



JOURNAL OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND
ENGINEERING
PIBULSONGKRAM RAJABHAT UNIVERSITY



วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ปีที่ 8 ฉบับที่ 1

มกราคม - เมษายน ปี 2568



ISSN 3057 - 0093 (Print) ISSN 3057 - 0107 (Online)

ข้อกำหนดมาตรฐาน วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

เพื่อให้วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นวารสารที่มีคุณภาพได้มาตรฐานทางกองบรรณาธิการจึงมีข้อกำหนดของวารสารดังต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นวารสารที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ ตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัย บทความวิชาการ และบทความปริทรรศน์ที่มีคุณภาพโดยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในสาขา เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ สหวิทยาการ วิทยาศาสตร์ นวัตกรรมและการออกแบบ รวมถึงงานวิจัยที่มีการบูรณาการศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามบทความที่ส่งเข้ามาเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารฯ จะต้องเป็นบทความที่ไม่เคยเผยแพร่ในวารสารหรือสิ่งพิมพ์ใดมาก่อน และจะต้องไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาตีพิมพ์ของวารสารหรือสิ่งพิมพ์อื่นๆ การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นการฝ่าฝืนข้อบังคับของผู้ส่งบทความโดยตรง

2. ครอบคลุมสาขาที่เกี่ยวข้อง

2.1 สาขาวิชาเทคโนโลยี เน้น เทคโนโลยีอุตสาหกรรมและนวัตกรรม ได้แก่ เทคโนโลยีไฟฟ้า เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีพลังงาน / พลังงานทดแทน เทคโนโลยีก่อสร้าง /โยธา เทคโนโลยีการผลิต มาตรฐาน วิศวกรรมซอฟต์แวร์ เทคโนโลยีเซรามิก การบริหารจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

2.2 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

2.3 สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และวิศวกรรม

3. การพิจารณาบทความ (Peer Review Process)

บทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสารฯ จะต้องผ่านการพิจารณาให้ความเห็น ทบทวน และตรวจสอบวิพากษ์ วิจารณ์ ความถูกต้อง เหมาะสมทางวิชาการ จากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวนอย่างน้อย 3 ท่าน ตอบบทความในรูปแบบพิชญพิจารณา (Peer-Reviewed) ก่อนลงตีพิมพ์ และเป็นการประเมินแบบการปกปิดสองทาง (Double blinded)



ขั้นตอนการประเมินบทความมีกระบวนการดังต่อไปนี้

1. ผู้เขียนส่งไฟล์บทความไปยังระบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ของวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
2. กองบรรณาธิการดำเนินการแจ้งให้ผู้เขียนทราบ เมื่อกองบรรณาธิการได้รับไฟล์บทความเรียบร้อยแล้ว
3. กองบรรณาธิการดำเนินการตรวจสอบหัวข้อ บทคัดย่อ และเนื้อหาของบทความ รูปแบบการจัดพิมพ์บทความ ประเด็นทางจริยธรรม ตรวจสอบการคัดลอกบทความ (Plagiarism Checker) และความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวารสาร รวมถึงประโยชน์ในเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ ในเบื้องต้น
4. ในกรณีที่กองบรรณาธิการพิจารณาเห็นควรรับไว้พิจารณาตีพิมพ์ กองบรรณาธิการจะดำเนินการจัดส่งบทความเพื่อทำการกลั่นกรองต่อไปโดย ส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้อง เพื่อตรวจสอบคุณภาพของบทความ ว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมที่จะลงตีพิมพ์หรือไม่ กระบวนการพิจารณากลั่นกรองนี้เป็นการประเมินแบบปกปิดสองทาง (Double blind review) กล่าวคือ จะไม่เปิดเผยชื่อผู้ส่งบทความให้ผู้ทรงคุณวุฒิทราบ และจะไม่เปิดเผยชื่อผู้ทรงคุณวุฒิให้ผู้เขียนทราบ และกองบรรณาธิการจะไม่เปิดเผยทั้งชื่อผู้เขียนและชื่อผู้ทรงคุณวุฒิให้บุคคลอื่น ทราบด้วยเช่นกัน
5. เมื่อบทความได้รับการทบทวน ประเมิน วิจัยแล้ว จากผู้ทรงคุณวุฒิ และมีความเห็นอย่างไร กองบรรณาธิการจะ ดำเนินการดังต่อไปนี้

- กรณีมีความเห็นให้ ผู้เขียนแก้ไขบทความ (Revision Require) กองบรรณาธิการ จะจัดส่งผลการประเมิน รวมถึงคำแนะนำจากบรรณาธิการให้ผู้เขียน แก้ไขบทความ และเมื่อแก้ไขเสร็จแล้วให้ ส่งกลับคืนมายังบรรณาธิการ และพิจารณาใหม่อีกครั้งโดยอาจส่งให้ ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบผลการแก้ไข หรือ บรรณาธิการตรวจสอบ ด้วยตนเอง ซึ่งหากต้องมีการแก้ไขในรอบที่ สอง (round 2) ก็จะต้องดำเนินการส่งกลับไปยังผู้เขียนให้แก้ไข และตรวจสอบผลการแก้ไข จนกว่าจะมีเนื้อหาบทความสมบูรณ์

- กรณีมีความเห็นให้ ปฏิเสธการรับตีพิมพ์ (Decline Submission) กองบรรณาธิการ จะส่งจดหมายแจ้งผลดังกล่าวให้ผู้เขียนรับทราบ พร้อมทั้งเหตุผลของการปฏิเสธการรับ

- กรณีมีความเห็นให้ ตอรับการตีพิมพ์ (Accept Submission) กองบรรณาธิการ จะแจ้งผู้เขียนให้ทราบ และดำเนินการส่งไฟล์บทความเข้าสู่ขั้นตอนการปรับแก้ไขต้นฉบับ การพิสูจน์อักษร และการจัดรูปแบบเอกสารตามเทมเพลตบทความของวารสาร ก่อนนำไปเผยแพร่ โดยฝ่ายจัดการวารสาร

ทั้งนี้ กิจกรรมการพิจารณาบทความทั้งหมด ต้องดำเนินการผ่านทางระบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ของวารสาร ภายในระบบเว็บไซต์ Thai Journal Online (ThaiJO) URL: <https://www.tci-thaijo.org> ซึ่งรับผิดชอบดูแลระบบโดยศูนย์ TCI และ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (National Electronics and Computer Technology Center; NECTEC) เพื่อให้การทำงานเป็นระบบวารสารของวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเป็นไปตามมาตรฐานสากล

4. กำหนดออกเล่มวารสาร

กำหนดออกวารสาร: ปีละ 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ระหว่างเดือน มกราคม – เมษายน ฉบับที่ 2 ระหว่างเดือน พฤษภาคม – สิงหาคม และ ฉบับที่ 3 ระหว่างเดือน กันยายน-ธันวาคม

5. คำแนะนำสำหรับผู้ส่งบทความเพื่อตีพิมพ์

5.1 วิธีส่งบทความ เจ้าของบทความสามารถศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม และส่งต้นฉบับบทความ ในรูปแบบไฟล์ word และรูปแบบไฟล์ PDF ได้ที่ระบบออนไลน์ของวารสารวิชาการ <https://www.tci-thaijo.org/index.php/psru-jite>

5.2 รูปแบบบทความที่ส่งกองบรรณาธิการเพื่อตีพิมพ์

6. จริยธรรมในการตีพิมพ์ผลงาน

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นวารสารที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ ตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัย บทความวิชาการ และบทความปริทรรศน์ที่มีคุณภาพโดยผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำเสนอแนวคิด นวัตกรรม และผลงานวิจัยใหม่ทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์สาขาต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โลจิสติกส์ ไฟฟ้ากำลัง เครื่องกล โยธา อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหการ การผลิต การจัดการและโลจิสติกส์ เป็นต้น วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นวัตกรรมเชรามีิกส์ ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และครุศาสตร์อุตสาหกรรม อีกทั้งยังรวมถึงงานวิจัยที่มีการบูรณาการศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในสาขาอื่นๆ มี 3 กลุ่ม คือ ผู้นิพนธ์ (Author) บรรณาธิการ (Editor) และผู้ประเมินบทความ (Reviewer) ซึ่งได้ปฏิบัติตามข้อกำหนดในบทบาทและหน้าที่อย่างเคร่งครัด โดยมีรายละเอียดดังนี้



7. บทบาทและหน้าที่ของผู้นิพนธ์ (Duties of Authors)

1. ผู้นิพนธ์ต้องได้รับความเห็นชอบในการส่งบทความจากผู้ร่วมนิพนธ์ (ถ้ามี)
2. ผู้นิพนธ์ต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับลิขสิทธิ์ของต้นฉบับในทุกกรณี
3. ผู้นิพนธ์ที่มีชื่อปรากฏในบทความทุกคน ต้องเป็นผู้ที่มีส่วนในการดำเนินการวิจัยจริง
4. ผู้นิพนธ์ ต้องรับรองว่าผลงานที่ส่งมานั้นเป็นผลงานใหม่ และไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อน
5. ผู้นิพนธ์ต้องรายงานข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัย ไม่บิดเบือนข้อมูล หรือให้ข้อมูลที่เป็นเท็จ
6. ผู้นิพนธ์ต้องตรวจสอบจนมั่นใจว่ารายละเอียดทุกส่วนในบทความวิจัยที่จะตีพิมพ์ในวารสาร ถูกต้องและต้องเป็นไปตามหลักจริยธรรมสากลที่ได้รับการยอมรับ
7. ผู้นิพนธ์ต้องยอมรับคำวิจารณ์ และสามารถชี้แจงตอบกลับได้โดยมีข้อมูลสนับสนุนการวิจัยอย่างครบถ้วนสมบูรณ์
8. ผู้นิพนธ์ต้องอ้างอิงผลงานวิจัยของผู้อื่น หากมีการนำผลงานเหล่านั้นมาใช้ในผลงานของตัวเองจะต้องจัดทำรายการอ้างอิงท้ายบทความตามรูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิงใน “การเตรียมบทความ”
9. ผู้นิพนธ์ต้องเขียนบทความวิจัยให้ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดใน “การเตรียมบทความ”

8. บทบาทและหน้าที่ของบรรณาธิการวารสาร (Duties of Editors)

1. บรรณาธิการวารสารมีหน้าที่พิจารณาคุณภาพของบทความ เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร
2. บรรณาธิการวารสารต้องดำเนินการทุกอย่างเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพของบทความที่ตีพิมพ์ เพื่อรับรองคุณภาพของงานวิจัยที่ตีพิมพ์ และตระหนักว่าวารสารมีวัตถุประสงค์และมาตรฐานที่ชัดเจน
3. บรรณาธิการวารสารต้องชี้แจง หรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการตรวจสอบประเมินบทความ (Peer review) อีกทั้งมีความพร้อมในการชี้แจงความเบี่ยงเบนต่าง ๆ จากกระบวนการตรวจสอบ
4. บรรณาธิการวารสารต้องดำเนินการเกี่ยวกับวารสารให้ได้ตามกำหนดการตีพิมพ์วารสารที่ระบุไว้
5. บรรณาธิการวารสารต้องตัดสินใจในการยอมรับหรือปฏิเสธบทความวิจัยเพื่อการตีพิมพ์
6. บรรณาธิการวารสารต้องมีช่องทางให้ผู้นิพนธ์อุทธรณ์ได้หากผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นแตกต่างจากการตัดสินใจของบรรณาธิการ
7. บรรณาธิการวารสารต้องไม่เปิดเผยข้อมูลของผู้นิพนธ์ และผู้ประเมินบทความแก่บุคคลอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องในช่วงระยะเวลาของการประเมินบทความ

8. บรรณาธิการวารสารต้องไม่ปฏิเสธการตีพิมพ์บทความเพราะความสงสัยหรือไม่แน่ใจ โดยจะต้องหาหลักฐานมาพิสูจน์ข้อสงสัยนั้น ๆ ก่อน
9. บรรณาธิการวารสารต้องไม่เปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในการตอบรับบทความที่ได้ปฏิเสธการตีพิมพ์ไปแล้ว
10. บรรณาธิการวารสารต้องพิจารณาตรวจสอบบทความในด้านการคัดลอกผลงานผู้อื่น
11. กรณีที่มีการปรับเปลี่ยนบรรณาธิการวารสาร ผู้ที่เข้ามารับตำแหน่งใหม่ต้องไม่กลับคำตัดสินใจเกี่ยวกับบทความที่บรรณาธิการวารสารคนก่อนตอบปฏิเสธไปแล้ว ยกเว้นมีการพิสูจน์ได้อย่างเหมาะสมและชัดเจน
12. หากบรรณาธิการวารสารตรวจพบการคัดลอกผลงานของผู้อื่นในกระบวนการประเมินบทความ บรรณาธิการวารสารต้องหยุดกระบวนการประเมิน และติดต่อผู้พิมพ์หลักทันทีเพื่อขอคำชี้แจง เพื่อประกอบการ ตอบรับ หรือ ปฏิเสธ การตีพิมพ์บทความนั้น ๆ
13. บรรณาธิการวารสารต้องไม่ตีพิมพ์บทความที่เคยตีพิมพ์ที่อื่นมาแล้ว
14. บรรณาธิการวารสารต้องมีระบบในการจัดการที่ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้พิมพ์และผู้ประเมินบทความรวมทั้งกองบรรณาธิการ
15. บรรณาธิการวารสารต้องสนับสนุนเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น และคงไว้ซึ่งความถูกต้องของผลงานทางวิชาการ อีกทั้งปกป้องมาตรฐานของทรัพย์สินทางปัญญา

9. บทบาทและหน้าที่ของผู้ประเมินบทความ (Duties of Reviewers)

1. ผู้ประเมินบทความต้องได้รับระบบปกป้องข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินบทความ ยกเว้นกรณีที่มีการประเมินบทความแบบเปิด ซึ่งได้แจ้งให้ผู้พิมพ์และผู้ประเมินบทความรับทราบล่วงหน้า
2. ผู้ประเมินบทความต้องได้รับระบบที่ทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าบทความที่ส่งเข้ามาทำการประเมิน ได้รับการปกปิดความลับในระหว่างขั้นตอนการพิจารณาประเมิน
3. ผู้ประเมินบทความ ต้องรักษาความลับและไม่เปิดเผยข้อมูลของบทความที่ส่งมาเพื่อพิจารณาแก่บุคคลอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง ในช่วงระยะเวลาของการประเมินบทความ
4. หลังจากได้รับบทความจากบรรณาธิการวารสาร และผู้ประเมินบทความตระหนักว่าตัวเองอาจมีผลประโยชน์ทับซ้อนกับผู้พิมพ์ เช่น เป็นผู้ร่วมโครงการ หรือรู้จักผู้พิมพ์เป็นการส่วนตัว หรือเหตุผลอื่น ๆ ที่ทำให้ไม่สามารถให้ข้อคิดเห็น และข้อเสนอแนะอย่างอิสระได้ ผู้ประเมินบทความควรแจ้งให้บรรณาธิการวารสารทราบ และปฏิเสธการประเมินบทความนั้น ๆ
5. ผู้ประเมินบทความต้องรับทราบคำแนะนำในทุกประเด็นที่บรรณาธิการวารสารคาดหวัง และต้องรับทราบการปรับปรุงคำแนะนำที่ทันสมัยอยู่เสมอ ซึ่งสามารถอ้างอิง หรือเชื่อมโยงกับระเบียบดังกล่าว

6. ผู้ประเมินบทความ ควรประเมินบทความในสาขาวิชาที่ตนมีความเชี่ยวชาญ โดยพิจารณาความสำคัญของเนื้อหาในบทความที่จะมีต่อสาขาวิชานั้น ๆ คุณภาพของการวิเคราะห์ และความเข้มข้นของผลงาน

7. ผู้ประเมินบทความไม่ควรใช้ความคิดเห็นส่วนตัวที่ไม่มีข้อมูลรองรับมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินบทความวิจัย

8. หากผู้ประเมินบทความทราบว่ามีส่วนใดของบทความที่มีความเหมือน หรือซ้ำซ้อนกับผลงานชิ้นอื่น ๆ ผู้ประเมินบทความต้องแจ้งให้บรรณาธิการวารสารทราบด้วย

10. ลิขสิทธิ์และสิทธิ (Copyright and Right)

- วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นวารสารในรูปแบบเปิด (Open Access) ผู้ใช้ทั่วไปหรือระบบสารสนเทศของหน่วยงาน ฐานข้อมูลอัตโนมัติ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ สามารถเข้าถึง ดาวน์โหลด เอกสารไฟล์บทความบนเว็บไซต์วารสาร โดยไม่มีค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด

- ข้อความภายในบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ทั้งหมด รวมถึงรูปภาพประกอบ ตาราง เป็นลิขสิทธิ์ของวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม การนำเนื้อหา ข้อความหรือข้อคิดเห็น รูปภาพ ตาราง ของบทความไปจัดพิมพ์เผยแพร่ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ต้องได้รับอนุญาตจากกองบรรณาธิการวารสารอย่างเป็นลายลักษณ์อักษร

- มหาวิทยาลัยฯ อนุญาตให้สามารถนำไฟล์บทความไปใช้ประโยชน์และเผยแพร่ต่อได้ โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไข สัญญาอนุญาตครีเอทีฟคอมมอน (Creative Commons License: CC) โดย ต้องแสดงที่มาจากวารสาร – ไม่ใช่เพื่อการค้า – ห้ามแก้ไขดัดแปลง, Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

- ข้อความที่ปรากฏในบทความในวารสารเป็นความคิดเห็นส่วนตัวของผู้เขียนแต่ละท่านไม่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัย และบุคลากร คณาจารย์ท่านอื่น ๆ ในมหาวิทยาลัยฯแต่อย่างใด ความรับผิดชอบองค์ประกอบทั้งหมดของบทความแต่ละเรื่องเป็นของผู้เขียนแต่ละท่าน หากมีความผิดพลาดใด ๆ ผู้เขียนแต่ละท่านจะรับผิดชอบบทความของตนเอง ตลอดจนความรับผิดชอบด้านเนื้อหาและการตรวจร่างบทความเป็นของผู้เขียน ไม่เกี่ยวข้องกับกองบรรณาธิการ

11. นโยบายจริยธรรมการทดลอง (Research Integrity Policy) ในงานวิจัย

บทความจากงานวิจัยที่ส่งเข้ารับการตีพิมพ์และเกี่ยวข้องกับการทำวิจัยในมนุษย์ ต้องได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนจากสถาบันที่ผ่านการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานการวิจัยในคน สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และเป็นไปตามมาตรฐานจริยธรรมและกฎหมายสากล สำหรับการทดลองในสัตว์ทดลองต้องผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ เช่นกัน และอยู่ภายใต้หลักพระราชบัญญัติสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558

นอกจากนี้วารสารคาดหวังให้ผู้เขียนเคารพสิทธิความเป็นส่วนตัว (privacy) ของผู้เข้าร่วมการวิจัย และได้รับความยินยอมที่จะนำข้อมูลมาเผยแพร่ก่อนที่จะส่งบทความมายังวารสาร สำหรับข้อมูลและเอกสารต่าง ๆ ผู้เขียนจะต้องส่งหลักฐาน แนบมาพร้อมกับบทความ หรือส่งมาภายหลังเมื่อบทความได้รับการรับพิจารณาตีพิมพ์และกองบรรณาธิการร้องขอไป โดยจัดส่งเป็นไฟล์หลักฐานผ่านระบบวารสารออนไลน์

12. นโยบายการจัดการผลประโยชน์ทับซ้อน (Conflict of Interest/Competing Interest Policy)

วารสารมีนโยบายที่จะหลีกเลี่ยงต่อการขัดกันของผลประโยชน์ ในกลุ่มกองบรรณาธิการ ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ ผู้เขียนทุกท่าน เพื่อให้การตีพิมพ์บทความมีความโปร่งใสทางวิชาการ ดังนั้นในกรณีที่ ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งมีความเกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อบทความ ผู้เขียนหลัก (Corresponding Author) ต้องแจ้งให้กับบรรณาธิการทราบถึงเหตุความสัมพันธ์ดังกล่าว อย่างเป็นทางการลายลักษณ์อักษร หรือผ่านทาง การส่งข้อความผ่านระบบเว็บไซต์วารสาร

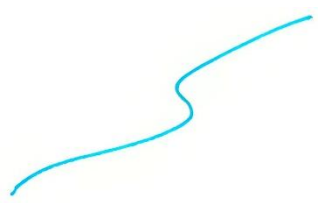
สำหรับผู้เขียน ต้องมีการใช้ข้อมูลในการเขียนงานวิจัยโดยไม่มีส่วนเกี่ยวข้องที่อาจทำให้เกิดความโน้มเอียงในงานวิจัย ในผลการศึกษา สรุปผล หรือ การอภิปรายผล โดยเฉพาะผลประโยชน์ทางตรงหรือทางอ้อมต่อการทำงานวิจัย

สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ ควรให้ข้อมูลต่อบรรณาธิการผู้รับผิดชอบบทความ หากมีผลประโยชน์เกี่ยวข้องกับงานวิจัยหรือมีความเกี่ยวข้องอย่างใดอย่างหนึ่ง ให้แจ้งบรรณาธิการ เพื่อยืนยันความโปร่งใสต่อการประเมินบทความ ทั้งนี้การเกี่ยวข้องย่อมมีโอกาสเกิดขึ้นได้เสมอ บรรณาธิการจะเป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นในการยอมรับต่อการประเมินบทความอีกครั้ง

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (Industrial Technology and Engineering Pibulsongkram Rajabhat University) Print ISSN : 2697-5062, E-ISSN : 2697-5629 ฉบับนี้เป็นปีที่ 8 ฉบับที่ 1 มีเนื้อหาที่เน้นด้านทางด้านเทคโนโลยี อุตสาหกรรมและวิศวกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวข้องกับงานวิจัย ในสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์สาขาต่างๆ โดยบทความทั้งหมดได้ผ่านการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ (Peer Review) ในสาขานั้นๆ เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพก่อน การตีพิมพ์และสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/psru-jite/issue/view/16508> ภายใต้ระบบ ThaiJo ของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย

กองบรรณาธิการและคณะกรรมการจัดทำวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและ วิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาคุณภาพบทความ และ ผู้สนใจที่กรุณาช่วยกัน สนับสนุนและให้ความไว้วางใจผลงานของวารสารฉบับนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จากนักวิจัยที่ได้กรุณาเผยแพร่ผลงานใน วารสารนี้ กองบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับเกียรติ และความอนุเคราะห์จากท่านในโอกาสต่อไป



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช กุลหิรัญบวร
บรรณาธิการ



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
การพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบสำหรับธุรกิจร้านอาหารโดยใช้การจำลอง สถานการณ์: กรณีศึกษา ร้าน YUMสุกฤษฎี เพชรสวัสดิ์	1-11
การจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อออกตรวจโรงงานเสี่ยงมลพิษทางน้ำด้วยโปรแกรม แก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะด้วยสเปรดชีตจุลจักร กักโห้, พัชรพล คมขำ, ณัฐวุฒิ สระแก้ว, ณัฐพร ตั้งเจริญชัย	12-29
การยกระดับการบริหารจัดการสำนักงานสีเขียวเชิงบูรณาการตามโมเดลเศรษฐกิจ BCG และระบบจัดการขยะตามเกณฑ์มาตรฐาน: กรณีศึกษา อาคาร 5 คณะ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามจิรพงศ์ บุญกว้าง, ชัยณรงค์ ภูเงินงาม, ธนภัทร เจริญศรี, ยศพรรณ เจริญสุข, ราเชนทร์ คำพันธ์, ณัฐวัตร ศิริ, เอื้อบุญ ที่พึ่ง, ญาดา ไกรกิจราษฎร์, สรวีศ สอนสารี	30-49
การออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มพร้อมระบบสุขภาพเพื่อการบรรเทาทุกข์ใน พื้นที่อุทกภัยธิดาชนนธ์ ขำนาฟุ้ง, กฤษดา เนตรผง, กฤษฎา อ้นอ้าย	50-61
การศึกษาความปลอดภัยทางถนนบนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองมรดกโลกศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ ศุ จินธร ทรงสิทธิเดช, ดลฤทธิ เสฎฐสุวจะ, กชกร นันทสาร, เพ็ญพิชชา นนสาลี, เรืองลาวัลย์ สินธุชัย, อาทิตย์ อิมจิน	62-74
การออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิดณัฐธิดา จงรักษ์, กมลภัทร อุทธา, ศิวกร หุ่นสิงห์	75-85
การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของ พนักงาน กรณีศึกษาบริษัทชุดเจาะน้ำมันดิบ XYZ ในจังหวัดกำแพงเพชรธนชพร สมใส, มาเรียนนา เลค, หทัยรัตน์ แจ้ววงศ์, กฤษดา โมทะนิ, ณัฐพร ตั้งเจริญชัย, กล้า วาริพิทักษ์	86-99



การออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก
.....อุษา อินทร์ประสิทธิ์, พงศ์ธร พุทธนารายณ์, วีระวงศ์ กอนพ่วงเดชา

100-117

การพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบสำหรับธุรกิจร้านอาหารโดยใช้การจำลอง
สถานการณ์: กรณีศึกษา ร้าน YUM
FORECASTING RAW MATERIAL DEMAND FOR THE RESTAURANT
BUSINESS: A CASE STUDY OF YUM RESTAURANT

สุกฤษฎี เพชรสวัสดิ์

Sukrit Phetsawat

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

Corresponding author e-mail: sukrit_ps@psru.ac.th

วันที่เข้าระบบ 19 มีนาคม 2569

วันที่แก้ไขบทความ 8 เมษายน 2569

วันที่ตอบรับบทความ 17 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบที่เหมาะสมสำหรับการจำหน่ายอาหาร และเพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของร้าน YUM ซึ่งเป็นร้านอาหารขนาดกลาง ตั้งอยู่ในจังหวัดพิษณุโลก มีรายการอาหารทั้งหมดกว่า 121 รายการ รองรับทั้งลูกค้าหน้าร้านและการสั่งผ่านแอปพลิเคชัน ปัญหาที่พบคือการสั่งซื้อวัตถุดิบไม่สอดคล้องกับความต้องการที่แท้จริง ส่งผลให้วัตถุดิบเหลือมากเกินไปหรือขาดแคลนก่อให้เกิดการสูญเสียทางต้นทุนและโอกาสทางการขาย การวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลย้อนหลัง นำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ และเปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา 3 รูปแบบได้แก่ Double Exponential Smoothing, Single Exponential Smoothing และ Trend Analysis โดยวัดค่าความคลาดเคลื่อนด้วย MAPE, MAD และ MSE ผลการวิจัยพบว่าจำนวนลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการต่อวันมีรูปแบบการแจกแจงแบบ Beta แบบจำลองมีการจำลองซ้ำ 150 ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ พบว่าการจำลองสถานการณ์ให้ค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมกว่าการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา 30 จาก 35 รายการ ส่วนอีก 5 รายการวิธี Trend Analysis ให้ค่าที่ต่ำกว่า ผลการลดต้นทุนพบว่าต้นทุนการสั่งซื้อวัตถุดิบลดลงจากเดิม 2,578.27 บาท เหลือ 919.78 บาทต่อเดือน คิดเป็นการลดต้นทุนร้อยละ 64.33 ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั้ง 2 ข้อของงานวิจัย ผลที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางสำหรับธุรกิจร้านอาหารในการจัดการวัตถุดิบคงคลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การพยากรณ์ความต้องการ, การลดต้นทุน, ธุรกิจร้านอาหาร, วัตถุดิบคงคลัง

Abstract

This research aims to forecast appropriate raw material demand for food service and to reduce operational costs at YUM restaurant, a medium-sized restaurant established in Phitsanulok province, offering over 121 menu items via both walk-in service and the delivery application. The problem identified was that raw material procurement was inconsistent with actual demand, resulting in either excessive surplus or shortage, leading to financial losses and missed sales opportunities. This research collected retrospective data, which were used to construct simulation models and compared against three time series forecasting approaches, namely: Double Exponential Smoothing, Single Exponential Smoothing, and Trend Analysis. Forecast accuracy was measured using MAPE, MAD, and MSE. The results showed that daily customer arrivals follow a Beta distribution ($P\text{-value} = 0.386, > 0.05$). The simulation model used 150 replications. Comparison of error values revealed that simulation outperformed time series forecasting methods for 30 out of 35 menu items, while Trend Analysis was superior for the remaining 5 items. The cost reduction analysis demonstrated that raw material procurement costs decreased from 2,578.27 baht to 919.78 baht per month, representing a 64.33% cost reduction. These results fulfill both research objectives and provide a practical framework for restaurant businesses to optimize raw material inventory management effectively.

Keywords: Demand forecasting, Cost reduction, Restaurant business, Raw material inventory

1. บทนำ

ธุรกิจร้านอาหารถือเป็นหนึ่งในธุรกิจที่มีอัตราการแข่งขันสูงในปัจจุบัน เนื่องจากแนวโน้มที่ประชาชนนิยมรับประทานอาหารนอกบ้านเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลของสมาคมภัตตาคารไทย คาดการณ์ว่า ธุรกิจร้านอาหารในประเทศไทย มีมูลค่าตลาดอยู่ในกรอบ 375,000–385,000 ล้านบาท ด้วยอัตราการเติบโตร้อยละ 4.0–6.8 ต่อปี ความท้าทายสำคัญของผู้ประกอบการร้านอาหารคือการจัดการวัตถุดิบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวัตถุดิบประเภทของสดที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น เช่น ผักสด เนื้อสัตว์ และอาหารทะเล (ธัญญา, 2560; ธนิตา และคณะ, 2564)

ร้าน YUM ที่ตั้งอยู่ในตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก เริ่มเปิดให้บริการในปี พ.ศ. 2565 มีรายการอาหารทั้งหมดกว่า 121 รายการ มีการสั่งอาหารผ่านแอปพลิเคชัน เฉลี่ย 30–

50 ออเดอร์ต่อวัน และลูกค้าหน้าร้านเฉลี่ย 5–10 ออเดอร์ต่อวัน เวลาทำการ 11.00–21.00 น. ซึ่งปัจจัยด้านความผันผวนของความต้องการวัตถุดิบในธุรกิจอาหาร ส่งผลต่อการวางแผนการจัดซื้ออย่างมีนัยสำคัญ (พิมพ์ชนก, 2566)

ปัญหาที่พบในปัจจุบันคือการสั่งซื้อวัตถุดิบเกินความจำเป็น เนื่องจากไม่มีระบบพยากรณ์ที่ชัดเจน ส่งผลให้วัตถุดิบเหลือมากเกินไปเกิดการสูญเสียทางต้นทุน และในบางครั้งเกิดการขาดแคลนวัตถุดิบ ทำให้ไม่สามารถจำหน่ายอาหารได้ตามความต้องการของลูกค้า อีกทั้งการตรวจเช็คสินค้าในสต็อกที่ล่าช้าและผิดพลาด ยังก่อให้เกิดต้นทุนเพิ่มเติมจากการเดินทางซื้อสินค้าฉุกเฉิน (จิราพร และถิรนนท์, 2564; กิตติ, 2565)

จากปัญหาดังกล่าวมีความไม่แน่นอนของจำนวนลูกค้าและความเป็นไปได้ของลูกค้าที่จะสั่งอาหารแต่ละเมนูมีโอกาสที่ไม่เท่ากัน ซึ่งสูตรการพยากรณ์ทั่วไปที่ใช้ตัวแปรแบบคงที่อาจจะตอบโจทย์กับปัญหาลักษณะนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจนำเทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation) มาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบกับวิธีการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time series) 3 แบบ คือ วิธี Double Exponential Smoothing, Single Exponential Smoothing และ Trend Analysis เพื่อหาวิธีพยากรณ์ที่ดีที่สุดในตลาดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารวัตถุดิบคลัง สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราพร และถิรนนท์ (2564) ที่พบว่าการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบที่แม่นยำสามารถลดการเสียโอกาสทางการขายได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์พบว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในอุตสาหกรรมอาหารและการผลิต (จามร และคณะ, 2560)

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบที่เหมาะสมสำหรับการจำหน่ายอาหารโดยใช้แบบจำลองการจำลองสถานการณ์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองการจำลองสถานการณ์กับวิธีการพยากรณ์ Double Exponential Smoothing, Single Exponential Smoothing และ Trend Analysis

2.3 เพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายจากการจัดซื้อวัตถุดิบเกินความจำเป็น

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากร้าน YUM ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2566 มีขั้นตอนการดำเนินงาน 6 ขั้นตอนดังนี้

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลย้อนหลัง 1 เดือน ประกอบด้วยจำนวนลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการ (ทั้งหน้าร้านและ Grab) รวมทั้งสิ้น 1,721 บิล ข้อมูลรายการอาหารที่สั่งต่อบิล และปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละเมนู พบว่าอันดับ 1 ลูกค้าสั่ง 1 รายการต่อบิล (ร้อยละ 35.2) อันดับ 2 สั่ง 2 รายการต่อบิล (ร้อยละ 33.4) และอันดับ 3 สั่ง 3 รายการต่อบิล (ร้อยละ 15.5) วิธีการเก็บข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวทางของ อภิญา และสุภาวดี (2562) ที่ใช้การเก็บข้อมูลย้อนหลังเป็นฐานในการพยากรณ์ความต้องการ วัตถุดิบสำหรับร้านอาหาร และสอดคล้องกับแนวทางการวิเคราะห์เชิงพรรณนาในงานวิจัยเชิงปริมาณ (สามารถ และศศิภิญญา, 2564) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูลรายการอาหารต่อวัน

จำนวนรายการอาหารต่อบิล	ความถี่	เปอร์เซ็นต์
1	606	35.21
2	574	33.35
3	267	15.51
4	148	8.60
5	45	2.62
6	36	2.09
7	28	1.63
8	8	0.47
9	9	0.52

3.2 หลักเกณฑ์การคัดเลือกเมนู

เนื่องจากเมนูอาหารของร้านมีจำนวนมากถึง 121 เมนู ผู้วิจัยจึงได้ใช้หลักการของพาเรโต (Pareto principle) เป็นแนวทางที่นิยมใช้ในการจัดการสินค้าคงคลังและการพยากรณ์ (ฉมาธร และคณะ, 2561; นิธินาถ, 2558) เพื่อคัดเลือกเมนูหลักที่ควรให้ความสำคัญเป็นพิเศษครอบคลุมยอดขาย ร้อยละ 80 ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 35 รายการ แสดงดังตารางที่ 2

3.3 การวิเคราะห์การกระจายตัวของจำนวนลูกค้า

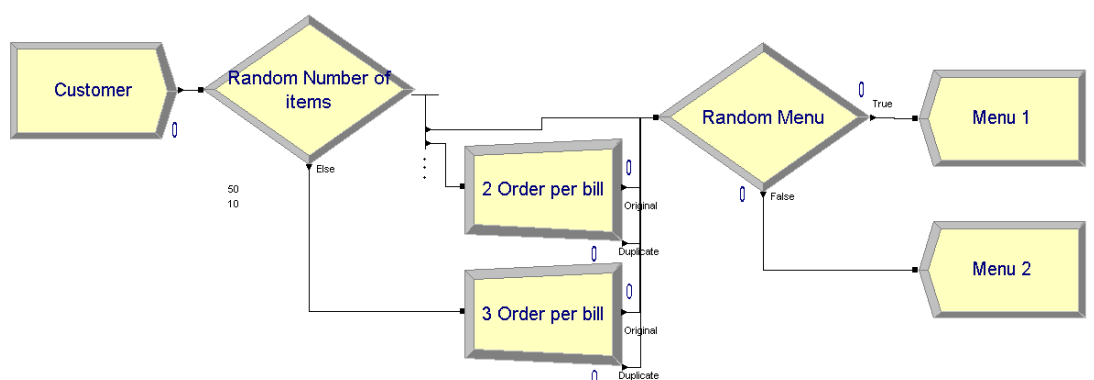
นำข้อมูลเวลาการเข้ามาใช้บริการของลูกค้าย้อนหลัง 1 เดือน เพื่อหาค่าระยะห่างของเวลา การเข้ามาใช้บริการของลูกค้าแต่ละราย และใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของ ข้อมูล เพื่อหาสูตรการกระจายตัวที่จะใช้เป็นตัวแทนในการจำลองสถานการณ์ของการเข้ามาใช้บริการ ของลูกค้าในแบบจำลองสถานการณ์

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลความถี่ในการสั่งอาหารแต่ละรายการของลูกค้า

รายการ	ความถี่ (ครั้ง)	เปอร์เซ็นต์ความถี่
1	181	10.44%
2	164	9.46%
3	104	6.00%
4	101	5.82%
5	98	5.65%
⋮	⋮	⋮
33	10	0.58%
34	10	0.58%
35	10	0.58%

3.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาค่าพยากรณ์

สร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่แสดงการเข้ามาของลูกค้าต่อวัน โดยลูกค้ามีโอกาสสั่งจำนวนรายการอาหารต่อบิลและโอกาสที่จะสั่งเมนูต่างๆ ตามข้อมูลจริงที่เก็บรวบรวมได้ จากนั้นแปลงจำนวนเมนูที่ถูกสั่งเป็นปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้ในแต่ละวัน เพื่อใช้เป็นค่าพยากรณ์จำนวนความต้องการวัตถุดิบในวันถัดไป ซึ่งกระบวนการสร้างแบบจำลองนี้สอดคล้องกับแนวทางของ จามร และคณะ (2560) ที่ใช้ การจำลองสถานการณ์ (Simulation) ในการจำลองกระบวนการผลิตและการให้บริการแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงแบบจำลองสถานการณ์ในการหาค่าพยากรณ์

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

ดำเนินการตรวจสอบแบบจำลองด้วยการเปรียบเทียบจำนวนลูกค้าที่เข้าใช้บริการของแบบจำลองกับจำนวนลูกค้าจริงโดยกำหนดเกณฑ์ยอมรับที่ ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 5 (ความแม่นยำไม่น้อยกว่าร้อยละ 95) ทำแบบจำลองซ้ำจำนวน 150 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสอดคล้องกับแนวทางการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่ใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนยอมรับได้ไม่เกินร้อยละ 5 ตามแนวปฏิบัติในงานวิจัย (อัจฉรา, 2561; วรพล, 2564)

3.6 การพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time series)

นำข้อมูลยอดขายของร้านอาหารมาพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์ 3 รูปแบบ ได้แก่ Double Exponential Smoothing (DES), Single Exponential Smoothing (SES) และ Trend Analysis (TA) โดยกำหนดค่าพยากรณ์ล่วงหน้าจำนวน 1 จุดข้อมูลถัดไป การเลือกใช้วิธีพยากรณ์ทั้ง 3 รูปแบบนี้สอดคล้องกับแนวทางในงานวิจัยที่ผ่านมา ได้แก่ กิตติ (2565) และ ปณิษฐา (2565) ที่ใช้วิธี Single Exponential Smoothing (SES) และ Double Exponential Smoothing (DES) สำหรับการพยากรณ์ในกรณีศึกษาร้านอาหารและสินค้าเกษตร รวมถึง ชีระพงษ์ และคณะ (2561) ที่ใช้วิธีดับเบิลเอ็กซ์โปเนนเชียลในการพยากรณ์ยอดขายสินค้าอาหาร และ ปภาวรา (2562) ที่เปรียบเทียบเทคนิคการพยากรณ์หลายรูปแบบ

3.7 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วย 3 ตัวชี้วัด ได้แก่ Mean Absolute Percent Error (MAPE), Mean Absolute Deviation (MAD) และ Mean Squared Deviation (MSD) โดยพิจารณาเลือกวิธีที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนของทั้ง 3 วิธีต่ำที่สุด เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเมนู ซึ่งตัวชี้วัดเหล่านี้เป็นมาตรฐานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยการพยากรณ์ (เปียนันท์, 2558; อนุสรณ์, 2559; วรางคณา, 2562; ชุติกร, 2563)

4. ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์การกระจายตัวของจำนวนลูกค้า

จากการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลการเข้ามาใช้บริการของลูกค้า พบว่าจำนวนลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการต่อวัน มีรูปแบบการแจกแจงแบบ Beta ที่ค่า P-value = 0.386 (> 0.05) โดยมีค่า Min = 12 Max = 59 Alpha1 = 1.47 และ Alpha2 = 0.824 จึงยอมรับสมมติฐานว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบ Beta เมื่อนำสูตร $1.15 + (4.8 \times \text{BETA}(1.47, 0.824))$ มาใช้ในแบบจำลองสถานการณ์ พบว่าการจำลองให้ค่าจำนวนลูกค้าเฉลี่ยที่เข้ามาใช้บริการที่ 46.54 คน ซึ่งค่าจำนวนลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการจริงคือ 48 คน ดังนั้นมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 3.04% ซึ่งไม่เกิน 5% จึงสามารถยอมรับแบบจำลองได้

4.2 การเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์

เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของค่าพยากรณ์ผู้วิจัยใช้ค่าความคลาดเคลื่อน 3 รูปแบบ คือ Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Squared Error (MSE) และ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ถ้าวิธีการพยากรณ์ใดได้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดในรูปแบบนั้นๆ จะได้รับคะแนนประเมิน 1 แต้มต่อ 1 รูปแบบ แล้วเลือกวิธีพยากรณ์ที่มีคะแนนประเมินสูงสุดเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ด้วยการจำลองสถานการณ์ (Simulation) กับ 3 วิธี Double Exponential Smoothing (DES), Single Exponential Smoothing (SES) และ Trend Analysis (TA) สำหรับ 35 เมนูหลัก พบว่าการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ให้ค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดใน 30 รายการ (MAPE เฉลี่ยประมาณ 50–62%) ส่วนวิธี Trend Analysis (TA) ให้ผลดีกว่าใน 5 รายการ (ได้แก่ รายการที่ 10, 11, 16, 31 และ 35)

ตารางที่ 3 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

รายการอาหาร	Simulation			DES			SES			TA			เลือกวิธี
	MAD	MSE	MAPE	MAD	MSE	MAPE	MAD	MSE	MAPE	MAD	MSE	MAPE	
1	0.52	0.27	52.11	1.24	2.17	62.60	1.12	1.83	62.90	1.07	1.64	58.29	Sim
2	0.53	0.29	53.49	0.78	1.16	52.27	0.88	1.11	54.79	0.94	1.08	41.56	Sim
3	0.54	0.30	54.45	1.17	1.86	45.26	1.04	1.42	40.42	0.97	1.32	36.68	Sim
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
10	0.55	0.30	54.95	0.60	0.50	555.64	0.58	0.43	62.65	0.52	0.38	54.82	TA
11	0.57	0.32	56.77	0.54	0.45	69.16	0.53	0.34	64.63	0.49	0.30	60.09	TA
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
15	0.48	0.23	47.59	0.97	1.34	42.62	0.98	1.43	34.68	0.89	1.14	37.46	Sim
16	0.55	0.30	55.11	0.63	0.63	65.31	0.63	0.51	62.17	0.51	0.43	51.43	TA
17	0.55	0.30	54.63	1.03	1.96	53.00	0.97	1.36	47.72	0.96	1.27	42.97	Sim
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
31	0.62	0.38	61.90	0.62	0.44	49.13	0.56	0.36	46.47	0.54	0.32	46.42	TA
32	0.45	0.20	44.97	1.11	1.89	72.30	0.96	1.41	50.26	0.93	1.32	42.03	Sim
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
34	0.59	0.34	58.62	1.11	1.59	46.52	0.93	1.20	45.65	0.91	1.09	39.32	Sim
35	15.43	237.94	1542.5	1.23	2.35	54.14	0.99	1.66	41.16	0.96	1.54	31.79	TA



4.3 ผลการลดต้นทุน

เมื่อนำค่าพยากรณ์จำนวน 35 รายการจากการจำลองสถานการณ์ (Simulation) มาใช้เปรียบเทียบในการสั่งซื้อจริง พบว่าสามารถลดปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบส่วนเกินได้อย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบต้นทุนการสั่งซื้อวัตถุดิบก่อนและหลังการพยากรณ์

รายการ	ต้นทุนเดิม (บาท)	ต้นทุนใหม่ (บาท)	ลดลง (%)
ต้นทุนวัตถุดิบ/เดือน	2,578.27	919.78	64.33

จากตารางที่ 4 ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้การจำลองสถานการณ์ (Simulation) สามารถลดต้นทุนการสั่งซื้อวัตถุดิบได้ถึงร้อยละ 64.33 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ของการวิจัย

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้นำการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้เพื่อพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบในร้านอาหาร และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับวิธีการพยากรณ์ 3 แบบ ซึ่งการจำลองสถานการณ์ (Simulation) สามารถพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบได้อย่างแม่นยำ และให้ค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุด 30 จาก 35 รายการ ส่วนอีก 5 รายการวิธี Trend Analysis (TA) ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำกว่า โดยผลพยากรณ์เมื่อนำไปใช้แล้วทำให้จำนวนวัตถุดิบเกินความจำเป็นลดลงจนสามารถลดต้นทุนจาก 2,578.27 บาท เหลือ 919.78 บาทต่อเดือน คิดเป็นการลดต้นทุนร้อยละ 64.33

ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้การจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบสำหรับธุรกิจร้านอาหาร โดยเฉพาะเมื่อข้อมูลมีความผันผวนและไม่แน่นอนสูง แต่จำเป็นต้องใช้เวลานานและผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบ ซึ่งสวนทางกับการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา (Time series) ที่จะมีประสิทธิภาพสูงเมื่ออยู่ในข้อจำกัดที่ข้อมูลเป็นแบบคงที่ และสามารถสร้างโมเดลเพื่อพยากรณ์ได้อย่างรวดเร็วกว่า (Petropoulos *et al.*, 2022) แนวทางนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจร้านอาหารในรูปแบบอื่นได้ โดยควรมีการทบทวนและปรับปรุงแบบจำลองเป็นระยะ เมื่อมีข้อมูลยอดขายสะสมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเมนูแต่ละรายการมีรูปแบบของข้อมูลการสั่งซื้อทางสถิติที่แตกต่างกัน ซึ่งวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับรูปแบบข้อมูล ดังนั้นเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงจึงอาจทำให้วิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าเหมาะสมที่สุดมีการเปลี่ยนแปลงได้ ร้านอาหารจึงมีความจำเป็นในการพยากรณ์แยกแต่ละรายการวัตถุดิบตามวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม

ของแต่ละรายการ และดำเนินการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอย่างสม่ำเสมอ เพื่อความถูกต้องและความแม่นยำมากที่สุด

ข้อจำกัดของการวิจัยนี้คือการเก็บข้อมูลเพียง 1 เดือน อาจไม่ครอบคลุมรูปแบบฤดูกาลหรือแนวโน้มระยะยาว ในการวิจัยอนาคตควรเก็บข้อมูลระยะยาวอย่างน้อย 12 เดือน และอาจพิจารณาผนวกปัจจัยภายนอก เช่น วันหยุด เทศกาล หรือสภาพอากาศ เข้าในแบบจำลองเพื่อเพิ่มความแม่นยำ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณพัชรินทร์ สังข์ทอง, วรวิวัฒน์ รัตนวราชนธ์และเกียรติศักดิ์ เกตุจันทร์ ที่ช่วยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดการวิจัย รวมถึงขอขอบคุณคณาจารย์และมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้การสนับสนุนการวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วง

7. เอกสารอ้างอิง

- กิตติ สุทธิจิระพันธ์. (2565). การศึกษาการพยากรณ์เพื่อนำเสนอแนวทางในการวางแผนการจัดซื้อที่เหมาะสมกับร้านอาหาร: กรณีศึกษา ร้านเด็กอ้วนเย็นตาโฟหม้อไฟ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, เชียงราย.
- จามร กิจเดช, ญัฐพล ศรีพรประเสริฐ, และอนจ ชัยมณี. (2560). การจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงสายการผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร. ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 14. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิราพร ภูทองคำ และถิรนนท์ ทิวราตรีวิทย์. (2564). ปัญหาการจัดการวัตถุดิบที่เผื่อเหลือมากเกินไปทำให้เกิดการเน่าเสีย. วารสารวิทยาการจัดการวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์, 2(3), 20-31.
- ฉมาธร กุญศรีกุล, นิธิศ ปุณณกรภักดิ์, และวุฒิกรณ์ จริยตันติเวทย์. (2561). การพยากรณ์การสั่งซื้อสินค้าของร้านค้าปลีก กรณีศึกษาร้าน AAA. วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์, 18(2), 26-34.
- ชูลีกร ชูโชติถาวร. (2563). การพยากรณ์และการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางในการจัดเก็บบรรจุภัณฑ์สำหรับการผลิต: กรณีศึกษาบริษัทแปรรูปผลิตภัณฑ์การเกษตร จังหวัดพัทลุง. วารสารเครือข่ายส่งเสริมการวิจัยทางมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 3(3), 92-108.
- ธณิดา โชนงนุช, อลงกรณ์ เมืองไหว, และวชิระ วิจิตรพงษา. (2564). การพัฒนาระบบในการจัดการสินค้าคงคลังในร้านอาหารด้วยเทคนิคการบริหารคุณภาพ. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 3(1), 10-20.

- ธัญญา สิงหน. (2560). **การเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบสำหรับธุรกิจร้านอาหาร กรณีศึกษาร้านครัวคุณกัณฑ์.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, กรุงเทพฯ.
- ธีระพงษ์ ทับพร, ยอดนภา เกษเมือง, เอกพล ทับพร, และภรดิษฐ์ แสงจิตต์. (2561). การพยากรณ์ ยอดขายและการบริหารสินค้าคงคลังของสินค้าคงหมักกึ่งแช่แข็ง กรณีศึกษาบริษัทสยาม แม็คโคร จำกัด มหาชน. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี),** 2(2), 28-41.
- นิธินาถ ธนศิลป์. (2558). **การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการร้านทร็อคออฟ.** (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพฯ.
- ปณิษฐา มีชอบธรรม. (2565). การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ราคาซื้อขายมันเส้นในประเทศ ไทย. **วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย, 11(1),** 47-57.
- ปภาวรา พ่อนทองมีสุข. (2562). **ศึกษาเทคนิคการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการสั่งซื้อ ลวดทองแดงอาบน้ำยา: กรณีศึกษาธุรกิจค้าปลีก.** (ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยสยาม, กรุงเทพฯ.
- ปิยานันท์ ทองโพธิ์. (2558). **การประยุกต์เทคนิคการพยากรณ์ความต้องการสินค้าเพื่อวางแผนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตชุดชั้นใน.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- พิมพ์ชนก เกียรติธีรชัย. (2566). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการพยากรณ์ราคาสินค้าในห่วงโซ่อุปทานการผลิต เนื้อสุกรในประเทศไทย. **วารสารวิชาการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต, 19(1),** 147-163.
- วรพล เดชาดำรงชัย. (2564). **การปรับปรุงการพยากรณ์ความต้องการและนโยบายการเติมเต็ม พัสตุดังคลึงสำหรับชิ้นส่วนเครื่องจักรกลการเกษตร.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วรางคณา เรียนสุทธิ. (2562). การพยากรณ์ราคาถั่วเขียว. **วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, 37(2),** 122-138.
- สามารถ ใจเตี้ย และศศิภักย์ ฝ่องชมพู. (2564). การใช้สมุนไพรรักษาบ้านของผู้สูงอายุ ชุมชนสะลวง- ขี้เหล็ก อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. **วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวน สุนันทา, 13(2),** 43-54.
- อนุสรณ์ บุญสง่า. (2559). **การพยากรณ์ความต้องการแวนตา ร้านรักแวน.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยศรีปทุม, กรุงเทพฯ.

อภิษฐญา ยิ่งยง และสุภาวดี สายสนิท. (2562). การพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบเพื่อวางแผน
สั่งซื้อที่เหมาะสม กรณีศึกษาร้าน Vasatwo. ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ
ระดับชาติ การยกระดับงานวิจัยเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน. มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

อัจฉรา จันวดี. (2561). การปรับปรุงการพยากรณ์ความต้องการวัตถุดิบและนโยบายการเติมเต็ม
วัตถุดิบคงคลังสำหรับโรงงานผลิตชิ้นรูปเหล็กหล่อแบบออกแบบตามคำสั่งซื้อ. (วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

Petropoulos, F., Apiletti, D., Assimakopoulos, V., Babai, M., Barrow, D., Ben Taieb, S.,
Bergmeir, C., Bessa, R. J., Bijak, J., Boylan, J., Browell, J., Carnevale, C., Castle, J.
L., Cirillo, P., Clements, M., Cordeiro, C., Oliveira, F. L., De Baets, S., Dokumentov,
A., & Ziel, F. (2022). Forecasting: theory and practice. **International Journal of
Forecasting**, 38, 705-871. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.11.001>

การจัดเส้นทางยานพาหนะเพื่อออกตรวจโรงงานเสี่ยงมลพิษทางน้ำด้วย โปรแกรมแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะด้วยสเปรดชีต VEHICLE ROUTING FOR INSPECTION OF WATER POLLUTION RISK FACTORIES WITH VRP SPREADSHEET SOLVER

จุลจักร กักโห้, พัชรพล คมขำ, ณัฐวุฒิ สระแก้ว, ณัฐพร ตั้งเจริญชัย*

Chunlachak Kakho, Patcharapol Khomkham, Natthawut Sakaew,

Nattaporn Tungcharoenchai*

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: nattaporn.t@psru.ac.th

วันที่เข้ารับ 27 มีนาคม 2569

วันที่แก้ไขบทความ 17 เมษายน 2569

วันที่ตอบรับบทความ 20 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดเส้นทางยานพาหนะสำหรับการตรวจโรงงานที่มีความเสี่ยงต่อการก่อมลพิษทางน้ำจำนวน 79 แห่ง โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver เพื่อประมาณการทรัพยากรและระยะเวลาปฏิบัติงานที่เหมาะสมสำหรับสำนักงานกรณีศึกษา การวิจัยจำลองสถานการณ์ 2 รูปแบบหลัก ได้แก่ 1) สถานการณ์ตามข้อกำหนดโครงการ ซึ่งกำหนดการตรวจ 5 แห่งต่อวัน และ 2) สถานการณ์ตามสถิติการปฏิบัติงานจริง ซึ่งกำหนดการตรวจ 10 แห่งต่อวัน โดยเปรียบเทียบการใช้ยานพาหนะ 1 คัน และ 2 คัน รวมทั้งสิ้น 4 กรณีศึกษา ผลการวิจัยพบว่า สถานการณ์ตามข้อกำหนดโครงการในกรณีที่ 1 และ 2 มีจำนวนเที่ยววิ่งรวม 16 เที่ยว และมีงบประมาณรวมสูงสุด 35,272.80 บาท อย่างไรก็ตาม สถานการณ์ดังกล่าวมีข้อดีคือระยะเวลาปฏิบัติงานต่อเที่ยวค่อนข้างสั้น ซึ่งช่วยลดความเหนื่อยล้าของบุคลากร ขณะที่สถานการณ์ตามสถิติการปฏิบัติงานจริงในกรณีที่ 3 และ 4 สามารถลดจำนวนเที่ยววิ่งได้ร้อยละ 50 และลดงบประมาณได้มากกว่าร้อยละ 48 เมื่อเทียบกับสถานการณ์ตามข้อกำหนดโครงการ เมื่อเปรียบเทียบกรณีการใช้ยานพาหนะ 1 คันและ 2 คัน ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน พบว่าระยะทางและระยะเวลารวมมีค่าใกล้เคียงกัน โดยกรณีที่ 3 มีความคุ้มค่าด้านงบประมาณสูงสุด คิดเป็น 17,931.25 บาท และสะดวกต่อการบริหารจัดการทรัพยากรบุคคลมากกว่า ส่วนกรณีที่ 4 สามารถกระจายภาระงานได้ดีกว่าแต่มีต้นทุนแฝงเพิ่มขึ้น ดังนั้นผลการศึกษานี้จึงสามารถใช้เป็นแนวทางสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกแผนการจัดเส้นทางที่สอดคล้องกับข้อจำกัดและบริบทการปฏิบัติงานจริงของหน่วยงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ, โปรแกรมแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะด้วย
สเปรดชีต, การจัดสรรทรัพยากร

Abstract

This study aims to develop vehicle routing plans for inspecting 79 factories with potential risks of water pollution by applying the VRP Spreadsheet Solver to estimate appropriate resources and operational time for the case-study office. Two main scenarios were simulated: 1) the project requirement scenario, in which five factories were inspected per day, and 2) the actual operational performance scenario, in which ten factories were inspected per day. Each scenario compared the use of one and two vehicles, resulting in four case studies. The results showed that, under the project requirement scenario, Cases 1 and 2 required 16 total trips and generated the highest total budget of 35,272.80 THB. However, this scenario offered the advantage of shorter operational time per trip, which could reduce staff fatigue. In contrast, under the actual operational performance scenario, Cases 3 and 4 reduced the number of trips by 50% and decreased the total budget by more than 48% compared with the project requirement scenario. When comparing the use of one and two vehicles under the same conditions, the total distance and total operational time were found to be similar. Case 3 provided the highest budget efficiency, with a total budget of 17,931.25 THB, and offered greater convenience in human resource management. Meanwhile, Case 4 enabled better workload distribution but involved additional hidden costs. Therefore, the findings can serve as a decision-support guideline for selecting vehicle routing plans that align with the constraints and practical operational context of the organization.

Keywords: Vehicle routing problem, VRP spreadsheet solver, Resource allocation

1. บทนำ

ในปัจจุบันการขยายตัวทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วส่งผลให้ปัญหามลพิษทางน้ำทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะน้ำเสียจากภาคอุตสาหกรรมซึ่งมักปนเปื้อนสารเคมีอันตราย โลหะหนัก และสารมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางน้ำ รวมถึงสุขภาพของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตในระยะยาว งานวิจัยล่าสุดชี้ให้เห็นว่า น้ำเสียอุตสาหกรรมเป็นหนึ่งในแหล่งกำเนิดสำคัญของโลหะ

หนักในแหล่งน้ำ และสารปนเปื้อนเหล่านี้มีความเป็นพิษสูง แม้พบในปริมาณไม่มากก็อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมาก (Anja, 2022; Oladimeji *et al.*, 2024)

สำหรับประเทศไทยที่เป็นประเทศซึ่งเน้นกิจกรรมในภาคของเกษตรกรรม และการท่องเที่ยว ปัญหาในเรื่องของมลพิษทางน้ำเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองข้ามได้และจำเป็นต้องให้ความสำคัญ ทำให้สำนักงาน INT ในแต่ละจังหวัดจำเป็นต้องออกตรวจสอบและเฝ้าระวังแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำ โดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ในรายชื่ออย่างใกล้ชิด เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบส่งผลกระทบต่อเนืองไปยังงานในส่วนภาคอื่น ๆ แต่เนื่องจากสำนักงาน INT กรณีศึกษานั้นไม่ใช่จังหวัดสำหรับภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะทำให้การกระจายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมภายในจังหวัดนั้นกว้าง และบ่อยครั้งที่ทางสำนักงานต้องใช้เวลาในการเดินทางออกตรวจโรงงานในรายชื่อนานเกินความจำเป็น ทำให้มีการใช้งบประมาณอย่างสิ้นเปลืองไปกับน้ำมันเชื้อเพลิงยานพาหนะในการเดินทาง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาผู้วิจัยพบว่า มีหลายบทความวิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการแก้ปัญหาในกลุ่มฮิวริสติกส์ (Heuristics) และเมตาฮิวริสติกส์ (Metaheuristics) เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะด้วยหลากหลายแนวคิดวิธี เช่น การใช้วิธีการ Fisher and Jaikumar ในการขนส่งสินค้า (อนุชา และคณะ, 2565) การใช้วิธีการ Large Neighborhood Search ด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ในการเข้ารับและจัดส่งพัสดุ (นริสรา และคณะ, 2568) วิธีการหาค่าเหมาะสมสุดอาณานิคมผึ้งเทียม (ศิริชัย, 2564) วิธีการหาค่าเหมาะสมแบบวาฬในการจัดเส้นทางยานพาหนะภายใต้เงื่อนไขด้านกรอบเวลาแบบยืดหยุ่น (กิตติพงษ์ และกนกพร, 2566) การใช้วิธีการ Large Neighborhood Search ด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ในการจัดส่งพัสดุ (นริสรา และคณะ, 2568; ภาสวุฒิ, 2564) อย่างไรก็ตามการประยุกต์ใช้วิธีการ Large Neighborhood Search ด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ในการออกตรวจโรงงานโดยที่ไม่มีการนำส่งหรือรับพัสดุจริงจึงถือว่าเป็นช่องว่างหนึ่งสำหรับงานวิจัยเพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ด้วยเหตุผลทั้งหมดที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการกำหนดเส้นทางเดินรถที่เหมาะสมสำหรับการออกตรวจโรงงานที่เสี่ยงต่อการก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ เพื่อช่วยให้สำนักงานบรรลุนิติประสงค์ของโครงการได้ตามเป้าหมาย และสามารถบริหารจัดการทรัพยากรของสำนักงาน และเวลาในการดำเนินโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อจัดเส้นทางยานพาหนะสำหรับออกตรวจโรงงานที่มีความเสี่ยงก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ ด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

2.2 เพื่อให้สำนักงาน INT กรณีศึกษา สามารถใช้ผลการจัดเส้นทางยานพาหนะเป็นแนวทางในการประมาณการทรัพยากรที่จำเป็น ได้แก่ จำนวนยานพาหนะ บุคลากร งบประมาณ ระยะทาง และระยะเวลาในการออกตรวจโรงงาน

2.3 เพื่อนำเสนอแผนการออกตรวจโรงงานที่มีความเสี่ยงก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำที่เหมาะสมให้แก่สำนักงาน INT กรณีศึกษา ใช้เป็นแนวทางประกอบการวางแผนตัดสินใจ

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และการทบทวนวรรณกรรม

3.1 วิธีการแก้ปัญหาของ VRP

การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายซึ่งเป็นปัญหาทางด้านการจัดการโลจิสติกส์ที่มุ่งเน้นการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดสำหรับยานพาหนะตั้งแต่หนึ่งคันขึ้นไป ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ที่นิยมนำมาใช้งาน ได้แก่ อัลกอริทึมแบบแม่นยำ (Exact algorithm), วิธีคิดแบบฮิวริสติก (Heuristic Method) และวิธีคิดแบบเมตาฮิวริสติก (Metaheuristic method) โดยแต่ละวิธีมีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน (รวีโรจน์, 2564)

อัลกอริทึมแบบแม่นยำ (Exact algorithm) กลุ่มของวิธีการที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อรับประกันการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal solution) สำหรับปัญหา VRP โดยมีข้อดีคือให้คำตอบที่แน่นอนและดีที่สุดเสมอ แต่มีข้อเสียสำคัญคือใช้เวลาในการประมวลผลที่นานโดยเฉพาะเมื่อจำนวนลูกค้าและข้อจำกัดเพิ่มขึ้นเนื่องจากต้องพิจารณาและทดสอบความเป็นไปได้ของเส้นทางทั้งหมด ซึ่งปัญหานี้เป็น NP-hard (Non-Deterministic Polynomial-Time hard) ทำให้เวลาที่ใช้ในการประมวลผลเพิ่มขึ้นแบบทวีคูณ (Exponentially) เมื่อขนาดของปัญหาใหญ่ขึ้น (Liu *et al.*, 2023)

วิธีคิดแบบฮิวริสติก (Heuristic method) วิธีการเชิงพรรณนาเป็นวิธีการที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อหาคำตอบ "ที่ดีพอ" (Good enough) หรือใกล้เคียงกับคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่รับประกันว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุดเสมอไป แต่มีข้อดีคือใช้เวลาในการประมวลผลที่สั้นกว่าทำให้สามารถนำไปใช้กับปัญหา VRP ขนาดใหญ่และซับซ้อนในทางปฏิบัติได้จริง (Liu *et al.*, 2023)

วิธีคิดแบบเมตาฮิวริสติก (Metaheuristic method) กลุ่มของอัลกอริทึมที่ถูกออกแบบมาเพื่อค้นหาคำตอบที่มีคุณภาพสูงภายในพื้นที่คำตอบขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่จำเป็นต้องตรวจสอบความเป็นไปได้ทั้งหมดเหมือนกับ อัลกอริทึมแบบแม่นยำ (Exact algorithm) วิธีการเหล่านี้มักจะผสมผสานเทคนิคฮิวริสติกหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อสร้างกลยุทธ์การค้นหาที่

แข็งแกร่งและสามารถหลีกเลี่ยงการติดอยู่ในคำตอบที่ดีที่สุดเฉพาะที่ (Local optimum) (Liu *et al.*, 2023)

3.2 โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver คือ เครื่องมือแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) ที่พัฒนาขึ้นบนแพลตฟอร์ม Microsoft excel โดยใช้ภาษา Visual Basic for Applications (VBA) โดยโปรแกรมนี้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นเครื่องมือวิเคราะห์แบบ What-If และการเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization) สำหรับธุรกิจขนาดเล็กถึงขนาดกลาง เนื่องจาก Microsoft excel เป็นซอฟต์แวร์ที่เข้าถึงง่ายและเป็นมาตรฐานในแวดวงธุรกิจ ทำให้ VRP Spreadsheet solver สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาเกี่ยวกับการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) ได้ในวงกว้าง นอกจากนี้ตัวโปรแกรมยังเป็น Freeware ที่สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์วิชาการโดยไม่มีค่าใช้จ่าย (Gunes, 2017)

การทำงานของโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver อาศัยการคำนวณด้วยอัลกอริทึมการหาค่าเหมาะที่สุดแบบเมตาฮีริสติก (Metaheuristic optimization algorithm) เพื่อค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและลดต้นทุนการขนส่ง เพื่อผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการวิเคราะห์คำตอบควรใช้เวลา 45 นาที ในการทำงานของโปรแกรม อย่างไรก็ตามโปรแกรมนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์เชิงวางแผนเท่านั้น และไม่สามารถตอบสนองต่อปัญหาเฉพาะหน้าที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงานจริงได้ (เนตรนภา จุ้ยคลัง และคณะ, 2568)

การประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver จำเป็นต้องมีการเตรียมข้อมูลที่ครอบคลุม 5 ส่วนหลักประกอบด้วย: 1. Locations 2. Distances 3. Vehicles 4. Solution และ 5. Visualization เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบระหว่างเส้นทางเดิม (Current routing) กับเส้นทางที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม (Optimized routing) เพื่อประเมินประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นและการลดลงของต้นทุน ซึ่งผลการวิเคราะห์โปรแกรมจะเป็นส่วนช่วยที่ใช้ยืนยันแผนในการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการจัดเส้นทางได้อย่างมีนัยสำคัญ (เนตรนภา และคณะ, 2568)

4. วิธีดำเนินงานวิจัย

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้จะเป็นการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่มีผลต่อการวางแผนการจัดเส้นทางการเดินทางออกตรวจโรงงาน เพื่อนำไปพิจารณาในการวางแผนการจัดเส้นทาง โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลตำแหน่งโรงงาน รายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 เป็นข้อมูลโรงงานซึ่งเสี่ยงต่อการก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำซึ่งสำนักงาน INT ภูมิศึกษา ต้องออกตรวจที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดต่อและรวบรวมจากสำนักงาน และเพื่อให้

สอดคล้องกับหลักการรักษาความลับทางธุรกิจอันเป็นข้อมูลส่วนบุคคลของสถานประกอบการ ผู้วิจัยจึงดำเนินการปกปิดชื่อ รายละเอียดเฉพาะของแต่ละโรงงาน และแสดงรายการข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์ของโรงงานตัวอย่างเพียงบางส่วน เพื่อเป็นแนวทางในการนำเสนอข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ

ตารางที่ 1 โรงงานที่ต้องออกตรวจ

ชื่อโรงงาน	ละติจูด	ลองจิจูด
1	17.068079	99.858813
2	17.069988	99.859293
.	.	.
.	.	.
.	.	.
79	17.4744452	99.75372636

4.2 การประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองการจัดเส้นทางของโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ที่แตกต่างจากบริบทเป้าหมายเดิมของโปรแกรมที่ใช้เพื่อการขนส่งสินค้าและรับสินค้า ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายการใช้งานของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในโปรแกรมใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของภารกิจของสำนักงาน INT กรณีศึกษา โดยกำหนดให้คลังสินค้า (Depot) แทนสำนักงาน INT และลูกค้า (Customer) แทนโรงงานอุตสาหกรรมเป้าหมาย

โดยกำหนดการรับ-ส่งพัสดุ (Pickup & Delivery) ใช้แทนการจัดเตรียมเอกสารและการเข้าตรวจโรงงานของเจ้าหน้าที่ โดยกำหนดปริมาณพัสดุที่จุดรับ (Depot – Pickup amount) ให้สอดคล้องกับจำนวนโรงงานเป้าหมาย และกำหนดปริมาณการส่งพัสดุลูกค้าแต่ละแห่ง (Customer – Delivery amount) เป็น 1 หน่วย แทนการบันทึกผลการเข้าตรวจโรงงาน

ในส่วนของจำนวนยานพาหนะ (Number of vehicles) ถูกใช้แทนโควตาเที่ยววิ่งรวมของยานพาหนะตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการ ปริมาณความจุของยานพาหนะ (Capacity) ใช้แทนจำนวนโรงงานสูงสุดที่สามารถเข้าตรวจได้ต่อวัน และระยะเวลาในการบริการ (Service time) ใช้แทนระยะเวลาที่เจ้าหน้าที่ใช้ในการตรวจสอบหน้างาน

4.3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์เพื่อจำลองสถานการณ์

สำหรับข้อกำหนดเบื้องต้นของแผนการออกตรวจสำนักงานกำหนดให้การออกตรวจแต่ละครั้งใช้ระยะเวลาอย่างน้อยครึ่งวันซึ่งเทียบเท่ากับระยะเวลาทำงานประมาณ 5 ชั่วโมง และมีความถี่ใน

การปฏิบัติงานอย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ โดยมีเงื่อนไขว่ากระบวนการตรวจสอบโรงงานทั้งหมดต้องเสร็จสิ้นภายในระยะเวลา 3 เดือน โดยกำหนดงบประมาณตลอดโครงการไว้ไม่เกิน 50,000 บาท และพนักงานที่ออกตรวจจะได้รับเบี้ยเลี้ยง 2,000 บาทต่อการออกตรวจหนึ่งครั้ง

ในส่วนของกระบวนการตรวจสอบโรงงานได้กำหนดระยะเวลาเฉลี่ยในการตรวจโรงงานไว้ที่ 30 นาทีต่อแห่ง และต้องเข้าตรวจโรงงานไม่น้อยกว่า 3 แห่งต่อวัน ทั้งนี้หน่วยงานมีรถยนต์กระบะสำหรับใช้ในการปฏิบัติหน้าที่จำนวน 2 คัน ซึ่งมีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันแตกต่างกันโดยมีค่าใช้จ่ายในการเดินทางเท่ากับ 2.27 บาทต่อกิโลเมตร และ 3.00 บาทต่อกิโลเมตรตามลำดับ

นอกจากข้อกำหนดของโครงการ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเชิงสถิติจากการปฏิบัติงานจริงของโครงการที่มีลักษณะใกล้เคียงของสำนักงาน INT กรณีศึกษาในอดีต มาใช้เป็นฐานข้อมูลอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์และการสร้างสถานการณ์จำลอง โดยพบว่าระยะเวลาการตรวจสอบโรงงานจริงมีค่าเฉลี่ยประมาณ 25 นาทีต่อโรงงาน และสามารถเข้าตรวจโรงงานได้เฉลี่ย 7 แห่งต่อรอบการเดินทาง ซึ่งมีระดับการเข้าตรวจสูงสุดได้ถึง 10 แห่งต่อรอบการเดินทาง เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของผลการจำลองภายใต้เงื่อนไขการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาแปลงค่าเป็นค่าพารามิเตอร์ตัวเลข โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 สถานการณ์ (Scenario) เพื่อใช้เป็นต้นแบบในการจำลองกรณีศึกษา (Case study) โดยกรณีที่ 1 และ 2 เป็นการจำลองภายใต้เงื่อนไขข้อกำหนดโครงการ ในขณะที่กรณีที่ 3 และ 4 เป็นการจำลองภายใต้เงื่อนไขสถิติการปฏิบัติงานในอดีตของสำนักงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองการจัดเส้นทาง

พารามิเตอร์	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
Number of depots (แห่ง)	1	1	1	1
Number of customers (แห่ง)	79	79	79	79
Average vehicle speed (กม./ชม.)	70	70	70	70
Service time (ชั่วโมง:นาที)	0:30	0:30	0:25	0:25
Vehicle Type (ชนิด)	1	2	1	2
Vehicle – Capacity (ชิ้น)	5	5	10	10
Number of vehicles route (เส้นทาง)	72	72	36	36
Vehicle – Fixed cost per trip (บาท)	2,000	2,000	2,000	2,000
Vehicle T1 – Cost per unit distance (บาท)	2.27	2.27	2.27	2.27
Vehicle T2 – Cost per unit distance (บาท)	3.00	3.00	3.00	3.00

จากตารางที่ 2 แบบจำลองการจัดเส้นทางของทั้งสองสถานการณ์ถูกกำหนดให้มีโครงสร้างพื้นฐานเหมือนกัน เพื่อให้ผลการจำลองสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้อย่างเหมาะสม โดยค่าพารามิเตอร์ที่สะท้อนลักษณะทั่วไปของระบบ เช่น จำนวนโรงงานเป้าหมาย ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ และต้นทุนการเดินทาง ถูกควบคุมให้มีค่าเท่ากันตลอดการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ความแตกต่างระหว่างสองสถานการณ์จึงเกิดขึ้นจากลักษณะการปฏิบัติงานที่ไม่เหมือนกัน โดยในสถานการณ์ที่ 1 ซึ่งอ้างอิงตามข้อกำหนดของโครงการ การตรวจสอบหน้างานกำหนดให้ใช้ระยะเวลา 30 นาทีต่อโรงงาน และสามารถเข้าตรวจโรงงานได้ 5 แห่งต่อวัน ซึ่งค่าดังกล่าวถูกกำหนดจากสัดส่วนที่ลดลงจากข้อมูลสถิติการปฏิบัติงานจริงในสถานการณ์ที่ 2 ที่สามารถเข้าตรวจโรงงานได้สูงสุด 10 แห่งต่อวัน เพื่อสร้างกรอบการเปรียบเทียบที่มีสัดส่วนสอดคล้องกันระหว่างสองสถานการณ์

ในด้านจำนวนเที่ยววิ่งรวมของยานพาหนะสถานการณ์ที่ 1 ได้คำนวณจากเป้าหมายการออกตรวจขั้นต่ำ 3 วันต่อสัปดาห์ ภายในระยะเวลา 3 เดือน ส่งผลให้มีจำนวนเที่ยววิ่งรวมทั้งสิ้น 72 เที่ยว เมื่อพิจารณาพร้อมกับขีดความสามารถในการเข้าตรวจที่เพิ่มขึ้นในสถานการณ์ที่ 2 จำนวนเที่ยววิ่งรวมจึงถูกปรับลดลงเหลือเพียง 36 เที่ยว

4.4 ตรวจสอบผลลัพธ์และยืนยันความถูกต้อง

ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของแบบจำลองปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่ได้จากโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver นั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและเชื่อถือได้ โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อยืนยันว่าไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในกระบวนการประมวลผลของโปรแกรม การตรวจสอบจะมุ่งเน้นไปที่การยืนยันรายละเอียดว่าทุกแบบจำลองนั้นสอดคล้องกับข้อกำหนดของสำนักงาน เช่น กรอบเวลา (Time window) ขีดจำกัดระยะทาง (Distance limit) และยานพาหนะทุกคันจะต้องเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้น (Depot)

5. ผลการวิจัย

เพื่อสร้างแผนการออกตรวจโรงงานอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงต่อการก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำที่เหมาะสมให้แก่สำนักงาน INT กรณีศึกษา การจำลองในงานวิจัยนี้จึงได้แบ่งการจำลองออกเป็น 2 สถานการณ์ ได้แก่ สถานการณ์ข้อกำหนดของโครงการ และสถานการณ์สถิติการปฏิบัติงาน ทั้งนี้เพื่อให้แบบจำลองสามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมกับบริบทของกรณีศึกษา จึงมีการตีความความหมายของพารามิเตอร์ให้สอดคล้องกับบริบทของการออกตรวจ และกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันในแต่ละสถานการณ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 การจำลองกรณีที่ 1 – กรณีข้อกำหนดโครงการ ยานพาหนะ 1 คัน

การจำลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดของโปรแกรมตามเงื่อนไขของสถานการณ์ 1 ข้อกำหนดโครงการดังตารางที่ 2 ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมพบว่าจาก

ทั้งหมด 72 เทียววี่งที่กำหนดไว้ มีเพียงเส้นทางลำดับที่ 1-16 เท่านั้นที่มีการจัดสรรภาระงานจริง ในขณะที่เส้นทางลำดับที่ 17-72 เป็นเส้นทางเปล่าที่ไม่มีภาระงาน โดยผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลสำคัญของการจำลองครั้งนี้เฉพาะเส้นที่มีการปฏิบัติงานจริงมาแสดงผลดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 พบว่าการปฏิบัติงานรวมทั้ง 16 เทียววี่งนั้นมีระยะทางรวม 1,318.52 กิโลเมตร คิดเป็นระยะทางเฉลี่ย 82.41 กิโลเมตรต่อเทียววี่ง โดยใช้ระยะเวลาปฏิบัติงานรวมทั้งหมด 55:59 ชั่วโมง คิดเป็นระยะเวลาปฏิบัติงานเฉลี่ย 3:29 ชั่วโมงต่อเทียววี่ง ในด้านงบประมาณมีค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น 34,993.05 บาท เป็นต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 2,993.05 บาท คิดเป็นร้อยละ 8.54 ของงบประมาณทั้งหมด

5.2 การจำลองกรณีที่ 2 – กรณีข้อกำหนดโครงการ ยานพาหนะ 2 คัน

การจำลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงขึ้นจากกรณีที่ 1 เพื่อให้ทางสำนักงานสามารถใช้ทรัพยากรของโครงการได้อย่างคุ้มค่าที่สุด โดยการนำจำนวนเส้นทางจริงที่เกิดขึ้นในกรณีที่ 1 มาแบ่งครึ่ง เพื่อกำหนดพารามิเตอร์จำนวนยานพาหนะ (Number of vehicles) ของยานพาหนะทั้งสองประเภทให้เป็น 8 โดยเพื่อบังคับให้โปรแกรมกระจายภาระงานไปยังยานพาหนะทั้งสองประเภทในปริมาณงานที่เท่าเทียมกัน ในขณะที่เงื่อนไขพารามิเตอร์อื่น ๆ ยังคงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง โดยมีรายละเอียดสำคัญของผลลัพธ์การจำลองครั้งนี้ดังแสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 พบว่าหลังจากแบ่งให้ยานพาหนะทั้งสองประเภทได้รับภาระงานที่เท่าเทียมกันนั้นมีระยะทางรวมอยู่ที่ 13,11.37 กิโลเมตร คิดเป็นระยะทางเฉลี่ย 81.96 กิโลเมตรต่อเทียววี่ง โดยใช้ระยะเวลาปฏิบัติงานรวมทั้งหมด 55:46 ชั่วโมง คิดเป็นระยะเวลาปฏิบัติงานเฉลี่ย 3:29 ชั่วโมงต่อเทียววี่ง ในด้านงบประมาณมีค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น 35,272.80 บาท เป็นต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 3,272.80 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.28 ของงบประมาณทั้งหมด

5.3 การจำลองกรณีที่ 3 – กรณีสถิติการปฏิบัติงาน ยานพาหนะ 1 คัน

การจำลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดของโปรแกรมตามเงื่อนไขของกรณีที่ 3 ตามข้อกำหนดโครงการดังตารางที่ 2 ผลลัพธ์จากการประมวลผลด้วยโปรแกรมพบว่า จากทั้งหมด 36 เทียววี่งที่กำหนดไว้ มีเพียงเส้นทางลำดับที่ 1-8 เท่านั้นที่มีการจัดสรรภาระงานจริง ในขณะที่เส้นทางลำดับที่ 9-36 เป็นเส้นทางเปล่าที่ไม่มีภาระงาน โดยผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลสำคัญของการจำลองครั้งนี้เฉพาะเส้นที่มีการปฏิบัติงานจริงมาแสดงผลดังตารางที่ 5



ตารางที่ 3 ผลลัพธ์การจำลองกรณีที่ 1

ประเภท ยานพาหนะ	ลำดับ เส้นทาง	ลำดับการเดินทาง	ระยะทาง (กม.)	ระยะเวลา (ชม.)	งบประมาณ (บาท)
T1	เส้นทางที่ 1	Depot → 77 → 72 → 75 → 79 → 59 → Depot	86.00	3:34	2,195.22
	เส้นทางที่ 2	Depot → 67 → 76 → 64 → 74 → 78 → Depot	97.50	3:43	2,221.33
	เส้นทางที่ 3	Depot → 66 → 52 → 46 → 51 → 70 → Depot	124.00	4:03	2,281.48
	เส้นทางที่ 4	Depot → 62 → 68 → 69 → 71 → 9 → Depot	68.40	3:21	2,155.27
	เส้นทางที่ 5	Depot → 60 → 16 → 17 → 14 → 15 → Depot	141.50	4:16	2,321.21
	เส้นทางที่ 6	Depot → 53 → 54 → 56 → 55 → 58 → Depot	48.70	3:06	2,110.55
	เส้นทางที่ 7	Depot → 49 → 50 → 47 → 48 → 44 → Depot	166.20	4:34	2,377.27
	เส้นทางที่ 8	Depot → 45 → 41 → 42 → 43 → 61 → Depot	147.80	4:20	2,335.51
	เส้นทางที่ 9	Depot → 65 → 63 → 40 → 73 → 20 → Depot	77.70	3:28	2,176.38
	เส้นทางที่ 10	Depot → 19 → 18 → 38 → 29 → Depot	67.60	2:50	2,153.45
	เส้นทางที่ 11	Depot → 5 → 6 → 12 → 13 → 31 → Depot	59.30	3:14	2,134.61
	เส้นทางที่ 12	Depot → 26 → 37 → 35 → 28 → 27 → Depot	19.40	2:44	2,044.04
	เส้นทางที่ 13	Depot → 24 → 21 → 34 → 32 → 33 → Depot	29.20	2:59	2,066.28
	เส้นทางที่ 14	Depot → 30 → 25 → 23 → 22 → 57 → Depot	33.22	2:54	2,075.41
T1	เส้นทางที่ 15	Depot → 10 → 4 → 3 → 11 → 39 → Depot	75.30	3:26	2,170.93
	เส้นทางที่ 16	Depot → 36 → 1 → 2 → 7 → 8 → Depot	76.70	3:27	2,174.11
รวม			1,318.52	55:59	34,993.05



ตารางที่ 4 ผลลัพธ์การจำลองกรณีที่ 2

ประเภทยานพาหนะ	ลำดับเส้นทาง	ลำดับการเดินทาง	ระยะทาง (กม.)	ระยะเวลา (ชม.)	งบประมาณ (บาท)
T1	เส้นทางที่ 1	Depot → 61 → 43 → 42 → 73 → 20 → Depot	82.10	3:31	2,186.37
	เส้นทางที่ 2	Depot → 33 → 15 → 17 → 14 → 16 → Depot	106.00	3:49	2,240.62
	เส้นทางที่ 3	Depot → 66 → 52 → 46 → 51 → 70 → Depot	124.00	4:03	2,281.48
T1	เส้นทางที่ 4	Depot → 67 → 76 → 64 → 75 → 79 → Depot	98.00	3:43	2,222.46
	เส้นทางที่ 5	Depot → 60 → 74 → 72 → 77 → 78 → Depot	97.60	3:43	2,221.55
	เส้นทางที่ 6	Depot → 9 → 1 → 2 → 7 → 8 → Depot	80.60	3:30	2,182.96
	เส้นทางที่ 7	Depot → 49 → 50 → 47 → 48 → 44 → Depot	166.20	4:34	2,377.27
	เส้นทางที่ 8	Depot → 65 → 41 → 45 → 40 → 63 → Depot	151.40	4:23	2,343.68
T2	เส้นทางที่ 9	Depot → 19 → 18 → 38 → 30 → 29 → Depot	68.25	3:21	2,204.75
	เส้นทางที่ 10	Depot → 53 → 55 → 59 → 56 → 54 → Depot	55.70	3:11	2,167.10
	เส้นทางที่ 11	Depot → 39 → 6 → 12 → 13 → 31 → Depot	59.30	3:14	2,177.90
	เส้นทางที่ 12	Depot → 10 → 4 → 3 → 11 → 5 → Depot	75.30	3:26	2,225.90
	เส้นทางที่ 13	Depot → 36 → 37 → 28 → 27 → Depot	18.30	2:13	2,054.90
	เส้นทางที่ 14	Depot → 62 → 68 → 69 → 71 → 35 → Depot	62.80	3:17	2,188.40
	เส้นทางที่ 15	Depot → 58 → 21 → 24 → 34 → 32 → Depot	32.50	2:54	2,097.50
	เส้นทางที่ 16	Depot → 26 → 25 → 23 → 22 → 57 → Depot	33.32	2:54	2,099.96
รวม			1,311.37	55:46	35,272.80



ตารางที่ 5 ผลลัพธ์การจำลองกรณีที่ 3

ประเภท ยานพาหนะ	ลำดับ เส้นทาง	ลำดับการเดินทาง	ระยะทาง (กม.)	ระยะเวลา (ชม.)	งบประมาณ (บาท)
T1	เส้นทางที่ 1	Depot → 54 → 56 → 61 → 43 → 42 → 40 → 73 → 20 → 22 → 23 → Depot	99.82	5:24	2,226.59
	เส้นทางที่ 2	Depot → 53 → 55 → 58 → 25 → 57 → 21 → 24 → 34 → 32 → 33 → Depot	48.90	4:46	2,111.00
	เส้นทางที่ 3	Depot → 31 → 30 → 29 → 26 → 36 → 37 → 35 → 28 → 27 → Depot	23.65	4:02	2,053.69
	เส้นทางที่ 4	Depot → 39 → 5 → 4 → 9 → 10 → 3 → 11 → 6 → 12 → 13 → Depot	101.90	5:26	2,231.31
	เส้นทางที่ 5	Depot → 59 → 79 → 78 → 16 → 17 → 14 → 15 → 18 → 19 → 38 → Depot	172.40	6:19	2,391.35
	เส้นทางที่ 6	Depot → 60 → 77 → 64 → 68 → 69 → 71 → 7 → 8 → 2 → 1 → Depot	119.00	5:39	2,270.13
	เส้นทางที่ 7	Depot → 62 → 65 → 74 → 72 → 75 → 76 → 51 → 70 → 67 → 63 → Depot	104.60	5:28	2,237.44
T1	เส้นทางที่ 8	Depot → 66 → 52 → 49 → 50 → 47 → 48 → 44 → 45 → 41 → 46 → Depot	180.50	6:25	2,409.74
รวม			850.77	43:29	17,931.25

จากตารางที่ 5 พบว่าการปฏิบัติงานรวมทั้ง 8 เทียรวังนั้นมีระยะทางรวม 850.77 กิโลเมตร คิดเป็นระยะทางเฉลี่ย 106.35 กิโลเมตรต่อเทียรวัง โดยใช้ระยะเวลาปฏิบัติงานรวมทั้งหมด 43:29 ชั่วโมง คิดเป็นระยะเวลาปฏิบัติงานเฉลี่ย 5:26 ชั่วโมงต่อเทียรวัง ในด้านงบประมาณมีค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น 17,931.25 บาท เป็นต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 1,931.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 10.77 ของงบประมาณทั้งหมด



5.4 การจำลองกรณีที่ 4 – กรณีสถิติการปฏิบัติงาน ยานพาหนะ 2 คัน

การจำลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงขึ้นจากกรณีที่ 3 เพื่อให้ทางสำนักงานสามารถใช้ทรัพยากรของโครงการได้อย่างคุ้มค่าที่สุด โดยการนำจำนวนเส้นทางจริงที่เกิดขึ้นในกรณีที่ 3 มาแบ่งครึ่งเพื่อกำหนดพารามิเตอร์จำนวนยานพาหนะ (Number of vehicles) ของยานพาหนะทั้งสองประเภทให้เป็น 4 คัน เพื่อบังคับให้โปรแกรมกระจายภาระงานไปยังยานพาหนะทั้งสองประเภทในปริมาณงานที่เท่าเทียมกัน ในขณะที่เงื่อนไขพารามิเตอร์อื่น ๆ ยังคงเดิมไม่เปลี่ยนแปลง โดยมีรายละเอียดสำคัญของผลลัพธ์การจำลองครั้งนี้แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลลัพธ์การจำลองกรณีที่ 4

ประเภท ยานพาหนะ	ลำดับ เส้นทาง	ลำดับการเดินทาง	ระยะทาง (กม.)	ระยะเวลา (ชม.)	งบประมาณ (บาท)
T1	เส้นทางที่ 1	Depot → 49 → 50 → 47 → 48 → 44 → 45 → 41 → 42 → 43 → 61 → Depot	176.40	6:22	2,400.43
	เส้นทางที่ 2	Depot → 39 → 33 → 15 → 17 → 14 → 16 → 60 → 19 → 18 → 38 → Depot	159.30	6:09	2,361.61
	เส้นทางที่ 3	Depot → 59 → 79 → 75 → 66 → 52 → 46 → 51 → 70 → 76 → 64 → Depot	127.70	5:45	2,289.88
	เส้นทางที่ 4	Depot → 31 → 67 → 68 → 69 → 71 → 7 → 8 → 2 → 1 → 29 → Depot	107.30	5:30	2,243.57
T2	เส้นทางที่ 5	Depot → 26 → 37 → 23 → 22 → 57 → 21 → 24 → 34 → 32 → 35 → Depot	39.32	4:39	2,117.96
	เส้นทางที่ 6	Depot → 62 → 78 → 77 → 72 → 74 → 65 → 63 → 40 → 73 → 20 → Depot	68.90	5:01	2,206.70
	เส้นทางที่ 7	Depot → 36 → 10 → 9 → 4 → 3 → 11 → 5 → 6 → 12 → 13 → Depot	96.00	5:22	2,288.00
	เส้นทางที่ 8	Depot → 30 → 53 → 54 → 56 → 55 → 58 → 25 → 28 → 27 → Depot	56.40	4:27	2,169.20
รวม			831.32	43:15	18,077.35

จากตารางที่ 6 พบว่าหลังจากแบ่งให้ยานพาหนะทั้งสองประเภทได้รับการงานที่เท่าเทียมกันในสถานการณ์นี้ สถิติการปฏิบัติงานนั้นมีระยะทางรวมอยู่ที่ 831.32 กิโลเมตร คิดเป็นระยะทางเฉลี่ย 103.92 กิโลเมตรต่อเที่ยววิ่ง โดยใช้ระยะเวลาปฏิบัติงานรวมทั้งหมด 43:15 ชั่วโมง คิดเป็นระยะเวลาปฏิบัติงานเฉลี่ย 5:24 ชั่วโมงต่อเที่ยววิ่ง ในด้านงบประมาณมีค่าใช้จ่ายรวมทั้งสิ้น 18,077.35 บาท เป็นต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 2,077.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 11.49 ของงบประมาณทั้งหมด

5.5 การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลองสถานการณ์

จากการจำลองสถานการณ์ทั้ง 4 กรณี ผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์ด้านระยะทาง ระยะเวลา และงบประมาณ มาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการปรับปรุงแบบจำลองเพื่อให้สำนักงานได้เลือกแผนงานตามดุลพินิจความเหมาะสม รายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบผลลัพธ์แบบจำลองในแต่ละกรณี

ตัวชี้วัด	การจำลองกรณี ที่ 1	การจำลอง กรณีที่ 2	การจำลองกรณี ที่ 3	การจำลองกรณี ที่ 4
จำนวนเที่ยววิ่งรวม (เที่ยว)	16	16	8	8
การกระจายงาน (T1 : T2)	16 : 0	8 : 8	8 : 0	4 : 4
ระยะทางรวม (กม.)	1,318.52	1,311.37	850.77	831.32
ระยะทางเฉลี่ยต่อเที่ยววิ่ง (กม.)	82.41	81.96	106.35	103.92
ระยะเวลารวม (ชม.)	55:59	55:46	43:29	43:15
ตัวชี้วัด	การจำลองกรณี ที่ 1	การจำลอง กรณีที่ 2	การจำลองกรณี ที่ 3	การจำลองกรณี ที่ 4
ระยะเวลาเฉลี่ยต่อเที่ยววิ่ง (ชม.)	3:29	3:29	5:26	5:24
ต้นทุนค่าน้ำมัน (บาท)	2,993.05	3,272.80	1,931.00	2,077.00
งบประมาณรวม (บาท)	34,993.05	35,272.80	17,931.25	18,077.35

จากตารางที่ 7 พบว่าการเปลี่ยนแปลงขีดความสามารถการเข้าตรวจและจำนวนเที่ยววิ่ง ส่งผลต่อระยะทาง ระยะเวลา และงบประมาณในแต่ละกรณีอย่างชัดเจน โดยเมื่อเปรียบเทียบสถานการณ์สถิติการปฏิบัติงานกรณีที่ 3 และ 4 กับสถานการณ์ข้อกำหนดโครงการกรณีที่ 1 และ 2 พบว่าสถิติการปฏิบัติงานจริงส่งผลให้จำนวนเที่ยววิ่ง ระยะทางรวม และงบประมาณลดลงอย่างมาก ระยะทางและระยะเวลาเฉลี่ยต่อเที่ยววิ่งสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สำหรับการเปรียบเทียบระหว่างกรณีการใช้งานพาหนะ 1 คัน และ 2 คัน ในสถานการณ์เดียวกัน พบว่าการเพิ่มจำนวนยานพาหนะช่วยให้

การกระจายภาระงานได้สมดุลขึ้น โดยที่ระยะทางรวมและต้นทุนค่าน้ำมันเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ระยะเวลาปฏิบัติงานรวมยังคงอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน

6. สรุปผลและการอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ในการวางแผนจัดเส้นทางเข้าตรวจสอบโรงงานอุตสาหกรรมเป้าหมายจำนวน 79 แห่ง โดยผู้วิจัยได้จำลองสถานการณ์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเส้นทางรวมทั้งสิ้น 4 กรณีศึกษา เพื่อจัดทำและนำเสนอตัวเลือกในการออกตรวจโรงงานที่มีความเสี่ยงต่อการก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ ซึ่งครอบคลุมทั้งการระบุรายละเอียดทรัพยากรยานพาหนะ บุคลากร และงบประมาณที่ใช้ในแต่ละเส้นทาง รวมถึงการวิเคราะห์จุดเด่นและจุดด้อยของกรณีศึกษานั้น ๆ ซึ่งสอดคล้องตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1, 2 และ 3 โดยมีรายละเอียดสรุปผลของแต่ละกรณีศึกษา ดังนี้

กรณีที่ 1 ภายใต้ข้อกำหนดโครงการและใช้ยานพาหนะ 1 คัน มีจำนวนเที่ยววิ่งรวม 16 เที่ยว ระยะทางรวม 1,318.52 กิโลเมตร หรือเฉลี่ย 82.41 กิโลเมตรต่อเที่ยว ใช้ระยะเวลารวม 55:59 ชั่วโมง และมีงบประมาณรวม 34,993.05 บาท จุดเด่นของกรณีนี้คือใช้ทรัพยากรบุคลากรเพียง 1 ชุด และมีระยะเวลาปฏิบัติงานเฉลี่ยต่อเที่ยวเพียง 3:29 ชั่วโมง ซึ่งช่วยลดความเหนื่อยล้าต่อการปฏิบัติงานได้ดี แต่มีข้อจำกัดคือยานพาหนะคันเดียวต้องรับภาระงานทั้งหมด ทำให้ระยะทางรวมและระยะเวลาดำเนินโครงการสูงที่สุด

กรณีที่ 2 ภายใต้ข้อกำหนดโครงการและใช้ยานพาหนะ 2 คัน มีจำนวนเที่ยววิ่งรวม 16 เที่ยว ระยะทางรวม 1,311.37 กิโลเมตร หรือเฉลี่ย 81.96 กิโลเมตรต่อเที่ยว ใช้ระยะเวลารวม 55:46 ชั่วโมง และมีงบประมาณรวม 35,272.80 บาท ซึ่งเป็นงบประมาณสูงที่สุด แม้ว่ากรณีนี้จะช่วยกระจายภาระงานได้สมดุลมากขึ้น และมีระยะทางเฉลี่ยต่อเที่ยวต่ำที่สุด แต่การเพิ่มทรัพยากรบุคลากรและยานพาหนะทำให้ต้นทุนรวมสูงขึ้น

กรณีที่ 3 อ้างอิงตามสถิติการปฏิบัติงานจริงและใช้ยานพาหนะ 1 คัน มีจำนวนเที่ยววิ่งรวม 8 เที่ยว ระยะทางรวม 850.77 กิโลเมตร หรือเฉลี่ย 106.35 กิโลเมตรต่อเที่ยว ใช้ระยะเวลารวม 43:29 ชั่วโมง และมีงบประมาณรวม 17,931.25 บาท ซึ่งเป็นกรณีที่มีความคุ้มค่าด้านงบประมาณมากที่สุด สามารถลดจำนวนเที่ยววิ่งลงได้อย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับกรณีตามข้อกำหนดโครงการ อย่างไรก็ตามภาระงานต่อเที่ยวค่อนข้างสูง และใช้เวลาปฏิบัติงานเฉลี่ยต่อเที่ยว 5:26 ชั่วโมง ซึ่งอาจส่งผลต่อความเหนื่อยล้าของบุคลากร

กรณีที่ 4 อ้างอิงตามสถิติการปฏิบัติงานจริงและใช้ยานพาหนะ 2 คัน มีจำนวนเที่ยววิ่งรวม 8 เที่ยว ระยะทางรวม 831.32 กิโลเมตร หรือเฉลี่ย 103.92 กิโลเมตรต่อเที่ยว ใช้ระยะเวลารวม 43:15 ชั่วโมง และมีงบประมาณรวม 18,077.35 บาท กรณีนี้ให้ผลลัพธ์ด้านระยะทางรวมและระยะเวลารวม

ต่ำที่สุด และสามารถกระจายภาระงานระหว่างบุคลากรได้ดีขึ้น แต่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับกรณีที่ 3 พบว่าผลต่างด้านประสิทธิภาพโดยรวมมีไม่มาก ขณะที่ต้นทุนรวมสูงกว่าเล็กน้อย

โดยสรุป กลุ่มกรณีที่อ้างอิงตามสถิติการปฏิบัติงานจริง (กรณีที่ 3 และ 4) ให้ผลลัพธ์ดีกว่ากลุ่มกรณีตามข้อกำหนดโครงการ (กรณีที่ 1 และ 2) อย่างชัดเจนในด้านจำนวนเที่ยววิ่ง ระยะทางรวม ระยะเวลารวม และงบประมาณรวม ทั้งนี้ กรณีที่ 3 เหมาะสมที่สุดในด้านความคุ้มค่าของงบประมาณ ส่วน กรณีที่ 4 เหมาะสมที่สุดในด้านการลดระยะทางรวม ระยะเวลารวม และการกระจายภาระงาน

6.5 การอภิปรายผลลัพธ์เพื่อการตัดสินใจเลือกแผนงานจากการจำลอง

ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่าโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver สามารถใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนเส้นทางออกตรวจโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากช่วยให้หน่วยงานสามารถเปรียบเทียบทางเลือกเชิงปฏิบัติการได้อย่างเป็นระบบ ทั้งในมิติของจำนวนเที่ยววิ่ง ระยะทางรวม ระยะเวลารวม งบประมาณ และการใช้ทรัพยากรบุคลากรและยานพาหนะ

เมื่อพิจารณาผลการจำลอง พบว่าการกำหนดจำนวนโรงงานที่ตรวจต่อรอบการเดินทางมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของแผนงาน กล่าวคือ แผนงานตามสถิติการปฏิบัติงานจริงที่กำหนดไว้ 10 แห่งต่อรอบการเดินทาง สามารถลดจำนวนเที่ยววิ่งจาก 16 เที่ยว เหลือ 8 เที่ยว หรือลดลงร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับแผนงานตามข้อกำหนดโครงการที่กำหนดไว้ 5 แห่งต่อรอบ นอกจากนี้ยังช่วยลดระยะทางรวมจากมากกว่า 1,300 กิโลเมตร เหลือประมาณ 831.32–850.77 กิโลเมตร และลดระยะเวลารวมจากประมาณ 55 ชั่วโมง เหลือประมาณ 43 ชั่วโมง ซึ่งแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าโปรแกรมสามารถช่วยออกแบบเส้นทางที่ทำให้การใช้ทรัพยากรมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในด้านงบประมาณ ผลการศึกษพบว่าแผนงานตามสถิติการปฏิบัติงานจริงช่วยลดงบประมาณรวมจากประมาณ 34,993.05–35,272.80 บาท เหลือเพียง 17,931.25–18,077.35 บาท หรือลดลงมากกว่าร้อยละ 48 เมื่อเทียบกับแผนงานตามข้อกำหนดโครงการ ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมไม่ได้ช่วยเพียงจัดเส้นทางให้สั้นลงเท่านั้น แต่ยังช่วยให้หน่วยงานมองเห็นผลกระทบด้านต้นทุนจากการเลือกใช้จำนวนยานพาหนะและรูปแบบการจัดงานที่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจน

อย่างไรก็ตาม แม้กรณีที่ 3 จะให้ผลดีที่สุดด้านงบประมาณ แต่การใช้ยานพาหนะเพียง 1 คันทำให้ภาระงานต่อเที่ยวสูงขึ้น ทั้งในด้านระยะทางเฉลี่ยและระยะเวลาปฏิบัติงานเฉลี่ยต่อเที่ยว ซึ่งอาจส่งผลต่อความเหนื่อยล้าสะสมของบุคลากรได้ ขณะที่กรณีที่ 4 แม้จะมีต้นทุนสูงกว่ากรณีที่ 3 เล็กน้อย แต่ช่วยลดระยะทางรวมและระยะเวลารวมลงได้อีก และเอื้อต่อการกระจายภาระงานที่สมดุลมากขึ้น จึงเหมาะกับสถานการณ์ที่หน่วยงานให้ความสำคัญกับความต่อเนื่องในการปฏิบัติงาน และการบริหารความเสี่ยงด้านทรัพยากร

ในอีกด้านหนึ่ง กรณีที่ 1 และ 2 แม้จะมีต้นทุนรวมและจำนวนเที่ยววิ่งสูงกว่า แต่มีข้อได้เปรียบคือระยะเวลาปฏิบัติงานเฉลี่ยต่อเที่ยวสั้นกว่าอย่างชัดเจน จึงเหมาะในกรณีที่หน่วยงานต้องการลดความเหนื่อยล้าของบุคลากรต่อการปฏิบัติงานหนึ่งครั้ง หรือต้องการจัดสรรเวลาให้สามารถกลับมาดำเนินงานด้านเอกสารหรือภารกิจอื่นภายในวันเดียวกันได้

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงชี้ให้เห็นว่า การใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ไม่ได้ให้คำตอบเพียงแผนงานที่ “ดีที่สุด” เพียงรูปแบบเดียว แต่ช่วยให้หน่วยงานสามารถเลือกแผนงานที่เหมาะสมกับข้อจำกัดและเป้าหมายการบริหารจัดการของตนเองได้อย่างชัดเจน กล่าวคือ หากมุ่งเน้นความคุ้มค่าด้านงบประมาณ กรณีที่ 3 เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด แต่หากมุ่งเน้น การลดระยะทางรวม ลดระยะเวลารวม และกระจายภาระงาน กรณีที่ 4 จะเหมาะสมกว่า ขณะที่กรณีที่ 1 และ 2 เหมาะสำหรับสถานการณ์ที่ให้ความสำคัญกับการลดภาระงานต่อเที่ยวและการควบคุมคุณภาพการตรวจในแต่ละรอบการปฏิบัติงาน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงาน INT กรณีศึกษา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำแนะนำในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงขอขอบคุณสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมการจัดการและโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามสำหรับการสนับสนุนบทความนี้

8. เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ ม้าลำพอง, และกนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์. (2566). การประยุกต์ใช้วิธีหาค่าที่เหมาะสมแบบวาฬสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะหลายประเภทภายใต้เงื่อนไขด้านกรอบเวลาแบบยืดหยุ่น. *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน*, 11(1), 32–43.

นริสรา นาคะเมฆ, เนตรนภา จุ้ยคลัง, วิลาวัลย์ สอนสิงห์, รัตนาศิริ ท้วมยัง, ธัชชัย เทพกรณ์, ณัฐพร ตั้งเจริญชัย. (2568). การจัดเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสมสำหรับการเข้ารับและจัดส่งพัสดุด้วย VRP SPREADSHEET SOLVER กรณีศึกษาบริษัท BTF. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 7(3), 407–422.

นริสรา นาคะเมฆ, รัตนาศิริ ท้วมยัง, พัฒนวิวัฒน์ จันทะคุณ, วรเทพ ธวัชรสุวรรณ, ธัชชัย เทพกรณ์. (2568). การจัดเส้นทางที่เหมาะสมในการจัดส่งพัสดุด้วยโปรแกรม VRP SPREADSHEET SOLVER ของบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 7(1), 31–50.

- เนตรนภา จุ้ยคลัง, พัชรกร ทองทับ, วิลาวัลย์ สอนสิง. (2568). การจัดเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการเข้ารับพัสดุจากบ้านลูกค้าและสาขาแฟรนไชส์ไปยังศูนย์รวบรวมสินค้าด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver: กรณีศึกษาบริษัท XYZ พิชญ์โลก. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**, 7(1), 101-117.
- ปารณท์ กัญวิมล, และสราวุธ จันทร์สุวรรณ. (2564). การศึกษาเพื่อจัดเส้นทางเดินรถขนส่งรูปแบบมัลติรันและการจัดการกำหนดการรับสินค้า กรณีศึกษา การส่งชิ้นส่วนโรงงานประกอบรถยนต์แบบทันเวลาพอดี ABC. **TJOR**, 9(2), 1-11.
- ภาสวุฒิ เลิศมัธยกุล.(2564).การเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนสำหรับการจัดส่งสินค้าด้วยวิธีเมตาฮิวริสติก. (ปริญญาานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- รวีโรจน์ ป้องทรัพย์. (2564). **การจัดเส้นทางขนส่งชิ้นส่วนรถยนต์กรณีศึกษาบริษัทขนส่งชิ้นส่วนรถยนต์**. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- ศิริชัย ยศวังใจ. (2564). การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่งที่มีกรอบเวลาโดยการใช้การค้นหาเฉพาะที่แบบปรับเปลี่ยนเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดด้วยอาณานิคมผึ้งเทียม. **UBU Engineering Journal**, 14(4), 161-171.
- อนุชา ศรีบุญรัมย์, ไทยทัศน์ สุดสวนสี, วราภรณ์ วโรรส, อามิณห์ หล้าวงศ์. (2565). ฮิวริสติกแบบสองเฟสสำหรับการจัดเส้นทางรถขนส่ง : กรณีศึกษาร้านขายส่งขนมแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์. **วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน**, 10(1), 16-28.
- Du Plessis, A. (2022). Persistent degradation: Global water quality challenges and required actions. **One Earth**, 5(2), 129-131.
- Erdogan, G. (2017). An open source spreadsheet solver for vehicle routing problems. **Computers & Operations Research**, 84, 62-72.
- Liu, X., Chen, Y.-L., Por, L. Y., & Ku, C. S. (2023). A systematic literature review of vehicle routing problems with time windows. **Sustainability**, 15(15), 12004. Doi: <https://doi.org/10.3390/su151512004>
- Oladimeji, T.E., Oyedemi, M., Emeteri, M.E., Agboola, O., Adeoye, J.B., & Odunlami, O.A. (2024). Review on the impact of heavy metals from industrial wastewater effluent and removal technologies. **Heliyon**, 10 (23) , Article e40370 . Doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40370>

การยกระดับการบริหารจัดการสำนักงานสีเขียวเชิงบูรณาการตามโมเดล

เศรษฐกิจ BCG และระบบจัดการขยะตามเกณฑ์มาตรฐาน:

กรณีศึกษา อาคาร 5 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

INTEGRATED GREEN OFFICE MANAGEMENT ELEVATION BASED ON
THE BCG ECONOMY MODEL AND STANDARDIZED WASTE
MANAGEMENT SYSTEMS: A CASE STUDY OF BUILDING 5,
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY,
PIBULSONGKRAM RAJABHAT UNIVERSITY

จิรพงศ์ บุญกว้าง, ชัยณรงค์ ภูเงินงาม, ธนภัทร เจริญศรี, ยศพรรณ เจริญสุข, ราเชนทร์ คำพันธ์,
ณัฐวัตร ศิริ, เอื้อบุญ ที่พึ่ง, ญาดา ไกรกิจราษฎร์, สรวิศ สอนสารี*

Chiraphong Bunkwang, Chainarong Phoongoenngam, Thanaphat Jaroensri,
Yotsaphan Charoensuk, Rachen Kamphan, Nattawat Siri,
Ueaboon Teephung, Yada Kraikitrat, Sorawit Sonsaree *

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: sorawitsonsaree@psru.ac.th

วันที่เข้ารับ 26 มีนาคม 2569

วันที่แก้ไขบทความ 27 เมษายน 2569

วันที่ตอบรับบทความ 28 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการยกระดับการบริหารจัดการสำนักงานสีเขียวเชิงบูรณาการ กรณีศึกษา อาคาร 5 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยการประยุกต์ใช้กรอบแนวคิดโมเดลเศรษฐกิจ BCG ร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานสำนักงานสีเขียว 6 หมวดหลัก กระบวนการดำเนินงานมุ่งเน้นการวางระบบการจัดการทรัพยากรภายในอาคารอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เริ่มจากการกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อมที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์องค์กร การปรับปรุงกระบวนการบริหารจัดการพลังงานในระบบปรับอากาศและแสงสว่าง ตลอดจนการพัฒนากระบวนการจัดการขยะให้เป็นไปตามมาตรฐานเพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียนภายในสถานศึกษา ผลการศึกษาพบว่า การบูรณาการกลไกการบริหารจัดการเข้ากับหลักการทางวิศวกรรมช่วยให้โครงสร้างการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมมีความเป็นระบบและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการวางระบบจัดการขยะตามเกณฑ์มาตรฐานสามารถแก้ไขปัญหาการคัดแยกขยะไม่ถูกประเภทได้อย่างเป็นรูปธรรม ส่งเสริม

ให้เกิดระเบียบวินัยในการจัดการของเสียและสร้างจิตสำนึกรักษ์สิ่งแวดล้อมให้แก่บุคลากรและนักศึกษา ขณะที่การบริหารจัดการด้านพลังงานช่วยลดความสูญเปล่าในการใช้ทรัพยากรภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้อาคารกรณีศึกษาสามารถยกระดับสู่การเป็นต้นแบบการจัดการอาคารยั่งยืนที่สอดคล้องกับนโยบายเศรษฐกิจสีเขียว สำหรับข้อเสนอแนะจากการวิจัยควรมีการจัดทำคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงาน (SOP) เพื่อถ่ายทอดรูปแบบการบริหารจัดการนี้ไปสู่หน่วยงานอื่นภายในมหาวิทยาลัย พร้อมทั้งควรสนับสนุนให้มีการใช้ระบบสารสนเทศในการติดตามประเมินผลการใช้พลังงานและทรัพยากรแบบเรียลไทม์ เพื่อให้เกิดการบริหารจัดการสำนักงานสีเขียวที่ยั่งยืนและสามารถตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ได้อย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: การบริหารจัดการสำนักงานสีเขียว, โมเดลเศรษฐกิจ BCG, ระบบจัดการขยะ, การจัดการพลังงาน, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Abstract

This research aims to present a framework for elevating integrated Green Office management, taking Building 5, Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, as a case study. The study integrates the BCG Economy Model with the six primary categories of Green Office standards. The operational process focuses on establishing a systematic resource management sequence within the building, beginning with formulating environmental policies aligned with organizational strategy, improving energy management processes for air conditioning and lighting systems, and developing waste management systems that comply with standards to promote a circular economy within the institution. The results indicate that integrating management mechanisms with engineering principles makes environmental operational structures more systematic and efficient. Implementing a standardized waste management system effectively addresses improper waste sorting, fosters waste management discipline, and raises environmental awareness among staff and students. Meanwhile, energy management strategies successfully reduce resource waste within the building, enabling the case study to serve as a sustainable building management model aligned with green economy policies. Research recommendations suggest developing Standard Operating Procedures (SOPs) to transfer this management model to other university departments. Furthermore, implementing information systems for

real-time monitoring of energy and resource consumption is encouraged to ensure sustainable Green Office management and continuous performance verification.

Keywords: Green office management, BCG economy model, Waste management system, Energy management, Pibulsongkram Rajabhat University

1. บทนำ

วิกฤตการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) และการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ เป็นประเด็นเร่งด่วนที่นานาชาติต่างให้ความสำคัญและนำไปสู่การกำหนดเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development goals: SDGs) โดยองค์การสหประชาชาติ เพื่อบ่งเน้นการใช้พลังงานที่สะอาดและการบริโภคที่รับผิดชอบต่อระบบนิเวศ (นงนภัส และคณะ, 2566) สำหรับประเทศไทย รัฐบาลได้ประกาศใช้โมเดลเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green economy: BCG model) เป็นวาระแห่งชาติ เพื่อขับเคลื่อนประเทศไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันอย่างยั่งยืน (Edyvean *et al.*, 2023) สถาบันอุดมศึกษาในฐานะหน่วยงานหลักในการสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรม จึงต้องปรับบทบาทสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green university) โดยใช้ยุทธศาสตร์ "Green and Smart Campus" เพื่อเป็นต้นแบบด้านการบริหารจัดการองค์กรที่ชาญฉลาดควบคู่ไปกับการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม (พิสิทธิ์ และชูพงษ์, 2559) หัวใจสำคัญของการดำเนินงานมหาวิทยาลัยสีเขียว คือ การยกระดับอาคารสำนักงานและอาคารเรียนสู่มาตรฐาน “สำนักงานสีเขียว (Green office)” ซึ่งมุ่งเน้นการลดการใช้ทรัพยากรและพลังงานในกระบวนการทำงาน การจัดการของเสียที่มีประสิทธิภาพ และที่สำคัญที่สุดคือการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมบุคลากรให้มีความตระหนักรู้ต่อสิ่งแวดล้อม (Sayam *et al.*, 2021) อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จในการก้าวสู่ระดับมาตรฐานสำนักงานสีเขียวนี้มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับระดับการรับรู้และการมีส่วนร่วมของบุคลากรภายในองค์กร ซึ่งจากการศึกษาในกลุ่มมหาวิทยาลัยราชภัฏพบว่า ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับนโยบายและขั้นตอนการปฏิบัติงานจะส่งผลเชิงบวกต่อความสำเร็จของการดำเนินงานในระยะยาว (อภิญา และคณะ, 2566) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวางแผนงานต้องสอดคล้องกับงบประมาณและบริบทเฉพาะของแต่ละหน่วยงาน เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องและยั่งยืน (พิกุล และสมชัย, 2566) ในมิติเชิงเศรษฐศาสตร์และการบริหารจัดการ ความท้าทายหลักของการปรับปรุงอาคารเดิมให้เป็นอาคารเขียวคือ “ต้นทุนส่วนเพิ่ม (Incremental cost)” ซึ่งมักถูกมองว่าเป็นอุปสรรคสำคัญ ผลการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าอาคารเขียวอาจมีต้นทุนการก่อสร้างหรือปรับปรุงสูงกว่าอาคารทั่วไปประมาณร้อยละ 15-20 (นงนภัส และคณะ, 2566) แต่เมื่อพิจารณาในแง่ของมูลค่าตลอดช่วงอายุการใช้งาน พบว่ามาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีประสิทธิภาพสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้มากถึงร้อยละ 33.72

และมีระยะเวลาคืนทุน (Payback period) เฉลี่ยเพียง 4.11 ปี ซึ่งถือเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าทั้งในเชิงวิศวกรรมและสิ่งแวดล้อม (พิชานันต์ และคณะ, 2568) นอกจากนี้ การนำทฤษฎีการจัดการเชิงอุตสาหกรรมอย่างหลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) มาประยุกต์ใช้ในงานสำนักงานสีเขียว จะช่วยลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนและลดต้นทุนที่ไม่จำเป็น ทำให้กระบวนการรายงานผลและติดตามตัวชี้วัดมีความคล่องตัวและยั่งยืน (ไพสน และวรารพร, 2567) เมื่อพิจารณาในเชิงเทคนิควิศวกรรม การยกระดับอาคารสู่มาตรฐานระดับสากล เช่น LEED (Leadership in energy and environmental design) หรือ WELL Building Standard จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะของอาคารอย่างเป็นระบบ ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV) การเลือกใช้ระบบปรับอากาศประสิทธิภาพสูง และการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้ในอาคาร (ศุภชัย และโจเซฟ, 2567) การวัดผลประสิทธิภาพการใช้พลังงานจึงจำเป็นต้องมีดัชนีชี้วัดที่ชัดเจน เช่น ดัชนีการใช้พลังงาน (Energy utilization index: EUI) ซึ่งช่วยเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าจริงกับค่ามาตรฐาน ทำให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจเชิงนโยบายได้อย่างแม่นยำ (ธนาภรณ์, 2565) นอกจากนี้ การใช้ซอฟต์แวร์จำลองพลังงาน (Energy simulation) อย่าง eQUEST หรือโปรแกรม BEC Web-based ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการคาดการณ์ผลสัมฤทธิ์ของมาตรการต่างๆ (วิศรุต, 2566) เพื่อให้บรรลุเป้าหมายสูงสุดทั้งในด้านประสิทธิภาพพลังงานและสุขภาวะที่ดีของผู้ใช้อาคาร (รัตติกาล, 2568)

อาคาร 5 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นกรณีศึกษาที่มีความซับซ้อนเนื่องจากเป็นพื้นที่ใช้งานผสมผสานระหว่างสำนักงานและห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมจากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นพบปัญหาสำคัญด้านระบบส่องสว่างที่ความเข้มแสงในบางพื้นที่ไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงานตามมาตรฐาน และปัญหาการจัดการขยะมูลฝอยภายในอาคารยังขาดระบบการคัดแยกที่ชัดเจน ณ ต้นทาง ซึ่งขัดกับหลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) ที่มุ่งหวังการหมุนเวียนทรัพยากรและลดขยะสู่บ่อฝังกลบให้เป็นศูนย์ (Edyvean *et al.*, 2023) จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการยกระดับการบริหารจัดการสำนักงานสีเขียวของอาคาร 5 โดยบูรณาการองค์ความรู้ทางวิศวกรรมร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานสำนักงานสีเขียวทั้ง 6 หมวด งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพผ่าน "ชุดถังขยะคัดแยกขยะอัตโนมัติ" เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดการของเสียเชิงรุก ร่วมกับการเสนอแนวทางอนุรักษ์พลังงานจากการวิเคราะห์ค่าความเข้มแสง (Lux) และการเพิ่มสมรรถนะระบบปรับอากาศ ผลการดำเนินงานไม่เพียงแต่ส่งผลให้อาคาร 5 บรรลุเกณฑ์มาตรฐานสำนักงานสีเขียว แต่ยังเป็นต้นแบบในการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจ BCG ภายในสถาบันการศึกษา เป็นแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนในการยกระดับอาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามสู่ความเป็นเลิศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นรูปธรรม

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาระบบบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร 5 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ให้สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานสำนักงานสีเขียว (Green office)

2.2 เพื่อสร้างต้นแบบสำนักงานที่ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเน้นการมีส่วนร่วม และการจัดการของเสียภายในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วยหลักการสำคัญดังต่อไปนี้

3.1 แนวคิดการพัฒนายั่งยืน (Sustainable development)

แนวคิดการพัฒนายั่งยืน หมายถึง การพัฒนาที่ตอบสนองความต้องการของคนรุ่นปัจจุบันโดยไม่ทำลายศักยภาพของคนรุ่นหลังในการตอบสนองความต้องการของตนเองในอนาคต โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างสมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจ ความเป็นธรรมทางสังคม และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (Jeffrey, 2015) แนวคิดนี้ได้รับการผลักดันอย่างเป็นระบบผ่านกรอบเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ (Sustainable development goals: SDGs) ซึ่งประกอบด้วย 17 เป้าหมายหลัก และ 169 เป้าประสงค์ ครอบคลุมประเด็นสำคัญ เช่น การขจัดความยากจน การใช้พลังงานสะอาด การบริโภคอย่างรับผิดชอบ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Weiland *et al.*, 2021) โดยเฉพาะ SDG เป้าหมายที่ 7 (พลังงานสะอาด) เป้าหมายที่ 11 (เมืองและชุมชนยั่งยืน) เป้าหมายที่ 12 (การผลิตและการบริโภคที่ยั่งยืน) และเป้าหมายที่ 13 (การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ) มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำเนินงานสำนักงานสีเขียว ซึ่งมุ่งเน้นการลดการใช้พลังงาน ลดของเสีย และสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ในบริบทของการจัดการอาคารสำนักงาน แนวคิดการพัฒนายั่งยืนสามารถนำมาใช้ในการออกแบบระบบการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การเลือกวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการส่งเสริมพฤติกรรมสีเขียวของบุคลากร ซึ่งจะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมได้

3.2 หลักเศรษฐกิจพอเพียง

หลักเศรษฐกิจพอเพียงมีเป้าหมายเพื่อสร้างความสมดุลในการดำรงชีวิตและการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน ประชานี้ตั้งอยู่บนหลักสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ (1) ความพอประมาณ (2) ความมีเหตุผล และ (3) การมีภูมิคุ้มกันในตัว ซึ่งต้องดำเนินการควบคู่กับเงื่อนไข 2 ประการ คือ ความรู้ และคุณธรรม เพื่อให้การตัดสินใจและการดำเนินงานในทุกระดับมีความรอบคอบและรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ในบริบทของการจัดการองค์กร หลักเศรษฐกิจพอเพียงสามารถนำมาใช้เป็น

แนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการใช้พลังงานอย่างพอประมาณ การลดของเสีย การเลือกใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการส่งเสริมพฤติกรรมสีเขียวของบุคลากร โดยเฉพาะในโครงการสำนักงานสีเขียว อาคาร 5 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประจำปี สามารถเป็นกรอบในการออกแบบกิจกรรมที่ไม่เน้นความฟุ่มเฟือย แต่ให้ความสำคัญกับการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและมีเป้าหมายเพื่อสร้างภูมิคุ้มกันต่อความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจในระยะยาว นอกจากนี้ หลักเศรษฐกิจพอเพียงยังมีความสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาแบบองค์รวม ที่มุ่งเน้นการพัฒนาทุนมนุษย์ ทุนทางสังคม และทุนทางสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล โดยสามารถประยุกต์ใช้ในระดับบุคคล ครอบครัว ชุมชน และองค์กร เพื่อสร้างวัฒนธรรมการดำเนินงานที่มีความรับผิดชอบและยั่งยืน (Wibulswasdi *et al.*, 2011)

3.3 แนวทางและกรอบการประเมินสำนักงานสีเขียว

เกณฑ์สำนักงานสีเขียว (Green Office) ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

แนวคิดสำนักงานสีเขียว เป็นแนวทางการบริหารจัดการภายในองค์กรที่มุ่งเน้นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมผ่านการดำเนินงานที่เป็นมิตรกับธรรมชาติ โดยกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินสำนักงานสีเขียวขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมและตรวจสอบการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมในหน่วยงานภาครัฐและเอกชนอย่างเป็นระบบ (พิกุล และสมชัย, 2566) เกณฑ์การประเมินสำนักงานสีเขียวแบ่งออกเป็น 6 หมวดหลัก ประกอบด้วย 23 ประเด็น และ 63 ตัวชี้วัด โดยแต่ละตัวชี้วัดมีคะแนนเต็ม 4 คะแนน รวมคะแนนเต็มทั้งสิ้น 252 คะแนน ทั้งนี้ การประเมินจะพิจารณาจากการดำเนินงานจริง เอกสารประกอบ และหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยมีรายละเอียดของแต่ละหมวดดังนี้

- (1) นโยบายและการวางแผน (25%) พิจารณาการกำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม การวางแผนการดำเนินงาน การจัดทำแผนปฏิบัติการ และการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง
- (2) การสื่อสารและการสร้างจิตสำนึก (15%) ประเมินการประชาสัมพันธ์ภายใน การจัดกิจกรรมอบรม การส่งเสริมการมีส่วนร่วม และการสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่สนับสนุนพฤติกรรมสีเขียว
- (3) การใช้ทรัพยากรและพลังงาน (15%) พิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ กระดาษ และวัสดุสิ้นเปลืองอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการควบคุมและลดการใช้ทรัพยากร
- (4) การจัดการของเสีย (15%) ประเมินการคัดแยกขยะ การลดปริมาณของเสีย การนำกลับมาใช้ใหม่ และการกำจัดของเสียอย่างถูกต้องตามหลักสิ่งแวดล้อม
- (5) สภาพแวดล้อมและความปลอดภัย (15%) พิจารณาความสะอาด ความปลอดภัย การจัดพื้นที่ทำงานที่เหมาะสม และการควบคุมมลพิษภายในสำนักงาน

(6) การจัดซื้อจัดจ้าง (15%) ประเมินการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม รวมถึงการกำหนดนโยบายจัดซื้อที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การดำเนินงานตามเกณฑ์สำนักงานสีเขียวมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมให้หน่วยงานมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการทำงานในสำนักงานให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยเฉพาะในด้านการใช้พลังงานสะอาด การบริโภคอย่างรับผิดชอบ และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การประเมินผลจะนำไปสู่การรับรองระดับสำนักงานสีเขียว ได้แก่ ระดับพื้นฐาน ดี ดีมาก และดีเยี่ยม (Aroonsrimorakot et al., 2021; Aroonsrimorakot and Sarapirom, 2020)

แนวทางการรับรองจาก WWF Green Office Certification

โครงการสำนักงานสีเขียวของ WWF เป็นระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ออกแบบมาเพื่อช่วยให้องค์กรสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการดำเนินงานในสำนักงานได้อย่างเป็นระบบ และยั่งยืน โดยมีเป้าหมายหลักในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดการใช้ทรัพยากร และส่งเสริมพฤติกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันของบุคลากร โดยมีหลักการสำคัญประกอบไปด้วย

(1) การประเมินสถานะปัจจุบันของสำนักงาน เริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์การใช้พลังงาน น้ำ วัสดุ และการจัดการของเสีย เพื่อระบุจุดที่สามารถปรับปรุงได้ โดยใช้แบบประเมินตนเองและการตรวจสอบภายในเป็นเครื่องมือหลัก

(2) การกำหนดเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม องค์กรต้องกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนและสามารถวัดผลได้ เช่น การลดการใช้พลังงานลง 10% ภายใน 1 ปี หรือการเพิ่มอัตราการคัดแยกขยะให้ได้ 80% โดยเป้าหมายเหล่านี้ต้องสอดคล้องกับบริบทขององค์กรและความสามารถในการดำเนินงาน

(3) การดำเนินมาตรการปรับปรุง ประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคลากร การปรับปรุงระบบจัดซื้อจัดจ้าง การใช้เทคโนโลยีที่ประหยัดพลังงาน และการจัดกิจกรรมส่งเสริมจิตสำนึก เช่น การรณรงค์ลดการใช้กระดาษ การจัดกิจกรรม “วันปลอดพลาสติก” หรือการติดตั้งระบบควบคุมแสงอัตโนมัติ

(4) การติดตามและรายงานผล WWF กำหนดให้มีการรายงานผลการดำเนินงานประจำปี พร้อมการตรวจประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้มั่นใจว่าสำนักงานยังคงดำเนินงานตามมาตรฐาน โดยมีการใช้ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ปริมาณการใช้พลังงานต่อพื้นที่ ปริมาณขยะที่นำกลับมาใช้ใหม่ และการลดการปล่อย CO₂

(5) การสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่ยั่งยืน เน้นการมีส่วนร่วมของบุคลากรทุกระดับ โดยใช้การสื่อสารภายใน การอบรม และการสร้างแรงจูงใจเพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง เช่น การตั้งกลุ่ม Green Team ภายในองค์กร การจัดเวทีแลกเปลี่ยนแนวคิด และการบูรณาการแนวคิดสิ่งแวดล้อมในกิจกรรมประจำวัน

4. วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาและเชิงประเมินผล เพื่อศึกษาสภาพการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมภายในสำนักงาน และประเมินผลการดำเนินงานตามเกณฑ์สำนักงานสีเขียวของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม รวมถึงการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแนวทางการจัดการทรัพยากรพลังงาน และของเสียในบริบทของอาคารสำนักงาน โดยเน้นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคลากร การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และการสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยการดำเนินการนั้นจะทำให้ทราบถึงสถานะปัจจุบันของคณะฯ ว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ที่จะดำเนินการจัดทำโครงการอาคารสำนักงานสีเขียว และจะต้องดำเนินการในขั้นเริ่มต้นอย่างไรบ้าง เพื่อให้สามารถพัฒนาสู่อาคารสีเขียวได้ในอนาคต

4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษา

อาคาร 5 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก (แสดงดังภาพที่ 1) เป็นอาคารที่ครอบคลุมพื้นที่ใช้งานของบุคลากรสายวิชาการ สายสนับสนุน และนักศึกษาที่ใช้บริการภายในอาคาร ลักษณะทั่วไปของอาคารกล่าวคือ เป็นอาคาร 3 ชั้น ประกอบด้วย ห้องสำนักงานคณบดี ห้องผู้บริหาร ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ห้องปฏิบัติการเขียนแบบ และห้องประชุม (ขนาดเล็ก กลาง และใหญ่) โดยมีพื้นที่ใช้สอยรวม 6,960 m²



ภาพที่ 1 อาคาร 5 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน (PDCA)

ขั้นตอนที่ 1 - การวางแผนและการเตรียมการ (Planning - P) เป็นการเตรียมโครงสร้างพื้นฐานและนโยบายก่อนเริ่มดำเนินการ

- (1) ประสานงานหน่วยงานภายนอกเพื่อจัดฝึกอบรมให้ความรู้บุคลากรก่อนเริ่มดำเนินการจัดทำโครงการ โดยในส่วนนี้จะทำให้ทราบถึงเอกสารสำคัญต่างๆ ที่จะต้องดำเนินการจัดทำ
- (2) การจัดตั้งองค์กร ทำหนังสือแต่งตั้งคณะกรรมการทำงานด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อกำหนดบทบาทหน้าที่
- (3) การกำหนดทิศทาง ร่างหนังสือนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์พลังงาน และกำหนดตารางแผนการฝึกอบรมประจำปี
- (4) การศึกษาเกณฑ์มาตรฐาน ศึกษาเกณฑ์การรับรองระดับประเทศและรายการสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 2 - การสำรวจและเก็บข้อมูลพื้นฐาน (Data collection & Baseline - D1) เป็นการเก็บข้อมูล "ก่อน" การปรับปรุงเพื่อใช้เปรียบเทียบ

- (1) จากขั้นตอนที่ 1 ทำให้ทราบว่าต้องใช้ข้อมูล หรือ จะต้องมีข้อมูลใดบ้างที่จะต้องดำเนินการเก็บสถิติ เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบ เช่น บันทึกข้อมูลการใช้ไฟฟ้า
- (2) การสำรวจเชิงวิศวกรรม ตรวจวัดค่าความสว่าง (Lux) ในพื้นที่ใช้งานอาคาร 5 และคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกปีฐาน เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบค่าเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 3 - การลงมือปฏิบัติ (Implementation - D2) การปรับปรุงกายภาพและติดตั้งระบบจัดการตามเกณฑ์ Green Office

- (1) การจัดการของเสีย สร้างโรงคัดแยกขยะ และติดตั้งถังดักไขมัน
- (2) ออกแบบและสร้างชิ้นงานชิ้นใส่ถังขยะและตะแกรงคัดแยกขวด/กระดาซลัง
- (3) การสื่อสารและระบบความปลอดภัย ติดตั้งป้ายประชาสัมพันธ์ แผนผังทางหนีไฟ จุตุรวมพล และจัดฝึกอบรมซ้อมอพยพหนีไฟ

ขั้นตอนที่ 4 - การติดตาม ตรวจสอบ และวิเคราะห์ผล (Checking & Analysis - C)

- (1) การบันทึกผลต่อเนื่อง
- (2) การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการยกระดับอาคาร 5

ขั้นตอนที่ 5 - การสรุปผลและแนวทางปรับปรุง (Action & Improvement - A)

- (1) สรุปผลการดำเนินงาน เพื่อเตรียมความพร้อมรับการตรวจประเมิน และ/หรือ วางแผนพัฒนาต่อเนื่องในปีถัดไป

5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษาการจัดการสำนักงานเขียว อาคาร 5 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

5.1 ผลการดำเนินงานด้านการบริหารจัดการและนโยบาย

การวางรากฐานโครงสร้างองค์กรเพื่อขับเคลื่อนสู่การเป็นสำนักงานสีเขียวอย่างยั่งยืน

(1) การจัดตั้งโครงสร้างการบริหารและคณะทำงาน จัดทำ "หนังสือแต่งตั้งคณะกรรมการทำงานด้านสิ่งแวดล้อม" โดยมีการระบุบทบาทหน้าที่ ในการติดตามและประเมินผลโครงการในแต่ละหมวดเกณฑ์อย่างเป็นระบบ

(2) การกำหนดนโยบายและทิศทางองค์กร จัดทำ "หนังสือนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์พลังงาน" ที่เปรียบเสมือน "เข็มทิศ" ของโครงการ ซึ่งนอกจากจะเห็นถึงความตั้งใจของการดำเนินงานแล้วยังระบุเป้าหมายที่วัดผลได้ เช่น การลดใช้พลังงานและการจัดการขยะที่เป็นระบบ

(3) การวางแผนพัฒนาบุคลากรและสร้างการมีส่วนร่วม หัวใจสำคัญของสำนักงานสีเขียว คือ คน จึงจะต้องมีการวางแผนอบรมให้ความรู้เรื่องการคัดแยกขยะ การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและความปลอดภัย ทั้งนี้ก็เพื่อมุ่งหวังเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคลากรจากความเข้าใจสู่การปฏิบัติ

(4) การจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จัดทำ “บัญชีรายชื่อสินค้า (Green product list)” ที่ผ่านการรับรองจากกรมควบคุมมลพิษ เพื่อเปลี่ยนระบบพัสดุแบบเดิมมาสู่การเลือกซื้อสินค้าที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด (อย่างไรก็ตามจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการสื่อสาร/โน้มน้าวให้บุคลากรสายสนับสนุน และผู้บริหารทุกหลักสูตรภายใต้การบริหารงานของคณะฯ เลือกใช้บัญชีดังกล่าว ประกอบกับจะต้องมีการจัดอบรมผู้ขาย/ผู้จ้างให้ในและปฏิบัติตามนโยบายนี้อย่างเคร่งครัด ทั้งนี้นอกจากจะเป็นการสร้างความรู้ความเข้าใจ ยังเป็นการสร้างจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม และความตระหนักรู้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง)

5.2 ผลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมและข้อมูลทรัพยากร

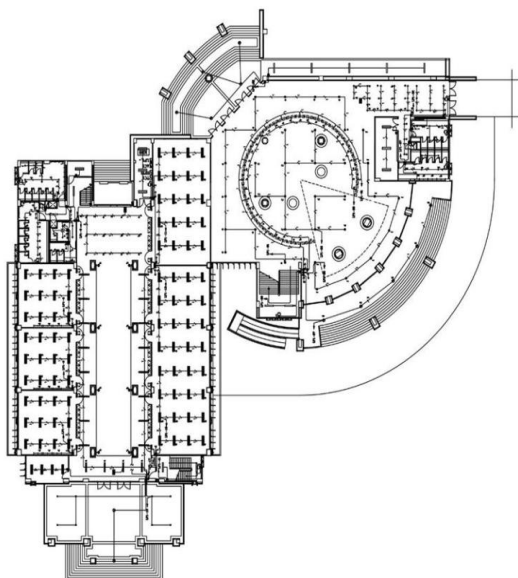
จากการเก็บข้อมูลเชิงวิศวกรรมเพื่อใช้เป็นฐานผลการดำเนินงานมีดังนี้

(1) การวัดค่าความสว่าง (Lux) ของอาคาร 5 แสดงดังภาพที่ 2 โดยการใช้เครื่องวัดแสงดิจิตอล Tondaj/JEDTO LX1010BS (ช่วงการวัด: 0 ถึง 100,000 Lux, ความละเอียด (Resolution): 1 Lux, ความแม่นยำ (Accuracy): 4% rdg + 10 digit (<10,000 Lux), 5% rdg + 10 digit (>10,000 Lux)) การวัดค่าจะวัดตามตำแหน่งที่ตั้งปัจจุบันของโต๊ะทำงาน หรือโต๊ะเรียน เป็นต้น แสดงดังนี้

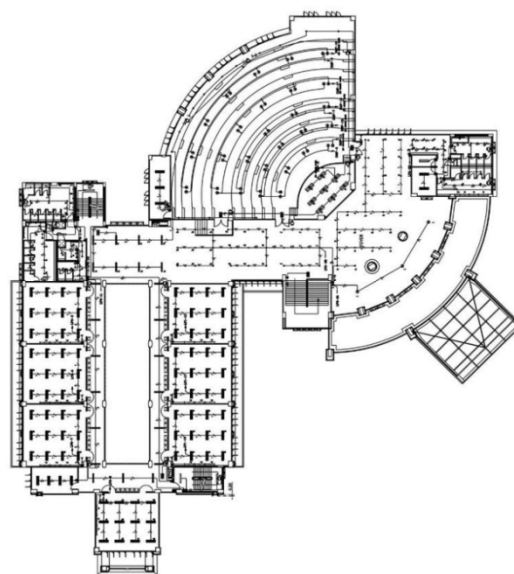
- ผลการตรวจวัดค่าความสว่าง (Lux) ของอาคารที่ทำการศึกษา (ชั้น 1)

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 1 พบว่า มีพื้นที่ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเพียง 7 จุด จากทั้งหมด 17 จุดตรวจวัด หรือคิดเป็นร้อยละ 41.18 โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ที่ไม่ผ่านเกณฑ์คือห้องเรียนและห้องทำงาน เช่น ห้อง 5101-5104 ห้องงานกิจการนักศึกษา และห้องสโมสรนักศึกษา ซึ่งวัดค่าความสว่างได้ในช่วง 126-226 Lux ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานที่กำหนดไว้ในช่วง 300-500 Lux ในขณะที่พื้นที่ส่วนกลางและห้องน้ำส่วนใหญ่มีผลการประเมินอยู่ใน

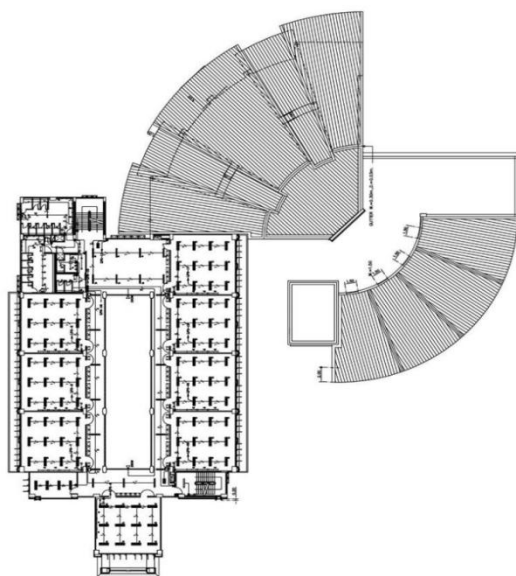
เกณฑ์ผ่านมาตรฐาน โดยเฉพาะบริเวณบันไดชั้นที่ 1 ด้านหลังที่มีค่าความสว่างสูงถึง 1,305 Lux
เนื่องจากได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติ



(ก) ชั้น 1



(ข) ชั้น 2



(ค) ชั้น 3

ภาพที่ 2 ตำแหน่งการติดตั้งหลอดไฟ



ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดค่าความสว่าง (Lux) ของอาคารที่ทำการศึกษ (ชั้น 1)

พื้นที่ตรวจวัด	ผลการตรวจวัด (Lux)		ผลการประเมิน
	ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน	
ห้อง 5101	197	300-400	ไม่ผ่าน
ห้อง 5102	223	400-500	ไม่ผ่าน
ห้อง 5103	126	400-500	ไม่ผ่าน
ห้อง 5104	136	400-500	ไม่ผ่าน
ห้อง 5112	195-221	400-500	ไม่ผ่าน
ห้อง 5113	141-184	300	ไม่ผ่าน
ห้องโถงชั้นที่ 1	282-309	300	ผ่าน
ห้องงานกิจการนักศึกษา	212	400-500	ไม่ผ่าน
ห้องสโมสรนักศึกษา	226	400-500	ไม่ผ่าน
หน้าห้องสโมสรนักศึกษา	253	300	ไม่ผ่าน
ห้องน้ำชายชั้นที่ 1	375	100	ผ่าน
ห้องน้ำหญิงชั้นที่ 1	757	100	ผ่าน
ห้องน้ำชายฝั่งกิจการนักศึกษา	106	100	ผ่าน
ห้องน้ำหญิงฝั่งกิจการนักศึกษา	67	100	ไม่ผ่าน
ห้องโถงหน้างานกิจการนักศึกษา	323-552	300	ผ่าน
บันไดชั้นที่ 1 ด้านหลัง	1305	100	ผ่าน
ด้านหน้าทางเข้าห้องโถงกิจการนักศึกษา	354	100	ผ่าน

- ผลการตรวจวัดค่าความสว่าง (Lux) ของอาคารที่ทำการศึกษ (ชั้น 2)

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า พื้นที่ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 5 จุด จากทั้งหมด 9 จุดตรวจวัด หรือคิดเป็นร้อยละ 55.56 โดยพื้นที่ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคือกลุ่มห้องเรียน และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ห้อง 5203, ห้องคอม 1, ห้อง 5216 และห้อง 5215 ซึ่งวัดค่าความสว่างได้ในช่วง 213-274 Lux ซึ่งยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสำหรับงานสำนักงานสีเขียวที่กำหนดไว้ในช่วง 300-400 Lux ในขณะที่พื้นที่ส่วนกลางและพื้นที่สนับสนุน ได้แก่ โถงหน้าห้องสโลป ห้องสโลป ห้องน้ำชาย-หญิง และบริเวณบันได มีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ผ่านมาตรฐานทั้งหมด โดยเฉพาะในห้องน้ำหญิงชั้น 2 ที่วัดค่าความสว่างได้สูงสุดถึง 864 Lux

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดค่าความสว่าง (Lux) ของอาคารที่ทำการศึกษ (ชั้น 2)

พื้นที่ ตรวจวัด	ผลการตรวจวัด (Lux)		ผลการประเมิน
	ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน	
ห้อง 5203	268	300-400	ไม่ผ่าน
ห้องคอม 1	274	300-400	ไม่ผ่าน
ห้อง 5216	213	300-400	ไม่ผ่าน
ห้อง 5215	242	300-400	ไม่ผ่าน
โถงหน้าห้อง สโลป	242-422	300	ผ่าน
ห้องสโลป	228-440	300-400	ผ่าน
ห้องน้ำชาย ชั้นที่ 2	451	100	ผ่าน
ห้องน้ำหญิง ชั้นที่ 2	864	100	ผ่าน
บันไดชั้นที่ 2-3	306	100	ผ่าน

ตารางที่ 3 ผลการตรวจวัดค่าความสว่าง (Lux) ของอาคารที่ทำการศึกษ (ชั้น 3)

พื้นที่ตรวจวัด	ผลการตรวจวัด (Lux)		ผลการประเมิน
	ค่าที่วัดได้	ค่ามาตรฐาน	
ห้อง 5302	215	300-400	ไม่ผ่าน
ห้อง 5303	318	300-400	ผ่าน
ห้อง 5309	267	300-400	ไม่ผ่าน
ห้อง 5310	230	300-400	ไม่ผ่าน
ห้อง 5311	213	300-400	ไม่ผ่าน
ห้อง 5312	320	300-400	ผ่าน
โถงหน้าห้องน้ำ	242-422	300	ผ่าน
บันได ชั้นที่ 3	261-374	100	ผ่าน
ห้องน้ำชาย ชั้นที่ 3	135	100	ผ่าน
ห้องน้ำหญิง ชั้นที่ 3	728	100	ผ่าน

- ผลการตรวจวัดค่าความสว่าง (Lux) ของอาคารที่ทำการศึกษ (ชั้น 3)

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 3 พบว่า มีพื้นที่ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 6 จุด จากทั้งหมด 10 จุดตรวจวัด หรือคิดเป็นร้อยละ 60 โดยพื้นที่ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานยังคงเป็นกลุ่ม

ห้องปฏิบัติการและห้องเรียน ได้แก่ ห้อง 5302, 5309, 5310 และ 5311 ซึ่งวัดค่าความสว่างได้ในช่วง 213-267 Lux ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานสำหรับงานสำนักงานสีเขียวที่กำหนดไว้ในช่วง 300-400 Lux ในขณะที่พื้นที่ส่วนกลางและพื้นที่สนับสนุน ได้แก่ ห้อง 5303, 5312, โถงหน้าห้องน้ำ, บันได และ ห้องน้ำชาย-หญิง มีผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ผ่านมาตรฐานทั้งหมด

5.3 การจัดการของเสีย

(1) ติดตั้งถังดักไขมัน การจัดการน้ำเสียต้นทางภายในอาคาร 5 ทั้งนี้เพื่อช่วยแก้ปัญหาท่ออุดตันจากคราบไขมันและเศษอาหาร ป้องกันกลิ่นเหม็นย้อนกลับจากท่อระบายน้ำ ช่วยยืดอายุการใช้งานของระบบท่อ ลดรายจ่ายในการซ่อมแซม และลดมลพิษทางน้ำจากการปล่อยน้ำเสียที่มีไขมันปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ โดยเลือกใช้เทคโนโลยีที่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรมและเหมาะสมกับปริมาณการใช้งานในแต่ละพื้นที่ แสดงการติดตั้งดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การดำเนินการติดตั้งถังดักไขมัน

(2) ป้ายประชาสัมพันธ์และสื่อสารสิ่งแวดล้อม

ยกระดับระบบการสื่อสารภายในอาคาร 5 เพื่อสร้างความตระหนักและให้ความรู้แก่บุคลากรและนักศึกษาในการคัดแยกขยะอย่างถูกต้อง (แสดงดังภาพที่ 3) ดังนี้

- การใช้รหัสสี (Color coding) ออกแบบป้ายประชาสัมพันธ์โดยอิงตามสีมาตรฐานสากล เช่น สีเขียวสำหรับขยะอินทรีย์, สีเหลืองสำหรับขยะรีไซเคิล, สีน้ำเงินสำหรับขยะทั่วไป และสีแดงสำหรับขยะอันตราย เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถจำแนกประเภทได้ทันทีที่มองเห็น

- การใช้สัญลักษณ์ภาพ (Infographic) เน้นการใช้ภาพประกอบประเภทขยะที่พบบ่อย เช่น ขวดพลาสติก แก้วน้ำแบบ Take-away และเศษกระดาษ แทนการใช้ข้อความเพียงอย่างเดียว เพื่อลดความสับสนและเพิ่มความรวดเร็วในการคัดแยก



ภาพที่ 3 ป้ายประชาสัมพันธ์และการสื่อสารสิ่งแวดล้อม

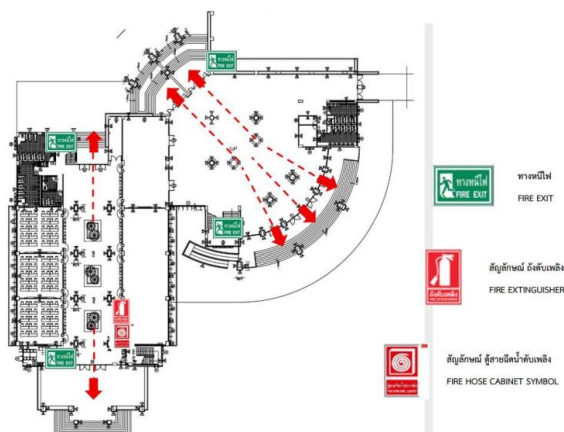
(3) อาคารคัดแยกขยะ

สร้างอาคารคัดแยกขยะ เป็นการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการจัดการของเสียตามหลักเศรษฐกิจหมุนเวียนและเกณฑ์มาตรฐานสำนักงานสีเขียว โดยตัวอาคารได้รับการออกแบบให้มีการระบายอากาศที่ดี พื้นทำความสะอาดง่าย และมีการแบ่งโซนจัดเก็บอย่างชัดเจน ทั้งโซนขยะรีไซเคิล โซนขยะทั่วไป และโซนขยะอันตราย ที่มีมาตรการความปลอดภัยตามกฎหมาย (ด้านกายภาพ) ซึ่งขยะที่รวบรวมได้จากจุดต่างๆ การสร้างอาคารคัดแยกขยะดังกล่าวเพื่อรองรับการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่จะถูกใช้สำหรับประเมินตามเกณฑ์มาตรฐานสำนักงานสีเขียว กล่าวคือ ขยะถูกส่งมาคัดแยกโดยละเอียดและบันทึกปริมาณน้ำหนักแยกประเภทอย่างเป็นระบบเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลพื้นฐาน ส่งผลให้การจัดการขยะปลายทางมีประสิทธิภาพ ลดปัญหาขยะตกค้างและสัตว์พาหะ

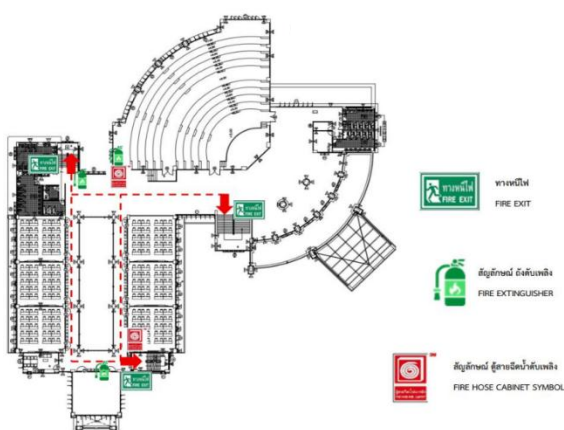
5.4 ผลการดำเนินงานด้านความปลอดภัยและอาชีวอนามัย

จัดทำแผนผังทางหนีไฟโดยการระบุตำแหน่งปัจจุบัน จุดติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิง และเส้นทางอพยพไปยังจุดรวมพล พร้อมทั้งดำเนินการติดตั้งแผนผังในจุดยุทธศาสตร์ที่มองเห็นได้ง่ายในทุกชั้น โดยใช้สัญลักษณ์ที่เป็นสากลเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสารในภาวะฉุกเฉิน การดำเนินงานนี้ช่วยเพิ่ม

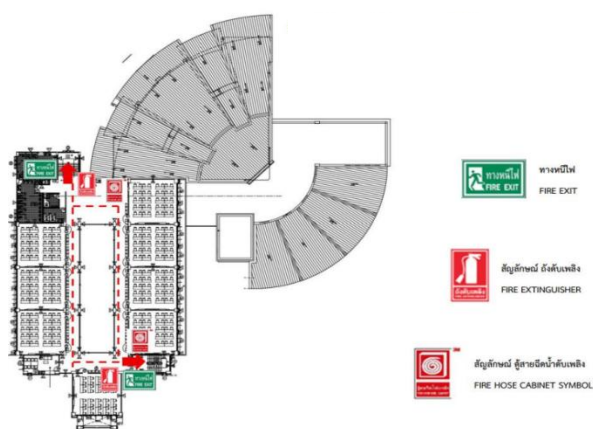
ความปลอดภัยเชิงรุกให้กับผู้ใช้งานอาคาร 5 ลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุขณะอพยพ และเป็น
การปฏิบัติตามมาตรฐานกฎหมายความปลอดภัยสอดคล้องกับเกณฑ์สำนักงานสีเขียว แสดง
รายละเอียดดังภาพที่ 4



(ก) ชั้น 1



(ข) ชั้น 2



(ค) ชั้น 3

ภาพที่ 4 แผนผังทางหนีไฟ

6. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากการสำรวจและตรวจวัดสภาพแวดล้อมปีฐาน พบว่า อาคาร 5 มีศักยภาพสูงในการพัฒนาสู่การเป็นสำนักงานสีเขียวเนื่องจากโครงสร้างอาคารมีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติในบริเวณโถงทางเดินและบันไดได้ดี อย่างไรก็ตาม ในด้านวิศวกรรมพบประเด็นสำคัญคือ "ความเข้มแสงสว่างในพื้นที่ปฏิบัติงานหลัก" (เช่น ห้องเรียนและห้องสำนักงาน) ยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานถึงร้อยละ 59 ในชั้นที่ 1 และเฉลี่ยร้อยละ 40-45 ในชั้นอื่นๆ ซึ่งต้องได้รับการปรับปรุงเชิงเทคนิค (เช่น เปลี่ยนหลอดไฟที่ส่งผลให้มีค่าความส่องสว่างสูงขึ้น หรือเพิ่มจำนวนหลอดไฟหากสถานที่ดังกล่าวมีพื้นที่มากเพียงพอ) (สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนาภรณ์, 2565 และ วิศรุต, 2566) ในขณะที่ยังดำเนินการจัดการของเสีย มีพื้นฐานที่ดีจากการจัดการเรื่องคัดแยกขยะและการติดตั้งระบบถังขยะรีไซเคิล ทำให้ภาพรวมการเตรียมความพร้อมอยู่ในระดับที่น่าพอใจและสามารถพัฒนาต่อยอดสู่การขอรับรองมาตรฐานได้ ในส่วนของการดำเนินงานตามหมวดหมู่ Green office ปัจจุบันคณะฯ มีสถานะดังนี้

สิ่งที่ดำเนินการแล้ว ได้มีการขับเคลื่อนกิจกรรมตามเกณฑ์มาตรฐาน Green Office คือ

(1) หมวดที่ 1 การกำหนดนโยบาย ได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการ และลงนามประกาศนโยบายสิ่งแวดล้อมเป็นลายลักษณ์อักษร

(2) หมวดที่ 2 การสื่อสารและสร้างจิตสำนึก ดำเนินการติดตั้งป้ายประชาสัมพันธ์การคัดแยกขยะ และสื่อสารนโยบายผ่านช่องทางต่างๆ

(3) หมวดที่ 3 การใช้ทรัพยากรและพลังงาน จัดทำระบบบันทึกข้อมูลการใช้ไฟฟ้า น้ำ และกระดาษ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์

(4) หมวดที่ 4 การจัดการของเสียและมลพิษ ติดตั้งถังถังขยะขนาด 15 ลิตร และ 40 ลิตร ในจุดเตรียมอาหาร สร้างชั้นใส่ถังขยะเพื่อความเป็นระเบียบ และสร้างอาคารคัดแยกขยะส่วนกลางที่มีการแบ่งโซนชัดเจน (ขยะทั่วไป, รีไซเคิล, อันตราย)

(5) หมวดที่ 5 สภาพแวดล้อมและความปลอดภัย ติดตั้งแผนผังทางหนีไฟตามทุกชั้น และดำเนินการตรวจวัดค่าความเข้มแสงสว่าง (Lux) ครอบคลุมพื้นที่ทั้ง 3 ชั้น

ประเด็นที่ยังไม่ได้ดำเนินการ เพื่อให้บรรลุเกณฑ์ยังมีประเด็นที่ต้องดำเนินการเพิ่มเติมดังนี้

(1) หมวดที่ 3 (เชิงลึก) การวิเคราะห์นัยสำคัญของการใช้พลังงาน และการกำหนดมาตรการประหยัดพลังงานที่วัดผลได้ชัดเจน (เช่น การตั้งเป้าหมายลดการใช้ไฟฟ้า 5%) ทั้งนี้สามารถดำเนินการติดตั้งมิเตอร์แยกส่วนในแต่ละชั้น เพื่อให้สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น

(2) หมวดที่ 5 (การปรับปรุง) การปรับปรุงระบบแสงสว่างในห้องที่ผลการตรวจวัดไม่ผ่านเกณฑ์

(3) หมวดที่ 6 การจัดซื้อจัดจ้าง การจัดทำบัญชีรายซื้อสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และการอบรมผู้ขาย/ผู้รับจ้างด้านสิ่งแวดล้อม

(4) การฝึกซ้อม การฝึกซ้อมอพยพหนีไฟเสมือนจริงประจำปี ซึ่งต้องดำเนินการร่วมกับหน่วยงานบรรเทาสาธารณภัย

ข้อเสนอแนะ

(1) จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดทำคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงาน (SOPs) ให้ครอบคลุมทุกหมวดของเกณฑ์อาคารสำนักงานสีเขียว ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวปฏิบัติให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง และเพื่อให้หน่วยงานอื่นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง (สอดคล้องกับงานวิจัยของ ไพลิน และวราพร, 2567)

(2) ควรมีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการติดตามแบบเรียลไทม์ ซึ่งจะช่วยให้การบริหารจัดการมีข้อมูลที่แม่นยำและสามารถปรับปรุงได้อย่างทัน่วงที

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม สำหรับสถานที่ทำงานวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

กัญญาณัฐ คงพรปรารณา. (2564). การประเมินผลประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานของบ้านพักอาศัยพื้นฐาน. **วารสารสารศาสตร์**, 4(2), 303–313.

ฉนิศา รุ่งแจ้ง, และพงษ์ศักดิ์ สุริยวานกุล. (2566). แบบจำลองการพยากรณ์ต้นทุนของสำนักงานอาคารเขียว ภายใต้การทำงานแบบวิถีชีวิตใหม่ภายหลังสถานการณ์โควิด-19. การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 28 (หน้า INF19-11–INF19-17), ภูเก็ต.

ธนาภรณ์ ฉิมแพ. (2565). ห้องสมุดสีเขียวกับประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการให้บริการภายในอาคารสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2560–2564. **วารสารวิจัย สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย**, 15(1), 18–32.

ไพลิน พระก่า, และวราพร เชื้อนแก้ว. (2567). สำนักงานสีเขียวอย่างยั่งยืนด้วยทฤษฎี ECRS: การลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นในการทำงาน. **PULINET Journal**, 11(1), 109–120.

พิกุล อินเฒ่า, และสมชัย วงษ์นายะ. (2566). แนวทางพัฒนาการดำเนินงานสำนักงานสีเขียว: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรและมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. **วารสารพิกุล คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร**, 21(1), 113–130.

- พิชานันต์ พูลฉลาด, เอกพล เพชรศรีช่วง, พนม ใจตรงกล้า, พรณรงค์ เลื่อนเพ็ชร, จักกฤษ ทองนาคะ, และสันต์ พันธุ์ไธ. (2568). **การศึกษาความคุ้มค่าการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐานอาคารเขียว กรณีศึกษา อาคารสำนักงานศูนย์ควบคุมทางยกระดับดอนเมือง**. การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 30 (หน้า ENV-07-1-ENV-07-9), ประจวบคีรีขันธ์.
- พิสิทธิ์ ถ้าวาปี, และชูพงษ์ ทองคำสมุทร. (2567). แนวทางการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐานอาคารเขียว กรณีศึกษาอาคารวิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น. *Journal of Modern Learning Development*, 9(5), 339–355.
- วิศรุต มณีทิพย์. (2566). **การพัฒนาการจัดการอาคารด้วยแนวทางสำนักงานสีเขียว: กรณีศึกษา สำนักงานคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา.
- ศุภชัย ปัญญาวิทย์, และโจเซฟ เคตารี. (2567). การปรับปรุงอาคารสำนักงานบริษัท เอ็ม.อี.ซี. วิศวกรรม จำกัด ในหมวดพลังงานและบรรยากาศตามเกณฑ์ TREES-NC. *วารสารสร้างสรรค์วิจัยสถาปัตยกรรมและการออกแบบ*, 1(1), 22–32.
- อภิญา นิมิตรธรรมโสภณ, พิมพ์ไพ ขาวขำ, นพรัตน์ ไชยวิโน, วิไลลักษณ์ สอนมะลิ, อภิญา พัฒน, และบรรจงศักดิ์ พิภพสมบูรณ์. (2566). การรับรู้และการมีส่วนร่วมของบุคลากรเกี่ยวกับสำนักงานสีเขียวในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย*, 2(2), 20–28.
- รัตติกาล สุขสะอาด. (2568). **กลยุทธ์การสร้างความสำเร็จได้เปรียบโดยการพัฒนาโครงการสำนักงานพร้อมพื้นที่ค้าปลีกที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้ง LEED BD+C และ WELL Core & Shell ในเขตกรุงเทพมหานคร**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- Aroonsrimorakot, S., & Sarapirom, K. (2020). The development of green office standard: Thailand initiative. *Interdisciplinary Research Review*, 15(2), 8–18.
- Aroonsrimorakot, S., Laiphrakpam, M., & Sarapirom, K. (2021). **Criteria for the development of green office standard of Thailand for environmental sustainability**. Doi: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-910545/v1>
- Edyvean, R.G., Apiwatanapiwat, W., Vaithanomsat, P., Boondaeng, A., Janchai, P., & Sophonthammaphat, S. (2023). The bio-circular green economy model in Thailand: A comparative review. *Agriculture and Natural Resources*, 57(1), 51–64.



- Sachs, J.D. (2015). **The age of sustainable development**. New York, NY: Columbia University Press.
- Weiland, S., Hickmann, T., Lederer, M., & Schwindenhammer, S. (2021). The 2030 agenda for sustainable development: Transformative change through the sustainable development goals. **Politics and Governance**, 9(1), 90–95.
- Wibulswasdi, C., Piboolsravut, P., & Pootrakool, K. (2011). **Sufficiency economy philosophy and development**. Bangkok: Sufficiency Economy Research Project, Bureau of the Crown Property.



การออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาล
เพื่อการบรรเทาทุกข์ในพื้นที่อุทกภัย

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A FLOATING SANITATION
PLATFORM FOR DISASTER RELIEF IN FLOOD-AFFECTED AREAS

ธิชานนท์ ขำนาพิง, กฤษดา เนตรผง, กฤษดา อันอ้าย*

Thichanon Khamnapung, Kritsada Netphong, Kritsada On-ai*

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: Kritsada.O@psru.ac.th

วันที่รับระบบ 3 เมษายน 2569

วันที่แก้ไขบทความ 27 เมษายน 2569

วันที่ตอบรับบทความ 28 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างแพลตฟอร์มน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาลสำหรับพื้นที่อุทกภัยโดยใช้ระบบกรองน้ำพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัย พุ่มลอยน้ำทำจากถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร จำนวน 4 ใบ ระบบบำบัดใช้ถังตกตะกอนขนาด 450 ลิตร ระบบกรองน้ำใช้เมมเบรนและถ่านเป็นตัวกรองน้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่รอบๆ รวมถึงใช้หลอดรังสียูวี-ซี สำหรับฆ่าอีโคไล (E. Coli) ซึ่งอาจปะปนมากับอุทกภัย พลังงานไฟฟ้าถูกสร้างจากระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกติดตั้งอยู่ด้านบนหลังคาห้องน้ำซึ่งมีขนาด 350 วัตต์ โดยใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 35 แอมแปร์-ชั่วโมง และอินเวอร์เตอร์สำหรับแปลงกระแสไฟฟ้าตรงให้เป็นกระแสสลับ ระบบกรองน้ำสามารถทำให้น้ำจากแหล่งน้ำมีคุณภาพและความใสเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารส้มช่วยให้สารแขวนลอยตกตะกอน เมมเบรนช่วยดักจับเหล็กที่ละลายในน้ำช่วยให้ลดปัญหาคราบสนิมและลดกลิ่นของโลหะ ถ่านคาร์บอนช่วยลดกลิ่นเหม็นอับและกลิ่นอินทรีย์ทำให้น้ำในถังไม่มีกลิ่น ระบบผลิตไฟฟ้าสามารถนำมาใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็กได้และสามารถใช้ชาร์จแบตเตอรี่มือถือได้ประมาณ 15-20 ครั้งต่อวัน การประเมินความพึงพอใจจากประชาชนอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 4.1 คะแนน (ระดับดี)

คำสำคัญ: แพลตฟอร์มน้ำ, ระบบสุขาภิบาล, อุทกภัย

Abstract

This study aims to design and develop a floating platform equipped with a sanitation system for flood-affected areas, utilizing a solar-powered water filtration system to support flood victims in Sukhothai Province. The floating structure is supported by four 200-liter plastic drums used as buoyancy units. The wastewater treatment system incorporates a 450-liter sedimentation tank. The water filtration system employs manganese media and activated carbon to treat water sourced from surrounding environments, along with ultraviolet-C (UV-C) radiation to disinfect *Escherichia coli* (E. coli), which may be present during flooding conditions. Electrical energy is generated by a solar power system installed on the roof of the sanitation unit, with a capacity of 350 watts. The system is supported by a 12 V, 35 Ah battery and an inverter for converting direct current (DC) into alternating current (AC). The water filtration system effectively improves water quality and clarity. Alum is used to facilitate the coagulation and sedimentation of suspended solids, while manganese media helps remove dissolved iron, thereby reducing rust stains and metallic odors. Activated carbon is used to eliminate unpleasant and organic odors, resulting in odor-free water storage. The solar power system is capable of supplying electricity to small electrical devices and can charge mobile phones approximately 15–20 times per day. The satisfaction assessment of users indicated an average score of 4.1, corresponding to a good level.

Keywords: Floating platform, Sanitation system, Flood-Affected areas

1. บทนำ

การจัดการสุขาภิบาลในพื้นที่ประสบอุทกภัยถือเป็นประเด็นสำคัญที่มีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพชีวิต สุขภาพอนามัย และความปลอดภัยของประชาชน โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำและมีแนวโน้มเผชิญกับอุทกภัยเป็นประจำทุกปี จากรายงานของ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พบว่าหลายจังหวัดในภาคเหนือและภาคกลาง เช่น สุโขทัย พิษณุโลก และพระนครศรีอยุธยา มักประสบปัญหาน้ำท่วมซ้ำซาก ซึ่งส่งผลให้โครงสร้างพื้นฐานด้านสุขาภิบาลได้รับความเสียหาย โดยเฉพาะห้องน้ำและระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2564) ปัญหาการขาดแคลนห้องน้ำในพื้นที่น้ำท่วมก่อให้เกิดการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *Escherichia coli* และเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอุจจาระร่วงและโรค

ติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร (World Health Organization, 2018) นอกจากนี้ งานวิจัยในประเทศไทยยังชี้ให้เห็นว่า ในช่วงเกิดอุทกภัยมีความเสี่ยงสูงต่อการระบาดของโรคที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เช่น โรคฉี่หนู (Leptospirosis) และโรคผิวหนังอักเสบจากน้ำปนเปื้อน (กรมควบคุมโรค, 2563) สอดคล้องกับการศึกษาของ กรมควบคุมมลพิษ ที่ระบุว่าคุณภาพน้ำในพื้นที่น้ำท่วมมีความสกปรกสูงเกินมาตรฐาน โดยมีค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) และจำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์มเกินเกณฑ์ที่กำหนด (กรมควบคุมมลพิษ, 2563)

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ได้มีการพัฒนาแนวทางการจัดการสุขาภิบาลในสถานการณ์ฉุกเฉินทั้งในระดับสากลและในประเทศไทย โดยหนึ่งในแนวทางที่ได้รับความสนใจคือ “ห้องน้ำลอยน้ำ” (Floating toilet) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่สามารถติดตั้งบนผิวน้ำและรองรับการใช้งานในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงระบบสาธารณสุขปกติพื้นฐานได้ ห้องน้ำลอยน้ำมีการออกแบบให้สามารถลอยตัวได้อย่างมั่นคง และมีกรรมระบบบำบัดน้ำเสียแบบสำเร็จรูป เช่น ถังบำบัด (Septic tank) ระบบย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic digestion) และระบบกรองหลายขั้นตอน ซึ่งสามารถลดปริมาณสารอินทรีย์และเชื้อโรคก่อนปล่อยกลับสู่สิ่งแวดล้อม (International Water Association, 2018) ในบริบทของประเทศไทย ได้มีการศึกษาและพัฒนานวัตกรรมด้านสุขาภิบาลในพื้นที่น้ำท่วมอย่างต่อเนื่อง เช่น งานวิจัยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่พัฒนาห้องน้ำเคลื่อนที่สำหรับพื้นที่ประสบภัย โดยเน้นการติดตั้งง่ายและการบำรุงรักษาที่ไม่ซับซ้อน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2562) รวมถึงการศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่พัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กสำหรับชุมชนริมน้ำ โดยใช้กระบวนการชีวภาพร่วมกับวัสดุกรองธรรมชาติ เช่น ทรายและถ่านกัมมันต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสารปนเปื้อน (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2563) นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (Constructed wetland) ในการบำบัดน้ำเสียจากชุมชน ซึ่งสามารถลดค่าความสกปรกของน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทของประเทศกำลังพัฒนา (Sirirattanachai & Techato, 2017) นอกจากระบบสุขาภิบาลแล้ว การจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อการอุปโภคในพื้นที่ประสบภัยก็เป็นอีกประเด็นสำคัญ โดยมีการนำระบบกรองน้ำหลายขั้นตอน เช่น การตกตะกอนด้วยสารส้ม (Coagulation-Flocculation) การกรองด้วยทราย (Sand filtration) และการใช้ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) มาใช้ร่วมกันเพื่อลดความขุ่น กลิ่น และสารปนเปื้อนในน้ำ (Metcalf & Eddy, 2014) ในประเทศไทย งานวิจัยด้านการกรองน้ำสำหรับชุมชนชนบทและพื้นที่ภัยพิบัติยังพบว่าการใช้สื่อกรอง เช่น หินแมงกานีส สามารถช่วยกำจัดธาตุเหล็กและโลหะหนักในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กรมทรัพยากรน้ำ, 2562) ในด้านพลังงาน การนำพลังงานทดแทน โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ เข้ามาใช้ในระบบสุขาภิบาลถือเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากสามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าเข้าถึง งานวิจัยในประเทศไทยได้มีการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็กเพื่อใช้กับระบบสูบน้ำและระบบแสงสว่างในพื้นที่ชนบท ซึ่งช่วยลดต้นทุนด้านพลังงานและเพิ่มความยั่งยืนของระบบ (Energy Policy and Planning Office, 2021)

แม้จะมีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านห้องน้ำเคลื่อนที่และระบบบำบัดน้ำเสียในประเทศไทยอยู่บ้าง แต่ยังคงขาดการบูรณาการระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกันในรูปแบบของระบบครบวงจรที่สามารถใช้งานได้จริงในสถานการณ์น้ำท่วม เช่น การรวมระบบโครงสร้างลอยน้ำ ระบบสุขาภิบาล ระบบกรองน้ำ

และระบบพลังงานทดแทนไว้ในหน่วยเดียวกัน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนา แพลลอยน้ำพร้อมระบบห้องน้ำและระบบกรองน้ำที่สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ประสบอุทกภัย โดยคำนึงถึงความเหมาะสมด้านโครงสร้าง ความสามารถในการลอยตัว ประสิทธิภาพของระบบพลังงาน และความปลอดภัยด้านสุขาภิบาล เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้ประสบภัย และลดความเสี่ยงด้านสุขภาพในระยะยาว

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- เพื่อออกแบบและสร้างแพลลอยน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาลสำหรับพื้นที่อุทกภัยโดยใช้ระบบกรองน้ำพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัยในจังหวัดสุโขทัย

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินโครงการประกอบด้วย การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบและพัฒนาต้นแบบแพลลอยน้ำ การทดสอบการใช้งาน และการสรุปผลการดำเนินงาน ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินโครงการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการบรรเทาสถานการณ์อุทกภัยในพื้นที่เป้าหมายได้อย่างเหมาะสม

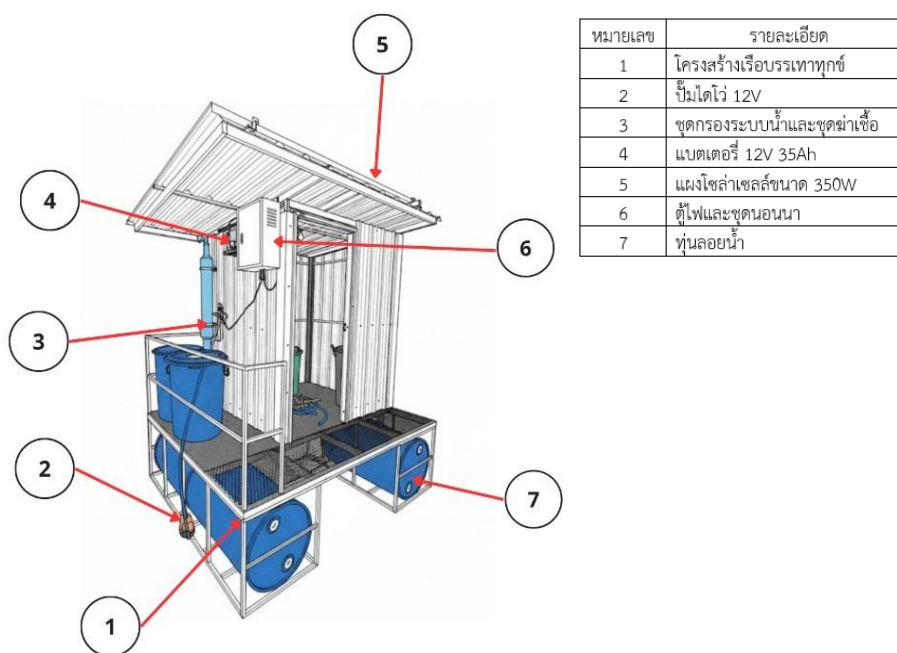
3.1 การศึกษาข้อมูล

การศึกษาข้อมูลเป็นขั้นตอนแรกของการดำเนินโครงการวิจัยการพัฒนาแพลลอยน้ำเพื่อช่วยแก้ปัญหา น้ำท่วมในจังหวัดสุโขทัย โดยมุ่งเน้นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์อุทกภัยในพื้นที่ศึกษา ลักษณะภูมิประเทศ และสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการใช้งานแพลลอยน้ำ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ งานวิจัย รายงานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และแนวคิดด้านการบรรเทาสาธารณภัย รวมถึงหลักการทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุงและความมั่นคงของแพ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางการออกแบบและพัฒนาแพลลอยน้ำให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานจริงและสอดคล้องกับบริบทของพื้นที่เป้าหมาย

3.2 การออกแบบ

การออกแบบและสร้างต้นแบบแพลลอยน้ำดำเนินการโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามมิติในการจำลองรูปแบบและโครงสร้างของแพ เพื่อให้สามารถมองเห็นรายละเอียดของชิ้นส่วนและโครงสร้างโดยรวมได้อย่างชัดเจน การออกแบบคำนึงถึงขนาดและคุณสมบัติของวัสดุที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อให้สามารถจัดหาวัสดุและนำไปสร้างได้จริง มีการคำนวณขนาดและสัดส่วนของแพและทุ่นให้สอดคล้องกับหลักการทางวิศวกรรมและวัตถุประสงค์การใช้งาน จากนั้นนำแบบจำลองสามมิติมาจัดทำเป็นภาพและแบบประกอบสำหรับใช้เป็นแนวทางในการสร้างต้นแบบแพลลอยน้ำ การดำเนินการสร้างต้นแบบเป็นไปตามแบบที่ได้จำลองไว้ เพื่อให้ได้แพลลอยน้ำมีความแข็งแรง เหมาะสมต่อการใช้งาน และสามารถนำไปทดสอบได้ตามแผนการดำเนินโครงการ โครงสร้างเรือทำจากเหล็กกล่องขนาด 1x1 นิ้ว (หมายเลข 1) ซึ่งพื้นทำจากแผ่นเหล็กดำ น้ำจากแหล่งน้ำถูกสูบโดยใช้ปั๊มขนาด 12 โวลต์ (หมายเลข 2) เพื่อส่งน้ำเข้าสู่ชุดกรองน้ำและระบบฆ่าเชื้อ (หมายเลข 3) ปั๊มน้ำได้รับ

พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 35 แอมแปร์-ชั่วโมง (หมายเลข 4) ซึ่งสามารถชาร์จประจุไฟฟ้าได้จากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ (หมายเลข 5) ที่ต่อเข้ากับกล่องควบคุมที่สามารถชาร์จไฟฟ้าเข้าไปยังแบตเตอรี่และเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับได้ (หมายเลข 6) แพลอยน้ำถูกทำให้ลอยอยู่ในน้ำได้โดยอาศัยฟุ่นลอยน้ำซึ่งทำจากถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร จำนวน 4 ใบ (หมายเลข 7)

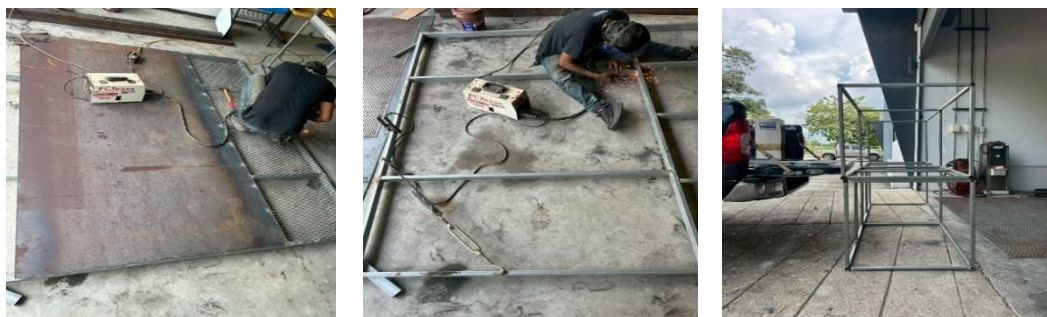


ภาพที่ 1 แนวคิดการออกแบบแพลอยน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาล

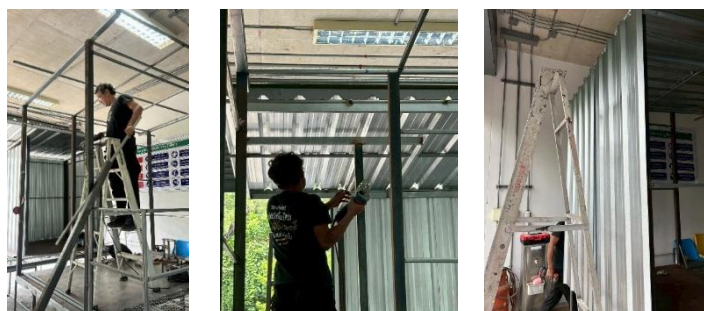
3.3 การดำเนินการสร้าง

การดำเนินการสร้างแพลอยน้ำเป็นไปตามแบบที่ได้ออกแบบและจำลองไว้ด้วยโปรแกรม 3 มิติ โดยพื้นที่ขนาดพื้นที่ประมาณ 220×200 เซนติเมตร และออกแบบให้สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดประมาณ 800 กิโลกรัม โครงสร้างแพถูกจัดวางให้รองรับการติดตั้งระบบต่าง ๆ อย่างเป็นสัดส่วน ได้แก่ ระบบกรองน้ำสำหรับอุปโภคซึ่งมีอัตราการไหลประมาณ 25 ลิตรต่อนาที ความจุถังน้ำ 200 ลิตร ใช้ระบบกรอง 2 ชั้น ได้แก่ เมงกานีสและถ่าน พร้อมระบบฆ่าเชื้อด้วยแสงอัลตราไวโอเลตชนิด UV-C นอกจากนี้ยังติดตั้งห้องน้ำและห้องอาบน้ำร่วมกับถังบำบัดขนาด 450 ลิตร เพื่อให้สามารถใช้งานได้ในพื้นที่ประสบอุทกภัย ระบบผลิตไฟฟ้าใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ ร่วมกับแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 35 แอมแปร์-ชั่วโมง สามารถจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป และระบบแสงสว่างซึ่งใช้กำลังไฟประมาณ 8 วัตต์ ทั้งนี้การสร้างต้นแบบดำเนินการตามแบบที่กำหนดไว้ เพื่อให้แพลอยน้ำมีความพร้อมต่อการทดสอบและการใช้งานจริง

ในการสร้างแพลอยน้ำได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ประสบภัย พิบัติในตำแหน่งต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 3-6



ภาพที่ 2 การวางโครงสร้างของแพลอยน้ำ



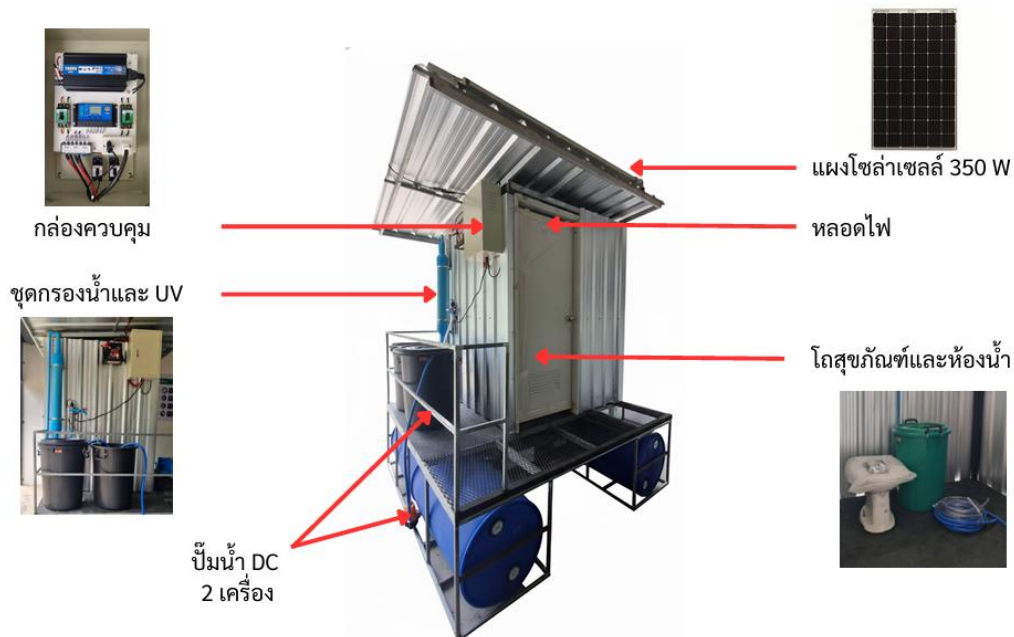
ภาพที่ 3 การประกอบผนังและหลังคา



ภาพที่ 4 การติดตั้งแผงโซลาเซลล์และระบบกรอง



ภาพที่ 5 การติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ



ภาพที่ 6 แพลอยน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาล

3.4 การทดสอบและวิเคราะห์ผล

การทดสอบและวิเคราะห์ผลการดำเนินงานของแพลอยน้ำมุ่งเน้นการตรวจสอบสมรรถนะในการทำงานของระบบต่าง ๆ ที่ติดตั้งบนแพ โดยเฉพาะระบบกรองน้ำสำหรับอุปโภค ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และการใช้งานโดยรวมของแพในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง การทดสอบระบบกรองน้ำพิจารณาความสามารถในการกรองน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ความต่อเนื่องของการทำงาน และความเหมาะสมต่อการอุปโภค ส่วนการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มุ่งประเมินความสามารถในการจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบแสงสว่างบนเรือ นอกจากนี้ยังมีการสังเกตการใช้งานจริงเพื่อระบุปัญหาและข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน ผลจากการทดสอบและการวิเคราะห์ถูกนำมาสรุปเพื่อประเมินประสิทธิภาพของแพลอยน้ำและใช้เป็นข้อมูลประกอบการปรับปรุงและพัฒนาในอนาคต

4. ผลงานวิจัย

ในการทดสอบแพลอยน้ำพร้อมระบบสุขาภิบาลได้จัดทำระบบต่างๆ ในตัวแพเพื่อให้อำนวยความสะดวกให้กับผู้ประสบอุทกภัยซึ่งจะเกิดความเดือดร้อนในด้านระบบสุขาภิบาล น้ำใช้ และระบบพลังงานไฟฟ้า ในการทดสอบสมรรถนะของแพสามารถจำแนกได้ตามหัวข้อต่างๆ ดังนี้

4.1 ระบบกรองน้ำสำหรับอุปโภค

ในการใช้งานระบบกรองน้ำซึ่งใช้แหล่งจากธรรมชาติพบว่า การใช้สารส้มเพื่อทำให้น้ำเกิดการตกตะกอนก่อนเป็นเวลา 30 – 60 นาที จะช่วยทำให้น้ำมีคุณภาพและสีใสขึ้น ซึ่งเมื่อผ่านระบบกรองและมีสีที่ใกล้เคียงกับน้ำดื่ม สิ่งทำให้ผู้อุปโภคเกิดความมั่นใจในการนำมาใช้ นอกจากนี้ในระบบเครื่องกรองน้ำยังติดตั้งหลอด UV-C เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่อาจติดมากับน้ำท่วม การเปรียบเทียบน้ำจากน้ำเมื่อไม่ใช้สารส้มและใช้สารส้มแสดงในภาพที่ 7 และ 8 ตามลำดับ



ภาพที่ 7 ภาพน้ำจากแหล่งน้ำเมื่อไม่ใช้สารส้ม



ภาพที่ 8 ภาพน้ำจากแหล่งน้ำเมื่อใช้สารส้ม

สมรรถนะในการใช้เครื่องกรองน้ำจะมีถังพักน้ำ 100 ลิตร จำนวน 2 ถัง เพื่อใช้สำหรับในกรณีที่ต่อรอการตกตะกอนของสารแขวนลอย ในระบบกรองจะประกอบด้วยแมงการนี้สเพื่อช่วยดักจับเหล็กที่ละลายในน้ำและปัญหาน้ำสีเหลืองหรือสีน้ำตาลและคราบสนิม นอกจากนี้ยังช่วยกำจัดกลิ่นของโลหะ ป้องกันคราบดำบนสุขภัณฑ์และท่อ (Abdul *et al.*, 2023) สำหรับถ่านคาร์บอนช่วยลดกลิ่นเหม็นอับ กลิ่นสารอินทรีย์ ทำให้น้ำมีรสดีขึ้น และช่วยลดการตกค้างจากคลอรีน นอกจากนี้ติดตั้งหลอด UV-C เพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อโรค *Escherichia coli* (*E. coli*) ได้ในระยะเวลาที่เหมาะสม โดยทั่วไปช่วงความยาวคลื่น UV-C ที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย อยู่ที่ประมาณ 200–280 นาโนเมตร ซึ่งตรงกับช่วงที่ DNA ของจุลินทรีย์ดูดซับได้สูงสุด ทำให้เกิดการแตกหักของสารพันธุกรรมและหยุดการแบ่งตัวของแบคทีเรียรวมทั้ง *E. coli* (Chatzisymeon *et al.*, 2011) ทั้งนี้ระบบกรองทั้งหมดมีอัตราการไหลประมาณ 25 ลิตรต่อนาที

4.2 ระบบสุขาภิบาล

ในการออกแบบได้ใช้ถังบำบัดขนาด 450 ลิตร และบรรจุจุลินทรีย์ไว้ภายใน ซึ่งองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ระบุปริมาณน้ำขั้นต่ำเพื่อสุขอนามัยพื้นฐานและการใช้งานจำเป็นประมาณ 20 ลิตรต่อคนต่อวัน โดยปกติตะกอนหนักจะตกลงสู่ข้างล่างและถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย และน้ำเสียหลังตกตะกอนจะถูกบำบัดออกสู่ภายนอก ซึ่งในการใช้งานห้องน้ำในแพลอยน้ำได้ประมาณการใช้งานจนเต็มประสิทธิภาพภายใน 18 วัน (สำหรับ 1 คน) นอกจากนี้ได้ติดตั้งถังน้ำสำหรับการอาบน้ำและล้างสิ่งสกปรกต่างๆ โดยใช้น้ำจากระบบกรอง

4.3 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ จำนวน 1 แผงติดตั้งในมุม 15 องศา ด้านบนของหลังคา เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับระบบกรองน้ำและแสงสว่าง โดยต่อเข้ากับระบบชาร์จเพื่อเก็บไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 35 แอมป์ชั่วโมง ซึ่งการใช้งานไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกจ่ายไปยังอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 220 โวลต์ ซึ่งสามารถใช้ประจุไฟฟ้าให้กับมือถือได้ประมาณ 15-20 เครื่อง และสามารถใช้งานกับเครื่องใช้พลังงานขนาดเล็กในครัวเรือนได้ เช่น พัดลมขนาดเล็ก โน้ตบุ๊ก หรือเราเตอร์อินเทอร์เน็ต เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กำลังไฟปานกลาง เช่น หม้อหุงข้าว หรือการต้มน้ำไฟฟ้า เนื่องจากจะทำให้อายุของแบตเตอรี่เสื่อมไวขึ้น

4.4 ระบบแสงสว่าง

ได้ติดตั้งระบบหลอดไฟ LED ขนาด 8 วัตต์ เพื่อใช้ให้แสงสว่างในห้องน้ำและตอนกลางคืน ซึ่งจะช่วยให้สามารถใช้งานห้องน้ำได้สะดวกยิ่งขึ้น เนื่องจากหลอดไฟ LED ขนาด 8 วัตต์ ให้แสงสว่างประมาณ 700-800 ลูเมน ซึ่งเพียงพอสำหรับพื้นที่ขนาดเล็ก-ปานกลาง เช่น ห้องน้ำและพื้นที่ใช้งานบนเรือ ให้แสงสว่างสม่ำเสมอ มองเห็นชัด ลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุในเวลากลางคืน ใช้พลังงานต่ำเมื่อเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดไส้ เหมาะสมกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีข้อจำกัดด้านพลังงานและแบตเตอรี่ และช่วยยืดระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ในช่วงเวลากลางคืน

4.5 แบบประเมินความพึงพอใจ

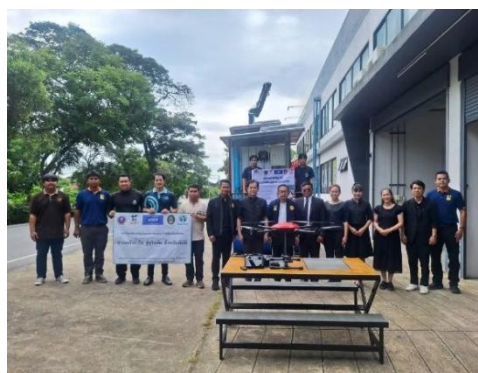
ในการประเมินความพึงพอใจจากประชาชนและเจ้าหน้าที่จำนวน 15 คน จากผู้เข้าร่วมโครงการ ซึ่งประกอบด้วยผู้ชายและผู้หญิงที่มีอายุมากกว่า 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 93.3 ของผู้ตอบแบบสอบถาม แบ่งเป็นประชาชนทั่วไปและบุคลากรในหน่วยงานราชการร้อยละ 52.7 และ 47.3 ตามลำดับ โดยได้กำหนดหัวข้อในการให้คะแนนจำนวน 7 หัวข้อ และมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ดีมาก	5	คะแนน	พอใช้	2	คะแนน
ดี	4	คะแนน	ควรปรับปรุง	1	คะแนน
ปานกลาง	3	คะแนน			

ผลการประเมินความพึงพอใจในโครงการปล่อยน้ำอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 4.10 (ระดับดี) จุดเด่นอยู่ในหัวข้อการนำไปใช้งานในพื้นที่ประสบภัยพิบัติได้ 4.20 คะแนน ด้านที่ควรปรับปรุงเป็นด้านรูปร่างและการออกแบบ 4.00 คะแนน เนื่องจากปล่อยน้ำมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก และไม่สามารถถอดประกอบได้ ทำให้การขนย้ายไม่สะดวก ซึ่งในการปรับปรุงต้องการออกแบบให้สามารถถอดประกอบได้ แต่ต้องมีความทนทานเช่นเดิม คะแนนความพึงพอใจแสดงในตารางที่ 1 และภาพการขนย้ายปล่อยน้ำแสดงในภาพที่ 9

ตารางที่ 1 คะแนนความพึงพอใจของการใช้งานแพลอยน้ำ

หัวข้อการให้คะแนน	คะแนนเฉลี่ย
1. ประโยชน์ในการนำไปใช้งานในพื้นที่ประสบภัยพิบัติ	4.20
2. ความสะดวกในการใช้งานแพลอยน้ำ	4.07
3. ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.13
4. ความแข็งแรงของวัสดุและโครงสร้าง	4.07
5. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมใหม่	4.13
6. รูปร่างและการออกแบบ	4.00
7. ความคุ้มค่าของการดำเนินโครงการ	4.07
ค่าเฉลี่ย	4.10



ภาพที่ 9 การขนย้ายแพลอยน้ำโดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จังหวัดสุโขทัย

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

การวิจัยและพัฒนาแพลอยน้ำมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาด้านระบบสุขาภิบาล น้ำใช้ และพลังงานไฟฟ้า สำหรับผู้ประสบอุทกภัย โดยจากผลการทดสอบสมรรถนะของระบบต่าง ๆ ที่ติดตั้งภายในแพลอยน้ำ พบว่าแพสามารถตอบสนองต่อการใช้งานในสถานการณ์ฉุกเฉินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ผลการทดสอบระบบกรองน้ำสำหรับอุปโภค พบว่าการใช้น้ำจากแหล่งธรรมชาติร่วมกับการตกตะกอนด้วยสารส้มเป็นระยะเวลา 30-60 นาที ช่วยลดความขุ่นและปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีความใสขึ้น เมื่อผ่านกระบวนการกรองด้วยสื่อกรองแมงกานีส ถ่านคาร์บอน และการฆ่าเชื้อด้วยหลอด UV-C ทำให้น้ำมีคุณภาพเหมาะสมต่อการอุปโภค โดยระบบสามารถรองรับอัตราการไหลของน้ำประมาณ 25 ลิตรต่อนาที และช่วยเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้ใช้งาน

- ในด้านระบบสุขาภิบาล การใช้ถังบำบัดน้ำเสียขนาด 450 ลิตร ร่วมกับจุลินทรีย์สำหรับการย่อยสลายของเสีย สามารถรองรับการใช้งานได้อย่างเหมาะสม โดยจากการประมาณการตามอัตราการใช้น้ำขั้นต่ำด้านสุขาภิบาล พบว่าสามารถรองรับการใช้งานได้ประมาณ 18 วัน สำหรับผู้ใช้งาน 1 คน ซึ่งช่วยลดปัญหาด้านสุขอนามัยและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ประสบภัย

- ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 350 วัตต์ ร่วมกับแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 35 แอมป์-ชั่วโมง และอินเวอร์เตอร์ สามารถผลิตและจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอสำหรับระบบกรองน้ำ ระบบแสงสว่าง และการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น การชาร์จโทรศัพท์มือถือประมาณ 15-20 เครื่อง รวมถึงการใช้งานพัดลมขนาดเล็ก โน้ตบุ๊ก และอุปกรณ์สื่อสาร ทั้งนี้ไม่เหมาะกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าสูง เนื่องจากข้อจำกัดของแบตเตอรี่

- สำหรับระบบแสงสว่าง การติดตั้งหลอดไฟ LED ขนาด 8 วัตต์ ซึ่งให้ความสว่างประมาณ 700-800 ลูเมน ช่วยเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยในการใช้งานห้องน้ำและพื้นที่ภายในเรือในเวลากลางคืน โดยหลอดไฟ LED ใช้พลังงานต่ำ เหมาะสมกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่

- ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานและเจ้าหน้าที่จำนวน 15 คน พบว่าคะแนนความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดี โดยหัวข้อที่ได้รับคะแนนสูงสุดคือประโยชน์ในการนำไปใช้งานในพื้นที่ประสบภัยพิบัติ ส่วนหัวข้อรูปร่างและการออกแบบได้รับคะแนนต่ำที่สุด เนื่องจากข้อจำกัดด้านขนาดน้ำหนัก และความไม่สะดวกในการขนย้าย ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถนำไปพัฒนาปรับปรุงแพลงลอยน้ำในอนาคตให้สามารถถอดประกอบได้โดยยังคงความแข็งแรงของโครงสร้าง

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชนในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย รวมถึงมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

7. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2563). รายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมโรค. (2563). รายงานสถานการณ์โรคจากอุทกภัย. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.

กรมทรัพยากรน้ำ. (2562). การปรับปรุงคุณภาพน้ำสำหรับชุมชน. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2564). รายงานสาธารณภัยประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงมหาดไทย.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2562). การพัฒนาห้องน้ำเคลื่อนที่สำหรับพื้นที่ประสบภัย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2563). การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กโดยใช้กระบวนการชีวภาพ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Abdul, R.S., Salman, A.A., Ardianta, A., Rufinus, N., Sarmedi, A.S., Wan, Z.W.I., & Mohd, A.A.G. (2023). Water treatment process using manganese zeolite filter, activated

- carbon filter, and silica sand filter. **International Journal of Technical Vocational and Engineering Technology**, 3(3), 1–7.
- Chatzisyseon, E., Droumpali, A., Mantzavinos, D., & Venieri, D. (2011). Disinfection of water and wastewater by UV-A and UV-C irradiation: Application of real-time PCR method. **Photochemical & Photobiological Sciences**, 10(3), 389–395. <https://doi.org/10.1039/C0PP00161A>
- Department of Disaster Prevention and Mitigation. (2022). **Thailand disaster management report**. Bangkok: Ministry of Interior.
- Energy Policy and Planning Office. (2021). **Renewable energy development in Thailand**. Bangkok: EPPO.
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. (2019). **Emergency response units: Basic concepts and operational framework**. Geneva: IFRC.
- International Water Association. (2018). **Wastewater treatment guidelines**. London: IWA.
- Metcalf, & Eddy. (2014). **Wastewater engineering: Treatment and resource recovery** (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Montgomery, M.A., & Elimelech, M. (2007). Water and sanitation in developing countries: Including health in the equation. **Environmental Science & Technology**, 41(1), 17–24. <https://doi.org/10.1021/es072435t>
- Office of the National Water Resources. (2021). **Flood situation and water management in the Yom River Basin**. Bangkok: Prime Minister’s Office.
- Sirirattanachai, S., & Techato, K. (2017). **Constructed wetlands for wastewater treatment in tropical regions**. *Journal of Environmental Management*, 202, 244–252.
- Wisner, B., Gaillard, J.C., & Kelman, I. (2012). **Handbook of hazards and disaster risk reduction**. London: Routledge.
- World Health Organization. (2011). **Technical notes on drinking-water, sanitation and hygiene in emergencies**. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2017). **Guidelines for drinking-water quality** (4th ed.). Geneva: WHO Press.
- World Health Organization. (2018). **Guidelines on sanitation and health**. Geneva: WHO.



การศึกษาความปลอดภัยทางถนนบนเส้นทางท่องเที่ยว
เมืองมรดกโลกศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์
ROAD SAFETY ON TOURISM ROUTES IN SI THEP WORLD
HERITAGE CITY, PHETCHABUN PROVINCE

ศุจินธร ทรงสิทธิเดช*, ดลยฤทธิ์ เสถียรสุวจะ, กชกร นันทสาร, เพ็ญพิชชา นนสาลี,
เรืองลาวัลย์ สินธุชัย, อาทิตย์ อัมจิน

Suchinthorn Songsittidet*, Donyarit Settasuwacha, Kodchakon Nanthasan,
Phenphitcha Nonsalee, Ruanglawan Sinthuchai, Arthit Imchin

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000
Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: suchinthorn.s@psru.ac.th

วันที่เข้ารับ 9 เมษายน 2569

วันที่แก้ไขบทความ 27 เมษายน 2569

วันที่ตอบรับบทความ 27 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์อุบัติเหตุทางถนนบนเส้นทางท่องเที่ยวในเขตเมืองมรดกโลก อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ และระบุจุดเสี่ยงอันตรายเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ โดยประยุกต์ใช้เทคนิค ฮีริสตีคัล ซึ่งอาศัยข้อมูลเหตุการณ์เฉียดอุบัติเหตุจากประชาชนในพื้นที่เป็นเครื่องมือในการประเมินความเสี่ยง ข้อมูลถูกรวบรวมผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้นำชุมชนและเจ้าหน้าที่กู้ภัย ผลการศึกษาพบว่า เส้นทางเข้าสู่แหล่งท่องเที่ยวสำคัญ ได้แก่ อุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ และเขาคลังนก มีจุดเสี่ยงอันตรายรวม 11 จุด โดยส่วนใหญ่เป็นบริเวณทางโค้งและทางแยกที่ยังขาดอุปกรณ์ควบคุมจราจรและมาตรการด้านความปลอดภัยตามมาตรฐาน ปัจจัยเสี่ยงสำคัญ ได้แก่ การขาดป้ายเตือนทางโค้งและทางแยก ป้ายหยุดและเส้นหยุดที่ชัดเจน สภาพผิวจราจรที่มีความต่างระดับ สิ่งกีดขวางทัศนวิสัยจากต้นไม้และวัชพืช และการขาดแสงสว่างเพียงพอในเวลากลางคืน รวมถึงพฤติกรรมการใช้ความเร็วสูงของผู้ขับขี่ โดยเฉพาะรถยนต์และรถจักรยานยนต์ ซึ่งส่งผลให้ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มสูงขึ้น จากผลการศึกษาได้เสนอแนวทางการปรับปรุงด้านวิศวกรรมจราจรและการจัดการความปลอดภัยทางถนนที่เหมาะสมเพื่อช่วยลดความเสี่ยงและยกระดับความปลอดภัยบนเส้นทางท่องเที่ยวในพื้นที่อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ความปลอดภัยทางถนน, เส้นทางท่องเที่ยว, เมืองมรดกโลก, อุบัติเหตุทางถนน

Abstract

This study aims to investigate the road accident situation on tourist routes leading to the UNESCO World Heritage Sites of Si Thep District, Phetchabun Province, and to identify road risk points for analysis. The study also analyzes the causes of road accidents by applying the Hiyari Hatto technique from local residents, leading to the suggestions of appropriate guidelines for accident prevention. In-depth interviews were conducted with stakeholders, including village heads and rescue workers in the study area. The findings revealed that the roads leading to the World Heritage Site of Si Thep District, specifically the Si Thep Historical Park and Khao Khlang Nok, have 11 high-risk points. These are mostly curves and intersections, often lacking curve or intersection warning signs, stop signs, and clear stop lines. Other issues include uneven road surfaces, trees and weeds obstructing visibility, insufficient lighting at night, and the high speeds of most vehicles, which are cars and motorcycles. Therefore, guidelines for improvement were proposed to reduce the risk of future accidents.

Keywords: Road safety, Tourism route, World heritage city, Road accidents

1. บทนำ

อุบัติเหตุทางถนนในประเทศไทยถือเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนอย่างต่อเนื่อง โดยแต่ละปีมีรายงานจำนวนผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บในระดับสูง จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) พบว่าประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่มีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนสูงเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก และเคยอยู่ในกลุ่มประเทศที่มีอัตราการเสียชีวิตสูงที่สุดในช่วงหลายปีที่ผ่านมา (WHO, 2023) สะท้อนให้เห็นถึงความรุนแรงของปัญหาและความจำเป็นในการดำเนินการมาตรการป้องกันอย่างจริงจัง

ประเทศไทยมีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนอยู่ที่ประมาณ 32.7 คนต่อประชากร 100,000 คน ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของโลกที่อยู่ที่ 18.2 คนต่อประชากร 100,000 คนอย่างมีนัยสำคัญ (DDPM, 2021) โดยสาเหตุมาจากพฤติกรรมของผู้ขับขี่ เช่น การใช้ความเร็วเกินกำหนดและเมาแล้วขับ รวมถึงปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ถนนที่ขาดมาตรฐาน ทัศนวิสัยในการมองเห็นที่ไม่เหมาะสม และสภาพยานพาหนะที่ขัดข้อง ซึ่งเป็นความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุและส่งผลกระทบต่อทั้งผู้ขับขี่และผู้ใช้ถนน (WHO, 2018) การขับรถโดยประมาทเป็นปัญหาที่แพร่หลายในและเป็นสาเหตุของอุบัติเหตุทางถนนมากมาย เช่น ดัดหน้ารถคันอื่น ไม่ปฏิบัติตามสัญญาณไฟจราจร อุบัติเหตุจาก

รถจักรยานยนต์เป็นอุบัติเหตุบนถนนที่พบมากที่สุดในประเทศไทยกว่า 70% (กัมพลพัฒน์, 2566) ของอุบัติเหตุทั้งหมด

การเดินทางท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติมักใช้ถนนเป็นเส้นทางหลักทำให้เกิดการจราจรติดขัดโดยเฉพาะช่วงเทศกาลหรือสถานที่ที่มีชื่อเสียงมีความสวยงามโดดเด่น นักท่องเที่ยวชาวไทยที่นิยมใช้รถยนต์ส่วนตัวในการเดินทาง และนักท่องเที่ยวต่างชาติจะใช้รถสาธารณะที่มีในท้องถิ่น หากเส้นทางที่ใช้มีสภาพที่ไม่สมบูรณ์ มีหลุมถนนเกิดรอยร้าว เส้นทางที่แคบ โค้งอันตราย สภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเดินทาง หากไม่คุ้นเคยกับเส้นทางอาจเกิดอุบัติเหตุได้ เมืองเก่าศรีเทพเป็นสถานที่ทางประวัติศาสตร์ของไทยที่ถูกพิจารณาให้ขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลกจากทั้งหมด 7 แห่ง ในวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2566 (กรมศิลปากร, 2566) เมืองเก่าศรีเทพตั้งอยู่ในตำบลศรีเทพ อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ เมื่อได้ขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลกจึงทำให้เป็นที่รู้จักเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ด้วยปัญหาในการใช้เส้นทางที่ไม่คุ้นเคย ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการศึกษาความปลอดภัยทางถนนท่องเที่ยวเมืองมรดกโลกของอำเภอศรีเทพ ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคฮิยาริ ฮัตโตะ ซึ่งสามารถทำให้ชุมชนทราบจุดเกิดอุบัติเหตุบ่อย และระวังเป็นพิเศษ การระบุจุดเสี่ยงในแผนที่หรือระบุความเสี่ยงของถนนที่รถยนต์สัญจร และความเสี่ยงจากการฝ่าฝืนกฎจราจร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุในเส้นทางท่องเที่ยว อีกทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพของเส้นทางท่องเที่ยวทางถนนให้เกิดความปลอดภัยสำหรับนักท่องเที่ยวให้เกิดความประทับใจและกลับมาท่องเที่ยวซ้ำในครั้งต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาสถานการณ์เกิดอุบัติเหตุเส้นทางท่องเที่ยวเมืองมรดกโลกอำเภอศรีเทพ
- 2.2 เพื่อศึกษาข้อมูลจุดเสี่ยงทางถนนของเส้นทางท่องเที่ยวเมืองมรดกโลกอำเภอศรีเทพ
- 2.3 เพื่อวิเคราะห์จุดเสี่ยงโดยวิธีการ ฮิยาริ ฮัตโตะ และเสนอแนวทางการแก้ไขจุดเสี่ยงเส้นทางเมืองมรดกโลกอำเภอศรีเทพ

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสำรวจข้อมูลจากประชาชนที่อยู่ในท้องถิ่น มีความเข้าใจและประสบการณ์จากสภาพอันตรายในพื้นที่บริเวณนั้นได้มาร่วมกันระบุจุดเสี่ยงอันตรายในพื้นที่ โดยมีกรอบการดำเนินงานวิจัยในภาพที่ 1

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลปฐมภูมิใช้วิธีการสัมภาษณ์ หรือการสังเกตการณ์ของคนในชุมชนจากการลงพื้นที่ที่พบกับปัญหาโดยตรง

ข้อมูลทุติยภูมิ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุเส้นทางท่องเที่ยวสู่เมืองมรดกโลกศรีเทพ จากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้แก่ กำนันหรือตัวแทนจาก 4 ตำบล ที่เป็นเส้นทางสำหรับสู่เมืองมรดกโลกศรีเทพ ประกอบด้วย ตำบลสระกรวด ตำบลโคกสะอาด ตำบลศรีเทพ และตำบลนาสนุ่น ภูภัยพังไถ่ รวมถึงการมีส่วนร่วมของประชาชน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการการศึกษา

3.2.1 แบบสัมภาษณ์แบบปลายเปิดในประเด็นการเกิดอุบัติเหตุบนถนนโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เกี่ยวข้องทั้งผู้นำชุมชนและผู้เกี่ยวข้อง ออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

- 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
- 2) ปัจจัยสร้างความปลอดภัยกับสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ
- 3) สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในการใช้รถจักรยานยนต์
- 4) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับปัจจัยการสร้างความปลอดภัยกับสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ

3.2.2 การใช้หลักการ ฮียาริ ฮัตโตะ ใช้ภาพแผนที่เพื่อมาร์คจุดเกิดอุบัติเหตุ อันตรายและความเสี่ยงด้วยสีของสติ๊กเกอร์ระบุความเสี่ยง

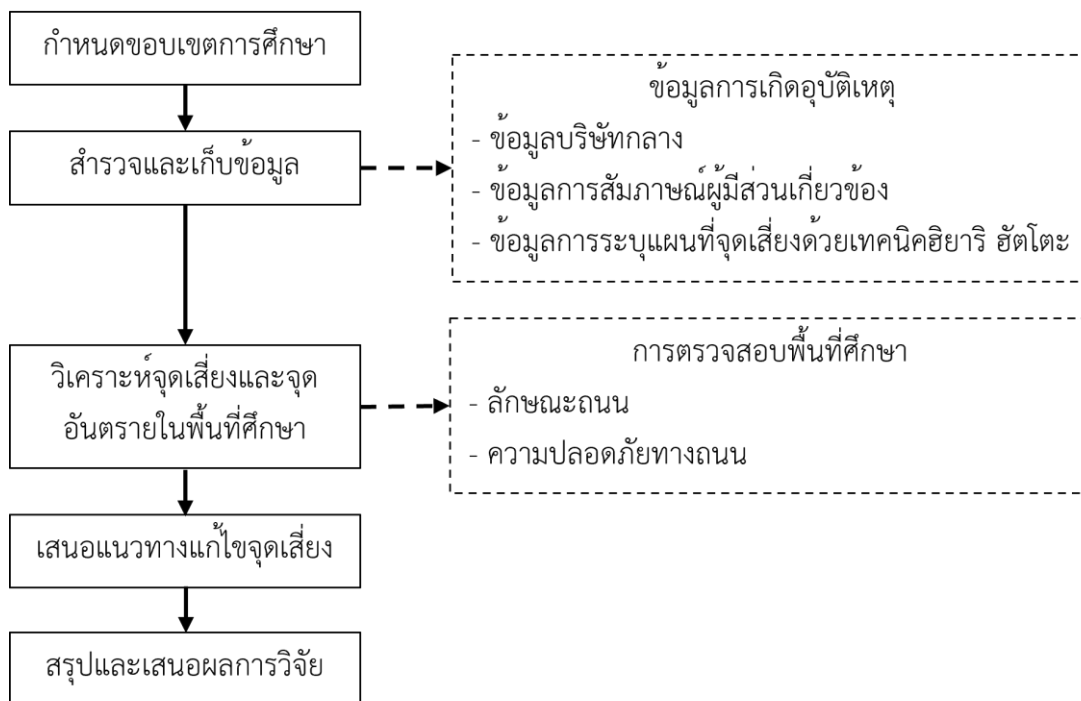
3.2.3 การใช้ภาพจาก Google maps เพื่อศึกษาเส้นทางสำหรับสู่เมืองมรดกโลกศรีเทพ

3.3 ขอบเขตการศึกษา

เส้นทางเข้าเมืองมรดกโลกศรีเทพ ทั้งหมด 3 เส้นทาง (1) เริ่มตั้งแต่บ้านบึงนาจาน ตำบลศรีเทพ ถึงอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ รวมระยะทางทั้งหมดเป็น 1.5 กิโลเมตร (2) จากแยกศรีเทพ ทางหลวงหมายเลข 2219 ถึงอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ รวมระยะทาง 9.9 กิโลเมตร และ (3) จากบ้านนาสนุ่น ตำบลนาสนุ่น ทางหลวงหมายเลข 2275 ถึงอุทยานประวัติศาสตร์ศรีเทพ รวมระยะทางทั้งหมดเป็น 8.9 กิโลเมตร โดยพิจารณาบริเวณชุมชนจุดเสี่ยงและจุดอันตรายที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง ใช้ข้อมูลทางกายภาพประกอบการดำเนินการตรวจสอบความปลอดภัย

3.4 เสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไข

การวิเคราะห์เส้นทางเข้าสู่เมืองมรดกโลก โดยพิจารณาปัจจัยเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนด้วยเทคนิคการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนสามารถค้นหาปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ บนถนนได้ (บุญพล และคณะ, 2564) การระบุจุดเสี่ยงจากผู้เกี่ยวข้องและสำรวจข้อมูลกายภาพของถนนตามขั้นตอนการตรวจสอบถนนที่เปิดให้บริการแล้ว (Existing roads) เนื่องจากถนนนั้นอาจเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามกาลเวลา จึงอาจพบปัญหาความไม่ปลอดภัยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของถนน ซึ่งจะทำให้สามารถระบุข้อบกพร่องด้านความปลอดภัยของถนนที่ยังคงหลงเหลืออยู่ได้ (กรมทางหลวง, 2564) เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไข



ภาพที่ 1 กรอบการดำเนินงานวิจัย

4. ผลการวิจัย

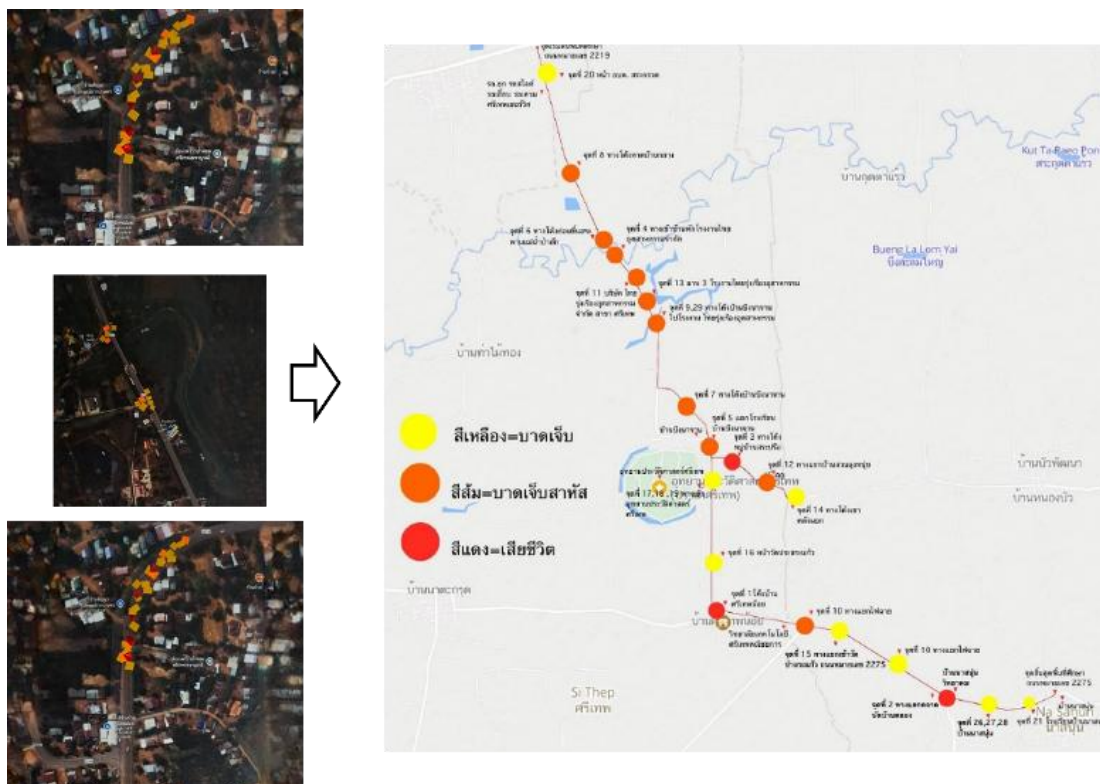
4.1 ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้นำชุมชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในเส้นทางท่องเที่ยวเมืองมรดกโลก ศรีเทพ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ต่าง ๆ ได้แก่ ตำบลศรีเทพ 6 หมู่บ้าน ตำบลนาสนุ่น 6 หมู่บ้าน ตำบลโคกสะอาด จำนวน 1 หมู่บ้าน และตำบลสระกรวด 1 หมู่บ้าน รวม 14 หมู่บ้าน พบว่า ในช่วง 3 ปี ย้อนหลัง มีอุบัติเหตุทั้งหมด 27 จุด ในบริเวณทางตรง ทางโค้ง และทางแยก โดยมีสาเหตุปัจจัยใหญ่ 2 ปัจจัย ประกอบด้วย ปัจจัยทางกายภาพของถนน และปัจจัยพฤติกรรมรถขับขี่ นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์สถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุจากหน่วยงานกู้ภัยพังไถ่ พบว่า มีทั้งหมด 12 จุด มีการเกิดอุบัติเหตุรวม 61 ครั้ง บาดเจ็บ 77 ราย เสียชีวิต 3 ราย โดยสาเหตุอุบัติเหตุเกิดจาก 1) สภาพถนนที่ชำรุด มีหลุมบนถนน 2) พฤติกรรมรถขับขี่เร็วและรถจักรยานยนต์ที่ใช้ความเร็วสูง และ 3) ต้นไม้และป้ายโฆษณาบดบังป้ายเตือนทางแยก บดบังถนนทำให้ความสามารถในการมองเห็นลดลง

4.2 การค้นหาจุดเสี่ยงอันตรายในพื้นที่ศึกษาด้วยเทคนิคฮิยาริ ฮัตโตะ

การระบุจุดเสี่ยงอันตรายด้วยเทคนิคฮิยาริ ฮัตโตะลงบนแผนที่บริเวณพื้นที่ศึกษา โดยการมีส่วนร่วมจากประชาชนในพื้นที่จากประสบการณ์ใช้ถนนที่เข้าสู่เมืองมรดกโลกศรีเทพด้วยสถิติเกอร์ลีต่าง ๆ ประกอบด้วย สีเหลือง หมายถึง การบาดเจ็บเล็กน้อย สีส้ม หมายถึง การบาดเจ็บสาหัส สีแดง หมายถึง การเสียชีวิต โดยตัวอย่างการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้เทคนิคฮิยาริ ฮัตโตะเกิดอุบัติเหตุ

ทั้งหมด 29 จุด โดยจุดที่มีลักษณะเกือบเกิดอุบัติเหตุหรือบาดเจ็บเล็กน้อยมี 19 จุด จุดที่มีอุบัติเหตุมีผู้บาดเจ็บสาหัส 5 จุด และจุดที่เกิดอุบัติเหตุมีผู้เสียชีวิต 5 จุด สรุปได้ดังภาพที่ 2



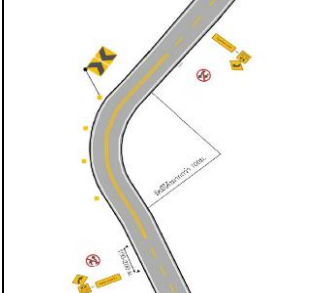
ภาพที่ 2 แผนที่ระบุจุดเสี่ยงในเขตพื้นที่การศึกษา

จากภาพที่ 2 แผนที่จุดเสี่ยงที่รวบรวมจากการระบุจุดเสี่ยงอันตรายของประชาชนผู้ใช้รถใช้ถนนในพื้นที่ศึกษาจำนวน 131 คน พบจุดเสี่ยงอันตราย 32 จุด จำนวนอุบัติเหตุ 130 ครั้ง ในเส้นทางเข้าสู่เมืองมรดกโลกศรีเทพ โดยสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุเกิดจาก 1) สภาพถนนที่ชำรุดเสียหายพื้นผิวถนนขรุขระ 2) พฤติกรรมการขับซิ่งรถยนต์และรถจักรยานยนต์ที่ใช้ความเร็วสูง 3) สภาพแวดล้อมของถนนที่ไม่เหมาะสม มีต้นไม้วัชพืชและป้ายโฆษณาบดบังทัศนวิสัย ทำให้ความสามารถในการมองเห็นลดลง และ 4) การขับซี่ยานพาหนะขณะมีฝน

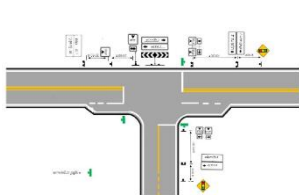
4.3 การวิเคราะห์จุดเสี่ยงและจุดอันตราย

การรวบรวมข้อมูลจุดเสี่ยงเส้นทางเดินทางเข้าสู่เมืองมรดกโลกศรีเทพ จากแหล่งข้อมูลประกอบด้วย การสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน หน่วยกู้ภัย และการระบุจุดเสี่ยงด้วยเทคนิคฮิยาริ ฮัตโตะจากประชาชนในพื้นที่ พบจุดเสี่ยงที่ระบุตรงกันซ้ำ ๆ จำนวน 11 จุด ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของจุดเสี่ยงและจุดอันตรายดังกล่าว จึงดำเนินการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยงและจุดอันตรายดังตารางที่ 1

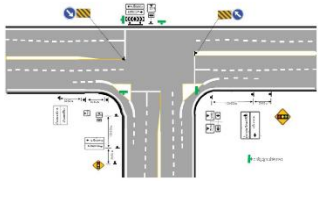
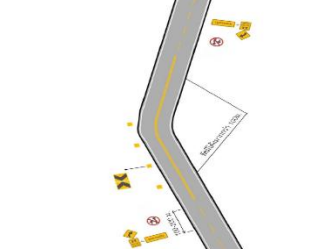
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยง/จุดอันตรายและข้อเสนอปรับปรุงแก้ไข

ลักษณะถนน	สภาพทั่วไป	ข้อเสนอแนะ/ปรับปรุง
1. ทางแยกเข้าหมู่บ้านเนินถาวร  	สภาพทั่วไป: เป็นย่านชุมชน ย่านการเกษตร โรงเรียน บ้านเรือนและร้านค้า กว้าง 3.5 เมตร ไหล่ทางกว้าง 1.5 เมตร สาเหตุ: ทางแยกและทางโค้ง ทล. 2275 มีป้ายเตือนทางโค้งแต่มีป้ายโฆษณาบัง ซึ่งเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ จากการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน พบว่า 1) ความสามารถในการมองเห็นน้อยลง 2) แสงสว่างในการมองเห็นไม่เพียงพอ	- นำป้ายโฆษณาออกเพื่อเพิ่มทัศนวิสัยการมองเห็น - ติดป้ายหยุดและตีเส้นหยุดเพื่อให้รถหยุดตามเส้นหยุด - ติดเสาไฟฟ้าเพื่อเพิ่มแสงสว่างและตีเส้นบริเวณทางแยกให้ชัดเจน
2. ทางโค้งบ้านบึงนาจาน  	สภาพทั่วไป: ทล.2219 เป็นย่านชุมชนและการเกษตรมีรถบรรทุกขนาดใหญ่สัญจร ถนนกว้าง 3.5 เมตร ไหล่ทางกว้าง 2 เมตร สาเหตุ: จุดเสี่ยงและจุดอันตรายเป็นทางโค้งที่ไม่ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้ง จากการตรวจสอบ พบว่า 1) ความสามารถในการมองเห็นน้อยลง 2) ไม่มีการติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งบริเวณทางโค้ง	- ตัดต้นไม้ที่บดบังการมองเห็นป้ายจราจร - ปรับแก้เส้นจราจรให้เป็นเส้นห้ามแซงในบริเวณทางโค้ง - ติดตั้งป้ายนำทางโค้งบริเวณทางโค้ง เพิ่มเส้นหยุดให้ชัดเจนและติดไฟกระพริบ

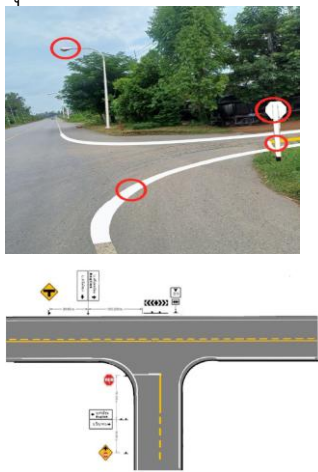
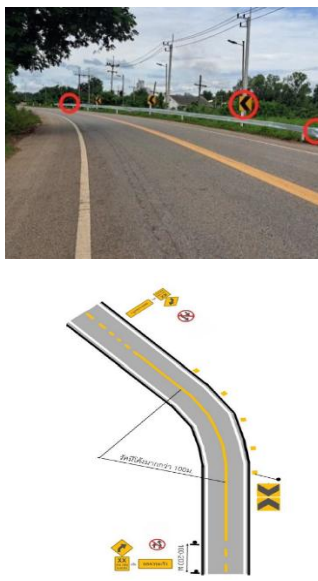
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยง/จุดอันตรายและข้อเสนอปรับปรุงแก้ไข (ต่อ)

ลักษณะถนน	สภาพทั่วไป	ข้อเสนอแนะ/ปรับปรุง
3. แยกไฟฉายหมู่บ้านศรีเทพน้อย  	สภาพทั่วไป: ทางแยกมีไฟสัญญาณไฟจราจรบริเวณ ทล.2275 มีรถยนต์และรถจักรยานยนต์สัญจรเนื่องจากเป็นย่านทางการเกษตรและโรงเรียน ถนนขนาด 2 ช่องจราจร กว้าง 3.5 เมตร ไหล่ทางกว้าง 1 เมตร สาเหตุ: รถยนต์และรถจักรยานยนต์ใช้ความเร็วสูง และสัญญาณจราจรขัดข้องบ่อย รถไม่หยุดที่เส้นหยุด ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุรุนแรง จากการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน พบ ดังนี้ 1) ไฟสัญญาณจราจรขัดข้อง 2) เส้นจราจรไม่ชัดเจน 3) ป้ายเตือนทางแยกชำรุด	ไฟสัญญาณจราจรขัดข้องจนทำให้เกิดการเฉี่ยวชนประสานงาน โดยข้อเสนอแนะดังนี้ - ปรับปรุงป้ายเตือนทางแยก - ประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้มาตรวจสอบและดำเนินการแก้ไขไฟสัญญาณจราจร
4. ทางโค้งบ้านศรีเทพน้อย  	สภาพทั่วไป: ทางโค้ง ทล.2219 มีรถยนต์ จักรยานยนต์และรถบรรทุกสัญจร เนื่องจากเป็นย่านชุมชน และตลาด มีบ้านเรือนตลอด 2 ฝั่งถนน กว้าง 3.5 เมตร ไหล่ทางกว้าง 1 เมตร สาเหตุ: ทางโค้งที่ไม่มีการติดตั้งป้ายนำทางโค้ง มีระดับพื้นผิวจราจรมีความต่างระดับ มีป้ายเตือนทางโค้งแต่มีต้นไม้บัง จากการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน พบว่า 1)ทัศนวิสัยการมองเห็นไม่ดี 2) พื้นถนนต่างระดับ และ 3) ไม่มีป้ายเตือนทางโค้ง และป้ายนำทางโค้ง	- ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งบริเวณทางขวา - ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งบริเวณทางโค้ง - ติดตั้งไฟส่องสว่างเพิ่มเติมและตีเส้นทึบบริเวณทางโค้งให้ชัดเจน

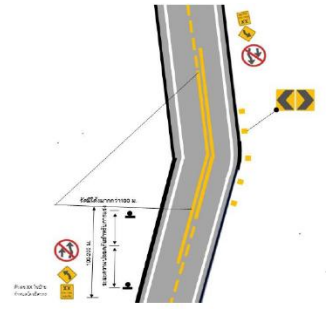
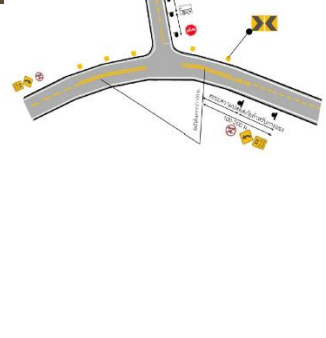
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยง/จุดอันตรายและข้อเสนอปรับปรุงแก้ไข (ต่อ)

ลักษณะถนน	สภาพทั่วไป	ข้อเสนอแนะ/ปรับปรุง
5. แยกรอบนอกบ้านบึงนาจาน  	สภาพทั่วไป: ทางแยกที่มีไฟสัญญาณไฟบริเวณ ทล. 2219 มีรถบรรทุกขนาดใหญ่ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถยนต์และรถจักรยานยนต์สัญจรเป็นย่านการเกษตรและโรงเรียน ถนนกว้าง 3.5 เมตร ไหล่ทางกว้าง 1 เมตร สาเหตุ: รถใช้ความเร็วสูงและไฟสัญญาณจราจรขัดข้องบ่อย จากการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน พบว่า 1) ไฟสัญญาณจราจรขัดข้อง 2) เส้นจราจรไม่ชัดเจน และ 3) สภาพถนนไม่เรียบขรุขระ	- ประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้มาตรวจสอบและดำเนินการแก้ไขพื้นผิวถนน - ประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้มาตรวจสอบและดำเนินการแก้ไขไฟสัญญาณจราจร
6. ทางโค้งบ้านบึงนาจานไปโรงงานไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรม  	สภาพทั่วไป: ทางโค้งบริเวณ ทล. 2219 มีรถบรรทุกขนาดใหญ่ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถยนต์และจักรยานยนต์สัญจร เป็นย่านอุตสาหกรรม ชุมชนและการเกษตร ทำให้พื้นผิวถนนชำรุด ถนนกว้าง 3.5 เมตร ไหล่ทางกว้าง 1 เมตร สาเหตุ : เป็นทางโค้งที่ไม่มีไฟส่องสว่าง ไม่มีป้ายเตือนทางโค้ง จากการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน พบว่า 1) การมองเห็นน้อยลงไม่ชัดเจน และ 2) ไม่มีป้ายเตือนทางโค้ง	- ติดตั้งไฟส่องสว่างในบริเวณทางโค้ง - ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้ง - ตีเส้นทึบบริเวณทางโค้งให้ชัดเจน

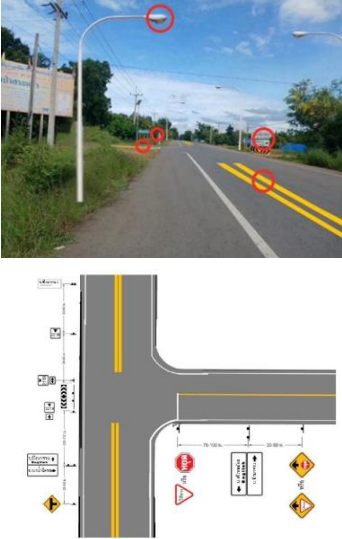
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยง/จุดอันตรายและข้อเสนอปรับปรุงแก้ไข (ต่อ)

ลักษณะถนน	สภาพทั่วไป	ข้อเสนอแนะ/ปรับปรุง
7. ทางเข้าเขตบ้านพัก พนักงานโรงงานไทยรุ่งเรือง อุตสาหกรรม 	สภาพทั่วไป : ทางเข้าเขตบ้านพัก พนักงานอยู่ใกล้สะพานบน ทล.2219 มีการสัญจรของรถบรรทุกขนาดใหญ่ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถยนต์และ จักรยานยนต์ เป็นย่านอุตสาหกรรม และชุมชน ถนนกว้าง 3.5 เมตร ไหล่ทางกว้าง 1 เมตร สาเหตุ : เป็นทางแยกที่ไม่มีไฟส่องสว่าง รถใช้ความเร็วสูง พื้นถนนต่างระดับ การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน พบ ลักษณะถนนทำให้เกิด ความเสี่ยง	- เพิ่มเส้นชะลอความเร็ว และติดตั้งป้ายหยุดและตีเส้นหยุด - ตีเส้นบริเวณทางแยกให้ชัดเจน - ติดตั้งไฟส่องสว่าง บริเวณทางเข้าหมู่บ้าน
8. ทางโค้งบนสะพาน สะพานแม่น้ำป่าสัก 	สภาพทั่วไป : โค้งทางบนสะพาน สะพานแม่น้ำป่าสักบริเวณ ทล.2219 เป็นย่านอุตสาหกรรม ชุมชนและการเกษตรมีรถบรรทุกขนาดใหญ่ สัญจร ถนนกว้าง 2 เมตร ไหล่ทางกว้าง 1 เมตร สาเหตุ : เป็นทางโค้งบนสะพาน มักเกิดเหตุช่วงทางชัน รถใช้ความเร็ว บริเวณทางโค้งที่มีไฟส่องสว่างไม่เพียงพอ จากการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน พบว่า แสงสว่างในการมองเห็นน้อยลง เส้นจราจรไม่ชัดเจน ติดตั้งราวกันอันตรายแค่นิดเดียว ทำให้รถหลุดโค้ง	- ติดตั้งไฟส่องสว่างในบริเวณทางโค้ง - ติดตั้งราวกันอันตรายเพิ่มอีกหนึ่งฝั่งและติดตั้งป้ายนำทางโค้งเพิ่มเติม - ติดตั้งราวกันอันตราย

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยง/จุดอันตรายและข้อเสนอปรับปรุงแก้ไข (ต่อ)

ลักษณะถนน	สภาพทั่วไป	ข้อเสนอแนะ/ปรับปรุง
9. ทางโค้งบ้านใหม่สาธิต  	สภาพทั่วไป : บริเวณ ทล.2219 มีรถบรรทุกขนาดใหญ่ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถยนต์และจักรยานยนต์สัญจรเนื่องจากเป็นย่านชุมชนและการเกษตร กว้าง 2 เมตร ไหล่ทางกว้าง 1 เมตร สาเหตุ : รถใช้ความเร็วสูงและทางโค้งที่มีไฟส่องสว่างไม่เพียงพอ เส้นจราจรไม่ถูกต้อง ไม่มีป้ายเตือนนำทางโค้งจากการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน พบว่า แสงสว่างในการมองเห็นน้อยลง รถส่วนใหญ่ใช้ความเร็วสูงและมองไม่เห็นว่าเป็นทางโค้ง	- ติดตั้งไฟส่องสว่างในบริเวณทางโค้ง - เพิ่มเส้นชะลอความเร็ว - ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งบนทางโค้ง
10. ทางแยกเข้าวัดป่าสระแก้วถนนทางหลวง  	สภาพทั่วไป : ทล.2275 มีรถบรรทุกขนาดใหญ่ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถยนต์และจักรยานยนต์สัญจรเนื่องจากเป็นย่านชุมชนและการเกษตร ถนนกว้าง 2 เมตร ไหล่ทางกว้าง 1 เมตร สาเหตุ : เป็นทางโค้งและมีทางแยกเข้าไปในวัดป่า รถใช้ความเร็วสูงเป็นทางโค้งที่มีไฟส่องสว่างไม่เพียงพอ มีเส้นจราจรให้แสงในทางโค้งซึ่งเสี่ยงอันตราย ไม่มีป้ายเตือนนำทางโค้งจากการตรวจสอบ พบว่า แสงสว่างในการมองเห็นน้อยลง รถส่วนใหญ่ใช้ความเร็วสูงและมองไม่เห็นว่าเป็นทางโค้ง	- ติดตั้งไฟส่องสว่างในบริเวณทางโค้งและป้ายเตือนทางโค้ง - ติดตั้งป้ายนำโค้งและตีเส้นห้ามแซงบริเวณทางโค้งให้ชัดเจน - เพิ่มเส้นชะลอความเร็ว ติดตั้งไฟกระพริบบริเวณทางเข้าวัดป่าสระแก้ว

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยง/จุดอันตรายและข้อเสนอปรับปรุงแก้ไข (ต่อ)

ลักษณะถนน	สภาพทั่วไป	ข้อเสนอแนะ/ปรับปรุง
11. ทางแยกเข้าวัดป่าบนถนน ทางหลวงหมายเลข 2219 	สภาพทั่วไป : บริเวณถนน ทล.2219 มี รถบรรทุกขนาดใหญ่ รถบรรทุกขนาดเล็ก รถยนต์และจักรยานยนต์สัญจร เนื่องจากเป็นย่านชุมชนและ การเกษตร มีถนน 2 ช่องจราจร กว้าง 2 เมตร ไหล่ทางกว้าง 1 เมตร สาเหตุ : เป็นทางแยก รถใช้ความเร็ว สูง ไฟส่องสว่างไม่เพียงพอทำให้ไม่ สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน เส้น จราจรไม่ถูกต้อง และไม่มีป้ายเตือน ทางแยก การตรวจสอบความปลอดภัย ทางถนน พบว่า แสงสว่างในการ มองเห็นน้อยลง รถส่วนใหญ่ใช้ ความเร็วสูงและมองไม่เห็นว่าเป็นทาง แยก	- ติดตั้งไฟส่องสว่างใน บริเวณทางโค้ง - ติดตั้งป้ายเตือน บริเวณทางแยก - ติดตั้งป้ายบอกทาง บริเวณทางโค้ง - ติดตั้งป้ายหยุดตีเส้นหยุด ตีเส้นทึบให้ชัดเจน

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

การศึกษาจุดเสี่ยงอันตรายบนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองมรดกโลกอำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน สำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว ร่วมกับเทคนิคการระบุจุดเสี่ยงเชิงประสบการณ์ อียาริ ฮัตโตะ ซึ่งเป็นการรวบรวมเหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ ทำให้สามารถระบุจุดเสี่ยงได้อย่างครอบคลุมทั้งในมิติทางวิศวกรรมและมิติการรับรู้ของผู้ใช้ทาง ผลการศึกษาพบว่าจากการสำรวจทั้งหมด 11 จุด จุดเสี่ยงส่วนใหญ่เป็นบริเวณทางแยก รองลงมาเป็นทางโค้ง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทางวิศวกรรมจราจรที่ระบุว่าทางแยกเป็นตำแหน่งที่มีความขัดแย้งของกระแสจราจรสูง และมีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าช่วงทางตรงทั่วไป ขณะที่ทางโค้งมีข้อจำกัดด้านระยะมองเห็นและการรับรู้แนวเส้นทางของผู้ขับขี่ ส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการใช้ความเร็วไม่เหมาะสมและการควบคุมยานพาหนะไม่ปลอดภัย

สำหรับแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในจุดเสี่ยงประเภททางแยก พบว่ามาตรการที่เสนอส่วนใหญ่เป็นมาตรการด้านวิศวกรรมจราจรพื้นฐาน ได้แก่ การติดตั้งไฟส่องสว่างให้เพียงพอ การติดตั้งป้ายหยุด การตีเส้นหยุดและเส้นจราจรให้ชัดเจน รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์เตือนเพื่อลดความเร็ว ซึ่งเป็นมาตรการที่ช่วยเพิ่มการมองเห็นและการรับรู้ของผู้ขับขี่ ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงของการชนกันได้อย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนของจุดเสี่ยงประเภททางโค้ง แนวทางการปรับปรุงเน้นไปที่การเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการนำทางและการเตือนล่วงหน้า เช่น การติดตั้งป้ายนำทางโค้ง ป้ายเตือนลดความเร็ว เครื่องหมายบนพื้นทาง และการกำจัดสิ่งกีดขวางบริเวณไหล่ทาง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการด้านความปลอดภัยทางถนนที่มุ่งลดความรุนแรงของอุบัติเหตุ และเพิ่มโอกาสในการควบคุมยานพาหนะของผู้ขับขี่

จากการทบทวนเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบริบทเส้นทางท่องเที่ยวของประเทศไทย พบว่า ปัจจัยเสี่ยงที่ตรวจพบในพื้นที่ศึกษานี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาในพื้นที่อื่น เช่น ปัญหาการขาดแคลนป้ายจราจรที่ชัดเจน ไฟส่องสว่างไม่เพียงพอ เส้นทางจราจรไม่ชัดเจน และการบังคับทัศนวิสัยจากสิ่งแหวดล้อม ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าปัญหาความปลอดภัยบนเส้นทางท่องเที่ยวมีลักษณะเชิงระบบ และสามารถใช้มาตรการมาตรฐานทางวิศวกรรมจราจรในการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ ร่วมกับการขับเคลื่อนเชิงนโยบาย เช่น การจัดการความเร็ว การพัฒนามาตรการด้านความปลอดภัยบนเส้นทางท่องเที่ยวเมืองมรดกโลก และการดำเนินงานตามวิถีสистемаความปลอดภัยได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งจะนำไปสู่การลดความเสี่ยงและความรุนแรงของอุบัติเหตุในระยะยาวได้อย่างยั่งยืน

6. เอกสารอ้างอิง

กรมทางหลวง. (2564). **คู่มือการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนสำหรับกรมทางหลวง**.

ค้นจาก https://bhs.doh.go.th/files/download/RSA_manual.pdf

กรมศิลปากร. (2566). **เมืองโบราณศรีเทพ มรดกโลกของไทย**. กระทรวงวัฒนธรรม.

บุญพล มีไชโย, ศุจินธร ทรงสิทธิเดช, และดลฤทธิ เสถียรสุวจะ. (2564). การประยุกต์ใช้เทคนิคการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนเพื่อพัฒนาแผนที่ท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมในจังหวัดพิษณุโลก. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม**, 3(3), 207–226.

Department of Disaster Prevention and Mitigation. (2021). **Road accident statistics in Thailand**. Ministry of Interior, Thailand.

World Health Organization. (2018). **Global status report on road safety 2018**. Geneva: WHO.

World Health Organization. (2023). **Global status report on road safety 2023**. Geneva: WHO.

การออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด

THE DESIGN OF MULTI-PURPOSE FURNITURE FOR INDOOR CAT OWNERS

ณัฐธิดา จงรักษ์*, กมลภัทร อุทธา, ศิวกร หุ่นสิงห์

Nattida Jongrak*, Kamonpat Auta, Siwakorn Hunsing

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: Nattida.j@psru.ac.th

วันที่เข้าระบบ 31 มีนาคม 2569

วันที่แก้ไขบทความ 28 เมษายน 2569

วันที่ตอบรับบทความ 28 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องการออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด และ 2) ประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่สามารถใช้งานร่วมกันระหว่างมนุษย์และแมวได้อย่างเหมาะสม ผู้วิจัยกำหนดแนวทางการออกแบบโดยใช้หลักการต่อแบบโมดูลาร์ (Modular) ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อชิ้นส่วนได้อย่างยืดหยุ่นและไม่จำกัดรูปแบบ ทำให้วัตถุแต่ละชิ้นมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน สามารถแยกชิ้นส่วน ถอดประกอบ และปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ รวมถึงผสมผสานเทคนิคการสอดประสานของโครงสร้างวัตถุ จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยได้ออกแบบร่างผลิตภัณฑ์จำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบ A แนวคิดเกมตัวต่อเทอร์ติส รูปแบบ B แนวคิดเกมจิ๊กซอว์ และรูปแบบ C แนวคิดเกมเลโก้ จากนั้นนำแบบร่างไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบจำนวน 3 ท่าน ประเมินเพื่อคัดเลือก รูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ผลการประเมินพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันในการเลือก รูปแบบ B ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ภายหลังการคัดเลือก ผู้วิจัยได้นำรูปแบบ B ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และนำไปประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามแบบเจาะจง จำนวน 52 ท่าน ผลการประเมินพบว่า ด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านความสวยงาม และด้านการใช้วัสดุ อยู่ในระดับมาก ขณะที่ด้านความแข็งแรงและด้านความปลอดภัย อยู่ในระดับมากที่สุด สรุปได้ว่า การออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิดที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและได้รับความพึงพอใจจากผู้บริโภคและผู้เกี่ยวข้องในระดับมาก สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ที่ตอบสนองการใช้งานร่วมกันระหว่างมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์, การออกแบบเฟอร์นิเจอร์, ผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด

Abstract

This study on the design and development of multifunctional furniture for indoor cat owners aimed to: (1) design multifunctional furniture suitable for indoor cat owners, and (2) evaluate consumer satisfaction with the developed furniture. The study provides a guideline for designing furniture that can be effectively shared between humans and cats. The design concept was based on a modular system, which enables flexible and unlimited connections among components. This approach allows each unit to be interconnected while also supporting disassembly, reassembly, and functional reconfiguration. In addition, interlocking structural techniques were incorporated into the design. Based on this concept, three design alternatives were developed: Design A, inspired by Tetris; Design B, inspired by jigsaw puzzles; and Design C, inspired by LEGO. These alternatives were evaluated by three design experts to determine the most suitable design for prototype development. The results indicated that all experts agreed on selecting Design B, which achieved the highest mean score. Following the selection, Design B was developed into a prototype and evaluated for consumer satisfaction using purposive sampling with 52 participants. The results showed that usability, aesthetics, and material aspects were rated at a high level, while strength and safety were rated at the highest level. In conclusion, the developed multifunctional furniture for indoor cat owners was considered appropriate and achieved a high level of satisfaction among consumers and stakeholders. The findings can serve as a guideline for developing furniture that effectively supports shared use between humans and pets.

Keywords: Multifunctional furniture, Furniture design, Indoor cat owners

1. บทนำ

เฟอร์นิเจอร์หรือเครื่องเรือนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และมีการใช้งานมาอย่างยาวนาน ในประเทศไทยการผลิตเฟอร์นิเจอร์เริ่มมีการดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2476 โดยในระยะแรกเป็นการผลิตในลักษณะอุตสาหกรรมครัวเรือน รับทำตามความต้องการของลูกค้า ต่อมาความต้องการใช้เฟอร์นิเจอร์ภายในประเทศเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้มีผู้ประกอบการเข้ามาลงทุนในการผลิตและจำหน่ายมากขึ้น จนพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีการผลิตเพื่อการ

ส่งออก และมีการนำเครื่องมือและเครื่องจักรจากต่างประเทศมาใช้ในการผลิต เฟอร์นิเจอร์จึงถือเป็นสินค้าที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ในทุกกิจกรรม ตั้งแต่การพักผ่อน การทำงาน ไปจนถึงการใช้ชีวิตภายในที่อยู่อาศัยและสถานประกอบการต่าง ๆ อีกทั้งเมื่อสภาพเศรษฐกิจและจำนวนประชากรมีการเปลี่ยนแปลง ความต้องการใช้เฟอร์นิเจอร์เพิ่มขึ้นตามลำดับ รวมถึงแนวโน้มการเลือกใช้เฟอร์นิเจอร์ที่ตอบสนองต่อความสะดวกในการใช้งาน เช่น เฟอร์นิเจอร์แบบถอดประกอบได้ (Knock-down furniture) ซึ่งสะดวกต่อการติดตั้ง การเคลื่อนย้าย และสอดคล้องกับรูปแบบการอยู่อาศัยในปัจจุบัน (ณพสกล, 2550) ในขณะเดียวกัน การเลี้ยงแมวเป็นอีกหนึ่งกิจกรรมที่อยู่คู่กับมนุษย์มาเป็นเวลานาน โดยในอดีตมนุษย์เลี้ยงแมวเพื่อช่วยกำจัดหนูและป้องกันความเสียหายต่อพืชผลทางการเกษตร ต่อมาจึงมีการพัฒนาและปรับเปลี่ยนบทบาทของแมวมาเป็นสัตว์เลี้ยงภายในบ้าน เนื่องจากแมวมีลักษณะนิสัยที่สามารถปรับตัวเข้ากับการใช้ชีวิตร่วมกับมนุษย์ได้ดี มีความเฉลียวฉลาด รักอิสระ และสามารถดูแลตัวเองได้ในระดับหนึ่ง จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ไม่มีเวลาจำกัดหรืออาศัยอยู่ในพื้นที่จำกัด เช่น ที่พักอาศัยขนาดเล็กหรือหอพัก นอกจากนี้ แมวยังเป็นสัตว์เลี้ยงที่ช่วยสร้างความผ่อนคลายและเป็นเพื่อนคลายเหงาให้กับผู้เลี้ยงได้เป็นอย่างดี (ครองขวัญ, 2537) และจากแนวโน้มการอยู่อาศัยในปัจจุบันที่มีพื้นที่จำกัดมากขึ้น รวมถึงจำนวนผู้เลี้ยงแมวที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงเกิดความต้องการผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองการใช้งานร่วมกันระหว่างมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้อย่างเหมาะสม ผู้วิจัยซึ่งมีความสนใจในการเลี้ยงแมว จึงเล็งเห็นถึงโอกาสในการพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ที่สามารถใช้งานร่วมกันระหว่างคนและแมว โดยออกแบบให้มีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เหมาะสมกับพื้นที่อยู่อาศัย และรองรับการใช้งานได้หลากหลาย อันจะช่วยเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้เลี้ยงแมว อีกทั้งยังสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ที่เกี่ยวข้องในอนาคตต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด
- 2.2 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

- 3.1 ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ กำหนดแนวความคิดในการออกแบบโดยใช้หลักการต่อแบบโมดูลาร์ (Modular) มีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

(1) ศึกษาค้นคว้าจากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบ

(2) ทำการออกแบบภาพร่างผลิตภัณฑ์ตามพื้นฐานข้อมูลที่ได้ศึกษาจำนวน 3 รูปแบบ

(3) นำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน ประเมินและคัดเลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด ตามกรอบแนวคิดของอุดมศักดิ์ สาริบุตร (2550) คือ ประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม ความแข็งแรง ความปลอดภัย และวัสดุ

(4) ดำเนินการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

3.2 ขั้นตอนที่ 2 การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายสำหรับการออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำผลิตภัณฑ์ไปประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามแบบเจาะจง จำนวน 52 ท่าน ตามกรอบแนวคิดของการวิจัย จากนั้นจึงสรุปข้อมูลที่ได้มาจากการตอบแบบสอบถามประกอบภาพถ่ายมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มผู้บริโภค ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation : S.D.) พร้อมแปลผลตามเกณฑ์การตีความมาตรฐาน 5 ระดับตาม Likert scale (Likert, 1932) เพื่อตรวจสอบระดับความพึงพอใจและความเหมาะสมของต้นแบบที่ออกแบบขึ้นในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย น้ำหนักคะแนนถูกกำหนดเป็น 5 ระดับ ตามหลักการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (Likert, 1932) เพื่อให้การตีความผลการวิจัยมีความชัดเจน ดังนี้

ช่วงระดับ 4.50–5.00 หมายถึง มีค่าการประเมิน ระดับมากที่สุด

ช่วงระดับ 3.50–4.49 หมายถึง มีค่าการประเมิน ระดับมาก

ช่วงระดับ 2.50–3.49 หมายถึง มีค่าการประเมิน ระดับปานกลาง

ช่วงระดับ 1.50–2.49 หมายถึง มีค่าการประเมิน ระดับน้อยสุด

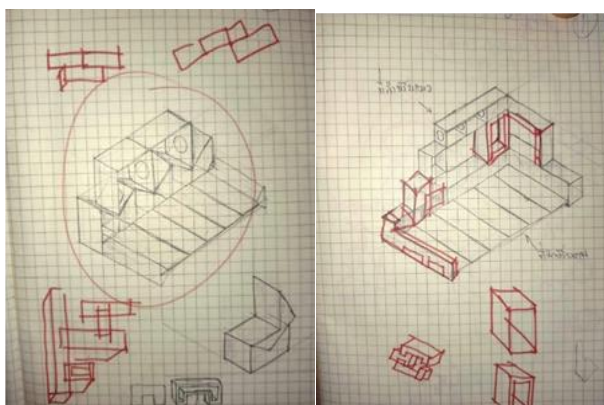
ช่วงระดับ 1.00–1.49 หมายถึง มีค่าการประเมิน ระดับน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาในขั้นตอนที่ 1 การออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด มีผลการวิจัยดังนี้ จากแนวคิดที่ผู้วิจัยได้กำหนดคือ การใช้หลักการต่อแบบโมดูลาร์

(Modular design) ซึ่งเป็นการนำองค์ประกอบหรือชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบต่อกันได้อย่างยืดหยุ่น ทั้งในรูปแบบที่จำกัดและไม่จำกัดสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ นอกจากนี้ยังผสมผสานเทคนิคการเชื่อมต่อแบบอินเตอร์ล็อก (Interlock) เพื่อให้ชิ้นงานแต่ละชิ้นสามารถยึดต่อกันได้อย่างมั่นคงและสะดวกต่อการถอดประกอบ ในการกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดมาจากรูปแบบของเกมตัวต่อจำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่ เกมตัวต่อเทอร์ติส เกมจิ๊กซอว์ และเกมเลโก้ ซึ่งลักษณะของเกมดังกล่าวมีการเชื่อมต่อชิ้นส่วนที่หลากหลาย สามารถจัดเรียงและปรับเปลี่ยนรูปแบบได้ตามต้องการ ผู้วิจัยจึงออกแบบร่างผลิตภัณฑ์จำนวน 3 รูปแบบ มีรายละเอียดการพัฒนาแบบตามขั้นตอน ดังนี้

(1) การออกแบบร่างขั้นต้น ผู้วิจัยทำการออกแบบร่างผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ตรงกับแนวความคิดและการใช้งานในหลาย ๆ รูปแบบ



ภาพที่ 1 การออกแบบร่างขั้นต้น

(2) การพัฒนาแบบ จากแบบร่างขั้นต้นผู้วิจัยได้มีการพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ 3 ครั้ง โดยเพิ่มรายละเอียดของการใช้งาน ขนาดให้มีความเหมาะสม มีรายละเอียดดังนี้

รูปแบบ A มีแนวคิดจากเกมตัวต่อเทอร์ติส รูปแบบของแต่ละบล็อกจะสามารถเกาะเกี่ยวกันด้วยตัวรูปร่างของบล็อกที่แตกต่างกัน และปรับเปลี่ยนการจัดวางได้ตามความต้องการของผู้ใช้

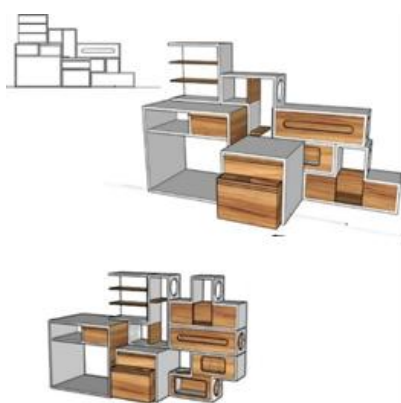


ครั้งที่ 1



ครั้งที่ 2

ภาพที่ 2 การพัฒนาแบบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของรูปแบบ A



ภาพที่ 3 การพัฒนาแบบครั้งสุดท้ายของรูปแบบ A

รูปแบบ B มีแนวคิดจากเกมจิ๊กซอว์ ในรูปแบบนี้แต่ละบล็อกจะเกาะเกี่ยวกันจากการสอดประสาน และปรับเปลี่ยนการจัดวางได้ตามความต้องการของผู้ใช้



ครั้งที่ 1



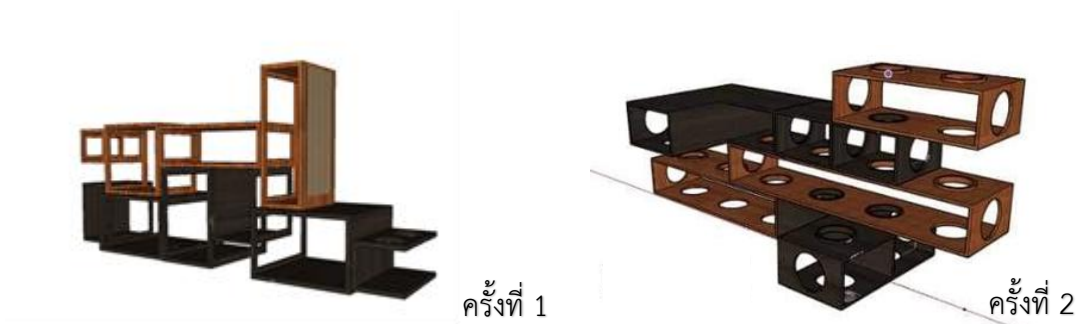
ครั้งที่ 2

ภาพที่ 4 การพัฒนาแบบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของรูปแบบ B

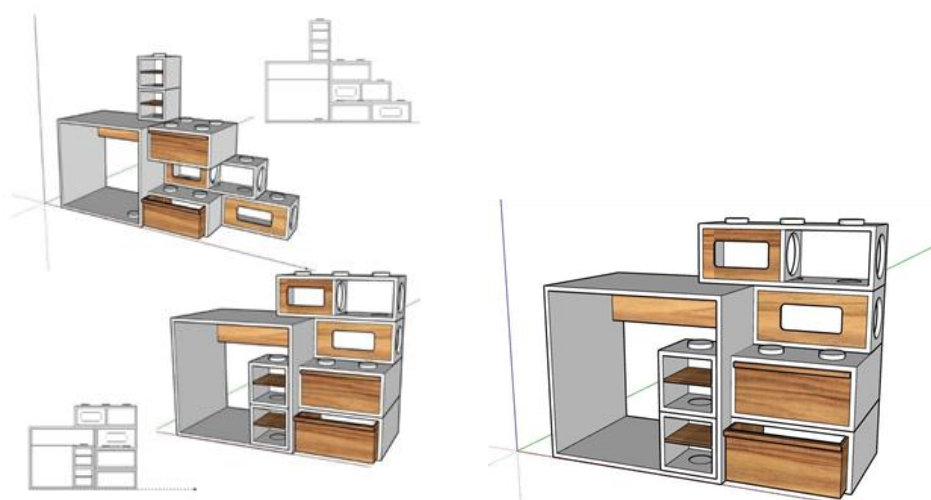


ภาพที่ 5 การพัฒนาแบบครั้งสุดท้ายของรูปแบบ B

รูปแบบ C มีแนวคิดจากเกมเลโก้ ตัวบล็อกแต่ละชิ้นจะมีลักษณะและขนาดที่ไม่เหมือนกันตามแนวคิดของเกมเลโก้ และปรับเปลี่ยนการจัดวางได้ตามความต้องการของผู้ใช้



ภาพที่ 6 การพัฒนาแบบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของรูปแบบ C



ภาพที่ 7 การพัฒนาแบบครั้งสุดท้ายของรูปแบบ C

(3) ผลจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญเพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จากการพัฒนาแบบครั้งสุดท้ายผู้วิจัยจึงได้นำทั้งสามรูปแบบไปสอบถามผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้ผลดังนี้

(3.1) ด้านประโยชน์ใช้สอย รูปแบบ A ค่าเฉลี่ยที่ 4.16 อยู่ในระดับมาก รูปแบบ B ค่าเฉลี่ยที่ 4.00 อยู่ในระดับมาก รูปแบบ C ค่าเฉลี่ยที่ 4.00 อยู่ในระดับมาก

(3.2) ด้านความสวยงาม รูปแบบ A ค่าเฉลี่ยที่ 4.00 อยู่ในระดับมาก รูปแบบ B ค่าเฉลี่ยที่ 4.16 อยู่ในระดับมาก รูปแบบ C ค่าเฉลี่ยที่ 4.00 อยู่ในระดับมาก

(3.3) ด้านความแข็งแรง รูปแบบ A ค่าเฉลี่ยที่ 3.83 อยู่ในระดับมาก รูปแบบ B ค่าเฉลี่ยที่ 4.33 อยู่ในระดับมาก รูปแบบ C ค่าเฉลี่ยที่ 4.66 อยู่ในระดับมากที่สุด

(3.4) ด้านความปลอดภัย รูปแบบ A ค่าเฉลี่ยที่ 4.33 อยู่ในระดับมากที่สุด รูปแบบ B และรูปแบบ C ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.66 อยู่ในระดับมากที่สุด

จากผลการประเมินสามารถสรุปได้ว่ารูปแบบที่มีความเหมาะสมที่สุดคือ รูปแบบ B มีแนวคิดมาจากเกมส์จิกซอร์ ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบ B ไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



ภาพที่ 8 รูปแบบ B เมื่อนำไปผลิตจริง



4.2 ผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายสำหรับการออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด ผู้วิจัยได้นำผลิตภัณฑ์ไปสอบถามกลุ่มเป้าหมายที่มีความสนใจต่อเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด กำหนดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 52 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ที่เน้นคัดเลือกกลุ่มที่มีคุณลักษณะเฉพาะเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การวิจัย สอบถามในประเด็น 5 ด้าน คือ 1) ด้านประโยชน์ใช้สอย 2) ด้านความสวยงาม 3) ด้านความแข็งแรง 4) ด้านความปลอดภัย และ 5) ด้านการใช้วัสดุ ได้ผลสรุปดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (n=52)

รายละเอียด	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. ด้านประโยชน์ใช้สอย			
1.1 ผลิตภัณฑ์มีรูปร่าง ขนาด เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน	5	0	มากที่สุด
1.2 ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน	4.65	0.59	มากที่สุด
รวมผลประเมินด้านที่ 1	4.82	0.41	มากที่สุด
2. ด้านความสวยงาม			
2.1 ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบที่แปลกใหม่ สะดุดตา	4.75	0.47	มากที่สุด
2.2 ผลิตภัณฑ์สามารถสื่อถึงแนวคิดในการออกแบบ	4.69	0.57	มากที่สุด
2.3 ผลิตภัณฑ์มีรูปทรงที่แข็งแรง	4.67	0.67	มากที่สุด
รวมผลประเมินด้านที่ 2	4.70	0.08	มากที่สุด
3. ด้านความแข็งแรง			
3.1 ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงต่อคนและแมว	4.73	0.56	มากที่สุด
3.2 ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการใช้งานถอดประกอบ	4.69	0.54	มากที่สุด
รวมผลประเมินด้านที่ 3	4.71	0.01	มากที่สุด
4. ด้านความปลอดภัย			
4.1 ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.65	0.62	มากที่สุด
รวมผลประเมินด้านที่ 4	4.65	0.62	มากที่สุด
5. ด้านการใช้วัสดุ			
5.1 ผลิตภัณฑ์เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับรูปแบบ	4.71	0.49	มากที่สุด
รวมผลประเมินด้านที่ 5	4.71	0.49	มากที่สุด
รวมผลประเมินทั้ง 5 ด้าน	4.72	0.32	มากที่สุด

สรุปผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้บริโภค ด้านประโยชน์ใช้สอยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.82$, S.D. = 0.41) อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความสวยงามมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.08) อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความแข็งแรงมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.71$, S.D. = 0.01) อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความปลอดภัยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.62) อยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการใช้วัสดุมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.71$, S.D. = 0.49) อยู่ในระดับมากที่สุด สรุปได้ว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิดอยู่ในระดับมากที่สุด

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การออกแบบเป็นกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยต้องคำนึงถึงโครงสร้าง ความสวยงาม ประโยชน์ใช้สอย และความสะดวกสบายในการใช้งาน รวมทั้งต้องศึกษาความต้องการของผู้บริโภคเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองการใช้งานได้อย่างเหมาะสม ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้ที่สนใจเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิดในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 52 ท่าน เพื่อนำข้อมูลความต้องการของผู้ใช้ไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่สามารถใช้งานร่วมกันระหว่างคนและแมว โดยออกแบบผลิตภัณฑ์จำนวน 3 รูปแบบ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านรูปทรง ขนาด และลักษณะการใช้งาน ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อการออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิด พบว่า ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความแข็งแรงและด้านความปลอดภัยอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านความสวยงาม และด้านการใช้วัสดุอยู่ในระดับมาก

สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ ด้านความสวยงาม พบว่าผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด เช่นเดียวกัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบของเฟอร์นิเจอร์มีความเหมาะสมกับการใช้งานและมีความกลมกลืนกับพื้นที่ภายในที่อยู่อาศัย สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ทั้งในเชิงการใช้งานและความสวยงาม สอดคล้องกับแนวคิดของนวนน้อย (2542) ที่กล่าวว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีควรพิจารณาความเหมาะสมระหว่างรูปแบบ วัสดุ และประโยชน์ใช้สอย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพและเกิดความพึงพอใจต่อผู้ใช้ ด้านความแข็งแรงทนทานของผลิตภัณฑ์ พบว่ามีระดับความพึงพอใจมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าการออกแบบโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์มีความเหมาะสมต่อการใช้งานจริง รวมถึงสามารถรองรับการใช้งานที่เกิดขึ้นทั้งจากผู้ใช้งานและสัตว์เลี้ยงได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของอุดมศักดิ์ (2550) ที่กล่าวว่า การออกแบบโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ควรคำนึงถึงความเหมาะสมของรูปแบบงาน ความแข็งแรงทนทาน และการเลือกใช้วัสดุที่

เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการใช้วิธีการผลิตที่ไม่ซับซ้อนแต่สามารถตอบสนองการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนของด้านความปลอดภัย พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดเช่นกัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการออกแบบได้คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งานและสัตว์เลี้ยงเป็นสำคัญ โดยเฉพาะการใช้งานร่วมกันระหว่างคนและแมวในพื้นที่เดียวกัน จึงจำเป็นต้องออกแบบให้มีความมั่นคง แข็งแรง และลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งาน นอกจากนี้ ด้านการใช้วัสดุพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในระดับมาก เนื่องจากวัสดุที่นำมาใช้ในการออกแบบมีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน มีความแข็งแรงทนทาน และสามารถผลิตได้จริงในกระบวนการผลิต ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของอุดมศักดิ์ (2550) ที่กล่าวว่า การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ควรคำนึงถึงความเหมาะสมของการใช้งาน ความทนทาน ความสวยงาม และความสะดวกในการผลิต

ดังนั้น ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การออกแบบเฟอร์นิเจอร์อเนกประสงค์สำหรับผู้เลี้ยงแมวในระบบปิดสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม ความแข็งแรง ความปลอดภัย และการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของผู้ใช้งานในปัจจุบัน

6. เอกสารอ้างอิง

- ครองขวัญ ไชยธรรมสถิต. (2537). **แมวสัตว์เลี้ยงเจ้าเสน่ห์**. กรุงเทพฯ: ต้นธรรม.
- ณพสกล สีมานะชัยสิทธิ. (2550). **ความเป็นมาและความสำคัญของเฟอร์นิเจอร์**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- นวนน้อย บุญวงศ์. (2542). **หลักการออกแบบ** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2550). **ออกแบบเฟอร์นิเจอร์**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, 140, 1–55.

การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของ พนักงาน กรณีศึกษาบริษัทขุดเจาะน้ำมันดิบ XYZ ในจังหวัดกำแพงเพชร IMPROVING WAREHOUSE MANAGEMENT EFFICIENCY TO ALIGN WITH EMPLOYEE OPERATIONS: A CASE STUDY OF XYZ CRUDE OIL DRILLING COMPANY, KAMPHAENG PHET PROVINCE

ธนัชนพร สมใส¹, มาเรียนนา เลค², หทัยรัตน์ แจ้ววงศ์², กฤษดา โมทะณี²,
ณัฐพร ตั้งเจริญชัย², กล้า วาริพิทักษ์^{3*}

Thanatporn Somsai¹, Marianna Lake², Hathairat Jangwong², Kitsada Mathanee²
Nattaporn Tungcharoenchai², Kla Wareepitak^{3*}

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

²คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

³คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

¹Faculty of Engineering, Naresuan University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

²Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

³Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: kla.wa@rmutl.ac.th

วันที่เข้าระบบ 24 มกราคม 2569

วันที่แก้ไขบทความ 29 เมษายน 2569

วันที่ตอบรับบทความ 29 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

กรณีศึกษาบริษัทขุดเจาะน้ำมันดิบ XYZ จังหวัดกำแพงเพชร ประสบปัญหาความล่าช้าในกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการดำเนินงานในส่วนของการคลังสินค้าและการซ่อมบำรุงลดลง งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของความล่าช้าในกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงภายในคลังสินค้า 2) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงภายในคลังสินค้า การดำเนินการวิจัยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์สาเหตุของความล่าช้าในการปฏิบัติงานด้วยแผนผังก้างปลา จากนั้นจึงนำผลการวิเคราะห์มาปรับปรุงแก้ไข โดยประยุกต์ใช้การปรับผังการจัดวางวัสดุคงคลังตามหลักการจำแนกสินค้าด้วยวิธีเอบีซี ให้สอดคล้องกับปริมาณและมูลค่า ควบคู่กับการประยุกต์ใช้ระบบคัมบัง และการติดตั้งป้ายบ่งชี้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมและลดระยะเวลาในการดำเนินงาน จากการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบเอบีซีทำให้สามารถระบุวัสดุที่มีความสำคัญสูง นำไปสู่การจัดผังที่ตั้งวัสดุใหม่โดยรวมวัสดุสำคัญไว้ในบริเวณใกล้เคียงกัน ส่งผลให้ระยะทางที่พนักงานต้องเคลื่อนที่ระหว่างกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงลด 17 เมตร หรือลดจากเดิมร้อยละ 40.48 ประกอบกับการประยุกต์ใช้ระบบคัมบังร่วมกับการติดตั้งป้ายบ่งชี้ที่ชัดเจน ส่งผลให้

ระยะเวลาในกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงลดลงจาก 6.68 นาที เหลือ 2.72 นาที ลดลงร้อยละ 59.28 ซึ่งสะท้อนถึงการยกระดับประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานในคลังสินค้าอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: การจัดการคลังสินค้า, แผนผังก้างปลา, การวิเคราะห์เอปซี, การศึกษาการทำงาน, การลดเวลาปฏิบัติงาน

Abstract

A case study of XYZ crude oil drilling company in Kamphaeng Phet Province revealed delays in the maintenance material issuance process, which negatively affected the operational efficiency of both warehouse and maintenance functions. This research aims to improve warehouse management efficiency with two main objectives: (1) to analyze the causes of delays in the maintenance material issuance process within the warehouse, and (2) to enhance the efficiency of the material issuance process. The research methodology began with data collection and analysis of delay causes using a Fishbone Diagram. Based on the findings, process improvements were implemented by redesigning the warehouse layout according to ABC Analysis to align with material usage volume and value. This was complemented by the application of a Kanban system and the installation of clear visual labels to improve control and reduce operational time. The results indicate that the application of ABC Analysis enabled the identification of high-priority materials, leading to a revised layout in which critical items were grouped in close proximity. This adjustment reduced the travel distance required during the material issuance process by 17 meters, representing a 40.48% reduction. Furthermore, the integration of the Kanban system with clear visual labeling significantly reduced the process time from 6.68 minutes to 2.72 minutes, accounting for a 59.28% reduction. These findings demonstrate a significant improvement in the efficiency of warehouse operations.

Keywords: Warehouse management, Fishbone diagram, ABC analysis, Work study, Operation time reduction

1. บทนำ

จากสถานการณ์ปัจจุบันการผลิตปิโตรเลียมของไทยในปี 2566 มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงครั้งปีแรกของปี พ.ศ. 2566 ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2566 - เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566 เฉลี่ยอยู่ที่

156.75 ล้านลิตรต่อวัน เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปี พ.ศ. 2565 ร้อยละ 2.7 ทั้งนี้ คาดว่า ภาพรวมการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงทุกชนิดทั้งปี พ.ศ. 2566 จะมีแนวโน้มปรับตัวเพิ่มขึ้น ภาพรวมธุรกิจ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมในปี พ.ศ. 2567 มีแนวโน้มฟื้นตัวตามกำลังการผลิตในประเทศที่จะเพิ่มขึ้นจากแหล่ง เอราวัณ ในส่วนของแหล่งน้ำมันดิบบนบกที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทยคือแหล่งสิริกิติ์ ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด จากการผลิตน้ำมันที่มีปริมาณสูงนั้น ย่อมส่งผลให้กระบวนการจัดการการสมดุลของซัพพลายเชนในการจัดการปริมาณการผลิตของคลังสินค้า (Pantaweesak, 2024)

เป้าหมายเชิงปฏิบัติการที่สำคัญของการบริหารจัดการโลจิสติกส์ คือการมุ่งเน้นการประสาน การไหลของวัสดุและสินค้าให้มีความต่อเนื่อง ผ่านการประสานกระบวนการและการใช้ทรัพยากรทั้ง ภายในองค์กรและตลอดห่วงโซ่อุปทาน เพื่อให้สามารถสร้างความพร้อมของสินค้าและส่งมอบได้ตรง ตามสถานที่และเวลาที่ลูกค้าคาดหวัง พร้อมทั้งมีความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของ ลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว (Dadzie & Richard, 2025) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการผลิตน้ำมัน ซึ่งมีความซับซ้อนและต้องอาศัยความต่อเนื่องของทรัพยากร จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการจัดการ คลังสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่วัตถุดิบไปจนถึงชิ้นส่วนที่ใช้ในการซ่อมบำรุงและซ่อมแซม

การจัดการคลังสินค้านับมีบทบาทสำคัญต่อภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม โดยการบริหารจัดการที่มี ประสิทธิภาพสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างเหมาะสม ทั้งยังช่วยลดปริมาณสินค้า คงคลังที่ไม่จำเป็น ลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน และลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ส่งผลให้ กระบวนการขนส่งมีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Tubtimted & Ayasanond, 2023) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการลดต้นทุนการถือครองสินค้า อีกทั้งยังสามารถลดความเสี่ยงในการขาดแคลนวัสดุ ที่จำเป็นต่อการผลิต (Klomwattanakun *et al.*, 2025) นอกจากนี้ การจัดการคลังสินค้าที่มี ประสิทธิภาพยังช่วยสนับสนุนความต่อเนื่องของกระบวนการผลิต (Dadzie & Richard, 2025) โดยเฉพาะในส่วนของการซ่อมบำรุง ซึ่งมีความสำคัญต่อการลดระยะเวลาหยุดชะงักของ เครื่องจักร

จากการศึกษาข้อมูลของบริษัทผู้ผลิตน้ำมันดิบกรณีศึกษา ผู้วิจัยพบว่า การจัดการคลังสินค้า ในปัจจุบันยังขาดประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงที่มีความล่าช้าส่งผล ให้ประสิทธิภาพการดำเนินงานของคลังสินค้าลดลง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งวิเคราะห์สาเหตุของความ ล่าช้าที่เกิดขึ้น และเสนอแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุง โดยประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) ร่วมกับระบบคัมบัง (Kanban system) และ การติดตั้งป้ายบ่งชี้ เพื่อให้การจัดวางวัสดุและการปฏิบัติงานสอดคล้องกับสภาพการดำเนินงานจริง อันนำไปสู่การลดระยะทางและระยะเวลาในกระบวนการ และยกระดับประสิทธิภาพการจัดการ คลังสินค้าโดยรวม

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของความล่าช้าในกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงภายในคลังสินค้า
- 2.2 เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงภายในคลังสินค้า

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าในกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงภายในคลังสินค้าของบริษัทหุตะเจอะน้ำมันดิบกรณีศึกษา โดยเริ่มจากการศึกษาปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้า พร้อมทั้งศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทาง จากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) และทำการเก็บข้อมูล ทั้งในด้านปริมาณสินค้า มูลค่า และระยะเวลาในการปฏิบัติงานจริงของเจ้าหน้าที่ โดยนำข้อมูลเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) เพื่อจัดกลุ่มวัสดุซ่อมบำรุงและสินค้าให้ง่ายต่อการบริหารจัดการ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปสู่การปรับปรุงแผนผังการวางวัสดุใหม่ โดยเน้นการแยกพื้นที่จัดเก็บให้ชัดเจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดของคลังวัสดุ และในขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการสรุปผลการวิจัยพร้อมข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปพัฒนาต่อยอดในอนาคต ทั้งนี้ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแสดงได้ดังรูปที่ 1

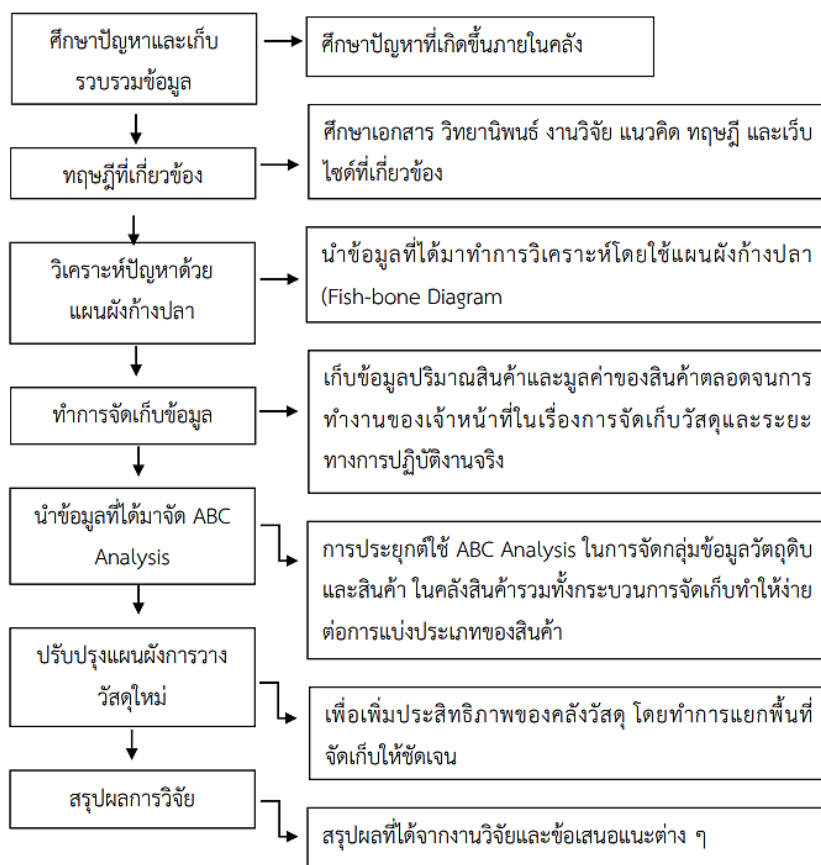
3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษากระบวนการปฏิบัติงานจริงในคลังสินค้า โดยทำการสังเกตการณ์ทำงาน (Observation) และสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง ครอบคลุมข้อมูลด้านพื้นที่จัดเก็บ ระบบการจัดเก็บวัสดุ ชนิดและลักษณะของวัสดุ ปริมาณวัสดุ และขนาดบรรจุภัณฑ์ รวมถึงข้อมูลการเคลื่อนย้ายและการเบิกจ่ายวัสดุภายในคลังสินค้า นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลของบริษัทเพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ โดยทำการบันทึกข้อมูลการปฏิบัติงานซ้ำจำนวน 2 รอบ โดยใช้แผนผังการไหลของงาน (Flow process chart) และนาฬิกาจับเวลา เป็นเครื่องมือสำหรับกิจกรรมการจดบันทึกข้อมูลปฏิบัติงาน ในขั้นตอนนี้ยังรวมถึงการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการจัดเก็บสินค้าและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อระยะเวลาในการค้นหาและหยิบสินค้าภายในคลังวัสดุ โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจ สังเกตการณ์ปฏิบัติงานจริงของพนักงาน และการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาอย่างเป็นระบบ ในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) เพื่อระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดความล่าช้า และใช้หลัก

การศึกษาการทำงาน (Work study) ในการวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานและวัดระยะเวลาในการค้นหาและหยิบสินค้า เพื่อบันทึกจัดเก็บเป็นข้อมูล จากนั้นได้นำแนวคิดการวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) มาใช้ในการจำแนกประเภทสินค้าออกเป็นกลุ่มตามมูลค่าและปริมาณของสินค้า เพื่อสะดวกต่อการออกแบบการจัดวางตำแหน่งสินค้าให้เหมาะสม นอกเหนือจากการวิเคราะห์และออกแบบแนวทางการปรับปรุง ผู้วิจัยได้นำระบบคัมบัง (Kanban) มาใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมและกำกับการปฏิบัติงาน โดยใช้บัตรคัมบัง (Kanban card) ซึ่งแสดงข้อมูลที่สำคัญของสินค้า และได้ติดตั้งป้ายบ่งชี้เพื่อเพิ่มความชัดเจนในการจัดเก็บและที่ตั้งของจ่ายวัสดุ ลดความสับสนในการทำงาน และสนับสนุนให้กระบวนการดำเนินงานมีความต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.2.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่จริงเพื่อเก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานของพนักงานภายในคลังวัสดุของบริษัทชุดเจาะน้ำมันดิบกรณีศึกษา โดยครอบคลุมขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การเบิกจ่ายและการจัดเก็บวัสดุคงคลัง จากนั้นนำหลักการศึกษาการทำงาน (Work study) ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์วิธีการทำงานเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพเพิ่มผลผลิต (Degu, 2024) มาใช้

วิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงาน พร้อมทั้งบันทึกลำดับกิจกรรมด้วยแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow process chart) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และบันทึกขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นระบบ ช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมของกระบวนการและการเคลื่อนไหวทั้งหมดได้อย่างชัดเจน อันนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน รวมถึงการระบุจุดที่ก่อให้เกิดความสูญเสียและความล่าช้า (Wajanawichakon, 2012) และนำข้อมูลที่ได้มาประกอบในการวิเคราะห์หาสาเหตุของสาเหตุด้วยแผนผังก้างปลา (Fishbone diagram)

3.2.2 อุปกรณ์ในการการจับเวลาและบันทึกเวลาการทำงาน ประกอบด้วย นาฬิกาจับเวลา ใช้เพื่อจับเวลาการทำงานของพนักงานการเบิกวัสดุคงคลัง การจัดเก็บวัสดุ คงคลัง โดยจะจับเวลาพนักงานแบบแบ่งรอบ เพื่อวิเคราะห์เวลาการทำงานของพนักงาน

3.2.3 การวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) เป็นวิธีการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญของสินค้าในคลัง โดยพิจารณาจาก มูลค่าการใช้งานหรือยอดหมุนเวียน (Barrios-Chavez *et al.*, 2025) เพื่อจัดลำดับการควบคุมและการดูแลที่เหมาะสม ช่วยลดภาระในการตรวจนับและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารคลังสินค้า โดยงานวิจัยนี้นำหลักการดังกล่าวมาใช้ในการจัดหมวดหมู่สินค้า เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน

3.2.4 คัมบัง (Kanban) เป็นหนึ่งในระบบสั่งผลิตของบริษัทโตโยตา (Toyota production system) ที่ใช้ในการควบคุมการผลิตและการไหลของงาน โดยมีลักษณะเป็นสัญญาณหรือบัตรคำสั่งงานเพื่อสื่อสารข้อมูลระหว่างกระบวนการผลิต ระบบนี้ช่วยให้แต่ละขั้นตอนผลิตหรือเบิกใช้วัสดุเฉพาะที่จำเป็น ในปริมาณและเวลาที่เหมาะสม จึงช่วยลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานได้อย่างเป็นระบบ (Fuentes-Del-burgo *et al.*, 2024)

3.3 ดำเนินการปรับปรุง และสรุปผลการวิจัย

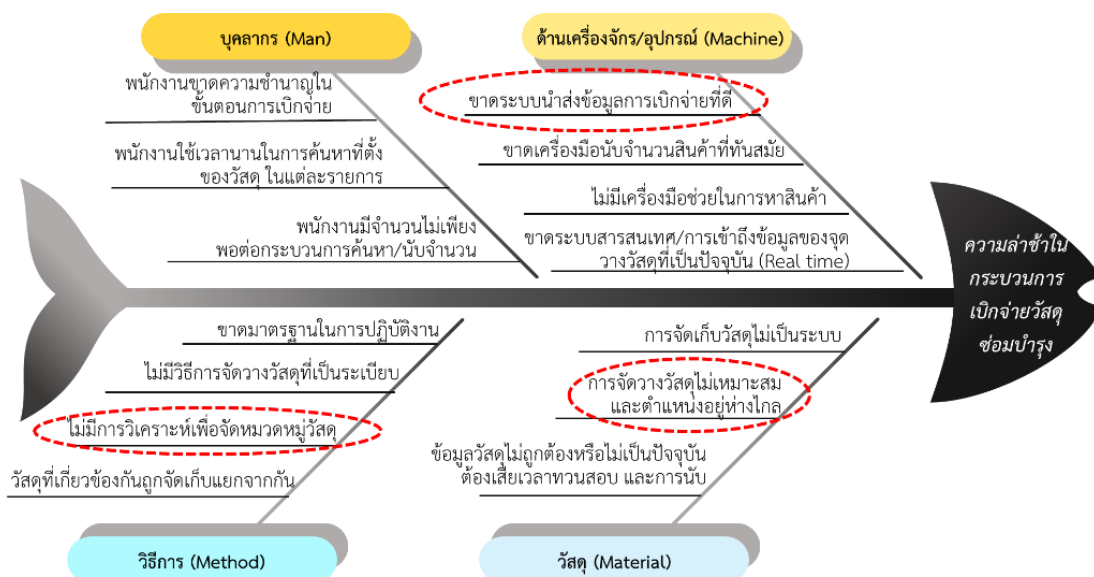
ในขั้นตอนนี้ เป็นการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุสาเหตุของปัญหา โดยใช้ผังก้างปลา (Fishbone diagram) เพื่อระบุปัญหาและคัดเลือกปัญหาสำคัญสำหรับดำเนินการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) ในการจัดลำดับความสำคัญของวัสดุและปรับปรุงการจัดวางภายในคลังสินค้าให้เหมาะสม และประยุกต์ใช้ระบบคัมบัง (Kanban) และการติดตั้งป้ายบ่งชี้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน สุดท้ายได้ทำการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อนและหลังการปรับปรุง เพื่อประเมินประสิทธิภาพและสรุปผลของแนวทางที่นำมาใช้

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้นำเสนอผลการวิเคราะห์และการปรับปรุงกระบวนการทำงานของคลังสินค้าอย่างเป็นระบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลา และผลลัพธ์จากการดำเนินการปรับปรุง

4.1 ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา

จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) โดยอาศัยการระดมสมองจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้วิจัยและพนักงานที่ปฏิบัติงานในคลังสินค้า พบว่าสามารถระบุปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหาในกระบวนการทำงาน โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังก้างปลาสาเหตุของความล่าช้าในกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุง

จากรูปที่ 2 สามารถจำแนกสาเหตุของปัญหาตามผังก้างปลาออกเป็น 4 ด้านหลัก ได้แก่ ด้านบุคลากร (Man) พบว่าพนักงานยังขาดความชำนาญและมีจำนวนไม่เพียงพอ ใช้เวลาในการค้นหาและตรวจนับวัสดุนาน และมีจำนวนพนักงานไม่เพียงพอ ด้านเครื่องจักร/อุปกรณ์ (Machine) พบว่าคลังสินค้ายังขาดระบบสนับสนุนที่เหมาะสม เช่น ไม่มีเครื่องมือช่วยในการหาสินค้า ระบบบ่งชี้ตำแหน่งวัสดุและระบบสารสนเทศแบบเรียลไทม์ รวมถึงขาดเครื่องมือช่วยนับจำนวนและระบบการบันทึกข้อมูลการเบิกจ่ายที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การเข้าถึงข้อมูลล่าช้า ด้านวัสดุ (Material) พบว่าการจัดเก็บวัสดุยังไม่เป็นระบบ และข้อมูลไม่เป็นปัจจุบัน ทำให้ต้องมีการตรวจสอบซ้ำ และด้านวิธีการ (Method) พบว่าขาดมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ชัดเจน และไม่มีการจัดหมวดหมู่วัสดุอย่างเหมาะสม

เป็นระเบียบ ซึ่งปัจจัยทั้งหมดนี้ส่งผลให้กระบวนการเบิกจ่ายวัสดุเกิดความล่าช้าและลดประสิทธิภาพในการดำเนินงานโดยรวมของคลังสินค้า

จะเห็นได้จากการวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) พบปัญหาที่ส่งผลต่อความล่าช้าในกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงในหลายด้าน อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ได้คัดเลือกแก้ไขประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานและสถานประกอบการกรณีศึกษาได้พิจารณาเห็นชอบเท่านั้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเพื่อแก้ไขปัญหาล่าช้าในการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุง ได้แก่ การประยุกต์ใช้ระบบคัมบัง (Kanban) เพื่อพัฒนาระบบการสื่อสารและควบคุมการเบิกจ่ายวัสดุให้เป็นระบบมากยิ่งขึ้นพร้อมทั้งติดตั้งป้ายบ่งชี้ที่ชัดเจนสังเกตได้โดยง่าย และการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) เพื่อจัดหมวดหมู่สินค้าตามปริมาณสินค้าและมูลค่า ร่วมกับการจัดผังตำแหน่งการจัดเก็บวัสดุใหม่เพื่อแก้ปัญหการจัดวางวัสดุไม่เหมาะสมและมีตำแหน่งอยู่ห่างไกล

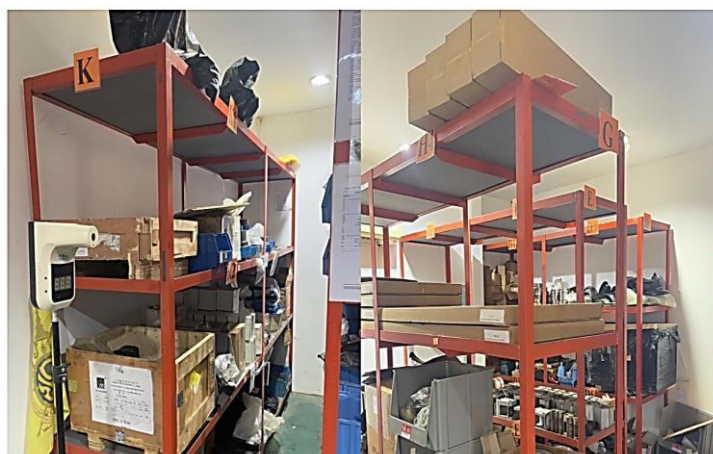
แนวทางการปรับปรุงดังกล่าวมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงให้มีความรวดเร็ว ถูกต้อง และเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้สำหรับการวัดผลการปรับปรุง ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้หลักการศึกษการทำงาน (Work study) ร่วมกับแผนผังกระบวนการไหล (Flow process chart) เพื่อใช้บันทึกเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน โดยแสดงได้ดังหัวข้อถัดไป

4.2 ผลลัพธ์การปรับปรุง และผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการดำเนินการ

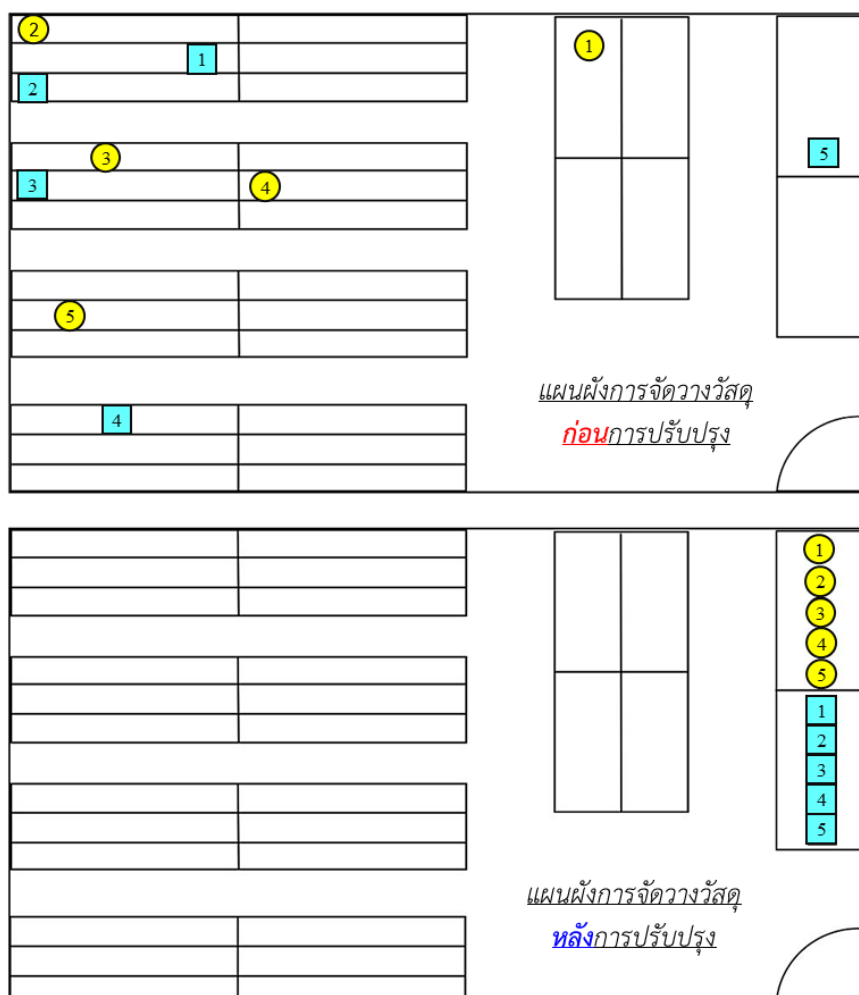
จากผลการดำเนินการโดยประยุกต์ใช้ระบบคัมบัง (Kanban) ซึ่งมีการใช้บัตรคัมบัง (Kanban card) ในการบันทึกรายละเอียดของวัสดุ ได้แก่ ชื่อรายการ รายละเอียดรายการ จำนวนที่ต้องการเบิกถอน สถานที่จัดเก็บ และตำแหน่งจัดวาง ทำให้กระบวนการค้นหาและระบุรายการวัสดุเป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว และเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ควบคู่กันนี้ ได้มีการติดตั้งป้ายบ่งชี้และสัญลักษณ์ที่ชัดเจนในบริเวณจัดเก็บวัสดุ และลงทะเบียนรายการวัสดุเป็นหมวดหมู่โดยใช้อักษรย่อภาษาอังกฤษ A ถึง K เพื่อเป็นตัวแทนของตำแหน่งที่ตั้งชั้นวาง ซึ่งช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงวัสดุได้ง่าย ลดระยะเวลาในการค้นหาและตรวจสอบข้อมูล ทั้งนี้ตัวอย่างบัตรคัมบังแสดงได้ดังรูปที่ 3 สำหรับตัวอย่างผลการติดตั้งป้ายบ่งชี้แสดงได้ดังรูปที่ 4

Part No. : 1	MAX 3	MIN 4
Description : 2	LOCATION : 5	

รูปที่ 3 ตัวอย่างบัตรคัมบังที่ถูกประยุกต์ใช้



รูปที่ 4 ตัวอย่างชั้นวางวัสดุที่ถูกติดตั้งป้ายบ่งชี้ตามรายการ



รูปที่ 5 แผนผังการจัดวางวัสดุซ่อมบำรุงก่อนและหลังการปรับปรุง

การปรับผังตำแหน่งการจัดเก็บวัสดุตามหลักการวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) ช่วยให้สามารถจัดลำดับความสำคัญของวัสดุตามมูลค่าและปริมาณการใช้งานได้อย่างเหมาะสม โดยในกรณีศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดให้วัสดุซ่อมบำรุงที่มีมูลค่าและปริมาณการใช้งานสูงสุด 5 อันดับแรกจัดเก็บไว้ในตำแหน่งที่อยู่ใกล้กันและใกล้จุดเบิกจ่าย แตกต่างจากการจัดเก็บเดิมที่ไม่ได้อาศัยการวิเคราะห์เอบีซี (ABC analysis) ส่งผลให้ตำแหน่งของวัสดุกระจายอยู่ตามจุดต่าง ๆ ภายในคลังสินค้า ขณะที่การจัดวางรูปแบบใหม่นี้ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงวัสดุประเภทเดียวกันได้สะดวกภายในบริเวณใกล้เคียงกัน ช่วยลดระยะทางในกระบวนการเบิกวัสดุซ่อมบำรุงอย่างมาก โดยผังการจัดวางแบบเดิมและแบบใหม่ที่ถูกปรับปรุงสำหรับวัสดุซ่อมบำรุงที่มีมูลค่าและปริมาณการใช้งานสูงสุด 5 อันดับแรก แสดงได้ดังรูปที่ 5

ทั้งนี้ ขั้นตอนการปฏิบัติงานในการเบิกวัสดุสำหรับงานซ่อมบำรุงของสถานประกอบการกรณีศึกษา ระยะทางและระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการเบิกวัสดุก่อนและหลังการปรับปรุง ได้แสดงได้ดังรูปที่ 6

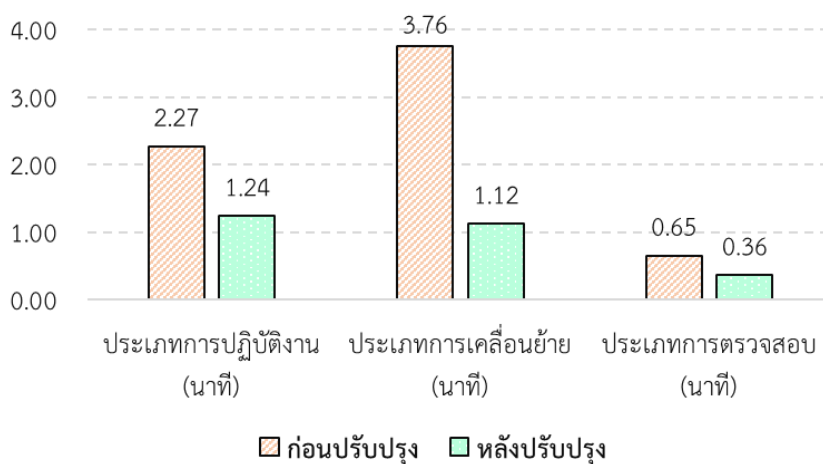
รูปที่ 6 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานในการเบิกวัสดุสำหรับงานซ่อมบำรุงของสถานประกอบการกรณีศึกษา โดยเปรียบเทียบระยะทางและระยะเวลาที่ใช้ก่อนและหลังการปรับปรุง ควบคู่กับการใช้แผนภาพการไหลของกระบวนการ (Flow process chart) เพื่อจำแนกประเภทกิจกรรม ได้แก่ การปฏิบัติงาน (Operation) การเคลื่อนย้าย (Transportation) การตรวจสอบ (Inspection) และการจัดเก็บ (Storage) ทั้งนี้ ก่อนการปรับปรุงมีระยะทางรวม 42 เมตร ใช้เวลา 6.68 นาที และภายหลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 25 เมตร และ 2.72 นาที ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นการลดลงร้อยละ 40.48 และ 59.28 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาโครงสร้างของกระบวนการ พบว่าขั้นตอนก่อนและหลังการปรับปรุง จำนวนการดำเนินงานทั้งหมดไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยประกอบด้วย 28 ขั้นตอน โดยสามารถจำแนกกิจกรรมออกเป็น การปฏิบัติงาน (Operation) จำนวน 12 กิจกรรม การเคลื่อนย้าย (Transportation) จำนวน 6 กิจกรรม การตรวจสอบ (Inspection) จำนวน 10 กิจกรรม และไม่พบกิจกรรมด้านการจัดเก็บในสินค้าคงคลัง (Storage) ทั้งนี้ การเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละประเภทกิจกรรม แสดงดังรูปที่ 7



แบบฟอร์มบันทึกขั้นตอนและเวลาในการหาชิ้นส่วนภายในคลังสินค้า									
ใบบันทึกการจับเวลา (Time study observation sheet)									
แผนก:						วันที่ :			
ผู้สำรวจ:		ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง		สถานะ	☒ ก่อนปรับปรุง	☒ หลังปรับปรุง	
ที่	กิจกรรม	ระยะทาง (เมตร)	เวลาเฉลี่ย (นาท)	ระยะทาง (เมตร)	เวลาเฉลี่ย (นาท)	Flow process chart symbol			
						●	➡	■	▼
1	พนักงานผู้เบิกวัสดุ แจ้งเจ้าหน้าที่ดูแลประจำคลังสินค้า	-	0.10	-	0.10	●			
2	พนักงานตรวจสอบที่ตั้งของจุดเก็บวัสดุชั้นที่ 1	-	0.02	-	0.03			■	
3	พนักงานเดินทางไปยังจุดวางวัสดุชั้นที่ 1	8	0.65	4	0.23		➡		
4	พนักงานดำเนินการค้นหาวัดุดชั้นที่ 1	-	0.19	-	0.12	●			
5	พนักงานดำเนินการหยิบวัสดุ	-	0.31	-	0.04	●			
6	พนักงานตรวจสอบรายละเอียดของวัสดุ	-	0.06	-	0.06			■	
7	พนักงานตรวจสอบที่ตั้งของจุดเก็บวัสดุชั้นที่ 2	-	0.02	-	0.02			■	
8	พนักงานเดินทางไปยังจุดวางวัสดุชั้นที่ 2	8	0.78	4	0.21		➡		
9	พนักงานดำเนินการค้นหาวัดุดชั้นที่ 2	-	0.41	-	0.26	●			
10	พนักงานดำเนินการหยิบวัสดุ	-	0.03	-	0.02	●			
11	พนักงานตรวจสอบรายละเอียดของวัสดุ	-	0.04	-	0.03			■	
12	พนักงานตรวจสอบที่ตั้งของจุดเก็บวัสดุชั้นที่ 3	-	0.03	-	0.03			■	
13	พนักงานเดินทางไปยังจุดวางวัสดุชั้นที่ 3	7	0.70	4	0.23		➡		
14	พนักงานดำเนินการค้นหาวัดุดชั้นที่ 3	-	0.25	-	0.14	●			
15	พนักงานดำเนินการหยิบวัสดุ	-	0.26	-	0.04	●			
16	พนักงานตรวจสอบรายละเอียดของวัสดุ	-	0.32	-	0.05			■	
17	พนักงานตรวจสอบที่ตั้งของจุดเก็บวัสดุชั้นที่ 4	-	0.03	-	0.02			■	
18	พนักงานเดินทางไปยังจุดวางวัสดุชั้นที่ 4	7	0.72	4	0.23		➡		
19	พนักงานดำเนินการค้นหาวัดุดชั้นที่ 4	-	0.28	-	0.17	●			
20	พนักงานดำเนินการหยิบวัสดุ	-	0.05	-	0.05	●			
21	พนักงานตรวจสอบรายละเอียดของวัสดุ	-	0.06	-	0.06			■	
22	พนักงานตรวจสอบที่ตั้งของจุดเก็บวัสดุชั้นที่ 5	-	0.03	-	0.02			■	
23	พนักงานเดินทางไปยังจุดวางวัสดุชั้นที่ 5	7	0.45	4	0.14		➡		
24	พนักงานดำเนินการค้นหาวัดุดชั้นที่ 5	-	0.23	-	0.16	●			
25	พนักงานดำเนินการหยิบวัสดุ	-	0.04	-	0.04	●			
26	พนักงานตรวจสอบรายละเอียดของวัสดุ	-	0.04	-	0.06			■	
27	พนักงานเดินทางไปยังจุดบันทึกข้อมูลสินค้า	5	0.46	5	0.10		➡		
28	นำวัสดุทั้งหมดไปส่งเก็บ/บันทึกผล	-	0.12	-	0.13	●			
รวม	28 กิจกรรม	42	6.68	25	2.72	12	6	10	0

รูปที่ 6 แบบฟอร์มบันทึกเวลาและขั้นตอนการปฏิบัติงานการเบิกวัสดุ ก่อนและหลังการปรับปรุง

รูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละประเภทกิจกรรมของกระบวนการเบิกวัสดุซ่อมบำรุงก่อนและหลังการปรับปรุง โดยพบว่า กิจกรรมประเภทการปฏิบัติงาน (Operation) มีระยะเวลาลดลงจาก 2.27 เป็น 1.24 นาที คิดเป็นร้อยละ 45.37 กิจกรรมการเคลื่อนย้าย (Transportation) ลดลงจาก 3.76 เป็น 1.12 นาที คิดเป็นร้อยละ 70.21 และกิจกรรมการตรวจสอบ (Inspection) ลดลงจาก 0.65 เป็น 0.36 นาที คิดเป็นร้อยละ 44.61 ตามลำดับ ทั้งนี้ผลลัพธ์ดังกล่าวเกิดขึ้นจากการปรับผังตำแหน่งการจัดเก็บวัสดุตามหลักการวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) ร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบคัมบัง (Kanban) และการติดตั้งป้ายบ่งชี้ แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในทุกประเภทกิจกรรมลดลง โดยเฉพาะกิจกรรมการเคลื่อนย้ายซึ่งมีการลดลงมากที่สุด



รูปที่ 7 ผลต่างของระยะเวลาการทำงานของพนักงานก่อนและหลังการปรับปรุง

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า กรณีศึกษาบริษัทชุดเจาะน้ำมันดิบแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงให้มีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือ ได้แก่ แผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) การวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) ระบบคัมบัง (Kanban) การจัดผังพื้นที่จัดวางวัสดุ และการติดตั้งป้ายบ่งชี้ ที่ได้ดำเนินการนั้น

ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการปรับปรุง กระบวนการเบิกวัสดุซ่อมบำรุงมีระยะทางรวมลดลงจาก 42 เมตร เหลือ 25 เมตร และระยะเวลารวมลดลงจาก 6.68 นาที เหลือ 2.72 นาที คิดเป็นการลดลงร้อยละ 40.48 และ 59.28 ตามลำดับ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาในระดับกิจกรรม พบว่าจำนวนกิจกรรมก่อนและหลังการปรับปรุงยังคงเท่าเดิม แต่ระยะเวลาในทุกประเภทกิจกรรมลดลง โดยเฉพาะกิจกรรมการเคลื่อนย้ายซึ่งมีการลดลงมากที่สุด รองลงมาคือกิจกรรมการปฏิบัติงาน และการตรวจสอบ

ทั้งนี้ ผลลัพธ์ด้านระยะทางการเคลื่อนที่ระหว่างกิจกรรมที่ลดลงอย่างมากรุนแรง เป็นผลมาจากการปรับย้ายตำแหน่งการจัดเก็บวัสดุตามหลักการวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) โดยมีการจัดกลุ่มวัสดุซ่อมบำรุงที่มีมูลค่าและปริมาณการใช้งานสูงสุด 5 อันดับแรกให้อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน ส่งผลให้กระบวนการค้นหาและหยิบวัสดุสำหรับการซ่อมบำรุง ซึ่งมักต้องดำเนินการกับวัสดุหลายรายการในการเบิกหนึ่งครั้ง สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องเคลื่อนที่ระหว่างจุดจัดเก็บที่อยู่ห่างกันมากเหมือนในรูปแบบเดิม จึงส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในกิจกรรมประเภทการเคลื่อนย้าย (Transportation) ก่อนและหลังลดลง ทั้งนี้ ผลจากการประยุกต์ใช้ระบบคัมบัง

(Kanban) ซึ่งมีการระบุรายละเอียดของวัสดุและตำแหน่งจัดเก็บอย่างชัดเจน ประกอบกับการติดตั้งป้ายบ่งชี้ ส่งผลให้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานของพนักงานในกิจกรรมการปฏิบัติงาน (Operation) ซึ่งมักใช้เวลากับการการค้นหา และกิจกรรมการตรวจสอบ (Inspection) ลดลง การดำเนินการดังกล่าวทำให้เกิดผลลัพธ์การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการเบิกจ่ายวัสดุซ่อมบำรุงภายในคลังสินค้าอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแนวทางการปรับปรุง โดยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) ร่วมกับระบบคัมบัง (Kanban) และการติดตั้งป้ายบ่งชี้ สามารถยกระดับประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานได้ มีศักยภาพต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมที่มีลักษณะการดำเนินงานใกล้เคียงกันในอนาคต

งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดด้านการเก็บรวบรวมชุดข้อมูลระยะเวลาในการปฏิบัติงาน เพื่อความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ งานวิจัยในอนาคตควรเพิ่มปริมาณข้อมูลด้านเวลาในการปฏิบัติงานให้เพียงพอตามหลักทางสถิติ เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือการศึกษา นอกจากนี้ การปรับปรุงในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นเฉพาะวัสดุซ่อมบำรุงที่มีมูลค่าและปริมาณการใช้งานสูงสุด 5 อันดับแรกตามหลักการวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) เท่านั้น ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตควรขยายขอบเขตการปรับปรุงไปยังรายการวัสดุอื่นให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้นเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพคลังสินค้าต่อไป รวมถึงพิจารณาปัจจัยเพิ่มเติมที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของคลังสินค้า เช่น ต้นทุนการดำเนินงาน ความถูกต้องของข้อมูลสินค้าคงคลัง และระดับความพึงพอใจของผู้ปฏิบัติงาน

6. เอกสารอ้างอิง

- ศศิกันต์ กล่อมวัฒนกุล, นพคุณ แสงเขียว, และพีรภาพ จอมทอง. (2568). การจัดลำดับความเสี่ยงที่ส่งผลต่อปริมาณสินค้าคงคลังสำรองที่เหมาะสมด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น: กรณีศึกษาโรงงานผลิตผ้าเบรก. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม*, 18(3), 22-31.
- Barrios-Chavez, S.M., Uceda-Cano, J.J. A., & Corzo-Chavez, J.A. (2025, July). **Improvement Model to Increase Service Level by Applying Clustering K-Means and Lean Warehousing Management Tools in a Pet Food Company**. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, Mexico*. Doi: <https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.426>
- Dadzie, E.B., & Richard, A. (2025). Evaluating the role of logistics in supply chain management. *Dama Academic Scholarly Journal of Researchers*, 10(1), 112–133. Doi: <https://doi.org/10.4314/dasjr.v10i1.5>

- Degu, Y.M. (2024). Enhancing productivity through work study: A case of electric power pole cross arm fabrication. **Heliyon**, 10(12), e32868. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32868>
- Fuentes-Del-Burgo, J., Fernández, J.P.R., & Navarro-Astor, E. (2024). Kanban applied to construction: A literature review. **Construction Economics and Building**, 24(4–5), 43–57. Doi: <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v24i4/5.8642>
- Nantapong, P. (2024). **Petroleum exploration and production business** [ธุรกิจสำรวจและผลิตปิโตรเลียม]. Retrieved from <https://www.lhbank.co.th/getattachment/e968c536-a6be-47cd-8151-764b5ed1882a/economic-analysis-Industry-Outlook-2024-Exploration-and-Production>
- Tubtimted, R., & Ayasanond, C. (2023). Warehouse management to increase efficiency of ABC Company Limited: Case study of consumer warehouse. **Journal of Logistics and Supply Chain College**, 9(2). Doi: <https://doi.org/10.53848/jlsc.v9i2.261106>
- Wajanawichakon, K. (2012). ECRS's principles for a drinking water production plant. **IOSR Journal of Engineering**, 2, 956–960.

การออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก PATTERN DESIGN FROM NAKHON SAWAN IDENTITY FOR SOUVENIRS PRODUCTS

อุษา อินทร์ประสิทธิ์*, พงศธร พุทธนารายณ์, วีระวงศ์ กอนพวงเดชา

Usa Inprasit*, Phongthorn Phutthanarai, Wirawong Konphuangdech

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: usa.inprasit@gmail.com

วันที่เข้าระบบ 31 มีนาคม 2569

วันที่แก้ไขบทความ 29 เมษายน 2569

วันที่ตอบรับบทความ 29 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ 2) เพื่อออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก โดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ภายใต้กรอบแนวคิดด้านอัตลักษณ์ 4 ด้าน ได้แก่ ภูมิศาสตร์ วัฒนธรรมไทย-จีน การท่องเที่ยว และอาหารพื้นถิ่น ผลการสังเคราะห์พบอัตลักษณ์สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา ประเพณีแห่มังกร บึงบอระเพ็ด พืชต่างจังหวัดน้ำจืด ปลาเสือตอ พาสาน และอาหารพื้นถิ่น คือ ปลาทรายและขนมโมจิ ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นฐานในการสร้างสรรค์ลวดลาย จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบงานภาพประกอบ (Illustration) จำนวน 14 สไตล์ และสังเคราะห์เป็น 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ Line Art, Flat Illustration และ Doodle Art เพื่อพัฒนาเป็นลวดลายต้นแบบ พร้อมทั้งสังเคราะห์ประเภทของที่ระลึกที่มีศักยภาพ ได้แก่ แก้ว เสื้อยืด กระเป๋าผ้า หมวก และผ้าคลุมไหล่ โดยนำรูปแบบดังกล่าวไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 5 ท่าน ตามเกณฑ์ด้านความสวยงาม การสื่อความหมาย และการนำไปใช้ได้จริง ผลการประเมินพบว่า รูปแบบ Flat Illustration มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}=4.57$, S.D.=0.60) อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ Doodle Art และ Line Art ตามลำดับ ภายหลังการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ได้พัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์และศึกษาความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน ด้วยวิธีสุ่มแบบเจาะจง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 56.00 มีอายุระหว่าง 21-30 ปี ร้อยละ 53.00 ประกอบอาชีพพนักงานบริษัท ร้อยละ 24.00 และมีรายได้อยู่ระหว่าง 10,000-15,000 บาท ร้อยละ 58.00 ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.47$, S.D.=0.72) โดยด้านการสื่อความหมายมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือความเหมาะสมในการใช้งาน และความสวยงาม ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์ท้องถิ่น

สามารถถ่ายทอดคุณค่าทางวัฒนธรรม เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และเสริมสร้างภาพลักษณ์ของจังหวัดในเชิงสร้างสรรค์

คำสำคัญ: การออกแบบลวดลาย, จังหวัดนครสวรรค์, ของที่ระลึก

Abstract

This research aimed to: 1) Studying the identity of Nakhon Sawan Province. 2) design identity-based patterns for souvenir products; and 3) examine user satisfaction with the designed patterns. The study employed a documentary research approach, reviewing related literature, textbooks, and prior studies, under a conceptual framework of four identity dimensions: geography, Thai–Chinese culture, tourism, and local cuisine. The synthesis revealed key identity elements, including the Chao Phraya River, the Dragon Parade Festival, Bueng Boraphet, Phi Dang the freshwater crocodile, tiger fish, Pasan (the confluence landmark), and local foods such as fish cakes Pla Krai and mochi. These elements were used as the foundation for pattern creation. Subsequently, fourteen illustration styles were analyzed and synthesized into three principal styles: Line Art, Flat Illustration, and Doodle Art, which were developed into prototype patterns. In addition, potential souvenir product categories were identified, including mugs, T-shirts, tote bags, hats, and shawls. The designs were evaluated by five design experts based on criteria of aesthetics, communicative effectiveness, and practical usability. The results indicated that Flat Illustration achieved the highest mean score ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.60), at the highest level, followed by Doodle Art and Line Art, respectively. After refinement based on expert feedback, product prototypes were developed and assessed for user satisfaction by a purposive sample of 120 participants. The majority of respondents were male (56.00%), aged between 21–30 years 53.00%, employed as company staff (24.00%), and earning a monthly income of 10,000–15,000 THB (58.00%). Overall satisfaction was at a high level ($\bar{X} = 4.47$, S.D. = 0.72), with communicative effectiveness receiving the highest rating, followed by usability and aesthetics. The findings suggest that identity-based pattern design can effectively convey cultural values, enhance product value, and promote the creative image of the province.

Keywords: Pattern design, Nakhon Sawan province, Souvenir products

1. บทนำ

ของที่ระลึกมีได้เป็นเพียงสินค้าที่ซื้อเพื่อเก็บรักษาหรือมอบให้ผู้อื่นเท่านั้น หากแต่เป็นสื่อกลางเชิงวัฒนธรรมที่มีบทบาทสำคัญในการบันทึกและถ่ายทอดความทรงจำ ประสบการณ์ และความประทับใจจากการเดินทาง พร้อมทั้งทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการสื่อสารอัตลักษณ์และประชาสัมพันธ์มรดกทางวัฒนธรรมของแหล่งท่องเที่ยว แนวคิดของ “ของที่ระลึก” หรือ “Souvenir” มีรากศัพท์จากภาษาฝรั่งเศส หมายถึง “เพื่อความทรงจำ” และสืบเนื่องจากภาษาละติน “Subvenire” ซึ่งหมายถึง “การเข้ามาในจิตใจ” สะท้อนถึงคุณค่าทางจิตวิทยาที่เชื่อมโยงระหว่างวัตถุและความทรงจำของผู้บริโภค ในบริบทของการท่องเที่ยว ของที่ระลึกจึงเปรียบเสมือนหลักฐานเชิงสัญลักษณ์ที่ยืนยันประสบการณ์การเดินทางของนักท่องเที่ยว อีกทั้งยังมีบทบาทในการกระตุ้นการรับรู้ การจดจำ และการสร้างความแตกต่างให้แก่แหล่งท่องเที่ยวและชุมชนท้องถิ่น การเลือกซื้อของที่ระลึกจึงเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจเชิงพฤติกรรมของผู้บริโภคที่สะท้อนทั้งมิติทางอารมณ์และอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม พร้อมทั้งส่งเสริมเศรษฐกิจฐานรากและการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน (อดิคุณ และคณะ, 2564)

จังหวัดนครสวรรค์ หรือ “เมืองสี่แคว” เป็นพื้นที่ยุทธศาสตร์สำคัญที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการคมนาคมเชื่อมโยงระหว่างภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบน อีกทั้งยังเป็นที่ตั้งของ “ปากน้ำโพ” ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของแม่น้ำเจ้าพระยา อันสะท้อนถึงความสำคัญทั้งในเชิงภูมิศาสตร์และประวัติศาสตร์ นอกจากนี้ลักษณะภูมิประเทศที่โดดเด่นแล้ว จังหวัดนครสวรรค์ยังมีอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างไทยและจีนอย่างกลมกลืน โดยเฉพาะวัฒนธรรมของชาวจีน 5 ภาษา ซึ่งได้ถ่ายทอดผ่านประเพณีสำคัญ เช่น ประเพณีแห่มังกร ที่สะท้อนความเชื่อและความศรัทธาที่สืบทอดจากบรรพบุรุษ ตลอดจนทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีคุณค่า เช่น บึงบอระเพ็ด ซึ่งล้วนเป็นทุนทางวัฒนธรรมและทรัพยากรที่สำคัญต่อการพัฒนาการท่องเที่ยวของพื้นที่

คำว่า “อัตลักษณ์” มีรากศัพท์จากภาษาบาลี “อติด + ลักษณะ” ซึ่งหมายถึงคุณลักษณะเฉพาะของตัวตน อันสะท้อนความเป็นเอกลักษณ์ของบุคคล สังคม หรือชุมชน ทั้งในมิติรูปธรรมและนามธรรม เช่น การแต่งกาย ภาษา วรรณกรรม และวัฒนธรรม (อภิญา, 2546) ในบริบทสากล คำว่า “Identity” มีรากศัพท์จากภาษาละติน “Identitas” หมายถึงความเหมือนหรือความเป็นตัวตนร่วมกัน โดย Hall (1994) อธิบายว่า อัตลักษณ์ท้องถิ่นเป็นสิ่งที่ถูกสร้างและหล่อหลอมผ่านกระบวนการทางสังคมจนกลายเป็นวัฒนธรรมเฉพาะพื้นที่ เช่น สัญลักษณ์ ประเพณี ภาษา และแหล่งท่องเที่ยว อัตลักษณ์จึงเป็นกลไกสำคัญในการสร้างความหมายและการรับรู้ของสังคมในมิติเศรษฐกิจ การเมือง และวัฒนธรรม (ไพโรจน์, 2558) โดยเฉพาะในบริบทของการออกแบบของที่ระลึก ซึ่งทำ

หน้าที่เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความเป็นตัวตนของพื้นที่ สร้างความแตกต่างจากแหล่งอื่น และเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของผู้บริโภค ของที่ระลึกจึงมิใช่เพียงวัตถุเชิงพาณิชย์ หากแต่เป็นเครื่องมือในการบันทึกและสื่อสารความทรงจำ ความประทับใจ และอัตลักษณ์ของท้องถิ่นอย่างเป็นรูปธรรม (อดิคุณ และคณะ, 2564)

การออกแบบลวดลายถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยทำหน้าที่เป็น “ภาษาภาพ” ที่สามารถถ่ายทอดตัวตน แนวคิด และคุณค่าของแบรนด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ต้องอาศัยถ้อยคำ การนำอัตลักษณ์ท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบลวดลาย จึงเป็นกระบวนการที่ช่วยสะท้อนรากเหง้า ภูมิปัญญา และบริบททางวัฒนธรรมของพื้นที่ ตลอดจนเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดประวัติศาสตร์และความเชื่อของชุมชน ลวดลายที่ได้รับการออกแบบอย่างสร้างสรรค์และมีเอกลักษณ์เฉพาะ สามารถเสริมสร้างความโดดเด่นและความแตกต่างให้แก่ผลิตภัณฑ์ในเชิงการแข่งขัน อีกทั้งยังมีบทบาทในการเพิ่มมูลค่าเชิงเศรษฐกิจและการรับรู้ของผู้บริโภค ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีศักยภาพในการสื่อสารอัตลักษณ์และสร้างความจดจำได้อย่างยั่งยืน (พฤษภา, 2562)

จากศักยภาพของจังหวัดนครสวรรค์ที่มีอัตลักษณ์โดดเด่นทั้งด้านภูมิศาสตร์ วัฒนธรรม ไทย-จีน และทรัพยากรการท่องเที่ยว อันเป็นทุนทางวัฒนธรรมที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงสร้างสรรค์ ประกอบกับบทบาทของของที่ระลึกในฐานะสื่อกลางในการถ่ายทอดอัตลักษณ์และเพิ่มมูลค่าเชิงเศรษฐกิจ ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาและออกแบบลวดลายจากองค์ประกอบอัตลักษณ์ของจังหวัดนครสวรรค์ ได้แก่ ภูมิศาสตร์ วัฒนธรรมไทย-จีน การท่องเที่ยว และอาหารพื้นถิ่น เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก เพื่อสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์ สามารถสื่อสารเรื่องราวของท้องถิ่นได้อย่างชัดเจน และเสริมสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก อันนำไปสู่การยกระดับความน่าสนใจและการจดจำของจังหวัดนครสวรรค์ในมิติการท่องเที่ยว

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์
- 2.2 เพื่อออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลในเรื่องการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์ จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก ผู้ดำเนินวิจัยได้แบ่งขั้นตอนการจัดทำวิจัยเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นตอนที่ 1 เพื่อศึกษาอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์

3.1.1 เพื่อศึกษาอัตลักษณ์นครสวรรค์

ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร	ได้แก่	อัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์
กลุ่มตัวอย่าง	ได้แก่	อัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ (จากคำขวัญประจำจังหวัด) “เมืองสี่แคว แห่มังกร พักผ่อนบึงบอระเพ็ด ปลารสเด็ด ปากน้ำโพ”

3.1.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น	ได้แก่	อัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ คือ 1) ภูมิศาสตร์ 2) วัฒนธรรมไทย-จีน 3) การท่องเที่ยว 4) อาหารพื้นถิ่น
ตัวแปรตาม	ได้แก่	ทราบความหมาย ความเป็นมา ลักษณะเฉพาะของ อัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ภูมิศาสตร์ 2) วัฒนธรรมไทย-จีน 3) การท่องเที่ยว 4) อาหารพื้นถิ่น

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์และกำหนดกรอบแนวคิดในการออกแบบผลผลิต โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ได้แก่ การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลผลิตจากอัตลักษณ์ท้องถิ่น

3.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการโดยการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลมาสังเคราะห์ร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้สำหรับใช้ในกระบวนการออกแบบ

3.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยพิจารณาความหมาย ความเป็นมา และลักษณะเฉพาะของอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ในทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ภูมิศาสตร์ วัฒนธรรมไทย-จีน การท่องเที่ยว และอาหารพื้นถิ่น เพื่อนำไปสังเคราะห์เป็นแนวทางในการออกแบบผลผลิตสำหรับของที่ระลึก

3.2 ขั้นตอนที่ 2 เพื่อออกแบบผลผลิตอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก

3.2.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร	ได้แก่	รูปแบบของที่ระลึก ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ
กลุ่มตัวอย่าง	ได้แก่	รูปแบบผลผลิตสำหรับของที่ระลึกทั้งหมด 3 สไตล์ ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบ จำนวน 5 ท่าน

3.2.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น	ได้แก่	รูปแบบของที่ระลึก
-----------	--------	-------------------

ลดทอนสำหรับของที่ระลึกทั้งหมด 3 สไตล์ ได้แก่

1) Line Art 2) Flat Illustration 3) Doodle Art

ตัวแปรตาม ได้แก่ ทราบรูปแบบของที่ระลึกเพื่อนำมาลดทอนพิมพ์ลงบนผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกในแต่ละประเภท คือ 1) แก้ว 2) เสื้อยืด 3) กระเป๋าผ้า 4) หมวก 5) ผ้าคลุมไหล่ ได้ลดทอนลดทอนสำหรับของที่ระลึกทั้งหมด 3 สไตล์ ได้แก่ Line Art, Flat Illustration, Doodle Art ในด้านความสวยงาม ด้านสื่อความหมาย ด้านการนำไปใช้ได้จริง

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินกระบวนการออกแบบลดทอนอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ โดยพัฒนาขึ้นภายใต้กรอบแนวคิดของ (วิรุณ, 2531) การสร้างเครื่องมือดำเนินการโดยการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมากำหนดตัวแปรและประเด็นคำถาม จากนั้นนำแบบสอบถามเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการโดยนำข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบลดทอน จากนั้นทำการร่างแบบและพัฒนาผลงานตามกระบวนการออกแบบ โดยมีการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาก่อนนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก

3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 5 ท่าน โดยวิเคราะห์เชิงสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และกำหนดเกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด 4.50–5.00 มาก 3.50–4.49 ปานกลาง 2.50–3.49 น้อย 1.50–2.49 และน้อยที่สุด 1.00–1.49

3.3 ขั้นตอนที่ 3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการออกแบบลดทอนอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก

3.3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ได้แก่ประชากรในจังหวัดพิษณุโลก

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ประชากรในจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 120 คน ณ วัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร และ ศูนย์การค้าเซ็นทรัลพิษณุโลก โดยใช้วิธีการ (สุ่มแบบเจาะจง) ในเดือนกันยายน 2568

3.3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ ความพึงพอใจของผู้ที่สนใจในการออกแบบลดทอนอัตลักษณ์ จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก

ตัวแปรตาม ได้แก่ ทราบความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์ จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก ประเภท 1) แก้ว 2) เสื้อยืด 3) กระเป๋าผ้า 4) หมวก 5) ผ้าคลุมไหล่ ในด้าน 1) ด้านความสวยงาม 2) ด้านสื่อความหมาย 3) ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน

3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก โดยพัฒนาขึ้นตามกรอบแนวคิดของวิรุณ ตั้งเจริญ (2531) ลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตั้งแต่ 1 = น้อยที่สุด ถึง 5 = มากที่สุด โดยการสร้างเครื่องมือดำเนินการโดยการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมากำหนดตัวแปรและพัฒนาแบบสอบถาม จากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

3.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้สนใจ จำนวน 120 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสรุปผลและใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติ

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยกำหนดเกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด 4.50–5.00 มาก 3.50–4.49 ปานกลาง 2.50–3.49 น้อย 1.50–2.49 และน้อยที่สุด 1.00–1.49

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ขั้นตอนที่ 1 เพื่อศึกษาอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์

ผู้วิจัยวิเคราะห์การศึกษาอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ จากคำขวัญประจำจังหวัด คือ “เมืองสี่แคว แห่มังกร พักผ่อนบึงบอระเพ็ด ปลารสเด็ดปากน้ำโพ” โดยผู้วิจัยศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามกรอบแนวคิดของ คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการ อำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (2542) จำนวน 4 ด้าน ดังนี้ 1.ด้านภูมิศาสตร์ 2.ด้านวัฒนธรรมไทย-จีน 3.ด้านการท่องเที่ยว 4.ด้านอาหารพื้นถิ่น ผลการวิจัย พบว่า

4.1.1 ด้านภูมิศาสตร์

เมืองสี่แคว เป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำสายหลักของภาคกลาง นั่นก็คือ แม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งมาจากการไหลบรรจบกัน ของแม่น้ำปิง วัง ยม และแม่น้ำน่าน ซึ่งไหลมารวมกันบริเวณอำเภอเมือง

นครสวรรค์ โดยจะเห็นถึงความแตกต่างของสายน้ำทั้งสองได้อย่างชัดเจน ก็คือ แม่น้ำน่าน มีสีค่อนข้างแดง ส่วนแม่น้ำปิงมีสีค่อนข้างเขียว เมื่อมาบรรจบกันแล้วจึงค่อย ๆ รวมตัวเข้าด้วยกัน เป็นแม่น้ำสายใหญ่ จนกลายเป็นแม่น้ำเจ้าพระยาสายหลัก

4.1.2 ด้านวัฒนธรรมไทย-จีน

แห่มังกร ประเพณีแห่มังกรนครสวรรค์ ในเทศกาลตรุษจีน เป็นประเพณีเกี่ยวกับการไหว้เจ้า ไหว้บรรพบุรุษ ของคนไทยเชื้อสายจีน ที่อยู่ในอำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งมีกิจกรรมการแสดงหลายอย่างเช่น การแห่เจ้าพ่อ-เจ้าแม่ปากน้ำโพ แห่มังกร เชิดสิงโต ซึ่งเป็นประเพณีที่ถูกจัดขึ้นอย่างยิ่งใหญ่ของจังหวัด

4.1.3 ด้านการท่องเที่ยว

พักผ่อนบึงบอระเพ็ด แหล่งท่องเที่ยวที่เป็นบึงทะเลสาบน้ำจืดขนาดใหญ่ที่สวยงามที่สุดแห่งหนึ่งในประเทศไทย ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง อำเภอท่าตะโก และอำเภอชุมแสง และยังมีสัตว์และพันธุ์พืชน้ำเป็นจำนวนมาก รวมทั้งจะเข้ที่ต่าง แล้วยังมีพันธุ์สัตว์ที่หายากได้แก่ ปลาเสือตอ ซึ่งในพื้นที่บางส่วน ได้รับการประกาศให้เป็นเขตห้ามล่าสัตว์ป่า

4.1.4 ด้านอาหารพื้นถิ่น

ปลารสเด็ดปากน้ำโพ ปลาสด ๆ จากแม่น้ำปิง แม่น้ำน่าน แม่น้ำเจ้าพระยา มาทำเป็นเมนูอาหารนำทานมากมาย ไม่ว่าจะเป็น ปลานึ่ง แป๊ะซะ ทอดมันปลากราย ลูกชิ้นปลากราย เป็นหนึ่งในสุดยอดเมนูอาหารแนะนำของ เมืองปากน้ำโพก็ถือเป็นอาหารขึ้นชื่อของจังหวัด

4.2 ขั้นตอนที่ 2 เพื่อออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก

ภาพประกอบเป็นสื่อสำคัญในการถ่ายทอดแนวคิด เนื้อหา และอารมณ์ โดยสามารถสร้างสรรค์ได้หลากหลายรูปแบบตามความเหมาะสมของเนื้อหาและกลุ่มเป้าหมาย จากการศึกษาแนวคิดของ Kasra (2024) พบว่า สามารถจำแนกรูปแบบภาพประกอบออกเป็น 14 สไตล์ ได้แก่ 1.Psychedelic retro 2.Nostalgic 3.Isometric 4.Flat illustration 5.Surreal illustration 6.Pop art 7.Grain-textured 8.Minimal vibrant 9.Doodle & line art 10.Risograph 11.Holographic 12.Geometric 13. Abstract และ 14.Pixel art ผลการสังเคราะห์ พบว่า สไตล์ที่เหมาะสมต่อการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก ได้แก่ Line Art, Flat Illustration และ Doodle Art โดย Line Art มีความโดดเด่นด้านความเรียบง่ายและความชัดเจนของลายเส้นสามารถสื่อสารอัตลักษณ์ได้ตรงประเด็น Flat Illustration มีจุดเด่นด้านการใช้สีและรูปทรงที่เข้าใจง่าย ช่วยดึงดูดความสนใจและสื่อความหมายได้ชัดเจน ส่วน Doodle Art มีลักษณะสนุกสนานและยืดหยุ่น สามารถผสมผสานองค์ประกอบทางวัฒนธรรมได้หลากหลาย ผู้วิจัยยึดองค์ประกอบ Movement เป็นหลักเพื่อควบคุมเส้นทางสายตาของผู้ชมให้ไหลจากสัญลักษณ์หรือองค์ประกอบสำคัญ ไปยังรายละเอียดรอง เพื่อให้การรับรู้อัตลักษณ์เป็นไปอย่างมีลำดับ และน่าสนใจ โดย

Movement ถูกนำมาใช้ร่วมกับสไตล์ภาพประกอบ (Line art / Flat illustration / Doodle) เพื่อสร้างภาพที่มีพลัง มีชีวิตชีวา และง่ายต่อการรับรู้ ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดการออกแบบของ วิรุณ (2531) ในการประเมินผลวดลาย 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสวยงาม 2) ด้านสื่อความหมาย 3) ด้านการนำไปใช้ได้จริง

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์อัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นผู้วิจัยทำการศึกษาของประเภทที่ระลึก เพื่อนำมาลดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ ที่ออกแบบนำลดลายไปใส่ในประเภทที่ระลึกที่ได้รับคะแนนสูงสุดจากการสังเคราะห์ เอกสาร ตำรา งานวิจัย (ดังตารางที่ 1)

จากตารางที่ 1 ผู้วิจัยทำการเลือกประเภทของที่ระลึกที่ได้รับความนิยม 5 อันดับแรก ได้แก่ 1) แก้ว 2) เสื้อยืด 3) กระเป๋ాผ้า 4) หมวก 5) ผ้าคลุมไหล่ โดยผู้วิจัยนำลวดลายที่ออกแบบแล้วลงสู่ของที่ระลึก 5 ประเภทที่กล่าวมา แล้วจึงนำไปสู่การออกแบบลวดลาย จำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบ A (Line art) รูปแบบ B (Flat illustration) รูปแบบ C (Doodle art) เป็นลวดลายต้นแบบอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ นำแบบสอบถามไปประเมินกับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 5 ท่าน (ดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 กระบวนการ : การออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก
(ที่มา: อูษา และคณะ, 2568)



ตารางที่ 1 แสดงผลของการสังเคราะห์โครงสร้างของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเภทของ
ที่ระลึก

ประเภท	กนิษฐา เรืองวรรณศักดิ์ (2560).	กษิรา ภิวงศ์กรพ (2562).	นพรัตน์ ศรีสุราษฎร์ (2556).	กมลวรรณ พงษ์กุล (2566).	นิรชา ศรีภิล (2564).	ณัฏฐรัตน์ ขจรัสชัย (2556).	ปัญมเพ็งห์ เสือตศิริ (2567).	สุชีรา ผ่องใส (2564).	ประยงค์ อ่อนตา (2566).	เกรวิน บัวเทพ (2562).	จิรสันต์ วั่งเงิน (2564).	ดิณณา อุดม (2566).	ศุภามย์ ประสาทแก้ว (2567).	พฤกษา สมบัติตน (2562).	ณเมธี น้อยแก้ว (2565).	คะแนน	ลำดับ
1. แก้ว	✓	✓	✓			✓		✓	✓				✓			7	1
2. ผ้าคลุมไหล่	✓	✓												✓		3	4
3. สมุดโน้ต	✓		✓													2	5
4. เสื้อยืด		✓							✓	✓		✓		✓	✓	6	2
5. เนคไท		✓														1	6
6. กระเป๋าผ้า		✓							✓		✓	✓	✓		✓	6	2
7. หมอน		✓														1	6
8. เครื่องประดับ		✓		✓												2	5
9. นาฬิกา			✓	✓												2	5
10. อาร์ทหอย					✓											1	6
11. ผ้าพันคอ						✓				✓						2	5
12. หมวก									✓	✓		✓		✓	✓	5	3
13. กระเป๋าเป้										✓			✓		✓	3	4
14. เสื้อเชิ้ต										✓						1	6
15. ผ้าโพกหัว												✓				1	6
16. รองเท้า												✓		✓		2	5
17. พวงกุญแจ													✓			1	6
18. กางเกง														✓		1	6
19. ผ้าเช็ดตัว															✓	1	6

(ที่มา: อุษา และคณะ, 2568)

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบประเมินแนวทางการออกแบบลวดลายอัต
ลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ สำหรับของที่ระลึก ผู้วิจัยเรียงลำดับคะแนนเฉลี่ย พบว่า

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ พบว่า รูปแบบ B (Flat illustration)
ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 4.57, S.D. = 0.60) อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีผลการประเมินรายด้าน
ทั้งด้านความสวยงาม การสื่อความหมาย และการนำไปใช้ได้จริง อยู่ในระดับมากที่สุดทั้งหมด



ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเกี่ยวกับการออกแบบ
ลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ สำหรับของที่ระลึก ทั้ง 3 รูปแบบ

หัวข้อ	ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ (n=5)								
	รูปแบบ A Line Art			รูปแบบ B Flat Illustration			รูปแบบ C Doodle Art		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1.ด้านความสวยงาม									
1.1 ลวดลายมีความแปลกใหม่น่าสนใจ มีเอกลักษณ์เฉพาะ	4.20	0.84	มาก	4.20	0.84	มาก	4.40	0.55	มาก
1.2 การจัดวางเส้น รูปทรง และลวดลาย มีความลงตัวสวยงาม	4.20	0.84	มาก	4.40	0.89	มาก	4.40	0.55	มาก
1.3 โทนสีในงานมีความเหมาะสมสวยงาม	3.80	1.10	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 องค์ประกอบภาพโดยรวมงานมีความสมดุล เหมาะสม และสวยงาม	4.40	0.55	มาก	4.40	0.89	มาก	4.40	0.55	มาก
1.5 รายละเอียดของลวดลายมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	3.80	0.84	มาก	4.80	0.45	มากที่สุด	4.40	0.55	มาก
1.6 เมื่อมีการปรับขนาดของลวดลาย (ย่อหรือขยาย) ยังคงเห็นลวดลายมีความชัดเจนและความสวยงามครบถ้วน	3.60	0.89	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม	4.00	0.84	มาก	4.50	0.69	มากที่สุด	4.47	0.55	มาก
2.ด้านสื่อความหมาย									
2.1 ลวดลายสามารถสะท้อนอัตลักษณ์ของจังหวัดนครสวรรค์ได้ชัดเจน	4.40	0.55	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด	4.40	0.55	มาก
2.2 ลวดลายที่ออกแบบสอดคล้องกับแนวความคิดตามบริบททางภูมิศาสตร์ วัฒนธรรมไทย-จีน การท่องเที่ยว และอาหารพื้นถิ่น จังหวัดนครสวรรค์	4.40	0.55	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด	4.40	0.55	มาก
2.3 ลวดลายสามารถสื่อสารกับผู้ชม ผู้พบเห็น รวมถึงนักท่องเที่ยวทั่วไปให้เข้าใจได้ง่าย	4.40	0.55	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด	4.40	0.55	มาก
รวม	4.40	0.55	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด	4.40	0.55	มาก
3.ด้านการนำไปใช้ได้จริง									
3.1 ลวดลายสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับของที่ระลึก ประเภท (1.แก้ว 2.เสื้อยืด 3. กระเป๋าผ้า 4.หมวก 5.ผ้าคลุมไหล่)	4.00	0.71	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด	4.40	0.55	มาก
รวม	4.13	0.53	มาก	4.60	0.55	มากที่สุด	4.40	0.55	มาก
รวมทั้งหมด	4.18	0.64	มาก	4.57	0.60	มากที่สุด	4.42	0.55	มาก

รองลงมาคือ รูปแบบ C (Doodle Art) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.42, S.D. = 0.55) อยู่ในระดับมาก และรูปแบบ A (Line Art) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.18, S.D. = 0.64) อยู่ในระดับมากเช่นกัน โดยทั้งสองรูปแบบมีผลการประเมินรายด้านอยู่ในระดับมากทุกด้าน โดยสรุป รูปแบบ Flat Illustration เป็นรูปแบบที่มีความเหมาะสมสูงสุดในการออกแบบลวดลาย เนื่องจากมีความโดดเด่นทั้งด้านความสวยงาม การสื่อความหมาย และศักยภาพในการนำไปใช้จริง เพื่อนำไปศึกษาความพึงพอใจในขั้นตอนต่อไป

4.3 ขั้นตอนที่ 3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัด นครสวรรค์ สำหรับของที่ระลึก

ผู้วิจัยนำลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์ ที่ผ่านการประเมินความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 5 ท่าน ลงสู่ของที่ระลึก 5 ประเภท ได้แก่ 1) แก้ว 2) เสื้อยืด 3) กระเป๋าผ้า 4) หมวก 5) ผ้าคลุมไหล่ เพื่อนำไปประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจในการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก ณ วัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร และศูนย์การค้าเซ็นทรัลพลาซ่าโลก จำนวน 120 คน พบว่า (ดังภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก 5 ประเภท ได้แก่ 1) แก้ว 2) เสื้อยืด 3) กระเป๋าผ้า 4) หมวก 5) ผ้าคลุมไหล่ และการลงพื้นที่เก็บแบบสอบถาม (ที่มา: อูษา และคณะ, 2568)

ตารางที่ 3 แสดงค่าความถี่จำนวนค่าเฉลี่ยร้อยละข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 120 คน

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชาย	67	56.00
หญิง	53	44.00
รวม	120	100.00
อายุ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำกว่า 20 ปี	16	13.00
21-30 ปี	64	53.00
31-40 ปี	22	18.00
41-50 ปี	16	13.00
51-60 ปี	2	3.00
61 ปีขึ้นไป	0	0.00
รวม	120	100.00
อาชีพ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
นักเรียน	14	11.00
นักศึกษา	23	19.00
พนักงานบริษัท	29	24.00
ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	20	17.00
ธุรกิจส่วนตัว / ค้าขาย	26	22.00
อื่น ๆ	8	7.00
รวม	120	100.00
รายได้	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ต่ำกว่า 5,000	17	14.00
5,001-10,000	20	17.00
10,001-15,000	70	58.00
15,001-20,000	10	8.00
มากกว่า 20,001	3	3.00
รวม	120	100.00
เคยเดินทางมาท่องเที่ยวจังหวัดนครสวรรค์หรือไม่	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เคย	71	59.00
ไม่เคย	49	41.00
รวม	120	100.00

จากตารางที่ 3 แสดงระดับความคิดเห็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 120 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 56 รองลงมาเป็นเพศหญิง ร้อยละ 44 โดยมีอายุอยู่ในช่วง 21-30 ปีมากที่สุด ร้อยละ 53 รองลงมา คือ ช่วงอายุ 31-40 ปี ร้อยละ 18 ด้านอาชีพ ส่วนใหญ่เป็นพนักงานบริษัท ร้อยละ 24 รองลงมาคือธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย ร้อยละ 22 และนักศึกษา ร้อยละ 19 รายได้ พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10,000-15,000 บาท ร้อยละ 58 รองลงมา คือ 5,001-10,000 บาท ร้อยละ 17 และส่วนใหญ่เคยเดินทางท่องเที่ยวจังหวัดนครสวรรค์ ร้อยละ 59

จากตารางที่ 4 การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มผู้ที่สนใจการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก จำนวน 120 คน พบว่า

กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึกโดยรวมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด โดยผลิตภัณฑ์ผ้าคลุมไหล่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด ($\bar{x}$ = 4.52, S.D. = 0.74) รองลงมา ได้แก่ หมวก ($\bar{x}$ = 4.51, S.D. = 0.71) และกระเป๋าผ้า ($\bar{x}$ = 4.50, S.D. = 0.67) ขณะที่เสื้อยืดและแก้วมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.44 และ $\bar{x}$ = 4.42 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านสื่อความหมายมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเกือบทุกผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะหมวกและผ้าคลุมไหล่ ($\bar{x}$ = 4.54) แสดงให้เห็นว่าลวดลายสามารถถ่ายทอดอัตลักษณ์ของจังหวัดนครสวรรค์ได้อย่างชัดเจนและมีประสิทธิภาพ รองลงมาเป็นด้านความเหมาะสมในการใช้งาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.42-4.54) สะท้อนถึงศักยภาพของลวดลายในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ และด้านความสวยงามมีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับมากถึงมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.39-4.51) แสดงถึงความเหมาะสมขององค์ประกอบ การใช้สี และความร่วมสมัยของลวดลาย

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของกลุ่มผู้สนใจการออกแบบลดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก

หัวข้อ	ประเมินความพึงพอใจ (n=120)														
	แก้ว			เสื่อยัด			กระเป๋ผ้า			หมวก			ผ้าคลุมไหล่		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1.ด้านความสวยงาม															
1.1 ลวดลายมีความน่าสนใจและสะดุดตา	4.38	0.73	มาก	4.44	0.69	มาก	4.48	0.72	มาก	4.46	0.72	มาก	4.48	0.73	มาก
1.2 การจัดวางองค์ประกอบ (รูปทรง, ตัวละคร, สิ่งของ) ดูเหมาะสมและลงตัว	4.33	0.76	มาก	4.37	0.74	มาก	4.48	0.75	มาก	4.39	0.77	มาก	4.40	0.79	มาก
1.3 การใช้สีมีความสดใส สวยงาม และเข้ากันได้ดี	4.40	0.72	มาก	4.49	0.70	มาก	4.51	0.70	มากที่สุด	4.51	0.73	มากที่สุด	4.75	0.79	มากที่สุด
1.4 รายละเอียดของลวดลายดูเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อนเกินไป	4.46	0.76	มาก	4.33	0.75	มาก	4.53	0.66	มากที่สุด	4.42	0.78	มาก	4.51	0.80	มากที่สุด
1.5 ลวดลายดูทันสมัย เหมาะกับการเป็นของที่ระลึก	4.41	0.79	มาก	4.38	0.76	มาก	4.41	0.71	มาก	4.48	0.73	มาก	4.44	0.76	มาก
รวม	4.39	0.75	มาก	4.40	0.72	มาก	4.48	0.70	มาก	4.45	0.74	มากที่สุด	4.51	0.77	มากที่สุด
2.ด้านสื่อความหมาย															
2.1 ลวดลายสามารถสะท้อนอัตลักษณ์ของจังหวัดนครสวรรค์ได้ชัดเจน	4.48	0.74	มาก	4.48	0.67	มาก	4.53	0.60	มากที่สุด	4.58	0.68	มากที่สุด	4.50	0.79	มากที่สุด
2.2 ลวดลายแสดงถึงวัฒนธรรม สถานที่สำคัญ และสิ่งโดดเด่นของจังหวัดนครสวรรค์ได้ดี	4.48	0.77	มาก	4.51	0.65	มากที่สุด	4.54	0.67	มากที่สุด	4.53	0.76	มากที่สุด	4.53	0.74	มากที่สุด
2.3 เห็นลวดลายแล้วรู้สึกเชื่อมโยงกับบรรยากาศความเป็น "นครสวรรค์"	4.45	0.83	มาก	4.48	0.68	มาก	4.53	0.66	มากที่สุด	4.52	0.68	มากที่สุด	4.61	0.71	มากที่สุด
รวม	4.47	0.78	มาก	4.49	0.66	มาก	4.53	0.64	มากที่สุด	4.54	0.70	มากที่สุด	4.54	0.74	มากที่สุด
3.ด้านความเหมาะสมในการใช้งาน															
3.1 ลวดลายมีความเหมาะสมต่อการเป็นของฝากให้เพื่อนหรือครอบครัว	4.39	0.89	มาก	4.44	0.74	มาก	4.51	0.70	มากที่สุด	4.57	0.74	มากที่สุด	4.57	0.68	มากที่สุด
3.2 ลวดลายมีความแตกต่างจากของที่ระลึกทั่วไปที่เคยเห็น	4.44	0.86	มาก	4.38	0.72	มาก	4.47	0.71	มาก	4.47	0.70	มาก	4.49	0.74	มาก
3.3 ลวดลายมีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นสินค้าเชิงพาณิชย์ได้จริง	4.43	0.81	มาก	4.48	0.68	มาก	4.50	0.67	มากที่สุด	4.59	0.68	มากที่สุด	4.48	0.79	มาก
รวม	4.42	0.85	มาก	4.43	0.71	มาก	4.49	0.69	มาก	4.54	0.70	มากที่สุด	4.51	0.73	มากที่สุด
รวมทั้งหมด	4.42	0.79	มาก	4.44	0.69	มาก	4.50	0.67	มากที่สุด	4.51	0.71	มากที่สุด	4.52	0.74	มากที่สุด

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก สามารถอภิปรายผลตามเกณฑ์ประเมินความพึงพอใจการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึกได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษาอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์

คำขวัญของจังหวัดนครสวรรค์ที่กล่าวถึง “เมืองสี่แคว มังกร บึงบอระเพ็ด และปลารสเด็ดปากน้ำโพ” ยังสะท้อนถึงความโดดเด่นของทรัพยากรทางธรรมชาติ วิถีชีวิต และวัฒนธรรมไทย-จีนที่ผสมผสานกันอย่างมีเอกลักษณ์ โดยเฉพาะประเพณีแห่มังกรในเทศกาลตรุษจีน และลักษณะภูมิศาสตร์ของการเป็นแหล่งกำเนิดแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งสอดคล้องกับเอกสารทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมของพื้นที่ (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุฯ, 2542)

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก และ วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการออกแบบลวดลายอัตลักษณ์จังหวัดนครสวรรค์สำหรับของที่ระลึก

ด้านความสวยงาม

ลวดลายมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว สอดคล้องกับ วิรุณ (2531) กล่าวว่า งานออกแบบที่ดีควรสะท้อน “ความเป็นเอกลักษณ์” ของพื้นที่หรือวัตถุที่ต้องการสื่อสาร โดยลวดลายจำเป็นต้องมีความโดดเด่น แตกต่างจากรูปแบบทั่วไป เพื่อสร้างความจดจำให้กับผู้พบเห็น

องค์ประกอบภาพโดยรวมงานมีความสมดุล เหมาะสม และสวยงาม สอดคล้องกับ ศิริพรณ์ (2549) กล่าวว่า ความสมดุลและความเป็นเอกภาพขององค์ประกอบภาพเป็นพื้นฐานของงานออกแบบที่ดี โดยผู้สร้างสรรค์ต้องคำนึงถึงการกระจายองค์ประกอบ น้ำหนักภาพ และโฟกัสหลักของผลงาน เพื่อให้ผู้ชมสามารถเข้าใจลวดลายได้ง่าย

รายละเอียดของลวดลายมีความชัดเจน เข้าใจง่าย สอดคล้องกับ วิรุณ (2531) กล่าวว่า รายละเอียดของเส้นและรูปทรงในงานออกแบบมีผลต่อการรับรู้โดยตรง ผู้ชมจะเข้าใจความหมายของลวดลายมากขึ้นขึ้นอยู่กับความ “ชัดเจน” ของรายละเอียด

เมื่อมีการปรับขนาดของลวดลาย (ย่อหรือขยาย) ยังคงเห็นลวดลายมีความชัดเจนและความสวยงามครบถ้วน สอดคล้องกับ นวลน้อย (2554) กล่าวว่า รูปแบบลวดลายที่ดีต้อง “ไม่สูญเสียรายละเอียด” เมื่อปรับขนาด เพราะของที่ระลึกมักถูกผลิตในหลายรูปแบบ เช่น ถัง แก้ว เสื้อ หรือของชิ้นเล็ก การคงความชัดเจนแม้ถูกย่อหรือขยายจึงเป็นข้อกำหนดสำคัญของงานลวดลายที่ใช้ในเชิงผลิตจริง

ด้านสื่อความหมาย

ลวดลายสามารถสะท้อนอัตลักษณ์ของจังหวัดนครสวรรค์ได้ชัดเจน สอดคล้องกับ วิรุณ (2531) กล่าวว่า งานออกแบบที่มีคุณค่าเชิงสื่อความหมายต้องสามารถ “ถ่ายทอดตัวตนและอัตลักษณ์ของแหล่งที่มา” ผ่านรูปทรง สัญลักษณ์ และองค์ประกอบศิลป์ได้อย่างชัดเจน

ลวดลายที่ออกแบบสอดคล้องกับแนวความคิดตามบริบททางภูมิศาสตร์ วัฒนธรรมไทย-จีน การท่องเที่ยว และอาหารพื้นถิ่น จังหวัดนครสวรรค์ สอดคล้องกับ นวลน้อย (2554) กล่าวว่า การออกแบบลวดลายที่มีความหมายจำเป็นต้องเชื่อมโยงกับ “บริบทของพื้นที่” โดยลวดลายที่ดีต้องสะท้อนเรื่องราวเฉพาะถิ่นได้จริง ทำให้ผลงานสื่อความเป็นท้องถิ่นได้อย่างครบถ้วนและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

ลวดลายสามารถสื่อสารกับผู้ชม ผู้พบเห็น รวมถึงนักท่องเที่ยวทั่วไปให้เข้าใจได้ง่าย สอดคล้องกับ ทองเจือ (2548) กล่าวว่า งานออกแบบต้องอาศัย “ความชัดเจนของสัญลักษณ์ รูปทรง และองค์ประกอบภาพ” เพื่อให้ผู้ชมเข้าใจได้ทันทีโดยไม่ซับซ้อน การออกแบบเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกควรมีความเรียบง่ายพอเหมาะ แต่ยังคงความหมายที่ตรงประเด็น เพื่อให้ผู้ชมทั่วไป รวมถึงนักท่องเที่ยวที่ไม่คุ้นเคยกับพื้นที่ สามารถตีความความได้ชัดเจนและถูกต้อง

ด้านการนำไปใช้ได้จริง

ลวดลายสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับของที่ระลึกประเภทต่าง ๆ ได้จริง (แก้ว, เสื้อยืด, กระเป๋าผ้า, หมวก, ผ้าคลุมไหล่) สอดคล้องกับ วิรุณ (2531) กล่าวว่า งานออกแบบลวดลายที่ดีควรมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวัสดุและรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย โดยต้องคงความงามและความชัดเจนขององค์ประกอบไว้เสมอ ไม่ว่าจะอยู่บนพื้นผิวแข็ง

ลวดลายสามารถต่อยอดเชิงพาณิชย์ (ผลิต-จำหน่าย) ได้จริง สอดคล้องกับ นวลน้อย บุญวงษ์ (2554) กล่าวว่า ลวดลายที่มีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นสามารถต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ได้ หากมีความโดดเด่นและมีเรื่องราวรองรับ เพราะผู้บริโภคนิยมสินค้าที่สะท้อนคุณค่าทางวัฒนธรรมและความหมายของพื้นที่

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราภรณ์ มামী, ผู้ช่วยศาสตราจารย์อัญลักษณ์ ศุภพลธร, อาจารย์ ดร. นฤพนธ์ คมสัน, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปารัตนา ศิริสอาด และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐธิดา จงรักษ์ ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์องค์ความรู้ ข้อเสนอแนะ และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ และคณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณพระบิดา มารดา ครู และอาจารย์ทุกท่าน โดยเฉพาะอาจารย์ในสาขาวิชาศิลปะและนวัตกรรมการออกแบบ

สร้างสรรค์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ได้อบรมสั่งสอนและถ่ายทอดองค์ความรู้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนขอขอบพระคุณผู้เขียนเอกสารที่ได้อ้างอิงด้านการออกแบบ และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนผู้วิจัยมาโดยตลอด

7. เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. (2542). **วัฒนธรรม พัฒนาการทางประวัติศาสตร์ เอกลักษณ์และภูมิปัญญา จังหวัดนครสวรรค์**. กรุงเทพฯ: กระทรวงมหาดไทย; กระทรวงศึกษาธิการ; กรมศิลปากร.
- ทองเจือ เปียดทอง. (2548). **การออกแบบสัญลักษณ์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวนน้อย บุญวงษ์. (2554). **หลักการออกแบบ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พุกษา สมนึกตน, และสุนิษา วันศุกร์. (2562). **การออกแบบลวดลายผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิค Marbling Art**. (ภาคนิพนธ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, บุรีรัมย์.
- ไพโรจน์ ชีระประภา. (2558). **อัตลักษณ์ของที่ระลึกและกราฟิกดีไซน์สะท้อนพื้นถิ่น**. สืบค้นจาก <http://www.bundanthai.com/th/news/9>
- วิรุณ ตั้งเจริญ. (2531). **ออกแบบกราฟิก (Graphic design)**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิมวอล อาร์ต.
- ศิริพรณ์ ปีเตอร์. (2549). **การออกแบบกราฟิก**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อดิคุณ เสร้ามัญ, ชวรินทร์ สุดสวาท, สุประภา สมนักพงษ์, นภัสนันท์ วินิจวรกิจกุล, และอนัญญา รัตนประเสริฐ. (2564). การพัฒนาสินค้าของที่ระลึกที่สะท้อนอัตลักษณ์ของแหล่งท่องเที่ยว. **วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์**, 10(4), 306–316.
- อภิญา เพื่องฟูสกุล. (2546). **อัตลักษณ์: การทบทวนทฤษฎีและกรอบแนวคิด**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- Hall, S. (1994). **Representation: Cultural representations and signifying practices**. London: Sage.
- Kasra Design. (2024, September). **14 illustration styles every illustrator should learn in 2024**. Retrieved from <https://www.kasradesign.com/14-illustration-styles-every-illustrator-should-learn/>