิจัยที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบรรจุภัณฑ์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถาม โดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับสิ่งที่ต้องการวัด (Index Item of Congruent : IOC) ได้ค่าดรรชนีความสอดคล้องภายในทุกข้อมากกว่า 0.5 โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายวัย18-45 ปี จำนวน 50 คน โดยใช้ทฤษฎีของเครซี่และมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970)

3.3 การศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์และแนวทางการพัฒนาบรรจุภัณฑ์

จากรูปแบบในอดีตที่ผ่านมาได้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัยจึงได้มีรูปแบบการใช้งานแล้วความสวยงามเข้าไปเกี่ยวข้อง จากการสำรวจผลิตภัณฑ์ในถ้องถิ่นพบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยซึ่งเป็นสินค้าหลายรูปแบบ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย

จังหวัด	**รูปแบบบรรจุภัณฑ์/ ผลิตภัณฑ์**
1. เชียงใหม่ กระดาษใยกล้วย	
2. ปัตตานี (อำเภอยะหริ่ง, อำเภอบาราโหม) สมุดบันทึกจากกาบกล้วย โคมไฟจากกาบกล้วย ของชำร่วยจากกาบกล้วย	
3. พะเยา โคมไฟทำจากกาบกล้วย ภาชนะที่ออกแบบจากกาบกล้วย	
4. ชุมพร (อำเภอท่าแซะ) หมวกจากการสานจากเชือกกล้วย กระเป๋าจากการสานจากเชือกกล้วย	
5.สิงห์บุรี(อำเภออินทร์บุรี) วิสาหกิจชุมชนบ้านอ่าวกระโจม ผลิตภัณฑ์จากต้นกล้วย	

จากข้อมูลตารางที่ 1 จากการสำรวจบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย สรุปได้ว่าบรรจุภัณฑ์ที่เกิดจากการผลิตของคนภาคกลางนั้น จะแบ่งเป็นสองลักษณะใหญ่ๆ คือ ของใช้ส่วนตัวและของตกแต่งภายในบ้าน ซึ่งของใช้ส่วนตัวโดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีถักสาน เช่น กระเป๋า หมวก เป็นต้น ส่วนของตกแต่งภายในบ้านจะประกอบไปด้วย โคมไฟ ภาชนะต่างๆ เป็นต้น

3.4 การศึกษาคุณลักษณะและการวิเคราะห์ของวัสดุ

3.4.1 คุณลักษณะของวัสดุ

จากการศึกษาในขั้นตอนนี้คณะผู้วิจัยได้แยกการวิเคราะห์รูปแบบในการผลิตโดยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชิ้นงาน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงลวดลายการถักสานจากกาบกล้วย

รูปแบบวัสดุ	กรรมวิธี	ผลิตภัณฑ์
ลายขัด	ลายขัดเป็นการสานแบบประยุกต์ลายขัด ชาวบ้านเรียกว่าลายกระบิดตุก วิธีการสานจะยกเส้นลายขัดสลับกันไปมาให้เกิดเป็นลายลวดลายมีลักษณะทึบ ระบายอากาศไม่ค่อยดีนัก	เหมาะสำหรับการสานเป็นพื้นรองของผลิตภัณฑ์ประเภทกระเป๋าตะกร้าพื้นรองเท้า ที่รองจาน เป็นต้น
ลายไพหรือลายเม็ดแตง	ลายไพ หรือ ลายเม็ดแตง เป็นลายสานแบบทึบ มีพื้นผิวเรียบสม่ำเสมอ	เนื่องจากมีพื้นผิวที่เรียบ เหมาะสำหรับทำเป็นของเครื่องใช้ภายในบ้าน และผลิตภัณฑ์ประเภทกระเป๋า ตะกร้า ที่รองจาน
เปียขัด	เป็นลายสานขัดโดยใช้เส้นเปียสาม เป็นลายสานแบบเว้นช่องว่าง ระบายอากาศได้ดี	เป็นลวดลายที่เหมาะนาไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเฟอร์นิเจอร์ และของตกแต่งภายในบ้าน เช่น โคมไฟ ม่านบังตา เป็นต้น
ลายขิดผสมเปีย	ลายขิดผสมเปียเป็นลายสานแบบทึบ มีลักณะเหมือนโบว์ ระบายอากาศได้ปานกลาง	เนื่องจากมีลวดลายเป็นแบบผสมทำให้มีความแปลกใหม่จึงเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่เน้นความสวยงาม เช่น กระเป๋าตะกร้า เป็นต้น

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่าจากการศึกษาคุณลักษณะของวัสดุที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ได้ทราบถึงความเหมาะสมในการเลือกใช้ลายสานว่าจะเข้ากับลักษณะของบรรจุภัณฑ์แบบใด ซึ่งสามารถนำลวดลายไปประยุกต์ใช้เป็นรูปแบบบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น กระเป๋า หมวก เฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งภายในบ้าน และเครื่องใช้ภายในบ้าน เช่น โคมไฟ ที่รองจาน เป็นต้น

3.5 การวิเคราะห์วัสดุ

การศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยในปัจจุบัน สามารถสรุปกรรมวิธีการถักสานของกาบกล้วยได้ 2 แบบคือ การถัก และการสาน บรรจุภัณฑ์ส่วนใหญ่ที่พบจะเกิดจากการสาน รูปแบบและลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ความเหมาะสมของลวดลาย

ตารางที่ 3 ตารางแสดงการศึกษาผลิตภัณฑ์จากกาบกล้วย

รูปแบบบรรจุภัณฑ์/ผลิตภัณฑ์	การวิเคราะห์ผลงาน
	รูปแบบผลิตภัณฑ์จากกาบกล้วย (กระเป๋า) มีหลายรูปแบบลักษณะ ผลิตภัณฑ์จะได้จากการสานเป็นส่วนมาก ลายสานจะเป็นลายสานแบบผสมมีการพัฒนารูปแบบกระเป๋าโดยการเพิ่มของตกแต่งให้เกิดความแปลกใหม่
	รูปแบบผลิตภัณฑ์จากกาบกล้วย (หมวก) ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสานด้วยลายดูเรียบง่าย จะเป็นการสานด้วยลวดลายที่ผสมโดยตัวพื้นหมวกจะสานแบบลายที่เรียบง่ายมีความทึบ แต่ส่วนด้านสวมจะเป็นลายที่โปร่ง ระบายอากาศได้ดี และมีการประยุกต์โดยใช้ในเรื่องของสีย้อมเข้ามาช่วยให้ศีรษะมีความโดดเด่น

	รูปแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย (ภาชนะ) ลักษณะบรรจุภัณฑ์เป็นแบบตื้น ตัวบรรจุภัณฑ์ส่วนใหญ่ใช้การสาน มีลักษณะเรียบง่ายแต่มีความโดดเด่น หากมีการนากาบกล้วยมาประยุกต์ใช้ต่อเติมโดยใช้สีเพ้นท์ลาย เพื่อจะได้เกิดรูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

จากตารางที่ 3 สรุปได้ว่า คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสำตรวจบรรจุภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด จึงคิดที่จะพัฒนาให้เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค การดำเนินการครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้คัดเลือกใช้ เฉพาะกาบกล้วยเนื่องจากหาได้ง่ายในท้องถิ่นมาทำการพัฒนาประยุกต์กรรมวิธีการผลิต โดยการแปรรูปบรรจุภัณฑ์ให้มีเทคนิคในการถักสานกาบกล้วยมากขึ้น โดยกระบวนการผลิตแบบปกติ ซึ่งรูปแบบที่จะผลิตนั้นต้อง คำนึงถึงกายศาสตร์ของผู้บริโภค และรวมถึงความสวยงาม ความคงทน

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1. การลงพื้นที่ในการสัมภาษณ์เจาะลึก การสนทนากลุ่ม การสังเกตสัมภาษณ์แบบมีส่วนร่วมกลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบการเกี่ยวกับสวนกล้วย อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย และกลุ่มหัตถกรรมจักสานพื้นบ้าน ตำบลท่าทอง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย โดยการสอบถามสัมภาษณ์แบบมีส่วนร่วมสะท้อนสภาพที่แท้จริงของชุมชนตลอดจนแนวคิดในการแก้ปัญหา

4.2. ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามกลุ่มกลุ่มหัตถกรรมจักสานพื้นบ้าน โดยการสัมภาษณ์แบบเจาะจง และกลุ่มเป้าหมายวัย 18 - 45 ปี จำนวน 50 คน

4.3. นำแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีทางสถิติทางด้านข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มหัตถกรรมจักสานพื้นบ้าน ตำบลท่าทอง อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัยโดยใช้สถิติวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย (Average, $\overline{\mathbf{X}}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, S.D.)

5. ผลการวิจัยทางด้านคุณลักษณะและการวิเคราะห์วัสดุ

การศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยในปัจจุบัน สามารถสรุปกรรมวิธีการถักและสานของกาบกล้วยได้ 2 แบบ คือ การถักและการสาน บรรจุภัณฑ์ส่วนใหญ่ที่พบจะเกิดจากการสาน รูปแบบและลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ความเหมาะสมของลวดลาย

5.1. คุณลักษณะของวัสดุจากการศึกษาในขั้นตอนนี้คณะผู้วิจัยได้แยกการวิเคราะห์รูปแบบในการผลิตโดย ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชิ้นงาน ลวดลายการถักสานจากกาบกล้วย ลายขัดเป็นการสานแบบ ประยุกต์ลายขัดชาวบ้าน เรียกว่า ลายกระบิดตุก วิธีการสานจะยกเส้นลายขัดสลับกันไปมาให้เกิดเป็นลาย ลวดลายมีลักษณะทึบระบายอากาศไม่ค่อยดีนักเหมาะสำหรับการสานเป็นพื้นรองของผลิตภัณฑ์ประเภท กระเป๋าตะกร้าพื้นรองเท้า ที่รองจาน เป็นต้น

5.1.1 ลายไพหรือลายเม็ดแตงเป็นลายสานแบบทึบ มีพื้นผิวเรียบสม่ำเสมอเนื่องจากมีพื้นผิวที่เรียบเหมาะ สำหรับทำเป็นของเครื่องใช้ภายในบ้าน และผลิตภัณฑ์ ประเภทกระเป๋า ตะกร้าที่รองจานเปียขัดเป็นลายสานขัดโดยใช้เส้นเปียสามเป็นลายสานแบบเว้น ช่องว่าง ระบายอากาศได้ดีเป็นลวดลายที่เหมาะนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ประเภท เฟอร์นิเจอร์ และของตกแต่ง ภายในบ้าน เช่น โคมไฟ ม่านบังตาเป็นต้น

5.1.2 ลายขิดผสมเปียลายขิดผสมเปียเป็นลายสานแบบทึบ มีลักษณะเหมือนโบว์ระบายอากาศได้ปานกลางเนื่องจากมีลวดลายเป็นแบบผสม ทำให้มีความแปลกใหม่จึงเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่เน้นความสวยงาม เช่น กระเป๋า ตะกร้า เป็นต้น

5.2. การรับแรงดึงเป็นการทดลองแรงดึงของเส้นกาบกล้วยให้ทราบถึงน้ำหนักที่สามารถรับได้ ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 ภาพแสดงกระบวนการออกแบบบรรจุภัณฑ์
ที่มา : จักฤษณ์ พนาลี, 2565

รูปแบบ A1 น้ำหนัก 2 กิโลกรัม เส้นกาบกล้วยจับเวลาที่ช่วงเวลา 00- 60 วินาที เส้นกาบกล้วยยังสามารถทนต่อน้ำหนักได้ โดยที่เส้นกาบกล้วยไม่ขาด

รูปแบบ A2 น้ำหนัก 6 กิโลกรัมเส้นกาบกล้วยจับเวลาที่ช่วงเวลา 00- 60 วินาที เส้นกาบกล้วยสามารถทนต่อน้ำหนักได้ โดยที่เส้นกาบกล้วยไม่ขาด

รูปแบบ A3 น้ำหนัก 8 กิโลกรัมเส้นกาบกล้วยจับเวลาที่ช่วงเวลา 00 - 60 วินาที เส้นกาบกล้วยสามารถทนต่อน้ำหนักได้ โดยที่เส้นกาบกล้วยไม่ขาด

รูปแบบ A4 น้ำหนัก 12 กิโลกรัม เส้นกาบกล้วยจับเวลาที่ช่วงเวลา 00 - 60 วินาที เส้นกาบกล้วยสามารถทนต่อน้ำหนักได้ โดยที่เส้นกาบกล้วยไม่ขาด

สรุปได้ว่ากาบกล้วย 1 เส้น สามารถทนต่อแรงดึงของน้าหนักได้มากกว่าประมาณ 12 กิโลกรัม โดยที่เส้นไม่ขาด และยังสามารถรับน้ำหนักได้อยู่

5.3 การศึกษาแนวคิดในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของทอด

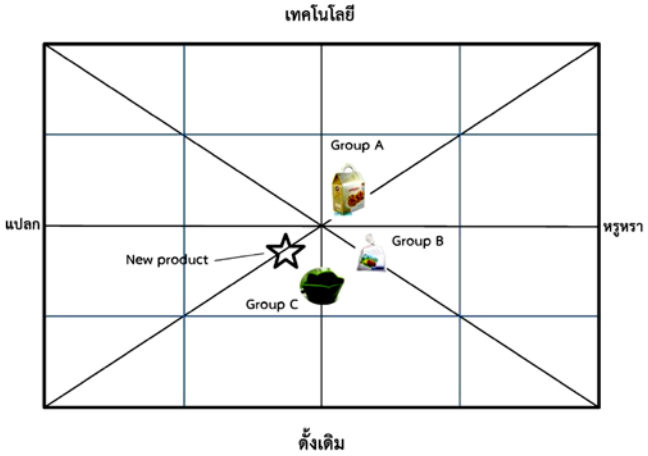
เนื่องจากความแตกต่างกันของบุคคลทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคม และสติปัญญาซึ่งไม่สามารถกำหนดให้เป็นไปตามความต้องการได้ถึงแม้ว่า ปัจจุบันจะมีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีมากเพียงใดก็ตาม การที่บุคคลจะทำงานหรือทำกิจกรรมใดก็ตามที่ต้องอาศัยอุปกรณ์ เครื่องมือเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกก็จะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับการใช้งานเพื่อมิให้เกิดผลกระทบที่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพร่างกายในแต่ละด้านหรือให้มีความเสี่ยงต่ออันตรายน้อยที่สุด

จากการกำหนดรูปแบบในการใช้งานบรรจุภัณฑ์นั้น จึงต้องคำนึงถึงหลักการยศาสตร์เช่น ความสะดวกสบายเป็นหลัก ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 ภาพแสดงการใช้งานบรรจุภัณฑ์
ที่มา : บล็อกแก๊งค์, 2553

5.4 วิเคราะห์แนวทางการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ และการกำหนดตำแหน่งตลาด

จากการศึกษาบรรจุภัณฑ์ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์บรรจุภัณฑ์ที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดซึ่งจะมีรูปแบบที่หลากหลายและวัสดุที่นำมาผลิตนั้นแตกต่างกันไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จำแนกกลุ่มของบรรจุภัณฑ์ไว้ดังนี้



ภาพที่ 4 ภาพแสดงโครงสร้างกลุ่มบรรจุภัณฑ์ในท้องตลาด

จากภาพที่ 4 ได้มีการแสดงตำแหน่งบรรจุภัณฑ์ในท้องตลาดปัจจุบัน สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนี้

GROUP A กลุ่มบรรจุภัณฑ์นวัตกรรม มีรูปแบบรูปทรงที่มุ่งเน้นในด้านความสวยงาม มีรูปแบบผสมผสานกับวัสดุที่หลากหลาย เช่น พลาสติก และกระดาษต่าง ๆ

GROUP B กลุ่มบรรจุภัณฑ์งานศิลปะ มีรูปแบบรูปทรง ที่มุ่งเน้นในด้านความสวยงามและรูปแบบตามการใช้งาน

GROUP C กลุ่มผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น มีรูปแบบรูปทรงที่มีความเรียบง่าย ไม่มีเทคนิคการผลิตที่ซับซ้อน เน้นการผลิตที่มีการใช้สอยมากกว่า ไม่เน้นความสวยงาม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วย คณะผู้วิจัยมีความคิดเห็นที่จะพัฒนาบรรจุภัณฑ์ในกลุ่ม B กลุ่มบรรจุภัณฑ์งานศิลปะ รูปแบบรูปทรง ที่มุ่งเน้นในด้านความสวยงามและรูปแบบตามการใช้งาน โดยประยุกต์รูปแบบบรรจุภัณฑ์ใหม่ให้สอดคล้องกับองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้คือ

(1) ด้านวัสดุ การใช้ลักษณะเด่นด้านรูปแบบ ได้แก่ความแปลกใหม่

(2) ด้านเทคนิค สร้างลักษณะพิเศษของบรรจุภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

(3) ด้านเครื่องมืออุปกรณ์โดยกระบวนการผลิตจะมีการนำเอาเทคโนโลยีของท้องถิ่นที่มีอยู่มาใช้ในการผลิต เพื่อให้เกิดบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลาย

(4) ด้านรูปแบบ มีเอกลักษณ์เฉพาะ ให้ความสะดวกสบาย ในการใช้สอย

(5) กลุ่มเป้าหมาย ช่วงอายุระหว่าง 18-45 ปี อาชีพ นักเรียน นักศึกษา บุคคลทั่วไป

6. สรุปผลการวิจัย

6.1. การศึกษาข้อมูลของกล้วย เป็นพรรณไม้ล้มลุกในสกุล Musa มีหลายชนิดในสกุล บางชนิดก็ออกหน่อ บางชนิดก็ไม่ออกหน่อ ใบแบนยาวใหญ่ ก้านใบตอนล่างเป็นกาบยาวหุ้มห่อซ้อนกันเป็นลำต้น ออกดอกที่ปลายลำต้นเป็น ปลี และมักยาวเป็นงวง มีลูกเป็นหวี ๆ รวมเรียกว่า เครือ พืชบางชนิดมีลำต้นคล้ายปาล์ม ออกใบเรียงกันเป็นแถวแบบพัดคลี่ คล้ายใบกล้วย เช่น กล้วยพัด (Ravenala madagascariensis) ทว่าความจริงแล้วเป็นพืชในสกุลอื่น ที่มิใช่ทั้งปาล์มและกล้วยมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ คือ เป็นไม้ดอกล้มลุก

ขนาดใหญ่ ทุกส่วนเหนือพื้นดินของกล้วยเจริญจากส่วนที่เรียกว่า “หัว” หรือ “เหง้า” ปกติแล้ว ต้นกล้วยจะสูงและแข็งแรงพอสมควร ทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นต้นไม้ ฐานก้านใบแผ่ออกเป็นกาบ กาบที่รวมตัวกันอย่างหนาแน่นทำให้เกิดลำต้นเทียม มีหน้าที่ชูก้านใบ พยุงให้พืชตั้งตรงดูคล้ายต้นไม้ เมื่อแรกเจริญขอบของกาบจะจรดกันคล้ายท่อ เมื่อมีใบเจริญขึ้นใหม่ที่ใจกลางลำต้นเทียม ขอบกาบที่จรดกันนั้นก็จะแยกออกจากกัน พันธุ์กล้วยนั้นมีความผันแปรมากขึ้นอยู่กับพันธุ์ปลูกและสภาพแวดล้อม โดยมากสูงประมาณ 5 เมตร (16 ฟุต) จาก กล้วยหอมแคระ (Dwarf Cavendish) ซึ่งสูงประมาณ 3 เมตร (10 ฟุต) ไปจนถึงกล้วยหอม (Gros Michel) ที่สูงประมาณ 7 เมตร (23 ฟุต) หรือมากกว่า ใบแรกเจริญจะขดเป็นเกลียวก่อนที่จะแผ่ออก อาจยาวได้ถึง 2.7 เมตร (8.9 ฟุต) และกว้าง 60 ซม (2.0 ฟุต) แผ่นใบมีขนาดใหญ่ ปลายใบมน รูปใบขอบขนาน โคนใบมน มีสีเขียว ใบฉีกขาดได้ง่ายจากลม ทำให้บางครั้งมองดูคล้ายใบเฟิร์น รากเป็นระบบรากฝอย แผ่ไปทางด้านกว้างมากกว่าทางแนวดิ่งลึก

ภาพที่ 5 ภาพแสดงแบบผลิตภัณฑ์จากต้นธูปฤาษีดั้งเดิมของชุมชน
ที่มา : สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2559

6.2 การศึกษาแนวทางการพัฒนาวัสดุกรรมวิธีการผลิตและรูปแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยสรุปผลได้ว่า ด้านวัสดุส่วนลำต้นเป็นส่วนที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเป็นวัตถุดิบหลักในงานบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยเนื่องจากลำต้นกล้วยมีความเหนียว ผิวมีความมันวาวและเส้นใยยาวตลอดเรียงตัวอยู่ในทิศทางเดียวกันจึงช่วยให้เส้นใยมีความแข็งแรงมากเพราะลำต้นมีเส้นใยที่เรียงโมเลกุลดีที่สุด บรรจุภัณฑ์จากเส้นใยพืชปัจจุบันแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้

คือ ประเภทบรรจุภัณฑ์เครื่องใช้ภายในบ้าน ของใช้ส่วนตัว เฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์ตกแต่งต่าง ๆ กรรมวิธีการผลิตบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยพบว่ามี 2 วิธีคือการถัก และการสาน

ภาพที่ 6 ภาพแสดงกาบกล้วยที่นาไปตากแดด

ที่มา : จักฤษณ์ พนาลี, 2565

6.3 การศึกษาถึงแนวทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ในสภาพสังคมปัจจุบัน สรุปได้ว่าแนวทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยต้องคำนึงในเรื่องของการตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคสูงสุดสัดส่วนของมนุษย์พฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภค ซึ่งสิ่งที่ก่อให้เกิดแนวทางและเงื่อนไขการออกแบบพัฒนาบรรจุภัณฑ์ใหม่ที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด ความเป็นไปได้ในการผลิตและผลประโยชน์ที่ได้รับมีองค์ประกอบ 2 ส่วนคือ

1) การวิจัยข้อมูลทางด้านการตลาดที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ประกอบด้วยข้อมูลด้านพฤติกรรมผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการโอกาสทางการตลาดที่เหมาะสมตำแหน่งบรรจุภัณฑ์ในการทำตลาด ซึ่งหมายถึงสร้างจุดเด่นเฉพาะของบรรจุภัณฑ์ที่จะสร้างภาพพจน์ให้ผู้ซื้อยอมรับ

ภาพที่ 7 ภาพแสดงขั้นตอนการทำเปียสาม

ที่มา : จักฤษณ์ พนาลี, 2565

2) การวิจัยข้อมูลด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ประกอบด้วยข้อมูลด้านความเหมาะสมของกระบวนการผลิตกับบรรจุภัณฑ์เดิมและเงื่อนไขของวัสดุที่มีผลต่อการลงทุนและกระบวนการผลิต

ภาพที่ 7 ภาพแสดงขั้นตอนการทำเปียสาม

ที่มา : จักฤษณ์ พนาลี, 2565

สรุปได้ว่า แนวทางการออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยต้องคำนึงในเรื่องของการตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคสูงสุด สัดส่วนมนุษย์ พฤติกรรมการใช้งานของผู้บริโภค

ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของ Product Design

Product Design	ค่าเฉลี่ย
Product Design 1	2.78
Product Design 2	23.27
Product Design 3	34.02

ภาพที่ 8 ภาพแสดงขั้นตอนการทำเปียสาม
ที่มา : จักฤษณ์ พนาลี, 2565

โดยต้องคำนึงความสัมพันธ์ระหว่างการตลาด ศิลปะการออกแบบ และกระบวนการผลิต ซึ่งสิ่งที่ทำให้เกิดแนวทางและเงื่อนไขการออกแบบพัฒนาบรรจุภัณฑ์ใหม่ที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด สอดคล้องกับความเป็นไปได้ในการผลิต และผลประโยชน์ที่ได้รับมีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ 1) การวิจัยข้อมูลทางด้านการตลาดที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ ประกอบด้วยข้อมูลด้านพฤติกรรมผู้บริโภค กลุ่มเป้าหมาย บรรจุภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ บรรจุภัณฑ์เดิมของกลุ่มผู้ผลิต บรรจุภัณฑ์ของคู่แข่ง โอกาสทางการตลาดที่เหมาะสม ตำแหน่งบรรจุภัณฑ์ในการทำตลาด ซึ่งหมายถึงสร้างจุดเด่นเฉพาะของบรรจุภัณฑ์ที่จะสร้างภาพพจน์ให้ผู้ซื้อยอมรับและจดจำ 2) การวิจัยข้อมูลด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ ประกอบด้วยข้อมูลด้านความเหมาะสมของกระบวนการผลิตกับบรรจุภัณฑ์เดิม เงื่อนไขของกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง และเงื่อนไขของวัสดุที่มีผลต่อการลงทุนและกระบวนการผลิต

7. การอภิปรายผล

การออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยสามารถดำเนินการได้หลายวิธีแต่ความสำคัญอยู่ที่ตัว วัสดุหมายความว่าหากจะนำกาบกล้วยไปใช้งานจะต้องรู้ถึงลักษณะคุณสมบัติเฉพาะขอบเขตและ ข้อจำกัดในการนำกาบกล้วยไปใช้ก่อน ด้วยเหตุนี้การนำกาบกล้วยไปใช้ทำบรรจุภัณฑ์ที่ไม่เหมาะสมกับคุณสมบัติของกาบกล้วยบรรจุภัณฑ์นั้น ๆ ก็ไม่มีประโยชน์อะไรเช่นการนำต้นกล้วยไปใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ ซึ่งหากได้รับความชื้นอย่างต่อเนื่อง

ทุกวันก็ทำให้เส้นใยจะเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วอายุการใช้งานสั้นลงสุดท้ายบรรจุภัณฑ์นั้นก็อาจจะเป็นแหล่งสะสมของเชื้อรา การออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยเป็นสิ่งหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงอารยธรรม และวัฒนธรรมบ่งบอกถึงรสนิยมที่ดีของผู้ใช้บรรจุภัณฑ์ตามการเปลี่ยนแปลงของสังคมดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดคือผู้บริโภค

8 .ข้อเสนอแนะ

8.1 การใช้ประโยชน์จากผลการวิจัยในครั้งนี้ก่อให้เกิดความรู้จากการศึกษา ได้แก

8.1.1 ความรู้ความเข้าใจในบรรจุภัณฑ์กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์จากกาบ กล้วยในภาพรวม

8.1.2 หลักการและแนวทางในการออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยโดยใช้ตัวอย่างการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ นอกจากนี้ผู้ศึกษางานวิจัยสามารถนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปเป็น แนวทางในการออกแบบบรรจุภัณฑ์จากกาบกล้วยหรือบรรจุภัณฑ์ใกล้เคียงได้โดยคำนึงถึงความต้องการและพฤติกรรมผู้บริโภคมากที่สุดซึ่งทำให้ได้บรรจุภัณฑ์ตรงกับวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement, 30*(3), 607-610.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2535). *รายงานกิจกรรมของกรมส่งเสริมการเกษตร*. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.

กาลัญ วรพิทยุต. (2548). *Re-branding พรรคประชาธิปัตย์: การสร้างแบรนด์ทางการเมืองด้วยกลยุทธ์ทางการตลาด*. กรุงเทพฯ: มติชน.

การบรรจุหีบห่อไทย. (2529). *หลักการทดสอบวัสดุและภาชนะบรรจุ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย.

จักฤษณ์ พนาลี. (2565, 16 มีนาคม). *ภาพถ่ายแสดงกระบวณการออกแบบบรรจุภัณฑ์* [ภาพถ่าย].

บล็อกแก๊งค์. (2553, 21 เมษายน). *ของฝากจากเพื่อนสุโขทัย*. สืบค้นจาก http://www.bloggang.com

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2559, 21 เมษายน). *พันธุ์กล้วยในประเทศไทย*. สืบค้นจาก http://kanchanapisek.or.th/kp6

อมรรัตน์ สวัสดิ์ทัต. (2534). *บรรจุภัณฑ์ทันสมัย*. กรุงเทพฯ: ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย.

โมเดลทำนายโหลดไฟฟ้าแบบ Quantum-Inspired ที่ผสาน STL Decomposition และเทคนิค Clustering สำหรับการจัดการพลังงานอัจฉริยะ

Quantum-Inspired Load Forecasting Model Integrating STL Decomposition and Clustering Techniques for Intelligent Energy Management

สันติ การีสันต์[1], สุพร ฤทธิภักดี[1], สันติพงษ์ คงแก้ว[1], สิทธิศักดิ์ โรจชะยะ[2*]

Santi Karisan[1], Suporn Rittipuakdee[1], Santiphong Khongkaeo[1], Sittisak Rojchaya[2*]

[1]วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช

[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตรัง

[1]College of Industrial Technology and Management, Rajamangala University of Technology Srivijaya

[2]Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya

[*]Corresponding author email: sittisak.r@rmutsv.ac.th

Received 28 Jun 2025 Revised 24 Aug 2025 Accepted 09 Oct 2025

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอกรอบการวิเคราะห์และพยากรณ์โหลดไฟฟ้าแบบสามเฟส โดยใช้เทคนิค Quantum-Inspired Machine Learning ร่วมกับ STL Decomposition, K-Means Clustering และ Anomaly Detection ข้อมูลจริงเก็บจากอาคารเรียนช่างอุตสาหกรรม มทร.ศรีวิชัย 151 วัน (ธันวาคม พ.ศ. 2567 – เมษายน พ.ศ. 2568) ผลการวิเคราะห์พบว่า Phase B มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 13.40A ขณะที่ Phase A = 6.02A และ Phase C = 7.62A สะท้อนปัญหา Phase unbalance โดย A-B มีความต่างเฉลี่ย 7.38A

และ Max Differential 17.9A STL Decomposition ชี้แนวโน้ม Phase B เพิ่มจาก 7.0A (ธันวาคม พ.ศ. 2567) 21.5A (มีนาคม พ.ศ. 2568) และมี Residual เกิน ±5A หลายครั้ง สะท้อนถึงสภาวะโหลดชั่วขณะ Anomaly Detection (Z-Score + Isolation Forest) พบ 17 จุดผิดปกติ โดยวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2568 สูงสุด 36.0A K-Means (k=3) จัดกลุ่มโหลดเป็น ต่ำ ~7.1A, ปานกลาง ~13.7A และ สูง ~19.3A ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญต่อการวางแผนจัดการพลังงานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การพยากรณ์โหลดไฟฟ้า, การเรียนรู้ของเครื่องเชิงควอนตัมประยุกต์, การแยกองค์ประกอบด้วย STL, การตรวจจับค่าผิดปกติ, การจัดกลุ่มโหลดไฟฟ้า

Abstract

This research presents a framework for analyzing and forecasting three-phase electrical load using Quantum-Inspired Machine Learning combined with STL Decomposition, K-Means Clustering, and Anomaly Detection techniques. Real-world data were collected from the Industrial Technician School building at RMUTSV over a period of 151 days (December 2024 – April 2025). The analysis revealed that Phase B exhibited the highest average current at 13.40A, compared to Phase A (6.02A) and Phase C (7.62A), indicating a significant phase unbalance, with an average A–B difference of 7.38A and a maximum differential of 17.9A. STL Decomposition indicated an upward trend in Phase B load, increasing from 7.0A in December 2024 to 21.5A in March 2025, along with multiple residual spikes exceeding ±5A, reflecting transient load fluctuations. Anomaly Detection (Z-Score + Isolation Forest) identified 17 abnormal points, with the highest anomaly recorded on March 12, 2025, reaching 36.0A. Using K-Means clustering (k = 3), the load was classified into three clusters Low ~7.1A Medium ~13.7A High ~19.3A These findings provide critical insights for developing effective energy management strategies within educational buildings.

Keywords : Electrical load forecasting, Quantum-inspired machine learning, STL decomposition, Anomaly detection, Load clustering

1. บทนำ

ในยุค Smart Energy อาคารเรียนไม่ได้เป็นเพียงผู้บริโภคพลังงาน แต่กลายเป็นระบบพลวัตที่ซับซ้อน โดยมีโหลดไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามพฤติกรรมของนักศึกษา อุปกรณ์ไอที และกิจกรรมต่าง ๆ ภายในอาคาร อย่างไรก็ตาม เทคนิคพยากรณ์โหลดแบบดั้งเดิมมักมีข้อจำกัดด้านความแม่นยำเมื่อเผชิญกับข้อมูลที่ไม่เชิงเส้น มีความแปรปรวนสูง และมีพลวัตเชิงเวลา ซึ่งทำให้ไม่สามารถจัดการ noise และรูปแบบโหลดที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูล Time Series ได้อย่างเต็มที่ (El Khantach et al., 2019; Zhou et al., 2021; Xiong et al., 2018)

เพื่อตอบโจทย์นี้ งานวิจัยนำเสนอ Quantum-Inspired Deep Load Forecasting Model ที่ผสาน Deep Learning, Attention Mechanism และ Time Series decomposition ซึ่งพิสูจน์แล้วว่าช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ (Ji et al., 2023; Jiang et al., 2024; Xiong et al., 2018) โมเดลนี้จับความซับซ้อนของพฤติกรรมโหลดได้ลึกขึ้น เพิ่มความแม่นยำและรองรับข้อมูลพลวัต (Ahmed et al., 2023; Lin et al., 2025; Patel et al., 2025; Farsi et al., 2021)

การทดสอบกับข้อมูลโหลด 3 เฟสจากอาคารเรียนช่างอุตสาหกรรม มทร.ศรีวิชัย พบว่าโมเดลนี้แม่นยำกว่า LSTM และ Random Forest ราว 20–25% โดยมี MAE ต่ำสุด 0.89A แสดงถึงศักยภาพในการจัดการ noise และรูปแบบซับซ้อน (Zhou et al., 2021; Zhang et al., 2021; Ji et al., 2023) ด้วยคุณสมบัติเหล่านี้ โมเดล Quantum-Inspired จึงมีบทบาทสำคัญต่ออาคารอัจฉริยะและการจัดการพลังงานยั่งยืน (Han et al., 2023; Ji et al., 2023; Jiang et al., 2024)

2. วัตถุประสงค์

2.1 พัฒนา Quantum-Inspired Deep Load Forecasting สำหรับโหลดสามเฟส เพื่อทำนายล่วงหน้า 1 ชม. และ 1 วัน ด้วย MAPE < 5%

2.2 วิเคราะห์พฤติกรรมโหลดด้วย STL Decomposition, K-Means, และ Anomaly Detection โดยตรวจจับเหตุผิดปกติ ≥95% และจัดกลุ่มโหลด 3 ระดับ

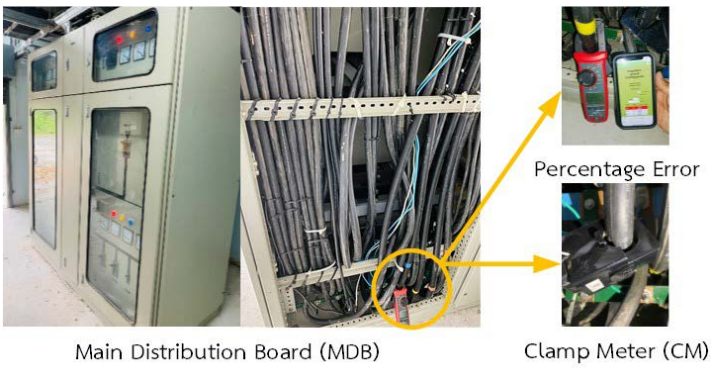
2.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ Quantum-Inspired Model กับ LSTM, GRU, ARIMA โดยใช้ RMSE, MAE, MAPE และต้องแม่นยำกว่าเทคนิคเดิม

2.4 เสนอแผนจัดการพลังงานจากผลทำนาย เพื่อลด Phase Imbalance ≥10% และลดพลังงาน ≥5%

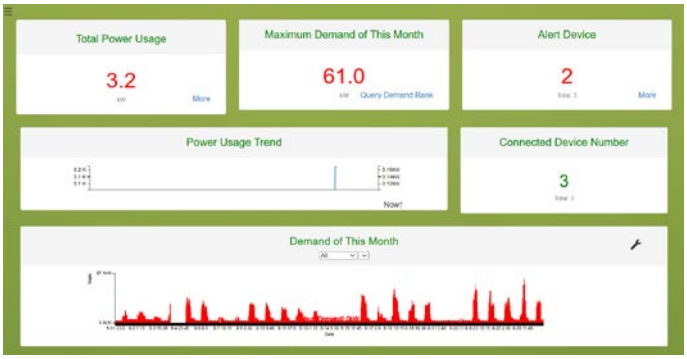
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจริงที่ได้จากอาคารเรียนช่างอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย โดยเก็บข้อมูลโหลดไฟฟ้าแบบสามเฟส ได้แก่ Phase A, Phase B และ Phase C ร่วมกับข้อมูลอุณหภูมิแวดล้อมรายวัน ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 ถึงเมษายน พ.ศ. 2568 (รวมระยะเวลา 5 เดือน) ข้อมูลทั้งหมดอยู่ในรูปแบบ Time-Series รายวัน ประกอบด้วยค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (A) ของแต่ละเฟส และอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละวัน เพื่อยืนยันความถูกต้องของระบบเก็บข้อมูล ได้ทำการเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเชิงเปอร์เซ็นต์ (Error Percentage) ผลการประเมินพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 0.07% ถึง 0.78% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมไฟฟ้า



ภาพที่ 1 แสดงการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานใช้เซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าร่วมกับระบบ IoT



ภาพที่ 2 การแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้า แบบ Real Time

3.2 เทคนิคที่ใช้วิเคราะห์

1. STL Decomposition Equation

STL (Seasonal-Trend decomposition using LOESS) เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้แยกชุดข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series) ออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ แนวโน้ม (Trend) แสดงทิศทางการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในระยะยาว เช่น การใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในช่วงเปิดเทอม ฤดูกาล (Seasonality) แสดงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ตามช่วงเวลา เช่น การใช้โหลดเพิ่มขึ้นในวันจันทร์-ศุกร์ และลดลงในวันหยุด ความผิดปกติ (Residual หรือ Remainder) คือความแปรปรวนที่เหลืออยู่หลังจากตัดแนวโน้มและฤดูกาลออกไป เช่น ความผิดปกติจากโหลดสูงสุดเฉียบพลัน หรือการใช้งานผิดปกติ ชุดข้อมูลโหลดไฟฟ้าในแต่ละวันสามารถเขียนเป็นสมการ

$$Y_t = T_t + S_t + R_t \tag{1}$$

โดยที่ Y_t : ค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยในแต่ละวัน

T_t : แนวโน้มของข้อมูล

S_t : รูปแบบความเป็นฤดูกาล เช่น โหลดมากในวันธรรมดา น้อยในวันหยุด

R_t : ความผิดปกติ เช่น พุ่งสูงผิดปกติ

2. Pearson Correlation Coefficient

ในระบบไฟฟ้า 3 เฟสที่ใช้ในอาคารเรียน หากโหลดในแต่ละเฟสไม่สมดุล (Unbalanced Load) อาจทำให้เกิดผลกระทบ เช่น ความร้อนสะสมในสายเฟสใดเฟสหนึ่ง ความเสื่อมของอุปกรณ์ การสูญเสียพลังงานที่สูงขึ้น (Power Loss) ค่า Power Factor ลดลง ดังนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าระหว่างแต่ละเฟสจึงมีความสำคัญในการวางแผนจัดสมดุลโหลด และตรวจจับความผิดปกติของระบบ Pearson Correlation Coefficient หรือ ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (r) ใช้บอกระดับความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear Relationship) ระหว่างตัวแปรสองตัว เช่น กระแสเฟส A กับเฟส B เขียนเป็นสมการ

$$r_{XY} = \frac{\sum (X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \overline{X})^2} . \sqrt{\sum (Y_i - \overline{Y})^2}} \tag{2}$$

โดยที่ X_i, Y_i คือ ค่ากระแสของเฟส A และ B

$\overline{X}, \overline{Y}$ คือ ค่าเฉลี่ยของ X และ Y

r_{XY} คือ ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่าง X และ Y (อยู่ระหว่าง -1 ถึง +1)

3. Euclidean Distance (ใช้ใน K-Means Clustering)

ในบริบทของการวิเคราะห์โหลดไฟฟ้าแบบรายวัน เช่น โหลด 3 เฟสในอาคารเรียน (Phase A, B, C) Euclidean Distance ใช้เป็นเครื่องมือวัดว่า “แต่ละวันมีรูปแบบการใช้ไฟฟ้าคล้ายหรือแตกต่างจากกันมากแค่ไหน” เมื่อใช้ร่วมกับ K-Means Clustering จะสามารถจัดกลุ่ม (Cluster) วันที่มีพฤติกรรมโหลดคล้ายกัน เช่น วันธรรมดาเปิดเรียน วันหยุดสุดสัปดาห์ วันที่มีเหตุการณ์พิเศษ เช่น ใช้ห้องประชุมจำนวนมาก เขียนเป็นสมการ

$$d(p,q) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (p_i - q_i)^2} \tag{3}$$

โดยที่ p, q คือ เวกเตอร์ของกระแสไฟฟ้าในแต่ละวัน (เช่น [Phase A, B, C])

n คือ จำนวนเฟส = 3

4. Z-Score (วัดความเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย)

Z-Score เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้วัดว่า “ค่าหนึ่งๆ ห่างจากค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลมากแค่ไหน” โดยคิดเป็นหน่วยของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) สามารถใช้เพื่อตรวจจับวันหรือช่วงเวลาที่โหลดไฟฟ้ามีค่า “สูงหรือต่ำผิดปกติ” เมื่อเทียบกับพฤติกรรมปกติของระบบ Z-Score ของข้อมูลจุดหนึ่ง คือ ค่าที่บอกว่า “ข้อมูลนี้ห่างจากค่าเฉลี่ยกี่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน” เขียนเป็นสมการ

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \tag{4}$$

โดยที่ X คือ ค่ากระแสไฟฟ้าในวันหนึ่ง

μ คือ ค่าเฉลี่ย

σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หาก $|Z| > 2$ หรือ $|Z| > 3$ ถือว่าอาจผิดปกติ

5. Phase Imbalance Calculation (คำนวณค่าความไม่สมดุล)

ระบบไฟฟ้า 3 เฟสควรมีการกระจายโหลดอย่างสมดุล เพื่อประสิทธิภาพของระบบและลดความสูญเสียพลังงาน หากโหลดในแต่ละเฟสต่างกันมาก จะส่งผลให้ความร้อนสะสมในสายที่รับโหลดมาก เสื่อมสภาพของหม้อแปลง, สายไฟ และอุปกรณ์ป้องกัน การเกิด Neutral Current สูงในระบบ 4 สาย ประสิทธิภาพของระบบลดลง และค่าไฟฟ้าอาจสูงขึ้น สมการคำนวณความไม่สมดุล (Current Imbalance) แบบร้อยละ โดยทั่วไปนิยมใช้สูตรตามมาตรฐาน IEEE และ NEC ในการคำนวณค่าความไม่สมดุลของกระแส

$$\text{Phase Imbalance}(\%) = \frac{I_{max} - I_{avg}}{I_{avg}} \times 100 \tag{5}$$

โดยที่ I_{max} คือ กระแสสูงสุดใน 3 เฟส (A, B, หรือ C)

I_{avg} คือ ค่าเฉลี่ยของกระแสทั้ง 3 เฟส $I_{avg} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3}$

6. Anomaly Score (Isolation Forest Conceptual)

Isolation Forest (iForest) เป็นเทคนิค Machine Learning สำหรับ Anomaly Detection หรือการตรวจจับ “ข้อมูลผิดปกติ” โดยเฉพาะในข้อมูลที่มีหลายมิติ เช่น โหลด Phase A, B, C และอุณหภูมิร่วมกันในแต่ละวัน Isolation Forest ไม่ได้ "จำลองพฤติกรรมปกติ" แต่ใช้หลักการ แยกข้อมูล (Isolation) ข้อมูลที่ผิดปกติมักอยู่โดดเดี่ยว (Isolated) และสามารถถูกแยกออกจากข้อมูลอื่นได้ง่าย ในทางกลับกันข้อมูลปกติจะต้องใช้หลายขั้นตอนในการแยก เพราะอยู่ใกล้กับกลุ่มข้อมูลอื่น iForest จะสร้างหลายต้นไม้สุ่ม (Random Trees) โดยการเลือก Feature และ Threshold แบบสุ่ม แต่ละข้อมูลจะถูกแยก (Partition) ลงใน Leaf Node ของต้นไม้จนกว่าจะโดดเดี่ยว ความลึกเฉลี่ย (Path Length) ที่ใช้ในการแยกข้อมูลจะถูกนำไปคำนวณ Anomaly Score ดังนี้

$$s(x,n) = 2^{-\frac{E(h(x))}{c(n)}} \tag{6}$$

โดยที่ $s(x,n)$ คือ Anomaly Score ของข้อมูล x เมื่อมีข้อมูลทั้งหมด n

$E(h(x))$ คือ ความลึกเฉลี่ยในการแยกข้อมูล x บนต้นไม้

$c(n)$ คือ ค่าคงที่โดยประมาณของความลึกเฉลี่ยใน BST (ใช้เพื่อ Normalize)

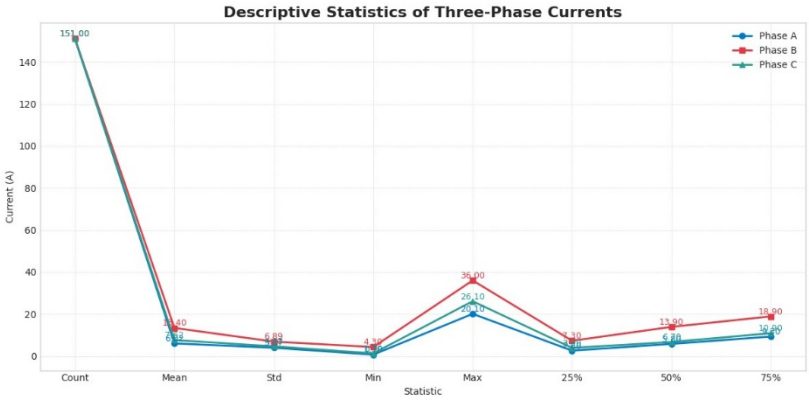
ค่าคะแนนอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ใกล้ 1 คือ ผิดปกติสูง ใกล้ 0.5 คือ ปกติ ใกล้ 0 คือ ค่าซ้ำซ้อนกับกลุ่มข้อมูลอื่นมาก

4. ผลการวิจัย

4.1 พฤติกรรมโหลดไฟฟ้า 3 เฟสรายวัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสไฟฟ้าของ Phase A, B และ C ในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2567 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2568 พบว่าเฟส B มีค่ากระแสเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับเฟสอื่นตลอดช่วงเวลา (เฉลี่ย ≈ 13.4A) ขณะที่เฟส C มีค่ากระแสอยู่ในระดับปานกลาง (เฉลี่ย ≈ 7.6A) และเฟส A มีค่าต่ำที่สุด (เฉลี่ย ≈ 6.0A) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

รายการ	Phase A (A)	Phase B (A)	Phase C (A)
Count	151	151	151
Mean	~6.02	~13.40	~7.62
Std	~3.97	~6.89	~4.63
Min	0.7	4.3	1.3
Max	20.1	36.0	26.1
25%	2.6	7.3	3.9
50%	5.8	13.9	6.7
75%	9.3	18.9	10.9



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบสถิติเชิงพรรณนาของกระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟสของระบบไฟฟ้า 3 เฟส

จากภาพที่ 3 เป็นกราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าทางสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ของกระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟส (Phase A, Phase B และ Phase C) จากข้อมูลทั้งหมด 151 รายการต่อเฟส โดยนำเสนอผ่านแผนภูมิแท่ง (Bar Chart) เพื่อแสดงแนวโน้มการกระจายตัวของข้อมูลในแต่ละเฟส ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) Phase A = 6.02A, Phase B = 13.40A, Phase C = 7.62A พบว่า Phase B มีค่าเฉลี่ยสูงสุด แสดงถึงการรับโหลดสูงกว่าทุกเฟส ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) Phase A =

3.97A, Phase B = 6.89A, Phase C = 4.63A Phase B มีค่าความแปรปรวนสูงสุด สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงโหลดอย่างไม่สม่ำเสมอ ค่าต่ำสุด (Min) และค่าสูงสุด (Max) Phase A 0.7–20.1A, Phase B 4.3–36.0A และ Phase C 1.3–26.1A Phase B มีช่วงกระแสกว้างที่สุด บ่งบอกถึงพฤติกรรมโหลดที่ไม่คงที่ ค่าควอไทล์ (25%, 50%, 75%) ค่ามัธยฐานของ Phase B = 13.9A สูงกว่า Phase A (5.8A) และ Phase C (6.7A) อย่างชัดเจน ชี้ให้เห็นถึงความไม่สมดุลของโหลดในระบบ 3 เฟส สรุปได้ว่าจากกราฟพบว่า Phase B มีลักษณะการรับโหลดที่สูงและแปรปรวนมากที่สุดเมื่อเทียบกับอีกสองเฟส ซึ่งบ่งชี้ถึงปัญหาความไม่สมดุลของโหลดในระบบ อาจนำไปสู่ความร้อนสะสมสูง ความสูญเสียในสาย และการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ในระยะยาว จึงควรมีการตรวจสอบและปรับสมดุลโหลดระหว่างเฟสอย่างสม่ำเสมอเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า

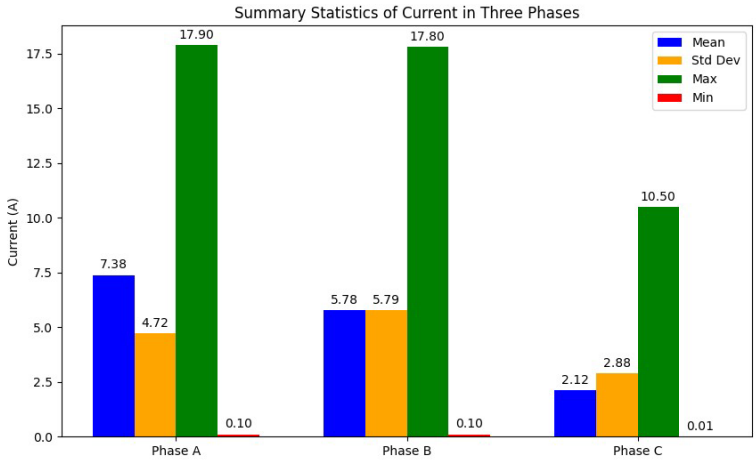
4.2 ความไม่สมดุลระหว่างเฟส (Phase unbalance)

ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟส ความไม่สมดุลระหว่างเฟสเกิดขึ้นเมื่อค่ากระแสหรือแรงดันของแต่ละเฟสไม่เท่ากัน สาเหตุหลักมาจากการกระจายโหลดไม่สม่ำเสมอหรือการใช้งานอุปกรณ์ที่มีโหลดไม่สมมาตร ผลที่ตามมาคือประสิทธิภาพระบบลดลง เกิดการสูญเสียพลังงาน ความร้อนสะสมในสายส่ง หม้อแปลง หรือมอเตอร์ และในมอเตอร์สามเฟสอาจเกิดแรงบิดไม่สม่ำเสมอ ส่งผลต่ออายุการใช้งานและความเสียหายเชิงกล ตารางที่ 2 แสดงค่าสถิติของความต่างกระแสระหว่างเฟสในแต่ละคู่ (A-B, A-C และ B-C) ซึ่งใช้ประเมินระดับความไม่สมดุลและแนวโน้มการแปรผันของโหลดไฟฟ้า ข้อมูลนี้ช่วยให้วางแผนแก้ไข เช่น การจัดสมดุลโหลด (Load Balancing) การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และการปรับปรุงระบบให้มีเสถียรภาพมากขึ้น

ตารางที่ 2 ค่าความต่างระหว่างเฟส (Phase difference)

รายการ	**Δ_AB (A)**	**Δ_BC (A)**	**Δ_CA (A)**
Mean	~7.38	~5.78	~2.12
Std	~4.72	~5.79	~2.88
Max	~17.9	~17.8	~10.5
Min	~0.1	~0.1	~0.01

ตารางที่ 2 แสดงค่าความต่างของกระแสไฟฟ้าระหว่างเฟสในระบบสามเฟส โดยพิจารณาค่ากระแสเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std) ค่าสูงสุด (Max) และค่าต่ำสุด (Min) พบว่า ค่ากระแสเฉลี่ยอยู่ในช่วง ~2.12–7.38A โดยเฟสที่มีความต่างสูงสุดมีค่าเฉลี่ยประมาณ 7.38A ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดอยู่ที่ ~5.79A สะท้อนถึงความผันผวนของโหลดในบางช่วงเวลา ค่าสูงสุดของความต่างระหว่างเฟส (Max) สูงถึง ~17.9A ซึ่งแสดงถึงภาวะโหลดไม่สมดุลในช่วงพีค ค่าต่ำสุด (Min) ใกล้ศูนย์ (~0.01A) บ่งบอกว่าบางช่วงเวลามีโหลดสมดุลเกือบสมบูรณ์ ผลลัพธ์นี้ยืนยันถึงการเกิด Phase Unbalance ในระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของโหลดในช่วงเวลาที่มีกิจกรรมสูงและการใช้งานอุปกรณ์จำนวนมากในเฟสเดียว



ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบสถิติเชิงพรรณนาของความต่างกระแสไฟฟ้าระหว่างเฟสในระบบไฟฟ้า 3 เฟส

จากภาพที่ 4 แสดงสถิติเชิงพรรณนาของความต่างกระแสไฟฟ้าระหว่างเฟส 3 คู่ ได้แก่ Δ_AB ความต่างระหว่าง Phase A และ Phase B Δ_BC ความต่างระหว่าง Phase B และ Phase C Δ_CA ความต่างระหว่าง Phase C และ Phase A จากข้อมูลทั้งหมด 151 ชุด พบว่า ค่าเฉลี่ย (Mean) Δ_AB = 7.38A, Δ_BC = 5.78A, Δ_CA = 2.12A ชี้ให้เห็นว่า Phase A และ B มีความต่างกระแสมากที่สุดโดยเฉลี่ย ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Std) Δ_AB = 4.72A, Δ_BC = 5.79 A, Δ_CA = 2.88A

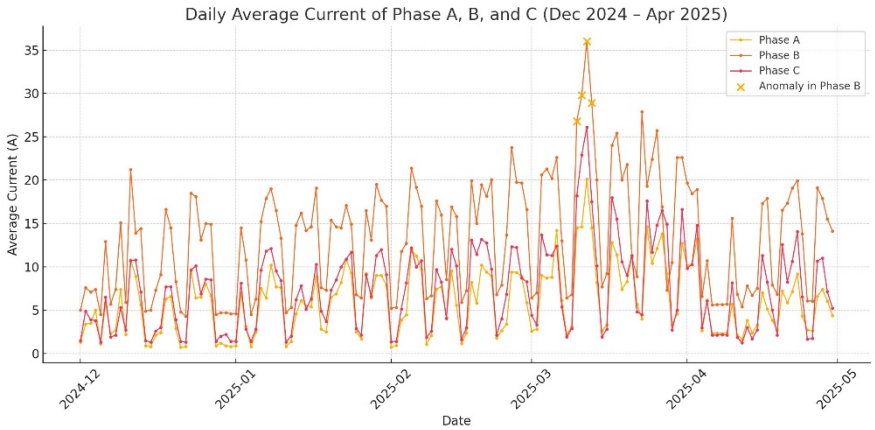
Δ_BC มีความแปรปรวนสูงสุด บ่งบอกถึงความไม่แน่นอนในการรับโหลดของ Phase B และ C ค่าสูงสุด (Max) และค่าต่ำสุด (Min) Δ_AB สูงสุด = 17.9A, ต่ำสุด = 0.1A Δ_CA ต่ำสุดมากที่สุด = 0.01A บ่งบอกว่าในบางช่วงเวลา เฟส C และ A มีโหลดใกล้เคียงกันมาก แต่โดยรวมแล้วยังมีความไม่สมดุล สรุปได้ว่าจากข้อมูลพบว่า ความต่างของกระแสระหว่างเฟสมีลักษณะไม่สมดุล โดยเฉพาะ Δ_AB ที่มีค่าความต่างเฉลี่ยและสูงสุดมากที่สุด แสดงถึงปัญหาความไม่สมดุลของโหลดในระบบ 3 เฟส ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้า ความร้อนสะสม และอายุการใช้งานของอุปกรณ์ในระยะยาว ควรมีการตรวจสอบและบริหารจัดการโหลดระหว่างเฟสอย่างเหมาะสมเพื่อลดความต่างกระแสเหล่านี้

4.3 การตรวจจับค่าผิดปกติ (Anomaly Detection) จากการใช้เทคนิค Isolation Forest ในการตรวจสอบค่าผิดปกติของเฟส B (ซึ่งเป็นเฟสที่มีแนวโน้มโหลดสูงผิดปกติ) พบว่ามี 17 วัน ที่ตรวจพบค่าผิดปกติ ซึ่งรวมถึงวันที่ 10-13 มีนาคม พ.ศ. 2568 ที่ค่าโหลดเฟส B พุ่งสูงถึง 36.0A ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความผิดปกติในเฟส B (Anomaly Detection Summary: Phase B)

ลำดับ	วันที่	Average Current (B)	Average Current (A)	Average Current (C)	หมายเหตุ
1	2024-12-11	21.2 A	10.8 A	10.7 A	ค่าสูงผิดปกติช่วงกลางเดือน
2	2024-12-23	18.5 A	9.7 A	9.6 A	ค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั่วไป
3	2025-01-02	14.5 A	7.0 A	8.1 A	ความผิดปกติช่วงต้นปีใหม่
4	2025-01-08	19.0 A	10.2 A	12.1 A	ความผิดปกติในสัปดาห์ที่ 2
5	2025-01-17	19.1 A	8.9 A	10.3 A	โหลดสูงทั้งสามเฟส
6	2025-01-29	19.5 A	9.0 A	11.3 A	โหลดสูงช่วงปลายเดือน
7	2025-02-05	21.38 A	11.99 A	12.19 A	ค่า spike พร้อมกันทุกเฟส
8	2025-02-10	17.58 A	7.42 A	9.67 A	ความผิดปกติระดับกลาง
9	2025-02-17	19.92 A	8.18 A	13.10 A	กระแสเฟส C พุ่งเช่นกัน
10	2025-02-25	23.77 A	9.41 A	12.32 A	จุดสูงสุดของเดือน ก.พ. 2568
11	2025-03-03	20.6 A	9.0 A	13.7 A	เริ่มเห็นพฤติกรรมพุ่งขึ้น
12	2025-03-06	22.6 A	14.2 A	12.4 A	โหลดสูงพร้อมกันทุกเฟส
13	2025-03-10	26.8 A	14.5 A	18.2 A	จุดเริ่มช่วงสูงสุดผิดปกติ

14	2025-03-11	29.8 A	14.6 A	22.9 A	ค่าสูงผิดปกติอย่างชัดเจน
15	2025-03-12	36.0 A	20.1 A	26.1 A	จุดสูงสุดของเฟส B
16	2025-03-13	28.9 A	14.5 A	17.5 A	ยังคงสูงต่อเนื่อง
17	2025-03-24	27.9 A	14.6 A	17.6 A	ยังสูงผิดปกติช่วงปลายเดือน



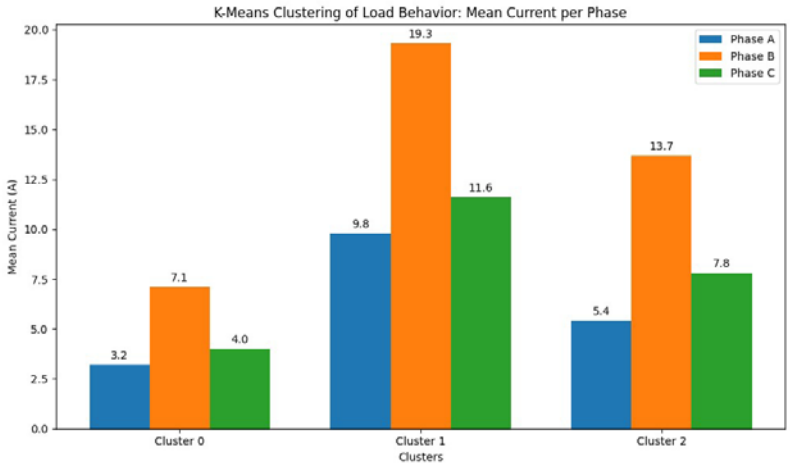
ภาพที่ 5 การตรวจจับค่าผิดปกติของกระแสไฟฟ้าในเฟส B โดยใช้เทคนิค Isolation Forest จากข้อมูลกระแสเฉลี่ยรายวัน (ธันวาคม พ.ศ. 2567 – เมษายน พ.ศ. 2568)

จากภาพที่ 5 จากการตรวจจับค่าผิดปกติของกระแสไฟฟ้าในเฟส B โดยใช้เทคนิค Isolation Forest จากข้อมูลเฉลี่ยรายวันในช่วง ธันวาคม พ.ศ. 2567 – เมษายน พ.ศ. 2568 พบว่าเฟส B มีค่ากระแสผิดปกติรวมทั้งสิ้น 17 วัน โดยช่วงที่ผิดปกติชัดเจนที่สุดคือวันที่ 10–13 มีนาคม พ.ศ. 2568 ซึ่งมีกระแสไฟฟ้าสูงถึง 36.0A (12 มีนาคม พ.ศ. 2568) สูงกว่าค่าเฉลี่ยทั้งระบบที่อยู่ที่ประมาณ 13.5A พฤติกรรมดังกล่าวสะท้อนถึง โหลดเฟส B ที่สูงผิดปกติ ซึ่งอาจมีสาเหตุจากความไม่สมดุลระหว่างเฟส การใช้งานผิดปกติหรือพฤติกรรมโหลดเฉพาะกิจ จำเป็นต้องติดตามและวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อป้องกันความเสียหายและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระบบ

4.4 การจัดกลุ่มพฤติกรรมโหลดด้วย K-Means Clustering การใช้เทคนิค K-Means Clustering (k = 3) ทำให้สามารถจำแนกวันใช้งานไฟฟ้าออกเป็น 3 กลุ่ม

ตารางที่ 4 ผลการจัดกลุ่มด้วย K-Means (3 กลุ่ม)

กลุ่ม	Phase A (mean)	Phase B (mean)	Phase C (mean)
Cluster 0	3.2	7.1	4.0
Cluster 1	9.8	19.3	11.6
Cluster 2	5.4	13.7	7.8

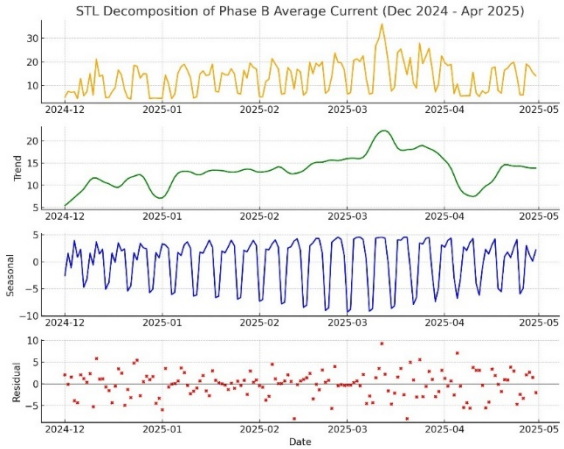


ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยในแต่ละเฟสตามกลุ่มคลัสเตอร์ของพฤติกรรมโหลดไฟฟ้า

จากภาพที่ 6 แสดงการวิเคราะห์เชิงกลุ่ม (Clustering Analysis) ของข้อมูลกระแสไฟฟ้า 3 เฟส (Phase A, Phase B และ Phase C) โดยแบ่งพฤติกรรมโหลดไฟฟ้าออกเป็น 3 กลุ่ม คือ Cluster 0, Cluster 1 และ Cluster 2 จากข้อมูลที่ได้ทำการจัดกลุ่ม (เช่น K-Means หรือ GMM) โดยมีค่ากระแสเฉลี่ยในแต่ละเฟสดังนี้ Cluster 0 Phase A = 3.2A, Phase B = 7.1A และ Phase C = 4.0A กลุ่มโหลดต่ำ (Low Load Group) แสดงถึงช่วงเวลาที่อาคารใช้พลังงานต่ำ Cluster 1 Phase A = 9.8A, Phase B = 19.3A และ Phase C = 11.6A กลุ่มโหลดสูง (High Load Group) แสดงถึงช่วงเวลาที่มีการใช้ไฟฟ้าสูง เช่น เวลาทำการปกติหรือช่วงเปิดเรียน Cluster 2 Phase A = 5.4A, Phase B = 13.7A และ Phase C = 7.8A กลุ่มโหลดปานกลาง (Moderate Load Group) บ่งบอกถึง

ช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานในระดับกลาง สรุปผล Cluster 1 มีค่ากระแสเฉลี่ยสูงสุดในทุกเฟส โดยเฉพาะ Phase B ที่มีกระแสเฉลี่ยสูงถึง 19.3A สะท้อนพฤติกรรมการใช้โหลดแบบไม่สมดุล ซึ่งอาจส่งผลต่อปัญหาทางเทคนิค เช่น ความร้อนสะสม ความสูญเสียพลังงาน และอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า จึงควรมีมาตรการ บริหารจัดการโหลดระหว่างเฟสอย่างสมดุล เพื่อเพิ่มเสถียรภาพของระบบ และใช้การจัดกลุ่มพฤติกรรมโหลดเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการพลังงานอย่างชาญฉลาด

4.5 การวิเคราะห์แนวโน้มและฤดูกาล (STL Decomposition) จากการแยกองค์ประกอบกระแสของเฟส B โดยใช้ STL Decomposition ได้ผลดังนี้



ภาพที่ 7 การแยกองค์ประกอบสัญญาณด้วยวิธี STL ของกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเฟส B (ธันวาคม พ.ศ. 2567 – เมษายน พ.ศ. 2568)

จากกราฟนี้แสดงผลการวิเคราะห์แบบ STL (Seasonal-Trend decomposition using LOESS) สำหรับกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยใน Phase B จากข้อมูลรายวัน ตั้งแต่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2567 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2568 โดยแยกสัญญาณออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ Trend (แนวโน้ม) แนวโน้มมีการเพิ่มขึ้นต่อเนื่องตั้งแต่ต้นเดือนธันวาคม (~7.0A) ไปจนถึงช่วงกลางเดือนมีนาคม (~21.5A) ก่อนจะลดลงเล็กน้อยในเดือนเมษายน (~14.0A) สะท้อนพฤติกรรมโหลดที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงต้นปี อาจสัมพันธ์กับช่วงเปิดเรียนหรือกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นในอาคาร Seasonal (ฤดูกาล) มีรูปแบบซ้ำเป็นรายสัปดาห์ โดยค่าผันผวน

อยู่ในช่วงประมาณ –5 ถึง +5A บ่งบอกถึงพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่สอดคล้องกับกิจกรรมซ้ำ ๆ เช่น การใช้งานตามวันทำงาน (จันทร์–ศุกร์) และลดลงช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ Residual (ความผิดปกติ) มีค่าผิดปกติเด่นชัดช่วงต้นเดือนมีนาคมถึงกลางเดือนมีนาคม ซึ่งค่าความเบี่ยงเบนบางวันเกิน ±5A สะท้อนเหตุการณ์เฉพาะกิจหรือความผิดปกติในการใช้โหลด เช่น การใช้งานเครื่องจักรขนาดใหญ่ หรือระบบระบายความร้อนทำงานผิดปกติใน Phase B สรุปผลเชิงวิเคราะห์ Phase B มีแนวโน้มการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นตลอดช่วง 5 เดือนแรกของปี โดยมีทั้งแนวโน้มระยะยาวและพฤติกรรมฤดูกาลอย่างชัดเจน ความผิดปกติ (Residual) สามารถใช้เป็นตัวตรวจจับพฤติกรรมที่แปลกไปจากปกติ ซึ่งเหมาะแก่การนำข้อมูลนี้ไปใช้ใน การพยากรณ์โหลดไฟฟ้า (Load Forecasting) การวางแผนจัดการพลังงานอัจฉริยะ (Smart Energy Management) การวิเคราะห์และเตือนภัยระบบโหลดที่ผิดปกติในอาคารเรียน

5. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกรอบการวิเคราะห์และพยากรณ์โหลดไฟฟ้าระบบสามเฟสในอาคารเรียน โดยใช้เทคนิค Machine Learning ที่ผสมผสานแนวคิด Quantum-Inspired ร่วมกับ STL Decomposition, K-Means Clustering และ Anomaly Detection โดยเก็บข้อมูลกระแสไฟฟ้าจริงจำนวน 151 วัน (ธันวาคม พ.ศ. 2567 – เมษายน พ.ศ. 2568) ผลการวิเคราะห์พบว่า Phase B มีค่ากระแสเฉลี่ยสูงสุดที่ประมาณ 13.40A ขณะที่ Phase A และ Phase C มีค่าเฉลี่ย 6.02A และ 7.62A ตามลำดับ ค่า Phase Imbalance ระหว่าง Phase A และ Phase B เฉลี่ยอยู่ที่ 7.38A โดยมีค่าสูงสุดถึง 17.9A การวิเคราะห์ด้วย decomposition เผยแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของ Phase B จาก 7.0A ในเดือนธันวาคม พ.ศ.2567 เป็น 21.5A ในเดือนมีนาคม 2568 ค่าความเบี่ยงเบนแบบ Residual ที่เกิน ±5A ถูกพบหลายครั้ง โดยบ่งชี้ถึงภาวะโหลดสูงสุดเฉียบพลัน การตรวจจับค่าผิดปกติด้วย Z-Score และ Isolation Forest พบ 17 จุด anomaly โดยจุดสูงสุดอยู่ที่ 36.0A ในวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2568 การจัดกลุ่มข้อมูลด้วย K-Means (k=3) แบ่งโหลดไฟฟ้าออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ โหลดต่ำ (~7.1A), โหลดปานกลาง (~13.7A) และโหลดสูง (~19.3A) ผล

การศึกษานี้สามารถนำไปใช้เพื่อการวางแผนและบริหารจัดการพลังงานในอาคารเรียนอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

6. อภิปรายผล

การศึกษาพบว่า Phase B มีภาวะโหลดไม่สมดุลสูงกว่าทุกเฟส (75–78%) ซึ่งอาจเกิดจากการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้พลังงานสูง เช่น เครื่องปรับอากาศหรือเครื่องจักรในเฟสเดียวมากเกินไป สอดคล้องกับแนวทางที่ระบุว่าเมื่อความไม่สมดุลเกิน 2–3% จะเร่งการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์และเพิ่มความร้อนของมอเตอร์ (Patel et al., 2025; Lin et al., 2025) แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของโหลดใน Phase B (จาก 7.0A ถึง 21.5A หรือเพิ่มขึ้น 207%) ที่ตรวจพบโดย STL decomposition สะท้อนถึงการใช้งานที่แปรผันตามกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ชี้ว่าพฤติกรรมโหลดในอาคารเรียนมีความผันผวนสูง (Han et al., 2023; Ji et al., 2023) การตรวจพบ Anomaly สูงสุด 36A อาจมาจาก Inrush Current ของมอเตอร์หรือการใช้อุปกรณ์พร้อมกัน หากไม่บริหารจัดการอาจก่อให้เกิด Overheating และอันตรายต่อระบบป้องกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางที่เสนอการใช้ Anomaly Detection และ Load Forecasting เพื่อลดความเสี่ยง (Ahmed et al., 2023; Lin et al., 2025; El Khantach et al., 2019) การจัดกลุ่มด้วย K-Means Clustering แสดงให้เห็นความแตกต่างของรูปแบบโหลดอย่างชัดเจน ช่วยสนับสนุนการวางแผน Demand Response ตามแนวทาง Smart Grid และ ISO 50001 เพื่อปรับสมดุลโหลดและลด Peak Load (Ji et al., 2023; El Khantach et al., 2019; Zhou et al., 2021) ข้อเสนอแนะในอนาคตควรเพิ่มตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อม (อุณหภูมิ ความชื้น) และพฤติกรรมผู้ใช้งาน รวมถึงการพัฒนาโมเดล Deep Learning (เช่น LSTM, GRU) เพื่อพยากรณ์โหลดระยะยาวและตรวจจับความผิดปกติได้แม่นยำยิ่งขึ้น (Farsi et al., 2021; Jiang et al., 2024; Zhang et al., 2021)

7. เอกสารอ้างอิง

Ahmed, A., Awan, A., Shah, S., & Hussain, S. (2023). Load forecasting with machine learning and deep learning methods. *Applied Sciences, 13*(13), 7933. doi:10.3390/app13137933

El Khantach, A., Hamlich, M., & Belbounaguia, N. (2019). Short-term load forecasting using machine learning and periodicity decomposition. *AIMS Energy, 7*(3), 382–394. doi:10.3934/energy.2019.3.382

Farsi, B., Amayri, M., Bouguila, N., & Eicker, U. (2021). On short-term load forecasting using machine learning techniques and a novel parallel deep LSTM-CNN approach. *IEEE Access, 9*, 31191–31202. doi:10.1109/ACCESS.2021.3060705

Ji, X., Huang, H., Chen, D., Yin, K., Zuo, Y., Chen, Z., & Bai, R. (2023). A hybrid residential short-term load forecasting method using attention mechanism and deep learning. *Buildings, 13*(1), 72. doi:10.3390/buildings13010072

Jiang, Y., Liu, Q., & Li, X. (2024). A data decomposition and attention mechanism-based hybrid approach for load forecasting. *Complex & Intelligent Systems, 10*, 1379–1394. doi:10.1007/s40747-023-01995-1

Lin, Y., Zhang, Z., & Wang, P. (2025). Forecasting very short-term power load with hybrid interpretable models. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 135*, 106746.doi:10.1016/j.engappai.2025.106746

Patel, H., Mehta, P., & Kumar, V. (2025). Application of machine learning with gradient descent method for FF-DNN-based short-term load forecasting. *Journal of Electrical Systems and Information Technology, 12*(1), 46. doi:10.1186/s43067-025-00246-5

Xiong, T., Li, C., & Bao, Y. (2018). Forecasting model combining STL decomposition and extreme learning machine for time series

prediction. *Neurocomputing, 277*, 483–494. doi:10.1016/j.neucom.2017.11.053

Zhang, J., Wang, J., & Li, X. (2021). *ES-dRNN: A hybrid exponential smoothing and dilated recurrent neural network model for short-term load forecasting* (arXiv preprint arXiv: 2112. 02663). Retrieved from https://arxiv.org/abs/2112.02663

Zhou, H., Li T., & Peng, H. (2021). Non-intrusive load decomposition based on CNN-LSTM hybrid deep learning model. *Energy Reports, 7*, 5762–5771. doi:10.1016/j.egyr.2021.09.044

การวิเคราะห์โซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่น : กรณีศึกษาชุมชนบ้านหนองโน

Supply Chain Analysis of Fish-Flavored Chili Paste: A Case Study of Ban Nong No Community

วิลาวัณย์ นามาก[1], นันทิชา ธารศรี[2], รัชฎา แต่งภูเขียว[3] และ สวลี อุตรา[4*]

Wilawan Namak[1], Nanticha Tharasi[2], Ratchada Taengphukieo[3] and Savalee Uttra[4*]

[1,2,3,4] สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และเทคโนโลยีขนส่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

[1,2,3,4] Department of Logistics Engineering and Transportation Technology, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University

[*]Corresponding author email: Savalee.ut@ksu.ac.th

Received 08 Jul 2025 Revised 31 Oct 2025 Accepted 04 Nov 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์โซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่น (2) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทุกกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่น และ (3) เพื่อวิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน (SCOR Model) กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาคือ วิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ การเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึกและภาคสนาม การวิเคราะห์ด้วยแนวคิดโซ่อุทาน จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในทุกกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ 13 กิจกรรม และวิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน หรือ SCOR Model ผลการศึกษาพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่นชุมชนบ้านหนองโน สามารถสร้างโซ่อุปทานได้ 1 โซ่ตั้งแต่กระบวนการจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การจัดเก็บ และการกระจายสินค้าจนถึงมือผู้บริโภค จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์กิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานครบทั้ง 13 กิจกรรม ซึ่งพบว่าปัญหาคือ การพยากรณ์ความต้องการ การควบคุมสินค้าคงคลัง และการจัดการคลังสินค้า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนดำเนินการได้ไม่เต็มประสิทธิภาพเนื่องจากจะผลิต

ตามคำสั่งซื้อของลูกค้าเท่านั้น ผลที่ได้จากการนำแบบจำลอง SCOR Model มาวิเคราะห์ พบว่า ขาดการวางแผนการผลิต ประโยชน์ที่ได้จากผลการวิจัยได้ถูกนำเสนอให้กับกลุ่มสมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโน สะท้อนปัญหาที่พบในโซ่อุปทานและได้เสนอแนะให้กลุ่มฯ ได้ทำการวางแผนการผลิตอย่างเป็นระบบ สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า และทำงานเป็นระบบมากขึ้นได้

คำสำคัญ : โซ่อุปทาน, น้ำพริกปลาป่น, แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน

Abstract

This research aimed to: (1) study and analyze the supply chain of Fish-Flavored Chili Paste; (2) examine the relationships among all logistics and supply chain activities; and (3) analyze the Supply Chain Operations Reference (SCOR) model. The target group of this study was the Ban Nong No Community Enterprise, located in Huahin Subdistrict, Huai Mek District, Kalasin Province. Data were collected through in-depth interviews and field observations. The analysis was conducted based on supply chain concepts, including the examination of thirteen logistics activities and the application of the SCOR model. The results revealed that the Ban Nong No Community's Fish-Flavored Chili Paste had a complete supply chain covering the procurement of raw materials, production, storage, and distribution to consumers. The analysis of relationships among the thirteen logistics and supply chain activities identified key problems in demand forecasting, inventory control, and warehouse management. The community enterprise operated below optimal efficiency, as production was carried out only upon customer orders. Moreover, the SCOR model analysis indicated a lack of production planning. The research findings were presented to the members of the Ban Nong No Community Enterprise to reflect the existing problems within the supply chain. Recommendations were proposed for systematic production planning to enhance responsiveness to customer demand and improve operational efficiency in the community enterprise.

Keywords : Supply Chain, Fish-Flavored Chili Paste, SCOR Model

1. บทนำ

การจัดการโซ่อุปทาน (Supply chain) คือ ระบบการจัดการการผลิต โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการผลิตวัตถุดิบ และการแปลงให้เป็นสินค้า ไปจนถึงมือผู้บริโภคขั้นสุดท้าย (ณัฐพงษ์ และคณะ, 2564) องค์ประกอบของโซ่อุปทานถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ประกอบด้วย โซ่อุปทานก่อนการผลิต หรือกิจกรรมต้นน้ำ (Upstream Supply Chain) โซ่อุปทานภายในการผลิต หรือกิจกรรมกลางน้ำ (Internal Supply Chain) และ โซ่อุปทานในการจัดส่งสินค้า หรือกิจกรรมปลายน้ำ (Downstream Supply Chain) ได้มีการนำแนวคิดในการจัดการโซ่อุทานมาใช้ในการศึกษาวิจัยสินค้าและผลิตภัณฑ์เกษตรชุมชน อาทิเช่น วิสาหกิจชุมชนกลุ่มสินค้าเกษตรยั่งยืน (ปณิตา, 2562) ผลิตภัณฑ์ชุมชนจากกล้วย (ปณิตา และคณะ, 2563) ข้าวโพดหวานส่งออก (ฐากูร และคณะ, 2566) การแปรรูปผักพลูคาว (นฐ และคณะ, 2567) และวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่พริก (คลอเคลีย และคณะ, 2567) เป็นต้น จากผลการศึกษาทำให้สามารถแจกแจงและแก้ไขปัญหาโซ่อุปทาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันได้

การวิเคราะห์เพื่อแก้ไขปัญหาโซ่อุทานเพื่อให้สามารถอธิบายกิจกรรมทางธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับทุกขั้นตอนของการตอบสนองความต้องการของลูกค้าในโซ่อุปทานได้โดยการพัฒนาแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน หรือ SCOR Model ย่อมาจาก Supply Chain Operations Reference ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อส่งเสริมและสนับสนุนองค์กรที่มีความสนใจในการจัดการโซ่อุปทานและการนำไปปฏิบัติและใช้งาน ขอบเขตของ SCOR Model ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่ออธิบายกิจกรรมทางธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับทุกขั้นตอนของการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ประกอบด้วย 6 กระบวนการหลักคือ การวางแผน (Plan) การจัดกา (Source) การผลิต (Make) การจัดส่ง (Deliver) การส่งคืน (Return) และการทำให้เกิดขึ้น (Enable) งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการนำ SCOR Model เข้ามาศึกษาในงานวิจัยสินค้าทางด้านเกษตร อาทิเช่น โรงสีข้าว (ชัยวัฒน์ และ ศิริรัตน์, 2561) ผัก (Buapliansee et al, 2019) ข้าวสังข์หยด (จัมลฤดี และวิวัฒน์, 2562) ผักสลัดไฮโดรโพนิกส์ (มลฤดี และมนตรี, 2564) ข้าวหอมมะลิ (เกศินี, 2565) จิ้งหรีด (มณฑิรา และคณะ, 2565) ทุเรียน (ธานิยา และปรีชา, 2566) (พีรศักดิ์ และวิชญุตร์, 2564) และวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ (คลอเคลีย และคณะ, 2567) เป็นต้น

การนำแนวคิดโซ่อุปทาน และ SCOR Model ศึกษากับผลิตภัณฑ์สินค้าเกษตร มีความสอดคล้องกับอาชีพของประชากรไทยซึ่งส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม สะท้อนให้เห็นว่าภาคการเกษตรมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบเศรษฐกิจในประเทศ เนื่องจากเป็นแหล่ง

ผลิตอาหาร การทำเกษตรประมงน้ำจืดถือเป็นอาชีพเกษตรกรรมที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างรายได้และประกอบอาชีพของประชากรในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นแหล่งอาหารสำคัญทั้งยังช่วยเสริมสร้างความมั่นคงด้านอาหารให้กับประชากรในท้องถิ่น ในการสร้างรายได้และเสริมสร้างเศรษฐกิจเนื่องจากได้ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำจืดในภาคเกษตรกรรม ในการเพาะปลูก การเลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำอื่น ๆ ดังนั้นประชากรส่วนใหญ่จึงยึดอาชีพการทำประมงเป็นหลัก แนวทางการพัฒนาการเกษตรด้านประมงให้มีความยั่งยืนอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยสร้างโอกาสและประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิตของชาวบ้านในพื้นที่ดังกล่าว อีกทั้งยังควรดำเนินการพัฒนาเกษตรกรรมการประมงให้เหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศ โดยการพัฒนาแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ให้เป็นแหล่งขยายพันธุ์ปลาและส่งเสริมให้ประชาชนสามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำนั้นได้ ทั้งการประมงและการทำเกษตรผสมผสานบริเวณนั้นด้วย

จากการลงพื้นที่วิจัยเบื้องต้นหมู่บ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเขื่อนลำปาวซึ่งเป็นแหล่งประมงที่สำคัญ มีความหลากหลายในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของจังหวัดกาฬสินธุ์ อีกทั้งยังเป็นสถานที่ท่องเที่ยว เนื่องจากมีแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ ส่งผลให้มีเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นจำนวนมาก เช่น เลี้ยงปลาในกระชัง และกุ้งก้ามกราม และยัง สร้างอาชีพให้กับชาวบ้านที่ทำประมงจากการหาปลาที่มีอยู่ในเขื่อนมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ชุมชนบ้านหนองโนได้รวมกลุ่มจัดตั้งเป็นวิสาหกิจที่เกิดจากการรวมกลุ่มแม่บ้านหรือคนในชุมชน ร่วมกันคิดค้นพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นจุดเด่นและเป็นเอกลักษณ์ของชุมชนคือ น้ำพริกปลาป่น จัดทำบรรจุภัณฑ์ 2 ขนาดคือ กระปุกพลาสติกขนาดเล็กขนาด 2 ออนซ์ และกระปุกแก้วใสขนาด 8 ออนซ์ โดยมีข้อมูลยอดขายที่ได้จดบันทึกไว้เดือนเมษายน พ.ศ.2567 จำนวน 1,270 กระปุก จัดจำหน่ายให้กับลูกค้าประจำจำนวน 900 กระปุก ร้านค้าวิสาหกิจชุมชนในหมู่บ้าน จำนวน 200 กระปุก การนำไปวางจำหน่ายในงานแสดงสินค้าต่าง ๆ และลูกค้าขาจร จำนวน 150 กระปุก

ปัญหาที่พบเบื้องต้นจากการสอบถามกลุ่มฯ พบว่าน้ำพริกปลาป่นที่ผลิตไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างเต็มที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งลูกค้าขาจร เนื่องจากกลุ่มจะผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้าเท่านั้น ขาดการจดบันทึกข้อมูลยอดขายอย่างต่อเนื่อง ทำให้ขาดโอกาสในการจัดจำหน่ายให้กับลูกค้าขาจร หรือลูกค้ากลุ่มอื่น ๆ ซึ่งหากพิจารณาให้ครอบคลุมการผลิตน้ำพริกปลาป่นมีความเกี่ยวข้องกับหลายส่วนบุคคล ทั้งผู้จัดจำหน่ายวัสดุอุปกรณ์/วัตถุดิบที่เกี่ยวข้อง ชาวประมง กลุ่มผู้ผลิตน้ำพริกปลาป่น แหล่งที่วางจำหน่าย

น้ำพริก ตลอดจนลูกค้าคนสุดท้าย ซึ่งอยู่บนโซ่อุปทานทั้งสิ้น แสดงได้ว่ากลุ่มผู้ผลิตน้ำพริกปลาป่นอาจจะมีการบริหารจัดการโซ่อุปทาน (Supply chain) ที่ยังไม่มีประสิทธิภาพ

จากการทบทวนวรรณกรรมการจัดการโซ่อุปทาน (Supply chain) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาวิจัยสินค้าและผลิตภัณฑ์เกษตรชุมชนพบว่า สามารถแจกแจงและแก้ไขปัญหาโซ่อุปทาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันได้ และแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน หรือ SCOR Model ซึ่งสามารถอธิบายกิจกรรมทางธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับทุกขั้นตอนของการตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ จากประโยชน์ดังกล่าวทีมวิจัยจึงเห็นความจำที่จะต้องนำเอาแนวคิดการจัดการโซ่อุปทาน (Supply chain) และแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน (SCOR Model) มาใช้ในการศึกษาธุรกิจผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่นจากชุมชนหนองโน เพื่อจะได้วิเคราะห์กิจกรรมที่เกิดขึ้นตลอดโซ่อุปทาน และเสนอแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ในแก้ไขปัญหาให้กลุ่มชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า และทำงานเป็นระบบมากขึ้นได้

2. วัตถุประสงค์

(1) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์โซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

(2) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทุกกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

(3) เพื่อวิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน (SCOR Model) น้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตวิจัยคือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ผลิตน้ำพริกปลาป่น บ้านหนองโน หมู่ 3 ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ และแนวทางในการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย ขั้นตอนในการศึกษาวิจัยโดยรวม เครื่องมือวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลและเสนอแนะแนวทางการนำไปใช้ ดังนี้

3.1 ขั้นตอนในการศึกษาวิจัยโดยรวม

ขั้นตอนในการศึกษาวิจัย เริ่มจากการกำหนดที่มาและความสำคัญของปัญหา การศึกษาวิจัยและค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การออกแบบเครื่องมือวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการเขียนและวิเคราะห์โซ่อุปทาน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในทุกกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่น การวิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน (SCOR Model) และสรุปผลการศึกษาเพื่อเสนอแนะแนวทางการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือวิจัย

ทีมวิจัยได้ใช้เครื่องมือวิจัยเป็นการสัมภาษณ์เชิงลึกกับเพื่อสอบถามขั้นตอนการทำผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่นตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ กลุ่มเป้าหมายคือ สมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ และใช้เทคนิคการสังเกต การลงมือปฏิบัติจริง

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทีมวิจัยได้ลงพื้นที่อีกครั้งเพื่อสัมภาษณ์จากตัวแทนสมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโน เพื่อทำการรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนได้ส่งตัวแทนที่ดำรงตำแหน่งหัวหน้าและรองหัวหน้ากลุ่มฯ จำนวน 2 คนเป็นผู้ให้ข้อมูลตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ เพื่อใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์โซ่อุปทาน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทุกกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน และใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน (SCOR Model) ตามลำดับ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย สามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) วิเคราะห์โซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่นด้วยแนวคิดการจัดการโซ่อุปทาน (Supply chain) ซึ่งทีมวิจัยจะต้องเขียนโซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 1 โซ่ พร้อมทั้งอธิบายโซ่อย่างละเอียด

(2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทุกกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยแยกวิเคราะห์ให้ครบ 13 กิจกรรมโลจิสติกส์

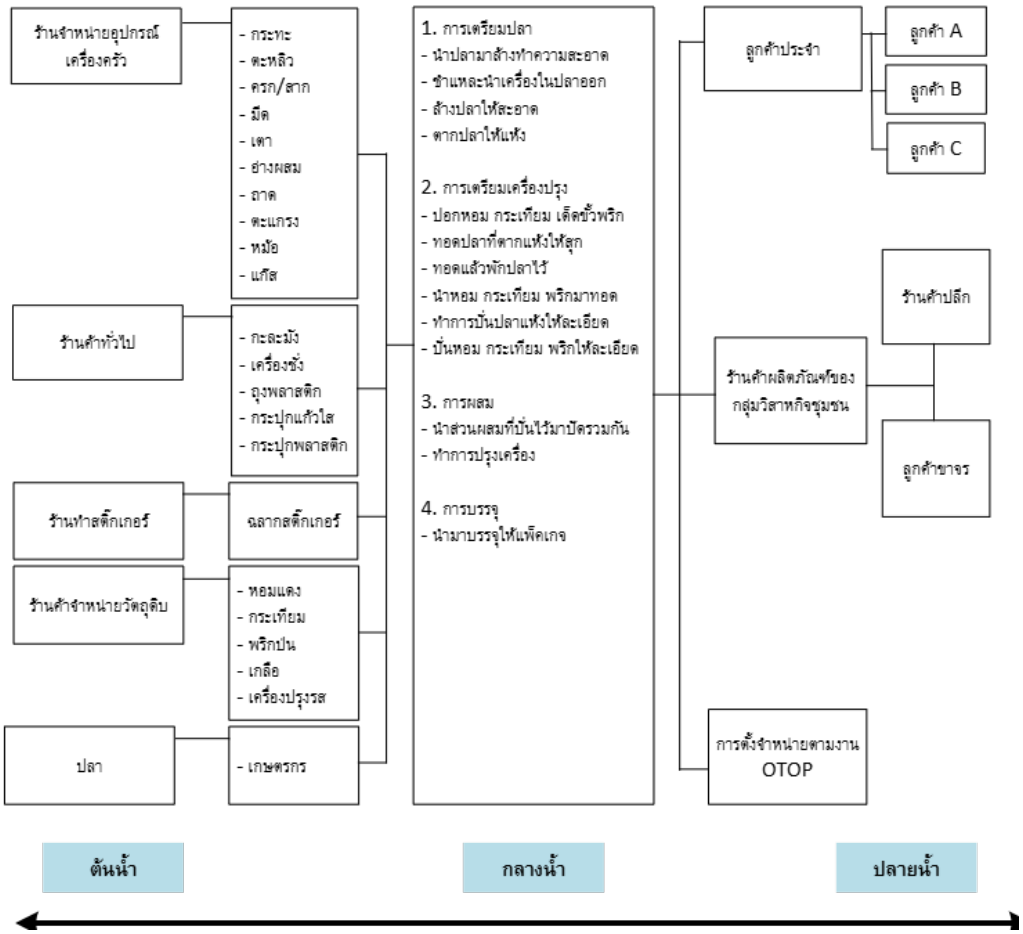
(3) วิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน (SCOR Model) ของน้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

4. ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยสามารถสรุปได้ตามวัตถุประสงค์งานวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาและวิเคราะห์โซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นวิสาหกิจชุมชน ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2562 ดำเนินมาแล้ว 5 ปี เป็นชุมชนที่ทำการผลิตน้ำพริกปลาป่น เป็นการผลิตสินค้าโดยรอการสั่งซื้อจากลูกค้า มีขั้นตอนในการทำงานโดยรวมตั้งแต่รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าไปจนถึงกระบวนการการส่งมอบสินค้าตามที่ต้องการของลูกค้า แสดงได้ดังรูปที่ 1



ภาพที่ 1 โซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่น

จากภาพที่ 1 โซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่นแสดงการไหลของวัตถุดิบตั้งแต่การจัดหาอุปกรณ์ในการผลิต จัดหาวัตถุดิบ การผลิต การกระจายสินค้า จนกระทั่งถึงการจัดส่งไปยังลูกค้า โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ต้นน้ำ (Upstream Supply Chain) กลางน้ำ (Internal Supply Chain) และปลายน้ำ (Downstream Supply Chain) โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

ต้นน้ำ (Upstream Supply Chain): เริ่มตั้งแต่กลุ่มผู้ทำนำพริกปลาป่นได้ทำการจัดหาซื้อวัตถุดิบที่จำเป็นในการผลิตน้ำพริกปลาป่นซึ่งประกอบด้วย

(1) การจัดหาอุปกรณ์เครื่องครัว เช่น กระทะ ตะแกรง ถาด มีด และ เขียง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการปรุงน้ำพริก

(2) การจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ จากร้านค้าทั่วไป ประกอบด้วย กะละมัง เครื่องชั่ง ถุงพลาสติก กระปุกแก้วใส กระปุกพลาสติก

(3) การจัดหาฉลากสติ๊กเกอร์สำหรับติดบนบรรจุภัณฑ์

(4) การจัดหาวัตถุดิบต่าง ๆ จากร้ายจำหน่ายวัตถุดิบ เช่น กระเทียม หอมแดง น้ำตาล เกลือ

5) จัดหาปลาซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก จากเกษตรกรที่ทำอาชีพประมง และจากหัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชน

กลางน้ำ (Internal Supply Chain): ในขั้นตอนของการดำเนินการจะมี 4 ขั้นตอน คือ

(1) ขั้นตอนการเตรียมปลา: นำปลามาทำความสะอาด ชำแหละปลานำเครื่องในออก และล้างให้สะอาดและนำไปตากแห้ง

(2) ขั้นตอนการเตรียมเครื่องปรุง: ทำการปอกหอมแดงและกระเทียม เพื่อเตรียมไปคั่วให้หอม เด็ดขั้วพริกไว้รอทำการทอดร่วมกับหอมแดงและกระเทียม พักไว้ให้เย็นและทำการปั่นละเอียด จากนั้นนำปลาที่ตากแห้งนำไปทอดและนำบดให้ละเอียด จากนั้นนำไปพักเพื่อเตรียมเข้าสู่ขั้นตอนการผสม

(3) ขั้นตอนการผสม: นำส่วนผสมทั้งหมดที่เตรียมไว้มาบดผสมกันและปรุงรสให้ได้รสชาติที่พึงพอใจจากนั้นนำไปบรรจุลงในภาชนะเพื่อนำส่งขายออกต่อไป

(4) การบรรจุ: นำน้ำพริกปลาป่นที่พักจนเย็นแล้ว นำใส่บรรจุภัณฑ์ 2 ขนาด ประกอบด้วย กระปุกพลาสติก และกระปุกแก้วใส จากนั้นทำการติดสติ๊กเกอร์ให้เรียบร้อย เพื่อรอกระบวนการจัดส่ง

ปลายน้ำ (Downstream Supply Chain): ในขั้นตอนการกระจายสินค้าน้ำพริกปลาป่นสามารถอธิบายได้ตามประเภทลูกค้าดังนี้

(1) ลูกค้าประจำ ซึ่งจากการสัมภาษณ์ตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้ให้ข้อมูลว่ามีลูกค้า 3 ราย คือ ลูกค้า A ลูกค้า B และลูกค้า C โดยการประสานงานผ่านโทรศัพท์มือถือและ Social Network เช่น Facebook มีทั้งรูปแบบการจัดส่งโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนจัดส่งเองโดยการขับรถจักรยานยนต์หรือรถยนต์ไปส่งยังลูกค้า หรือลูกค้าสะดวกรับเองที่กลุ่มวิสาหกิจชุมชน

(2) ร้านค้าผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ซึ่งจะมีร้านค้าปลีกในชุมชน และลูกค้าขาจรแวะเวียนมาซื้อ

(3) การตั้งจำหน่ายสินค้าตามงาน OTOP ที่ได้รับการติดต่อ ซึ่งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนจะเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งสิ้น แต่ลูกค้ากลุ่มนี้จะไม่ได้มีการจัดจำหน่ายเป็นประจำหรือทุกงานที่ได้รับการติดต่อ จะจัดจำหน่ายได้ก็ต่อเมื่อมีการผลิตเกินคำสั่งซื้อ หรือเมื่อได้รับการติดต่อว่าจะมีการจัดงานและขึ้นอยู่กับว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่นพร้อมจำหน่ายทันงาน OTOP ที่จัดขึ้น

4.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทุกกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กิจกรรมโลจิสติกส์และโซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่นสามารถแยกออกเป็น 13 กิจกรรมหลักที่เกี่ยวข้อง ดังนี้:

(1) การบริการลูกค้า (Customer Service) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนมีการบริการลูกค้า โดยการผลิตและจัดจำหน่ายตามคำสั่งซื้อของลูกค้า

(2) การพยากรณ์ความต้องการ (Demand Forecasting) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนไม่ได้คาดการณ์ความต้องการของลูกค้า ขาดการบันทึกข้อมูลคำสั่งซื้อและยอดจำหน่ายอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากทำการผลิตน้ำพริกปลาป่นตามคำสั่งซื้อของลูกค้าเท่านั้น

(3) การสื่อสารข้อมูล (Information Flow) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนมีการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ขายวัตถุดิบต้นน้ำกับลูกค้า การติดต่อใช้ช่องทางโทรศัพท์มือถือและ Social Network เช่น Facebook ซึ่งลูกค้าสามารถเข้าถึง และติดต่อสื่อสารได้สะดวกและรวดเร็ว

(4) การควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนมีการบริหารสินค้าคงคลังประเภทอุปกรณ์และเครื่องปรุงบางประเภท แต่ปลาไม่ได้มีการบริหารสินค้าคงคลัง เพราะต้องทำตามคำสั่งซื้อของลูกค้า จึงทำให้การจัดซื้อจัดหาปลาเป็นไปตามรอบคำสั่งซื้อ และผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่นไม่มีการควบคุมสินค้าคงคลัง

(5) การขนส่ง (Transportation) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนได้ทำการเดินทางไปจัดหาอุปกรณ์ วัตถุดิบ ภายในตัวอำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่น และกลุ่มฯ จัดส่งน้ำพริกปลาป่นให้กับลูกค้าจัดส่งโดยใช้รถจักรยานยนต์หรือรถยนต์

(6) การจัดซื้อ (Procurement) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนได้ทำการสั่งซื้อปลาที่จะใช้ในการทำน้ำพริกปลาป่นจากชาวบ้านในพื้นที่ จัดซื้อวัตถุดิบและอุปกรณ์จากตัวอำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ และจัดหาฉลากสติ๊กเกอร์ และบรรจุภัณฑ์ 2 ขนาด เพื่อที่จะนำมาใช้ในการผลิต

(7) การประมวลผลคำสั่งซื้อ (Order Processing) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนได้มีการจัดการคำสั่งซื้อน้ำพริกปลาป่นจากลูกค้า ตั้งแต่การรับคำสั่งซื้อ การเตรียมวัตถุดิบผลิต การผลิต บรรจุภัณฑ์ ตลอดจนการกระจายสินค้าให้ถึงลูกค้า

(8) การจัดการคลังสินค้า (Warehousing) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนได้มีการจัดเก็บวัตถุดิบอย่างเหมาะสม เพื่อรักษาคุณภาพของวัตถุดิบที่คงเหลืออยู่เพื่อใช้ในการผลิตรอบคำสั่งซื้อถัดไป ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่นไม่ได้มีการจัดการคลังสินค้า

(9) การบรรจุภัณฑ์ (Packaging) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนได้มีการบรรจุน้ำพริกปลาป่นในกระปุก 2 ขนาด คือ กระปุกขนาดเล็กขนาด 2 ออนซ์ และกระปุกแก้วใสขนาด 8 ออนซ์ เพื่อป้องกันการเสียหายและคงรักษารสชาติและคุณภาพของสินค้าไว้พร้อมกับติดสติ๊กเกอร์ตราสินค้า

(10) การขนถ่ายวัสดุ (Materials Handling) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนทำการขนย้ายวัตถุดิบ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมายังหน้าร้าน เคลื่อนย้ายโดยใช้รถจักรยานยนต์และรถยนต์

(11) การจัดเส้นทางการขนส่ง (Routing) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนได้มีการวางแผนเส้นทางการขนส่งที่มีประสิทธิภาพจากพื้นที่ในชุมชนไปยังร้านค้าหรือร้านค้าปลีกเพื่อให้สามารถจัดส่งสินค้าได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเป็นพื้นที่ใกล้เคียงทำให้คุ้นเคยในเส้นทาง

(12) การจัดการสินค้าคืน (Reverse Logistics) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนมีบริการรับคืนสินค้าจากลูกค้า เช่น ในกรณีที่สินค้ามีปัญหาหรือสินค้าที่ไม่ครบตรงตามคำสั่งซื้อหรือสินค้าที่เสียหายระหว่างการขนส่ง

(13) การเลือกที่ตั้งโรงงานและคลังสินค้า (Plant and Warehouse Site Selection) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนได้ทำการเลือกที่ตั้งโรงงานผลิตและคลังสินค้าใกล้กลุ่มลูกค้าและทำเลที่ตั้งการผลิตอยู่ตำแหน่งเดียวกันกับสถานที่จำหน่าย

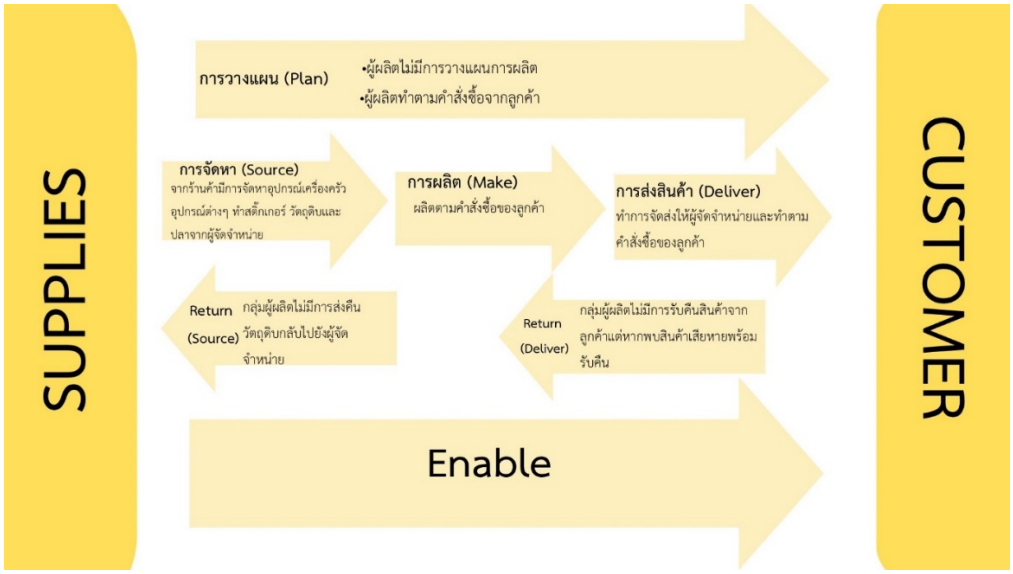
การบริหารจัดการโลจิสติกส์ทั้ง 13 กิจกรรมนี้จะช่วยให้กระบวนการจัดซื้อจัดหา กระบวนการผลิต และการจัดจำหน่ายน้ำพริกปลาป่นมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทุกกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าได้ดำเนินการครบถ้วนทั้ง 13 กิจกรรม แต่มี 3 กิจกรรม คือ การพยากรณ์ความต้องการ (Demand Forecasting) การควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control) และการจัดการคลังสินค้า (Warehousing) กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนดำเนินการได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพยากรณ์ความต้องการสินค้า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนขาดการจดบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ไม่ทำการคาดการณ์ไว้ล่วงหน้า ผลิตตามคำสั่งซื้อเท่านั้น ซึ่งส่งผลให้กิจกรรมการควบคุมสินค้าคงคลัง และกิจกรรมการจัดการคลังสินค้า และอาจส่งผลกระทบไปยังกิจกรรมการจัดซื้อและทำให้การดำเนินการผลิตน้ำพริกปลาป่นเป็นไปไม่เต็มประสิทธิภาพ ขาดโอกาสในการจำหน่ายสินค้าให้กับลูกค้าหากลูกค้าต้องการสินค้ามากขึ้น ลูกค้าขาจร หรือการจำหน่ายตามงาน OTOP

4.3 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน (SCOR Model) น้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

การจัดการโซ่อุปทาน (SCM) สำหรับน้ำพริกปลาป่นเกี่ยวข้องกับการวางแผน การจัดการ และการควบคุมกระบวนการทั้งหมดตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบไปจนถึงการส่งมอบสินค้าถึงมือผู้บริโภค โดยการจัดการ SCM อย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่นมีคุณภาพสูง ตรงต่อความต้องการของตลาด และสามารถแข่งขันในตลาดได้ แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน (SCOR Model) เป็นการอธิบายและวิเคราะห์กระบวนการในโซ่อุปทาน โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ โดยมีองค์ประกอบหลัก 5 อย่างแสดงได้ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 1 สรุปผลวิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน (SCOR Model) น้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

องค์ประกอบ	การจัดการโซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่น
(1) การวางแผน (Plan)	- ผู้ผลิตไม่มีการวางแผนการผลิต - ผู้ผลิตทำตามคำสั่งซื้อของลูกค้า
(2) การจัดหา (Source)	- มีแหล่งจำหน่ายอุปกรณ์เครื่องครัว อุปกรณ์ทั่วไป ร้านจำหน่ายวัตถุดิบ ร้านทำสติ๊กเกอร์ และปลาจากเกษตรกร
(3) การผลิต (Make)	- ผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า - มีกระบวนการผลิตด้วยระบบครัวเรือน ชุมชน - ใช้เครื่องมือในการผลิตจากร้านค้าทั่วไป ร้านจำหน่ายอุปกรณ์ หากไม่เพียงพอ สามารถหาซื้อได้จากร้านอื่น แต่อาจจะต้องเดินทางไปซื้อร้านที่ไกลกว่าเดิม - ไม่มีการเก็บปลาในรูปแบบสินค้าคงคลัง - เครื่องปรุงและวัตถุดิบอื่น สามารถแปรรูปและเก็บไว้เป็นสินค้าคงคลังได้ - มีแหล่งจำหน่ายวัตถุดิบและอุปกรณ์
(4) การจัดส่ง (Deliver)	- ทำการจัดส่งให้กับลูกค้าตามคำสั่งซื้อ - จัดส่งด้วยรถยนต์ หรือรถจักรยานยนต์ - ลูกค้านัดหมายมารับสินค้าเองที่กลุ่มผู้ผลิต - นำไปจำหน่ายตามศูนย์แสดงสินค้า OTOP
(5) การส่งคืน (Return)	- มีการรับประกันความเสียหายของน้ำพริกปลาป่นก่อนถึงมือผู้บริโภค - ยังไม่มีการส่งคืนสินค้า



ภาพที่ 2 แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปการศึกษาและวิเคราะห์โซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

โซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่น โดยศึกษากับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าสามารถสร้างโซ่อุปทานได้จำนวน 1 โซ่ ประกอบด้วย

(1) ต้นน้ำ: เกี่ยวข้องกับการจัดหาวัตถุดิบ อุปกรณ์เครื่องครัว อุปกรณ์ต่าง สั่งทำสติ๊กเกอร์และปลา

(2) กลางน้ำ: เป็นการจัดการกระบวนการผลิต เช่น ขั้นตอนนี้เป็นการผลิตน้ำพริกปลาป่น ประกอบไปด้วย การเตรียมปลา การเตรียมเครื่องปรุง การผสม และการบรรจุ

(3) ปลายน้ำ: เมื่อน้ำพริกปลาป่นถูกผลิตเสร็จแล้ว จะมีการกระจายสินค้าสู่ลูกค้า 3 กลุ่มประกอบไปด้วย ลูกค้าประจำ (ลูกค้า A ลูกค้า B และลูกค้า C) ร้านผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน (ลูกค้าขาจร และร้านขายปลีกในชุมชน) และ ลูกค้าที่อยู่ในการจัดงาน OTOP

5.2 สรุปความสัมพันธ์ทุกกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

ความสัมพันธ์ของทุกกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่นพบว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันครบทุก 13 กิจกรรม และพบว่าการพยากรณ์ความต้องการสินค้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนขาดการจดบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ทำให้ไม่สามารถทำคาดการณ์การผลิตได้ล่วงหน้า ซึ่งส่งผลกระทบไปยังการควบคุมสินค้าคงคลัง การจัดการคลังสินค้า และการจัดซื้อ ส่งผลให้การดำเนินการผลิตน้ำพริกปลาป่นเป็นไปไม่เต็มประสิทธิภาพ ขาดโอกาสในการจำหน่ายสินค้า

5.3 สรุปการวิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน (SCOR Model) น้ำพริกปลาป่น ชุมชนบ้านหนองโน ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์

สรุปการวิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน (SCOR Model) ผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่นชุมชนบ้านหนองโนพบว่า ไม่มีการวางแผนการผลิต และผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้าเท่านั้น เมื่อได้รับคำสั่งซื้อ มีการจัดหาอุปกรณ์เครื่องครัว วัตถุดิบเครื่องปรุงต่าง ๆ และปลา และได้ดำเนินการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่น ส่วนการจัดส่งมีการจัดส่งสินค้าให้ลูกค้าตามคำสั่งซื้อ ทำให้ขาดโอกาสในการจำหน่ายหากลูกค้าต้องการสินค้ามากขึ้น หรือช่องทางการจำหน่ายให้ลูกค้าอื่นๆ ในส่วนของการคืนสินค้า พบว่ามีมาตรการคืนสินค้าในกรณีที่สินค้าเกิดการเสียหาย หรือไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า และมีการตรวจสอบวัตถุดิบและอุปกรณ์ที่เสียหายระหว่างการขนส่ง

ทีมวิจัยได้เสนอแนะให้กลุ่มฯ มีการวางแผนการผลิต โดยใช้ข้อมูลการจดบันทึกคำสั่งซื้อหรือยอดขายที่ผ่านมาในอดีต เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตได้ ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการวางแผนการผลิตคือ จำนวนผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่นที่ต้องทำการผลิต ต้นทุนการผลิต และกระบวนการในการทำงาน

6. อภิปรายผล

การศึกษาโซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่น ด้วยการนำแนวคิดการจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain) ทำให้สามารถแจกแจงโซ่อุปทานให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนได้เห็นในส่วนของต้นน้ำซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับรายการการซื้อจัดหาวัตถุดิบและอุปกรณ์ทั้งหมด กลางน้ำมีความเกี่ยวข้องกับการผลิตและแปรรูปตลอดจนบรรจุภัณฑ์ และปลายน้ำซึ่งมีความเกี่ยวข้อง

กับการกระจายสินค้าให้กับผู้บริโภคขั้นสุดท้าย ทีมวิจัยได้นำเสนอผลการศึกษาให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนได้รับทราบผ่านการถ่ายทอดผลการศึกษาและรูปโซ่อุปทาน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ นฐ และคณะ (2567)

ความสัมพันธ์ของทุกกิจกรรมด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของน้ำพริกปลาป่นพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนไม่มีการพยากรณ์ความต้องการสินค้า ซึ่งส่งผลกระทบไปยังการควบคุมสินค้าคงคลัง การจัดการคลังสินค้า และการจัดซื้อ ส่งผลให้การดำเนินการผลิตน้ำพริกปลาป่นเป็นไปไม่เต็มประสิทธิภาพ ขาดโอกาสในการจำหน่ายสินค้า

การนำ SCOR Model เข้ามาวิเคราะห์โซ่อุปทานพริกปลาป่นสามารถช่วยให้เห็นภาพของการจัดการโซ่อุปทานน้ำพริกปลาป่นของวิสาหกิจชุมชนหนองโน คือ ขาดการวางแผนการผลิต มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปณิตา และคณะ (2563) ซึ่งพบว่าการวางแผนของวิสาหกิจชุมชนดงเย็น ไม่มีการวางแผนในเรื่องของการจัดการโซ่อุปทานเช่นกัน

ข้อจำกัดของงานวิจัย คือ วิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนมีการปรับเปลี่ยนตัวแทนและผู้ดำเนินงานหลักอยู่เป็นประจำ ทำให้ขาดความต่อเนื่องในการจดบันทึกข้อมูลคำสั่งซื้อและยอดการจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำพริกปลาป่น ทำให้ขาดความคล่องตัวในการดำเนินงาน ส่งผลให้ข้อมูลที่ทีมวิจัยเก็บรวบรวมในการวิจัยนี้ได้รับเพียงการบอกเล่าผ่านการสัมภาษณ์และการสังเกตภาคสนาม

ข้อเสนอแนะ

(1) เนื่องจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนไม่มีการวางแผนการผลิตจึงเสนอแนะแนวทางให้มีการวางแผนงานโดยให้ทำการจดบันทึกข้อมูลยอดคำสั่งซื้อและยอดจำหน่ายในแต่ละเดือน เพื่อที่จะสามารถคาดการณ์คำสั่งซื้อจากลูกค้า และวางแผนการผลิตได้

(2) เสนอให้วิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนสร้างความสัมพันธ์ที่ดีและต่อเนื่องกับผู้จัดหาวัตถุดิบเพื่อให้มั่นใจว่าจะได้รับวัตถุดิบที่มีคุณภาพสูงและเพียงพอต่อการผลิต

(3) เสนอให้มีการรวมกลุ่มสมาชิกวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองโนให้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากขาดความต่อเนื่องของกลุ่มฯ จากสถานการณ์โควิด และปัจจุบันได้คลี่คลายแล้ว

7. กิตติกรรมประกาศ

ทีมวิจัยขอขอบคุณชุมชนบ้านหนองโน หมู่ 3 ตำบลหัวหิน อำเภอห้วยเม็ก จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัย และมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ที่ให้การสนับสนุน

8. เอกสารอ้างอิง

Buapliansee, N., Arruksomboon, P., Kativat, B., & Kubkuy, W. (2019). Supply Chain Management of Vegetable No.8 to Elevate the Potential of Smart Farmer Group in Phanom Sarakham District, Chachoengsao Province. *University of the Thai Chamber of Commerce Journal Humanities and Social Sciences*, *38*(4), 52–65. retrieved from https://so06.tci-thaijo.org/index.php/utccjournalhs/article/view/176477.

เกศินี สือนิ. (2565). การประยุกต์ใช้แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน (Supply Chain Operational Reference Model: SCOR Model) เพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์ในกระบวนการปลูก ข้าวหอมมะลิ พันธุ์ 105 กรณีศึกษาเกษตรกรปลูกข้าวบ้านเขือง อำเภอเชียงขวัญ จังหวัดร้อยเอ็ด. วารสารปัญญาภิวัฒน์, 14(1), 238-253. Retrieved from https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pimjournal/article/view/249086

คลอเคลีย วจนะวิชากร, ขจิตา สมเนตร, และกนกกาญจน์ ศรีสุรินทร์. (2567). การศึกษาห่วงโซ่อุปทานวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่พริกตำบลหัวเรือ จังหวัดอุบลราชธานี. วารสารวิศกรรมศาสตร์และนวัตกรรม, 17(1), 163-178. Retrieved from https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/eng_ubu/article/view/248669

จัมลฤดี จันทรัตน์ และวิวัฒน์ ไม้แก่นสาร. (2562). การวิเคราะห์โซ่อุปทานส่วนต้นน้ำของข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงด้วย SCOR Model. วารสารปัญญาภิวัฒน์, 11(1), 127-138. Retrieved from https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pimjournal/article/view/185977

ชัยวัฒน์ ใบไม้ และศิริรัตน์ ตรงวัฒนาวุฒิ. (2561). การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของโรงสีข้าวอินทรีย์ขนาดเล็กในจังหวัดเชียงใหม่ จากการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบ SCOR. *RMUTT Global Business and Economics Review,* 13(1), 16. Retrieved from https://so03.tci-thaijo.org/index.php/RMUTT-Gber/article/view/241907

ฐากูร ศิริยอด, ณัฐนันท์ ฐิติยาปราโมทย์, สุขเกษม ลางคุลเสน, ชัยฤกษ์ ตันติเตชา, นลินทิพย์ กองคำ และธนวรกฤต โอฬารธนพร (2566). การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานข้าวโพดหวานสำหรับการส่งออกไปยังตลาด

ต่างประเทศ. วารสารเกษตรศาสตร์ธุรกิจประยุกต์, 17(27), 21-43. doi:10.14456/kab.2023.8

ณัฐพงษ์ แต้มแก้ว, อนุสรณ์ ศรีสวัสดิ์, สุกันตา มันทะนา, เสาวณิต หูกำปัง, อรวรรณ วงษ์ศิวิไล, ธีรภา กลมแก้ว, กัณจฐาภรณ์ ทองพิลา และสิริพร ทัตทวี. (2564). ห่วงโซ่แห่งคุณค่ากับห่วงโซ่อุปทานของโลกของธุรกิจในอนาคต. วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ, 2(2), 115-131. Retrieved from https://ph04.tci-thaijo.org/index.php/JEITB/article/view/4518

ธานิยา ทองมาก และปรีชา วรารัตน์ไ. (2566). การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SCOR เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งออกทุเรียนส่งออกในประเทศไทย. *RMUTT Global Business and Economics Review,* 18(1), 57-70. Retrieved from https://so03.tci-thaijo.org/index.php/RMUTT-Gber/article/view/263590

นฐ พชรธนนนท์, พิทธินันท์, พิทธินันท์ สมไชยวงค์, มนฑิตา หาศรีวงค์ และภูวดล อิยะ. (2567). การศึกษาระบบการจัดการโซ่อุปทานการแปรรูปผักพลูคาวในตำบลธารทอง อำเภอพาน จังหวัดเชียงราย. วารสารโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน, 2(3), 68-89. Retrieved from https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/JLDSC/article/view/3338

ปณิตา แจ้ดนาลาว. (2562). รูปแบบการจัดการโซ่อุปทานวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสินค้าเกษตรยั่งยืน. (วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีปทุม, มหาวิทยาลัยศรีปทุม. Retrieved from https://dspace.spu.ac.th/items/be906e35-c6b7-4101-ba9d-e8745023cbde

ปณิตา แจ้ดนาลาว, จารุกิตติ์ ดิษสระ, และ ณัฐพงษ์ แต้มแก้ว. (2563). การจัดการโซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์ชุมชนจากกล้วย กรณีศึกษาอำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี. WMS Journal of Management, 9(4), 98-108. Retrieved from https://so06.tci-thaijo.org/index.php/wms/article/view/245376

พีรศักดิ์ ศักดิ์หงส์ และวิชญุตร์ งามสะอาด. (2564). การพัฒนาการบริหารห่วงโซ่อุปทานผลผลิตทุเรียนและการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการคัดแยกทุเรียนด้วยหลักการ SCOR Model. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก, 1(2), 25-38. Retrieved from https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JSCI/article/view/244281

มณฑิรา พรมดี, ฉัตรชัย สุตีกษณะ, เอกชัย คุปตาวาทิน และสานิตย์ ปัตตะเน. (2565). การศึกษาแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน (SCOR Model) กรณีศึกษาผู้ประกอบการธุรกิจฟาร์มจิ้งหรีด ชุมชนบ้านแสนตอ ตำบลบัวใหญ่ อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น. วารสารวิจัยราชภัฏธนบุรี รับใช้สังคม, 8(2), 25-65. Retrieved from https://so02.tci-thaijo.org/index.php/DRURDI/article/view/254172

มลฤดี จันทรัตน์ และมนตรี คงตระกูลเทียน. (2564). การวิเคราะห์โซ่อุปทานของผักสลัดไฮโดรโพนิกส์ด้วย SCOR Model: กรณีศึกษา บริษัท สวนละออ จำกัด. วารสารปัญญาภิวัฒน์, 13(1), 45-53. Retrieved from https://so05.tci-thaijo.org/index.php/pimjournal/article/view/247977

การปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหมด้วยแนวคิดไคเซ็น: กรณีศึกษากลุ่มสตรีวิสาหกิจ บ้านวังหิน จังหวัดชัยภูมิ

Production Process Improvement of Silk-thread Product with Kaizen Concept: A Case Study of Women's Enterprise Group, Ban Wang Hin, Chaiyaphum Province

ไสว ศิริทองถาวร[1*], ชนิดาภา พื้นหินลาด[2], พรพิมล ยวงเกตุ[3]

Sawai Siritongthaworn[1*], Chanidapa Phunhinlad[2], Phonphimon Yuangket[3]

[1,2,3]สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร

[1,2,3]Engineering Management Program, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok

[*]Corresponding author email: sawai.si@ssru.ac.th

Received 16 Aug 2025 Revised 13 Nov 2025 Accepted 01 Dec 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหมของกลุ่มสตรีวิสาหกิจชุมชน บ้านวังหิน ตำบลบ้านเต่า อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดไคเซ็น (Kaizen) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วย ประธานกรรมการและหัวหน้างานประจำกระบวนการย่อยทั้งหมด รวม 7 คน การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การค้นหาปัญหา วิเคราะห์สภาพปัจจุบัน วิเคราะห์สาเหตุ กำหนดแนวทางแก้ไข วางแผนและปฏิบัติ วัดผล และรักษามาตรฐาน ผลการศึกษาพบปัญหาเบื้องต้นที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การตายของตัวอ่อนไหม การมีเศษรังไหมติดปะปนระหว่างการสาวไหม และสีย้อมเส้นไหมไม่สม่ำเสมอ การแก้ปัญหาดำเนินการใน 5 แนวทาง ได้แก่ การซับน้ำออกจากกระด้ง การคลุมผ้าป้องกันแมลง การเพิ่มคานกรองเศษไหม การนวดกดเส้นไหม และการควบคุมอุณหภูมิของสีย้อม

ผลการปรับปรุงแสดงให้เห็นถึงคุณภาพและประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ได้แก่ ร้อยละผลผลิตรังไหมที่เสียหายลดลงร้อยละ 2.88 จำนวนครั้งเฉลี่ยที่เศษรังไหมติดระหว่างการสาวลดลง 3.3 ครั้งต่อชั่วโมง และร้อยละของมัดเส้นไหมที่ย้อมสีได้สมบูรณ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 16.67 มีข้อเสนอแนะจากการศึกษาในเรื่องของการนำแนวคิดไคเซ็นบนพื้นฐานการมีส่วนร่วมไปปลูกฝังให้เป็นวัฒนธรรมขององค์กร การนำผลการปรับปรุงกระบวนการไปใช้เป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานของกลุ่มฯ การต่อยอดการปรับปรุงกระบวนการผ่านวงจรคุณภาพที่มีจำนวนวงรอบมากขึ้น รวมทั้งการขยายผลแนวทางการปรับปรุงไปสู่กระบวนการหรือชุมชนอื่น

คำสำคัญ : ไคเซ็น, เส้นไหม, วิสาหกิจชุมชน, การปรับปรุงกระบวนการ

Abstract

This study was an action research, aiming to improve the production process of silk-thread products for the Ban Wang Hin Women's Community Enterprise Group, Ban Tao Subdistrict, Ban Thaen District, Chaiyaphum Province, by applying the Kaizen concept. Data were gathered from seven key informants, including the community enterprise's leader and supervisors of each production subprocess. The research was conducted in seven stages: problem identification, current situation analysis, root cause analysis, solution development, planning and implementation, evaluation, and standardization. The study results identified three major problems in silk-thread production: high mortality of silkworm larvae, presence of cocoon remnants in silk threads during reeling, and uneven color absorption during the dyeing process. Problem solving was carried out in five approaches: draining water from the winnowing baskets, covering with cloth to prevent insects, addition of silk filter beam, silk-thread massage, and dye temperature control. After implementing these approaches, the resulting improvements clearly demonstrated enhanced process quality and efficiency as follows: percentage of cocoon yield loss decreased by 2.88 %; average number of times the silk thread getting tangled during reeling decreased by 3.3 times per hour; and percentage of perfectly dyed skeins of thread increased by 16.67%. The study recommended embedding the Kaizen concept based on participation into the enterprise's operational culture, using the improved process as a standard practice for the community, further developing the process through additional quality improvement cycles, and extending the improvement approach to other processes or communities.

Keywords : Kaizen, Silk thread, Community enterprise, Process improvement

1. บทนำ

การทอผ้าเป็นวิถีการผลิตอย่างหนึ่งของชุมชนที่นำทรัพยากรธรรมชาติมาเป็นวัตถุดิบ อาศัยความรู้จากการสังเกตมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ สั่งสม และปฏิบัติสืบทอดต่อกันมา กลายเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น (เสรี พงษ์พิศ, 2536) ผ้าไหมเป็นผลผลิตจากทรัพยากรธรรมชาติชนิดหนึ่งที่เป็นสื่อสัญลักษณ์ของชาติ เผ่าพันธุ์ และวัฒนธรรมของชุมชนพื้นบ้าน แสดงถึงความเป็นวิถีวัฒนธรรมแบบพึ่งตนเองที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมควบคู่กับงานศิลปหัตถกรรม การทอผ้าไหมเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่นและสร้างรายได้แก่ชุมชน (ณัฐชยา รัตนพันธุ์ และคณะ, 2566) โดยกระบวนการผลิตผ้าไหมมีจุดเริ่มต้นจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหม ก่อนนำไปสู่กระบวนการทอผ้าไหมเพื่อจัดทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป

กลุ่มสตรีวิสาหกิจ บ้านวังหิน ตำบลบ้านเต่า อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ (ซึ่งในบทความนี้จะขอกล่าวถึงว่า “กลุ่มสตรีวิสาหกิจ บ้านวังหิน”) ตั้งอยู่เลขที่ 41 หมู่ 4 ตำบลบ้านเต่า อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ มีผู้บริหารในปัจจุบัน คือ นางสิงหา ชำนาญ ตำแหน่งประธานกรรมการ ทางกลุ่มมีการดำเนินงานตั้งแต่ปี 2560 ในลักษณะชุมชนท้องถิ่นขนาดเล็ก มีบุคลากรจำนวน 23 คน โดยแบ่งเป็นฝ่ายสวนหม่อน 4 คน ฝ่ายเพาะดักแด้ 6 คน ฝ่ายผลิต 10 คน และฝ่ายขายผลิตภัณฑ์ 3 คน

กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหมของกลุ่มสตรีวิสาหกิจ บ้านวังหิน เป็นกระบวนการเตรียมเส้นด้ายไหมพร้อมทอ ประกอบด้วย 6 กระบวนการย่อย ได้แก่ การเลี้ยงไหม การสาวไหม การเตรียมเส้นไหม การมัดหมี่ การย้อมสี และการแก้หมี่ โดยคำว่า “ผลิตภัณฑ์เส้นไหม” ในบทความนี้ หมายถึง ผลผลิตของเส้นไหมที่ผ่านการสาวจากเส้นใยไหมเป็นเส้นไหม แล้วนำไปย้อมสี พร้อมที่จะนำไปใช้สำหรับการทอผ้าไหมต่อไป จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นการปฏิบัติงานกระบวนการผลิตดังกล่าวของกลุ่มสตรีวิสาหกิจ บ้านวังหิน พบว่า การดำเนินงานทำในลักษณะวิถีชาวบ้าน ไม่มีการควบคุมกระบวนการและสิ่งแวดล้อมทางการผลิตมากนัก เป็นผลให้พบปัญหาทางการผลิตในด้านคุณภาพ ได้แก่ ความไม่สม่ำเสมอของสีย้อมเส้นไหมในมัดหมี่ (มีมัดเส้นไหมที่ย้อมสีได้อย่างสมบูรณ์ ร้อยละ 66.67) และในด้านประสิทธิภาพ ได้แก่ การสูญเสียของตัวอ่อนไหมระหว่างการเพาะเลี้ยง

(พบผลผลิตรังไหมที่เสียหาย ร้อยละ 4.56) และการมีเศษรังไหมปะปนในเส้นไหมระหว่างการสาวไหม (เศษรังไหมติดในเส้นไหมระหว่างการสาวไหมเฉลี่ย 5 ครั้ง/ชั่วโมง)

ไคเซ็น (Kaizen) เป็นเทคนิคการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นระดับบุคคล กระบวนการ หรือระบบ เป็นการปรับปรุงเพื่อให้ทำงานได้ง่ายขึ้นและสะดวกขึ้นทีละเล็กทีละน้อยอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด (Continuous Improvement) ไม่ใช่เปลี่ยนแปลงใหม่ทั้งหมด มุ่งลดความสูญเสีย เพิ่มความมีส่วนร่วมของพนักงาน และส่งเสริมให้มีการใช้ความรู้ความสามารถของพนักงานมาคิดปรับปรุงงาน (Imai, 1986; Chikwendu et al., 2024)

ไคเซ็น (Kaizen) มาจากคำว่า “Kai” แปลว่า การเปลี่ยนแปลง (Change) และ “Zen” แปลว่า ดี (Good) ซึ่งเมื่อนำมารวมกัน จะหมายถึง การเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2560) โดยลักษณะของไคเซ็นที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นไคเซ็นแบบกลุ่มย่อย (Small Group Kaizen) ซึ่งเป็นการปรับปรุงที่เกิดจากการระดมสมองของกลุ่มพนักงานจากต่างสายงานมาร่วมมือกัน (Julkunen, 2025)

ไคเซ็นเป็นวิธีการเชิงระบบ (System Approach) ในการสร้างคุณภาพ มุ่งที่จะลด/เลิกภาระที่ไม่จำเป็นหรือเปลี่ยนไปสู่วิธีอื่นที่เหมาะสมกว่า (วิทยา ตันสุวรรณนนท์, 2550) มีขั้นตอนสอดคล้องตามวงจรเดมมิ่ง PDCA (Plan–Do–Cheek–Action) (ไสว ศิริทองถาวร และคณะ, 2566) ไคเซ็นมีขั้นตอนประกอบด้วย 1) ค้นหาปัญหาและกำหนดหัวข้อปัญหา 2) วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของปัญหา 3) วิเคราะห์หาสาเหตุ 4) กำหนดวิธีการแก้ไข 5) วางแผนและลงมือปฏิบัติ 6) วัดผล และ 7) รักษามาตรฐาน

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหม เพื่อแก้ปัญหาทางการผลิตเบื้องต้นด้านคุณภาพและประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยช่วยลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตลง ด้วยแนวคิดไคเซ็น (Kaizen) ซึ่งเป็นแนวคิดการปรับปรุงคุณภาพที่สามารถทำได้โดยผู้ปฏิบัติงานเอง ภายใต้การดำเนินงานตามวิถีชาวบ้าน โดยดำเนินการตามวงจรคุณภาพ 1 รอบด้วยข้อจำกัดด้านเวลา

2. วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหม กลุ่มสตรีวิสาหกิจ ชุมชนบ้านวังหิน ตำบลบ้านเต่า อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ ด้วยแนวคิดไคเซ็น ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพของกระบวนการสูงขึ้น

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

กลุ่มสตรีวิสาหกิจ บ้านวังหิน ในปี 2568 มีจำนวนพนักงานทั้งหมด 23 คน ผู้ให้ข้อมูลมี 7 คน ประกอบด้วย ประธานกรรมการกลุ่มสตรีวิสาหกิจ บ้านวังหิน (ซึ่งจะกล่าวถึงด้วยคำว่า “ประธาน” แทน) จำนวน 1 คน และหัวหน้างานประจำกระบวนการย่อยทั้งหมด 6 กระบวนการ ๆ ละ 1 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ใช้เครื่องมือคุณภาพ 2 ชนิด ได้แก่ แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) และผังการไหลของกระบวนการ (Process Flow Diagram)

3.3 ขั้นตอนการวิจัย (กำกับขั้นตอนด้วยสัญลักษณ์ตามวงจรคุณภาพ PDCA)

P 1) ค้นหาปัญหาและกำหนดหัวข้อปัญหา โดยสังเกตการดำเนินการและสัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูลเพื่อค้นหาประเด็นปัญหาการดำเนินงานที่เกิดขึ้น แล้วสรุปเป็นหัวข้อปัญหา

2) วิเคราะห์สภาพปัจจุบันของปัญหา ด้วยการสังเกตแบบมีส่วนร่วมเพื่อศึกษาขั้นตอนกระบวนการก่อนการปรับปรุง (As-is Process) พิจารณากำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จ กำหนดค่าเป้าหมายที่ต้องการปรับปรุง และวัดผลการดำเนินงานก่อนการปรับปรุง

3) วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ประชุมระดมสมองร่วมกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล แล้วสรุปสาเหตุของปัญหาเป็นประเภทในรูปของแผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram)

4) กำหนดวิธีการแก้ไข ประชุมระดมสมองร่วมกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูลเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา แล้วสรุปเป็นแนวทาง/ขั้นตอนของกระบวนการที่ปรับปรุงใหม่ (To-be Process)

D 5) วางแผนและลงมือปฏิบัติ ร่วมกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการกำหนดแผนการลงมือดำเนินการปรับปรุงจริง โดยมีการซ้อมปฏิบัติให้เกิดความชำนาญ ก่อนการลงมือปฏิบัติจริง

C 6) วัดผล วัดผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดที่กำหนด เปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายและพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

A 7) รักษามาตรฐาน สรุปขั้นตอนของกระบวนการผลิตที่ปรับปรุงใหม่ เพื่อกำหนดเป็นมาตรฐานสำหรับชุมชนต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและการศึกษาผังกระบวนการจากการสัมภาษณ์และการสังเกต ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) สังเคราะห์เป็นผังก้างปลาและผังการไหลของกระบวนการ ตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลโดยการใช้มติที่ประชุมพิจารณาร่วมกับผู้ให้ข้อมูล

2) การกำหนดประเด็นปัญหาและแนวทางการแก้ไข พิจารณาและตรวจสอบความถูกต้องโดยใช้มติที่ประชุม รวมทั้งเปรียบเทียบผลลัพธ์หลังการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการกับค่าเป้าหมาย

3) การประเมินค่าผลลัพธ์ของกระบวนการตามตัวชี้วัด ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และร้อยละ

4. ผลการวิจัย

4.1) ผลการค้นหาปัญหาและกำหนดหัวข้อแก้ไขปัญหา

จากการสังเกตการดำเนินงาน สัมภาษณ์กลุ่มผู้ให้ข้อมูล อภิปราย และสรุปด้วยมติที่ประชุม พบปัญหาในการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหมใน 3 ประเด็น (ดังแสดงในภาพที่ 1-3) คือ

1) ตัวอ่อนไหมตายจากการติดเชื้อราและการมีแมลงคอยมากัดตัวอ่อน อยู่ในกระบวนการย่อยการเลี้ยงไหม
2) มีเศษรังไหมติดขัดระหว่างการสาวไหม อยู่ในกระบวนการย่อยการสาวไหม
3) สีย้อมไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งมัดไหมหลังการย้อม อยู่ในกระบวนการย่อยการย้อมสี

ภาพที่ 1 ตัวอ่อนไหมติดเชื้อรา

ภาพที่ 2 เศษรังไหมติดขัด

ภาพที่ 3 สีย้อมไม่สม่ำเสมอ

4.2) ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของปัญหา

ผลศึกษากระบวนการก่อนการปรับปรุง (As-is Process) พบว่า เดิมกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหม ประกอบด้วย 6 กระบวนการย่อย และมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การเลี้ยงไหม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 เลี้ยงหนอนไหม หนอนไหมฟักออกจากไข่ ควบคุมความชื้นให้เหมาะสม

1.2 เตรียมกระด้ง เป็นซี่ไม้ขดเป็นวงๆ สำหรับเลี้ยงตัวไหม (จ่อ) และชั้นวาง

1.3 แยกหนอนไหมสุกออกจากใบหม่อน หนอนไหมจะเริ่มพ่นใยได้

1.4 เก็บรังไหม สามารถเก็บรังไหมออกได้ ซึ่งใยไหมจะมีความยาวไม่เท่ากัน

2. การสาวไหม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ต้มน้ำ ต้มน้ำให้ร้อนประมาณ 70-80 °C

2.2 ใส่/กดรังไหม ใส่รังไหมลงไปในน้ำที่ต้มไว้ คนและกดรังไหมให้จมน้ำ

2.3 สาวไหม เมื่อรังไหมลอยขึ้น ค่อยๆ ดึงเส้นใยไหมรอดผ่านคานกรองเส้นไหมและไม้หีบ ขึ้นไปร้อยกับรอกที่แขวนจนหมดรัง

2.4 ตักดักแด้ออก เศษดักแด้ที่เหลือจะจมลงก้นหม้อ ให้ตักเศษดักแด้ออก

3. การเตรียมเส้นไหม ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 คัดขนาดเส้นไหม เตรียมและทำการคัดสรรเส้นไหมที่มีขนาดสม่ำเสมอ

3.2 จัดเรียงเส้นไหม จัดเรียงมัดไหมให้เรียบร้อย มีน้ำหนักที่เหมาะสม

4. การมัดหมี่ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 นำเชือกฟางมาผูกมัด ผูกมัดกลุ่มไหมด้วยเชือกฟางตามลวดลาย

4.2 มัดหมี่ซ้ำหลังจากนำไปย้อมจนกว่าจะครบตามจำนวนสีและลายที่ออกแบบ ทำทีละสีหลังจากย้อมสีก่อนหน้าเสร็จ

5. การย้อมสี ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

5.1 เตรียมคั้นสีย้อม คั้นน้ำจากพืชที่ให้สีที่ต้องการย้อม เพื่อเป็นสีย้อม

5.2 นำไหมดิบไปฟอกด้วยด่างขี้เถ้า เพื่อชะล้างไขมันที่ติดมากับไหมดิบให้สามารถย้อมสีติดได้ง่าย และทำให้เส้นไหมขาวนวลขึ้น

5.3 ชุบน้ำให้พอหมาด นำไหมชุบน้ำให้เปียกบิดพอหมาด

5.4 กระตุกให้ไหมเรียงเส้น กระตุกและสะบัดให้เส้นไหมไม่ติดกัน

5.5 นำไปแช่ในน้ำย้อมสี นำสีย้อมไปต้มให้เดือด แล้วนำเส้นไหมเรียงเส้นแช่ในน้ำย้อมสีที่เตรียมไว้ขณะยังต้มอยู่

5.6 นำไปผึ่งให้แห้ง แขวนผึ่งกลุ่มเส้นไหมที่ย้อมสีแล้วจนแห้ง

5.7 ตรวจสอบความทั่วถึงของสีย้อมและความครบถ้วนของจำนวนสีที่จะย้อมว่าครบตามลายและสีที่ต้องการหรือยัง หากยังไม่ครบก็ส่งไปดำเนินการมัดหมี่สีถัดไปซ้ำอีก

6. การแก้หมี่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

6.1 แก้เชือกฟาง แก้เชือกฟางที่มัดหมี่ออกโดยใช้กรรไกรหรือมีดกรีดออก

6.2 สะบัดเส้นไหม สะบัดเส้นไหมเพื่อให้เส้นไหมเป็นเส้นตรง ไม่ติดกัน

6.3 ตรวจสอบลวดลาย หากยังไม่ครบหรือตรง ก็ส่งกลับไปมัดหมี่หรือแก้ไข

ในการกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จ ผลการดำเนินการและค่าเป้าหมายนั้น ผู้วิจัยได้ประชุมร่วมกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล พิจารณาข้อสรุปด้วยมติการประชุม ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 1

4.3) ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการประชุมระดมสมองร่วมกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล สามารถสรุปสาเหตุของปัญหาการผลิต 3 ประเด็น จาก 3 กระบวนการย่อย ตามมติที่ประชุมได้ดังแสดงในภาพที่ 4 - 6

4.4) ผลการศึกษาการกำหนดวิธีการแก้ไข

ผู้วิจัยประชุมระดมสมองร่วมกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล จนได้แนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จ ค่าเป้าหมาย และผลการดำเนินงาน

ที่	ขั้นตอน	ปัญหา	ตัวชี้วัด	ผลปัจจุบัน	ค่าเป้าหมาย
1	การเลี้ยงไหม	สภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมที่ทำให้ตัวอ่อนไหมตาย จากการติดเชื้อรา และการมีแมลงคอยมากัดตัวอ่อน	*ร้อยละผลผลิตรังไหมที่เสียหาย	ร้อยละ 4.56	< ร้อยละ 2.00
2	การสาวไหม	มีเศษรังไหมติดเข้าไปรวมกับเส้นไหมและติดเป็นกระจุกที่ตัวคานกรองเศษ ระหว่างการสาวไหมบ่อย ๆ	**จำนวนครั้งเฉลี่ยที่เศษรังไหมติดระหว่างการสาวไหมต่อชั่วโมง	5 ครั้งต่อชั่วโมง	< 2 ครั้งต่อชั่วโมง
3	การย้อมสี	สีย้อมไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งมัดไหมหลังการย้อม	***ร้อยละของมัดเส้นไหมที่ย้อมสีได้ถูกต้องสมบูรณ์	ร้อยละ 66.67	> ร้อยละ 80.0

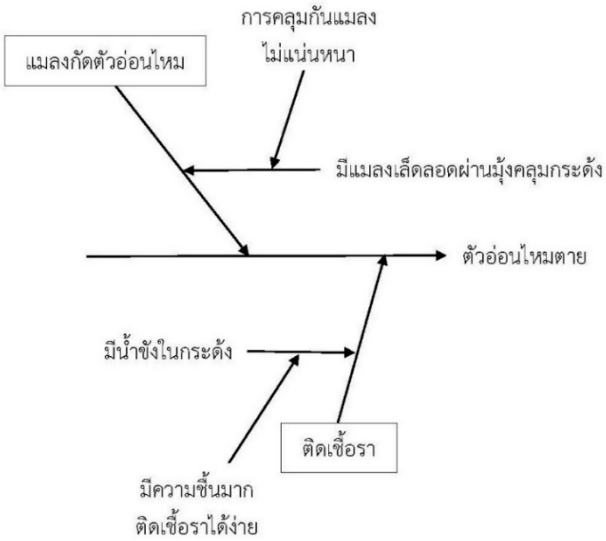
โดย *ร้อยละผลผลิตรังไหมที่เสียหาย $= \dfrac{\text{จำนวนรังไหมที่ตัวไหมตายระหว่างการเลี้ยง} \times 100}{\text{จำนวนรังไหมทั้งหมด}}$

**จำนวนครั้งเฉลี่ยที่เศษรังไหมติดระหว่างการสาวไหมต่อชั่วโมง

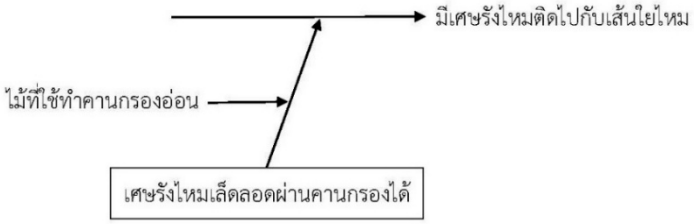
$= \dfrac{\text{จำนวนครั้งที่เศษรังไหมติดระหว่างการสาวไหมในช่วงเวลานั้น}}{\text{จำนวนชั่วโมงที่ทำงาน}}$

***ร้อยละของมัดเส้นไหมที่ย้อมสีได้ถูกต้องสมบูรณ์

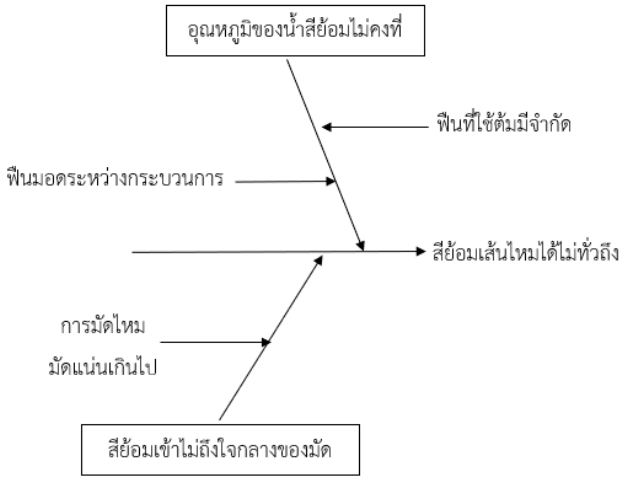
$= \dfrac{\text{จำนวนมัดเส้นไหมที่ย้อมสีได้ถูกต้องและสม่ำเสมอ} \times 100}{\text{จำนวนมัดเส้นไหมที่ทำการย้อมทั้งหมด}}$



ภาพที่ 4 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาตัวอ่อนไหมตายในการเลี้ยงไหม



ภาพที่ 5 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาเศษรังไหมติดไปกับเส้นไหมในการสาวไหม



ภาพที่ 6 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาสีย้อมไม่ทั่วถึงในการย้อมสี

ตารางที่ 2 แนวทางการแก้ไขปัญหาในแต่ละขั้นตอน

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
ตัวอ่อนไหมตาย	การติดเชื้อราและคอยมีแมลงมากัดตัวอ่อนดักแด้	1) นำฟองน้ำมาซับน้ำที่นองอยู่ออก แล้วบีบน้ำออก นำมารองที่แผ่นรังไหม เพื่อลดความชื้น 2) นำมุ้งหรือผ้ามาคลุมปิดเพิ่มอีกชั้นเพื่อป้องกันแมลงเข้าไปกัดได้
มีเศษรังไหมติดไปกับเส้นไหมระหว่างการสาวไหม	เศษรังไหมสามารถเล็ดลอดผ่านคานกรองไปได้	นำคานกรองเศษมาใส่เพิ่มอีกชั้นเพื่อลดความถี่ของการติดเศษรังไหมระหว่างการสาวไหม
สีย้อมเส้นไหมได้ไม่ทั่วถึง	การมัดไหมแน่นมาก สีย้อมเข้าไม่ถึงใจกลางของมัดไหม	นำเส้นไหมที่แช่น้ำแล้วมานวดอีกทีโดยการนวด บีบ และทุบให้ทั่ว พร้อมกับแช่น้ำก่อนย้อมสี เพื่อให้สีสามารถแทรกเข้าไปในเส้นไหมได้ดีขึ้น และได้สีตามที่ต้องการ
	อุณหภูมิของน้ำสีย้อมไม่คงที่ ซึ่งเป็นผลมาจากฟืนมีจำกัดและไม่มีการเติมฟืน	1) เพิ่มปริมาณฟืนสำรอง ป้องกันการขาดฟืนระหว่างย้อม 2) จัดพนักงานดูแลการเติมฟืนในเตา ป้องกันฟืนมอดโดยไม่มีผู้ดูแลระหว่างการย้อมสี

ภาพที่ 7 การคลุมผ้า

ภาพที่ 8 การเพิ่มคานกรอง

ภาพที่ 9 การนวดไหม

4.5) ผลการศึกษาการนำไปปฏิบัติและการวัดผล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการนัดหมายจัดทำกำหนดการการนำแนวทางแก้ไขไปปฏิบัติ มีการเตรียมวัสดุที่เกี่ยวข้อง ฝึกซ้อม และดำเนินงานตามแนวทางแก้ไข 1 รอบการผลิต การดำเนินการปรับปรุงเป็นดังภาพที่ 7-9 และผลการปรับปรุงดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการดำเนินงานเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

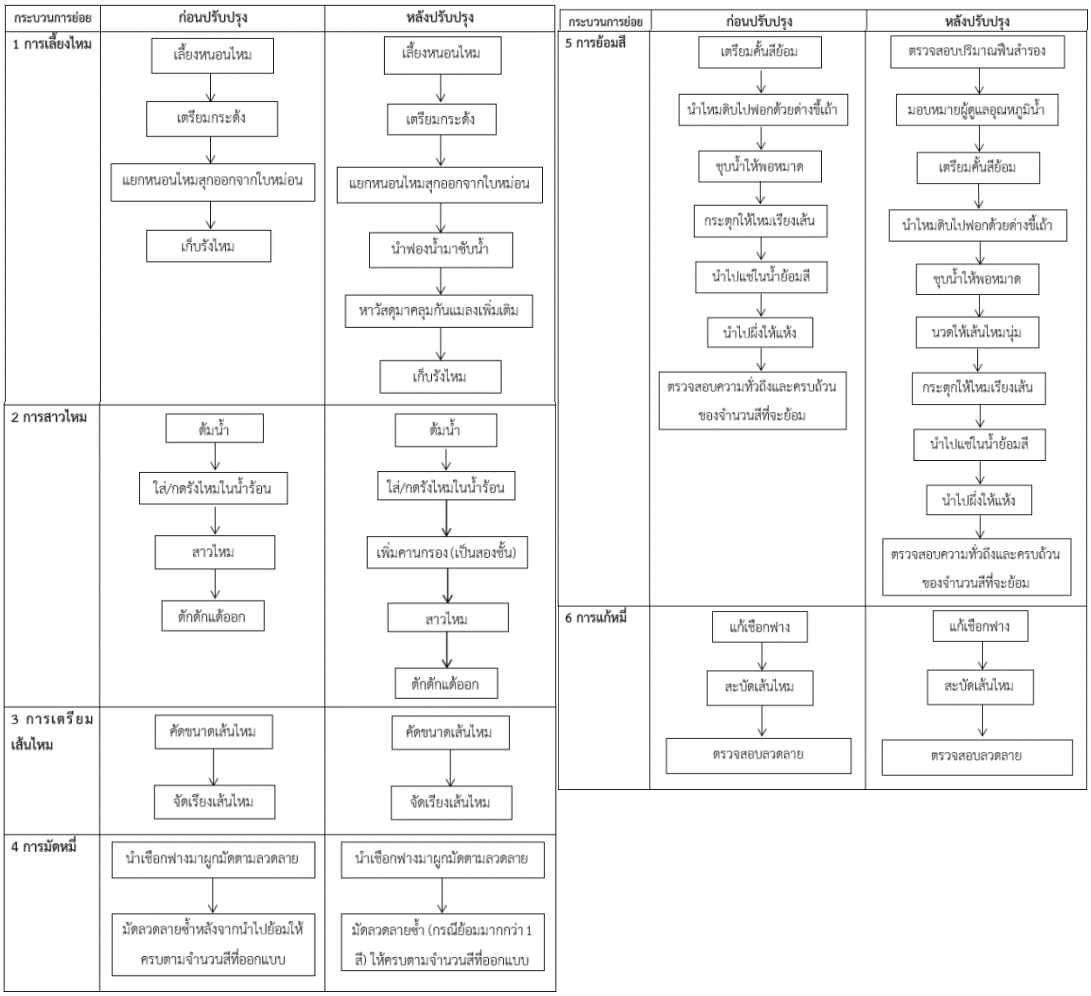
ประเด็นคุณภาพ	ตัวชี้วัด	ค่าเป้าหมาย	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง
ประสิทธิภาพ	ร้อยละผลผลิตรังไหมที่เสียหาย	ร้อยละ 2.00	ร้อยละ 4.56	ร้อยละ 1.68	↓ ร้อยละ 2.88
ประสิทธิภาพ	จำนวนครั้งเฉลี่ยที่เศษรังไหมติดระหว่างการสาวไหมต่อชั่วโมง	2 ครั้ง/ชม.	5 ครั้ง/ชม.	1.7 ครั้ง/ชม.	↓ 3.3 ครั้ง/ชม.
คุณภาพ	ร้อยละของมัดเส้นไหมที่ย้อมสีได้ถูกต้องสมบูรณ์	ร้อยละ 80.0	ร้อยละ 66.67	ร้อยละ 83.33	↑ ร้อยละ 16.67

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยแนวคิดไคเซ็น ตัวชี้วัดทั้ง 3 ตัวมีการพัฒนาในทิศทางที่ดีขึ้น โดยร้อยละของผลผลิตรังไหมที่เสียหาย ลดลงจากร้อยละ 4.56 เหลือเพียงร้อยละ 1.68 ลดลงร้อยละ 2.88 ขณะที่จำนวนครั้งเฉลี่ยที่เศษรังไหมติดในเส้นไหมต่อชั่วโมง ลดลงจาก 5.0 ครั้งต่อชั่วโมง เหลือ 1.7 ครั้งต่อชั่วโมง ลดลง 3.3 ครั้งต่อชั่วโมง และร้อยละของการย้อมสีที่สมบูรณ์ เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 66.67 เป็นร้อยละ 83.33 เพิ่มขึ้นร้อยละ 16.67

4.6) ผลการศึกษาการรักษามาตรฐาน

หลังจากนำกระบวนการที่ปรับปรุงไปสู่การปฏิบัติ ไม่พบปัญหาการผลิตในเชิงปฏิบัติ จึงนำกระบวนการที่ปรับปรุงแล้วมาจัดทำเป็นมาตรฐาน ภาพที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบผังการไหลกระบวนการระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง โดยหลังการปรับปรุงกระบวนการมีการเพิ่มขั้นตอนดังต่อไปนี้ ในกระบวนการย่อยการเลี้ยงไหม มีการ

เพิ่มขั้นตอนการนำฟองน้ำมาซับน้ำ และการหาวัสดุมาคลุมกันแมลงเพิ่มเติม ในกระบวนการย่อยการสาวไหม มีการเพิ่มขั้นตอนการเพิ่มคานกรอง และในกระบวนการย่อยการย้อมสี มีการเพิ่มขั้นตอนการตรวจสอบปริมาณฟืนสำรอง การมอบหมายผู้ดูแลอุณหภูมิน้ำย้อม และการนวดให้เส้นไหมนุ่ม



ภาพที่ 10 การเปรียบเทียบผังการไหลกระบวนการระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง

5. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหมของกลุ่มสตรีวิสาหกิจชุมชน บ้านวังหิน จังหวัดชัยภูมิ โดยใช้แนวคิดไคเซ็น (Kaizen) พบปัญหาเบื้องต้นที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การตายของตัวอ่อนไหม การมีเศษรังไหมติดปะปน

ระหว่างการสาวไหม และสีย้อมเส้นไหมไม่สม่ำเสมอ ดำเนินการแก้ไขปัญหาใน 3 กระบวนการย่อย ได้แก่ การเลี้ยงไหม การสาวไหม และการย้อมสี การแก้ปัญหาดำเนินการใน 5 แนวทาง ได้แก่ การซับน้ำออกจากกระด้ง การคลุมผ้าป้องกันแมลง การเพิ่มคานกรองเศษไหม การนวดกดเส้นไหม และการควบคุมอุณหภูมิของสีย้อม หลังจากปรับปรุงกระบวนการผลิตประกอบด้วย 6 กระบวนการย่อย 28 ขั้นตอน โดยมีจำนวนขั้นตอนเพิ่มขึ้น 6 ขั้นตอน ผลลัพธ์การดำเนินงานตามตัวชี้วัดมีทิศทางที่ดีขึ้น บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ทุกตัวชี้วัด แสดงให้เห็นว่าแนวคิดไคเซ็นสามารถนำมาปรับใช้แก้ปัญหา 3 ประเด็น ทั้งด้านคุณภาพและประสิทธิภาพ ลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านวังหินได้

6. อภิปรายผล

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหม กลุ่มสตรีวิสาหกิจ ชุมชนบ้านวังหิน ตำบลบ้านเต่า อำเภอบ้านแท่น จังหวัดชัยภูมิ ด้วยแนวคิดไคเซ็นจากปัญหา 3 ข้อ โดยกำกับด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ร้อยละผลผลิตรังไหมที่เสียหาย จำนวนครั้งเฉลี่ยที่เศษรังไหมติดระหว่างการสาวไหมต่อชั่วโมง และร้อยละของมัดเส้นไหมที่ย้อมสีได้ถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งจะได้อภิปรายผลใน 3 ประเด็นตามตัวชี้วัดดังกล่าว ภายใต้การปรับปรุง 1 รอบวงจรคุณภาพกับองค์กรกรณีศึกษา รวมทั้งลักษณะสำคัญของแนวคิด Kaizen ได้ดังต่อไปนี้

จากผลการวิจัยที่ร้อยละการเสียหายของรังไหมในกระบวนการเลี้ยงไหมลดลงจนบรรลุค่าเป้าหมาย แสดงให้เห็นว่ามาตรการที่นำมาใช้ ได้แก่ การใช้มุ้งหรือผ้าคลุมกระด้งเพื่อป้องกันแมลง และการใช้ฟองน้ำซับน้ำเพื่อควบคุมความชื้นในกระด้ง เป็นแนวทางที่เหมาะสม สามารถแก้ปัญหาในระดับปฏิบัติการได้ สอดคล้องกับกรมหม่อนไหม (2568) ที่กล่าวถึงขั้นตอนการเลี้ยงไหมควรใช้ฟองน้ำชุบน้ำบีบหมาดๆ มาวางรองพื้นที่เลี้ยงไหม เพื่อรักษาความชื้น มีบางส่วนไม่สอดคล้องแต่เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับที่กรมหม่อนไหม (2568) เสนอแนะให้ใช้ใบตองหรือกระดาษคลุมภาชนะเลี้ยงไหม (ซึ่งหมายถึงกระด้ง) แทน

สำหรับปัญหาเศษรังไหมติดระหว่างการสาวไหม มีจำนวนครั้งที่มีการติดขัดเฉลี่ย มีค่าลดลงหลังการปรับปรุง และผลการดำเนินการบรรลุค่าเป้าหมาย สอดคล้องกับอนุชิต ฉ่ำ

สิงห์ และธนพร ศิลปะชัย (2552) ที่กล่าวว่าขนาดเส้นไหมดิบเป็นผลจากจำนวนรังไหมที่ใช้ในการสาวเอาเส้นใย และการสาวไหมระดับเกษตรกร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นรังไหมพันธุ์ไหมไทยพื้นบ้านและไทยลูกผสม จะมีความยาวเส้นใยค่อนข้างสั้น การเพิ่มชั้นของตัวกรองเช่นในงานวิจัยนี้ สามารถส่งผลต่อการเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังลดความเหนื่อยล้าในการปฏิบัติงานของผู้ผลิต

แนวทางการแก้ปัญหาด้านความทั่วถึงของสีย้อมในการวิจัยนี้ด้วยการการนวดมัดไหมขณะแช่น้ำ สอดคล้องกับกรมหม่อนไหม (2567) ที่กล่าวว่าในขั้นตอนการย้อมเส้นไหม ควรเริ่มต้นด้วยวิธีแช่ และนวดเส้นไหมเบา ๆ ในน้ำย้อม และระหว่างย้อมให้พลิกกลับเส้นไหมบ่อย ๆ

ส่วนแนวทางการแก้ปัญหาด้านอุณหภูมิของน้ำสีย้อมไม่คงที่ด้วยการควบคุมระดับความร้อนของเตาต้มน้ำย้อมสีนั้น สอดคล้องกับกรมหม่อนไหม (2567) ที่กล่าวว่าการย้อมสีแบบ “ย้อมร้อน” ควรย้อมที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที ซึ่งเป็นการควบคุมระดับอุณหภูมิของน้ำสีย้อม

ความมีส่วนร่วมของสมาชิกในการปรับปรุงกระบวนการด้วยแนวคิดไคเซ็น ทำให้ลดความสูญเสียของกระบวนการลงนี้สอดคล้องกับ Imai (1986) และ Chikwendu et al. (2024) ซึ่งกล่าวว่า หลักการสำคัญของไคเซ็น ประกอบด้วย การปรับปรุงแบบทีละเล็กทีละน้อย ความมีส่วนร่วมของพนักงานในการปรับปรุงงาน และการลดความสูญเสีย

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปปฏิบัติ

1) ประธานควรส่งเสริมการนำวิธีการปรับปรุงกระบวนการตามแนวคิดไคเซ็น (การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องโดยพนักงานมีส่วนร่วม) ไปปฏิบัติอย่างต่อเนื่องจนเป็นวัฒนธรรมการปรับปรุงกระบวนการของกลุ่มสตรีวิสาหกิจ บ้านวังหิน ซึ่งสามารถนำไปขยายผลกับปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่ภายหลัง กระบวนการอื่น หรือชุมชนอื่นต่อไป

2) ประธานควรนำกระบวนการที่ปรับปรุงแล้วไปปฏิบัติให้เป็นมาตรฐานการทำงานของกลุ่มสตรีวิสาหกิจ บ้านวังหิน โดยมีการตรวจติดตามตัวชี้วัดความสำเร็จอย่างต่อเนื่อง

7.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1) ผู้วิจัยควรศึกษาต่อยอดการปรับปรุงกระบวนการผลิตไหมในระยะยาว โดยดำเนินการผ่านวงจรคุณภาพ PDCA มากกว่า 1 รอบ เพื่อพัฒนาระบบที่เหมาะสมและมีประสิทธิผลสูงสุดในระยะยาว

2) ผู้วิจัยควรศึกษาการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิตก่อนหรือหลังจากการผลิตเส้นไหม เช่น กระบวนการจัดหาตัวอ่อนไหมและใบหม่อน กระบวนการทอผ้าไหม หรือกระบวนการจัดจำหน่ายผ้าไหม เป็นต้น

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มสตรีวิสาหกิจชุมชนบ้านวังหิน ที่อนุเคราะห์ให้ความร่วมมือและการสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้อย่างเต็มที่ รวมทั้งประธานและหัวหน้างานในแต่ละกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เส้นไหม ที่มีบทบาทสำคัญในการให้ข้อมูลและร่วมดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิต และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่สนับสนุนการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

กรมหม่อนไหม. (2567). *การฟอกย้อมสีเส้นไหม*. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2567, จาก: https://qsds.go.th/newqsisnetu/การฟอกย้อมสีเส้นไหม/. (2568). *การเลี้ยงไหม*. สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2568, จาก: https://qsds.go.th/newosrd/2482-2/.

ณัฐชยา รัตนพันธุ์ โสวัตรี ณ ถลาง และภัทรพรรณ ทำดี. (2566). การพัฒนาสินค้าทางวัฒนธรรมจากภูมิปัญญาผ้าไหมทอมือบ้านครัว โดยครอบครัวมนูทัศน์ เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 15(1), 1-17.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2560). *คู่มือกิจกรรม Kaizen*. สืบค้นเมื่อ 19 พฤษภาคม 2568, จาก: https://www.cmubs.cmu.ac.th/wp-content/uploads/2022/07/Kaizen-Manual1.pdf.

วิทยา ตันสุวรรณนนท์. (2550). *การพัฒนาระบบคุณภาพ การปรับปรุงด้วย “ไคเซ็น”*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

เสรี พงษ์พิศ. (2536). *ภูมิปัญญาชาวบ้านกับการพัฒนา (เล่ม 1)* . กรุงเทพฯ: มูลนิธิภูมิปัญญา.

ไสว ศิริทองถาวร, ณัฐวริศร์ พรมอ่อน และพรนภา ตะก้อง. (2566). การออกแบบกระบวนการจัดจำหน่ายทางออนไลน์ของร้านกาแฟสด. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ*, 4 (1), 29-46.

อนุชิต ฉ่ำสิงห์ และธนพร ศิลปะชัย. (2552). *เครื่องสาวไหมระดับเกษตรกร*. ใน อัคคพล เสนาณรงค์. *30 ปี เครื่องจักรกลเกษตร*. หน้า 150-164, กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

Chikwendu, O. C., Chiedu, E. O., and Onyeka, N.C. (2024). The Implementation of Kaizen Principles in Manufacturing Processes: A Pathway to Continuous Improvement. *International Journal of Engineering Inventions*. 13(7), 116-124.

Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success*. New York: McGraw-Hill.

Julkunen, P. (2025). *Dividing Kaizen Activities into Different Segments*. Retrieved 20 February 2025, from: https://www.mexlink.fi/en/blogs/news/kaizen-toiminnan-jako-eri-segmentteihin#.

คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับ

1. ประเภทผลของผลงานที่จะตีพิมพ์ มีบทความวิจัยและบทความวิชาการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
2. ต้นฉบับของบทความที่จัดส่งจำนวนหน้ามีทั้งหมดไม่เกิน 15 หน้า แบบตัวอักษรใช้ TH Sarabun PSK ขนาดกระดาษ 18.2 x 25.7 ซม. (B5)
3. การตั้งค่าหน้ากระดาษ ด้านบน 2.49 ซม. ด้านล่าง 1.5 ซม. ด้านซ้าย 2.49 ซม. ด้านขวา 2.2 ซม.
4. ชื่อเรื่อง (Title) ใช้อักษรตัวหนาขนาด 20 pt จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่
5. ชื่อผู้เขียน (Author ใช้อักษรขนาด 16 pt จัดต่อจากชื่อเรื่องกึ่งกลาง ระบุข้อมูลชื่อ-นามสกุลของผู้เขียน หากมีผู้เขียนร่วมต้องระบุให้ครบถ้วนถัดจากชื่อของผู้เขียน
6. ที่อยู่และสังกัดของผู้เขียน (Affiliation) ใช้อักษรปกติขนาด 14 pt ประกอบด้วยสาขาวิชา ภาควิชา คณะ มหาวิทยาลัย จังหวัดของผู้เขียนและนักวิจัย จัดริมซ้ายของหน้ากระดาษและใส่หมายเลขด้านหน้าบนที่อยู่ เช่น 'ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสาขาวิชา คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
7. บทคัดย่อ (Abstract) ใช้อักษรปกติ ขนาด 16 pt (ตัวหนา) จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษส่วนเนื้อหาในบทคัดย่อ ขนาดอักษร 16 ไม่เกิน 300 คำ พิมพ์ 1 คอลัมน์
8. เนื้อหา (Content) ใช้อักษรปกติขนาด 16 pt ตัวหนา ประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ของบทความ ได้แก่ บทนำ วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) เอกสารอ้างอิง การพิมพ์ส่วนเนื้อหาขนาดตัวอักษร 16 pt พิมพ์ 1 คอลัมน์
9. บรรณานุกรม (Bibliography) ใช้อักษรขนาด 16 pt จัดพิมพ์แบบชิดซ้าย โดยมีรายการอ้างอิงในเนื้อหาตรงกับรายการอ้างอิงท้ายบทความทุกรายการ โดยเรียงลำดับตามตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

10. การเขียนบรรณานุกรมตามรูปแบบเอพีเอ (APA-American Psychological Association: APA 6th Edition)

ชื่อเรื่องวิจัยภาษาไทย (20 pt กึ่งกลาง ตัวหนา)
ชื่อเรื่องวิจัยภาษาอังกฤษ (20 pt กึ่งกลาง ตัวหนา)

ชื่อ นามสกุล[1], ชื่อ นามสกุล[2*](16 pt กึ่งกลาง)

Authors' names[1] , Authors' names[2](16 pt กึ่งกลาง)

[1]ภาควิชา xxxxxxxxx สา0ขาวิชาxxxxxxxxxxx คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

[2]ภาควิชา xxxxxxxxx สาขาวิชา xxxxxxxxxx คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร

[1]Author_1's Affiliation

[2]Author_2's Affiliation

[*]Corresponding author email: engineering@bsru.ac.th

(14 pt ชิดซ้าย)

Received : xx xxx 20xx ; **Revised :** xx xxx 20xx ; **Accepted :** xx xxx 20xx

บทคัดย่อ (16 pt กึ่งกลาง ตัวหนา)

บทคัดย่อไม่เกิน 300 คำ พิมพ์ 1 คอลัมน์ (16 Pt ตัวปกติ)

คำสำคัญ: คำสำคัญไม่เกิน 5 คำ

Abstract (16 pt กึ่งกลาง ตัวหนา)

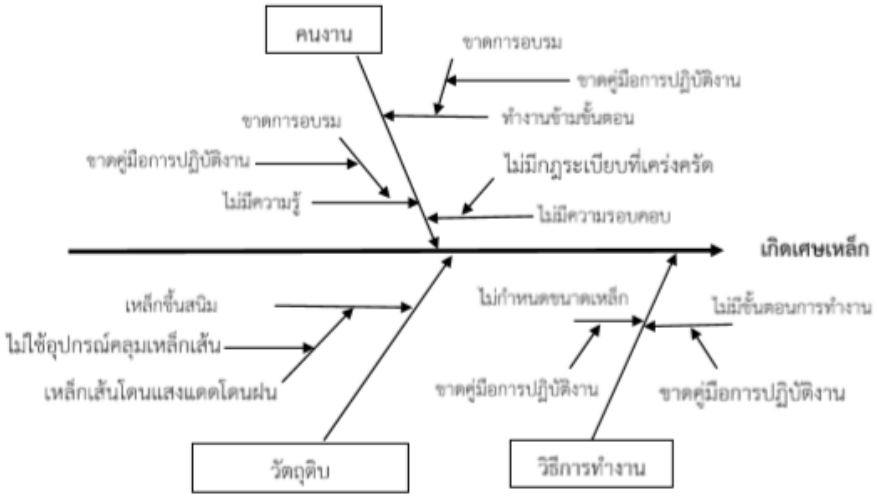
Abstract should not be more than 300 words or in 1 paragraph (16 Pt ตัวปกติ)

Keywords: Keyword are not exceed 5 words

เนื้อหาในส่วนเนื้อหาประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

หัวข้อขนาด 16 pt ชิดซ้าย ตัวหนา พิมพ์ 1 คอลัมน์ เนื้อหา (Content) ใช้อักษรปกติ ขนาด 16 pt **(แบบตัวอักษร ใช้ TH SarabunPSK)**

1. **บทนำ**
2. **วัตถุประสงค์**
3. **ระเบียบวิจัย**
4. **วิธีการดำเนินการวิจัย**
5. **ผลการศึกษา**
6. **สรุปผลการศึกษา**
7. **อภิปรายผล**
8. **ข้อเสนอแนะ**
9. **กิตติกรรมประกาศ**
10. **เอกสารอ้างอิง**



ภาพที่ 1 แสดงแผนผังก้างปลาสาเหตุของปัญหาการเกิดเศษเหล็ก (ขนาด 16 pt ตัวหนาและคำอธิบายภาพ ขนาด 16 pt ตัวปกติ)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันประจำวัน (16 pt ตัวหนาที่ตารางที่ 1)

อุปกรณ์	หน้าที่การทำงาน	จำนวนครั้ง/วัน
คอป้อน	ลำเลียงเม็ดพลาสติก	6
หัวฉีด	ฉีดพลาสติกที่ออกจากกระบอกสูบเข้าสู่แม่พิมพ์	7
สกรูมอเตอร์	หมุนพาให้พลาสติกเคลื่อนที่และคลุกเคล้าพลาสติกให้เป็นเนื้อเดียวกัน	8

เอกสารอ้างอิง (References) การเขียนอ้างอิงให้ใช้ระบบ APA-American Psychological Association: APA 6th Edition โดยมีเงื่อนไขดังนี้

1 เอกสารที่นำมาอ้างอิงต้องมีไม่น้อยกว่า 10 รายการ และไม่ควรมีอายุเกิน 5 ปี ยกเว้นแนวคิดหรือทฤษฎีที่เกิดมาก่อน 10 ปี

2 ให้จัดพิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ และเรียงตามลำดับตัวอักษร

3 ควรมีการอ้างอิงบทความที่มีการตีพิมพ์ในวารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบ้านสมเด็จ อย่างน้อย 1 บทความ

ตัวอย่างเอกสารอ้างอิงภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

เจษฎา เมธาธีรวุฒิ. (2556). การลดของเสียจากสิ่งปนเปื้อนในกระบวนการอบยางรถยนต์ กรณีศึกษาโรงงานผลิตยางรถยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.

ญาณิศา พรมบุตร และสุนิตรา สมศักดิ์ดี. (2561). การปรับปรุงกระบวนการผลิตสิ่งพิมพ์ของห้างหุ้นส่วนจำกัด เอสพริ้น ซัพพลาย (2002) โดย เทคนิค QC Story. วารสารงานวิจัยสาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, ปีที่ 6 (ฉบับที่ 6), 40-47.

ฤดี นิยมรัตน์. (2551). สถิติเพื่อการวิจัยในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. (2552). การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2563 จาก https://cpico.wordpress.com

Lee, S. and Lye, S. (2002). Design for Manual Packaging, International Journal of Physical Distribution and Logistics Management 33(2): 163-89.

Lorence, M. and Peshed, P. (2009). Development of Packaing and Products for use in microwave ovens. USA: Woodhead Publishing Limited.

แบบฟอร์มขอส่งบทความเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ข้าพเจ้า(นาย/นาง/นางสาว/อื่นๆ)

(ภาษาไทย).....

(ภาษาอังกฤษ).....

สถานะผู้เขียน ☐ อาจารย์ ☐ นักศึกษา ☐ บุคลากร/เจ้าหน้าที่ ☐อื่นๆ

(โปรดระบุ).....

ตำแหน่งทางวิชาการ

☐ ศาสตราจารย์ ☐ รองศาสตราจารย์ ☐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ☐ อาจารย์

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

วุฒิการศึกษาสูงสุด.....สาขาวิชา.....

สถานที่ทำงาน.....

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้.....

โทรศัพท์.....โทรศัพท์มือถือ.....

โทรสาร.....อีเมลล์.....

ชื่อเรื่อง(ภาษาไทย).....

(ภาษาอังกฤษ).....

มีความประสงค์ขอส่ง

☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ ☐ บทความสร้างสรรค์

☐ อื่นๆ(โปรระบุ).....

ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้ส่งบทความ จำนวน 2 ชุด พร้อมแผ่นดิสก์ข้อมูลบทความมาด้วย

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าบทความที่ส่งมานี้

☐ เป็นผลงานที่ข้าพเจ้าเขียนแต่เพียงผู้เดียว

☐ เป็นผลงานของข้าพเจ้าและผู้ร่วมงานตามที่ระบุชื่อไว้จริง

และข้าพเจ้าขอรับรองว่าบทความนี้ไม่เคยลงตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน และไม่อยู่ระหว่างการพิจารณาของวารสารอื่น หากข้าพเข้าขอเพิกถอนบทความ ข้าพเจ้ายินยอมรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้น

ลงชื่อ.....ผู้ส่งบทความ

(.....)

วันที่.....

Faculty of Engineering and industrial Technology
Bansomdejchaopraya Rajabhat University
เลขที่ 1061 ซอยอิสรภาพ 15 ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี
กรุงเทพมหานคร 10600