


การประชุมวิชาการ สมาคมนักเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
(TTA CON 2025)

# นวัตกรรมเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

จัดทำโดย สมาคมนักเทคโนโลยี
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

21-22 กรกฎาคม 2568
ณ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
จังหวัดเชียงราย

การประชุมวิชาการสมาคมนักเทคโนโลยี ครั้งที่ 2 (TTACON2025)
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
21-22 กรกฎาคม 2568



ในนามของสมาคมนักเทคโนโลยี ข้าพเจ้ามีความยินดี และเป็นเกียรติอย่างยิ่งที่ในการจัดการประชุมวิชาการสมาคมนักเทคโนโลยี (The Technologist Association: TTA) ครั้งที่ 2 ภายใต้หัวข้อ “นวัตกรรมเพื่อชุมชนสู่ความเข้มแข็งและยั่งยืน” การประชุมในครั้งนี้สืบเนื่องและต่อยอดจากความสำเร็จของ การประชุมวิชาการ TTA ครั้งที่ 1 ซึ่งถือเป็นจุดสำคัญที่เราได้ร่วมกันสร้างเวทีวิชาการสำหรับการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ การนำเสนอผลงานวิจัย และการจุดประกายความคิดสร้างสรรค์ในประเด็นการพัฒนาท้องถิ่น

ในวันนี้ เราได้ก้าวต่อไปอีกขั้น ท่ามกลางบริบทของโลกปัจจุบันที่มีความเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมอย่างรวดเร็ว การบูรณาการองค์ความรู้และนวัตกรรมสู่การปฏิบัติในระดับชุมชนจึงเป็นภารกิจที่สำคัญอย่างยิ่ง หัวข้อ “นวัตกรรมเพื่อชุมชนสู่ความเข้มแข็งและยั่งยืน” สะท้อนวิสัยทัศน์ของสมาคมฯ ที่ต้องการเห็นงานวิจัยและผลงานด้านเทคโนโลยีถูกนำไปใช้แก้ปัญหา พัฒนา และเสริมสร้างความสามารถในการพึ่งพาตนเองของชุมชนอย่างแท้จริง การประชุมในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นให้เป็นเวทีสำหรับนักวิจัย คณาจารย์ นักศึกษา และผู้สนใจจากหลากหลายสาขา มาร่วมกันนำเสนอผลงาน แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสร้างเครือข่ายความร่วมมือ โดยหวังว่าจะเกิดการต่อยอดองค์ความรู้และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่สอดคล้องกับบริบทของแต่ละพื้นที่ เพื่อให้ชุมชนของเราก้าวสู่ความเข้มแข็งและยั่งยืนอย่างแท้จริง

ในนามของสมาคมนักเทคโนโลยี ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบคุณต่อคณะกรรมการจัดงาน คณะทำงาน วิทยากร ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เข้าร่วมประชุมทุกท่าน ที่ได้ร่วมแรงร่วมใจกันทำให้การประชุมในครั้งนี้เกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ และขอขอบคุณทุกท่านที่ให้เกียรติมาร่วมแบ่งปันความรู้และแรงบันดาลใจในวันนี้

ขอให้ การประชุมวิชาการสมาคมนักเทคโนโลยี (TTA) ครั้งที่ 2 ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และขอให้ทุกท่านได้รับประสบการณ์อันทรงคุณค่า รวมถึงแรงบันดาลใจใหม่ ๆ เพื่อนำไปต่อยอดในงานวิชาการและงานพัฒนาชุมชนต่อไป

ขอบคุณ และขออวยพรให้ทุกท่านประสบความสำเร็จในทุกด้าน

รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย แหวนเพชร
ประธานจัดการประชุม
นายกสมาคมนักเทคโนโลยี



ในนามของ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ข้าพเจ้ามีความยินดีอย่างยิ่งที่ได้มีโอกาสต้อนรับทุกท่านเข้าสู่ การประชุมวิชาการระดับชาติ สมาคมนักเทคโนโลยี (The Technologist Association: TTA) ครั้งที่ 2 ซึ่งจัดขึ้นภายใต้หัวข้อ “นวัตกรรมเพื่อชุมชนสู่ความเข้มแข็งและยั่งยืน” ในวันที่ 21–22 กรกฎาคม 2568 ในครั้งนี้ เรามุ่งเน้นไปที่การนำ นวัตกรรมมาประยุกต์ใช้เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งและความยั่งยืนของชุมชน โดยหัวข้อการประชุมครอบคลุมประเด็นที่สำคัญโดยมีหัวข้อการนำเสนอทั้งหมด 25 หัวข้อ เช่น ด้านนวัตกรรม เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ สถาปัตยกรรม เพื่อการพัฒนาชุมชน ด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมพลังงาน IOT และเทคโนโลยีดิจิทัล ด้านระบบโลจิสติกส์ การจัดการซัพพลายเชน การออกแบบ และพัฒนาอุปกรณ์ เครื่องจักร รวมถึง การพัฒนาชุมชน ท่องเที่ยว วิศวกรสังคม อุตสาหกรรมศิลป์เพื่อพัฒนาชุมชน ซึ่งครอบคลุมหลายด้านที่สำคัญและมีความเกี่ยวข้องกับนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน ข้าพเจ้าเชื่อมั่นว่าการรวมพลังของนักวิจัย นักวิชาการ และผู้ปฏิบัติงานจากหลายสาขาที่มาพบกันในวันนี้ จะก่อให้เกิดแนวคิดใหม่ ๆ ผลงานวิจัยคุณภาพ และความร่วมมือเชิงรูปธรรมที่ช่วยขับเคลื่อนการพัฒนาชุมชนและประเทศไปสู่ความยั่งยืนตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

ในโอกาสนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ สมาคมนักเทคโนโลยี (TTA) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย คณะกรรมการจัดงาน และทุกภาคส่วนที่ได้ทุ่มเทกำลังใจและกำลังกายในการจัดการประชุมวิชาการในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณผู้เข้าร่วมการประชุมทุกท่านที่ได้ให้เกียรติมาร่วมแบ่งปันความรู้และประสบการณ์อันทรงคุณค่า

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขออวยพรให้ การประชุมวิชาการสมาคมนักเทคโนโลยี (TTA) ครั้งที่ 2 ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ทุกประการ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าทุกท่านจะได้รับแรงบันดาลใจ องค์ความรู้ และความประทับใจกลับไปสู่การพัฒนาชุมชนและสังคมของเราอย่างแท้จริง

รองศาสตราจารย์ ดร.ศรชัย มุ่งไธสง
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย



ในนามของ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ข้าพเจ้ารู้สึกภาคภูมิใจและเป็นเกียรติอย่างยิ่ง ที่ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ เจ้าภาพจัดการประชุมวิชาการระดับชาติ สมาคมนักเทคโนโลยี (The Technologist Association: TTA) ครั้งที่ 2 ภายใต้หัวข้อ “นวัตกรรมเพื่อชุมชนสู่ความเข้มแข็งและยั่งยืน” ระหว่างวันที่ 21–22 กรกฎาคม 2568 การประชุมครั้งนี้นับเป็นการต่อยอดความสำเร็จจากการประชุมครั้งแรก ที่ได้สร้างเวทีสำคัญในการพบปะ แลกเปลี่ยน และเผยแพร่ผลงานวิจัยด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน ในครั้งนี้เราจึงก้าวไปอีกขั้นด้วยการเน้นย้ำแนวคิดการนำนวัตกรรมไปใช้สร้างพลังให้กับชุมชนในมิติที่หลากหลาย ทั้งด้านทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม พลังงานสะอาด การออกแบบและสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะกับบริบทชุมชน รวมถึงการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและการจัดการนวัตกรรมเพื่อเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐกิจและสังคม

ในฐานะเจ้าภาพจัดงาน ข้าพเจ้าและคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ได้เตรียมความพร้อมอย่างเต็มที่ เพื่อให้เวทีแห่งนี้เป็นพื้นที่ที่เปิดโอกาสให้ทุกท่านได้แบ่งปันแนวคิดและสร้างเครือข่ายความร่วมมือใหม่ ๆ ระหว่างนักวิชาการ นักวิจัย หน่วยงานภาครัฐ เอกชน และผู้ประกอบการในท้องถิ่น เพื่อให้ผลลัพธ์จากการประชุมครั้งนี้สามารถนำไปพัฒนาชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ สมาคมนักเทคโนโลยี (TTA) คณะกรรมการผู้จัดงาน และผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้ร่วมแรงร่วมใจและทุ่มเทความพยายามเพื่อให้การประชุมครั้งนี้สำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณผู้เข้าร่วมประชุมที่ให้ความสนใจและมาร่วมสร้างสรรค์องค์ความรู้ร่วมกันในวันนี้

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขออวยพรให้ การประชุมวิชาการระดับชาติ สมาคมนักเทคโนโลยี (TTA) ครั้งที่ 2 เป็นไปด้วยความราบรื่นและประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ และขอให้ทุกท่านได้รับประสบการณ์และแรงบันดาลใจที่สามารถนำไปต่อยอดสู่การพัฒนาชุมชนและประเทศชาติในอนาคต

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญ คนแรง
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย



# KEYNOTE SPEAKER

## รองศาสตราจารย์.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ

**สถานที่ทำงาน:** ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตำแหนงปจจุบัน**

1. หัวหน้าศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. President of Thai Geotechnical Society
3. Chairman, Association of Geotechnical Society in Southeast Asia
4. Chairman of Disaster mitigation working group, ASEAN Federation of Engineering Organization
5. ผู้ก่อตั้งและประธานมูลนิธิมดชนะภัย

**การศึกษา**

- ปริญญาเอก : Ph.D. (Civil/Geotechnical Engineering), Utah State University, U.S.A พ.ศ.2545
- ปริญญาโท : M.Eng. (Soil Engineering), สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย พ.ศ.2539
- ปริญญาตรี : วศ.บ. (วิศวกรมโยธา), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.2537

**สาขาที่เชี่ยวชาญ**

- วิศวกรรมปฐพี (วิศวกรรมฐานราก, พฤติกรรมดินเหนียวอ่อน, เทคนิกการปรับปรุงฐานรากดินอ่อน)
- แผ่นดินไหว (ธรณีวิศวกรรมแผ่นดินไหว, ความปลอดภัยเขื่อนต่อแรงแผ่นดินไหว)
- วิศวกรรมเขื่อน (ความปลอดภัยเขื่อน, การซ่อมแซมและฟื้นสภาพเขื่อน, การออกแบบและก่อสร้างเขื่อน)
- ดินถล่ม (พฤติกรรมดินถล่ม. การป้องกันภัยและเตือนภัยและเตือนภัยเชิงวิศวกรรม, การเตือนภัยดินถล่ม)
- การประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยง โดยเฉพาะทางธรณีภัย

**การจดทะเบียนวิชาชีพ**

- ใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมของสภาวิศวกร ประเภท วุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา พ.ศ. 2558
- สมาชิกสภาวิศวกร
- สมาชิกสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
- สมาชิกสภาวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สชวท.)
- สมาชิกสมาคมธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย

**รางวัลสำคัญ**

| | |
|---|---|
| พ.ศ. 2563 | อาจารย์ดีเด่นแห่งชาติประจำปี พ.ศ. 2563 สาขารับใช้สังคม จากที่ประชุมประธานสภาอาจารย์มหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย (ปอมท.) |
| พ.ศ. 2560 | AFEO Honorary Member Award (Outstanding ASEAN Engineer) The ASEAN Federation of Engineering Organizations |
| พ.ศ. 2559 | รางวัลศาสตราจารย์ ดร.ชัย มุกตพันธ์ (วิศวกรปฐพีดีเด่น) มูลนิธิศาสตราจารย์ ดร.ชัย มุกตพันธ์ ร่วมกับคณะอนุกรรมการสาขาวิศวกรรมปฐพี วสท. |

พ.ศ. 2558 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวพระราชทานเหรียญดุษฎีมาลา เข็มศิลปวิทยา ประจำปี 2557 สาขาวิศวกรรมศาสตร์ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 โดย สำนักนายกรัฐมนตรี

พ.ศ. 2554 ข้าราชการพลเรือนดีเด่น ประจำปี 2553 (ครุฑทองคำ) คณะอนุกรรมการคัดเลือกข้าราชการพลเรือนดีเด่น สำนักนายกรัฐมนตรี

พ.ศ. 2553 บุคลากรดีเด่นสายวิชาการ ด้านบริการวิชาการ (กลุ่มอายุต่ำกว่า 40 ปี) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ผลงานที่รับผิดชอบ (บางส่วน)**

**2563 – ปจจุบัน**

- หัวหน้าโครงการวิจัย “นวตกรรมการจัดการเพื่อรับมือภัยพิบัติดินถล่ม” ทุนวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) (พ.ศ. 2564-2565)
- หัวหน้าโครงการและผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมดินถล่ม “โครงการจัดทำข้อมูลสารสนเทศสำหรับ แบบจำลองพลวัตการวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม” ของกรมทรัพยากรธรณี (พ.ศ. 2563-2564)
- หัวหน้าโครงการ “โครงการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน (Slope Stability) และออกแบบป้องกันการเคลื่อนตัวของลาดดิน (Slope Failure) จากการขุดบ่อทรายบริเวณแนวท่อก๊าซฯ RC0460” ของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2564
- หัวหน้าโครงการ “การศึกษาความสามารถกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มเกลียว (s crew pile) สำหรับดินเหนียวกรุงเทพฯ” ของ บริษัท บุญรอดบริวเวอรี่ จำกัด (2562-2564)
- Development "Establishment of the method of utilizing the SDS test and the development of a new test machine in the Kingdom of Thailand" for JAPAN HOME SHIELD CORPORATION and NITTO SEIKO CO., LTD., (Y2020-2021)

**2562-2563**

- หัวหน้าโครงการ “โครงการ การสำรวจและทดสอบด้านธรณีวิศวกรรมเพื่อประเมินความมั่นคงของลาดดิน บ้านสันติคีรี หมู่ที่ 1 บริเวณหลังร้านสะดวกซื้อเซเว่น-อีเลฟเว่น และบ้านธาตุ หมู่ที่ 4 บริเวณพื้นที่ประสบภัยพิบัติดินเคลื่อนตัว ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย” ของ องค์การบริหารส่วนตำบลแม่สลองนอก (พ.ศ. 2562-2563)
- หัวหน้าโครงการ “การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวและการทรุดตัวของระบบการก่อสร้างฐานรากของอาคารสุขุมวิท 38” ของบริษัท ฤทธา จำกัด
- หัวหน้าโครงการ “การศึกษา สำรวจความเสี่ยงภัยพิบัติทางธรรมชาติและจัดทำแผนที่ความเสี่ยงภัยพิบัติในสถานศึกษา สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน” ทุน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, ปี พ.ศ. 2563
- หัวหน้าโครงการและผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมความปลอดภัยเขื่อน “งานจ้างที่ปรึกษาดำเนินการศึกษาเกณฑ์ความปลอดภัยจากเครื่องมือวัดพฤติกรรมเชื่อนป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี” ของ กรมชลประทาน (พ.ศ. 2562-2563)
- ผู้จัดการโครงการและผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยเขื่อน “โครงการศึกษาเกณฑ์ความปลอดภัยจากเครื่องมือวัดพฤติกรรมเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่” ของ กรมชลประทาน (พ.ศ.2562-2563)
- หัวหน้าโครงการ “โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารและกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (Landslide) และบริเวณลาดเชิงเขา”, กรมโยธาธิการและผังเมือง (พ.ศ. 2559-2562)

- ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมปฐพี “ศึกษาเพื่อวางแผนแม่บทและออกแบบรายละเอียด (ในจุดวิกฤติ) เพื่อแก้ไขปัญหาตลิ่งพังในแม่น้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ” ของ บริษัท เมกก้าเทค คอนซัล แตนท์ จำกัด, 2562
- Geotechnical Engineering “GHECO-One Coal Fired Power Plant Project” ของ บริษัท โนเบิล ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน), 2562
- Project Manager and Engineering landslide expert “Geotechnical engineering assessment for landslide hazards of the Zawtika onshore pipeline (Myanmar)” ของ บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน), 2562
- หัวหน้าโครงการ “โครงการงานศึกษาด้านวิศวกรรมและออกแบบ โครงการปรับปรุงสระสำรองน้ำดิบฉะเชิงเทรา” ของ บริษัท จัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก จำกัด (มหาชน) (2562-2562)

**2560 – 2561**

- หัวหน้าโครงการและผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมดินถล่ม “ออกแบบแก้ปัญหาดินถล่มในบริเวณแนวท่อก๊าซฯ บริษัท Trans Thai-Malaysia (TTM)” ของ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2561
- หัวหน้าโครงการและผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมดินถล่ม “จ้างเหมาบริการจัดทำข้อเสนอแนะในการป้องกันน้ำใต้ดินและน้ำท่วมขังของแหล่งขึ้นทะเบียนซากฯ บริเวณไม้กลายเป็นหินตันที่ 1 และไม้กลายเป็นหิน ที่พบใหม่ในสระน้ำ” ของกรมทรัพยากรธรณี, รับผิดชอบงาน วางแผนการศึกษาและวิเคราะห์ผล (สิงหาคม 2561-มกราคม 2562)
- หัวหน้าโครงการและผู้เชี่ยวชาญด้านอุโมงค์และวิศวกรรมปฐพี “งานออกแบบและจัดทำเอกสารประกวดราคางานก่อสร้างระบบสายไฟฟ้าใต้ดิน Outgoing สถานีต้นทางเอราวัณบางพลีลาดพร้าว และบางซื่อ” ของการไฟฟ้านครหลวง (ธันวาคม 2560-ธันวาคม 2562)
- หัวหน้าโครงการและผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมปฐพี “การศึกษาด้านวิศวกรรมและออกแบบ โครงการปรับปรุงสระเก็บน้ำ สำนักบก ต.สำนักบก อ.เมือง จ.ชลบุรี” ของ บริษัท จัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำภาคตะวันออก จำกัด (มหาชน) (ตุลาคม 2560-พฤศจิกายน 2561)
- หัวหน้าโครงการ “โครงการพัฒนาสมอดินเพื่อใช้ร่วมกับกำแพงกันดิน” ของ บรัษัท สยามสตีลอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน) (มกราคม 2561- พฤษภาคม 2561)
- ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญโครงการ “โครงการศึกษาและสำรวจเพื่อประเมินศักยภาพแหล่งน้ำพุร้อนและแหล่งน้ำแร่ บริเวณผิวดิน (Phase I) พื้นที่ตำบลโป่งแพร่ อำเภอแม่ลาว จังหวัดเชียงราย” ของ คุณเกรียงไกร จารุทวี (ร่วมงานกับ บจก.ศิลา, 2560)
- หัวหน้าที่ปรึกษาโครงการ “ออกแบบงานถมดินเพื่อก่อสร้าง MOC EIO” ของ บริษัท มาบตาพุดโอเลฟินส์ จำกัด (ร่วมกับ บจก.ศิลา, 2560)
- หัวหน้าที่ปรึกษาโครงการ “สำรวจชั้นดินและผลการวิเคราะห์โครงการ DINSO RESORTPATONG ต.ป่าตอง อ.กะทู้ จ.ภูเก็ต” ของ DINSO RESORT PATONG (ร่วมกับ บจก.ศิลา, 2560)
- ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ “โครงการสำรวจพื้นที่เพื่อประเมินความเสี่ยง MyanmarBrewery Project” ของ บริษัท บุญรอดบริวเวอรี จำกัด (ร่วมกับ บจก.ศิลา, 2560)
- ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ “โครงการก่อสร้างฐานเครื่องจักร บริษัทบุญรอดเอเชียเบเวอเรช จำกัด อ.พรหมบุรี จ.สิงห์บุรี” ของ บริษัท บุญรอดเอเชียเบเวอเรช จำกัด (บจก.ศิลา, 2560)

- ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ “โครงการศึกษาแนววทางการบริการจัดการน้ำผิวดินที่ส่งผลกระทบน้อย และโครงข่ายเชิงนิเวศน์เพื่อการออกแบบภูมิทัศน์: ปทุมธานีโมเดล” ของ สถาบันพัฒนาองค์กรชุมชน (องค์การมหาชน) (ร่วมกับ บจก.ศิลา, 2560)
- หัวหน้าที่ปรึกษา “โครงการที่ปรึกษาและควบคุมงานปรับปรุงคุณภาพดินด้วยการใช้แถบระบายน้ำแนวดิ่งกับการกดทับล่วงหน้าระบบสูญญากาศ (Vaccuum) โครงการ บุราสิริ - วัชรพล” ของบริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน) (ร่วมกับ บจก.ศิลา, 2560)

**กำหนดการนำเสนอบทความวิชาการ**
**ในงานประชุมวิชาการระดับชาติ สมาคมนักเทคโนโลยี ครั้งที่ 2**
**21 - 22 กรกฎาคม 2568**
**ณ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย**

| เวลา | ห้อง 11634 | ห้อง 11623 | ห้อง 11624 | ห้อง 11632 |
|---|---|---|---|---|
| | Session 01<br>นวัตกรรม เทคโนโลยี ผลิตภัณฑ์ สถาปัตยกรรม เพื่อการพัฒนาชุมชน | Session 02<br>เทคโนโลยี วิศวกรรม พลังงาน IOT และ เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อพัฒนาชุมชน | Session 03<br>ระบบโลจิสติกส์ การจัดการซัพพลายเชน การออกแบบ และพัฒนาอุปกรณ์ เครื่องจักรเพื่อพัฒนาชุมชน | Session 04<br>การพัฒนาชุมชน ท่องเที่ยว วิศวกรสังคม อุตสาหกรรมศิลป์เพื่อพัฒนาชุมชน |
| 13.00-13.15 | TTA101* | TTA201* | TTA301* | TTA401 |
| 13.15-13.30 | TTA102* | TTA202* | TTA302 | TTA402 |
| 13.30-13.45 | TTA103 | TTA203* | TTA303 | TTA403 |
| 13.45-14.00 | TTA104 | TTA204* | TTA304 | TTA404 |
| 14.00-14.15 | TTA105 | TTA205* | TTA305 | TTA405 |
| 14.15-14.30 | TTA106 | TTA206* | TTA306 | TTA406 |
| 14.30-14.45 | TTA107 | TTA207* | TTA307 | TTA407 |
| 14.45-15.00 | TTA108 | TTA208 | TTA308 | TTA408 |
| 15.00-15.15 | | TTA209 | TTA309 | TTA409 |
| 15.15-15.30 | | TTA210 | TTA310 | TTA410 |
| 15.30-15.45 | | TTA211 | TTA311 | |
| 15.45-16.00 | | TTA212 | TTA312 | |
| 16.00-16.15 | | TTA213 | TTA313 | |

*On-Site presentation

**Session 01** นวัตกรรม เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ สถาปัตยกรรม เพื่อการพัฒนาชุมชน (ห้อง 11634)

**Session Chair:** 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิปราง เจริญผล 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิบูลพร วุฒิคุณ 3) อาจารย์รัชนี ลือดารา

| เวลา | ID | ชื่อบทความ | ผู้นิพนธ์ |
|---|---|---|---|
| 13.00-13.15 | TTA101* | การออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์สโนไวท์เซรั่มของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่นาเรือ ตำบลแม่นาเรือ จังหวัดพะเยา | **วิศณุสรรค์ ชาติอารยะวดี**, สกุลรัตน์ เรือนมูล และสิทธินันท์ ผุสดี<br>*มหาวิทยาลัยพะเยา* |
| 13.15-13.30 | TTA102* | การจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านเครื่องปั้นดินเผาเพื่อรองรับการท่องเที่ยวชุมชนจังหวัดบุรีรัมย์ กรณีศึกษา: ชุมชนเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ต.บึงเจริญ อ.บ้านกรวด จ.บุรีรัมย์ | **วัชระ วชิรภัทรกุล**, ปราโมทย์ ปิ่นสกุล และ กฤษดากร เชื่อมกลาง<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์* |
| 13.30-13.45 | TTA103 | การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์เครื่องปั้นดินเผาโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เครื่องปั้นดินเผา ดอยดินแดง จังหวัดเชียงราย | **นายทินกร กิ่งแก้ว** และ ภานุพันธ์ จิตคำ<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |
| 13.45-14.00 | TTA104 | รูปแบบการคัดเลือกและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยเพื่อส่งเสริมซอฟท์พาวเวอร์ชุมชน: กรณีศึกษาโครงการซอฟท์พาวเวอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี | สุระเจตน์ อ่อนฤทธิ์, **ภัทระ เกิดอินทร์**, สุรศักดิ์ นิยมพานิชพัฒนา, รัตน์ชฎาพร ศรีสุระ, อรทัย ปัญญามี และ ภีม พรประเสริฐ<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี* |
| 14.00-14.15 | TTA105 | การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย เพื่อสะท้อนวัฒนธรรมอาข่า บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย | **สมเพชร รุ่งพรไพโรจน์**, กษิรา ภิวงศ์กูร และธัญลักษณ์ ศุภพลธร<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |
| 14.15-14.30 | TTA106 | การพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ | **อภิธาร ชูค้ำ**, นันทวัฒน์ หะหวา, อภิชาติ เมฆทันต์, ธัญชนก ช่วยชนะ และอนุวัฒน์ นาควิจิตร<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต* |
| 14.30-14.45 | TTA107 | การพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ | **อภิธาร ชูค้ำ**, นันทวัฒน์ หะหวา, อภิชาติ เมฆทันต์, ธัญชนก ช่วยชนะ และอนุวัฒน์ นาควิจิตร<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต* |
| 14.45-15.00 | TTA108 | การพัฒนาระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร | **กฤติยาภรณ์ คุณสุข**, วิทวัส สิงห์สังข์, ปรัชภรณ์ เศรษฐเสถียร, เบญจมาศ เนติวรรักษา และพรพิมล ฉายแสง<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี* |

**Session 02** เทคโนโลยี วิศวกรรมพลังงาน IOT และเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อพัฒนาชุมชน (ห้อง 11623)

**Session Chair:** 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภพ ใจแข็ง 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มิ่งขวัญ สมพฤกษ์
3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์

| เวลา | ID | ชื่อบทความ | ผู้นิพนธ์ |
|---|---|---|---|
| 13.00-13.15 | TTA201* | การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของวิธีการปรับเรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์ สำหรับการพยากรณ์การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานแสงอาทิตย์ | ชัชพล เกษวิริยะกิจ, ลักขณา ฤกษ์เกษม ,อนุชา หิรัญวัฒน์และ **ภาสุระ อังกุลานนท์** *มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ* |
| 13.15-13.30 | TTA202* | การพัฒนาระบบพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กเพื่อเกษตรกรรมชุมชน : รูปแบบการจัดการพลังงานเพื่อเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนภายใต้แนวทาง BCG และ SDGs | **พุทธดี อุบลศุข**, พงศ์เทพ จันทร์สันเทียะ, วีระพล คงนุ่น, รัฐพล ดุลยะลา, ยสินทินี เอมหยวก, พิชัย ใจกล้าและการุณย์ ชัยวณิชย์ *โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า* |
| 13.30-13.45 | TTA203* | ระบบอ่านค่าอุณหภูมิจากภาพถ่ายเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี OCR | **พรนภา แสงก่ำ** และภูมิพงษ์ ดวงตั้ง *มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |
| 13.45-14.00 | TTA204* | ระบบจองการใช้ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย | **ฉัตราวุฒิ คำเขิน** และภูมิพงษ์ ดวงตั้ง *มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |
| 14.00-14.15 | TTA205* | ผลกระทบจากการสะสมของฝุ่นละอองที่ผิวหน้าเซลล์แสงอาทิตย์ต่อประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้า | **ธีรวัฒน์ สุทธโส**, วิลาสินี ศรีสุวรรณ, ปรานต์ เมฆอากาศ, นงนุช ศรีเล็ก, นเรศ ใหญ่วงศ์ และสิทธิกฤต เหล็กพูล *มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |
| 14.15-14.30 | TTA206* | ระบบตรวจสอบสถานะและแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบเรียลไทม์ | **สรวิชญ์ อาจอ**, ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์ และภูมิพงษ์ ดวงตั้ง *มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |
| 14.30-14.45 | TTA207* | ระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับการปลูกผักกาดคอสควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ | **ภุมรินทร์ ทวิชศรี**, พีรวัฒน์ อาทิตย์ตั้ง ศศิวิมล สุขเกษ และ ปฐมพร สุขศรี *มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์* |
| 14.45-15.00 | TTA208 | การศึกษาเทคนิคในการจัดทำแผนดำเนินงานและแผนการควบคุมโครงการ: กรณีศึกษา โครงการระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำในโรงงานแปรรูปเนื้อไก่ | **ณัชชา ชาตรีนันท์** *จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย* |

| เวลา | ID | ชื่อบทความ | ผู้นิพนธ์ |
|---|---|---|---|
| 15.00-15.15 | TTA209 | การพัฒนานวัตกรรมระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดด้วยโซลินอยด์ผ่านอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง | **ปฏิเวธ ม่วงสุด**, ประภาวรรณ แพงศรี, เดชฤทธิ์ มณีธรรม และเบญจลักษณ์ เมืองมีศรี<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์* |
| 15.15-15.30 | TTA210 | การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที | สุวลี ชูวาณิชย์, ไพศาล คงเรือง, วชิระ บุญนา, **นันทกร สุขนินทร์** และสันติชัย มาเพ็ง<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา* |
| 15.30-15.45 | TTA211 | การออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ | **เทพ เกื้อทวีกุล**, ภาคิณ มณีโชติ และจารุกิตติ์ พิบูลนฤดม<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร* |
| 15.45-16.00 | TTA212 | การออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย | **เทพ เกื้อทวีกุล**, ภาคิณ มณีโชติ และจารุกิตติ์ พิบูลนฤดม<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร* |
| 16.00-16.15 | TTA213 | การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบโอเพนลูปด้วยบอร์ดดีเอสพี | **ธรรมรัตน์ ใจแข็ง**, จรัญ คนแรง, มิ่งขวัญ สมพฤกษ์, ธนพล แสงสุวรรณ, สิทธิกฤต เหล็กพูล, เสกสรรค์ วินยางค์กูล, นคร ไชยวงศ์ศักดา, ประเวช อนันเอื้อ และวิภพ ใจแข็ง<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |

**Session 03** ระบบโลจิสติกส์ การจัดการซัพพลายเชน การออกแบบ และพัฒนา อุปกรณ์ เครื่องจักรเพื่อพัฒนาชุมชน (ห้อง 11624)

**Session Chair:** 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสรรค์ วินยางค์กูล 2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร ไชยวงศ์ศักดา 3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชชัย วรพัฒน์

| เวลา | ID | ชื่อบทความ | ผู้นิพนธ์ |
|---|---|---|---|
| 13.00-13.15 | TTA301* | การออกแบบและพัฒนาเครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์จากขยะเศษอาหารครัวเรือนเพื่อลดเวลาในกระบวนการผลิต: กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนบ้านล่างลุ่มน้ำบางปะกง | **ศรินยา ประทีปชนะชัย**, จักรพันธ์ ปิ่นทอง,ลัคนา เพิ่มพูล, เษกสรร สิงห์ธนู, ณัฐภัทร กาญจนเรืองรอง และธนาพล ภู่ทอง<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์* |
| 13.15-13.30 | TTA302 | การพัฒนาระบบการบำรุงรักษาเครื่องซีเอ็นซีในงานผลิตชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์ บริษัทโฟล-เทค เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด | **โยษิตา พันธุรัตน์** และพงศ์ระพี แก้วไทรฮะ<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา* |
| 13.30-13.45 | TTA303 | การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร | **เกียรติศักดิ์ ขวัญทอง**, นัศรุน รอดเสน,<br>ชนิการ์ รัตนศิริ, กันต์ธมน สุขกระจ่าง,<br>ธนะรัตน์ รัตนกูล, อรสา แนมใส และวีระชัย มัฐารักษ์<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา* |
| 13.45-14.00 | TTA304 | การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติสำหรับเครื่องสาวไหมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพเส้นไหมในชุมชนท้องถิ่น | **นนทิพัฒน์ ไวยวารี**, วันวิสา เลิบไธสง, กีรดิษ สายพัทลุง และธงชัย ทองอยู่<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร* |
| 14.00-14.15 | TTA305 | การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลา กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ | **ศรายุทธ หลีดินซุด**, ณัฐวุฒิ นิลพันธ์, ณัฐพงษ์ สูงใหญ่, ศุภชัย ชัยณรงค์ และกุลยุทธ บุญเซ่ง<br>*มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา* |
| 14.15-14.30 | TTA306 | การศึกษาการสร้างแบบจำลองการรวมและหักเหแสงเลเซอร์ผ่านอุปกรณ์รวมลำแสงโดยโปรแกรม COMSOL Multiphysics | **วรเมธ จันทร์ประวัติ** และชนะ รักษ์ศิริ<br>*มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* |
| 14.30-14.45 | TTA307 | การปรับปรุงระบบคลังสินค้าและสินค้าคงคลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการในสวนสัตว์อุบลราชธานี | **อัสชรากรณ์ วงศ์สา**, จุฑารัตน์ รูปใหญ่, วิภาทิพย์ คำใบ, ปวิณญดา บุญรมย์ และนัทธพงศ์ นันทสำเริง |

| เวลา | ID | ชื่อบทความ | ผู้นิพนธ์ |
|---|---|---|---|
| | | | *มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี* |
| 14.45-15.00 | TTA308 | การออกแบบระบบโลจิสติส์ที่ยั่งยืนในการเดินทางท่องเที่ยวสู่สวนสัตว์อุบลราชธานี | **ตวิษา ฉวีรักษ์**, กัญญารัตน์ บุญสิงห์, นัฐกาล สมจิตร์, ปวิณญดา บุญรมย์ และนัทธพงศ์ นันทสำเริง *มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี* |
| 15.00-15.15 | TTA309 | การวิเคราะห์โครงสร้างบุ้งกี๋แบบร่องตะแกรงสำหรับรถตักมันสำปะหลัง | **ศิรวิทย์ หมายทวี** และวิเชียร โสมณวัฒน์ *มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี* |
| 15.15-15.30 | TTA310 | การลดความสูญเปล่าด้วยการบริหารจัดการวัสดุคงคลัง กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ | **พิมพร เทศแก้ว** และสิทธิชัย แก้วเกื้อกูล *มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี* |
| 15.30-15.45 | TTA311 | การพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยวิธีการฝูงหมาป่า สำหรับการเดินทางของพนักงานขาย | **กัมปอร์ สามศึก**, นรีกานต์ ลาหู่นะ, นคร ไชยวงค์ศักดา, ประเวช อนันเอื้อ, ชยากร พุทธกำเนิด, สุภาพร คำเตจา, ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์, วิภพ ใจแข็ง และเสกสรรค์ วินยางค์กูล *มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |
| 15.45-16.00 | TTA312 | การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายระหว่างวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุดกับอัลกอริทึมแบบประหยัด | **วรพัชชา บุญเป็ง**, วิเชียร แซ่หาง, สุภาพร คำเตจา, ประเวช อนันเอื้อ, วิภพ ใจแข็ง, ชยากร พุทธกำเนิด, ธีรวัชร แก้วเปี้ย และนคร ไชยวงศ์ศักดา *มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |
| 16.00-16.15 | TTA313 | การจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา ร้านวรศิลป์วัสดุ | **มาลัย จันแปงเงิน**, พิมลรัตน์ หมั่นพัฒนาการ, จักรกฤษณ์ จันทร์บาล, นคร ไชยวงค์ศักดา, เสกสรรค์ วินยางค์กูล, สุภาพร คำเตจา, ชยากร พุทธกำเนิด, ธีรวัชร แก้วเปี้ย, วิภพ ใจแข็ง และประเวช อนันเอื้อ *มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |

**Session 04** การพัฒนาชุมชน ท่องเที่ยว วิศวกรสังคม อุตสาหกรรมศิลป์เพื่อพัฒนาชุมชน (ห้อง 11632)

**Session Chair:** 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิชา สุขกาย 2) อาจารย์ ดร.มณีรัตน์ ภาจันทร์คู 3) อาจารย์ ดร.อมเรศ มธุรส

| เวลา | ID | ชื่อบทความ | ผู้นิพนธ์ |
|---|---|---|---|
| 13.00-13.15 | TTA401 | การพัฒนาสื่อประกอบการเรียน 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือ โดยใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส | **นครินทร์ ปาระมี**, ภานุพันธ์ จิตคำ, คมกฤช จิระบุตร *มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |
| 13.15-13.30 | TTA402 | การพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริง ใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา | **สวิสต์ แซ่ซ้ง** และภานุพันธ์ จิตคำ *มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |
| 13.30-13.45 | TTA403 | การพัฒนาการประชาสัมพันธ์เทศกาลสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 ด้วยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง | **ณัฐพงศ์ ชัยวงค์** และ ภานุพันธ์ จิตคำ *มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย* |
| 13.45-14.00 | TTA404 | การพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืน กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านหัวทาง จังหวัดสตูล | **อนัญญา ลาวัลย์**, จีรภาส สีหัด, ชัยพัฒน์ เพ็ญจันทร์, ประยนชัย แสงทอง, สิรวิทญ์ ทองได้หนู และชลลดา แสงมณี ศิริสาธิตกิจ *มหาวิทยาลัยทักษิณ* |
| 14.00-14.15 | TTA405 | มุมมองของผู้เข้าร่วมงานกีฬาเกี่ยวกับการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 และผลกระทบต่อการตัดสินใจของธุรกิจในการจัดงาน | **วรัทยา วโรทัย** *มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์* |
| 14.15-14.30 | TTA406 | พฤติกรรมตามวัยในการใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับขี่ การใช้ความเร็วเกินกำหนด และการขับขี่ภายใต้ฤทธิ์แอลกอฮอล์ และกัญชาของผู้ขับขี่ในพื้นที่ท่องเที่ยว | **ธาวัน ศรีโยธา**, ฆนิศา รุ่งแจ้ง และพงษ์ศักดิ์ สุริยวนากุล *มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* |
| 14.30-14.45 | TTA407 | การออกแบบนวัตกรรมฝายกั้นน้ำแบบพอเพียงโดยใช้กระบวนการวิศวกรสังคมแบบมีส่วนร่วม กรณีศึกษา : ชุมชนบ้านซำหวาย อำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี | **รัตน์ชฎาพร ศรีสุระ**, สุระเจตน์ อ่อนฤทธิ์, ภัทระ เกิดอินทร์, สุรศักดิ์ นิยมพานิชพัฒนา, ภีม พรประเสริฐ และอรทัย ปัญญามี *มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี* |
| 14.45-15.00 | TTA408 | การพัฒนาศักยภาพนวัตกรสังคมผ่านนวัตกรรมอัตลักษณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ตามแนวทาง M.I.C.โมเดล | อภิธาร ชูค้ำ, นันทวัฒน์ หะหวา, อภิชาติ เมฆทันต์, ธัญชนก ช่วยชนะ, **อนุวัฒน์ นาควิจิตร**, วัลลภา อินทรงค์, สมพร รุจิกิตติอังศุธร, ลลิดา ภคเมธาวี และพรรณวดี ขำจริง *มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต* |

| เวลา | ID | ชื่อบทความ | ผู้นิพนธ์ |
|---|---|---|---|
| 15.00-15.15 | TTA409 | การจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการเข้าถึงบริการขนส่งของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี | **ช่อผกามาศ โพธิ์แก้ว**, สายธารา บุอ่อน, อิทธิพล เมืองอินทร์ และสรายุทธ พรเจริญ *มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี* |
| 15.15-15.30 | TTA410 | การสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพถ่ายโดยใช้เทคนิค Structure from Motion ด้วยโปรแกรม VisualSFM | **คทาวุธ มั่งคั่ง** และวิเชียร โสมณวัฒน์ *มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี* |

# สารบัญ


| รหัสบทความ | ชื่อเรื่อง | ชื่อผู้แต่ง | หน้า |
|---|---|---|---|
| TTA101* | การออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์สโนไวท์เซรั่มของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่นาเรือ ตำบลแม่นาเรือ จังหวัดพะเยา | วิศณุสรรค์ ชาติอารยะวดี<br>สกุลรัตน์ เรือนมูล<br>สิทธินันท์ ผุสดี | 1 |
| TTA102* | การจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านเครื่องปั้นดินเผา เพื่อรองรับการท่องเที่ยวชุมชนจังหวัดบุรีรัมย์ กรณีศึกษา: ชุมชนเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ต.บึงเจริญ อ.บ้านกรวด จ.บุรีรัมย์ | วัชระ วชิรภัทรกุล<br>ปราโมทย์ ปิ่นสกุล<br>กฤษดากร เชื่อมกลาง | 9 |
| TTA103 | การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์เครื่องปั้นดินเผาโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เครื่องปั้นดินเผา ดอยดินแดง จังหวัดเชียงราย | นายทินกร กิ่งแก้ว<br>ภานุพันธ์ จิตคำ | 21 |
| TTA104 | รูปแบบการคัดเลือกและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยเพื่อส่งเสริมซอฟท์พาวเวอร์ชุมชน: กรณีศึกษา โครงการซอฟท์พาวเวอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี | สุระเจตน์ อ่อนฤทธิ์<br>ภัทระ เกิดอินทร์<br>สุรศักดิ์ นิยมพานิชพัฒนา<br>รัตน์ชฎาพร ศรีสุระ<br>อรทัย ปัญญามี<br>ภีม พรประเสริฐ | 35 |
| TTA105 | การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย เพื่อสะท้อนวัฒนธรรมอาข่าบ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย | สมเพชร รุ่งพรไพโรจน์<br>กษิรา ภิวงศ์กูร<br>ธัญลักษณ์ ศุภพลธร | 44 |
| TTA106 | การพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ | อภิธาร ชูค้ำ<br>นันทวัฒน์ หะหวา<br>อภิชาติ เมฆทันต์<br>ธัญชนก ช่วยชนะ<br>อนุวัฒน์ นาควิจิตร | 54 |
| TTA107 | การพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ | อภิธาร ชูค้ำ<br>นันทวัฒน์ หะหวา<br>อภิชาติ เมฆทันต์<br>ธัญชนก ช่วยชนะ<br>อนุวัฒน์ นาควิจิตร | 63 |

# สารบัญ (ต่อ)


| รหัสบทความ | ชื่อเรื่อง | ชื่อผู้แต่ง | หน้า |
|---|---|---|---|
| TTA108 | การพัฒนาระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร | กฤติยาภรณ์ คุณสุข<br>วิทวัส สิงห์สังข์<br>ปรัชภรณ์ เศรษฐเสถียร<br>เบญจมาศ เนติวรรักษา<br>พรพิมล ฉายแสง | 72 |
| TTA201* | การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของวิธีการปรับเรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์ สำหรับการพยากรณ์การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานแสงอาทิตย์ | ชัชพล เกษวิริยะกิจ<br>ลักขณา ฤกษ์เกษม<br>อนุชา หิรัญวัฒน์<br>ภาสุระ อังกุลานนท์ | 81 |
| TTA202* | การพัฒนาระบบพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กเพื่อเกษตรกรรมชุมชน : รูปแบบการจัดการพลังงานเพื่อเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนภายใต้แนวทาง BCG และ SDGs | พุทธดี อุบลศุข<br>พงศ์เทพ จันทร์สันเทียะ<br>วีระพล คงนุ่น<br>รัฐพล ดุลยะลา<br>ยสินทินี เอมหยวก<br>พิชัย ใจกล้าและ<br>การุณย์ ชัยวณิชย์ | 88 |
| TTA203* | ระบบอ่านค่าอุณหภูมิจากภาพถ่ายเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี OCR | พรนภา แสงก่ำ<br>ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง | 97 |
| TTA204* | ระบบจองการใช้ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย | ฉัตราวุฒิ คำเขิน<br>ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง | 104 |
| TTA205* | ผลกระทบจากการสะสมของฝุ่นละอองที่ผิวหน้าเซลล์แสงอาทิตย์ต่อประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้า | ธีรวัฒน์ สุทธโส<br>วิลาสินี ศรีสุวรรณ<br>ปรานต์ เมฆอากาศ<br>นงนุช ศรีเล็ก<br>นเรศ ใหญ่วงศ์<br>สิทธิกฤต เหล็กพูล | 113 |
| TTA206* | ระบบตรวจสอบสถานะและแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบเรียลไทม์ | สรวิชญ์ อาจอ<br>ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์<br>ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง | 122 |

# สารบัญ (ต่อ)


| รหัสบทความ | ชื่อเรื่อง | ชื่อผู้แต่ง | หน้า |
|---|---|---|---|
| TTA207* | ระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับการปลูกผักกาดคอสควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ | ภุมรินทร์ ทวิชศรี<br>พีรวัฒน์ อาทิตย์ตั้ง<br>ศศิวิมล สุขเกษ<br>ปฐมพร สุขศรี | 131 |
| TTA208 | การศึกษาเทคนิคในการจัดทำแผนดำเนินงานและแผนการควบคุมโครงการ: กรณีศึกษา โครงการระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำในโรงงานแปรรูปเนื้อไก่ | ณัชชา ชาตรีนันท์ | 139 |
| TTA209 | การพัฒนานวัตกรรมระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดด้วยโซลินอยด์ผ่านอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง | ปฏิเวธ ม่วงสุด<br>ประภาวรรณ แพงศรี<br>เดชฤทธิ์ มณีธรรม<br>เบญจลักษณ์ เมืองมีศรี | 148 |
| TTA210 | การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที | สุวลี ชูวาณิชย์<br>ไพศาล คงเรือง<br>วชิระ บุญนา<br>นันทกร สุขนินทร์<br>สันติชัย มาเพ็ง | 159 |
| TTA211 | การออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ | เทพ เกื้อทวีกุล<br>ภาคิณ มณีโชติ<br>จารุกิตติ์ พิบูลนฤดม | 168 |
| TTA212 | การออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย | เทพ เกื้อทวีกุล<br>ภาคิณ มณีโชติ<br>จารุกิตติ์ พิบูลนฤดม | 177 |
| TTA213 | การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบโอเพนลูป ด้วยบอร์ดดีเอสพี | ธรรมรัตน์ ใจแข็ง<br>จรัญ คนแรง<br>มิ่งขวัญ สมพฤกษ์<br>ธนพล แสงสุวรรณ<br>สิทธิกฤต เหล็กพูล<br>เสกสรรค์ วินยางค์กูล<br>นคร ไชยวงศ์ศักดา<br>ประเวช อนันเอื้อ<br>วิภพ ใจแข็ง | 185 |

# สารบัญ (ต่อ)


| รหัสบทความ | ชื่อเรื่อง | ชื่อผู้แต่ง | หน้า |
|---|---|---|---|
| TTA301* | การออกแบบและพัฒนาเครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์จากขยะเศษอาหารครัวเรือนเพื่อลดเวลาในกระบวนการผลิต: กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนบ้านล่างลุ่มน้ำบางปะกง | ศรินยา ประทีปชนะชัย<br>จักรพันธ์ ปิ่นทอง<br>ลัคนา เพิ่มพูล<br>เษกสรร สิงห์ธนู<br>ณัฐภัทร กาญจนเรืองรอง<br>ธนาพล ภู่ทอง | 192 |
| TTA302 | การพัฒนาระบบการบำรุงรักษาเครื่องซีเอ็นซีในงานผลิตชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์ บริษัทโฟล-เทค เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด | โยษิตา พันธุรัตน์<br>พงศ์ระพี แก้วไทรฮะ | 205 |
| TTA303 | การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร | เกียรติศักดิ์ ขวัญทอง<br>นัศรุน รอดเสน<br>ชนิการ์ รัตนศิริ<br>กันต์ธมน สุขกระจ่าง<br>ธนะรัตน์ รัตนกูล<br>อรสา แนมใส<br>วีระชัย มัฐารักษ์ | 213 |
| TTA304 | การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติสำหรับเครื่องสาวไหมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพเส้นไหมในชุมชนท้องถิ่น | นนทิพัฒน์ ไวยวารี<br>วันวิสา เลิบไธสง<br>กีรดิษ สายพัทลุง<br>ธงชัย ทองอยู่ | 221 |
| TTA305 | การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลา กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ | ศรายุทธ หลีดินซุด<br>ณัฐวุฒิ นิลพันธ์<br>ณัฐพงษ์ สูงใหญ่<br>ศุภชัย ชัยณรงค์<br>กุลยุทธ บุญเซ่ง | 231 |
| TTA306 | การศึกษาการสร้างแบบจำลองการรวมและหักเหแสงเลเซอร์ผ่านอุปกรณ์รวมลำแสงโดยโปรแกรม COMSOL Multiphysics | วรเมธ จันทร์ประวัติ<br>ชนะ รักษ์ศิริ | 240 |
| TTA307 | การปรับปรุงระบบคลังสินค้าและสินค้าคงคลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการในสวนสัตว์อุบลราชธานี | อัสชรากรณ์ วงศ์สา<br>จุฑารัตน์ รูปใหญ่<br>วิภาทิพย์ คำใบ<br>ปวิณญดา บุญรมย์<br>นัทธพงศ์ นันทสำเริง | 249 |

# สารบัญ (ต่อ)


| รหัสบทความ | ชื่อเรื่อง | ชื่อผู้แต่ง | หน้า |
|---|---|---|---|
| TTA308 | การออกแบบระบบโลจิสติส์ที่ยั่งยืนในการเดินทางท่องเที่ยวสู่สวนสัตว์อุบลราชธานี | ตวิษา ฉวีรักษ์<br>กัญญูรัตน์ บุญสิงห์<br>นัฐกาล สมจิตร์<br>ปวิณญดา บุญรมย์<br>นัทธพงศ์ นันทสำเริง | 259 |
| TTA309 | การวิเคราะห์โครงสร้างบุ้งกี๋แบบร่องตะแกรงสำหรับรถตักมันสำปะหลัง | ศิรวิทย์ หมายทวี<br>วิเชียร โสมณวัฒน์ | 268 |
| TTA310 | การลดความสูญเปล่าด้วยการบริหารจัดการวัสดุคงคลัง กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ | พิมพร เทศแก้ว<br>สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล | 275 |
| TTA311 | การพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยวิธีการฝูงหมาป่า สำหรับการเดินทางของพนักงานขาย | กัมปอร์ สามศึก<br>นรีกานต์ ลาหู่นะ<br>นคร ไชยวงค์ศักดา<br>ประเวช อนันเอื้อ<br>ชยากร พุทธกำเนิด<br>สุภาพร คำเตจา<br>ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์<br>วิภพ ใจแข็ง<br>เสกสรรค์ วินยางค์กูล | 282 |
| TTA312 | การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายระหว่างวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุดกับอัลกอริทึมแบบประหยัด | วรพัชชา บุญเป็ง<br>วิเชียร แซ่หาง<br>สุภาพร คำเตจา<br>ประเวช อนันเอื้อ<br>วิภพ ใจแข็ง<br>ชยากร พุทธกำเนิด<br>ธีรวัชร แก้วเปี้ย<br>นคร ไชยวงค์ศักดา | 293 |

# สารบัญ (ต่อ)


| รหัสบทความ | ชื่อเรื่อง | ชื่อผู้แต่ง | หน้า |
|---|---|---|---|
| TTA313 | การจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา ร้านวรศิลป์วัสดุ | มาลัย จันแปงเงิน<br>พิมลรัตน์ หมั่นพัฒนาการ<br>จักรกฤษณ์ จันทร์บาล<br>นคร ไชยวงค์ศักดา<br>เสกสรรค์ วินยางค์กูล<br>สุภาพร คำเตจา<br>ชยากร พุทธกำเนิด<br>ธีรวัชร แก้วเปี้ย<br>วิภพ ใจแข็ง<br>ประเวช อนันเอื้อ | 301 |
| TTA401 | การพัฒนาสื่อประกอบการเรียน 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือ โดยใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส | นครินทร์ ปาระมี<br>ภานุพันธ์ จิตคำ<br>คมกฤช จิระบุตร | 311 |
| TTA402 | การพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา | สวิสต์ แซ่ซ้ง<br>ภานุพันธ์ จิตคำ | 320 |
| TTA403 | การพัฒนาการประชาสัมพันธ์เทศกาลสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 ด้วยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง | ณัฐพงศ์ ชัยวงค์<br>ภานุพันธ์ จิตคำ | 331 |
| TTA404 | การพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืน กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านหัวทาง จังหวัดสตูล | อนัญญา ลาวัลย์<br>จีรภาส สีหัด<br>ชัยพัฒน์ เพ็ญจันทร์<br>ประยนชัย แสงทอง<br>สิรวิทญ์ ทองได้หนู<br>ชลลดา แสงมณี ศิริสาธิตกิจ | 342 |
| TTA405 | มุมมองของผู้เข้าร่วมงานกีฬาเกี่ยวกับการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 และผลกระทบต่อการตัดสินใจของธุรกิจในการจัดงาน | วรัทยา วโรทัย | 352 |
| TTA406 | พฤติกรรมตามวัยในการใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับขี่ การใช้ความเร็วเกินกำหนด และการขับขี่ภายใต้ฤทธิ์แอลกอฮอล์ และกัญชาของผู้ขับขี่ในพื้นที่ท่องเที่ยว | ธาวัน ศรีโยธา<br>ฆนิศา รุ่งแจ้ง<br>พงษ์ศักดิ์ สุริยวนากุล | 363 |

# สารบัญ (ต่อ)


| รหัสบทความ | ชื่อเรื่อง | ชื่อผู้แต่ง | หน้า |
|---|---|---|---|
| TTA407 | การออกแบบนวัตกรรมฝายกั้นน้ำแบบพอเพียงโดยใช้กระบวนการวิศวกรสังคมแบบมีส่วนร่วม กรณีศึกษา : ชุมชนบ้านซำหวาย อำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี | รัตน์ชฎาพร ศรีสุระ<br>สุระเจตน์ อ่อนฤทธิ์<br>ภัทระ เกิดอินทร์<br>สุรศักดิ์ นิยมพานิชพัฒนา<br>ภีม พรประเสริฐ<br>อรทัย ปัญญามี | 383 |
| TTA408 | การพัฒนาศักยภาพนวัตกรสังคมผ่านนวัตกรรมอัตลักษณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ตามแนวทาง M.I.C.โมเดล | อภิธาร ชูค้ำ<br>นันทวัฒน์ หะหวา<br>อภิชาติ เมฆทันต์<br>ธัญชนก ช่วยชนะ<br>อนุวัฒน์ นาควิจิตร<br>วัลลภา อินทรงค์<br>สมพร รุจิกิตติอังศุธร<br>ลลิดา ภคเมธาวี<br>พรรณวดี ขำจริง | 389 |
| TTA409 | การจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการเข้าถึงบริการขนส่งของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี | ช่อผกามาศ โพธิ์แก้ว<br>สายธารา บุอ่อน<br>อิทธิพล เมืองอินทร์<br>สรายุทธ พรเจริญ | 398 |
| TTA410 | การสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพถ่ายโดยใช้เทคนิค Structure from Motion ด้วยโปรแกรม VisualSFM | คทาวุธ มั่งคั่ง<br>วิเชียร โสมณวัฒน์ | 405 |

# การออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์สโนไวท์เซรั่มของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่นาเรือ ตำบลแม่นาเรือ จังหวัดพะเยา

# Product and Packaging Design of Snow White Serum by Ban Mae Na Ruea Community Enterprise, Mae Na Ruea Subdistrict, Phayao Province

วิศณุสรรค์ ชาติอารยะวดี[1*] สกุลรัตน์ เรือนมูล[1] และ สิทธินันท์ ผุสดี[1]
[1]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

Widsanusan Chartarrayawadee[1*] Sakoolrud Raunmoon[1] and Sittinan Pussadee[1]
[1]Department of Chemistry, School of Science, University of Phayao

E-mail: widsanusan.ch@up.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่ที่มีชื่อว่า "ศรีเกตุ Snow White" ซึ่งเป็นเซรั่มที่มีเอกลักษณ์จากสารสกัดจากเมล็ดลำไยและพืชสมุนไพรนานาชนิด โดยมีการใช้นาโนเทคโนโลยีเป็นฐานในการสร้างสูตรผลิตภัณฑ์ที่ช่วยส่งเสริมสุขภาพผิว ช่วยให้ผิวขาว เปล่งประกาย และช่วยสร้างผิวกระจก โดยเซรั่มไม่ได้เพียงแค่ช่วยยกระดับการดูแลสุขภาพผิวแบบองค์รวมเพียงเท่านั้น แต่ยังช่วยเพิ่มความขาวกระจ่างใสภายในระยะเวลา 1-3 สัปดาห์เมื่อมีการใช้อย่างสม่ำเสมอ นอกจากสูตรที่อ่อนโยนในการเพิ่มความกระจ่างใสให้กับผิวแล้ว เซรั่มยังมีคุณประโยชน์ในการยับยั้งเม็ดสีเมลานินและสิวอีกด้วย ในส่วนของการออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ต้นแบบ มีการเลือกใช้รูปทรงหกเหลี่ยมสีม่วงโดยออกแบบลวดลายฉลุไทยโบราณและลายดอกบัวสีทองและสีขาวเงินที่ไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มความสวยงามทางสุนทรียภาพเท่านั้น แต่ยังเป็นการสื่อสารถึงรากเหง้าทางวัฒนธรรมและอัตลักษณ์ท้องถิ่นของชุมชนแม่นาเรือ ซึ่งสะท้อนถึงความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์นวัตกรรม ประเพณีชุมชน และคุณค่าทางสังคม

**คำสำคัญ:** ผลิตภัณฑ์เซรั่ม Snow White ต้นแบบผลิตภัณฑ์ และชุมชนแม่นาเรือ

## Abstract

The objective of this research was to develop an innovative new product called “Snow White” — a unique serum formulated using longan seed and various kinds of medicinal herbs with nanotechnology-based systems to promote skin health, brightness, radiance and glass skin. This advanced serum not only enhances overall skin wellness but also helps brighten the skin within 1–3 weeks of regular use. Moreover, its gentle formulation supports skin clarity while offering additional benefits such as the suppression of melanin and acne. The prototype packaging box features a purple hexagonal design that incorporates traditional Thai cut-out patterns alongside golden and silver-white lotus motifs. These design elements enhance the aesthetic appeal while conveying the cultural heritage and local identity of the Mae Na Ruea community. The packaging reflects the connection between innovative products, community traditions, and social values.

**Keywords:** Snow White serum, prototype and Mae Na Ruea community

## 1. บทนำ

จังหวัดพะเยาเป็นจังหวัดมีความหลากหลายทางทรัพยากรชีวภาพที่สูงมาก ดังนั้นการพัฒนาเศรษฐกิจที่เกี่ยวพันกับฐานชีวภาพจากทรัพยากรภายในท้องถิ่นหรือภายในประเทศจึงเป็นประเด็นที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการขับเคลื่อนวิสาหกิจชุมชนเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ทรัพยากรชีวภาพจากฐานชีวภาพในจังหวัดพะเยา ซึ่งมีการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจมากมาย เช่น หอมแดง ลำไย ฟักทอง ข้าว ขิง เป็นต้น โดยตำบลแม่นาเรือ จังหวัดพะเยามีการเพาะปลูกหอมแดง (Allium ascalonicum Linn.) ที่ขึ้นชื่อของจังหวัดพะเยา เนื่องจากเป็นหอมแดงที่มีคุณภาพดี รสเผ็ด หัวโต สีสวยสด เป็นที่ต้องการของตลาดจีน ส่วนลำไยเป็นสายพันธ์อีดอ (Dimocarpus longan Lour.) เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดี ทนแล้งและทนน้ำได้ดี เป็นลำไยพันธุ์เบาที่ออกดอก ติดผลง่ายและเก็บเกี่ยวได้ก่อนพันธุ์อื่น ลักษณะเนื้อลำไยมีสีวุ้นและค่อนข้างเหนียว รสชาติหวานปานกลาง จึงเป็นที่ต้องการของตลาดจีนและอุตสาหกรรมแปรรูปลำไย อีกทั้งยังนิยมปลูกฟักทองสายพันธุ์ลูกผสมที่เติบโตได้ดีในอากาศร้อน ใช้น้ำน้อยแต่ให้ผลผลิตมาก เนื้อแน่นและรสชาติหวานมันเป็นที่ต้องการของตลาดและอุตสาหกรรมแปรรูป ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรตำบลแม่นาเรือส่วนใหญ่นิยมปลูกหอมแดง ลำไยและฟักทองเพื่อจำหน่ายในรูปของผลิตผลทางการเกษตรเพียงอย่างเดียวโดยยังไม่ได้มีการต่อยอดองค์ความรู้เพื่อพัฒนามูลค่าเพิ่มให้กับพืชเศรษฐกิจท้องถิ่นนอกจากที่เป็นอยู่มากเท่าไร อย่างไรก็ดีจากการลงพื้นที่สำรวจและให้บริการวิชาการพบว่า ชุมชนตำบลแม่นาเรือมีความต้องการให้กลุ่มวิจัยช่วยพัฒนาการใช้ประโยชน์จากส่วนเหลือทิ้งที่ไม่ต้องการของลำไย เช่นส่วนของเมล็ดและเปลือกที่เหลือทิ้งเพื่อเพิ่มมูลค่าสิ่งเหลือใช้ทางการเกษตร โดยอาจจะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มที่สามารถสร้างรายได้เพิ่มให้กับชุมชนและยังเป็นการลดปริมาณขยะให้กับชุมชนอีกด้วย

ซึ่งที่ผ่านมาจากการบริการวิชาการของคณะผู้วิจัยได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมจากการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับนาโนเทคโนโลยีร่วมกับพืชเศรษฐกิจท้องถิ่นในชุมชนให้กับโรงเรียนผู้สูงอายุ วัดศรีจอมธรรม (ชื่อเดิมวัดพระธาตุโป่งเงิน) ตำบลแม่นาเรือ จังหวัดพะเยา ได้แก่ สบู่ศรีเกตุนาโน Botanical Bomb Fade Soap เซรัมบำรุงหน้า Youth Drop และกันแดด Snowy UV sunscreen (จำหน่ายแล้วในแบรนด์ศรีเกตุ-ศรีภูมิ) ภายใต้การดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรม ซึ่งผลิตภัณฑ์นวัตกรรมทุกประเภทถูกรังสรรค์และพัฒนาโดยใช้ศาสตร์ทางด้านวิทยาศาสตร์คอลลอยด์ (Colloid science) และนาโนเทคโนโลยี ทั้งนี้ทางคณะผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมจากฐานทรัพยากรชีวภาพท้องถิ่นเหล่านี้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ OTOP Signature ให้กับชุมชนทั้งในรูปผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง (Cosmetic products) และผลิตภัณฑ์ดูแลส่วนบุคคล (Personal care products) ทั้งนี้ในวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจากเปลือกและเมล็ดลำไยมีสารสำคัญอยู่หลายตัวที่มีบทบาทสำคัญในด้านการเป็น Anti-oxidant, Anti-Aging และ Anti-Inflammatory โดยมีบทบาทในการกำจัด Reactive oxygen species (ROS) ที่เป็น toxic by-products จากกระบวนการ aerobic metabolism [1,2] บทบาทจากสารสำคัญเหล่านี้ทำให้มีการพัฒนาสารสกัดลำไยไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ [3] อย่างไรก็ดีการเลือกใช้สารสกัดจากลำไยในการผสมลงในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางโดยตรง โดยไม่ได้พิจารณาถึงการนำส่งสารสำคัญเข้าสู่เซลล์ผิวชั้นในจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีประสิทธิภาพต่ำ และไม่สามารถเพิ่มมูลค่าทางการตลาดได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเป้าไปที่การสร้างผลลัพธ์ทางนวัตกรรมเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ชุมชนคือทั้งนี้การขยายผลงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์อย่างเป็นรูปธรรม สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทรัพยากรชีวภาพต้นแบบเป็น OTOP Signature ของชุมชนจะช่วยเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในตลาดทุนและยังเป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจในชุมชนเพื่อพัฒนาเข้าสู่ธุรกิจ SME ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพ เห็นผลลัพธ์ที่ชัดเจน และตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคอย่างแท้จริง โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีในการสร้างสรรนวัตกรรมที่มีคุณสมบัติพิเศษในการช่วยบำรุงและปรับสภาพผิว ช่วยลดเลือนรอยแผลเป็น รอยดำ จุดหมองคล้ำ ช่วยให้ผิวขาว สลายฝ้า กระ จุดด่างดำ และช่วยริ้วรอยจางลง ผิวยกกระชับภายในขั้นตอนเดียว

2. เพื่อออกแบบตราสินค้า ต้นแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ และต้นแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์นวัตกรรม ศรีเกตุ Snow White ที่สะท้อนให้เห็นถึงอัตลักษณ์ วัฒนธรรมและความเป็นอยู่ของชุมชนที่เกิดการร่วมมือระหว่างชุมชน สำนักสงฆ์พระธาตุศรีจอมธรรม และมหาวิทยาลัยพะเยา ภายใต้แบรนด์ศรีเกตุ-ศรีภูมิ ในนามของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรม

3. เพื่อพัฒนางานวิจัย นวัตกรรมและต่อยอดสู่ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White ในเชิงพาณิชย์ที่มีประสิทธิภาพสูงให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและผู้ประกอบการ SMEs

## 3. ระเบียบวิธีวิจัย

1. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากชุมชนและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรม รวมถึงการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ภูมิปัญญาและวัฒนธรรมท้องถิ่น เพื่อให้เกิดความเข้าใจและตอบสนองความต้องการที่แท้จริงให้กับชุมชน ส่งผลให้เกิดการร่วมมือระหว่างคณะผู้วิจัยและชุมชนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวผ่านการผสมผสานองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพืชเศรษฐกิจท้องถิ่นภายในชุมชนได้อย่างลงตัว

2. การวางแผนพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White ที่มีส่วนผสมจากสารสกัดจากเมล็ดลำไยผ่านการใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีในรูปแบบของนาโนอิมัลชัน (Nano-emulsion)

3. การออกแบบออกแบบตราสินค้า ต้นแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ และต้นแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White ให้กับชุมชนและวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรม ภายใต้แบรนด์ศรีเกตุ-ศรีภูมิ โดยใช้โปรแกรม Canva และโปรแกรม AI illustrator

4. ทดลองผลิตต้นแบบบรรจุภัณฑ์จำหน่ายจริงของผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White ภายในชุมชนและงานแสดงสินค้าที่เกี่ยวข้องภายใต้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรม ตำบลแม่นาเรือ จังหวัดพะเยา

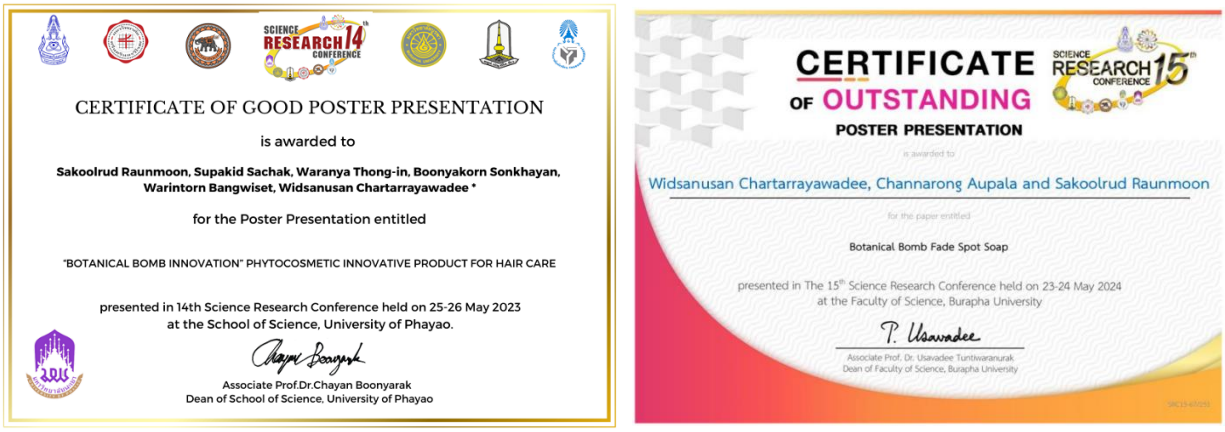
## 4. ผลการวิจัย

จากการลงบริการวิชาการที่ผ่านมาทางคณะผู้วิจัยได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมร่วมกับพืชเศรษฐกิจท้องถิ่นในชุมชนให้กับกลุ่มโรงเรียนผู้สูงอายุ สำนักสงฆ์พระธาตุศรีจอมธรรม (ชื่อเดิมวัดพระธาตุโป่งเงิน) ตำบลแม่นาเรือ จังหวัดพะเยา ได้แก่ สบู่ศรีเกตุนาโน ช่วยบำรุงและปรับสภาพผิวให้เนียนนุ่ม ขาวกระจ่างใส ช่วยลดสิว ฝ้า กระ จุดด่างดำ พร้อมกับลดกลิ่นกายด้วยนวัตกรรม Botanical Bomb รูปที่ 1(ก) กันแดด Snowy UV sunscreen กันแดดคุมมัน ผิวขาว ป้องกัน UV (SPF 50 PA+++) ด้วยนวัตกรรม Snow White interfusion รูปที่ 1(ข) และเซรั่มหน้าเด็กสูตรพิเศษ ช่วยผิวขาว กระจ่างใส นุ่มเด้ง ดูอ่อนเยาว์ด้วยนวัตกรรม Botanical Bomb Youth Drop รูปที่ 1(ค) ซึ่งได้มีการวางจำหน่ายภายในชุมชนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และผลิตภัณฑ์นวัตกรรมของชุมชนยังได้รับรางวัลการนำเสนอผลิตภัณฑ์นวัตกรรมในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์วิจัยครั้งที่ 14 และการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์วิจัยครั้งที่ 15 แสดงรูปที่ 2 ตลอดจนทางกลุ่มโรงเรียนผู้สูงอายุและสมาชิกในชุมชนเกิดการร่วมมือในการดำเนินจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชมพระธาตุศรีจอมธรรม (รูปที่ 3) เพื่อส่งเสริมการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมจากพืชเศรษฐกิจท้องถิ่นให้กับชุมชน ส่งเสริมการสร้างรายได้ในครัวเรือนและช่วยส่งเสริมการทำนุบำรุงในทางพระพุทธศาสนา โดยมีช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์นวัตกรรมภายใต้แบรนด์ “ศรีเกตุ-ศรีภูมิ” อย่างไรก็ดีสมาชิกชุมชนแม่นาเรือบางกลุ่มประสบปัญหาในเรื่องรอยแผลเป็น ผิวพรรณหมองคล้ำมาก ฝ้า กระ จุดด่างดำฝังลึกจากแสงยูวีซึ่งเป็นผลมาจากการทำการเกษตร จึงทำให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรั่มบำรุงผิวที่ช่วยแก้ไขปัญหารอยแผลเป็น ฝ้า กระ จุดด่างดำฝังลึกโดยการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นาโนเทคโนโลยีร่วมกับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น เมล็ดลำไย เพื่อเพิ่มมูลค่าและช่วยลดปัญหาขยะภายในชุมชน ซึ่งจะเป็นการช่วยตอบโจทย์ความต้องการของเกษตรกรภายในชุมชนและยังสามารถดำเนินการจัดจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ผ่านกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรมได้อีกด้วย




(ก) (ข) (ค)

**รูปที่ 1** ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมของกลุ่มวิสาหกิจพระธาตุศรีจอมธรรม ได้แก่ สบู่นาโน เพื่อผิวขาว นุ่ม เรียบเนียน ลดสิว ลดกลิ่น (ก) ผลิตภัณฑ์กันแดด Snowy UV sunscreen กันแดด คุมมัน ผิวขาว ป้องกัน UV (SPF 50 PA+++) (ข) และผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Youth drop เพื่อผิวขาว กระจ่างใส นุ่มเด้ง ดูอ่อนเยาว์ (ค)




**รูปที่ 2** รางวัลที่ได้รับจากการนำเสนอ Poster Presentation ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์วิจัยครั้งที่ 14 และ 15 ของผลิตภัณฑ์นวัตกรรมสบู่ศรีเกตุนาโนและผลิตภัณฑ์นวัตกรรมเซรั่ม Youth Drop



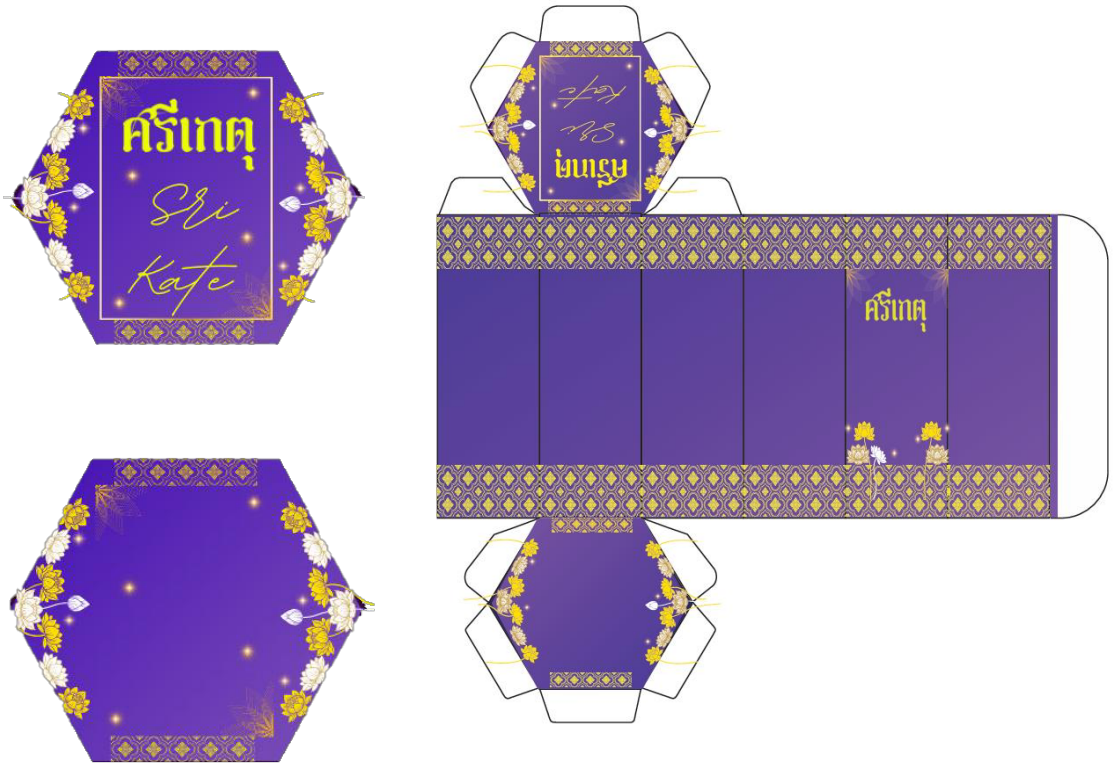

**รูปที่ 3** การร่วมมือของสมาชิกในชุมชนในการจัดตั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรม ตำบลแม่นาเรือ จังหวัดพะเยา

จากข้อมูลข้างต้นพร้อมกับความประสงค์ของสมาชิกในชุมชนแม่นาเรือ ทำให้ทางคณะผู้วิจัยได้มีความร่วมมือกับทางกลุ่มวิสาหกิจพระธาตุศรีจอมธรรมในการวางแผนพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมจากสารสกัดลำไย โดยเลือกใช้ในส่วนของเมล็ดด้วยวิธีการสกัดอย่างง่าย ผ่านการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และชุมชน ประสบการณ์ รวมถึงภูมิปัญญาและวัฒนธรรมท้องถิ่น เพื่อให้เกิดความเข้าใจและตอบโจทย์ความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจและชุมชน ซึ่งได้มีการลงมติเห็นชอบในการร่วมมือพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่ที่มีชื่อว่า Snow White เป็นเซรั่มบำรุงผิวเข้มข้นสูตรพิเศษที่มีนวัตกรรมในการแก้ปัญหาเรื่องผิวพรรณ รอยแผลเป็น รอยดำ จุดหมองคล้ำ ฝ้า กระ จุดด่างดำที่ฝังลึก ช่วยให้ผิวมีความขาว กระจ่างใส ริ้วรอยจางลง ผิวตึงแน่น และผิวยกกระชับย้อนวัย จากการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านคอลลอยด์และนาโนเทคโนโลยีร่วมกับสารสกัดจากเมล็ดลำไยในรูปแบบของนาโนอิมัลชัน (Nano-emulsion) ที่ช่วยให้สารสำคัญซึมซาบเข้าสู่ผิวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีอนุภาคขนาดเล็กทำให้มีความคงตัวสูงและมีอายุเก็บรักษาที่ยาวนาน ช่วยควบคุมการปลดปล่อยสารสำคัญเข้าสู่ผิวทำให้สารสำคัญทำหน้าที่บำรุงผิวได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบของอิมัลชันทั่วไป [4] ซึ่งกระบวนการผลิตและการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมจะดำเนินการด้วยกรรมวิธีเฉพาะแบบ “ศรีเกต-ศรีภูมิ” รวมถึงการวางแผนจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White ในเชิงพาณิชย์ และงานแสดงสินค้าภายในจังหวัดพะเยา ทำให้คณะผู้วิจัย ชุมชน และสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรม ไม่เพียงแต่ร่วมมือกันพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมเพียงเท่านั้น แต่ยังร่วมมือในการออกแบบตราสินค้า ต้นแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ ต้นแบบบรรจุภัณฑ์ และต้นแบบผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์สาธิต (Prototype) ซึ่งในส่วนของตราสินค้าจะใช้เป็นสัญลักษณ์ของดอกบัวที่บานสะพรั่งไล่ระดับเฉดสีจากสีน้ำตาลเข้มไปสีน้ำตาลอ่อน (สีเนื้อ) เพื่อให้สอดคล้องกับประโยชน์และสรรพคุณที่ได้จากผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White ที่ช่วยลดรอยแผลเป็น ผิวหมองคล้ำ สลายฝ้า กระ จุดด่างดำ ช่วยผิวขาว กระจ่างใส ตลอดจนดอกบัวยังเป็นสัญลักษณ์ดอกไม้ที่ใช้ถวายพระในพิธีทางพระพุทธศาสนา ซึ่งเป็นการยึดเหนี่ยวจิตใจของปวงชนชาวพุทธสืบไป (รูปที่ 4) การรังสรรค์ต้นแบบของกล่องบรรจุภัณฑ์มีการเลือกใช้รูปทรงหกเหลี่ยมสีม่วง เนื่องจากกล่องทรงหกเหลี่ยมมีรูปทรงที่สวยงาม โดดเด่นสะดุดตา มีโครงสร้างที่แข็งแรง ซึ่งคล้ายกับรูปทรงของรังผึ้งที่อยู่ร่วมกันอย่างเป็นระเบียบ สามัคคีและเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกัน อีกทั้งสีม่วงยังเป็นสีของมหาวิทยาลัยพะเยาที่มีความหมายอันลึกซึ้งในหลายมิติ โดยแสดงถึงความเคารพต่อสถาบันพระมหากษัตริย์ ความสูงส่งทางวิชาการที่มุ่งมั่นในการพัฒนา การสร้างสรรค์และถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน รวมถึงการอนุรักษ์และสืบทอดวัฒนธรรมล้านนาของชุมชนดังปณิธานที่ว่า “ปัญญาเพื่อความเข็มแข็งของชุมชน” และการออกแบบลวดลายกล่องบรรจุภัณฑ์เป็นลวดลายฉลุไทยโบราณและลายดอกบัวสีทองและสีขาวเงินที่ไม่เพียงเพิ่มความสวยงามทางสุนทรียภาพเท่านั้น แต่เป็นการสื่อสารรากเหง้าทางวัฒนธรรมและอัตลักษณ์

ท้องถิ่นสะท้อนถึงความเชื่อมโยงระหว่างผลิตภัณฑ์นวัตกรรม ชุมชน และสังคมเข้าด้วยกัน (รูปที่ 5) รวมถึงการเลือกใช้ต้นแบบบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบของขวดแก้วสีเงินเพื่อให้สอดคล้องกับชื่อเดิมของสำนักสงฆ์พระธาตุศรีจอมธรรม ที่มีชื่อว่า “วัดพระธาตุโป่งเงิน” และในขณะเดียวกันทางผู้วิจัยและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรมได้ดำเนินการยื่นจดเครื่องหมายทางการค้าภายใต้แบรนด์ “ศรีเกตุ-ศรีภูมิ” เป็นที่เรียบร้อยแล้ว อีกทั้งทางคณะผู้วิจัยได้มีการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White สำหรับเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์สาธิตจากงานวิจัยสู่ชุมชนที่มีส่วนผสมของพืชเศรษฐกิจท้องถิ่นจากเมล็ดลำไยด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของนาโนอิมัลชันที่ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน อีกทั้งยังสามารถนำไปต่อยอดแนวคิดสำหรับการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมสมัยใหม่ให้กับชุมชน และส่งเสริมการวางแผนแนวทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้จริงในเชิงพาณิชย์ผ่านการทดสอบตลาดกับกลุ่มเป้าหมายผ่านการรีวิวทดลองใช้ผลิตภัณฑ์จากผู้ใช้งานจริงที่ประสบปัญหารอยแผลเป็นจากแผลกดทับ ดังแสดงในรูปที่ 6 จะเห็นได้ว่ารอยแผลในช่วงแรกผิวมีสีน้ำตาลเข้ม เมื่อได้ลองใช้ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White เป็นระยะเวลา 3 เดือน ใช้ทาเฉพาะจุดบริเวณรอยแผลเป็นในตอนเช้าและก่อนนอน พบว่าผิวบริเวณรอยแผลเป็นจางลงอย่างเห็นได้ชัดและผิวมีความขาว กระจ่างใสอีกด้วย




**รูปที่ 4** การออกแบบตราสินค้าของผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White ภายใต้แบรนด์ “ศรีเกตุ-ศรีภูมิ”




**รูปที่ 5** ต้นแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White ภายใต้แบรนด์ “ศรีเกตุ-ศรีภูมิ”




(ก) (ข)

**รูปที่ 6** ต้นแบบสาธิตผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White ที่มีการวางแผนจัดจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ (ก) และผลลัพธ์จากการรีวิวของผู้ใช้งานจริงของผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White เป็นระยะเวลา 3 เดือน (ข)

## 5. ข้อเสนอแนะ

ในขั้นตอนของกระบวนการสกัดสารสำคัญจากเมล็ดลำไย ยังคงเหลือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลังจากกระบวนการสกัด ซึ่งทางคณะผู้วิจัยจะดำเนินการพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของ Zero waste ที่แปรรูปจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นถ่านอัดก้อนจากเมล็ดลำไย ซึ่งจะช่วยลดขยะจากกระบวนผลิตและสามารถต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มและสร้างรายได้เพิ่มให้กับชุมชนได้อีกด้วย

## 6. สรุปผลการทดลองและอธิปรายผล

ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม Snow White ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรม ตำบลแม่นาเรือ อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา เป็นผลิตภัณฑ์ลดเลือนรอยแผลเป็นพร้อมกับการบำรุงผิวที่มีประสิทธิภาพ หลังจากการใช้ทาบนรอยแผลเป็นฝังลึกในระยะเวลา 1-4 เดือนพบว่า ผิวมีความขาวกระจ่างใส รอยแผลเป็นจางลงอย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งยังตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภค ชุมชนและสังคมได้อย่างแท้จริงโดยการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางนาโนเทคโนโลยีร่วมกับพืชเศรษฐกิจในชุมชนผ่านการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตกรรมจากสารสกัดเมล็ดลำไยและพืชสมุนไพรนานาชนิดที่มีหน้าที่ช่วยลดเลือนรอยแผลเป็น ปรับสภาพผิวให้ขาวกระจ่างใส และย้อนวัยผิวได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นทางคณะผู้วิจัยยังได้สร้างความร่วมมือกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรม และสำนักสงฆ์พระธาตุศรีจอมธรรมในการออกแบบตราสินค้า ต้นแบบบรรจุภัณฑ์ และต้นแบบผลิตภัณฑ์นวัตกรรม ศรีเกตุ Snow White ที่ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงความคิด (design thinking) โดยการผสมผสานวัฒนธรรมท้องถิ่น อัตลักษณ์ชุมชน ปณิธานของมหาวิทยาลัยพะเยาและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างลงตัว เพื่อพัฒนาตราสินค้าและบรรจุภัณฑ์ให้เป็นที่น่าสนใจผ่านเรื่องราวที่ดึงดูดใจและสะท้อนให้เห็นถึงคุณค่าของผลิตภัณฑ์ชุมชนที่ช่วยตอบโจทย์และเป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน และสามารถสร้างรายได้กลับมาสู่ชุมชนและวิสาหกิจชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนั้นยังเป็นการช่วยสร้างความภาคภูมิใจและความเชื่อมั่นในศักยภาพของชุมชนซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืนอย่างแท้จริงในการมีส่วนร่วมของชุมชนต่อการกำหนดทิศทางการพัฒนาและการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่เหมาะสมกับบริบทของตนเอง ปัจจุบันผลิตภัณฑ์นวัตกรรม “Snow White” ภายใต้แบรนด์ “ศรีเกตุ-ศรีภูมิ” มีกลยุทธ์การโปรโมทสินค้าแบบ Word of mouth จากผู้ใช้งานจริงที่ช่วยสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ที่มาพร้อมกับการสร้างความน่าเชื่อถือและความผูกพันระหว่างผู้บริโภคกับแบรนด์ อีกทั้งการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ยังมีการดำเนินการผ่านกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและตัวแทนจำหน่ายในจังหวัดต่างๆ ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นการขยายฐานลูกค้าแต่ยังเป็นการสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างชุมชนต่างๆ ในการสนับสนุนผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นและเศรษฐกิจฐานราก โดยมีเป้าหมายในการเป็นวิสาหกิจชุมชนที่มีความยั่งยืน ดำเนินธุรกิจอย่างเป็นธรรม มีความรับผิดชอบต่อ ชุมชน สังคม สิ่งแวดล้อม และมีความมุ่งมั่นในความเป็นหนึ่งด้านการนำนวัตกรรมเพื่อพัฒนาคนและสังคม

## กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและให้ความกรุณาอย่างสูงในการเอื้อเฟื้อสถานที่ ตลอดทั้งเครื่องมือในการทำวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณรายได้ประจำปี พ.ศ.2568 จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ขอขอบพระคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพระธาตุศรีจอมธรรม ชุมชนตำบลแม่นาเรือ และมหาวิทยาลัยพะเยาเป็นอย่างยิ่ง

## เอกสารอ้างอิง

[1] M. H. Shahrajabian, W. Sun and Qi. Cheng. 2019, “Modern pharmacological actions of Longan fruits and their usages in traditional herbal remedies”. Journal of Medicinal Plants Studies. Vol. 7(4): 179-185.

[2] X. Zhang, S. Guo, C-T. Ho, et al. 2020, “Phytochemical constituents and biological activities of longan (Dimocarpus longan Lour.) fruit: a review”. Food Science and Human Wellness. Vol. 9: 95-102.

[3] S. A. Khan, L. Liu, T. Lai, et al. 2018, “Phenolic profile, free amino acids compositionand antioxidant potential of dried longan fermented by lactic acid bacteria”. Journal of Food Science and Technology Vol. 55: 4782–4791.

[4] S. Sharma and K. Sarangdevot. 2012, “Nanoemulsions for cosmetics”. International Journal of Advanced Resarech In Pharmaceutical & Bio Sciences. Vol. 2(3): 408–415.

# การจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านเครื่องปั้นดินเผา เพื่อรองรับการท่องเที่ยวชุมชน จังหวัดบุรีรัมย์ กรณีศึกษา: ชุมชนเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ต.บึงเจริญ อ.บ้านกรวด จ.บุรีรัมย์

# Knowledge management of local wisdom in pottery to support community tourism in Buriram Province. Case study: Prehistoric pottery community of Wat Pa Phra Sabai Temple, Bueng Charoen Subdistrict, Ban Kruat District, Buriram Province.

วัชระ วชิรภัทรกุล[1]* ปราโมทย์ ปิ่นสกุล[1] และ กฤษดากร เชื่อมกลาง[1]
[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์และการออกแบบ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Vatchara Vachirapattarakul[1*] Pramote Pinsakul[1] and Kritsadakon Chueamklang[2]
[1,1,2]Ceramics Technology and Design Program, Faculty of Industrial Technology
Buriram Rajabhat University

Email: watchara.wp@live.bru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นมารวมถึงภูมิปัญญาในการสร้างสรรค์ของรูปแบบ ลวดลาย ของเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตเครื่องปั้นดินเผา นำรูปแบบและเทคนิคการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีปัจจุบัน เข้ามาช่วยในการพัฒนาวัตถุดิบและกระบวนการผลิต ถ่ายทอดภูมิปัญญาการทำเครื่องปั้นดินเผาเชิงสร้างสรรค์ พัฒนาและยกระดับผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์ สู่ผลงานเครื่องปั้นดินเผาร่วมสมัย เป็นการอนุรักษ์สืบสานมรดกทางวัฒนธรรมให้เป็นอาชีพในท้องถิ่นต่อไป

ผลการศึกษาข้อมูล ด้านรูปแบบ ลวดลาย พบว่าส่วนใหญ่เป็นรูปทรงบาตร ก้นกลม และแบบทรงกลมมีฐานสูงต่างๆ มีขนาดเล็กและรูปทรงไม่ซับซ้อนมากนัก สำหรับเนื้อดินจะใช้อัตราส่วนผสมระหว่างดินบ้านกรวดร้อยละ 50 และดินดำร้อยละ 50 เนื้อดินมีความเหนียวดี เหมาะสำหรับการสร้างสรรค์ผลงานเครื่องปั้นดินเผา ด้วยการขึ้นรูปแบบบีบ – กด ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์จากรูปแบบและลวดลายดั้งเดิม โดยการประยุกต์ปรับเปลี่ยนโครงสร้าง ใช้เทคนิคในการตกแต่งและหลักการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาสมัยใหม่ ประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ต่อการใช้งาน ทำการเผาโดยใช้เตาแก๊สเผาที่อุณหภูมิ 700 – 800 องศาเซลเซียส และการเผาแบบสุมเผา หลังจากนั้นจึงนำองค์ความรู้ไปถ่ายทอดให้กับชุมชนเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบายต่อไป ในส่วนของการสร้างสรรค์ผลงาน จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักวิจัย กลุ่มผู้ผลิตและนักศึกษา เพื่อพัฒนาและยกระดับผลิตภัณฑ์ ได้ผลสรุปในเรื่องรูปแบบควบคู่กับประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ โดยจัดทำผลิตภัณฑ์ต้นแบบเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ชุดแจกัน เชิงเทียน และกระถางแคคตัส ซึ่งสามารถขึ้นรูปได้รวดเร็วทั้งขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ เหมาะสมกับทักษะการผลิตของกลุ่ม ฯ โดยยังคงอัตลักษณ์ของเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวิติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตลอดจนคำนึงถึงแนวทางการพัฒนาต่อยอดไปยังผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น ต่อไป

**คำสำคัญ:** ภูมิปัญญาท้องถิ่น เครื่องปั้นดินเผา การท่องเที่ยวชุมชน

## Abstract

This research aims to study the history and craftsmanship of the designs and patterns of prehistoric pottery from Wat Pa Phra Sabai as a guideline for developing contemporary pottery production. The study integrates modern technology to enhance raw materials and production processes, while passing on the wisdom of creative pottery-making. The goal is to elevate prehistoric pottery products to contemporary standards, preserving the cultural heritage and promoting local employment.

The study revealed that the forms and patterns were primarily simple, featuring round-bottom bowls and high-based circular shapes. The clay mixture used was a combination of 50% Ban Kruat clay and 50% ball clay, which produced a pliable material suitable for hand-forming techniques like pinching and pressing. The product designs were based on traditional forms and patterns, but modified in structure using modern pottery decoration techniques and design principles to enhance functionality. The pottery was fired in gas kilns at 700-800°C and through traditional open-firing methods. This knowledge was then transferred to the prehistoric pottery community of Wat Pa Phra Sabai. In terms of creative output, collaboration between researchers, producers, and students resulted in the development of product prototypes that balanced aesthetics with functionality. Three types of prototypes were created: vase sets, candle holders, and cactus pots. These could be quickly produced in both small and large sizes, fitting the production skills of the group while maintaining the identity of Wat Pa Phra Sabai's prehistoric pottery. The research also considered future product development and expansion into other categories.

**Keywords:** Local wisdom, Pottery, Community tourism

## 1. บทนำ

เครื่องปั้นดินเผาเป็นงานหัตถกรรมที่เก่าแก่ประเภทหนึ่งในงานหัตถกรรมหลายประเภทที่มนุษย์สามารถผลิตขึ้นได้ และเป็นงานหัตถกรรมที่มีอายุยืนยาวแม้จะแตกหักง่ายแต่ก็ไม่สูญสลายไปง่ายนัก ดังนั้นเราจึงสามารถสืบสาน พัฒนาการการผลิตเครื่องปั้นดินเผาจากปัจจุบันไปสู่อดีต ผลิตภัณฑ์ชนิด Terra-Cotta หรือ Earthenware เป็นผลิตภัณฑ์ทำจากดินสีแดง เผาที่อุณหภูมิต่ำ มีทั้งชนิดเคลือบและไม่เคลือบ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ลักษณะการปั้นค่อนข้างหนา เนื้อดินยังดูดซึมน้ำมาก เหมาะสำหรับทำหม้อหุงต้มหรือเตาไฟที่สัมผัสเปลวไฟโดยตรง ทำจากดินแดง ได้แก่ กระถางต้นไม้ คนโทน้ำ หม้อน้ำ และอิฐมอญ เผาที่อุณหภูมิ 800 – 1,100 องศาเซลเซียส จังหวัดบุรีรัมย์ได้ชื่อว่าเมืองปราสาทหิน ถิ่นภูเขาไฟ ผ้าไหมสวย รวยวัฒนธรรม อันเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นอีสานใต้ และสิ่งที่เป็นความภาคภูมิใจของชาวบุรีรัมย์ คือ ในอดีตเคยเป็นแหล่งอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาที่ใช้กันแพร่หลายในท้องถิ่น ดังปรากฏหลักฐานคือ การพบเตาเครื่องเคลือบ รวมแล้วกว่า 200 เตา (กรมศิลปากร, 2532:5)

สิ่งที่สร้างความน่าสนใจที่สุดสำหรับนักประวัติศาสตร์ในเวลาต่อมาก็คือ เมื่อมีการขุดพบเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์ในเขตจังหวัดบุรีรัมย์ บริเวณเนินดินใกล้กับวัดป่าพระสบาย หมู่ที่ 4 บ้านบึงน้อย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ เมื่อวันที่ 24 ธันวาคม 2540 มีการขุดพบเป็นครั้งแรกโดย พระธงชัย ชาตปัญโญ ซึ่งได้รับความสนใจจากสื่อมวลชนและผู้สนใจทั่วไปเป็นอย่างมาก ต่อมาในวันที่ 27 เมษายน 2544 ได้จัดทำพิธีเปิดป้ายพิพิธภัณฑ์ยุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบายอย่างเป็นทางการโดย นาวาอากาศเอกอาวุธ เงินชูกลิ่น อธิบดีกรมศิลปากรและนายเฉลิมพล ประทีปะวณิช ผู้ว่าราชการจังหวัดในสมัยนั้น (แผ่นพับแนะนำพิพิธภัณฑ์ยุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย: วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีบุรีรัมย์จัดพิมพ์ถวาย)

ภาชนะเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบายที่ขุดพบส่วนใหญ่เป็นภาชนะสีเทาดำ ไม่มีการเคลือบ ไม่มีลวดลายจากการเขียนสี มีเพียงลายทาบเชือกและลายจากการจรดของแหลมบนภาชนะ ในส่วนของรูปทรงก็สามารถแยกออกได้เป็นหลาย

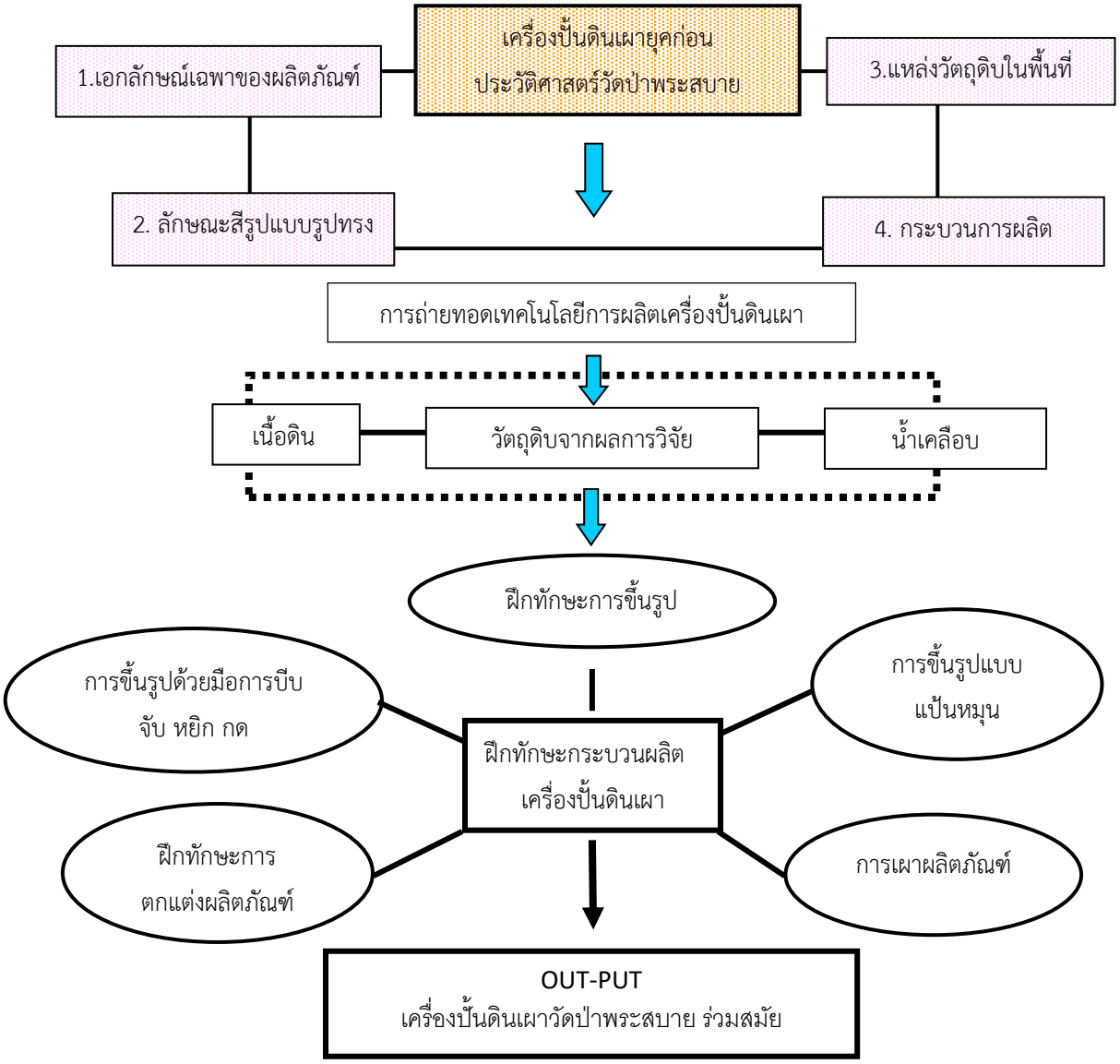
ลักษณะด้วยกัน แม้ว่าจะมีหลายรูปแบบมีลักษณะใกล้เคียงกัน ทำให้พอสันนิษฐานได้ว่าเป็นภาชนะที่อาจมีการสืบเนื่องกับภาชนะยุคก่อนประวัติศาสตร์จากวัฒนธรรมในเขตอีสานบริเวณอื่นๆ อาจเป็นวัฒนธรรมที่สัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันและอยู่ในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน กล่าวคือ มีความคล้ายคลึงกันทางด้านเทคนิค เผาไฟในอุณหภูมิต่ำ และมีรูปแบบอย่างง่ายๆ ไม่ว่าจะทำขึ้นในสังคมใด คงขึ้นอยู่กับกลุ่มวัฒนธรรม ซึ่งต่างก็มีเอกลักษณ์พิเศษประจำกลุ่ม เช่น ภาษา แนวความคิด กฎเกณฑ์ ประเพณี และวัตถุต่างๆ ส่วนมากจะขึ้นอยู่กับการใช้สอยของแต่ละแบบ เพื่อสำหรับใช้ประโยชน์บางอย่างโดยเฉพาะ จึงเป็นเรื่องที่ควรค่าแก่การศึกษาเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้ศึกษาวิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ในมิติต่างๆ และมีความสนใจที่จะศึกษา วิจัย ที่มาและลักษณะการสร้างสรรค์ของรูปแบบและลวดลายการประดับตกแต่ง เทคนิคในการปั้น การเผา และการเลือกใช้วัสดุ และคณะนักวิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะทำการวิจัยเพื่อการยกระดับภูมิปัญญาการทำเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย สู่ผลงานเครื่องปั้นดินเผาร่วมสมัย โดยผ่านกระบวนการออกแบบสร้างสรรค์และพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ ทั้งในด้านรูปแบบ ลวดลายประดับตกแต่ง เทคนิคในการขึ้นรูป การเผา และการเลือกใช้วัสดุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ให้มีคุณค่าทางความงามและประโยชน์ใช้สอย ควบคู่กันไป โดยมุ่งเน้นให้มีความร่วมสมัย เหมาะสมกับการประดับตกแต่งและการใช้งานในยุคปัจจุบันได้อย่างสมบูรณ์ลงตัว และผลักดันให้เกิดเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) เป็นการนำความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นอันทรงคุณค่ากลับมารับใช้ปัจจุบัน ด้วยการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR) ระหว่างนักวิจัย กลุ่มผู้ผลิต ชุมชนเป้าหมาย และนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ ร่วมคิด ร่วมวางแผน และร่วมดำเนินการ เพื่อปลุกจิตสำนึกให้ชุมชนและสังคมเกิดความรักความภาคภูมิใจ มีความหวงแหนในมรดกวัฒนธรรมและร่วมกันอนุรักษ์มรดกเหล่านี้ให้คงอยู่และพัฒนาหรือประยุกต์ผลิตภัณฑ์ให้มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ เพื่อเพิ่มพูนรายได้ให้แก่ผู้สนใจทั่วไปและประชาชนในท้องถิ่นสืบต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นมารวมถึงภูมิปัญญาในการสร้างสรรค์ของรูปแบบ ลวดลาย ของเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตเครื่องปั้นดินเผา
2. เพื่อนำรูปแบบและเทคนิคการผลิตแบบโบราณกลับมาผลิตโดยใช้เทคโนโลยีปัจจุบัน เข้ามาช่วยในการพัฒนาวัตถุดิบและกระบวนการผลิต ถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นการทำเครื่องปั้นดินเผาเชิงสร้างสรรค์
3. เพื่อการพัฒนาและยกระดับผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ สู่ผลงานเครื่องปั้นดินเผาร่วมสมัย

## กรอบความคิดการวิจัย




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดการวิจัย

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาเอกสาร ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ ที่มีผู้ศึกษาไว้ก่อนแล้ว

2. จัดเวที – สัมมนาเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ประสบการณ์และความรู้จากนักวิชาการ นักสะสมและผู้รู้ในชุมชนเกี่ยวกับเรื่องเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์

3. จัดเก็บข้อมูลบันทึกภาพ – คัดลอกรูปแบบและลวดลายของเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์

4. แยกประเภทของข้อมูลออกเป็นกลุ่มๆ โดยจัดให้เป็นลักษณะรูปแบบเดียวกัน

5. วิเคราะห์ข้อมูลของรูปแบบและลวดลายเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ ในแต่ละประเภทตามเกณฑ์ในการวิเคราะห์

6. ทดสอบวัตถุดิบในส่วนของเนื้อดินเพื่อพัฒนาการผลิตโดยประยุกต์จากเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์

7. ทดลองผลิตเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ โดยประยุกต์จากรูปแบบเดิมและใช้กระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีปัจจุบัน

8. วิเคราะห์แนวทางในการนำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยไปพัฒนาและถ่ายทอดให้กับชุมชนเพื่อสร้างรายได้ในโอกาสต่อไป

9. จัดระบบของข้อมูลและสรุปผลเพื่อจัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

## 4. ผลการวิจัย

1. ข้อมูลความเป็นมารวมถึงภูมิปัญญาในการสร้างสรรค์ของรูปแบบ ลวดลาย ของเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

จากการศึกษารูปแบบและลวดลายเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบายหมู่ที่ 4 บ้านบึงน้อย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย รวมถึงลักษณะการสร้างสรรค์ของรูปแบบและลวดลายของเครื่องปั้นดินเผาวัดป่าพระสบาย เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการอนุรักษ์และเผยแพร่เครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์ วัดป่าพระสบาย สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. วิเคราะห์ตามลักษณะการใช้งานออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ด้วยกัน คือ
   1.1 กลุ่มภาชนะที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ( Wares for Daily Lift )
   1.2 กลุ่มภาชนะที่ใช้ในโอกาสพิเศษหรือใช้ในกิจพิธีทางศาสนา (Wares for Special Occasions Ceramics)
2. วิเคราะห์ตามลักษณะและรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ได้ ดังนี้
   2.1 กระสุนดินเผา
   2.2 แวดินสำหรับปั่นด้าย
   2.3 กระดิ่งดินเผา
   2.4 ภาชนะก้นกลม รูปทรงคล้ายบาตรพระในปัจจุบัน
   2.5 ภาชนะก้นกลม รูปทรงคล้ายบาตรมีขอบต่ำลงจากปาก
   2.6 ภาชนะก้นกลมรูปทรงคล้ายบาตรมีสันเป็นเส้น 2 – 3 เส้น
   2.7 ภาชนะก้นกลมรูปทรงคล้ายบาตรมีสันเป็นเส้นและมีลายขูดขีด 3 – 5 เส้น
   2.8 ภาชนะรูปทรงคล้ายหม้อดินธรรมดา ปากผายออกทำมุม 45 – 90 องศา
   2.9 ภาชนะปากผายก้นแบน
   2.10 ภาชนะรูปทรงคล้ายถ้วย ชาม
   2.11 ภาชนะรูปทรงคล้ายกะลา ไม่มีขอบ ไม่มีลวดลาย
   2.12 ภาชนะรูปทรงคล้ายพาน

ผลการศึกษาข้อมูล ด้านรูปแบบ ลวดลาย พบว่าส่วนใหญ่เป็นรูปทรงบาตร ก้นกลม และแบบทรงกลมมีฐานสูงต่างๆ มีขนาดเล็กและรูปทรงไม่ซับซ้อนมากนัก



**รูปที่ 2** รูปทรงและลวดลาย แรงบันดาลใจในการออกแบบ

2. เพื่อนำรูปแบบและเทคนิคการผลิตแบบโบราณกลับมาผลิตโดยใช้เทคโนโลยีปัจจุบัน เข้ามาช่วยในการพัฒนาวัตถุดิบและกระบวนการผลิต ถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นการทำเครื่องปั้นดินเผาเชิงสร้างสรรค์

1. ผลการศึกษาอัตราส่วนผสมและสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบ้านกรวด กับดินดำผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการผสมเนื้อดิน โดยใช้ทฤษฎีเชิงเส้น (Line Blend) มีวัตถุดิบ 2 ชนิด ได้แก่ เนื้อดินบ้านกรวด กับดินดำ

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบสองชนิด

| สูตรที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ดินบ้านกรวด (%) | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 |
| ดินดำ (%) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |

จากตารางที่ 1 พบว่าเนื้อดินทุกสูตรจะใช้น้ำผสมลงในเนื้อดินร้อยละ 20 เท่ากันทุกสูตร พบว่าเนื้อดินสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ที่มีลักษณะเนื้อดินหยาบมีความเหนียวน้อย เนื่องจากว่าเนื้อดิน มีอัตราส่วนผสมของเนื้อดินบ้านกรวดในปริมาณมากกว่า ทุกสูตร เนื้อดินสูตรที่ 3 ถึงสูตรที่ 8 เนื้อดินมีความเหนียวที่สามารถใช้ปั้นขึ้นรูปได้ดี เนื่องจากเนื้อดินกลุ่มนี้มีปริมาณวัตถุดิบทั้งสองชนิดใกล้เคียงกัน และสูตรที่ 9 และ สูตรที่ 10 เนื้อดินมีความเหนียวดีแต่เนื้อดินละเอียดมากเกินไป เมื่อดึงขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพก่อนเผา และหลังเผาดิบ 800 องศาเซลเซียส

| **จุดที่** | **สีของเนื้อดิน** | | **การหดตัว ( % )** | |
|---|---|---|---|---|
| | **ก่อนเผา** | **หลังเผา** | **ก่อนเผา ( % )** | **หลังเผา ( % )** |
| 1 | สีน้ำตาล | สีน้ำตาลออกส้ม | 5.4 | 6 |
| 2 | สีเทาอมน้ำตาล | สีน้ำตาลออกส้ม | 5.4 | 5.6 |
| 3 | สีเทาอมน้ำตาล | สีน้ำตาลออกส้ม | 5.4 | 5.8 |
| 4 | สีเทาอมน้ำตาล | สีน้ำตาล | 5 | 5.2 |
| 5 | สีเทาอมน้ำตาล | สีน้ำตาล | 5.4 | 5.8 |
| 6 | สีเทาอมน้ำตาล | สีน้ำตาลอ่อน | 4.6 | 5.4 |
| 7 | สีเทา | สีน้ำตาลอ่อน | 5.6 | 5.6 |
| 8 | สีเทา | สีน้ำตาลอ่อน | 4.8 | 5 |
| 9 | สีเทา | สีครีม | 5 | 5 |

| จุดที่ | สีของเนื้อดิน | | การหดตัว ( % ) | |
|---|---|---|---|---|
| | ก่อนเผา | หลังเผา | ก่อนเผา ( % ) | หลังเผา ( % ) |
| 10 | สีเทา | สีครีม | 5.4 | 5 |

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการทดลองเนื้อดินหลังเผาดิบ 800 องศาเซลเซียส พบว่าสีของเนื้อดินสูตรที่ 1 – 6 ก่อนเผาจะมีสีน้ำตาลและสีเทาอมน้ำตาล เมื่อหลังเผาจะออกสีน้ำตาลออกส้มจนถึงสีน้ำตาลอ่อนไล่ระดับกัน เนื่องจากมีปริมาณเนื้อดินบ้านกรวดบุรีรัมย์ปริมาณที่มาก และสีเริ่มลดความเข้มลงตามปริมาณการเพิ่มของดินดำ สูตรที่ 7 – 10 ก่อนเผามีสีออกเทา และหลังเผาจะมีสีออกน้ำตาลอ่อนจนถึงสีครีม เนื่องจากกลุ่มนี้มีปริมาณของดินดำเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ การหดตัวของเนื้อดินในช่วงนี้จะมีการหดตัวที่ไม่แตกต่างกันมากนัก จะอยู่ระหว่างร้อยละ 5 - 6 เนื่องจากเนื้อดินยังมีความพรุนตัวมากอยู่

การทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกสูตรที่ 6 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินบ้านกรวดซึ่งเป็นวัตถุดิบในท้องถิ่นมากถึงร้อยละ 50 และดินดำร้อยละ 50 ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างมาก และเมื่อทำทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินหลังการเผาดิบแล้วเนื้อดินมีสีน้ำตาลอ่อน สำหรับการสร้างสรรค์ผลงานเครื่องปั้นดินเผาไฟต่ำ ที่เป็นการขึ้นรูปด้วยมือ มีความแข็งแกร่งตามลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์

2. การถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นการทำเครื่องปั้นดินเผาเชิงสร้างสรรค์

การทำเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์ วัดป่าพระสบาย ของกลุ่มฯ ในภาวะปัจจุบันยัง ขาดความต่อเนื่องสมาชิกในกลุ่มโดยส่วนใหญ่ยังยึดอาชีพทำนาเป็นด้านหลักจะหันมาปั้นงานในช่วงที่เว้นว่างจากงานอื่นๆ จึงทำให้การพัฒนางานยังไม่คล่องตัวเท่าที่ควร ประกอบกับทางกลุ่ม ฯ เองยังไม่มีสถานที่และวัสดุ อุปกรณ์ ในการปฏิบัติงานอย่างเป็นรูปธรรม การปฏิบัติงานในช่วงที่ผ่านมาจะอาศัยความร่วมมือกัน 3 ฝ่ายคือสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์และการออกแบบ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยประสานงานกับองค์กรในท้องถิ่นทั้งองค์การบริหารส่วนตำบล เทศบาลตำบลและกลุ่มอาชีพเครื่องปั้นดินเผา

2.1 การหาอัตราส่วนผสม และการเตรียมเนื้อดินที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผา

จากผลการทดลองครั้งนี้ กลุ่มผู้วิจัยได้คัดเลือกสูตรที่ 6 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินบ้านกรวดซึ่งเป็นวัตถุดิบในท้องถิ่นมากถึงร้อยละ 50 และดินดำร้อยละ 50 ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างมาก สำหรับการสร้างสรรค์ผลงานเครื่องปั้นดินเผาไฟต่ำ ที่เป็นการขึ้นรูปด้วยมือ มีความแข็งแกร่งตามลักษณะของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดเอิร์ทเทนแวร์

2.2 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาด้วยมือ (Hand Forming)

การขึ้นรูปด้วยมือ เป็นวิธีการขึ้นรูปที่ทำกันมาแต่อดีตและยังคงใช้ได้ในปัจจุบันในที่นี้หมายถึงการขึ้นรูปโดยใช้มือเป็นหลักหรืออาจใช้เครื่องมือเข้าช่วยตกแต่งได้บ้าง เพื่อความสะดวกหรือใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์ให้มีความสวยงามมากยิ่งขึ้น วิธีการขึ้นรูปด้วยมือนี้เหมาะกับการผลิตงานประเภทศิลปหัตถกรรมที่ไม่เน้นในเรื่องของปริมาณและรูปทรงที่จะต้องให้เหมือนกันในทุกส่วน การขึ้นรูปด้วยการใช้มือมีหลายวิธี ดังนี้

1) การขึ้นรูปด้วยการบีบ กด ในการขึ้นรูปลักษณะนี้ดินที่จะนำมาขึ้นรูปจะต้องผ่านการนวดและมีความเหนียวที่พอเหมาะในการขึ้นรูปคือไม่แข็งหรือนิ่มจนเกินไปจนดินติดมือ การขึ้นรูปประเภทนี้ต้องอาศัยความชำนาญเพราะถ้าใช้เวลาในการขึ้นรูปนานเกินไปดินจะแห้งทำให้ทำงานได้ยาก

2) การขึ้นรูปด้วยดินแผ่น ก่อนที่จะมีการขึ้นรูปจะต้องพิจารณาลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จะทำเป็นลำดับแรก ถ้าผลิตภัณฑ์นั้นประกอบด้วยด้านต่างๆ เป็นแผ่นเรียบเช่นกล่องสี่เหลี่ยม ดินที่จะใช้ควรมีความเหนียวต่ำ ถ้าผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยด้านที่มีลักษณะโค้งดินจะต้องมีความเหนียวสูง

3) การขึ้นรูปด้วยดินเส้น การขึ้นรูปวิธีนี้เนื้อดินที่ใช้จะต้องมีความเหนียวค่อนข้างสูงเพราะขั้นตอนในการผลิตจะใช้เวลานาน ดินจะสูญเสียน้ำในระหว่างการขึ้นรูปมากกว่าวิธีอื่น ขั้นตอนในการปฏิบัติขึ้นอยู่กับลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ ความหนาของผลิตภัณฑ์จะเป็นตัวกำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นดิน

2.3 การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน

การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนเป็นวิธีแรกที่มนุษย์ยุคก่อนประวัติศาสตร์รู้จักการประดิษฐ์เครื่องมือขึ้นมาใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ รวมถึงการใช้ในระบบกึ่งอุตสาหกรรมมาจนทุกวันนี้ ผู้ปั้นจะต้องเรียนรู้วิธีการเตรียมดิน การนวดดินก่อนการปั้นให้มีความชื้นพอเหมาะในการนำมาขึ้นรูป โดยปกติดินที่นำมาปั้นแป้นหมุนจะมีน้ำอยู่ในดินประมาณ 22–25 เปอร์เซ็นต์ เนื้อดินจะอ่อนนุ่มกว่าดินที่ปั้นด้วยมือเล็กน้อย เพราะดินอ่อนจะจะสามารถม้วนตัวเข้าศูนย์กลางแป้นหมุนได้ เนื้อดินที่ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนจะต้องเป็นดินที่มีความเหนียวมากจึงจะขึ้นรูปได้ง่ายสามารถปั้นเป็นรูปทรงต่างๆ ได้ดี

2.4 การตกแต่งผลิตภัณฑ์

การตกแต่งผลิตภัณฑ์นั้นสามารถใช้เทคนิคต่างๆ ที่ได้จากการศึกษา เช่น การขูดขีด การกดหรือทาบ การปั้นแปะตกแต่ง การแกะสลัก การพิมพ์ประทับ เป็นต้น โดยจะตกแต่งบริเวณบ่า ลำตัวผลิตภัณฑ์ ด้วยลวดลายต่างๆ เพื่อให้มีลวดลายที่ใกล้เคียงผลิตภัณฑ์เครื่องดินเผาโบราณจังหวัดบุรีรัมย์ และอีกส่วนหนึ่งคณะดำเนินงานได้ทดลองตกแต่งด้วยการใช้เคลือบอุณหภูมิสูง ซึ่งผลงานที่ออกมานั้น ปรากฏว่ามีสีสันที่หลากหลายมีความร่วมสมัยได้เป็นอย่างดี

2.5 เตาเผาและการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

ในการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัย และกลุ่มอาชีพเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ได้ร่วมกันวิเคราะห์และสรุปว่าควรที่จะเริ่มจากการถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นการทำเครื่องปั้นดินเผาไฟต่ำเชิงสร้างสรรค์ก่อน โดยใช้เตาแก๊สเผาที่อุณหภูมิ 700 – 800 องศาเซลเซียส และการเผาแบบสุมเผาแบบพื้นบ้าน โดยใช้เศษกิ่งไม้ยางพาราและฟางแห้ง ซึ่งเป็นวัสดุที่มีมากในพื้นที่ เป็นเชื้อเพลิงในการเผาผลิตภัณฑ์



**รูปที่ 3** การฝึกอบรมถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นการทำเครื่องปั้นดินเผาไฟต่ำ

3. แนวทางการพัฒนาและยกระดับผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ สู่ผลงานเครื่องปั้นดินเผาร่วมสมัย

ในการออกแบบมีรายละเอียดทั้งกระบวนการออกแบบ การขึ้นรูปและการประดับตกแต่ง จึงได้ทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตผลงานในแต่ละแนวความคิด แยกออกเป็นชุดๆ ในเบื้องต้นนักวิจัยสรุปรายละเอียดต่างๆ และแก้ไขปัญหาอันเกิดจากการออกแบบดำเนินการด้านกระบวนการผลิตโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. จากภาพร่างผลงานของคณะนักวิจัย ซึ่งเป็นการคัดลอกรูปแบบและลวดลายจากผลงานเดิมของจริง ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นรูปทรงบาตร ก้นกลม และแบบทรงกลมมีฐานสูงต่างๆ มีขนาดเล็ก รูปทรงไม่ซับซ้อนมากนัก สารมารถขึ้นรูปชิ้นงานได้ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ได้เป็นอย่างดี

2. จากภาพร่างผลงานพัฒนาในเรื่องรูปแบบ รูปทรงโดยการประยุกต์ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างรูปทรง ทั้งการย่อ การขยาย การปรับเพิ่มลดขนาด สัดส่วนต่างๆ ให้เกิดรูปแบบใหม่ ซึ่งสามารถบูรณาการร่วมกันได้อย่างกลมกลืน ทั้งการออกแบบ ตลอดจนวิธีการตกแต่งชิ้นงาน

3. การพัฒนาในเรื่องเทคนิคในการตกแต่ง ผลงานภาพร่างที่ได้ออกแบบไว้กำหนดเทคนิคในการตกแต่งโดยใช้หลักการออกแบบสมัยใหม่ โดยนำทัศนธาตุ และลักษณะของธาตุคือ จุด เส้น สี รูปร่าง รูปทรง ขนาด น้ำหนัก ทิศทางและพื้นผิว มาทำการออกแบบผสมผสานกับอัตลักษณ์ของเครื่องปั้นดินเผาวัดป่าพระสบาย เป็นผลิตภัณฑ์รูปทรงต่าง ๆ การจัดองค์ประกอบทางศิลปะให้มีลักษณะเฉพาะ สร้างสรรค์เป็นรูปทรงสมัยใหม่ที่เน้นความสวยงาม โฉบเฉี่ยวเหมาะสำหรับการประดับตกแต่งโดยเฉพาะ

4. การพัฒนาในเรื่องประโยชน์ใช้สอย จากการระดมสมองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักวิจัย กลุ่มผู้ผลิตและนักศึกษา ได้ผลสรุปในเรื่องของรูปแบบของผลิตภัณฑ์ออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ ชุดแจกัน เชิงเทียน และกระถางแคคตัส โดยจะใช้การขึ้นรูปแบบบีบกด และการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนเพราะเป็นลักษณะของการผลิตในแบบกึ่งอุตสาหกรรม เหมาะสมกับทักษะการผลิตของกลุ่มฯ และยังคงไว้ซึ่งอัตลักษณ์ของงานเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวิติศาสตร์ ทั้งด้านการขึ้นรูป การตกแต่ง ตลอดจนคำนึงถึงการพัฒนาต่อยอดไปยังผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นได้อย่างกลมกลืนอีกด้วย



**รูปที่ 4** ภาพร่างการปรับเปลี่ยนโครงสร้างรูปทรง การย่อ ขยาย ให้เกิดรูปแบบใหม่ และภาพร่าง 3 มิติ



**รูปที่ 5** ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบายร่วมสมัย ประเภทแจกัน



**รูปที่ 6** ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบายร่วมสมัย ประเภทเชิงเทียน



**รูปที่ 7** ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบายร่วมสมัย ประเภทกระถางแคคตัส

## 5. สรุปผลการวิจัย

ผลจากการจัดเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งได้ข้อสรุปว่าผู้เข้ารับการอบรม ในกลุ่มนำร่องนี้มีความต้องการที่จะได้รับการถ่ายทอดกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ในวิธีการที่เรียบง่าย สะดวก รวดเร็ว เป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกที่มีขนาดเหมาะสม มีความสวยงาม มีความกลมกลืนและมีประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับยุคสมัยปัจจุบัน ราคาไม่สูงมากนัก นักท่องเที่ยวสามารถซื้อเป็นของขวัญ ของฝากและนำติดตัวไปได้สะดวก

โดยในช่วงแรกคณะนักวิจัยทำการหาแหล่งดิน ทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมทำการทดลองผลิต โดยผู้ช่วยนักวิจัยที่เป็นนักศึกษาในสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ ทำการทดลองออกแบบ ทดลองขึ้นรูป และทดลองเผาชิ้นงานจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ จึงกำหนดแนวทาง ในการถ่ายทอดโดยกำหนดให้นักศึกษาในกลุ่มที่ 1 รับผิดชอบในการเป็นพี่เลี้ยงในส่วนของการขึ้นรูปด้วยมือ ทั้งการปั้นลอยตัวแบบอิสระ การขึ้นรูปด้วยวิธีการขดดินหรือการขึ้นรูปด้วยดินเส้น การขึ้นรูปด้วยการ บีบ กดและการขูดขีด การปั้นประดับตกแต่ง โดยนำทักษะจากรายวิชาเซรามิกส์เบื้องต้น และรายวิชาการขึ้นรูปด้วยมือ มาบูรณาการในการทำงาน สามารถเป็นผู้ถ่ายทอดเทคนิค ในการสร้างสรรค์ผลงาน มีการปรับรูปแบบให้มีประโยชน์ใช้สอย ควบคู่ไปกับการประดับตกแต่งให้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาร่วมสมัย ในส่วนของนักศึกษาในกลุ่มที่ 2 มีหน้าที่ในการจัดเตรียมเนื้อดินปั้น ตั้งแต่การสำรวจแหล่งดิน การขุดดิน บดดิน ร่อนดิน และทดลองหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม ตลอดจนการอัดรีดดินเพื่อเตรียมไปใช้ในการถ่ายทอดให้กับกลุ่มนำร่องในชุมชน โดยบูรณาการ เข้ากับรายวิชาเนื้อดินปั้น ซึ่งนักศึกษาผู้ช่วยนักวิจัยสามารถปฏิบัติงานได้อย่างเหมาะสม เนื้อดินละเอียดสามารถขึ้นรูปได้ตามที่ต้องการ

ในส่วนของนักศึกษากลุ่มที่ 3 รับผิดชอบในการเป็นวิทยากรพี่เลี้ยงในส่วนของการเตรียมการในการเผาชิ้นงานด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันคือการเผาด้วยเตาที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง ทั้งการจัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์และการติดตั้งเตาเผาเคลื่อนที่สำหรับการสาธิตตลอดจนการจัดเรียงชิ้นงานเข้าเตาเผา ดำเนินการควบคุมการเผาและนำชิ้นงานออกจากเตาเผา โดยบูรณาการเข้ากับรายวิชาเตาเผาและการเผา ผลจากการปฏิบัติงานนักศึกษาสามารถทำหน้าที่เป็นวิทยากรพี่เลี้ยงและเป็นผู้สาธิตและถ่ายทอดเทคนิควิธีการในการเผางานเครื่องปั้นดินเผาไฟต่ำได้เป็นอย่างดี มีการประสานงาน และทำงานกันเป็นทีมได้อย่างเหมาะสมในทุกขั้นตอน จนได้ผลงานที่สำเร็จอย่างสมบูรณ์

หลังจากที่ได้ดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม โดยบูรณาการงานวิจัยกับการเรียนการสอนในสาขาเทคโนโลยีเซรามิกส์และการออกแบบ ในทุกระดับเข้าด้วยกันและทำการพัฒนาต่อยอดและถ่ายทอดกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาไฟต่ำ เพื่อเป็นของที่ระลึกสำหรับการส่งเสริมการท่องเที่ยว พิพิธภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ตำบลบึงเจริญ อำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ ให้กับชุมชน นอกจากนั้นคณะนักวิจัยและกลุ่มผู้ผลิตต้องค้นหาแนวทางในการพัฒนาการออกแบบสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่นๆ ที่สามารถตอบสนองในด้านอัตลักษณ์และในด้านความสวยงาม ความกลมกลืน ประโยชน์ใช้สอย รวมไปถึง

ความเหมาะสมในการสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกสำหรับชุมชนเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ได้อย่างยั่งยืนต่อไป

## 6. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้

1. ควรศึกษารูปแบบลวดลายที่มีส่วนเกี่ยวข้องเพิ่มเติม โดยยังคงรักษาเอกลักษณ์เฉพาะของเครื่องปั้นดินเผาท้องถิ่นไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลาย ทันสมัยและมีประโยชน์ใช้สอย

2. ควรมีการพัฒนาต่อยอด ในส่วนของรูปแบบลวดลาย จากเครื่องปั้นดินเผาแบบดั้งเดิม มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย ในรูปแบบอื่น ๆ ที่หลากหลายขึ้น

3. ควรมีหน่วยงาน ทั้งภาครัฐและเอกชน นำผลงานวิจัยไปพัฒนาต่อยอดให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนในพื้นที่ ด้านการพัฒนาอาชีพของประชาชนที่สนใจต่อไป

4. ควรมีการวิจัยด้านการตลาดและออกแบบบรรจุภัณฑ์ของที่ระลึกเครื่องปั้นดินเผาเพื่อส่งเสริมการจัดจำหน่ายในวงกว้างแบบครบวงจร

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านเครื่องปั้นดินเผา เพื่อรองรับการท่องเที่ยวชุมชนจังหวัดบุรีรัมย์ กรณีศึกษา: ชุมชนเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ต.บึงเจริญ อ.บ้านกรวด จ.บุรีรัมย์ ในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในด้านต่างๆ จนทำให้สามารถดำเนินงานลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณกลุ่มชุมชนเครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย ต.บึงเจริญ อ.บ้านกรวด จ.บุรีรัมย์ ที่ให้ข้อมูลต่างๆ แก่ทีมวิจัย ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณคณาจารย์ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์และการออกแบบ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ทุกชั้นปีที่มีส่วนร่วมในการวิจัยในครั้งนี้ จนดำเนินการแล้วเสร็จ นอกจากนี้ ยังรวมไปถึงผู้ที่ไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ ได้ทั้งหมด คณะผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้อีกครั้งหนึ่ง

### เอกสารอ้างอิง

[1] กรมศิลปากร. (2532). เซรามิกส์ในประเทศไทย ชุดที่ 4 เตาบ้านกรวด บุรีรัมย์. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

[2] ทวี พรมพฤกษ์. (2532). เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

[3] ประเวศ วะสี. (2530). การสร้างภูมิปัญญาไทยเพื่อการพัฒนา. กรุงเทพมสหานคร : อัมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ฟ.

[4] ประสพ ลี้เหมือดภัย. (2543). องค์ประกอบในงานเครื่องปั้นดินเผา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

[5] ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. (2541). เนื้อดินเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

[6] วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีบุรีรัมย์: แผ่นพับแนะนำพิพิธภัณฑ์ยุคก่อนประวัติศาสตร์วัดป่าพระสบาย.

[7] วิทยาลัยครูบุรีรัมย์, องค์การบริหารส่วนจังหวัดบุรีรัมย์. (2535). สมบัติอีสานใต้, (ฉบับพิเศษ)

[8] เสน่ห์ จามริก. (2531). ทิศทางหมู่บ้านไทย. ในเสรี พงศ์พิศ, ทิศทางหมู่บ้านไทย (3). กรุงเทพฯ : หมู่บ้าน.

[9] สภาวัฒนธรรม อำเภอเมืองบุรีรัมย์. (2543). วัฒนธรรมเมืองบุรีรัมย์ เฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา : สมบูรณ์การพิมพ์.

[10] สมศักดิ์ ชวาลาวัณย์. (2549). เซรามิกส์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

[11] สรเชต วรคามวิชัยและสมมาตร์ ผลเกิด. (2541). จดหมายเหตุบุรีรัมย์ : ศูนย์วัฒนธรรมอีสานใต้สำนักศิลปะและวัฒนธรรม สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์.

[12] สุขุมาล เล็กสวัสดิ์. (2548). เครื่องปั้นดินเผา : พื้นฐานการออกแบบและปฏิบัติงาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

# การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์เครื่องปั้นดินเผาโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เครื่องปั้นดินเผา ดอยดินแดง จังหวัดเชียงราย

# Development of Pottery Public Relations Media Sing Augmented Reality A case Study of Pottery, Doi Din Daeng, Chiang Rai Province

นายทินกร กิ่งแก้ว[1*] และ ภานุพันธ์ จิตคำ[2]
[1]คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Tinnakorn Kingkaew[1] and Panuphan Jitkham[2]
[1]Faculty of Digital Technology, Graphic design department, Chiang Rai Rajabhat University

E-mail: 641768057@crru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสร้างแผ่นพับร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง 2) เพื่อออกแบบสื่อแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง และเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษา และนักท่องเที่ยว เพศชาย – หญิง ที่มีอายุ 20 – 40 ปี ที่พบในพื้นที่เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง จำนวน 83 คน โดยใช้**แบบ**ประเมินความพึงพอใจแบบ (Purposive Sampling) คือ วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ดุลพินิจในการคัดเลือกบุคคลหรือกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา แทนที่จะเลือกแบบสุ่ม โดยอ้างอิงจาก Krejcie & Morgan

ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อ แผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) พบว่า ภาพรวมผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแผ่นพับ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.37, (S.D.) = 0.63) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.42, (S.D.) = 0.61) รองลงมาคือ ด้านเทคโนโลยี AR และโมเดล 3D อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.34, (S.D.) = 0.63) ด้านประโยชน์ที่ได้รับหลังใช้งาน Zapwork อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.33, (S.D.) = 0.65) ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** สื่อแผ่นพับ เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง ความจริงเสริม

## ABSTRACT

This study aims to 1) Explore the knowledge related to the process of creating a brochure integrated with Augmented Reality (AR) technology for Doi Din Daeng pottery 2) Design a brochure for Doi Din Daeng pottery combined with Augmented Reality (AR) technology 3) Assess the satisfaction level towards the brochure and Augmented Reality (AR) technology The sample group consisted of 83 individuals, including students and tourists, of both male and female genders, aged 20–40 years, who were present in the Doi Din Daeng pottery area. The study employed a purposive sampling method, which involves selecting

The research findings revealed that the overall satisfaction evaluation of the sample group regarding the Doi Din Daeng pottery brochure integrated with Augmented Reality (AR) technology was at a high level ($\bar{X}$= 4.37, (S.D.) = 0.63) When considering each aspect individually, it was found that The design of the digital brochure and promotional materials received a high satisfaction level ($\bar{X}$ = 4.42, (S.D.) = 0.61) The AR technology and 3D models were rated at a high level ($\bar{X}$ = 4.34, (S.D.) = 0.63) The benefits gained after using Zapwork were also rated at a high level ($\bar{X}$ = 4.33, (S.D.) = 0.65), respectively

**Keywords:** Pamphlet media, Doi Din Dang Pottery, Augmented Reality

## 1. บทนำ

เครื่องปั้นดินเผาเป็นงานศิลปหัตถกรรมที่มีความสำคัญต่อวัฒนธรรมไทยมายาวนาน โดยสะท้อนถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นและอัตลักษณ์ของแต่ละชุมชน "เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง" จังหวัดเชียงราย เป็นหนึ่งในแหล่งผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่มีชื่อเสียง โดดเด่นด้วยเทคนิคการผลิตที่ผสมผสานระหว่างกรรมวิธีดั้งเดิมกับแนวคิดร่วมสมัย โดยได้รับอิทธิพลจากเทคนิคการเผาแบบญี่ปุ่น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเฉพาะตัว ทั้งในด้านพื้นผิว สีสัน และลวดลายที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ปัจจุบันดอยดินแดงไม่ได้เป็นเพียงแหล่งผลิตเครื่องปั้นดินเผาเท่านั้น แต่ยังเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้ที่สนใจได้ศึกษาและสัมผัสกระบวนการสร้างสรรค์เครื่องปั้นดินเผาอย่างใกล้ชิด อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงของสังคมและเทคโนโลยีทำให้ความสนใจของคนรุ่นใหม่ที่มีต่องานหัตถศิลป์ลดลง การส่งเสริมและเผยแพร่งานเครื่องปั้นดินเผาผ่านช่องทางที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญ (Author, 2024)

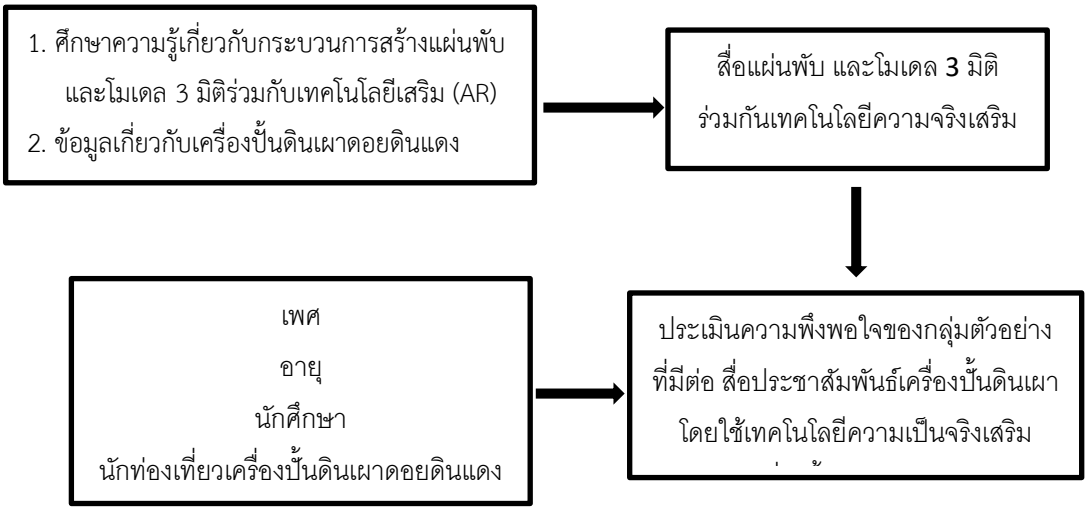
เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality AR) ได้รับการพัฒนาให้เป็นเครื่องมือสำคัญในการเผยแพร่และส่งเสริมงานศิลปะเครื่องปั้นดินเผา โดยการนำเสนอผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลที่สามารถจำลองภาพสามมิติของเครื่องปั้นดินเผาได้อย่างเสมือนจริง เทคโนโลยีนี้ช่วยให้ผู้ชมสามารถโต้ตอบกับวัตถุในรูปแบบดิจิทัลผ่านอุปกรณ์สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตทำให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจมากขึ้น นอกจากนี้ AR ยังสามารถใช้เป็นช่องทางในการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตเทคนิคการปั้นลวดลายและเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ของเครื่องปั้นดินเผาแต่ละประเภทได้อย่างละเอียดและมีประสิทธิภาพการผสมผสานระหว่างศิลปะกับเทคโนโลยีล้ำสมัยนี้ไม่เพียงช่วยให้ผู้ชมเข้าถึงองค์ความรู้ได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยมีความต้องการที่จะพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เพื่อเพิ่มมิติในการนำเสนอข้อมูลและสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความทันสมัย น่าสนใจ และเข้าถึงง่ายขึ้น โดยการออกแบบสื่อที่สามารถโต้ตอบและจำลองเครื่องปั้นดินเผาในรูปแบบสามมิติผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการผลิต เทคนิคการตกแต่ง และประวัติความเป็นมาของเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังมุ่งหวังให้การพัฒนาเทคโนโลยีนี้เป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมและอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมให้สามารถคงอยู่และได้รับความสนใจจากคนรุ่นใหม่ต่อไปในอนาคต

## 2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสร้างแผ่นพับและโมเดล 3 มิติร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง
2. เพื่อออกแบบสื่อแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR)
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง และเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR)

## 3. กรอบแนวคิดการวิจัย




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดการวิจัย

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มประชากรออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่มประชากร คือ นักศึกษา และนักท่องเที่ยวเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง 83 คน

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบกราฟิก 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์สมลักษณ์ ปันติบุญ 1 ท่าน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักท่องเที่ยว เพศ ชาย-หญิง ที่อายุ 20-40 ปี ที่พบในพื้นที่เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง จำนวน 83 คน โดยมีกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ดุลพินิจในการคัดเลือกบุคคลหรือกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา แทนที่จะเลือกแบบสุ่ม โดยอ้างอิงจาก Krejcie & Morgan

## 5. เครื่องมือการวิจัย

1. แผ่นพับและโมเดล 3 มิติ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

2. แบบประเมินคุณภาพของสื่อแผ่นพับ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR)

3. การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อประชาสัมพันธ์แผ่นพับโดยเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ต่อนักศึกษาและนักท่องเที่ยวเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง

## 6. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

   1.1 ศึกษาประวัติและความสำคัญของเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง

   1.2 ศึกษาเทคนิคการผลิตเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง รวมถึงกระบวนการปั้น การเผา และการตกแต่ง

   1.3 ศึกษาแนวทางการออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์และการนำเทคโนโลยี AR มาใช้ในสื่อแผ่นพับ

2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

   2.1 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบกราฟิก 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์สมลักษณ์ ปันติบุญ 1 ท่าน

2.2 การสัมภาษณ์ช่างฝีมือจำนวน 3 ท่าน แหล่งผลิตเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอัตลักษณ์ของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

2.3 การลงพื้นที่สังเกตและบันทึกภาพขั้นตอนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

3. การออกแบบและพัฒนาเนื้อหา

3.1 การออกแบบแผ่นพับประชาสัมพันธ์ให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

3.2 การสร้างโมเดล 3 มิติของเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงโดยใช้ซอฟต์แวร์ เช่น Blender

3.3 การพัฒนาเทคโนโลยี AR และกำหนดรูปแบบการแสดงผลผ่านแพลตฟอร์ม AR เช่น Zapwork

4. การทดสอบใช้งานและประเมินความพึงพอใจ

4.1 การเผยแพร่แผ่นพับประชาสัมพันธ์และให้กลุ่มเป้าหมายทดลองใช้งาน AR

4.2 การเก็บรวบรวมความคิดเห็นและความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายผ่านแบบความพึงพอใจ

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและปรับปรุงสื่อประชาสัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.4 การวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

## 7. การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์ประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด 2545:131-134) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51-5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51-4.50 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51-3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51-2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.51-1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

## 8. ผลการวิจัย

การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์เครื่องปั้นดินเผาโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง จังหวัดเชียงราย

1. เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสร้างแผ่นพับและโมเดล 3 มิติร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลอัตลักษณ์ของเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง จังหวัดเชียงราย ผู้วิจัย ศึกษาลงพื้นที่จริงเพื่อศึกษาเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง จังหวัดเชียงราย และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ช่างปั้น และบุคคลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง และได้ทำการเก็บภาพ และจำแนกหมวดหมู่ของเครื่องปั้นดินเผา ได้ 3 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องใช้ในครัวเรือน 2) อุปกรณ์ตกแต่ง 3) ผลงาน อาจารย์สมลักษณ์ ปันติบุญ ซึ่งทั้งหมดนี้ผู้วิจัยได้รับข้อมูลจากการสอบถามและลงพื้นที่สถานที่ศึกษา ประกอบด้วย

1.1.1 เครื่องใช้ในครัวเรือน จำนวน 5 ชิ้น

1.1.2 อุปกรณ์ตกแต่ง จำนวน 5 ชิ้น

1.1.3 ผลงาน อาจารย์สมลักษณ์ ปันติบุญ จำนวน 5 ชิ้น

1.2 ขั้นตอนการศึกษาการออกแบบ โมเดล โดยใช้ โปรแกรม Blender เทคนิคขั้นตอนการออกแบบโมเดลเครื่องปั้นดินเผาโดยใช้ โปรแกรม Blender เริ่มจากการศึกษารูปแบบต้นแบบของเครื่องปั้นดินเผาโดยการเก็บข้อมูลและถ่ายภาพตัวอย่าง และขึ้นโครงสร้างพื้นฐาน ปรับแต่งพื้นผิวด้วยเพื่อสร้างลวดลายสีธรรมชาติที่สะท้อนอัตลักษณ์ของเครื่องปั้นดินเผา เสริมด้วยการตั้งค่าแสงเงาเพื่อเพิ่มมิติให้ภาพดูชัดเจนโดยไม่ซับซ้อน รายละเอียดของภาพเน้นองค์ประกอบที่สะท้อนเอกลักษณ์ท้องถิ่น และศิลปะเครื่องปั้น

เพื่อให้เหมาะกับบริบทของเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงและ นำโมเดลไปทดสอบบนแพลตฟอร์ม AR เช่น Zap Works ให้สามารถหมุนและโต้ตอบได้ 360 องศาเพื่อการนำเสนอที่สมจริง

2. เพื่อออกแบบสื่อแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ผลการออกแบบสื่อแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ได้ดังนี้

2.1 การออกแบบเนื้อหาและรูปแบบของแผ่นพับ

2.1.1 กำหนดขนาด รูปแบบ และวัสดุของแผ่นพับ โดยอ้างอิงจากความเหมาะสมของการใช้งานและความสะดวกในการพกพา

2.1.2 จัดทำเนื้อหาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง โดยรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์การสังเกต และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1.3 ออกแบบกราฟิก ภาพถ่าย และองค์ประกอบในการนำเสนอข้อมูล โดยใช้โปรแกรมออกแบบเช่นAdobe Illustrator



**รูปที่ 2** ออกแบบร่างแผ่นพับ โดยใช้โปรแกรม Adobe Illustrator

| **ตัวอย่างการออกแบบแผ่นพับ** | **ด้านหน้า และด้านหลังของแผ่นพับ** |
|---|---|
| ขนาดการ์ด : 21x29.7 ซม.<br>วัสดุกระดาษที่เลือกใช้ : กระดาษอาร์ตมัน<br>ฟอนต์ที่ใช้ : ヒラギノ角ゴ StdN W8 / Mitr<br>ขนาดฟอนต์ที่ใช้ : หัวข้อ 5.8 - 17.46 pt<br>**สีที่ใช้ในการออกแบบ** |  |

**รูปที่ 3** แผ่นพับ จำนวน 5 แผ่น



**รูปที่ 4** แบบร่างแผ่นพับ

2.2 การสร้างโมเดล 3 มิติ

2.2.1 ศึกษารูปแบบและลักษณะของเครื่องปั้นดินเผาจริงเพื่อใช้เป็นต้นแบบ ผ่านการลงพื้นที่เก็บข้อมูล และการถ่ายภาพตัวอย่าง

2.2.2 สร้างโมเดล 3 มิติของเครื่องปั้นดินเผาโดยใช้โปรแกรม Blender โดยเริ่มจากการขึ้นรูป โครงสร้าง และการใส่รายละเอียดพื้นผิว

2.2.3 ปรับแต่งรายละเอียดของโมเดล เช่น พื้นผิว แสง และเงา ให้สมจริง โดยอ้างอิงจากภาพถ่ายและการสังเกตของจริง



**รูปที่ 5** ภาพการออกแบบโมเดล 3 มิติ โดยใช้โปรแกรม Blender



**รูปที่ 6** ภาพโมเดล 3 มิติ ของเครื่องปั้นดินเผา จำนวน 15 ชิ้น เครื่องปั้นดินเผา แบ่งออกเป็น 3 ประเภท 1) เครื่องใช้ในนครัวเรือน จำนวน 5 ชิ้น 2) อุปกรณ์ตกแต่ง จำนวน 5 ชิ้น 3) ผลงาน อาจารย์สมลักษณ์ ปันติบุญ จำนวน 5 ชิ้น

2.3 การพัฒนาเทคโนโลยี AR

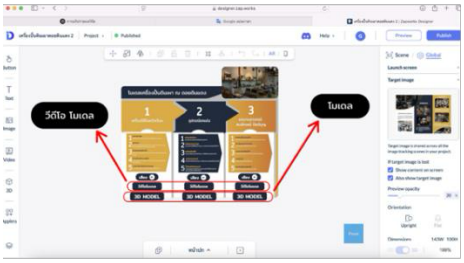
2.3.1 อัปโหลดโมเดล 3 มิติลงในแพลตฟอร์ม AR เช่น Zap Works โดยใช้ไฟล์ที่รองรับการแสดงผล AR

2.3.2 ตั้งค่าการแสดงผล เช่น การหมุน การขยายภาพ และการเพิ่มข้อมูลเชิงโต้ตอบ โดยทดสอบการใช้งานผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟน

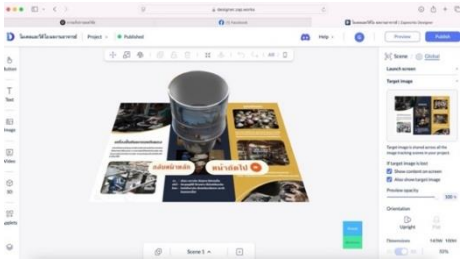
2.3.3 เพิ่มเสียงบรรยายและข้อมูลประกอบเพื่อเสริมการเรียนรู้ โดยใช้การบันทึกเสียงและการตัดต่อวิดีโอประกอบ



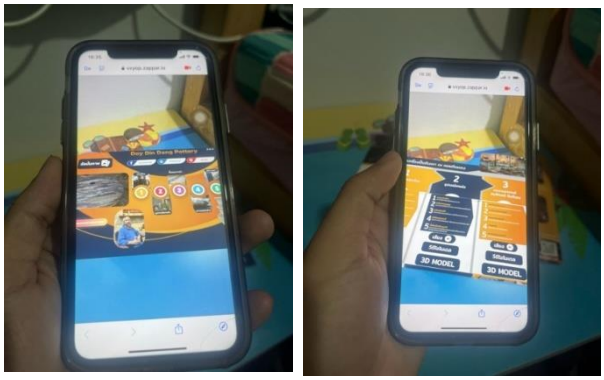

**รูปที่ 7** ออกแบบโดยใช้โปรแกรม Zapwork จำนวน 20 หน้า




**รูปที่ 8** ออกแบบโดยใช้โปรแกรม Zapwork จำนวน 16 หน้า



**รูปที่ 9** โมเดลเครื่องปั้นดินเผา แสดงในโปรแกรม Zapwork หมุนได้ 360 องศา จำนวน 15 หน้า



**รูปที่ 10** ทดลองใช้งานสื่อความจริงเสริม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 83 คน ประกอบด้วย เพศ อายุ ลำดับการศึกษา ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

| เพศ | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ชาย | 21 | 25.30 |
| หญิง | 62 | 74.70 |
| รวม | 83 | 100 |

จากตารางที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 74.70 และเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 25.30 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอายุ

| อายุ | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| 20 – 40 ปี | 22 | 26.51 |
| 31 – 40 ปี | 61 | 73.49 |
| มากกว่า 40 ปีขึ้นไป | 0 | 0.00 |
| รวม | 83 | 100 |

จากตารางที่ 2 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 31 – 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 73.49 ในช่วง 20 – 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 26.51 และในช่วงอายุมากกว่า 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 0.00

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามการศึกษา

| ระดับการศึกษา | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ปริญญาตรี | 62 | 74.70 |
| มากกว่าปริญญาตรี | 21 | 25.30 |
| รวม | 83 | 100 |

จากตารางที่ 3 พบว่ากลุ่มตัวอย่างระดับการศึกษาปริญญาตรีส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 74.70 และระดับมากกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 25.30

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพ

| อาชีพ | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| นักศึกษา | 25 | 30.12 |
| นักท่องเที่ยว | 58 | 69.88 |
| รวม | 83 | 100 |

จากตารางที่ 4 พบว่ากลุ่มตัวอย่างอาชีพส่วนใหญ่เป็นนักท่องเที่ยวคิดเป็นร้อยละ 69.88 และนักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 30.12

3. เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง และเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ผลการประเมินความพึงพอใจของแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง และเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการ

ออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์ ด้านเทคโนโลยี AR และโมเดล 3D ด้านประโยชน์ที่ได้รับหลังใช้งาน Zap work จำนวน 3 ท่าน

ตารางที่ 5 ระดับความพึงพอใจ ด้านการออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ความเหมาะสมของสี วัสดุ และข้อมูล | 4.67 | 0.47 | มากที่สุด |
| 2. | ความน่าสนใจของการเลือกใช้สี | 4.33 | 0.47 | มาก |
| 3. | ความคมชัดของภาพ | 4.67 | 0.47 | มากที่สุด |
| 4. | การจัดวางเนื้อหาให้อ่านง่าย | 3.67 | 0.47 | มาก |
| 5. | การใช้สีและกราฟิกที่เหมาะสม | 3.67 | 0.94 | มาก |
| 6. | ความสวยงามของแผ่นพับ | 4.33 | 0.47 | มาก |
| 7. | ความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอเรื่องราว | 3.33 | 0.47 | ปานกลาง |
| 8. | ความสะดวกในการจัดเก็บและพกพาของแผ่นพับ | 4.67 | 0.47 | มากที่สุด |
| | ค่าเฉลี่ยรวม | 4.17 | 0.53 | มาก |

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินด้านการออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์ ได้รับคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$=4.17, S.D.=0.47) ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยองค์ประกอบที่ได้รับคะแนนมากที่สุด ได้แก่ ความสวยงามของภาพ ($\bar{x}$=4.67, S.D.=0.47) ความน่าสนใจของการเลือกใช้สีได้รับคะแนนมาก ($\bar{x}$=4.33, S.D.=0.47) และความสวยงามของการออกแบบที่ได้รับคะแนนปานกลาง ($\bar{x}$=3.33, S.D.=0.47) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการออกแบบแผ่นพับสามารถสื่อสารข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถดึงดูดความสนใจของกลุ่มเป้าหมายได้ดี

ตารางที่ 6 ระดับความพึงพอใจ ด้านเทคโนโลยี AR และโมเดล 3D

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ความสวยงามของโมเดล 3 มิติ | 4.33 | 0.47 | มาก |
| 2. | ความสมจริงของโมเดล 3D และการแสดงผลใน AR | 4.00 | 0.82 | มาก |
| 3. | ความง่ายในการใช้งานและการเข้าถึง AR | 4.67 | 0.47 | มาที่สุด |
| 4. | โมเดล 3 มิติ มีการจัดเตรียมที่เหมาะสมสำหรับใช้ในเทคโนโลยีเสริม | 4.00 | 0.82 | มาก |
| 5. | ความสอดคล้องกับเอกลักษณ์เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง | 4.33 | 0.94 | มาก |
| | ค่าเฉลี่ยรวม | 4.27 | 0.70 | มาก |

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินด้านเทคโนโลยี AR และโมเดล 3 มิติ ได้รับคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$=4.27, S.D =3.52 ) ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยองค์ประกอบที่ได้รับคะแนนสูงสุด ได้แก่ ความง่ายในการใช้งานและการเข้าถึง AR ($\bar{x}$=4.67, S.D =0.47) และความสอดคล้องกับเอกลักษณ์เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงที่ได้รับแนนมาก ($\bar{x}$=4.33, S.D =0.94) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยี AR สามารถจำลองรายละเอียดของเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงได้อย่างน่าสนใจ

ตารางที่ 7 ระดับความพึงพอใจ ด้านประโยชน์ที่ได้รับหลังใช้งาน Zap work

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ระบบมีการใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน | 4.33 | 0.47 | มาก |
| 2. | ระบบมีความสะดวกในการใช้งาน | 4.33 | 0.47 | มาก |
| 3. | ความเร็วในการใช้งานสื่อความจริงเสริม | 4.00 | 0.82 | มาก |
| 4. | ความสามารถของ Zapwork ในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม | 4.67 | 0.47 | มากที่สุด |
| 5. | คุณภาพของเสียงบรรยาย | 3.33 | 0.47 | ปานกลาง |
| 6. | คุณภาพของวิดีโอ | 4.67 | 0.47 | มากที่สุด |
| 7. | ความสามารถในการเชื่อมโยงแผ่นพับกับสื่อดิจิทัล (QR Code) | 4.33 | 0.47 | มาก |
| | ค่าเฉลี่ยรวม | 4.24 | 0.52 | มาก |
| | ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน | 4.22 | 0.57 | มาก |

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินด้านประโยชน์ที่ได้รับหลังการใช้งาน Zap work ได้รับคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$=4.24, S.D =0.52) ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยองค์ประกอบที่ได้รับคะแนนสูงสุด ได้แก่ ความสะดวกในการใช้งานและเข้าถึง Zapwork ($\bar{x}$=4.67, S.D =0.47) และระบบมีการใช้งานง่ายไม่ซับซ้อนที่ได้รับคะแนนมาก ($\bar{x}$=4.33, S.D =0.47) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการใช้งาน AR ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ที่สนุกสนานและน่าสนใจ

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยผู้เชี่ยวชาญรวมทั้ง 3 ด้าน

| ลำดับ | รายการการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ด้านการออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์ | 4.17 | 0.53 | มาก |
| 2. | ด้านเทคโนโลยี AR และโมเดล 3D | 4.27 | 0.70 | มาก |
| 3. | ด้านประโยชน์ที่ได้รับหลังใช้งาน Zap work | 4.24 | 0.52 | มาก |
| | ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน | 4.22 | 0.57 | มาก |

ผลการวิจัยจากตารางพบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อ แผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ภาพรวมผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแผ่นพับร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.22, S.D = 0.57) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านเทคโนโลยี AR และโมเดล 3D อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.27, S.D = 0.70) รองลงมาคือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับหลังใช้งาน Zapwork อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.24, S.D = 0.52) ด้านการออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.17, S.D = 0.53) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตนา สุวรรณทิพย์ (2564) การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบของสื่อความเป็นจริงเสริมสำหรับสื่อแผ่นพับประชาสัมพันธ์สถานที่ท่องเที่ยว ผลการประเมินความพึงพอใจของแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง และเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์ ด้านเทคโนโลยี AR และโมเดล 3D ด้านประโยชน์ที่ได้รับหลัง ใช้งาน Zapwork โดยสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 9 ระดับความพึงพอใจ ด้านการออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ความสวยงามของลวดลายและการออกแบบในแผ่นพับ | 4.48 | 0.64 | มาก |
| 2. | ความเหมาะสมของสี วัสดุ และข้อมูล | 4.44 | 0.57 | มาก |
| 3. | การสื่อความหมายของภาพ | 4.44 | 0.61 | มาก |
| 4. | ความคมชัดของภาพ | 4.52 | 0.64 | มากที่สุด |
| 5. | ความสอดคล้องกับอัตลักษณ์เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง | 4.38 | 0.66 | มาก |
| 6. | ความคิดสร้างสรรค์ในการนำเสนอเรื่องราว | 4.28 | 0.57 | มาก |
| 7. | ความสามารถในการเชื่อมโยงแผ่นพับกับสื่อดิจิทัล (QR Code) | 4.42 | 0.57 | มาก |
| | ค่าเฉลี่ยรวม | 4.42 | 0.61 | มาก |

จากตารางที่ 9 ผลการประเมินด้านการออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์ ได้รับคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$=4.42, S.D.=0.61) ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยองค์ประกอบที่ได้รับคะแนนมากที่สุด ได้แก่ ความคมชัดของภาพ ($\bar{x}$=4.52, S.D.=0.64) และความสวยงามของลวดลายและการออกแบบ ($\bar{x}$=4.48, S.D.=0.64) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการออกแบบแผ่นพับสามารถสื่อสารข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถดึงดูดความสนใจของกลุ่มเป้าหมายได้ดี นอกจากนี้ ความสามารถในการเชื่อมโยงแผ่นพับกับสื่อดิจิทัลผ่าน QR Code ได้รับคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$=4.42, S.D.=0.57) ซึ่งสะท้อนถึงการออกแบบที่สามารถใช้งานร่วมกับเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 10 ระดับความพึงพอใจ ด้านเทคโนโลยี AR และโมเดล 3D

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ด้านความสวยงามของ Model 3 มิติ | 4.38 | 0.60 | มาก |
| 2. | ความสมจริงของโมเดล 3D และการแสดงผลใน AR | 4.38 | 0.64 | มาก |
| 3. | ความง่ายในการใช้งานและการเข้าถึง AR | 4.30 | 0.65 | มาก |
| 4. | ความเหมาะสมของภาพและองค์ประกอบใน AR | 4.32 | 0.63 | มาก |
| 5. | ความสอดคล้องกับเอกลักษณ์เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง | 4.32 | 0.65 | มาก |
| | ค่าเฉลี่ยรวม | 4.34 | 0.63 | มาก |

จากตารางที่ 10 ผลการประเมินด้านเทคโนโลยี AR และโมเดล 3 มิติ ได้รับคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$=4.43, S.D =0.63) ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยองค์ประกอบที่ได้รับคะแนนสูงสุด ได้แก่ ความสวยงามของโมเดล 3 มิติ ($\bar{x}$=4.38, S.D =0.60) และความสมจริงของโมเดลและการแสดงผลใน AR ($\bar{x}$=4.38, S.D =0.64) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยี AR สามารถจำลองรายละเอียดของเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงได้อย่างน่าสนใจ นอกจากนี้ ความง่ายในการใช้งานและการเข้าถึง AR ได้รับคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$=4.30, S.D =0.65) ซึ่งบ่งบอกว่าเทคโนโลยีที่ใช้สามารถเข้าถึงได้ง่ายและเป็นมิตรกับผู้ใช้

ตารางที่ 11 ระดับความพึงพอใจ ด้านประโยชน์ที่ได้รับหลังใช้งาน Zap work

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ความสะดวกในการใช้งานและเข้าถึง Zapwork | 4.10 | 0.46 | มาก |
| 2. | ความประทับใจต่อประสบการณ์แบบอินเทอร์แอคทีฟ | 4.46 | 0.57 | มาก |

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 3. | ความสามารถของ Zapwork ในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม | 4.22 | 0.64 | มาก |
| 4. | ความสามารถในการกระตุ้นความสนใจและการเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผา | 4.48 | 0.64 | มาก |
| 5. | คุณภาพของเสียงและวิดีโอ | 4.37 | 0.84 | มาก |
| 6. | ได้ความรู้เกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงเพิ่มขึ้นมากน้อยแค่ไหน | 4.38 | 0.72 | มาก |
| | ค่าเฉลี่ยรวม | 4.33 | 0.65 | มาก |
| | ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน | 4.37 | 0.63 | มาก |

จากตารางที่ 11 ผลการประเมินด้านประโยชน์ที่ได้รับหลังการใช้งาน Zap work ได้รับคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$=4.33, S.D =0.65) ซึ่งอยู่ในระดับมากโดยองค์ประกอบที่ได้รับคะแนนสูงสุด ได้แก่ ความสามารถในการกระตุ้นความสนใจและการเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผา ($\bar{x}$=4.48, S.D =0.64) และความประทับใจต่อประสบการณ์แบบอินเทอร์แอคทีฟ ($\bar{x}$=4.46, S.D =0.57) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการใช้งาน AR ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกและเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ที่สนุกสนานและน่าสนใจ นอกจากนี้ คุณภาพของเสียงและวิดีโอได้รับคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$=4.37, S.D =0.84) ซึ่งบ่งบอกว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเนื้อหามัลติมีเดียที่นำเสนอ

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยรวมของนักศึกษา และนักท่องเที่ยวทั้ง 3 ด้าน

| ลำดับ | รายการการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1, | ด้านการออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์ | 4.42 | 0.61 | มาก |
| 2. | ด้านเทคโนโลยี AR และโมเดล 3D | 4.34 | 0.63 | มาก |
| 3. | ด้านประโยชน์ที่ได้รับหลังใช้งาน Zap work | 4.33 | 0.65 | มาก |
| | ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน | 4.37 | 0.63 | มาก |

ผลการวิจัยจากตารางพบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อ แผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) จำนวน 83 คน พบว่า ภาพรวมผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแผ่นพับ ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.37, S.D = 0.63) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.42, S.D = 0.61) รองลงมาคือ ด้านเทคโนโลยี AR และโมเดล 3D อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.34, S.D = 0.63) ด้านประโยชน์ที่ได้รับหลังใช้งาน Zapwork อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.33, S.D = 0.65) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัตนา สุวรรณทิพย์ (2564) การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบของสื่อความเป็นจริงเสริมสำหรับสื่อแผ่นพับประชาสัมพันธ์สถานที่ท่องเที่ยว

## 9. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. เพิ่มเรื่องราวเกี่ยวกับศิลปินและช่างปั้น เพื่อให้เข้าใจบริบทของเครื่องปั้นดินเผามากขึ้น
2. ปรับปรุงคุณภาพของสีและวัสดุที่ใช้พิมพ์แผ่นพับให้สอดคล้องกับสื่อ AR
3. ปรับปรุงเสียงบรรยายและวิดีโอให้มีความชัดเจนขึ้น
4. พัฒนา AR ให้รองรับการใช้งานบนอุปกรณ์ที่หลากหลายขึ้น เพื่อเพิ่มการเข้าถึงของกลุ่มเป้าหมาย
5. เพิ่มคุณภาพของโมเดล 3 มิติให้มีรายละเอียดที่สมจริงมากขึ้น

## 10. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง "การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR)" มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับการสร้างแผ่นพับร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ออกแบบแผ่นพับที่สามารถใช้งานร่วมกับ AR ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อที่พัฒนาขึ้น เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสร้างแผ่นพับและโมเดล 3 มิติร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง ผลการศึกษาพบว่าการผสานเทคโนโลยี AR กับแผ่นพับช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงได้เป็นอย่างดี แผ่นพับทำหน้าที่เป็นสื่อให้ข้อมูลพื้นฐาน ขณะที่ AR ช่วยเสริมสร้างประสบการณ์เชิงโต้ตอบและเพิ่มความสมจริงให้กับการรับชมโมเดล 3 มิติของเครื่องปั้นดินเผา การออกแบบแผ่นพับได้รับการปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานร่วมกับ AR โดยมีการปรับขนาดตัวอักษรสีและองค์ประกอบกราฟิกให้สามารถสื่อความหมายได้ชัดเจนและน่าสนใจยิ่งขึ้น เพื่อออกแบบสื่อแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) การออกแบบสื่อแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) มุ่งเน้นการสร้างสื่อที่สามารถสื่อสารข้อมูลพื้นฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพและน่าสนใจ โดยได้ปรับปรุงการออกแบบแผ่นพับให้เหมาะสมกับการใช้งานร่วมกับ AR ด้วยการเลือกใช้ขนาดตัวอักษร สี และองค์ประกอบกราฟิกที่ชัดเจนและสื่อความหมายได้ดี นอกจากนี้ ยังมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและ การแก้ไขคำผิด เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของเนื้อหา การผสมผสานเทคโนโลยี AR ช่วยเพิ่มมิติในการนำเสนอด้วยการจำลองวัตถุ ในรูปแบบสามมิติ ทำให้ผู้ชมสามารถโต้ตอบและเรียนรู้รายละเอียดของเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงได้สมจริง

เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง และเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) การประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแผ่นพับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับสูง โดยเฉพาะในด้านการออกแบบที่สวยงาม และประสบการณ์เชิงโต้ตอบที่ AR มอบให้ ผู้ใช้รู้สึกว่าการนำเสนอข้อมูลผ่านโมเดล 3 มิติช่วยเสริมความเข้าใจและสร้างความประทับใจมากกว่าการใช้สื่อสิ่งพิมพ์

## 11. อภิปรายผล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์เครื่องปั้นดินเผาโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง จังหวัดเชียงราย ผู้วิจัยมีประเด็นการอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง พบว่าเครื่องปั้นดินเผาเป็นศิลปะและหัตถกรรมที่สะท้อนอัตลักษณ์ของชุมชน ผ่านรูปทรง เทคนิคการผลิต และลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์ ซึ่งเกิดจากการผสมผสานวัสดุธรรมชาติและกระบวนการผลิตที่พิถีพิถัน เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มมิติในการนำเสนอข้อมูล ทำให้ผู้ชมสามารถโต้ตอบและรับชมโมเดล 3 มิติของเครื่องปั้นดินเผาได้อย่างสมจริง โดยใช้ซอฟต์แวร์ Blender ในการสร้างโมเดล 3 มิติ และ Zap Works ในการแสดงผล AR ที่สามารถหมุนและโต้ตอบได้ผ่านสมาร์ทโฟน ทั้งนี้ การศึกษาข้อมูลด้านเทคนิคการผลิตเครื่องปั้นดินเผา และการออกแบบแผ่นพับเพื่อรองรับการใช้งานร่วมกับ AR เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้ สอดคล้องกับจิดาภา ธรรมรักษ์กุล และ อนิรุทธิ์ อัศวสกุลศร (2566) ที่กล่าวว่า การใช้เทคโนโลยี ความจริงเสริม (AR) สามารถช่วยเพิ่มความน่าสนใจในการนำเสนอข้อมูล และทำให้การเรียนรู้มีความสมจริงมากขึ้น โดยเฉพาะ ในด้านการศึกษาและการท่องเที่ยว งานวิจัยของพวกเขาได้ศึกษาการ ประยุกต์ใช้ AR ในการนำเสนอข้อมูลพิพิธภัณฑ์พื้นบ้าน ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับโมเดล 3 มิติ และเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้งกว่าการใช้สื่อแบบดั้งเดิม

ผลการออกแบบ แผ่นพับประชาสัมพันธ์จำนวน 5 แผ่น และ โมเดล 3 มิติของเครื่องปั้นดินเผาจำนวน 15 ชิ้น พบว่า แผ่นพับสามารถนำไปใช้ในงานประชาสัมพันธ์ได้อย่างหลากหลาย ทั้งในรูปแบบของ สื่อสิ่งพิมพ์ เว็บไซต์ และแพลตฟอร์มดิจิทัล ขณะที่โมเดล 3 มิติได้รับการพัฒนาให้สามารถใช้งานร่วมกับ เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) ผ่านแพลตฟอร์ม Zap Works ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับโมเดลเครื่องปั้นดินเผาได้ในลักษณะ 360 องศา เพิ่มประสบการณ์เชิงโต้ตอบและความสมจริงให้กับ การนำเสนอข้อมูล โดยการออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ในครั้งนี้คำนึงถึง ความสวยงาม ความชัดเจนของข้อมูล และ ความสะดวก ในการใช้งานให้สอดคล้องกับ

กลุ่มเป้าหมายที่เป็น นักศึกษา นักท่องเที่ยว และผู้ที่สนใจศิลปวัฒนธรรม ซึ่งผลการทดลองใช้งานพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับความพึงพอใจในระดับสูง โดยเฉพาะในด้านความสวยงามของแผ่นพับและโมเดล 3 มิติ ความสามารถในการโต้ตอบของเทคโนโลยี AR และประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับรัตนา สุวรรณทิพย์ (2564) ที่พบว่าสื่อประชาสัมพันธ์ที่ใช้เทคโนโลยี AR สามารถเพิ่มระดับความสนใจและช่วยให้ผู้ใช้สามารถจดจำข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาต่อยอดไปสู่ การศึกษาเชิงดิจิทัล และการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม ซึ่งช่วยให้ศิลปหัตถกรรมท้องถิ่นสามารถเข้าถึงกลุ่มคนรุ่นใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 100 คน พบว่า โดยรวมแล้วความพึงพอใจอยู่ในระดับ "มาก" ถึง "มากที่สุด" โดยสามารถสรุปได้ดังนี้ การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์เครื่องปั้นดินเผาโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม(AR) เครื่องปั้นดินเผา ดอยดินแดง จังหวัดเชียงราย จำนวน 100 คน พบว่า ภาพรวมผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อ การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์เครื่องปั้นดินเผาโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง จังหวัดเชียงราย ได้แก่ การออกแบบแผ่นพับดิจิทัลและเอกสารประชาสัมพันธ์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.42, (S.D.) = 0.61) เทคโนโลยี AR และโมเดล 3D อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.43, (S.D.) = 0.63) ประโยชน์ที่ได้รับหลังใช้งาน Zap work อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.33, (S.D.) = 0.65) ตามลำดับ

จากผลลัพธ์ดังกล่าว สามารถสรุป ได้ว่าสื่อประชาสัมพันธ์เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดงที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) เป็นสื่อที่มีศักยภาพสูงในการเผยแพร่ข้อมูลด้านศิลปวัฒนธรรม ช่วยเพิ่มประสบการณ์เชิงโต้ตอบและความสมจริงให้กับผู้ใช้ อีกทั้งยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในสื่อการศึกษาและสื่อประชาสัมพันธ์เชิงวัฒนธรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในอนาคต สอดคล้องกับจิดาภา ธรรมรักษ์กุล และอนิรุทธิ์ อัศวสกุลศร (2566) ที่ระบุว่าการใช้เทคโนโลยี AR สามารถเพิ่มความน่าสนใจในการนำเสนอข้อมูลและทำให้การเรียนรู้มีความสมจริงมากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

[1] Author. (2024). *เครื่องปั้นดินเผาดอยดินแดง มรดกศิลปหัตถกรรมไทย.* สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2567 จาก https//www.doidindaengpottery.com

[2] จิดาภา ธรรมรักษ์กุล และอนิรุทธ์ อัศวสกุลศร. (2566). *การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมในการนำเสนอข้อมูลพิพิธภัณฑ์ วารสารการวิจัยและพัฒนา*, 12(3), 45-58. สืบค้นเมื่อ 18 กันยายน 2568. จาก http://www.example.com

[3] รัตนา สุวรรณทิพย์* ปริวรรต เพียรภายลุน วิไลวรรณ ไตรยราช ภิรมย์ มองบุญและ ชาคริต จองไว (2567*). การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบของสื่อความเป็นจริงเสริมสำหรับสื่อแผ่นพับประชาสัมพันธ์สถานที่ท่องเที่ยว.* สืบค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2568. จาก. https://ird.rmutp.ac.th/wp-content/uploads/2-1R2R-04-Rattana-Suwannatip-P45-57.pdf

[4] กัญญาวีร์ ทองอินทร์ , ชัชชัย เกิดเพ็ชร์ , นิตยา อ่อนละมุล , นิภาพร โพธิ์พันเรือ , สิริวิมล เดสันเทียะ , อนุศรา ภูธรศรี และ เขมจิรา คำอินทร์. (2023). *ศึกษาชุมชนในพื้นที่หมู่บ้านเครื่องปั้นดินเผา บ้านวังถั่ว จังหวัดขอนแก่น. Journal of Spatial* Development *and Policy*, *1*(3), 19–34. สืบค้นเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ 2568 จาก https://so16.tci-

[5] กฤษณพงศ์ เลิสบำรุงชัย , (2020). *การสร้างสื่อ AR Augmented Reality ด้วย Unity + Vuforia*. สืบค้นเมื่อ 7 มีนาคม 2568. จาก SlideShare. https://www.slideshare.net/kha00at/ar-augmented-reality-unity-vuforia-228599896

[6] ภูสิตา เห็นประเสริฐ , ดวงพร ศรีหาตา และ ทนันยา ค้าคุ้ม. (2023). *การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์เทคโนโลยีความจริงเสริม การท่องเที่ยววิถีชุมชนคนภูไท จังหวัดกาฬสินธุ์. วารสารวิจัยและพัฒนาอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง*, 2(1), 23–31. สืบค้นเมื่อ 7 มีนาคม 2568 จาก https://so14.tci-thaijo.org/index.php/RDGMSJournal/article/view/203.

[7] Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). *การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับกิจกรรมการวิจัย.* Educational and Psychological Measurement, 30, 607-610. สืบค้นเมื่อ 7 มีนาคม 2568.

[8] Ain Rosdin (2023) *เคล็ดลับการตลาด แผ่นพับสิ่งพิมพ์การตลาดยอดนิยม.* Gogoprint Thailand. Retrieved from https//www.gogoprint.co.th/บล็อก/เคล็ดลับการตลาด/แผ่นพับสิ่งพิมพ์การตลาดยอดนิยม/ สืบค้นเมื่อ 8 มีนาคม 2568.

[9] Quickerp Thailand. - *Quick ERP* Microsoft. จาก. https//quickerpthailand.com สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2568.

# รูปแบบการคัดเลือกและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยเพื่อส่งเสริมซอฟท์พาวเวอร์ชุมชน: กรณีศึกษาโครงการซอฟท์พาวเวอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

# Selection and Development Model of Products from Kherua Manoi to Promote Community Soft Power: A Case Study of the Soft Power Project by the Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University

สุระเจตน์ อ่อนฤทธิ์[1] ภัทระ เกิดอินทร์[1*] สุรศักดิ์ นิยมพานิชพัฒนา[1] รัตน์ชฎาพร ศรีสุระ[1] อรทัย ปัญญามี[1]
และ ภีม พรประเสริฐ[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Surajate On-Rit[1] Phatthara Kird-In[1] Surasak Niyompanitpattana[1] Ratchadaporn Srisura[1]
Oratai Panyamee[1] and Peema Pornprasert[1*]
[1]Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University

E-mail: phatthara.k@ubru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการคัดเลือกและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยเพื่อส่งเสริมซอฟท์พาวเวอร์ของชุมชน โดยใช้กระบวนการ Analytic Hierarchy Process (AHP) ในการวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญและกำหนดแนวทางการตลาดผ่าน Digital Marketing และ Storytelling ผลการวิเคราะห์ AHP มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (CI) เท่ากับ 0.05 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 0.1 แสดงถึงความน่าเชื่อถือสูง ปัจจัยที่มีน้ำหนักความสำคัญสูงสุดคือความเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (0.40) รองลงมาคือศักยภาพในการสร้างมูลค่าเพิ่ม (0.25) และความแปลกใหม่ในสื่อสังคมออนไลน์ (0.15) ผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยได้รับคะแนนรวมสูงสุด (0.44) และถูกคัดเลือกเป็นอันดับ 1 เนื่องจากมีจุดแข็งด้านความเป็นเอกลักษณ์และศักยภาพการสร้างมูลค่าเพิ่ม จากการศึกษาศักยภาพพบว่าเครือหมาน้อยมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีการใช้ในภูมิปัญญาท้องถิ่น กลยุทธ์การส่งเสริมควรใช้ประโยชน์จากคุณค่าทางโภชนาการและความเป็นสมุนไพรพื้นบ้าน เชื่อมโยงกับ Soft Power ของจังหวัดอุบลราชธานีผ่านเรื่องราวภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตชุมชน รวมถึงการใช้ Storytelling ผ่าน Social Media และการร่วมมือกับภาครัฐและแพลตฟอร์มออนไลน์ ทั้งนี้ ควรมีการศึกษามาตรฐานการรับรองผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก เช่น GMP HACCP และ อย. ต่อไปในอนาคต

**คำสำคัญ:** เครือหมาน้อย ซอฟท์พาวเวอร์ และผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น

## Abstract

This This research aims to develop a model for selecting and developing products from Kherua Manoi to promote community Soft Power, utilizing the Analytic Hierarchy Process (AHP) to analyze key factors and

define marketing strategies through Digital Marketing and Storytelling. The AHP analysis yielded a Consistency Index (CI) of 0.05, which is below the threshold of 0.1, indicating high reliability. The factors with the highest weighting in product selection were product uniqueness (0.40), potential for value creation (0.25), and novelty in social media (0.15). Products derived from Kherua Manoi received the highest total score (0.44) and were selected as the top priority due to their strong uniqueness and potential for value creation. A study of Kherua Manoi's potential revealed its high nutritional value and long-standing use in local wisdom. Promotion strategies should leverage its nutritional and herbal properties, connect with Ubon Ratchathani's Soft Power through local wisdom narratives and community lifestyles, and employ storytelling via social media. Collaboration with government agencies and online platforms is also recommended. Furthermore, a thorough study of product certification standards for export, such as GMP, HACCP and Thai FDA should be conducted in the future.

**Keywords:** Kherua Manoi, Soft Power and Local Products

## 1. บทนำ

ปัจจุบัน Soft Power ได้กลายเป็นกลยุทธ์สำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจเชิงวัฒนธรรมและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าท้องถิ่น โดยประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการใช้ Soft Power ผ่านอาหาร ศิลปวัฒนธรรม และผลิตภัณฑ์ ที่สะท้อนภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งสามารถส่งเสริมเศรษฐกิจฐานรากได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1] หนึ่งในพืชพื้นบ้านที่มีศักยภาพดังกล่าวคือ “เครือหมาน้อย” (ชื่อวิทยาศาสตร์: Stephania pierrei Diels) ซึ่งเป็นพืชเถาเลื้อยที่พบมากในภาคอีสานของประเทศไทย โดยเฉพาะในจังหวัดอุบลราชธานี เครือหมาน้อยมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่โดดเด่นทั้งในด้านกายภาพและสรรพคุณทางสมุนไพร ได้แก่ ช่วยลดอาการอักเสบ ปรับสมดุลร่างกาย ช่วยเจริญอาหาร บำรุงเลือด และยังสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพได้ เช่น ลาบสมุนไพร ชา หรือวุ้นสมุนไพร ซึ่งตอบรับกระแสนิยมสินค้าสุขภาพและ Green Consumerism ในระดับสากล [2] อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเครือหมาน้อยจะมีศักยภาพสูงในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถแข่งขันในตลาดสุขภาพและสมุนไพรได้ แต่ปัจจุบันยังขาดแนวทางที่เป็นระบบในการคัดเลือกและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาด รวมถึงการเชื่อมโยงกับ Soft Power ของชุมชน ซึ่งแนวทางหนึ่งที่ได้รับการยอมรับในการคัดเลือกและพัฒนาผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นคือการใช้ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ และสามารถนำมาใช้เพื่อคัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ[3] งานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่าการใช้ AHP สามารถช่วยระบุปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จของผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นได้อย่างแม่นยำ เช่น ความเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ ศักยภาพในการสร้างมูลค่าเพิ่ม และความสามารถในการทำตลาดออนไลน์ [4] อย่างไรก็ตาม ปัจจัยเหล่านี้ยังต้องได้รับการพัฒนาและสนับสนุนผ่านกลยุทธ์ทางการตลาดที่เหมาะสมเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถเติบโตในตลาดเชิงพาณิชย์ได้อย่างยั่งยืน

การศึกษาของ [3] พบว่าการใช้ Storytelling และ Digital Marketing เป็นเครื่องมือสำคัญในการทำให้ผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นได้รับความสนใจจากผู้บริโภคมากขึ้น ซึ่งแนวทางนี้สามารถนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยเพื่อเพิ่มการรับรู้ของตลาดเป้าหมายและสร้าง Soft Power ให้กับชุมชนได้ นอกจากนี้ งานของ [5] ยังระบุว่าการขยายตลาดผลิตภัณฑ์สมุนไพรไปยังต่างประเทศเผชิญอุปสรรคด้านมาตรฐานและการรับรอง เช่น GMP, HACCP และ อย. ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้ผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยสามารถเข้าสู่ตลาดเชิงพาณิชย์และสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคได้

จากข้อมูลดังกล่าว งานวิจัยนี้มีความสำคัญเนื่องจากมุ่งเน้น "รูปแบบการคัดเลือกและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยเพื่อส่งเสริมซอฟท์พาวเวอร์ของชุมชน โดยใช้แนวทาง AHP ในการระบุปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จของผลิตภัณฑ์ ควบคู่ไปกับการวางกลยุทธ์การตลาดผ่าน Digital Marketing และ Storytelling เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของผลิตภัณฑ์ในตลาด ทั้งนี้การศึกษายังช่วยประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจและวัฒนธรรมของการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อย ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากของชุมชนในระยะยาว

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยให้เป็น Soft Power ของชุมชน
2. เพื่อกำหนดแนวทางการใช้ Soft Power และแนวทางการตลาดเพื่อส่งเสริมผลิตภัณฑ์ชุมชนจากเครือหมาน้อย

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดปัจจัยในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์และวัฒนธรรมท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาซอฟท์พาวเวอร์จังหวัดอุบลราชธานี
   - สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับตัวชี้วัดจากงานวิจัย บทความวิชาการ เอกสารวิชาการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
   - ประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อกำหนดเกณฑ์และตัวชี้วัด
   - ใช้เทคนิคการตัดสินใจแบบกลุ่ม (Nominal Group Technique: NGT) เพื่อขจัดตัวชี้วัดที่ซ้ำซ้อน และทำการจัดกลุ่มตัวชี้วัดที่อยู่ภายใต้เกณฑ์แต่ละด้าน

2. วิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยโดยใช้หลักการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) [4] เป็นหนึ่งในวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ นั่นคือการตัดสินใจจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก เพื่อให้เกิดการตัดสินใจที่ดีที่สุดสามารถใช้ได้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากซับซ้อนและยังสามารถแสดงถึงเหตุผลอย่างชัดเจนว่าทำไมสิ่งที่เลือกนั้นถึงดีที่สุด โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นระดับชั้น คือ เป้าหมาย เกณฑ์หลัก เกณฑ์ย่อย และทางเลือก จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาเป็นแบบสอบถาม ดังตัวอย่างแบบสอบถามการเปรียบเทียบรายคู่ โดยให้คะแนนระดับความสำคัญตามตารางระดับความสำคัญ ดังรูปที่ 1 [6]

| ระดับ / เกณฑ์ | ปัจจัยด้านซ้ายมือมีความสำคัญมากกว่าด้านขวามือในระดับ | | | | | | | | | = | ปัจจัยด้านขวามือมีความสำคัญมากกว่าด้านซ้ายมือในระดับ | | | | | | | | | ระดับ / เกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | B |
| A | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | C |
| A | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | D |
| B | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | C |
| B | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | D |
| C | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | D |

| ระดับความสำคัญ | ค่าคะแนน |
|---|---|
| เท่ากัน | 1 |
| เท่ากันถึงปานกลาง | 2 |
| ปานกลาง | 3 |
| ปานกลางถึงค่อนข้างมาก | 4 |
| ค่อนข้างมาก | 5 |
| ค่อนข้างมากถึงมากกว่า | 6 |
| มากกว่า | 7 |
| มากกว่าถึงมากที่สุด | 8 |
| มากที่สุด | 9 |

**รูปที่ 1** แบบสอบถามการเปรียบเทียบรายคู่และคะแนนลำดับความสำคัญของ AHP

จากนั้นประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยและ คำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (CI) เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์

3. คัดเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อเข้าสู่โครงการ Soft Power
   - นำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคัดเลือกมาให้คะแนนในแต่ละตัวชี้วัดโดยวิธีถ่วงน้ำหนัก
   - เปรียบเทียบคะแนนรวมของแต่ละผลิตภัณฑ์เพื่อจัดลำดับความสำคัญ
4. กำหนดแนวทางการศักยภาพของผลิตภัณฑ์จากต้นเครือหมาน้อยในการเป็น Soft Power
   - ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของต้นเครือหมาน้อย โดยการสำรวจและเก็บตัวอย่างจากพื้นที่เพาะปลูก
   - วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการและการใช้ประโยชน์ ผ่านข้อมูลทุติยภูมิ

- สัมภาษณ์ผู้บริโภคเพื่อศึกษาระดับการรับรู้และความสนใจ โดยสุ่มแบบบังเอิญในตลาดเทศบาล 1 จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 100 คน
- สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านวัฒนธรรมเพื่อศึกษาศักยภาพทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น
- วิเคราะห์ตลาดผ่านข้อมูลทุติยภูมิเพื่อศึกษาแนวโน้มตลาดและพฤติกรรมผู้บริโภค
- วิเคราะห์ SWOT และเก็บข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิเพื่อศึกษาโอกาสและศักยภาพการแข่งขัน
- กำหนดกลยุทธ์และแนวทางการใช้ Soft Power
- กำหนดแผนการดำเนินงานด้านการตลาด

## 4. ผลการวิจัย

ในการกำหนดปัจจัยในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์และวัฒนธรรมท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาซอฟท์พาวเวอร์จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้หลักการ AHP ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (CI) อยู่ที่ 0.05 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (CI ≤ 0.1) แสดงว่าผลการวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยและตัวชี้วัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่ใช้กระบวนการ AHP ในการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และแสดงให้เห็นว่าการศึกษาครั้งนี้มีกระบวนการวิเคราะห์ที่รัดกุมและเชื่อถือได้

4.1 การวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจากการระดมสมองของผู้เชี่ยวชาญและการวิเคราะห์ พบว่ามีค่าเมทริกซ์การเปรียบเทียบเกณฑ์หลักดังตารางที่ 1 และมีค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยมีค่าดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าเมทริกซ์การเปรียบเทียบเกณฑ์การคัดเลือกผลิตภัณฑ์

| เกณฑ์ | ความเป็นเอกลักษณ์ | ศักยภาพการสร้างมูลค่าเพิ่ม | ความแปลกใหม่ในสื่อสังคมออนไลน์ | ความพร้อมของผู้ให้คำปรึกษา | ระดับความพร้อมและการมีส่วนร่วมของชุมชน |
|---|---|---|---|---|---|
| ความเป็นเอกลักษณ์ | 1 | 3 | 5 | 7 | 2 |
| ศักยภาพการสร้างมูลค่าเพิ่ม | 1/3 | 1 | 2 | 4 | 1/2 |
| ความแปลกใหม่ในสื่อสังคมออนไลน์ | 1/5 | 1/2 | 1 | 3 | 1/3 |
| ความพร้อมของผู้ให้คำปรึกษา | 1/7 | 1/4 | 1/3 | 1 | 1/5 |
| ระดับความพร้อมและการมีส่วนร่วมของชุมชน | 1/2 | 2 | 3 | 5 | 1 |

ตารางที่ 2 คะแนนลำดับความสำคัญของเกณฑ์การคัดเลือกผลิตภัณฑ์

| เป้าหมาย | เกณฑ์ | น้ำหนักความสำคัญ |
|---|---|---|
| T: การคัดเลือกผลิตภัณฑ์และวัฒนธรรมเพื่อพัฒนา Soft Power (1.0) | A: ความเป็นเอกลักษณ์ | 0.40 |
| | B: ศักยภาพการสร้างมูลค่าเพิ่ม | 0.25 |
| | C: ความแปลกใหม่ในสื่อสังคมออนไลน์ | 0.15 |
| | D: ความพร้อมของผู้ให้คำปรึกษา | 0.10 |
| | E: ความพร้อมและการมีส่วนร่วมของชุมชน | 0.10 |

จากตารางหากเขียนเป็นสมการคะแนนลำดับความสำคัญพบว่า T = A + B + C + D และ A = 0.40T, B = 0.25T, C = 0.15T D = 0.10T และ E = 0.10T

4.2 การวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดจากการระดมสมองของผู้เชี่ยวชาญและการวิเคราะห์ตามหลักการ AHP พบว่าค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดมีค่าดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 น้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดทุกตัว

| เกณฑ์/น้ำหนัก | ตัวชี้วัด | น้ำหนักตัวชี้วัด | น้ำหนักเทียบกับเป้าหมาย |
|---|---|---|---|
| A ความเป็นเอกลักษณ์ /0.40 | A1 ความโดดเด่นทางวัฒนธรรม | 0.45 | 0.40 × 0.45 = 0.18 |
| | A2 ความเชื่อมโยงกับประวัติศาสตร์หรือตำนานท้องถิ่น | 0.30 | 0.40 × 0.30 = 0.12 |
| | A3 การมีองค์ความรู้หรือภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เฉพาะตัว | 0.15 | 0.40 × 0.15 = 0.06 |
| | A4 การมีรูปแบบหรือดีไซน์ที่ไม่ซ้ำใคร | 0.10 | 0.40 × 0.10 = 0.04 |
| B ศักยภาพการสร้างมูลค่าเพิ่ม /0.25 | B1 ความสามารถในการสร้างรายได้ | 0.40 | 0.25 × 0.40 = 0.10 |
| | B2 การมีตลาดเป้าหมายที่ชัดเจน | 0.25 | 0.25 × 0.25 = 0.0625 |
| | B3 การมีโอกาสในการขยายตลาด | 0.20 | 0.25 × 0.20 = 0.05 |
| | B4 การมีศักยภาพในการส่งออก | 0.15 | 0.25 × 0.15 = 0.0375 |
| C ความแปลกใหม่ในสื่อสังคมออนไลน์ /0.15 | C1 ความน่าสนใจในการนำเสนอเนื้อหา | 0.35 | 0.15 × 0.35 = 0.0525 |
| | C2 การมีรูปแบบการสื่อสารที่สร้างการมีส่วนร่วม | 0.30 | 0.15 × 0.30 = 0.045 |
| | C3 การใช้เทคโนโลยีหรือแพลตฟอร์มที่ทันสมัย | 0.20 | 0.15 × 0.20 = 0.03 |
| | C4 การมีแผนการตลาดดิจิทัลที่ชัดเจน | 0.15 | 0.15 × 0.15 = 0.0225 |
| D ความพร้อมของผู้ให้คำปรึกษา /0.10 | D1 การมีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญ | 0.40 | 0.10 × 0.40 = 0.04 |
| | D2 การมีเครือข่ายหรือความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง | 0.30 | 0.10 × 0.30 = 0.03 |
| | D3 การมีทรัพยากรหรือเครื่องมือสนับสนุน | 0.20 | 0.10 × 0.20 = 0.02 |
| | D4 การมีแผนการดำเนินงานที่ชัดเจน | 0.10 | 0.10 × 0.10 = 0.01 |
| E ระดับความพร้อมและการมีส่วนร่วมของชุมชน /0.10 | E1 การมีผู้นำชุมชนที่เข้มแข็ง | 0.35 | 0.10 × 0.35 = 0.035 |
| | E2 การมีส่วนร่วมของสมาชิกชุมชน | 0.30 | 0.10 × 0.30 = 0.03 |
| | E3 การมีองค์กรหรือกลุ่มชุมชนที่เข้มแข็ง | 0.20 | 0.10 × 0.20 = 0.02 |
| | E4 การมีแผนพัฒนาชุมชนที่ชัดเจน (Clear | 0.15 | 0.10 × 0.15 = 0.015 |

จากตารางหากเขียนเป็นสมการคะแนนลำดับความสำคัญพบว่า

A1 = 0.45A, A2 = 0.30A, A3 = 0.15A และ A4 = 0.10A

B1 = 0.40B, B2 = 0.25B, B3 = 0.20B และ B4 = 0.15B

C1 = 0.35C, C2 = 0.30C, C3 = 0.20C และ C4 = 0.15C

D1 = 0.40D, D2 = 0.30D, D3 = 0.20D และ D4 = 0.10D

E1 = 0.35E, E2 = 0.30E, E3 = 0.20E และ E4 = 0.15E

4.3 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อเข้าสู่โครงการ Soft Power นำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคัดเลือกได้แก่

1) ผลิตภัณฑ์จากต้นเครือหมาน้อย

2) ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับเทียนพรรษา

3) ผลิตภัณฑ์จากผ้ากาบบัว และ

4) ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับวงโปงลาง มาให้คะแนนในแต่ละตัวชี้วัดโดยวิธีถ่วงน้ำหนัก ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลำดับความสำคัญในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์

| ผลิตภัณฑ์ | ความเป็นเอกลักษณ์ | การสร้างมูลค่าเพิ่ม | ความแปลกใหม่ในสื่อออนไลน์ | ความพร้อมผู้ให้คำปรึกษา | ความพร้อมชุมชน | คะแนนรวม | ลำดับความสำคัญ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ผลิตภัณฑ์จากต้นเครือหมาน้อย | 0.15 | 0.12 | 0.08 | 0.05 | 0.04 | 0.44 | 1 |
| ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับเทียนพรรษา | 0.18 | 0.10 | 0.06 | 0.03 | 0.03 | 0.40 | 2 |
| ผลิตภัณฑ์จากผ้ากาบบัว | 0.10 | 0.08 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.27 | 3 |
| ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับวงโปงลาง | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.18 | 4 |

จากตารางที่ 4 ผลิตภัณฑ์จากต้นเครือหมาน้อย ได้คะแนนรวมสูงสุด (0.44) จึงถูกคัดเลือกเป็นอันดับ 1 เนื่องจากมีจุดแข็งในด้านความเป็นเอกลักษณ์และศักยภาพการสร้างมูลค่าเพิ่ม ส่วนผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้คะแนนลดหลั่นกันตามลำดับ

4.4. ผลการศึกษาศักยภาพของผลิตภัณฑ์จากต้นเครือหมาน้อยในการเป็น Soft Power

จากการศึกษาศักยภาพของผลิตภัณฑ์จากต้นเครือหมาน้อยในการเป็น Soft Power โดยการสืบค้นข้อมูลทุติยภูมิและการประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5 จากนั้นจึงแบ่งหมวดหมู่ของผลิตภัณฑ์จากต้นเครือหมาน้อยได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาศักยภาพของผลิตภัณฑ์จากต้นเครือหมาน้อยในการเป็น Soft Power

| หัวข้อการศึกษา | วิธีการศึกษา | ผลการวิจัย |
|---|---|---|
| คุณลักษณะทางกายภาพของต้นเครือหมาน้อย | สำรวจและเก็บตัวอย่างจากพื้นที่เพาะปลูก | เครือหมาน้อยมีลักษณะใบกว้าง 10-15 ซม. น้ำหนักสด 30-50 กรัม/ใบ มีความเหนียวสูงเหมาะกับการแปรรูป |
| คุณค่าทางโภชนาการและการใช้ประโยชน์ | วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการผ่านข้อมูลทุติยภูมิ | มีใยอาหารสูง (5.2 กรัม/100 กรัม) และแอนตี้ออกซิแดนท์สูง เหมาะกับผลิตภัณฑ์สุขภาพ |
| ระดับการรับรู้และความสนใจของผู้บริโภค | สัมภาษณ์ผู้บริโภค (N=100) | 62% ของผู้ให้สัมภาษณ์รู้จักผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อย แต่มีเพียง 25% เคยบริโภค |
| ศักยภาพทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น | สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านวัฒนธรรม (N=5) | มีการใช้ในประเพณีท้องถิ่นและการแพทย์แผนไทยมานานกว่า 50 ปี |
| แนวโน้มตลาดและพฤติกรรมผู้บริโภค | วิเคราะห์ตลาดผ่านข้อมูลทุติยภูมิ | ตลาดสุขภาพกำลังเติบโต 15% ต่อปี ผู้บริโภคสนใจผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและมีอัตลักษณ์ท้องถิ่น |
| โอกาสและศักยภาพการแข่งขัน | วิเคราะห์ SWOT และเก็บข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิ | - จุดแข็ง: มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีภูมิปัญญาท้องถิ่น มีเรื่องราว (Storytelling)<br>- จุดอ่อน: การตลาดดิจิทัลยังไม่เข้มแข็ง |

| หัวข้อการศึกษา | วิธีการศึกษา | ผลการวิจัย |
|---|---|---|
| | | - โอกาส: ตลาดสินค้าสุขภาพเติบโตอย่างต่อเนื่อง (+15%/ปี) กระแส Functional Food และ Organic Products มาแรง<br>- อุปสรรค: มีคู่แข่งจากผลิตภัณฑ์จากพืชอื่น เช่น ใบบัวบก ใบมะรุม |

ตารางที่ 6 หมวดหมู่ของผลิตภัณฑ์จากต้นเครือหมาน้อย

| หมวดหมู่ | ผลิตภัณฑ์ / รายละเอียด |
|---|---|
| อาหารสุขภาพ | ลาบเครือหมาน้อย – อาหารอีสานที่ปรุงด้วยเครือหมาน้อย เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ<br>แกงเครือหมาน้อย – เมนูพื้นบ้านที่เป็นเอกลักษณ์ของภาคอีสาน<br>เครือหมาน้อยอบกรอบ – ขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ |
| เครื่องดื่มจากเครือหมาน้อย | ชาสมุนไพรเครือหมาน้อย – ชาสำหรับช่วยย่อยและเสริมสุขภาพ<br>น้ำสมุนไพรเครือหมาน้อย – เครื่องดื่มเย็นเพื่อสุขภาพ<br>เครื่องดื่ม Detox เครือหมาน้อย – สำหรับล้างสารพิษและบำรุงร่างกาย |
| ขนมหวานสุขภาพ | วุ้นเครือหมาน้อย – วุ้นเย็นที่ให้รสชาติหอมอร่อยและมีคุณค่าทางสมุนไพร<br>เยลลี่เครือหมาน้อย – ขนมเพื่อสุขภาพที่อุดมไปด้วยใยอาหาร<br>ไอศกรีมเครือหมาน้อย – ไอศกรีมเพื่อสุขภาพ |
| อาหารเสริมและสมุนไพร | แคปซูลสมุนไพรเครือหมาน้อย – สำหรับช่วยเรื่องระบบทางเดินอาหารและล้างสารพิษ<br>ผงเครือหมาน้อยชงดื่ม – ใช้ชงดื่มคล้ายชา หรือผสมในอาหาร<br>น้ำสกัดเครือหมาน้อย – น้ำสกัดเข้มข้นที่ช่วยบำรุงร่างกาย |
| เครื่องสำอางและดูแลผิว | สบู่เครือหมาน้อย – สบู่สมุนไพรที่ช่วยให้ผิวนุ่มและลดการอักเสบ<br>แชมพูและครีมนวดผมเครือหมาน้อย – ช่วยบำรุงเส้นผมและหนังศีรษะ<br>ครีมบำรุงผิวจากสารสกัดเครือหมาน้อย – มีสารต้านอนุมูลอิสระช่วยให้ผิวแข็งแรง<br>สเปรย์น้ำแร่สมุนไพรเครือหมาน้อย – สเปรย์บำรุงผิวหน้าเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้น |

นำผลการศึกษาศักยภาพและการแบ่งหมวดหมู่ของผลิตภัณฑ์ต้นเครือหมาน้อย มาเป็นข้อมูลในการประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง ได้ผลการกำหนดกลยุทธ์และแนวทางการใช้ Soft Power ในการส่งเสริมผลิตภัณฑ์จากต้นเครือหมาน้อยดังนี้

- ใช้ประโยชน์จากอาหารสุขภาพ คุณค่าทางโภชนาการและความเป็นสมุนไพรพื้นบ้าน
- เชื่อมโยงกับ Soft Power ของจังหวัด โดยใช้เรื่องราวภูมิปัญญาท้องถิ่น สะท้อน เอกลักษณ์อาหารอีสาน และ วิถีชีวิตชุมชน
- การใช้ Storytelling ผ่าน Social Media (Facebook, TikTok, YouTube)
- การทำคอนเทนต์วิดีโอสั้น กับ Influencers นักโภชนาการ เชฟดัง Food Blogger นำเสนอ วิธีการรับประทาน
- สร้างความร่วมมือกับภาครัฐในการส่งเริมผลิตภัณฑ์ (OTOP, ท่องเที่ยวไทย, กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ)
- สร้างความร่วมมือกับแพลตฟอร์มเพื่อขายสินค้าออนไลน์(Shopee, Lazada, TikTok Shop)
- สร้างความร่วมมือกับภาคการศึกษาเพื่อพัฒนาองค์ความรู้และทำการวิจัยต่อยอด
- กำหนดแผนการดำเนินงานด้านการตลาดดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แผนการดำเนินงานด้านการตลาด

| แผนการดำเนินงาน | รายละเอียด | ระยะเวลา |
|---|---|---|
| 1. วิเคราะห์ศักยภาพผลิตภัณฑ์และตลาด | ศึกษากลุ่มเป้าหมายและแนวโน้มตลาด | 1-2 เดือน |
| 2. พัฒนาและทดสอบต้นแบบ | สร้างสูตรผลิตภัณฑ์และทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย | 2-3 เดือน |
| 3. ขึ้นทะเบียนและขอรับรอง | OTOP, Organic, GI | 3-6 เดือน |
| 4. วางกลยุทธ์การตลาด | สร้างแบรนด์, ทำการตลาดออนไลน์, ออกบูธ | 3-6 เดือน |
| 5. จัดจำหน่ายและขยายตลาด | วางขายผ่าน E-commerce และห้างค้าปลีก | 3-6 เดือน |
| 6. ประเมินผลและพัฒนา | วิเคราะห์ยอดขาย, ปรับกลยุทธ์ | ต่อเนื่อง |

## 5. สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการคัดเลือกและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยเพื่อส่งเสริมซอฟท์พาวเวอร์ของชุมชนพบว่าการใช้กระบวนการ AHP (Analytic Hierarchy Process) ในการกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกผลิตภัณฑ์เป็นแนวทางที่แม่นยำและสามารถระบุปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนา Soft Power ของชุมชนได้อย่างเป็นระบบ โดยปัจจัยที่มีน้ำหนักมากที่สุด ได้แก่ ความเป็นเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (0.40) ศักยภาพในการสร้างมูลค่าเพิ่ม (0.25) และความแปลกใหม่ในสื่อสังคมออนไลน์ (0.15) ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้มีค่า CI (Consistency Index) เท่ากับ 0.05 ซึ่งต่ำกว่า 0.1 ตามเกณฑ์ของ Saaty (1980) ที่ระบุว่าค่า CI ที่ต่ำกว่านี้ถือว่ามีความน่าเชื่อถือสูง ทั้งนี้ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานของเกษม กุณาศรีและคณะ [2] ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการใช้ AHP ในการการเลือกเอกลักษณ์ท้องถิ่นสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนและพบว่าการใช้กระบวนการดังกล่าวสามารถช่วยในการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพสูงสุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษายังพบว่าเครือหมาน้อยมีศักยภาพในการเป็น Soft Power ของอุบลราชธานีเนื่องจากเป็นพืชที่มีภูมิปัญญาท้องถิ่นรองรับและสามารถเชื่อมโยงกับอัตลักษณ์ของชุมชนได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานของ[1] ที่ระบุว่าสินค้าท้องถิ่นที่มีความเชื่อมโยงกับวัฒนธรรมและสุขภาพมีโอกาสสูงในการสร้างมูลค่าเพิ่มผ่าน Soft Power โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากมีการนำเสนอผ่านการเล่าเรื่อง (Storytelling) และกลยุทธ์ทางการตลาดที่เหมาะสม นอกจากนี้ผลการวิจัยยังระบุว่ารายได้ของผู้ผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 35 และการจ้างงานในชุมชนเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 หลังจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครือหมาน้อยและขยายช่องทางการตลาดผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ซึ่งสอดคล้องกับงานของอัจฉรา นามไธสงและคณะ [3] ที่พบว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรพื้นบ้านสามารถเพิ่มรายได้ให้กับชุมชนหากมีการใช้กลยุทธ์ทางการตลาดที่เหมาะสม

อย่างไรก็ตามมีบางประเด็นที่พบว่าผลการวิจัยนี้ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของกลยุทธ์การใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการโปรโมตผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อย แม้ว่าผลการวิจัยจะสนับสนุนการใช้ TikTok Facebook และ YouTube ในการโปรโมตผลิตภัณฑ์ แต่มีงานวิจัยของนัทธินี วัฒนวราสันติ์ และ ภาณุพงศ์ พุทธรักษ์ [4] ที่ระบุว่าผลิตภัณฑ์สมุนไพรอาจไม่ได้รับความนิยมในแพลตฟอร์มเหล่านี้เทียบเท่ากับสินค้าแฟชั่นหรือเครื่องสำอาง ดังนั้นอาจจำเป็นต้องปรับกลยุทธ์ให้เหมาะสมกับตลาดโดยเน้นไปที่การใช้ SEO และ Content Marketing ที่เน้นสุขภาพและวิถีชีวิตยั่งยืนแทน อีกประเด็นที่ต้องพิจารณาคืออุปสรรคในการส่งออกผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อย แม้ว่าผลการศึกษาจะระบุว่าผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยมีศักยภาพในการส่งออก แต่สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า[4] พบว่ายังคงมีข้อจำกัดด้านมาตรฐานการส่งออกของผลิตภัณฑ์สมุนไพรซึ่งอาจเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเข้าสู่ตลาดต่างประเทศ ดังนั้นควรมีการศึกษามาตรฐานการรับรองผลิตภัณฑ์ เช่น GMP HACCP และ อย. ให้รอบคอบก่อนเข้าสู่กระบวนการส่งออก

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยให้สามารถแข่งขันในตลาดได้อย่างยั่งยืนควรให้ความสำคัญกับการศึกษาความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเครื่องสำอางจากเครือหมาน้อยเพื่อให้ได้รับมาตรฐานที่จำเป็น นอกจากนี้ควรมีการพัฒนากลยุทธ์การตลาดที่มุ่งเน้นกลุ่มเป้าหมายที่เหมาะสม เช่น การสร้าง Online Community สำหรับกลุ่มคน

รักสุขภาพและสมุนไพร รวมถึงการพัฒนาโมเดลธุรกิจที่สามารถขับเคลื่อนการผลิตและการตลาดของผลิตภัณฑ์จากเครือหมาน้อยในระยะยาวผ่านการจัดตั้งวิสาหกิจชุมชนหรือเครือข่ายผู้ประกอบการท้องถิ่น

## เอกสารอ้างอิง

[1] พระมหานิพิฐพนธ์ จิรวฑฺโน. (2567). “ฮีตสิบสอง” การสร้าง Soft Power ทางเศรษฐกิจยุคใหม่. วารสารพุทธสังคมวิทยาปริทรรศน์, 9(4), 377-390.

[2] เกษม กุณาศรี, ชนิตา พันธุมณี, สมบัติ สิงฆราช, สุภา สุเทพ, และดวงตา สุเทพ. (2560). การเลือกเอกลักษณ์ท้องถิ่นสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน: กรณีศึกษากลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านห้วยชมพู. วารสารการพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 10(4), 86-93 .

[3] อัจฉรา นามไธสง, ศักดา แสนสุพรรณ, & แสนสุรีย์ เชื้อวังคำ. (2566). การเพิ่มการใช้ประโยชน์พืชสมุนไพรท้องถิ่นเพื่อยกระดับเศรษฐกิจชุมชน: กรณีศึกษา บ้านหนองบัว ตำบลบึงทวาย อำเภอเต่างอย จังหวัดสกลนคร. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, 18(65), 83-92.

[4] นัทธินี วัฒนวราสันติ์ และ ภาณุพงศ์ พุทธรักษ์. (2567). สถานการณ์ผลิตภัณฑ์สมุนไพรผิดกฎหมายที่ขายบนแพลตฟอร์มตลาดกลางพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ของประเทศไทยกรณีศึกษายาผงจินดามณี. Journal Of Health Consumer Protection.ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 (2024).

[5] สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. (2566). โอกาสทางการค้าสินค้าสมุนไพรไทย กรณีศึกษา: สินค้าไพล. กรุงเทพ: กระทรวงพาณิชย์.

[6] Saaty TL, Vargas, LG. (2001). Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process.

# การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย เพื่อสะท้อนวัฒนธรรมอาข่า บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

# Apparel product packaging design to reflect the Akha culture of Ban Pha Mi, Wiang Phang Kham Subdistrict, Mae Sai District, Chiang Rai Province

สมเพชร รุ่งพรไพโรจน์[1] กษิรา ภิวงศ์กูร[2] และ ธัญลักษณ์ ศุภพลธร[3]
[1]คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Mr.Somphet Rungphonphairot[1] Dr.Kasira Phiwongkun[2] and Thanyalak Suppapholthon[3]
[1]Faculty of Digital Technology, Chiang Rai Rajabhat University

E-mail: 631768058@crru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1)เพื่อศึกษาวัฒนธรรมภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเย็บ ปัก ถักทอผ้า ในหมู่บ้านผาหมี 2) เพื่อออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายชุมชนผาหมีให้ร่วมสมัยกับยุคปัจจุบัน 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายชุมชนผาหมีโดยทำการศึกษาการรับรู้เอกลักษณ์และความหมายของลวดลายผ้า ซึ่งกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1)กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ใหม่ จำนวน 100 คน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านอัตลักษณ์และการออกแบบลวดลายผ้า จำนวน 3 คน รวมทั้งสิ้น 103 คน เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วยการสัมภาษณ์ พร้อมแบบสอบถามประเมินคุณภาพและความพึงพอใจ นอกจากนี้ การค้นคว้าและวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับขั้นตอนแรกของการวิจัย ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่จริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับที่มาของลวดลาย วิถีชีวิต วัฒนธรรม ความเชื่อ ประเพณี ฯลฯ ก่อนนำข้อมูลมา รวบรวมและวิเคราะห์สำหรับการออกแบบอัตลักษณ์ให้แก่ตราสัญลักษณ์และบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายเพื่อสะท้อนวัฒนธรรมอาข่า บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย โดยผลการศึกษาที่เกี่ยวกับการออกแบบลวดลายผ้าของกลุ่มชาติพันธุ์ชนเผ่าอาข่าพบว่า มีการศึกษาลวดลายผ้าทั้งที่เป็นลวดลายโบราณดั้งเดิมและลวดลายที่ได้รับการประยุกต์ใหม่ รวมทั้งสิ้น 39 ลาย แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) ลายจากธรรมชาติ 18 ลาย 2) ลายจากสิ่งประดิษฐ์ 2 ลาย 3) ลายจากเลขาคณิต 10 ลาย 4) ลายจากสัตว์ 9 ลาย ผู้จัดทำจึงได้นำลวดลายที่รวบรวมมาออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย เพื่อให้ร่วมสมัยกับยุคปัจจุบันและเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า

ผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจและประสิทธิภาพของนักท่องเที่ยวและผู้บริโภคที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายเพื่อสะท้อนวัฒนธรรมอาข่า บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ความพึงพอใจและประสิทธิภาพที่มีต่อตราสัญลักษณ์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.59, S.D. = 0.56) ด้านบรรจุภัณฑ์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.54, S.D. = 0.65) ด้านกราฟฟิกอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.58, S.D. = 0.59) ด้านการตลาดอยู่ในระดับที่มากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.51, S.D. = 0.63) ความพึงพอใจและประสิทธิภาพที่มีต่อบรรจุภัณฑ์โดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.56, S.D. = 0.61) ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่าตราสัญลักษณ์และบรรจุภัณฑ์ได้รับการออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถสร้างความพึงพอใจให้กับทั้งผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี

**คำสำคัญ:** บรรจุภัณฑ์ วัฒนธรรม ลวดลายผ้าอาข่า

## Abstract

This research aimed to study the cultural wisdom related to sewing, embroidery, knitting, and weaving skills in Pha Mee Village; to design contemporary patterns for the packaging of Pha Mee community clothing products; and to evaluate the satisfaction with such packaging by exploring perceptions of identity and the meanings embedded in textile patterns. The population and sample groups used in this study included 100 target customers involved in testing the new products, and 3 experts in identity and fabric pattern design, totaling 103 people. Research tools included interviews and questionnaires to assess quality and satisfaction. Data analysis was conducted using percentage, mean, and standard deviation. In the initial phase, the researcher conducted fieldwork to collect data through interviews with experts regarding the origins of textile patterns, ways of life, culture, beliefs, traditions, and more. This information was then compiled and analyzed for use in designing the identity elements, such as logos and packaging, for the clothing products, with the aim of reflecting Akha culture in Ban Pha Mee, Wiang Phang Kham Subdistrict, Mae Sai District, Chiang Rai Province. The study of textile pattern designs among the Akha ethnic group revealed a total of 39 patterns, encompassing both traditional and modernized forms. These were categorized into four groups: 18 nature-inspired patterns, 2 patterns derived from man-made objects, 10 geometric patterns, and 9 animal-inspired patterns. These collected patterns were applied to the packaging design of the clothing products to make them contemporary and to add value to the items.

The research findings revealed that the satisfaction and effectiveness of tourists and consumers toward the clothing product packaging, which reflects the culture of the Akha people in Baan Pha Mee, Wiang Phang Kham Subdistrict, Mae Sai District, Chiang Rai Province, were at the highest level. Overall satisfaction and effectiveness toward the logo were rated at the highest level ($\bar{x}$ = 4.59, S.D. = 0.56). Satisfaction with the packaging was also at the highest level ($\bar{x}$ = 4.54, S.D. = 0.65) as was the graphic design ($\bar{x}$ = 4.58, S.D. = 0.59), and marketing aspects ($\bar{x}$ = 4.51, S.D. = 0.63). Overall satisfaction and effectiveness toward the packaging were rated at the highest level ($\bar{x}$ = 4.56, S.D. = 0.61). The study results indicate that the logo and packaging were designed effectively and can successfully create high levels of satisfaction among consumers.

**Keyword:** Packaging, culture, Akha cloth pattern.

## 1. บทนำ

การศึกษาเรื่อง “การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย เพื่อสะท้อนวัฒนธรรมอาข่า บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย” โดยแนวทางการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพแบบมีส่วนร่วมของชุมชน มีการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิ (Primary Data) ที่ได้จากการลงพื้นที่ ได้แก่ การสำรวจ การสังเกต การสนทนา และการสัมภาษณ์กลุ่มชาติพันธุ์อาข่าซึ่งปัจจุบัน บ้านผาหมีได้รับการพัฒนาให้เป็น แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ประเพณี และภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นมาอย่างยาวนาน ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายที่มีคุณค่าทางวัฒนธรรมเหล่านี้ยังขาดการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่สามารถสื่อสารคุณค่าและตัวตนของวัฒนธรรมอาข่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดดเด่น โดยเฉพาะลวดลายบนผืนผ้า เช่น ลายจากธรรมชาติ ลายสัตว์ ลายเรขาคณิต หรือลายสิ่งประดิษฐ์ และงานหัตถกรรมที่สะท้อนให้เห็นถึงวิถีชีวิต ความเชื่อ และประวัติศาสตร์ของชุมชนอาข่าอย่างลึกซึ้ง “บ้านผาหมี” ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดเชียงราย เป็นหนึ่งในชุมชนอาข่าที่สามารถรักษาอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมเหล่านี้ไว้ได้อย่างมั่นคง

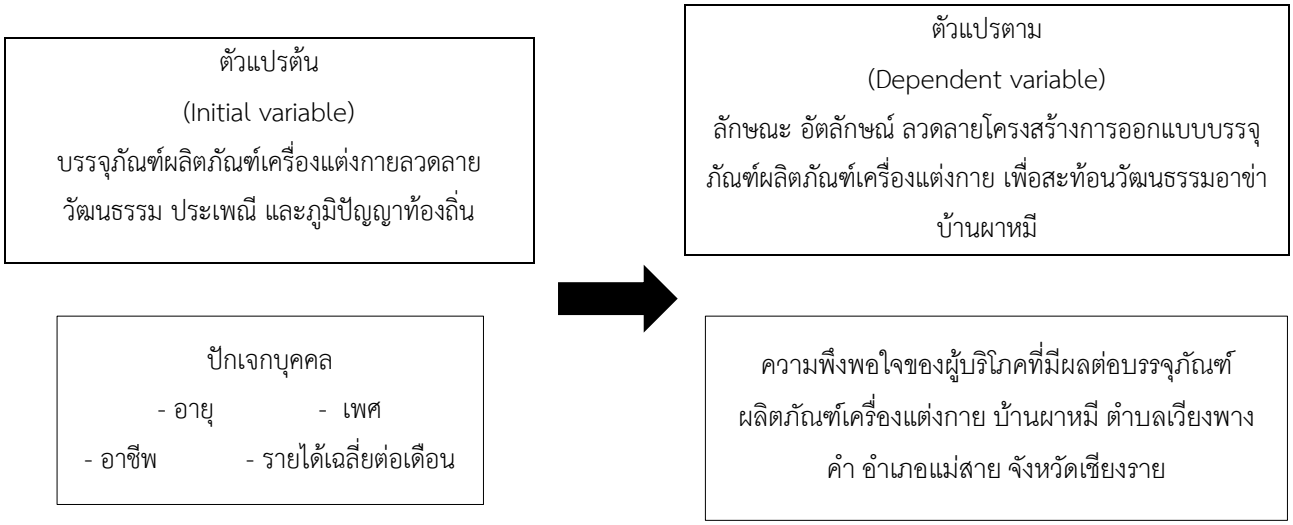
การออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายเพื่อสะท้อนวัฒนธรรมบ้านผาหมีของกลุ่มชาติพันธุ์อาข่า ถือเป็นแนวทางที่มีความสำคัญยิ่งในการส่งเสริมและอนุรักษ์อัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมของชุมชนเพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ให้มีความทันสมัย สอดคล้องกับรสนิยมและความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงได้นำลวดลายผ้าอาข่ามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายของชุมชนบ้านผาหมี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความโดดเด่น มีลักษณะเฉพาะที่สามารถสะท้อนอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์อาข่าในรูปแบบที่ร่วมสมัย อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการสร้างตราสินค้า (Branding) ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อันจะนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ผลิตภัณฑ์พื้นถิ่นในระดับชุมชน นอกจากนี้ แนวทางดังกล่าวยังมีส่วนช่วยให้ประชาชนในพื้นที่เกิดความตระหนักรู้และมีส่วนร่วมในการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น ผ่านการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความร่วมสมัยแต่ยังคงไว้ซึ่งความงดงามอัตลักษณ์ และความหมายของลวดลายปักอาข่า การออกแบบจะดำเนินการโดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับบริบทของสังคมในปัจจุบันตอบสนองเป็นต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ที่มีความทันสมัยควบคู่กับคุณค่าทางวัฒนธรรม

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำเอาลายผ้าชนเผาอาข่ามาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายในชุมชนบ้านผ้าหมี เพื่อให้เกิดรูปแบบที่เฉพาะตัว สร้างอัตลักษณ์ร่วมสมัยให้กับผลิตภัณฑ์ และสร้างตราสินค้า โดยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้า เพื่อให้ชุมชนได้หันมาแสดงบทบาทในการช่วยสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น รูปแบบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัยมีความเรียบง่ายแต่ยังคงความโดดเด่นของลายปักชนเผ่าอาข่าและสามารถสวมใส่ในชีวิตประจำวันได้เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ให้กับลูกค้าที่ชื่นชอบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัยและเหมาะสมกับบริษัทของสังคมปัจจุบัน อันจะนำมาซึ่งรูปแบบของสินค้าที่มีอัตลักษณ์ อันเป็นเสน่ห์ของกลุ่มชาติพันธ์ชนเผ่า

## 2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาวัฒนธรรมภูมิปัญญาที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเย็บ ปัก ถักทอผ้า ในหมู่บ้านผาหมี
2. เพื่อออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายชุมชนผาหมีให้ร่วมสมัยกับยุคปัจจุบัน
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายชุมชนผาหมีของผู้บริโภคและนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในชุมชน

## 3. กรอบแนวคิดการวิจัย




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดในการดำเนินงานวิจัย

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

### 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มผู้ประกอบการและกลุ่มชาวบ้านผู้รู้หรือนักปราชญ์ ในพื้นที่ชุมชนวิสาหกิจจำนวน 3 คน ได้แก่ 1.นางนิชา เชอหมื่อกู่ 2.นางจารุณี พิมลมณีกุล 3.นางสุทธิดา เชอหมื่อกู่ เพื่อสัมภาษณ์และเก็บของมูลเกี่ยวกับภูมิปัญญาและทักษะการเย็บ ปัก ถักทอ เครื่องแต่งกายบ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

2. กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ คือ การถอดอัตลักษณ์การออกแบบลวดลายบนเครื่องแต่งกาย บ้านผาหมี ต.เวียงพางคำ อ.แม่สาย จ.เชียงราย จำนวน 3 คน เพื่อนำมาพัฒนาอัตลักษณ์และเพิ่มมูลค่าให้กับบรรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายให้เข้ากับยุคสมัยมากขึ้นกับกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นนักท่องเที่ยวในชุมชน

3. กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ประเมินความพึงพอใจการออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย เพื่อสะท้อนวัฒนธรรมอาข่า บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ได้แก่ 1.ผู้เชี่ยวชาญในการเย็บ ปัก ถักทอผ้าในชุมชนผาหมี 3 ท่าน 2.กลุ่มผู้บริโภคที่เป็นนักท่องเที่ยว ไม่ว่าจะเป็นเด็ก วัยรุ่น ผู้สูงอายุ จำนวน 100 คน พบว่ากลุ่มประชากรที่จัดอยู่ในช่วงวัยทำงานช่วงอายุ 20-60 ที่มีฐานะในครอบครัวเป็นกลุ่มผู้บริโภคที่มีกำลังซื้อนิยมสินค้าที่มีรูปแบบทันสมัยเพื่อเพิ่มภาพลักษณ์ให้กับตนเองซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลต่อความสนใจในเรื่องของการออกแบบ ที่ผู้วิจัยได้นำมาพิจารณาเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักในการทำวิจัย จำนวนทั้งสิ้น 103 คน

### 4.2 เครื่องมือการวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์ผู้ผลิต เกี่ยวกับปัญหาบรรจุภัณฑ์และปราชญ์ชาวบ้านผู้ที่มีความรู้ในสถานที่ ในการเก็บข้อมูลในเชิงคุณภาพ ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ ความหมายของลาย สภาพแวดล้อม ความเชื่อ วิถีชุมชน วิถีวัฒนธรรม

2. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพัฒนาและตรวจสอบการออกแบบลวดลายและบรรจุภัณฑ์ด้านรูปทรงของสินค้าประกอบด้วยโครงสร้างบรรจุภัณฑ์และลวดลายกราฟิกที่แสดงถึงอัตลักษณ์บนบรรจุภัณฑ์

3. แบบสอบถามแบบประเมินคุณภาพ เพื่อใช้ประเมินความพึงพอใจผู้บริโภคเกี่ยวกับรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์สินค้าชนเผ่าอาข่าที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นใหม่ประกอบกับต้นแบบโครงสร้างพร้อมลวดลายอาข่าบนบรรจุภัณฑ์ใหม่

### 4.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม กลุ่มชาติพันธุ์อาข่า รวมถึงอัตลักษณ์ของเครื่องแต่งกาย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายที่สามารถสะท้อนอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมของชุมชนบ้านผาหมีได้อย่างเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายจากกรณีศึกษาที่ประสบความสำเร็จ ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับสากล เพื่อใช้เป็นแนวทางเปรียบเทียบในการพัฒนารูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับบริบทของชุมชนอาข่า

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์องค์ประกอบของลวดลายผ้าและเครื่องแต่งกายของกลุ่มชาติพันธุ์อาข่า อันได้แก่ ลวดลายจากธรรมชาติ ลายสัตว์ ลายเรขาคณิต และลายสิ่งประดิษฐ์ ที่สะท้อนถึงความเชื่อ วิถีชีวิต และภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อใช้ในการออกแบบองค์ประกอบของบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอนที่ 4 ลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาคสนามผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน ได้แก่ การสัมภาษณ์ ผู้นำชุมชน ผู้ประกอบการท้องถิ่น และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมที่ควรถูกถ่ายทอดผ่านการออกแบบบรรจุภัณฑ์

ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์แนวทางในการประยุกต์ใช้ข้อมูลทางวัฒนธรรมของกลุ่มชาติพันธุ์อาข่าในงานออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยคำนึงถึงความร่วมสมัย ความสวยงาม การใช้งานจริง และความเหมาะสมต่อการสื่อสารอัตลักษณ์ของผลิตภัณฑ์สู่ผู้บริโภค

ขั้นตอนที่ 6 ดำเนินการออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย โดยใช้ลวดลายอาข่าเป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อสร้างภาพลักษณ์ใหม่ที่สามารถเชื่อมโยงระหว่างวัฒนธรรมดั้งเดิมกับความทันสมัย

ขั้นตอนที่ 7 จัดทำรายงานและอภิปรายผลการออกแบบ รวมถึงจัดทำข้อเสนอแนะในการพัฒนางานวิจัยและการออกแบบบรรจุภัณฑ์ในอนาคต เพื่อให้สามารถนำผลงานไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และการอนุรักษ์วัฒนธรรมได้อย่างยั่งยืน

### 4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์ประเมิน โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบจากระดับตามความต้องการซึ่งใช้เกณฑ์ 5 ระดับคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุดใช้การแปลความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยเกณฑ์ในการวิเคราะห์พิจารณาช่วงของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของแบบสอบถามแบบลิเคิร์ทสเกลเป็นดังนี้ (Weigel & Newman, 1976) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51-5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51-4.50 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51-3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

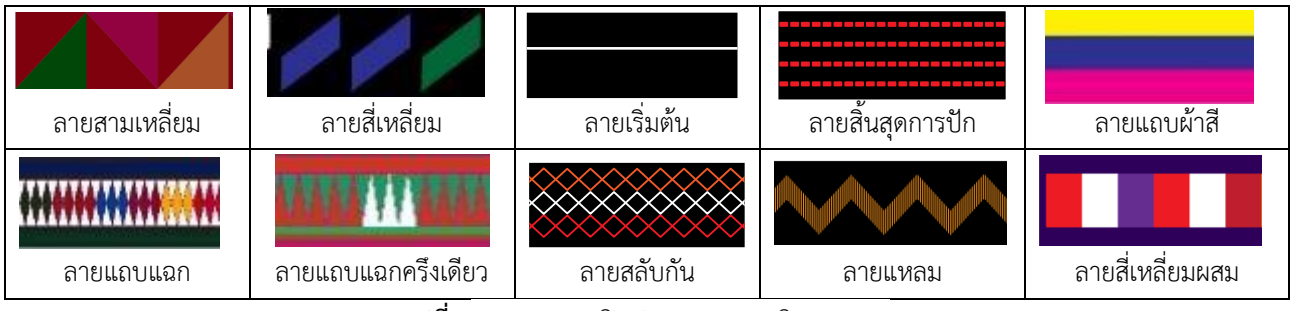
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51-2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.51-1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

## 5. ผลการวิจัย

1. วิเคราะห์อัตลักษณ์ลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากชาวบ้านชุมชนบ้านผาหมี ผ้าของอาข่าส่วนใหญ่ เกิดจากจินตนาการของบรรพบุรุษ ในการเอาธรรมชาติที่มีอยู่รอบๆตัวมาสร้างสรรค์การสร้างสรรค์ลวดลายบนผ้าโดยลายดั้งเดิมที่ผู้วิจัยได้ค้นคว้า มีจำนวน 39 ลวดลาย แบ่งจำแนกตามธรรมชาติจินตนาการ 4 ประเภท ดังนี้




**รูปที่ 2** ลวดลายกราฟิกประเภทเรขาคณิต 10 ลาย

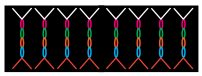



**รูปที่ 3** ลวดลายกราฟิกประเภทลายธรรมชาติ 18 ลาย




ลายกลอง ลายลูกเต๋า

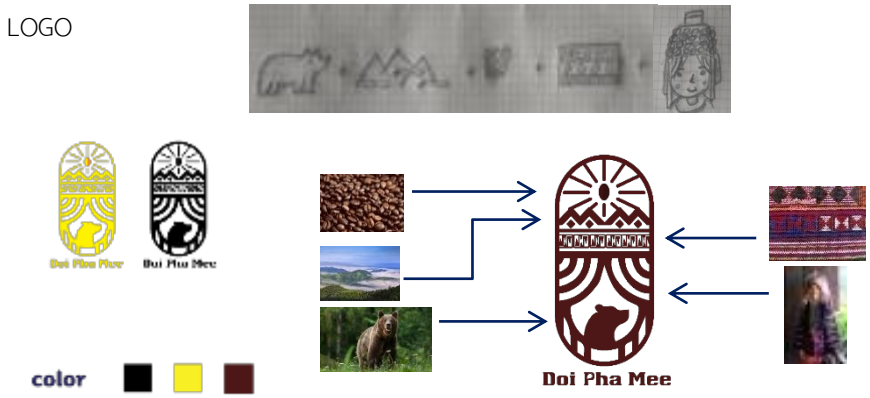
**รูปที่ 4** ลวดลายกราฟิกประเภทลายประดิษฐ์ 2 ลาย

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |
| ลายก้างปลาครึ่งตัว | ลายก้างปลาเต็มตัว | ลายเต่า | ลายก้นแมงมุม | . ลายเท้าหมา |
|  |  |  |  | |
| ลายปากนก | ลายเท้าหมาครึ่งเดียว | ลายเขี้ยวหมา | ลายผีเสื้อ | |

**รูปที่ 5** ลวดลายกราฟิกประเภทลายสัตว์ 9 ลาย

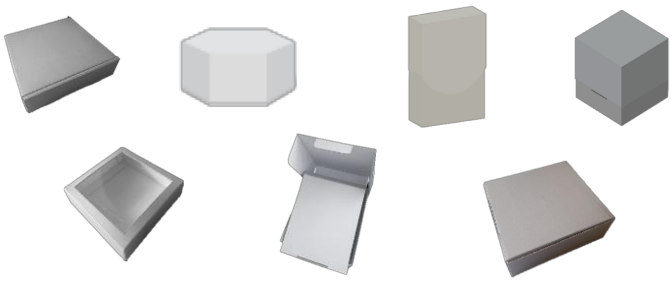
2. ผลของการออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย บ้านผาหมี

2.1 ด้านการออกแบบตราสัญลักษณ์




**รูปที่ 6** ภาพโลโก้ของชุมชนบ้าน

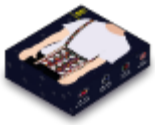
2.2 ด้านโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ จากการสัมภาษณ์และแบบสอบถามในการเก็บข้อมูลตัวแทนผู้เชี่ยวชาญชุมชนบ้านผาหมี ในเรื่องของบรรจุภัณฑ์ ผู้วิจัยคัดเลือกตัวบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย ผู้วิจัยได้คัดเลือกมาทั้งหมดจำนวณ 7 แบบ โดยใช้กระดาษลูกฟูกเพื่อความแข็งแรงให้กับลูกค้า



**รูปที่ 7** โครงสร้างบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายบ้านผาหมี จำนวน 7 แบบ

2.3 ด้านกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย

ตารางที่ 1 แบบกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกายทั้ง 7 แบบ

| ชื่อลำดับ | Design Pattern | Mockup บรรจุภัณฑ์ | สินค้า |
|---|---|---|---|
| 1. บรรจุภัณฑ์เสื้อคลุม |  |  |  |
| 2. บรรจุภัณฑ์หมวก |  |  |  |
| 3. บรรจุภัณฑ์ผ้าน่อง |  |  |  |
| 4. บรรจุภัณฑ์กระโปรงยาว |  |  |  |
| 5. บรรจุภัณฑ์ผ้าปิดกระโปรง |  |  |  |
| 6. บรรจุภัณฑ์เกาะอก |  |  |  |
| 7. บรรจุภัณฑ์กระย่าม |  |  |  |

3. ผลการประเมิน

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย เพื่อสะท้อนวัฒนธรรมอาข่า บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

| ลำดับ | ด้านตราสัญลักษณ์ | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับความพึงพอใจ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ตราสัญญาลักษณ์สามารถสื่อสารให้เห็นถึงอัตลักษณ์ของบริบทหมู่บ้านและลวดลายเครื่องแต่งกายชัดเจน | 4.63 | 0.57 | **มากที่สุด** |
| 2. | มีความเรียบง่าย สวยงาม ง่ายต่อการจดจำชื่อของผลิตภัณฑ์ | 4.42 | 0.63 | **มากที่สุด** |
| 3. | มีการจัดองค์ประกอบได้อย่างสมดุลกัน | 4.66 | 0.49 | **มาก** |
| 4. | มีความเอนกประสงค์ในการนำกลับมาใช้บนผลิตภัณฑ์อื่น | 4.65 | 0.55 | **มากที่สุด** |
| **รวมด้านตราสัญลักษณ์** | | 4.59 | 0.56 | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาตราสัญลักษณ์ มีผู้ตอบแบบประเมินกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นนักท่องเที่ยวตอบแบบประเมินจำนวน 100 คน และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน รวมทั้งสิ้น 103 คน พบว่าภาพรวมการประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาตราสัญลักษณ์ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย เพื่อสะท้อนวัฒนธรรมอาข่า บ้านผาหมีตำบล เวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.59, S.D. = 0.56) เมื่อพิจารณาความพึงพอใจในแต่ละด้าน พบว่าตราสัญลักษณ์สามารถสื่อสารอัตลักษณ์ของบริบทหมู่บ้านและลวดลายเครื่องแต่งกายชัดเจน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.63, S.D. = 0.57) มีความเรียบง่าย สวยงาม และง่ายต่อการจดจำชื่อผลิตภัณฑ์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.42, S.D. = 0.63) การจัดองค์ประกอบมีความสมดุล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.66, S.D.= 0.49) มีความเอนกประสงค์ สามารถนำกลับมาใช้บนผลิตภัณฑ์อื่นได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.65, S.D. = 0.55)

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพ การออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย เพื่อสะท้อนวัฒนธรรมอาข่า บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

| ลำดับ | ด้านโครงสร้างบรรจุภัณฑ์ | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับความพึงพอใจ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | วัสดุที่ใช้ในการทำบรรจุภัณฑ์ มีความแข็งแรง ทนทาน สามารถปกป้อง ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ด้านในได้ | 4.53 | 0.67 | **มากที่สุด** |
| 2. | รูปแบบ/รูปทรงของบรรจุภัณฑ์ มีความสวยงาม เหมาะสมต่อการใช้งาน | 4.42 | 0.66 | **มาก** |
| 3. | ป้องกันผลิตภัณฑ์ภายในได้ | 4.66 | 0.62 | **มากที่สุด** |
| **รวมด้านโครงสร้างบรรจุภัณฑ์** | | 4.54 | 0.65 | **มากที่สุด** |

| ลำดับ | ด้านกราฟิก | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับความพึงพอใจ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | มีความสวยงาม มีสีสัน ทันสมัย เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ | 4.62 | 0.62 | **มากที่สุด** |
| 2. | สื่อความหมายถึงผลิตภิณฑ์เครื่องแต่งกาย | 4.54 | 0.57 | **มากที่สุด** |
| 3. | ลวดลายสามารถบ่งบอกและแสดงให้เห็นถึงอัตลักษณ์ของสินค้าได้อย่างชัดเจน | 4.54 | 0.59 | **มากที่สุด** |
| 4. | ลวดลายสินค้ามีความโดดเด่นน่าสนใจ | 4.63 | 0.57 | **มากที่สุด** |
| **รวมด้านกราฟิก** | | 4.58 | 0.59 | **มากที่สุด** |

| ลำดับ | ด้านการตลาด | $\bar{x}$ | S.D. | ระดับความพึงพอใจ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | สามารถผลิตได้จริง | 4.71 | 0.50 | **มากที่สุด** |
| 2. | เป็นที่ต้องการของท้องตลาด | 4.20 | 0.80 | **มาก** |
| 3. | ส่งเสริมให้ตัวผลิตภัณฑ์มีความน่าสนใจและช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่ตัวผลิตภัณฑ์ | 4.61 | 0.58 | **มากที่สุด** |
| **รวมด้านการตลาด** | | 4.51 | 0.63 | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ มีผู้ตอบแบบประเมินจำนวน 100 คน และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน รวมทั้งสิ้น 103 คนข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินพบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 58 คน คิดเป็นร้อยละ 56.30 โดยมีอายุระหว่าง 20-24 ปี คิดเป็นร้อยละ 54.40 มีอาชีพเป็น นักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 75.70 ข้าราชการ ร้อยละ 2.90 ลูกจ้าง ร้อยละ 9.70 ธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 8.70 และอาชีพอื่นๆ ร้อยละ 3.00 จากการประเมินความพึงพอใจต่อการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ โครงสร้างบรรจุภัณฑ์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.54, S.D. = 0.65) ด้านกราฟิกอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.58,S.D. = 0.59) ด้านการตลาดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.51, S.D. = 0.63) การประเมินความพึงพอใจโดยรวมทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.54, S.D. = 0.62)

## 6. สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกการออกแบบบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย เพื่อสะท้อนวัฒนธรรมอาข่า บ้านผาหมี ตำบลเวียงพางคำ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงรายให้ร่วมสมัยกับยุคปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมและวิเคราะห์ วิถีชีวิต วัฒนธรรม ความเชื่อ ประเพณี ลวดลายบนบรรจุภัณฑ์บ้านผาหมี โดยผลการศึกษาที่เกี่ยวกับการออกแบบลวดลายผ้าของกลุ่มชาติพันธุ์ชนเผ่าอาข่าพบว่า มีลวดลายผ้าทั้งที่เป็นลวดลายโบราณดั้งเดิมและลวดลายที่ได้รับการประยุกต์ใหม่ รวมทั้งสิ้น 39 ลาย แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) ลายจากธรรมชาติ 18 ลาย 2) ลายจากสิ่งประดิษฐ์ 2 ลาย 3) ลายจากเลขาคณิต 10 ลาย 4) ลายจากสัตว์ 9 ลาย ทั้งนี้สอดคล้องกับวิจัยของ จินตนา อินภักดี. (2558). ลวดลายผ้าปักอาข่า กรณีศึกษาบ้านอาข่าห้วยโป่ง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยลวดลายผ้าปักอาข่าสามารถจัดหมวดหมู่ได้เป็น 3 กลุ่มหลัก 1.) กลุ่มลายพื้นฐานประกอบด้วย 1.ลายเส้นตรง (ค้องเถ่) 2.ลายกากบาท (กุยะย้ะเต๊อะ) 3.ลายก้างปลา (กุยะ) 4.ลายซิกแซก (ผ่าอีเมียจอ) 2.) ลายดั้งเดิมเป็นลวดลายที่มีเอกลักษณ์เฉพาะของผ้าปักอาข่า และหาได้ยากในปัจจุบัน เช่น 1. กลุ่มลายอาลูเหม่ล้า (ลายผีเสื้อ) 2.กลุ่มลายจากธรรมชาติ 3.กลุ่มลายเรขาคณิต 3.) ลายประยุกต์เป็นลวดลายที่ผสมผสานระหว่างลวดลายดั้งเดิมกับลวดลายใหม่ ซึ่งพัฒนาขึ้นจากสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ได้แก่ 1.ลายสามเหลี่ยมใบพัด (ผะเด๊อะ) 2.ลายดอกไม้ (อาแย๊ะ) 3.ลายลูกศร (กาเมียอูดู) 4.ลายรอยเท้าสุนัข (อาคือเผี๊ยะยะ) 5.ลายใบเฟิร์น (ดับเปี๊ยะอับผา) 6.ลายก้นกบ (ผะเด๊อะเมียจอ) 7. ลายหัวใจ (หนึ่งมา) 8.ลายหมวกผู้ชายอาข่า (อูฉ่อง) 9.ลายตะขาบ (ยะหม่าจีเซะ) 10.ลายต้นไม้ (อาโบ๊ะ) 11.ลายเกสรดอกไม้ (อาเหยะอูดู) 12.ลายดาว (อากือ)

เพื่อการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์ ผู้วิจัยนำลวดลายที่สามารถสะท้อนอัตลักษณ์และเอกลักษณ์ของกลุ่มชาติพันธุ์อาข่าได้อย่างชัดเจน ทั้งยังช่วยเสริมสร้างคุณค่าและความน่าสนใจให้แก่ผลิตภัณฑ์ โดยลวดลายที่นำมาประยุกต์บนบรรจุภัณฑ์มีความสอดคล้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตของชุมชน ทำให้เกิดความรู้สึกเชื่อมโยงระหว่างวัฒนธรรมดั้งเดิมและการออกแบบร่วมสมัยที่เหมาะสมกับบริบทของผู้บริโภคในปัจจุบัน ซึ่งได้แรงบันดาลใจจากธรรมชาติ ความเชื่อ และประเพณีของชนเผ่าอาข่า นับเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถแข่งขันในตลาดได้อย่างมีเอกลักษณ์ ทั้งนี้สอดคล้องกับวิจัยของ กษิรา ภิวงศ์กูร และคณะ (2562) การนำลวดลายของกลุ่มชาติพันธุ์มาพัฒนาในกระบวนการออกแบบร่วมสมัย สามารถเพิ่มคุณค่าทางศิลปะและสร้างความแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก และเป็นการถ่ายทอดเรื่องราวและสื่อสารตัวตนของชุมชนผ่านศิลปะภาพลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถสร้างความประทับใจและจดจำในหมู่ผู้บริโภค ตลอดจนมีส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนการอนุรักษ์วัฒนธรรมควบคู่กับการพัฒนาเศรษฐกิจในระดับชุมชนอย่างยั่งยืน ซึ่งพบว่ามีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคและนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในชุมชนบ้านผาหมีต่อบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เครื่องแต่งกาย ได้ดำเนินการโดยมีผู้ตอบแบบประเมินจำนวน 100 คน และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน รวมทั้งสิ้น 103 คน ผลการประเมินพบว่า ความพึงพอใจและประสิทธิภาพโดยรวมของบรรจุภัณฑ์และตราสัญลักษณ์อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.59, S.D. = 0.56) ด้านบรรจุภัณฑ์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.54, S.D. = 0.65) ด้านกราฟฟิกอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.58, S.D. = 0.59) ด้านการตลาดอยู่ในระดับที่มากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.51, S.D. = 0.63) ความพึงพอใจและประสิทธิภาพที่มีต่อบรรจุภัณฑ์โดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.56, S.D. = 0.61) รายการประเมินส่วนใหญ่สะท้อนถึงการออกแบบที่เหมาะสมกับบริบทวัฒนธรรมท้องถิ่นและความร่วมสมัยของผลิตภัณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ อุตษณา แหยมประเสริฐ (2563) ลวดลายปักเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัยจากเอกลักษณ์ชนเผ่าอาข่า โดยมีแบบร่างต้นแบบจำนวนทั้งสิ้น 30 แบบ และใช้วิธีการเปรียบเทียบแบบตารางร่วมกับการตัดทอนเพื่อคัดเลือกให้เหลือจำนวน 3 แบบ เป็นแบบที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.44) และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.12)

## 7. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่จากผ้าปักอาข่า โดยเน้นเพิ่มสินค้าเพื่อประยุกต์ใช้ในลักษณะต่างๆ เช่น แก้ว รองเท้า กระเป๋า และหมอน เป็นต้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มมูลค่าและความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ในตลาด

ควรศึกษาในการออกแบบของที่ระลึกควรมีแนวคิดหลักที่มุ่งเน้นให้สามารถดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยว โดยต้องทำให้พวกเขาตัดสินใจซื้อสินค้าในแหล่งท่องเที่ยวนั้น

ควรศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑอื่นที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของกลุ่มชาติพันธุอื่น เช่น ชาติพันธุม้ง มูเซอ เป็นต้น เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าในชาติพันธุ์

## เอกสารอ้างอิง

[1] กษิรา ภิวงศ์กูร, บุญชูบุญ ลิขิตศิริ และ ภรดี พันธุภากร. (2562). ลวดลายชาติพันธุ์ชนเผ่าในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกหมู่บ้านกระเหรี่ยงรวมมิตร. วารสารมังรายสาร, 7(2), 123–140.

[2] จินตนา อินภักดี. (2558). ลวดลายผ้าปักอาข่า กรณีศึกษาบ้านอาข่าห้วยโป่ง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

[3] ศรัณยู งามวรรณกุล. (2564). บรรจุภัณฑ์ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าประเภทเครื่องอุปโภคบริโภคของประชากรในจังหวัดกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

[4] ศิริประภา วังเม็ง. (2564). กลยุทธ์การสร้างคุณค่าเพื่อส่งมอบผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าชาวเขาเผ่าม้งในจังหวัดเชียงใหม่สู่ตลาดดิจิทัล. ค้นคว้าอิสระ ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

[5] สุพิศ เสียงก้อง. (2563). การสร้างลวดลายต้นแบบจากอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมเมืองชลบุรี เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบลวดลายบนบรรจุภัณฑ์. คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

[6] อุตษณา แหยมประเสริฐ. (2563). ศึกลวดลายผ้าปักในชนเผ่าอาข่า อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย เพื่อประยุกต์ใช้ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย. วิทยานิพนธ์ สาขาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

# การพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ

# Development of a Luk Teen Ped Foot Massager for Health

อภิธาร ชูค้ำ[1*] นันทวัฒน์ หะหวา[1] อภิชาติ เมฆทันต์[1] ธัญชนก ช่วยชนะ[1] และ อนุวัฒน์ นาควิจิตร[1]
[1]คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

Apithan chookam[1*] Nantawat Hawa[1] Anuwat Nakvijit[1] Apichat Maektun[1] and Thanchanok Chuaychana[1]
[1]Faculty of Education, Phuket Rajabhat University

E-mail: s6611149125@pkru.ac.th[*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาไทยด้านการนวดแผนไทยร่วมกับวัสดุธรรมชาติ “ลูกตีนเป็ด” ในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์นวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ โดยเน้นหลักการออกแบบที่คำนึงถึงความเหมาะสมในการใช้งาน ความปลอดภัย ความแข็งแรง ความสะดวกสบาย และความสวยงาม การศึกษาเริ่มจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพของผู้สูงอายุ หลักการของการนวดแผนไทย และคุณสมบัติของลูกตีนเป็ด แล้วจึงนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบรูปแบบการนวดที่ใช้เทคนิคการบีบ การกด การคลึง การหมุน และการกลิ้งตามแนวเส้นต่าง ๆ ของฝ่าเท้า จากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุและผู้เชี่ยวชาญด้านการนวดแผนไทย เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ พบว่าการใช้ลูกตีนเป็ดสามารถนำมาพัฒนาเป็นกลไกสำหรับการกดจุดและบีบกล้ามเนื้อได้อย่างเหมาะสม ผลการทดลองใช้อุปกรณ์กับกลุ่มผู้สูงอายุจำนวน 5 คน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีพัฒนาการด้านการเคลื่อนไหวดีขึ้น และอาการปวดเมื่อยลดลง โดยเฉพาะในผู้สูงอายุบางรายที่ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดทางการแพทย์แผนไทยที่ระบุว่าการนวดช่วยกระตุ้นการไหลเวียนโลหิต ลดอาการปวด และส่งเสริมสุขภาวะทางกายและจิตใจ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของภูมิปัญญาท้องถิ่นในการสร้างนวัตกรรมสุขภาพอย่างยั่งยืน

**คำสำคัญ:** ลูกตีนเป็ด นวด นวดฝ่าเท้า

## Abstract

This study aims to apply Thai traditional wisdom in massage by utilizing natural material, specifically the fruit known as *Luk Teen Ped* (Cerbera odollam), to design and develop a foot massage device for elderly health care. The design process emphasized usability, safety, durability, comfort, and aesthetics to suit elderly users. Initially, a literature review was conducted on the physical characteristics of the elderly, principles of Thai traditional massage, and the properties of *Luk Teen Ped*. These findings were integrated into massage techniques involving pressing, squeezing, kneading, rotating, and rolling on different parts of the foot, following Thai traditional methods. Data were collected through interviews with elderly users and experts in Thai traditional massage to better understand user needs and refine the design. The device uses mechanical mechanisms to simulate finger pressure and muscle compression on key reflex points of the foot. The prototype was tested on five elderly participants over eight weeks, with sessions twice weekly lasting one hour each. Results indicated improvements in muscle movement and joint flexibility, along with a reduction in muscle pain and tension

caused by tight and adhered tissues. Notably, participants 2 and 5 showed very good progress, while others showed moderate improvement. These outcomes align with previous research on Thai massage benefits, which include enhanced blood circulation, pain relief, muscle relaxation, and mental well-being. This study demonstrates the potential of combining traditional Thai knowledge with innovative design to promote sustainable health solutions for the aging population.

**Keywords:** Luk Teen Ped, Massage, Foot massage

## 1. บทนำ

ธรรมชาติบำบัด (Naturopathy) คือศาสตร์การดูแลสุขภาพที่อาศัยพลังฟื้นฟูจากธรรมชาติ เพื่อส่งเสริมความสมดุลของร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ โดยมีหลักการสำคัญคือการดูแลร่างกายให้แข็งแรงจากภายใน ไม่เน้นการใช้ยา แต่ให้ความสำคัญกับอาหาร การออกกำลังกาย การพักผ่อน และการอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างสอดคล้อง (สถาบันสุขภาพจิตแห่งชาติ, 2563) การใช้ธรรมชาติบำบัดในวิถีชีวิตไทยพบได้ในหลายรูปแบบ เช่น การอาบแดดยามเช้า การกินอาหารจากธรรมชาติที่ปลอดสารเคมี การดื่มน้ำสมุนไพร การนั่งสมาธิในสวน การใช้กลิ่นหอมบำบัด (Aromatherapy) และการแช่เท้าในน้ำสมุนไพร ล้วนเป็นแนวทางที่เรียบง่ายแต่ส่งผลดีต่อสุขภาพในระยะยาว (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2564) หนึ่งในแนวทางที่ได้รับความนิยมคือ "การล้างพิษ" ด้วยผัก ผลไม้ และสมุนไพรที่มีฤทธิ์ช่วยขับสารพิษ เช่น มะนาว ขิง กระชาย และฟ้าทะลายโจร นอกจากนี้ การใช้สมาธิหรือโยคะร่วมกับการหายใจอย่างเป็นจังหวะ ก็ช่วยลดความเครียดและปรับสมดุลพลังงานภายใน ธรรมชาติบำบัดยังเป็นศาสตร์ที่ส่งเสริมการดูแลสุขภาพแบบป้องกันมากกว่าการรักษาเมื่อป่วย ทำให้หลายประเทศรวมถึงประเทศไทยเริ่มบูรณาการธรรมชาติบำบัดกับระบบสาธารณสุข โดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุและผู้ป่วยโรคเรื้อรัง ซึ่งต้องการแนวทางที่ปลอดภัยและยั่งยืน แม้ว่าธรรมชาติบำบัดจะไม่ใช่การรักษาหลักในกรณีฉุกเฉิน แต่ก็เป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้าง “สุขภาพที่ดี” ในระยะยาว ช่วยให้ร่างกายสามารถฟื้นฟูตนเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพาสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะมากเกินไป

การนวดกดจุดฝ่าเท้าเป็นศาสตร์การดูแลสุขภาพที่อยู่คู่กับภูมิปัญญาพื้นบ้านของไทยมาอย่างยาวนาน โดยมีความเชื่อว่าบริเวณฝ่าเท้าเป็นแหล่งรวมของจุดสะท้อนอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย การกดจุดที่ฝ่าเท้าจะช่วยกระตุ้นการทำงานของอวัยวะนั้น ๆ ทำให้เกิดความสมดุลและส่งเสริมการไหลเวียนของโลหิต (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2562) การนวดฝ่าเท้าสามารถช่วยบรรเทาอาการเมื่อยล้า ปวดศีรษะ ปวดท้อง หรือแม้แต่ความเครียด โดยเฉพาะในวิถีชีวิตไทยดั้งเดิม การนวดฝ่าเท้ามักทำร่วมกับการแช่เท้าในน้ำสมุนไพร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผ่อนคลายและฟื้นฟูสุขภาพจิตใจและร่างกาย นอกจากนี้ ยังมีการใช้ไม้นวดหรือก้านธูปสำหรับกดจุดแทนนิ้วมือในบางพื้นที่ (ประยูร เชี่ยววัฒนา, 2559) ในยุคปัจจุบัน การนวดกดจุดฝ่าเท้าถูกพัฒนาและประยุกต์ใช้ในสถานบริการสุขภาพ และยังเป็นที่นิยมในแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพของไทย ทำให้ภูมิปัญญานี้ไม่เพียงแต่ยังคงอยู่ แต่ยังสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจได้อย่างยั่งยืน

ลูกตีนเป็ดคือลูกของต้นตีนเป็ดน้ำ (Cerbera odollam) ไม้ยืนต้นในวงศ์ Apocynaceae ที่มักปลูกเป็นไม้ประดับในพื้นที่ริมถนนหรือสวนสาธารณะ ผลมีลักษณะกลม ขนาดเท่าผลส้ม สีเขียวเมื่อดิบและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อสุก ภายในมีเมล็ดเดียวขนาดใหญ่ ซึ่งมีสารพิษชื่อเซอร์เบอริน (Cerberin) ที่เป็นพิษต่อระบบหัวใจอย่างรุนแรง พิษของลูกตีนเป็ดสามารถทำให้เกิดอาการหัวใจเต้นผิดจังหวะจนเสียชีวิตได้ในบางกรณี แม้จะมีพิษ แต่ต้นตีนเป็ดก็มีบทบาทในภูมิปัญญาชาวบ้านบางพื้นที่ เช่น ใช้เมล็ดบดเป็นยาเบื่อปลา ด้วยรูปลักษณ์ที่แปลกตา ลูกตีนเป็ดแห้งจึงมักจะถูกนำไปทิ้งหรือตากแดด ใช้ในงานประดิษฐ์บ้าง ทำให้เกิดความสูญเปล่า

จากประเด็นดังกล่าวผู้วิจัยเห็นความสำคัญในการศึกษาพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาไทยด้านการนวดแผนไทยร่วมกับวัสดุธรรมชาติ “ลูกตีนเป็ด” ในการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์นวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ซึ่งแนวทางในการพัฒนานั้นโดยเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อลดต้นทุนในการผลิตและยังออกแบบให้มีความสะดวกสบายในการใช้งาน โดยมีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมกับผู้ใช้บริการ การนวดและกดจุดตามส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญของร่างกายได้แก่ หลัง คอ แขนขาและฝ่าเท้าตามหลักภูมิปัญญาการนวดแผนไทย

**1.1 วิธีการทดลอง**

การศึกษาพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ โดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นการวิจัยเชิงทดลองมีการรวบรวมข้อมูลทั้งภาคเอกสารและภาคสนาม เพื่อให้การวิจัยนี้บรรลุถึงเป้าหมายและครอบคลุมทุกส่วนตามวัตถุประสงค์ในการศึกษาพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ โดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเฉพาะผู้ใช้บริการชายและหญิงที่มีอาการปวดเมื่อยเป็นที่เกิดจากเส้นยืด เส้นจม มีปัญหาทางด้านเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ โดยมีวิธีการศึกษาตามขั้นตอนดังนี้

**1.2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น**

ศึกษาลักษณะทางกายภาพและข้อจำกัดทางด้านร่างกายของผู้ใช้บริการด้วยวิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการนวดแผนไทย แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ในการออกแบบลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ รูปแบบทั่วไปของพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพที่ใช้ในการบำบัด นำข้อมูลมาสรุปวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนารูปแบบ

**1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล**

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพของพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มแบบเจาะจง (อุทุมพร จามรมาร, 2537: 21-25) โดยคัดเลือกผู้ใช้บริการชายและหญิงที่มีอาการปวดเมื่อยเป็นที่เกิดจากเส้นยืด เส้นจม มีปัญหาทางด้านเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ จำนวน 5 คน จาก รพ.สต.ศรีสุนทร ตำบลศรีสุนทร อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพโดยมีลำดับขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- ขอความร่วมมือกับรพ.สต.ศรีสุนทร ตำบลศรีสุนทร อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำการวิจัย
- ทำการทดสอบก่อนทำการทดลอง (Pretest) กับผู้ใช้บริการที่เป็นกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย
- นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพนำไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

## 2. ขอบเขตของโครงการวิจัย

**2.1 ขอบเขตการศึกษา**

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยการนวดแผนไทยเพื่อนำมาบูรณาการในการออกแบบศึกษาวิเคราะห์ระบบกลไกที่ใช้ในการนวดตามจุดต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้บริการ ศึกษาหลักเกณฑ์การออกแบบพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพและประเภทวัสดุที่นำมาออกแบบ

**2.2 ขอบเขตการออกแบบ**

2.2.1 ออกแบบพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการจากภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยนำวิธีการนวดแผนไทยมาเป็นแนวทางในการออกแบบ

2.2.2 ออกแบบพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการจากภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อใช้ในการนวดฝ่าเท้า

2.2.3 ออกแบบพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการจากภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยคำนึงถึงความสะดวกสบายในการใช้งาน ความเหมาะสมทางด้านรูปแบบโดยให้มีอุปกรณ์ช่วยประคองในส่วนของฝ่าเท้า

2.2.4 ออกแบบพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นให้สามารถนวด คลึงตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ตามหลักการนวดแผนไทย ได้แก่ ศีรษะ คอ หลัง เอว ก้นกบ ต้นขา น่อง ข้อเท้า ไหล่ ต้นแขน แขน ข้อมือและการกดจุดฝ่าเท้าตามหลักของภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

2.2.5 ออกแบบพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น

**2.3 ตัวแปรที่ศึกษา**

2.3.1 ตัวแปรต้นได้แก่พัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่น

2.3.2 ตัวแปรตามได้แก่ประสิทธิภาพพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการสามารถช่วยในการบำบัดรักษากล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ของผู้ใช้บริการได้ดีขึ้น และยังช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยืด เส้นจม

**2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. แบบสัมภาษณ์ (Interview)

1.1 แบบสัมภาษณ์ความต้องการในการออกแบบจากผู้ใช้บริการ

1.2 แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่างๆ ดังนี้

- ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการนวดแผนไทยจากคลินิกการแพทย์แผนไทย รพ.สต.ศรีสุนทร ตำบลศรีสุนทร อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต โดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการนวดแผนไทย วิธีการนวดเพื่อการรักษาบำบัดฟื้นฟู

- ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ประโยชน์ใช้สอย วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

2. แบบสังเกตการณ์ (Observe)

2.1 แบบสังเกตการณ์วิธีการนวดแผนไทยโดยการถ่ายภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวตลอดจนจดบันทึกเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ

2.2 การสังเกตจากการทดลองเพื่อทดสอบหาความเหมาะสมให้ทราบถึงปัญหาในการใช้งานและนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อการสร้างต้นแบบจริงต่อไป

3. แบบสอบถาม (Questionnaire)

เป็นแบบสอบถามปัญหาของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ และอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจม ของผู้ใช้บริการเลือกตอบแบบสอบถามที่เป็นคำถามถึงระดับของอาการดังกล่าวโดยแบ่งเป็นระดับดังนี้

ระดับที่ 1 หมายถึง ระดับน้อย

ระดับที่ 2 หมายถึง ระดับปานกลาง

ระดับที่ 3 หมายถึง ระดับดีมาก

4. แบบประเมินประสิทธิภาพ (Performance evaluation)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้แบบประเมินประสิทธิภาพของสมพร ภูติยานันต์ (2542) เพื่อใช้ในการประเมินต้นแบบ (Prototype) ที่สร้างขึ้นโดยมีประเด็นที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้

- พัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ
- สภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจม

โดยทำการทดสอบกับกลุ่มผู้สูงอายุที่ผ่านการประเมินระดับอาการจากแบบสอบถามโดยคัดเลือกผู้สูงอายุที่มีอาการอยู่ในระดับ 2 ที่มีปัญหาทางด้านเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ และผู้สูงอายุที่มีอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจม มาทำการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้เวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 1 ชั่วโมง (ที่มา : สมพร ภูติยานันต์ (2542) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพของนพพร ชายหอมรส (2564) ได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพไว้ 2 ประเด็น

- เกณฑ์การประเมินพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้
  ระดับที่ 1 หมายถึง มีพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่ออยู่ในระดับน้อย
  ระดับที่ 2 หมายถึง มีพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่ออยู่ในระดับปานกลาง
  ระดับที่ 3 หมายถึง มีพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่ออยู่ในระดับดีมาก
- เกณฑ์การประเมินสภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจมแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้
  ระดับที่ 1 หมายถึง สภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจมอยู่ในระดับน้อย
  ระดับที่ 2 หมายถึง สภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจมอยู่ในระดับปานกลาง
  ระดับที่ 3 หมายถึง สภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจมอยู่ในระดับดีมาก

**<u>หมายเหตุ</u>** การประเมินประสิทธิภาพมีแพทย์และนักกายภาพบำบัดคอยควบคุมตลอดระยะเวลาในการประเมิน

## 3. ผลการศึกษา

### 3.1 ผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษาที่เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของผู้ใช้บริการ การศึกษาภูมิปัญญาไทย วิธีการนวดแผนไทยในส่วนของ การนวดเพื่อการบำบัด แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.2 ผลการสัมภาษณ์

3.2.1 ผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการโดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความต้องการในการออกแบบในส่วนของรูปแบบต้องคำนึงถึงขนาดสัดส่วนของผู้ใช้บริการ อุปกรณ์ยึดจับในขณะใช้งาน ความแข็งแรงทนทาน จากผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ มาเป็นแนวทางในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับใช้บริการโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นให้มีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมกับผู้ใช้บริการ มีอุปกรณ์ยึดจับในขณะใช้งาน เลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมแข็งแรงทนทาน

3.2.2 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการนวดแผนไทยโดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับวิธีการนวดแผนไทย เพื่อกระตุ้นการทำงานของร่างกาย จากผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ มาเป็นแนวทางในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยมีอุปกรณ์ที่สามารถใช้ในการบีบกล้ามเนื้อและอุปกรณ์กดจุดตามอวัยวะส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญของร่างกายตามหลักภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

3.2.3 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการสัมภาษณ์ เกี่ยวกับด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ประโยชน์ใช้สอย ความปลอดภัย วัสดุและกรรมวิธีการผลิตจากผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ มาเป็นแนวทางในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นให้มีรูปแบบที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้บริการ มีประโยชน์ใช้สอยที่ตรงกับการใช้งานของผู้ใช้บริการ มีความปลอดภัยในการใช้งาน เลือกใช้วัสดุที่มีความแข็งแรง สามารถนำไปผลิตจากผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ มาเป็นแนวทางในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่น

## 4. ผลการออกแบบ

เป็นผลจากการศึกษาจากเอกสาร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพและข้อจำกัดทางด้านร่างกายของผู้ใช้บริการ วิธีการนวดแผนไทย ระบบกลไกในการทำงาน รูปแบบและปัญหาการนวดฝ่าเท้าที่มีอยู่ทั่วไป แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ในการออกแบบพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับนำมาวิเคราะห์เพื่อทำการออกแบบ

### 4.1.การออกแบบร่างเพื่อแสดงแนวคิดเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบร่างเพื่อแสดงแนวคิดเบื้องต้นจากการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่าง ๆ ดังรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 2 ดังนี้




**รูปที่ 1** แนวคิดเบื้องต้นลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ

จากรูปที่ 1 เป็นการแสดงแสดงแนวคิดเบื้องต้นเพื่อหาแนวทางการออกแบบพัฒนาลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นแนวทางในการออกแบบโดยใช้หลักการนวดแผนไทยเพื่อการบำบัดรักษา การกดจุดและการนวดผ่อนคลายตามจุดต่างๆของจุดฝ่าเท้า โดยใช้วัสดุธรรมชาติที่มีในท้องถิ่น




**รูปที่ 2** การทดลองใช้ลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ

จากรูปที่ 2 เป็นการนำการทดลองใช้ลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพโดยคำนึงถึงมีความรู้สึกผ่อนคลายมาเป็นแนวทางการใช้ลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ

**4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพ**

เป็นผลการประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบ (Prototype) ที่สร้างขึ้นประเมินโดยผู้สูงอายุและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการนวดแผนไทยประเด็นในการประเมิน 2 ประเด็นดังนี้ (1) พัฒนาการการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ (2) สภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจมเป็นการประเมินประสิทธิภาพผู้สูงอายุชายและหญิงจำนวน 5 คน ที่มีปัญหาทางด้านเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ

และข้อต่อต่าง ๆ และผู้สูงอายุที่มีอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจมใช้เวลาในการประเมิน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 1 ชั่วโมง (ที่มา: นพพร ชายหอมรส) ซึ่งผลการประเมินดังตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 1 การประเมินพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ

| จำนวนผู้สูงอายุ | พัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ | | | | | | ระดับผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ระยะเวลาในการประเมิน (สัปดาห์) | | | | | | |
| | สัปดาห์ 1 | สัปดาห์ 2 | สัปดาห์ 3 | สัปดาห์ 4 | สัปดาห์ 5 | สัปดาห์ 6 | |
| คนที่ 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | ปานกลาง |
| คนที่ 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | ดีมาก |
| คนที่ 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | ปานกลาง |
| คนที่ 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | ดีมาก |
| คนที่ 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | ดีมาก |

จากตารางที่ 1 เป็นการประเมินพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ผู้สูงอายุจำนวน 5 คน ทำการประเมินตลอด 6 สัปดาห์ โดยมีผลการประเมินดังนี้

- ผู้สูงอายุคนที่ 1 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง สามารถแยกเป็นรายสัปดาห์ได้ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 3 ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย และสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง
- ผู้สูงอายุคนที่ 2 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก สามารถแยกเป็นรายสัปดาห์ได้ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 2 ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย สัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง และสัปดาห์ที่ 5 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก
- ผู้สูงอายุคนที่ 3 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง สามารถแยกเป็นรายสัปดาห์ได้ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 3 ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย และสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง
- ผู้สูงอายุคนที่ 4 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง สามารถแยกเป็นรายสัปดาห์ได้ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 2 ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย สัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 5 ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง และสัปดาห์ที่ 6 ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก
- ผู้สูงอายุคนที่ 5 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก สามารถแยกเป็นรายสัปดาห์ได้ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 2 ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย สัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง และสัปดาห์ที่ 5 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 2 การประเมินสภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจม

| จำนวนผู้สูงอายุ | การประเมินสภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจม | | | | | | ระดับผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ระยะเวลาในการประเมิน (สัปดาห์) | | | | | | |
| | สัปดาห์ 1 | สัปดาห์ 2 | สัปดาห์ 3 | สัปดาห์ 4 | สัปดาห์ 5 | สัปดาห์ 6 | |
| คนที่ 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | ปานกลาง |
| คนที่ 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | ดีมาก |
| คนที่ 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | ปานกลาง |
| คนที่ 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | ปานกลาง |
| คนที่ 5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | ดีมาก |

จากตารางที่ 2 เป็นการประเมินสภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจม ผู้สูงอายุจำนวน 5 คน ทำการประเมินตลอด 6 สัปดาห์ โดยมีผลการประเมินดังนี้

- ผู้สูงอายุคนที่ 1 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง สามารถแยกเป็นรายสัปดาห์ได้ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย และสัปดาห์ที่ 5 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง
- ผู้สูงอายุคนที่ 2 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก สามารถแยกเป็นรายสัปดาห์ได้ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 3 ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย สัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 5 ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางและสัปดาห์ที่ 6 ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก
- ผู้สูงอายุคนที่ 3 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง สามารถแยกเป็นรายสัปดาห์ได้ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 3 ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย และสัปดาห์ที่ 4 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง
- ผู้สูงอายุคนที่ 4 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง สามารถแยกเป็นรายสัปดาห์ได้ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 2 ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย สัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง
- ผู้สูงอายุคนที่ 5 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก สามารถแยกเป็นรายสัปดาห์ได้ดังนี้ สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 2 ผลการประเมินอยู่ในระดับน้อย สัปดาห์ที่ 3 ถึงสัปดาห์ที่ 4 ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางและสัปดาห์ที่ 5 ถึงสัปดาห์ที่ 6 ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก

## 5. สรุป

5.1 สรุปผลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปผลจากการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพของผู้สูงอายุ การศึกษาภูมิปัญญาไทย วิธีการนวดแผนไทยในส่วนของการนวดการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาทำการใช้ลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพคำนึงถึง หน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความแข็งแรง ความสะดวกสบาย ความสวยงาม (อุดมศักดิ์ สารีบุตร 2540) โดยนำมาบูรณาการร่วมกับหลักการของภูมิปัญญาด้านการแพทย์แผนไทยในส่วนของการบีบ การกด การคลึง การหมุน การกลิ้งตามส่วนส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่เป็นไปตามหลักและวิธีการนวดแผนไทยจากผลการศึกษา มีความสอดคล้องกับวิธีการนวดแผนไทยของมณีวรรณ เจีย (2554) กล่าวถึงวิธีการนวดแผนไทยสามารถนวดบนร่างกายได้แก่การบีบ การคลึง การกลิ้ง การหมุน

5.2 สรุปผลการสัมภาษณ์ สรุปผลจากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุและผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่าง ๆ มาวิเคราะห์และทำการออกแบบการใช้ลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพโดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยให้ตรงกับการใช้งานของผู้สูงอายุ มีขนาดสัดส่วนที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้บริการ มีความปลอดภัย มีความแข็งแรงและในส่วนระบบการทำงานของการใช้ลูกตีนเป็ดนวดฝ่าเท้ามีระบบกลไกต่าง ๆ ได้แก่ กลไกที่ใช้บีบกล้ามเนื้อ กลไกที่ใช้กดจุดตามอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

5.3 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพ เป็นผลจากการประเมินประสิทธิภาพโดยทดสอบการใช้เก้าอี้นวดเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากการภูมิปัญญาท้องถิ่นกับผู้สูงอายุจำนวน 5 คน ใช้เวลาในการประเมินประสิทธิภาพ 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 1 ชั่วโมง ทำการประเมินโดยผู้สูงอายุและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการนวดแผนไทยโดยมีประเด็นในการประเมินทางด้านพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ผลการประเมินพบว่า ผู้สูงอายุคนที่ 2 และคนที่ 4 และ 5 มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ส่วนผู้สูงอายุที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีปานกลางได้แก่ ผู้สูงอายุคนที่ 1 และคนที่ 3 ส่วนผลการประเมินประสิทธิภาพทางด้านสภาวะอาการปวดเมื่อยเป็นที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจมพบว่า ผู้สูงอายุคนที่ 2 และคนที่ 5 มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมากส่วนผู้สูงอายุที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีปานกลางได้แก่ ผู้สูงอายุคนที่ 1 คนที่ 3 และคนที่ 4

ผลจากการประเมินประสิทธิภาพมีความสอดคล้องกับยงศักดิ์ ตันติปิฎก (2559) กล่าวถึง การนวดแผนไทยมีประโยชน์ ด้านสุขภาพผู้ได้รับการนวดจะได้ผลทั้งร่างกายและจิตใจ ผลทางกายคือการนวดทำให้เกิดอาการไหลเวียนของเลือดลมดี ลดความดันโลหิต ช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อ เส้นเอ็น พังผืด ช่วยลดอาการปวดเมื่อยเป็นที่เกิดจากเส้นยึดเส้นจม การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ดีขึ้น และบรรเทาอาการเคล็ดขัดยอกกล้ามเนื้อและยังทำให้รู้สึกสดชื่น แจ่มใส ผ่อนคลายจิตใจ

## เอกสารอ้างอิง

[1] ประยูร เชี่ยววัฒนา. (2559). การแพทย์แผนไทยและการดูแลสุขภาพแบบองค์รวม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[2] มณีวรรณ เจีย. (2554). การนวดแผนไทยเพื่อส่งเสริมสุขภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

[3] ยงศักดิ์ ตันติปิฎก. (2559). การนวดแผนไทยเพื่อการบำบัดรักษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

[4] สถาบันการแพทย์แผนไทย. (2562). องค์ความรู้ภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย. กระทรวงสาธารณสุข.

[5] สถาบันสุขภาพจิตแห่งชาติ. (2563). คู่มือสุขภาพจิตแนวธรรมชาติบำบัด. กระทรวงสาธารณสุข.

[6] สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร. (2564). องค์ความรู้ภูมิปัญญาไทย: การใช้พืชสมุนไพรเพื่อสุขภาพ. สืบค้นจาก https://www.arda.or.th

[7] อุดมศักดิ์ สารีบุตร. (2540). หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

# การพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ

# Development of coconut shell foot massage for health

อภิธาร ชูค้ำ[1*] นันทวัฒน์ หะหวา[1] อภิชาติ เมฆทันต์[1] ธัญชนก ช่วยชนะ[1] และ อนุวัฒน์ นาควิจิตร[1]
[1]คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

Apithan chookam[1*] Nantawat Hawa[1] Anuwat Nakvijit[1] Apichat Maektun[1] and Thanchanok Chuaychana[1]
[1]Faculty of Education, Phuket Rajabhat University

E-mail: s6611149109@pkru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์กะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมสุขภาพและประสิทธิภาพของกะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าที่พัฒนาขึ้นในการช่วยผ่อนคลายและกระตุ้นจุดต่าง ๆ บนฝ่าเท้า โดยมีการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการ ผู้เชี่ยวชาญด้านนวดแผนไทย และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการชี้ให้เห็นว่าการออกแบบต้องคำนึงถึงขนาดและสัดส่วนที่เหมาะสม อุปกรณ์ยึดจับที่มั่นคง และวัสดุที่แข็งแรงทนทาน ในขณะที่ผู้เชี่ยวชาญด้านนวดแผนไทยเน้นให้มีอุปกรณ์ช่วยบีบกล้ามเนื้อและกดจุดสำคัญตามหลักการแพทย์แผนไทย ส่วนผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบมุ่งเน้นรูปแบบ ผลประโยชน์ใช้สอย ความปลอดภัย และวัสดุที่เหมาะสม ผลการออกแบบร่างเบื้องต้นเป็นไปตามหลักการนวดแผนไทยและใช้วัสดุธรรมชาติในท้องถิ่น ทดลองใช้งานกะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าให้ความรู้สึกผ่อนคลายตามจุดต่าง ๆ ของฝ่าเท้า การประเมินประสิทธิภาพต้นแบบกับผู้ใช้บริการ 5 คน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อพัฒนาในระดับปานกลาง ผู้ใช้บริการพึงพอใจในด้านความแข็งแรง ความสะดวก ความปลอดภัย การช่วยคลายกล้ามเนื้อ และความรู้สึกผ่อนคลายโดยรวม งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นแนวทางการออกแบบกะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพื่อส่งเสริมสุขภาพและความผ่อนคลายอย่างยั่งยืน

**คำสำคัญ:** กะลามะพร้าว นวด นวดฝ่าเท้า

## Abstract

This research aimed to design and develop a coconut shell foot massage device suitable for promoting health, and to evaluate its effectiveness in providing relaxation and stimulating various reflex points on the feet. The study involved a review of related literature and research, as well as interviews with service users, Thai traditional massage experts, and product design specialists. Interviews with service users indicated that the design should consider proper size and proportions, secure hand grips, and durable materials. Thai traditional massage experts emphasized the inclusion of components to assist in muscle compression and pressure on key reflex points based on traditional Thai medicine principles. Meanwhile, product designers focused on functionality, safety, aesthetic form, and appropriate materials. The preliminary design prototype followed traditional Thai massage principles and utilized locally-sourced natural materials. Initial usage testing of the coconut shell foot massage tool showed that it provided a relaxing sensation at various points on the feet. A six-week trial with five participants revealed moderate improvement in joint and muscle movement. Participants expressed satisfaction

in terms of durability, ease of use, safety, muscle relaxation, and overall comfort. This study suggests a design direction for an effective and appropriate coconut shell foot massage device that supports sustainable health and well-being

**Keywords:** Coconut Shell, Massage, Foot massage

## 1. บทนำ

ธรรมชาติบำบัด (Naturopathy) คือศาสตร์การดูแลสุขภาพที่อาศัยพลังฟื้นฟูจากธรรมชาติ เพื่อส่งเสริมความสมดุลของร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ โดยมีหลักการสำคัญคือการดูแลร่างกายให้แข็งแรงจากภายใน ไม่เน้นการใช้ยา แต่ให้ความสำคัญกับอาหาร การออกกำลังกาย การพักผ่อน และการอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างสอดคล้อง (สถาบันสุขภาพจิตแห่งชาติ, 2563) การใช้ธรรมชาติบำบัดในวิถีชีวิตไทยพบได้ในหลายรูปแบบ เช่น การอาบแดดยามเช้า การกินอาหารจากธรรมชาติที่ปลอดสารเคมี การดื่มน้ำสมุนไพร การนั่งสมาธิในสวน การใช้กลิ่นหอมบำบัด (Aromatherapy) และการแช่เท้าในน้ำสมุนไพร ล้วนเป็นแนวทางที่เรียบง่ายแต่ส่งผลดีต่อสุขภาพในระยะยาว (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2564) หนึ่งในแนวทางที่ได้รับความนิยมคือ "การล้างพิษ" ด้วยผัก ผลไม้ และสมุนไพรที่มีฤทธิ์ช่วยขับสารพิษ เช่น มะนาว ขิง กระชาย และฟ้าทะลายโจร นอกจากนี้ การใช้สมาธิหรือโยคะร่วมกับการหายใจอย่างเป็นจังหวะ ก็ช่วยลดความเครียดและปรับสมดุลพลังงานภายใน ธรรมชาติบำบัดยังเป็นศาสตร์ที่ส่งเสริมการดูแลสุขภาพแบบป้องกันมากกว่าการรักษาเมื่อป่วย ทำให้หลายประเทศรวมถึงประเทศไทยเริ่มบูรณาการธรรมชาติบำบัดกับระบบสาธารณสุข โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใช้บริการและผู้ป่วยโรคเรื้อรัง ซึ่งต้องการแนวทางที่ปลอดภัยและยั่งยืน แม้ว่าธรรมชาติบำบัดจะไม่ใช่การรักษาหลักในกรณีฉุกเฉิน แต่ก็เป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้าง “สุขภาพที่ดี” ในระยะยาว ช่วยให้ร่างกายสามารถฟื้นฟูตนเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพาสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะมากเกินไป

การนวดกดจุดฝ่าเท้าเป็นศาสตร์การดูแลสุขภาพที่อยู่คู่กับภูมิปัญญาพื้นบ้านของไทยมาอย่างยาวนาน โดยมีความเชื่อว่าบริเวณฝ่าเท้าเป็นแหล่งรวมของจุดสะท้อนอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย การกดจุดที่ฝ่าเท้าจะช่วยกระตุ้นการทำงานของอวัยวะนั้น ๆ ทำให้เกิดความสมดุลและส่งเสริมการไหลเวียนของโลหิต (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2562) การนวดฝ่าเท้าสามารถช่วยบรรเทาอาการเมื่อยล้า ปวดศีรษะ ปวดท้อง หรือแม้แต่ความเครียด โดยเฉพาะในวิถีชีวิตไทยดั้งเดิม การนวดฝ่าเท้ามักทำร่วมกับการแช่เท้าในน้ำสมุนไพร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผ่อนคลายและฟื้นฟูสุขภาพจิตใจและร่างกาย นอกจากนี้ ยังมีการใช้ไม้นวดหรือก้านธูปสำหรับกดจุดแทนนิ้วมือในบางพื้นที่ (ประยูร เชี่ยววัฒนา, 2559) ในยุคปัจจุบัน การนวดกดจุดฝ่าเท้าถูกพัฒนาและประยุกต์ใช้ในสถานบริการสุขภาพ และยังเป็นที่นิยมในแหล่งท่องเที่ยวเชิงสุขภาพของไทย ทำให้ภูมิปัญญานี้ไม่เพียงแต่ยังคงอยู่ แต่ยังสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจได้อย่างยั่งยืน

กะลามะพร้าว คือส่วนแข็งของผลมะพร้าว (Cocos nucifera) ซึ่งได้จากต้นมะพร้าว ไม้ยืนต้นในวงศ์ปาล์ม (Arecaceae) ที่นิยมปลูกในพื้นที่ชนบท สวนหลังบ้าน หรือพื้นที่เกษตรกรรม ผลมะพร้าวมีลักษณะกลม ขนาดประมาณลูกบาสเกตบอล เปลือกนอกมีเส้นใยหนา ภายในคือกะลาที่มีเนื้อแข็งและทนทานมาก เมื่อแห้งแล้วจะมีสีน้ำตาลเข้มและมีความเหนียวสูง กะลามะพร้าวไม่เป็นพิษและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการทำเครื่องใช้ ของเล่น งานศิลปหัตถกรรม หรือแม้กระทั่งวัสดุเชื้อเพลิง ด้วยรูปลักษณ์ที่เป็นธรรมชาติและทนทาน กะลามะพร้าวที่เหลือจากการบริโภคเนื้อและน้ำ จึงมักถูกเก็บไว้ใช้งานต่อ หรือในบางครั้งอาจถูกทิ้งหรือนำไปตากแดดโดยไม่ได้ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดการนวดฝ่าเท้าด้วยกะลามะพร้าว: การบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อสุขภาพ การนวดฝ่าเท้าเป็นหนึ่งในวิธีการบำบัดรักษาที่ได้รับความนิยมในแพทย์แผนไทย โดยเชื่อว่าการกระตุ้นจุดฝ่าเท้าจะช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย (Phimphiman, 2020) กะลามะพร้าวซึ่งเป็นวัสดุธรรมชาติที่หาได้ง่ายในชุมชนท้องถิ่น ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการนวดฝ่าเท้า เนื่องจากมีความแข็งแรง ทนทาน และมีลักษณะเหมาะสมสำหรับการกดจุดและนวด (Somsak, 2017)การออกแบบกะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าผสมผสานภูมิปัญญาท้องถิ่นเข้ากับหลักการนวดแผนไทย เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการ ทั้งในด้านความสะดวก ความปลอดภัย และประสิทธิภาพในการบำบัด (Wongchai, 2019) นอกจากนี้ การใช้วัสดุจากธรรมชาติยังช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน (Sutthipong, 2018) งานวิจัยโดย Nopporn (2023) พบว่า การใช้กะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าช่วยพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ รวมถึง

บรรเทาอาการปวดเมื่อยได้อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งผู้ใช้บริการยังรายงานความรู้สึกผ่อนคลายและความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์นี้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Tangwong (2016) ที่เน้นการนวดตามจุดกดทับสำคัญในฝ่าเท้าเพื่อส่งเสริมสุขภาพโดยรวมด้วยเหตุนี้ การนวดฝ่าเท้าด้วยกะลามะพร้าวจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมสุขภาพและฟื้นฟูร่างกาย โดยเฉพาะในบริบทของชุมชนที่ต้องการรักษาภูมิปัญญาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตท้องถิ่น

จากประเด็นดังกล่าวผู้วิจัยเห็นความสำคัญในการศึกษาพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ ซึ่งแนวทางในการพัฒนาพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ โดยเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อลดต้นทุนในการผลิตและยังออกแบบให้มีความสะดวกสบายในการใช้งานโดยมีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมกับผู้ใช้บริการ การนวดและกดจุดตามส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญของร่างกายได้แก่ หลัง คอ แขน ขาและฝ่าเท้าตามหลักภูมิปัญญาการนวดแผนไทย โดยมีงานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์กะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมสุขภาพ และประสิทธิภาพของกะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าที่พัฒนาขึ้นในการช่วยผ่อนคลายและกระตุ้นจุดต่าง ๆ บนฝ่าเท้า

**1.1 วิธีการทดลอง**

การศึกษาพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ โดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นการวิจัยเชิงทดลองมีการรวบรวมข้อมูลทั้งภาคเอกสารและภาคสนาม เพื่อให้การวิจัยนี้บรรลุถึงเป้าหมายและครอบคลุมทุกส่วนตามวัตถุประสงค์ในการศึกษาพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ โดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเฉพาะผู้ใช้บริการชายและหญิงที่มีอาการปวดเมื่อยเป็นที่เกิดจากเส้นยืด เส้นจม มีปัญหาทางด้านเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ โดยมีวิธีการศึกษาตามขั้นตอนดังนี้

**1.2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น**

ศึกษาลักษณะทางกายภาพและข้อจำกัดทางด้านร่างกายของผู้ใช้บริการด้วยวิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการนวดแผนไทย แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ในการออกแบบกะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ รูปแบบทั่วไปของพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพที่ใช้ในการบำบัด นำข้อมูลมาสรุปวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนารูปแบบ

## 2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพของพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มแบบเจาะจง (อุทุมพร จามรมาร, 2537: 21-25) โดยคัดเลือกผู้ใช้บริการชายและหญิงที่มีอาการปวดเมื่อยเป็นที่เกิดจากเส้นยืด เส้นจม

มีปัญหาทางด้านเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ จำนวน 5 คน จาก โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลศรีสุนทร ตำบลศรีสุนทร อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพโดยมีลำดับขั้นตอน การเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- ขอความร่วมมือกับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลศรีสุนทร ตำบลศรีสุนทร อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำการวิจัย
- ทำการทดสอบก่อนทำการทดลอง (Pretest) กับผู้ใช้บริการที่เป็นกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย
- นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพนำไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

## 3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

**3.1 ขอบเขตการศึกษา**

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยการนวดแผนไทยเพื่อนำมาบูรณาการในการออกแบบศึกษาวิเคราะห์ระบบกลไกที่ใช้ในการนวดตามจุดต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้บริการ ศึกษาหลักเกณฑ์การออกแบบพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพและประเภทวัสดุที่นำมาออกแบบ

**3.2 ขอบเขตการออกแบบ**

3.2.1 ออกแบบพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการจากภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยนำวิธีการนวดแผนไทยมาเป็นแนวทางในการออกแบบ

3.2.2 ออกแบบพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการจากภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อใช้ในการนวดฝ่าเท้า

3.2.3 ออกแบบพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการจากภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยคำนึงถึงความสะดวกสบายในการใช้งาน ความเหมาะสมทางด้านรูปแบบโดยให้มีอุปกรณ์ช่วยประคองในส่วนของฝ่าเท้า

3.2.4 ออกแบบพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นให้สามารถนวด คลึงตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ตามหลักการนวดแผนไทย ได้แก่ ศีรษะ คอ หลัง เอว ก้นกบ ต้นขา น่อง ข้อเท้า ไหล่ ต้นแขน แขน ข้อมือและการกดจุดฝ่าเท้าตามหลักของภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

3.2.5 ออกแบบพัฒนากะลามะพร้าวฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในพื้นที่ท้องถิ่น

**3.3 ตัวแปรที่ศึกษา**

3.3.1 ตัวแปรต้นได้แก่พัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่น

3.3.2 ตัวแปรตามได้แก่ประสิทธิภาพพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการสามารถช่วยในการบำบัดรักษากล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ของผู้ใช้บริการได้ดีขึ้น และยังช่วยบรรเทาอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจม

## 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

**4.1 แบบสัมภาษณ์ (Interview)**

4.1.1 แบบสัมภาษณ์ความต้องการในการออกแบบจากผู้ใช้บริการ

4.4.2 แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่างๆ ดังนี้

- ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการนวดแผนไทยจากคลินิกการแพทย์แผนไทย โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลศรีสุนทร ตำบลศรีสุนทร อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต โดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการนวดแผนไทย วิธีการนวดเพื่อการรักษาบำบัดฟื้นฟู
- ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ประโยชน์ใช้สอยวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

**4.2 แบบสังเกตการณ์ (Observe)**

4.2.1 แบบสังเกตการณ์วิธีการนวดแผนไทยโดยการถ่ายภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวตลอดจนจดบันทึกเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ

4.2.2 การสังเกตจากการทดลองเพื่อทดสอบหาความเหมาะสมให้ทราบถึงปัญหาในการใช้งานและนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อการสร้างต้นแบบจริงต่อไป

**4.3 แบบสอบถาม (Questionnaire)**

เป็นแบบสอบถามปัญหาของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ และอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจม ของผู้ใช้บริการเลือกตอบแบบสอบถามที่เป็นคำถามถึงระดับของอาการดังกล่าวโดยแบ่งเป็นระดับดังนี้ ระดับที่ 1 หมายถึง ระดับน้อย ระดับที่ 2 หมายถึง ระดับปานกลาง ระดับที่ 3 หมายถึง ระดับดีมาก

**4.4 แบบประเมินประสิทธิภาพ (Performance evaluation)**

ผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้แบบประเมินประสิทธิภาพของสมพร ภูติยานันต์ (2542) เพื่อใช้ในการประเมินต้นแบบ (Prototype) ที่สร้างขึ้นโดยมีประเด็นที่ใช้ในการประเมินดังนี้

- พัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ
- สภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึดเส้นจม

โดยทำการทดสอบกับกลุ่มผู้ใช้บริการที่ผ่านการประเมินระดับอาการจากแบบสอบถามโดยคัดเลือกผู้ใช้บริการที่มีอาการอยู่ในระดับ 2 ที่มีปัญหาทางด้านเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ และผู้ใช้บริการที่มีอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจม มาทำการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้เวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 1 ชั่วโมง (ที่มา : สมพร ภูติยานันต์ (2542) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพของนพพร ชายหอมรส (2564) ได้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพไว้ 2 ประเด็น

- เกณฑ์การประเมินพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้
  ระดับที่ 1 หมายถึง มีพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่ออยู่ในระดับน้อย
  ระดับที่ 2 หมายถึง มีพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่ออยู่ในระดับปานกลาง
  ระดับที่ 3 หมายถึง มีพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่ออยู่ในระดับดีมาก
- เกณฑ์การประเมินสภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจมแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้
  ระดับที่ 1 หมายถึง สภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจมอยู่ในระดับน้อย
  ระดับที่ 2 หมายถึง สภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจมอยู่ในระดับปานกลาง
  ระดับที่ 3 หมายถึง สภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยึด เส้นจมอยู่ในระดับดีมาก

**หมายเหตุ** การประเมินประสิทธิภาพมีแพทย์และนักกายภาพบำบัดคอยควบคุมตลอดระยะเวลาในการประเมิน

## 5. ผลการศึกษา

### 5.1 ผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษาที่เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของผู้ใช้บริการ การศึกษาภูมิปัญญาไทย วิธีการนวดแผนไทยในส่วนของ การนวดเพื่อการบำบัด แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 5.2 ผลการสัมภาษณ์

5.2.1 ผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการโดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความต้องการในการออกแบบในส่วนของรูปแบบต้องคำนึงถึงขนาดสัดส่วนของผู้ใช้บริการ อุปกรณ์ยึดจับในขณะใช้งาน ความแข็งแรงทนทาน จากผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ มาเป็นแนวทางในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับใช้บริการโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นให้มีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมกับผู้ใช้บริการ มีอุปกรณ์ยึดจับในขณะใช้งาน เลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมแข็งแรงทนทาน

5.2.2 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการนวดแผนไทยโดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับวิธีการนวดแผนไทย เพื่อกระตุ้นการทำงานของร่างกาย จากผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ มาเป็นแนวทางในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นโดยมีอุปกรณ์ที่สามารถใช้ในการบีบกล้ามเนื้อและอุปกรณ์กดจุดตามอวัยวะส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญของร่างกายตามหลักภูมิปัญญาแพทย์แผนไทย

5.2.3 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยการสัมภาษณ์ เกี่ยวกับด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ประโยชน์ใช้สอย ความปลอดภัย วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

จากผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ มาเป็นแนวทางในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบพัฒนากะลามะพร้าวฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ใช้บริการโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นให้มีรูปแบบที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้บริการ มีประโยชน์ใช้สอยที่ตรงกับการใช้งานของผู้ใช้บริการ มีความปลอดภัยในการใช้งาน เลือกใช้วัสดุที่มีความแข็งแรง สามารถนำไปผลิต

จากผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์ มาเป็นแนวทางในการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่น

## 6. ผลการออกแบบ

เป็นผลจากการศึกษาจากเอกสาร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางกายภาพและข้อจำกัดทางด้านร่างกายของผู้ใช้บริการ วิธีการนวดแผนไทย ระบบกลไกในการทำงาน รูปแบบและปัญหาการนวดฝ่าเท้าที่มีอยู่ทั่วไป แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ในการออกแบบพัฒนากะลามะพร้าวฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพสำหรับนำมาวิเคราะห์เพื่อทำการออกแบบ

### 6.1 การออกแบบร่างเพื่อแสดงแนวคิดเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบร่างเพื่อแสดงแนวคิดเบื้องต้นจากการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่าง ๆ ดังรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 2 ดังนี้



**รูปที่ 1** แนวคิดเบื้องต้นกะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ

จากรูปที่ 1 เป็นการแสดงแสดงแนวคิดเบื้องต้นเพื่อหาแนวทางการออกแบบพัฒนากะลามะพร้าวฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพโดยการบูรณาการจากภูมิปัญญาท้องถิ่นแนวทางในการออกแบบโดยใช้หลักการนวดแผนไทยเพื่อการบำบัดรักษา การกดจุดและการนวดผ่อนคลายตามจุดต่างๆของจุดฝ่าเท้า โดยใช้วัสดุธรรมชาติที่มีในท้องถิ่น



**รูปที่ 2** การทดลองใช้กะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ

จากรูปที่ 2 เป็นการนำการทดลองใช้กะลามะพร้าวฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพโดยคำนึงถึงมีความรู้สึกผ่อนคลายมาเป็นแนวทางการใช้กะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ

**6.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพ**

เป็นผลการประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบ (Prototype) ที่สร้างขึ้นประเมินโดยผู้ใช้บริการและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการนวดแผนไทยประเด็นในการประเมิน 2 ประเด็นดังนี้ (1) พัฒนาการการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ (2) สภาวะอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยืด เส้นจมเป็นการประเมินประสิทธิภาพผู้ใช้บริการชายและหญิงจำนวน 5 คน ที่มีปัญหาทางด้านเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ และผู้ใช้บริการที่มีอาการปวดเมื่อยที่เกิดจากเส้นยืด เส้นจมใช้เวลาในการประเมิน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ2 วัน วันละ 1 ชั่วโมง (ที่มา: นพพร ชายหอมรส)  ซึ่งผลการประเมินดังตารางที่ ดังนี้

ตารางที่ 1 แบบสอบถามความพึงพอใจเครื่องมือ MIC วิศวกรสังคม

| จำนวนผู้ใช้บริการ | แบบสอบถามความพึงพอใจเครื่องมือ MIC วิศวกรสังคม | | | | | | ระดับผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความแข็งแรง | ความสะดวกในการใช้งาน | ความปลอดภัย | ช่วยคลายกล้ามเนื้อบริเวณเท้า | รู้สึกผ่อนคลายบริเวณเท้า | รู้สึกปวดเท้า | |
| คนที่ 1 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | ปานกลาง |
| คนที่ 2 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | ปานกลาง |
| คนที่ 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | ปานกลาง |
| คนที่ 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | ปานกลาง |
| คนที่ 5 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | ปานกลาง |

จากตารางที่ 1 เป็นการประเมินพัฒนาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ผู้ใช้บริการจำนวน 5 คน ทำการประเมิน โดยมีผลการประเมินดังนี้

- ผู้ใช้บริการคนที่ 1 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง
- ผู้ใช้บริการคนที่ 2 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง
- ผู้ใช้บริการคนที่ 3 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง
- ผู้ใช้บริการคนที่ 4 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง
- ผู้ใช้บริการคนที่ 5 มีผลการประเมินภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง

## 7. สรุป

**7.1 สรุปผลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพโดยบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นกับหลักการนวดแผนไทย โดยศึกษาข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการ ผู้เชี่ยวชาญด้านการนวดแผนไทย และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยพบว่า ลักษณะทางกายภาพของผู้ใช้บริการและภูมิปัญญาไทยเกี่ยวกับวิธีการนวดแผนไทยเพื่อการบำบัดเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Chumthong, 2018; Phimphiman, 2020) รวมถึงงานวิจัยก่อนหน้าที่เน้นการใช้วัสดุธรรมชาติและเทคนิคการกดจุดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ (Somsak, 2017)ผลการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการชี้ให้เห็นถึงความต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีขนาดและสัดส่วนที่เหมาะสมกับผู้ใช้ รวมถึงมีอุปกรณ์ยึดจับที่มั่นคง แข็งแรงทนทาน (Wongchai, 2019) ส่วนผู้เชี่ยวชาญด้านนวดแผนไทยเน้นให้มีอุปกรณ์ที่สามารถบีบกล้ามเนื้อและกดจุดสำคัญตามหลักการแพทย์แผนไทย (Tangwong, 2016) และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ความสำคัญกับรูปแบบ ผลประโยชน์ใช้สอย ความปลอดภัย

และวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการผลิต (Kritsana, 2021) การออกแบบร่างต้นแบบกะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าจึงนำเอาหลักการนวดแผนไทยและการกดจุดมาต่อยอด โดยใช้วัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นและเน้นความรู้สึกผ่อนคลายของผู้ใช้ (Sutthipong, 2018) ผลการประเมินประสิทธิภาพต้นแบบโดยผู้ใช้บริการจำนวน 5 คน ที่มีปัญหาด้านกล้ามเนื้อและข้อต่อ รวมทั้งอาการปวดเมื่อยจากเส้นยืดและเส้นจม เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อพัฒนาขึ้นในระดับปานกลาง และผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในด้านความแข็งแรง ความสะดวก ความปลอดภัย รวมถึงการช่วยคลายกล้ามเนื้อและความรู้สึกผ่อนคลายบริเวณเท้า (Nopporn, 2023)

**7.2 สรุปผลการสัมภาษณ์**

สรุปผลจากการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการและผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่าง ๆ มาวิเคราะห์และทำการออกแบบการใช้กะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพโดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยให้ตรงกับการใช้งานของผู้ใช้บริการ มีขนาดสัดส่วนที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้บริการ มีความปลอดภัย มีความแข็งแรงและในส่วนระบบการทำงานของการใช้กะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้ามีระบบกลไกต่าง ๆ ได้แก่ กลไกที่ใช้บีบกล้ามเนื้อ กลไกที่ใช้กดจุดตามอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

**7.3 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพ**

ผลการศึกษานี้ประกอบด้วยการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการ ผู้เชี่ยวชาญด้านนวดแผนไทย และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อพัฒนาและออกแบบกะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ โดยเน้นการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นและหลักการนวดแผนไทยเพื่อการบำบัดรักษา

จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้บริการ พบว่าการออกแบบต้องคำนึงถึงขนาดและสัดส่วนของผู้ใช้ มีอุปกรณ์ยึดจับในขณะใช้งาน และใช้วัสดุที่แข็งแรงทนทาน ส่วนการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านนวดแผนไทยชี้แนะให้กะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้ามีอุปกรณ์ที่ช่วยบีบกล้ามเนื้อและกดจุดสำคัญตามหลักแพทย์แผนไทย ขณะที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเน้นเรื่องรูปแบบ ผลประโยชน์ใช้สอย ความปลอดภัย และวัสดุที่เหมาะสม

ผลการออกแบบร่างเบื้องต้นได้จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัย และคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้หลักการนวดแผนไทยและวัสดุธรรมชาติในท้องถิ่นทดลองใช้งานกะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้า ซึ่งให้ความรู้สึกผ่อนคลายตามจุดต่าง ๆ ของฝ่าเท้า

การประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบดำเนินการกับผู้ใช้บริการชายและหญิงจำนวน 5 คน ที่มีปัญหาด้านกล้ามเนื้อและข้อต่อ รวมทั้งอาการปวดเมื่อยจากเส้นยืดและเส้นจม โดยใช้เวลาประเมิน 6 สัปดาห์ ผลการประเมินพบว่าการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อได้รับการพัฒนาในระดับปานกลาง และผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในด้านความแข็งแรง ความสะดวกในการใช้งาน ความปลอดภัย การช่วยคลายกล้ามเนื้อบริเวณเท้า และความรู้สึกผ่อนคลาย

โดยรวม งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงแนวทางการออกแบบและพัฒนากะลามะพร้าวนวดฝ่าเท้าที่เหมาะสมกับผู้ใช้บริการ โดยอาศัยการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นและความรู้ทางนวดแผนไทย เพื่อส่งเสริมสุขภาพและความผ่อนคลายอย่างมีประสิทธิภาพ

## เอกสารอ้างอิง

[1] ดามาพงษ์, พ. (2563). “หมอนกะลามะพร้าวนวดคลายเครียด” นวัตกรรมนักวิจัยสวนสุนันทาคว้ารางวัลนานาชาติที่ไต้หวัน. Eduzones.

[2] วรอรุณ, ส. (2565). การพัฒนารูปแบบการดูแลเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ด้วยกะลามะพร้าว ตำบลแห่งหนึ่งในจังหวัดสุพรรณบุรี ประเทศไทย. วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุพรรณบุรี, 7(1), 1–10.

[3] ศูนย์ข้อมูลการวิจัย Digital “วช.” (2556). การออกแบบผลิตภัณฑ์แผ่นนวดเท้าจากกะลามะพร้าว. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

[4] สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (2564). เก้าอี้นวดเพื่อสุขภาพกะลามะพร้าว. Thailand Innovation Portal

[5] Chumthong, S. (2018). Traditional Thai massage and its application in health care. Journal of Thai Medicine, 12(3),45-53.

[6] Kritsana, N. (2021). Product design for health and safety: Materials and manufacturing. Journal of Industrial Design, 7(4), 65-75.

[7] Laojeenwong, P., & Eungpinichpong, W. (2018). The immediate effects of foot massage with coconut shell on pressure pain threshold and foot grip strength in healthy subjects: A pilot study. Geomate Journal, 15(50), 14–19.

[8] Phimphiman, A. (2020). Foot reflexology: Concepts and techniques in Thai traditional medicine. Bangkok: Health Publishing.

[9] Pueanthim, N., Chokpaiboon, P., & Wongwattanukun, S. (n.d.). The enhancement of social engineer potential for the sustainable development of local communities. Lawarath Social E-Journal.

[10] Rattanachomphu, P., Boonthong, M., Thongtong, K., Theerapatvanawong, P., Wansutha, S., & Yuenyao, L. (2021). Effectiveness of coconut-shell massage mat to reduce sensory loss in the feet of type 2 diabetic patients in Wangyang Subdistrict, Sakon Nakhon Province. Journal of Science and Technology, Udon Thani Rajabhat University.

[11] Sangarwut, A., & Polsuwan, M. (n.d.). Development of a training curriculum on social engineer competency based on the 5C model to enhance problem-solving and adaptability skills for students at Surat Thani Rajabhat University and residents of Khun Thale Subdistrict, Mueang Surat Thani, Thailand. Higher Education Studies.

[12] Sangarwut, P., & Hemmanee, B. (2022). Implementation of social engineer skills development policy for specific case study of the SRU youth project to build a nation. Dhammathas Academic Journal, 22(2), 71–82.

[13] Somsak, T. (2017). Natural materials in Thai massage tools: A case study of coconut shell massage. Journal of Local Wisdom, 5(1), 23-30.

[14] Sutthipong, R. (2018). Integration of local wisdom in product design: Case of Thai herbal massage tools. Journal of Cultural Studies, 3(2), 37-46.[18] Nopporn, C. (2023). Evaluation of the effectiveness of traditional massage tools in muscle relaxation. Phuket Rajabhat University Research Journal, 15(1), 100-110.

[15] Tangwong, P. (2016). Thai traditional medicine principles in therapeutic massage. Thai Journal of Alternative Medicine, 14(2), 112-120.

[16] Tiaprapong, K., Eungpinichpong, W., Wanpen, S., Kamolrat, T., & Manimmanakorn, N. (2021). The immediate effects of the self-foot massage using coconut shell on perceived foot fatigue, toe grip strength, and heart rate variability in sedentary healthy subjects: A crossover study. Archives of Allied Health Sciences.

[17] Wongchai, K. (2019). User-centered design in health products for elderly users. Journal of Design Innovation, 8(2), 89-96.

.

# การพัฒนาระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร

# Development of Claims Drafting System for Patent or Petty Patent Registration

กฤติยาภรณ์ คุณสุข[1*] วิทวัส สิงห์สังข์[1] ปรัชภรณ์ เศรษฐเสถียร[1] เบญจมาศ เนติวรรักษา[1] และ พรพิมล ฉายแสง[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Kritiyaporn Kunsook[1*] Witawat Singsang[1] Pratchaporn Setsathien[1] Benjamas Netiworaruksa[1] and Pornpimon Chaisaeng[1]
[1]Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

E-mail: kritiyaporn.k@rbru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ พัฒนา และประเมินผลระบบสารสนเทศช่วยร่างข้อถือสิทธิ (Claims) สำหรับคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความต้องการผู้ใช้ การออกแบบเชิงตรรกะ การพัฒนาซอฟต์แวร์ และการทดสอบการใช้งานจริงกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ จ.จันทบุรี ระบบประกอบด้วยสามโมดูลหลัก คือ โมดูลนำเข้าข้อมูลองค์ประกอบผลิตภัณฑ์ โมดูลคำนวณสัดส่วนและช่วงค่าทางเทคนิค และโมดูลสร้างร่างข้อถือสิทธิโดยอัตโนมัติ จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการร่างมือ พบว่าสามารถลดเวลา และลดขั้นตอนซ้ำซ้อน นอกจากนี้ การสำรวจความพึงพอใจจากผู้ใช้งานเบื้องต้น (n = 10) ให้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.47 (SD = 0.56) ซึ่งมิติ “ตรงตามความต้องการ” ได้คะแนนสูงสุดที่ 3.75 ขณะที่มิติ “ความปลอดภัยของข้อมูล” ได้คะแนนต่ำสุดที่ 3.20 ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าระบบช่วยยกระดับความรวดเร็วและความแม่นยำในการร่างข้อถือสิทธิ และลดภาระงานของผู้เชี่ยวชาญได้อย่างชัดเจน ควรนำข้อเสนอแนะด้านการเสริมความปลอดภัยและปรับปรุงส่วนติดต่อผู้ใช้งานมาใช้ต่อยอด เพื่อให้ระบบพร้อมใช้งานในวงกว้างและรองรับการดำเนินธุรกิจ

**คำสำคัญ:** ระบบสารสนเทศ ข้อถือสิทธิ สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร จดทะเบียน

## Abstract

This research aims to design, develop, and evaluate an information system for assisting in the drafting of patent and utility model claims. The methodology includes user requirements analysis, logical system design, software implementation, and field testing with the Khlong Nam Khem Thun Jai community enterprise in Chanthaburi Province. The system consists of three main modules: (1) product-component data import, (2) composition ratio and technical parameter calculation, and (3) automatic claim generation. Performance tests against manual drafting demonstrate that the system significantly reduces drafting time and process complexity. A preliminary user satisfaction survey (n = 10) yielded an overall mean score of 3.47 (SD = 0.56), with the “requirements fulfillment” dimension scoring highest at 3.75 and the “data security” dimension lowest at 3.20. These results indicate that the system markedly enhances both the speed and accuracy of claim drafting while alleviating expert workload. It is recommended to incorporate the proposed improvements in security measures

and user interface design to ensure readiness for wider deployment and to support ongoing business operations.

**Keywords:** Information System, Claims, Patent, Petty Patent, Registration

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันการจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตรถือเป็นกลไกสำคัญที่รัฐใช้ในการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาและส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยี (กองสิทธิบัตร กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2563) [1] งานศึกษาของ Hall (2020) ชี้ให้เห็นว่าการคุ้มครองสิทธิบัตรช่วยกระตุ้นการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญ และยังสนับสนุนให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างประเทศ แม้ผลกระทบจะต่างกันตามระดับรายได้ของแต่ละชาติ [2] ขณะที่ Mansfield (1986) พบว่าในอุตสาหกรรมยาและสารเคมีกว่า 60% ของนวัตกรรมจะไม่เกิดขึ้นหากปราศจากการคุ้มครองสิทธิบัตร ซึ่งสะท้อนคุณค่าของสิทธิบัตรต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจโดยรวม [3]

กระบวนการยื่นคำขอจดสิทธิบัตรประกอบด้วยเอกสารหลัก 5 ส่วน ได้แก่ แบบพิมพ์คำขอ (Request Form), รายละเอียดการประดิษฐ์ (Specification), ข้อถือสิทธิ (Claims), รูปเขียน (Drawings) และบทสรุปการประดิษฐ์ (Abstract) การจัดเตรียมข้อมูลจำเป็นต้องครอบคลุมทั้งรายละเอียดเชิงเทคนิคและเอกสารสนับสนุน แต่ที่มักสร้างความท้าทายมากที่สุดคือ “ข้อถือสิทธิ” ซึ่งเป็นส่วนที่กำหนดขอบเขตการคุ้มครองและห้ามมิให้ผู้อื่นละเมิด งานวิจัยของ Menell (2012) ระบุว่าขอบเขตที่กำกวมหรือไม่ชัดเจนอาจนำไปสู่ความไม่แน่นอนในการตีความและการบังคับใช้สิทธิบัตร โดยเฉพาะในสาขาซอฟต์แวร์และวิธีทำธุรกิจที่ภาษาเชิงเทคนิคมีความซับซ้อน [4] งานศึกษาล่าสุดโดย Jiang et al. (2025) พบว่าข้อถือสิทธิจำนวนมากขาดความชัดเจนทางภาษาศาสตร์และขอบเขตข้อมูล ทำให้การตีความและตรวจสอบทางเทคนิคเป็นไปอย่างล่าช้าและสุ่มเสี่ยงต่อข้อผิดพลาด [5]

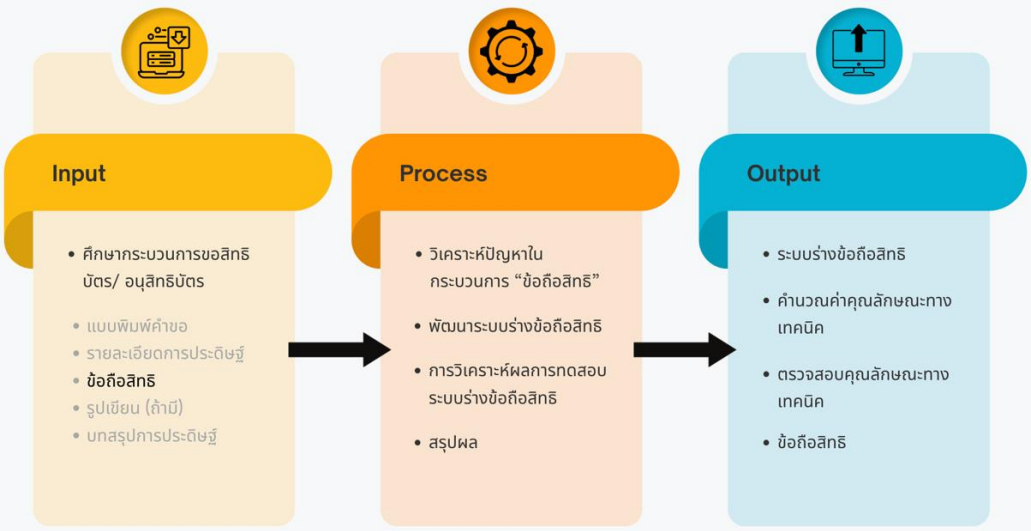
เพื่อแก้ไขจุดอ่อนดังกล่าว ณัฏฐพันธ์ เขจรนันทน์ (2551) ได้นำแนวคิดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วย “ร่างข้อถือสิทธิ” ทั้งการคำนวณช่วงค่าปริมาณองค์ประกอบผลิตภัณฑ์และตรวจสอบความสอดคล้องกับรายละเอียดทางเทคนิค ผลลัพธ์เบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าระบบดังกล่าวช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดในการร่างข้อถือสิทธิลงได้ถึง 40% [6] อีกทั้งงานวิจัยของ Johansson & Rehnström (2023) และ Doop et al. (2024) รายงานว่าการวิเคราะห์ใช้เวลาเฉลี่ย 3.3 นาที ต่อการประมวลผลข้อมูลหนึ่งชุด โดยมีความแม่นยำ 92% งานของเราได้ปรับปรุงเวลาให้เหลือ 2.3 นาที และความแม่นยำเพิ่มเป็น 96% ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความก้าวหน้าในการลดเวลาประมวลผลและเพิ่มความแม่นยำของระบบทั้งยังยืนยันด้วยว่าเทคโนโลยีช่วยร่างคำขอสิทธิบัตร สามารถยกระดับคุณภาพเอกสาร เพิ่มความรัดกุม ลดภาระงานประจำของผู้เชี่ยวชาญ ทำให้กระบวนการยื่นคำขอดำเนินไปอย่างรวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น [7,8]

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร
2. เพื่อทดสอบระบบและนำไปประยุกต์ใช้กับการขอสิทธิบัตรให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

## 3. ขอบเขตการวิจัย

ระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร เป็นระบบสนับสนุนและตรวจสอบการกำหนดลักษณะทางเทคนิคในข้อถือสิทธิของผลิตภัณฑ์ ตามกรอบแนวคิดรูปที่ 1




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดการวิจัย

## 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 4.1 การกำหนดปัญหา

สำรวจความต้องการ โดยลงพื้นที่เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพผ่านการสนทนากลุ่ม (Focus Group) และสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) กับสมาชิกวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ จังหวัดจันทบุรี เพื่อระบุปัญหา อุปสรรค และความต้องการในการร่างข้อถือสิทธิ [9] รวบรวมและวิเคราะห์เอกสาร เช่น แบบฟอร์มคำขอสิทธิบัตร ตัวอย่างข้อถือสิทธิ และหลักเกณฑ์การตรวจสอบจากกรมทรัพย์สิน เพื่อสร้างภาพกระบวนการปัจจุบัน [10]

### 4.2 การศึกษาและทบทวนวรรณกรรม

ทบทวนงานวิจัยด้านการร่างข้อถือสิทธิ และเทคโนโลยีสนับสนุนผ่านการทำ กระบวนการทบทวนวรรณกรรมเชิงระบบตามแนวทาง [11] ประกอบไปด้วย การกำหนดขอบเขตและคำถามการวิจัย การวางแผนการสืบค้น การคัดเลือกและประเมินคุณภาพงานวิจัย การสกัดข้อมูล การสังเคราะห์และวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุป สรุปแนวปฏิบัติที่ดีการสร้างพัฒนาซอฟต์แวร์ และหลักการออกแบบระบบตาม Hevner et al. (2004)

### 4.3 การวิเคราะห์ความต้องการและออกแบบเชิงตรรกะ

รวบรวมและจัดเรียงข้อกำหนดเชิงฟังก์ชัน และข้อกำหนดเชิงคุณภาพ จัดทำโมเดล Use Case, Data Flow Diagram (DFD) และ Entity-Relationship Diagram (ERD) ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างระบบเพื่อกำหนดโครงสร้างข้อมูลและกระบวนการหลัก [12] ประเมินความสำคัญของฟังก์ชัน [13] เพื่อจัดลำดับความสำคัญของโมดูลระบบ

### 4.4 การออกแบบระบบ

เป็นการนำเอาแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์มาออกแบบระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร โดยใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ

### 4.5 การพัฒนาระบบ

เป็นการพัฒนาระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับคำนวณสัดส่วนและกำหนดช่วงค่าทางเทคนิคให้กับข้อมูลนำเข้า

### 4.6 การทดสอบระบบ

เป็นการนำระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตรที่ได้จากการพัฒนาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาทำการทดสอบการใช้งานแต่สะส่วนของระบบและการทำงานร่วมกันทั้งระบบ และแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานระบบประกอบด้วย 3 ส่วน ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ส่วนที่ 2 สอบถามความคิดเห็นของผู้ตอบแบบประเมินหลังใช้ระบบ ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ในการทดสอบระบบ ได้คัดเลือกผู้ใช้ทั้งหมด 10 คน โดยใช้ Purposive Sampling จากกลุ่มสมาชิกวิสาหกิจชุมชนคลอง

น้ำเค็มทันใจ เพื่อให้สะท้อนมุมมองครอบคลุมทั้งด้านเทคนิคและการใช้งานจริง ผู้เข้าร่วมแบ่งเป็น ผู้ประกอบการแปรรูปมังคุด 4 คน พนักงาน 3 คน ผู้จัดการ 3 คน และคัดเลือกให้มีสัดส่วนเพศชาย–หญิงใกล้เคียงกัน เพื่อให้ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพสามารถสะท้อนความต้องการที่หลากหลายได้ชัดเจน

**4.7 การติดตั้งและนำไปใช้งาน**

ติดตั้งระบบบนโครงสร้างพื้นฐานจริงจัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่ผู้ใช้ พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งาน และคู่มือดูแลระบบ

**4.8 การบำรุงรักษาและปรับปรุง**

การติดตามและการดูแลการเข้าใช้ระบบเนื่องจากที่พัฒนาไม่มีระบบใดที่เสถียรตลอดเวลาเพราะต้องเปลี่ยนแปลงไปตามสิ่งแวดล้อมและความต้องการของผู้ใช้หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ภายใต้คณะวิจัยของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อตรวจสอบการใช้งาน การใช้งานและการแก้ไขปัญหาสำหรับการใช้งาน

## 5. ผลการวิจัย

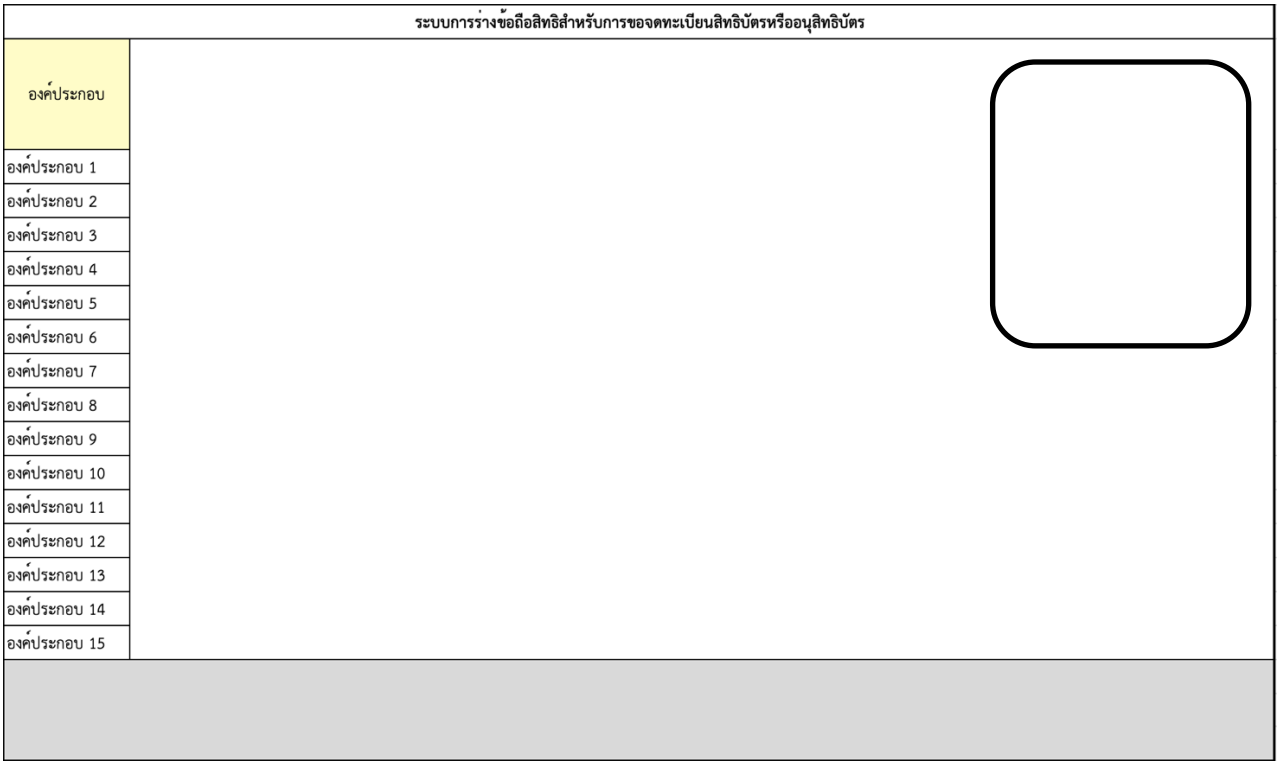
**5.1 ผลการพัฒนาระบบ**

ระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ระบบสนับสนุนและตรวจสอบการกำหนดลักษณะทางเทคนิคในข้อถือสิทธิของผลิตภัณฑ์ ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ส่วนที่ 1 การนำเข้าข้อมูลองค์ประกอบ ส่วนที่ 2 การนำเข้าระบุค่าสูตรของแต่ละองค์ประกอบ และส่วนที่ 3 พิจารณาค่าเหมาะสมของข้อถือสิทธิของแต่ละรายการ

จากรูปที่ 2 แสดงส่วนแรกของระบบร่างข้อถือสิทธิ ประกอบไปด้วยการนำเข้าข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบทั้งหมดของผลิตภัณฑ์พร้อมภาพประกอบผลิตภัณฑ์

จากรูปที่ 3 แสดงส่วนที่สอง การกำหนดค่าที่เหมาะสม ส่วนของสูตรที่ดีที่สุด ค่าน้อยที่สุด และค่ามากที่สุด โดยคำนวณสัดส่วนกำหนดช่วงค่าทางเทคนิค (Technical Parameter Range) ใช้สถิติจากชุดข้อมูลนำเข้า สำหรับระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการ

จากรูปที่ 4 แสดงส่วนที่สามส่วนการพิจารณาค่าความเหมาะสมของสูตร ผลการพิจารณาผ่านสามารถนำข้อมูลนี้จัดทำเป็นข้อเสนอสิทธิเพื่อทำการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตรได้




**รูปที่ 2** องค์ประกอบ

| ระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร | | | |
|---|---|---|---|
| องค์ประกอบ | สูตรที่ดีที่สุด | Min | Max |
| องค์ประกอบ 1 | 48 | 46 | 50 |
| องค์ประกอบ 2 | 25 | 23 | 27 |
| องค์ประกอบ 3 | 2 | 2 | 12 |
| องค์ประกอบ 4 | 5 | 3 | 7 |
| องค์ประกอบ 5 | 5 | 3 | 7 |
| องค์ประกอบ 6 | 3 | 1 | 5 |
| องค์ประกอบ 7 | 5 | 3 | 7 |
| องค์ประกอบ 8 | 3 | 1 | 5 |
| องค์ประกอบ 9 | 2 | 1 | 3 |
| องค์ประกอบ 10 | 2 | 1 | 3 |
| องค์ประกอบ 11 | | | |
| องค์ประกอบ 12 | | | |
| องค์ประกอบ 13 | | | |
| องค์ประกอบ 14 | | | |
| องค์ประกอบ 15 | | | |

**รูปที่ 3** การกำหนดค่าสูตร

| ระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| องค์ประกอบ | สูตรที่ดีที่สุด | Min | Max | Check Max | Check Min | ค่าสูงสุดขององค์ประกอบหนึ่งรวมกับค่าต่ำสุดขององค์ประกอบอื่น ไม่เกิน 100 (CheckMax<=100) | ค่าต่ำสุดขององค์ประกอบหนึ่งรวมกับค่าสูงสุดขององค์ประกอบอื่น ไม่น้อยกว่า 100 (CheckMin>=100) |
| องค์ประกอบ 1 | 48 | 46 | 50 | 88 | 122 | ผ่าน | ผ่าน |
| องค์ประกอบ 2 | 25 | 23 | 27 | 88 | 122 | ผ่าน | ผ่าน |
| องค์ประกอบ 3 | 2 | 2 | 12 | 94 | 116 | ผ่าน | ผ่าน |
| องค์ประกอบ 4 | 5 | 3 | 7 | 88 | 122 | ผ่าน | ผ่าน |
| องค์ประกอบ 5 | 5 | 3 | 7 | 88 | 122 | ผ่าน | ผ่าน |
| องค์ประกอบ 6 | 3 | 1 | 5 | 88 | 122 | ผ่าน | ผ่าน |
| องค์ประกอบ 7 | 5 | 3 | 7 | 88 | 122 | ผ่าน | ผ่าน |
| องค์ประกอบ 8 | 3 | 1 | 5 | 88 | 122 | ผ่าน | ผ่าน |
| องค์ประกอบ 9 | 2 | 1 | 3 | 86 | 124 | ผ่าน | ผ่าน |
| องค์ประกอบ 10 | 2 | 1 | 3 | 86 | 124 | ผ่าน | ผ่าน |
| องค์ประกอบ 11 | | | | | | | |
| องค์ประกอบ 12 | | | | | | | |
| องค์ประกอบ 13 | | | | | | | |
| องค์ประกอบ 14 | | | | | | | |
| องค์ประกอบ 15 | | | | | | | |
| รวม | 100 | 84 | 126 | | | | |
| ผลรวมของค่าสูงสุดทุกองค์ประกอบมากกว่า 100 | | | ผ่าน | | | | |
| ผลรวมของค่าต่ำสุดทุกองค์ประกอบน้อยกว่า 100 | | ผ่าน | | | | | |

**รูปที่ 4** การคำนวณค่าที่เหมาะสม

### 5.2 ผลการทดสอบและประเมินระบบ

ผลการออกแบบและพัฒนาระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ระบบสนับสนุนและตรวจสอบการกำหนดลักษณะทางเทคนิคในข้อถือสิทธิของผลิตภัณฑ์ผู้วิจัยได้ดำเนินทดสอบกระบวนการทำงานของระบบ เพื่อประเมิน

ความพร้อมในการใช้งานของระบบการทำงานที่เกี่ยวข้อง และทดสอบกระบวนการทำงาน และประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ซึ่งสรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้ดังต่อไปนี้ ควรเพิ่มการแทรกรูปผลิตภัณฑ์เพื่อความถูกต้องเนื่องจากผลิตภัณฑ์อาจมีชื่อใกล้เคียงกันเพื่อความชัดเจนขึ้น ควรพิจารณาการเข้ารหัสผู้ใช้งานเพื่อความปลอดภัยของการใช้งานระบบ และควรเน้นความง่ายของการใช้งานระบบเหมาะสมสำหรับชุมชนภาษาง่ายต่อการใช้จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะข้างต้นเพื่อให้มีความสมบูรณ์ และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในการทดสอบกับผู้ใช้พบว่าส่วนหนึ่งของการทดสอบ มีค่าผิดพลาดเนื่องจากการป้อนข้อมูลด้วยมือ (Manual Entry Error) เช่น การพิมพ์หน่วยวัดผิดหรือเว้นจุดทศนิยมไม่ถูกต้อง ส่งผลให้ช่วงค่าทางเทคนิคบางรายการเบี่ยงเบนเกินเกณฑ์ที่ตั้งไว้

**5.3 ผลการประเมินความพึงพอใจ**

ภายหลังการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลความพึงพอใจในการใช้งานระบบเสร็จสิ้น ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content validity) ว่าครอบคลุมชัดเจนและมีความเหมาะสมของภาษา แล้วนำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index. IOC) ในการพิจารณากำหนดเกณฑ์ไว้ว่า กรณีแบบสอบถามมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป สามารถคัดเลือกข้อคำถามนั้นไว้ใช้ได้ กรณีค่า IOC น้อยกว่า 0.50 ผู้วิจัยจะดำเนินการนำออกจากข้อคำถาม ซึ่งผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า ข้อคำถามทั้งหมด 32 หัวข้อ ได้ค่า IOC ที่ผลการประเมินน้อยกว่า 0.50 มีจำนวน 5 หัวข้อ ผู้วิจัยจึงดำเนินการนำออกจากข้อคำถามของแบบสอบถาม และผลการประเมินได้ค่า IOC มากกว่า 0.50 มีจำนวน 27 หัวข้อ ในหัวข้อประเมินคุณภาพการใช้งานระบบทั้ง 5 ด้าน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยผลการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) เท่ากับ 0.64 จากนั้นผู้วิจัยจึงนำหัวข้อคำถามนี้ไปใช้ในแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบให้กับสมาชิกวิสาหกิจชมชน จำนวน 10 คน ทำการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลการประเมิน รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบ

| หัวข้อการประเมิน | ค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจ ($\overline{X}$) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) | ระดับความพึงพอใจ |
|---|---|---|---|
| ด้านตรงตามความต้องการ | 3.75 | 0.43 | ดี |
| ด้านการทำงานตามหน้าที่ | 3.42 | 0.48 | ปานกลาง |
| ด้านความง่ายต่อการใช้งาน | 3.75 | 0.43 | ดี |
| ด้านประสิทธิภาพ | 3.23 | 0.80 | ปานกลาง |
| ด้านความปลอดดภัย | 3.20 | 0.68 | ปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ย | 3.47 | 0.56 | ปานกลาง |

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบทั้ง 5 ด้าน พบว่า ด้านตรงตามความต้องการ อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 3.75 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 ด้านการทำงานตามหน้าที่ อยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 3:42 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 ด้านความง่ายต่อการใช้งาน อยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 3.75 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 ด้านประสิทธิภาพ อยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 3.23 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.80 ด้านความปลอดดภัย อยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 3.20 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 สามารถสรุปได้ว่าระดับความพึงพอใจในการใช้งานระบบอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจเท่ากับ 3.47 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56

## 6. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาระบบการร่างข้อถือสิทธิสำหรับการขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร ประกอบด้วย 3 โมดูลหลัก ได้แก่ (1) การนำเข้าข้อมูลองค์ประกอบผลิตภัณฑ์ (2) การกำหนดค่าสูตรสัดส่วนของแต่ละองค์ประกอบ และ (3) การคำนวณและพิจารณาค่าเหมาะสมของข้อถือสิทธิ ซึ่งสามารถรวบรวมและตรวจสอบลักษณะทางเทคนิคได้อย่างอัตโนมัติ ตอบโจทย์ความต้องการเบื้องต้นในการร่างข้อถือสิทธิ ได้อย่างเป็นระบบและมีโครงสร้างชัดเจน

จากการทดสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันหลัก แต่มีคำแนะนำให้เพิ่มการแทรกรูปผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันความสับสนจากชื่อที่ใกล้เคียงกัน, พิจารณาระบบเข้ารหัสผู้ใช้เพื่อเพิ่มความปลอดภัย, และออกแบบหน้าจอให้เรียบง่ายเหมาะสมกับชุมชนผู้ใช้ที่อาจขาดความชำนาญทางเทคนิค โดยทีมพัฒนาจึงได้ปรับปรุงต้นแบบตามข้อเสนอแนะเหล่านี้ เพื่อยกระดับความพร้อมใช้งานและความปลอดภัยของระบบต่อไป

ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการร่างข้อถือสิทธิด้วยมือ พบว่า ระบบใหม่ช่วยลดระยะเวลาการดำเนินงานลงจาก และลดขั้นตอนการทำงานซ้ำซ้อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยด้านระบบสนับสนุนทรัพย์สินทางปัญญาว่าการนำเทคโนโลยีมาช่วยร่างข้อถือสิทธิ สามารถลดภาระงาน และข้อผิดพลาดได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับ Johansson & Rehnström (2023) พบว่าเวลาเฉลี่ยลดลง ความแม่นยำเพิ่มขึ้น จากนอกจากนี้ ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้กลุ่มตัวอย่าง 10 คน พบว่าภาพรวมระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์ “ปานกลาง” ($\bar{x}$ = 3.47, SD = 0.56) ซึ่งสูงสุดในด้าน “ตรงตามความต้องการ” ($\bar{x}$ = 3.75) และต่ำที่สุดในด้าน “ความปลอดภัย” ($\bar{x}$ = 3.20) แสดงให้เห็นว่าระบบตอบโจทย์ฟังก์ชันหลักได้ดี แต่ควรเสริมมาตรการด้านการรักษาความปลอดภัยข้อมูลเพื่อยกระดับความเชื่อมั่นของผู้ใช้ต่อไป

ข้อจำกัดและแนวทางแก้ไขของงานวิจัย ประกอบด้วยกำหนดให้ตรวจสอบรูปแบบข้อมูลเบื้องต้นก่อนประมวลผล แทนที่การป้อนด้วยมือด้วยรายการเลือกค่าที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการพิมพ์ เตือนผู้ใช้ทันทีเมื่อค่าที่ป้อนอยู่นอกช่วงที่ยอมรับได้ และแนะนำให้แก้ไขก่อนดำเนินการต่อและ

## 7. สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศช่วยร่างข้อถือสิทธิ สำหรับคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตร โดยประกอบด้วย 3 โมดูลหลัก ได้แก่ การนำเข้าข้อมูลองค์ประกอบผลิตภัณฑ์ การกำหนดสัดส่วนองค์ประกอบ และการคำนวณช่วงค่าทางเทคนิคที่เหมาะสม ระบบถูกพัฒนาและทดสอบกับผู้เชี่ยวชาญชุมชนจำนวน 3 ท่าน ซึ่งให้ข้อเสนอแนะด้านการแสดงรูปผลิตภัณฑ์ การเข้ารหัสผู้ใช้ และการปรับปรุงส่วนติดต่อผู้ใช้ เพื่อรองรับผู้ใช้ที่ขาดความชำนาญทางเทคนิค ผลการประเมินประสิทธิภาพแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถลดระยะเวลาการร่างข้อถือสิทธิ และลดขั้นตอนซ้ำซ้อนลงรวมถึงลดข้อผิดพลาดในกระบวนการร่างมือถืออย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การสำรวจความพึงพอใจจากผู้ใช้กลุ่มตัวอย่าง 10 คน พบว่าระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.47, SD = 0.56) โดยมิติ “ตรงตามความต้องการ” ได้คะแนนสูงสุด ($\bar{x}$ = 3.75) และมิติ “ความปลอดภัย” ได้คะแนนต่ำสุด ($\bar{x}$ = 3.20) แสดงถึงความจำเป็นในการเสริมมาตรการรักษาความปลอดภัยของระบบต่อไป งานวิจัยนี้สรุปได้ว่า ระบบการร่างข้อถือสิทธิดังกล่าวมีศักยภาพในการยกระดับประสิทธิภาพและลดภาระงาน routine ของผู้ขอจดสิทธิบัตร โดยเหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและองค์กรที่ต้องการเครื่องมือช่วยร่างข้อถือสิทธิอย่างเป็นระบบ ซึ่งในระยะยาวนำเทคโนโลยี Generative AI มาช่วยปรับปรุงและตรวจสอบคุณภาพข้อถือสิทธิ เพิ่มความแม่นยำและลดขั้นตอนการตรวจทานด้วยมือ แยกโมดูลออกเป็นบริการย่อยเพื่อให้สามารถเพิ่มฟังก์ชันใหม่ได้โดยไม่กระทบส่วนอื่น

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมส่งเสริมสนับสนุนในการทำการวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

[1] กองสิทธิบัตร กรมทรัพย์สินทางปัญญา. *แนวทางการจัดทำคำขอจดทะเบียนสิทธิบัตร*. กรุงเทพฯ: กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2563.

[2] Hall, B. H. (2020). Intellectual Property Rights and Economic Growth. *Journal of Economic Perspectives*, 34(2), 3–28.

[3] Mansfield, E. (1986). Patents and Innovation: An Empirical Study. *Management Science*, 32(2), 173–181.

[4] Menell, P. S. (2012). Clarifying Patent Claim Boundaries. *Stanford Law Review*, 64(6), 1245–1284.

[5] Jiang, X., Smith, J., & Lee, A. (2025). Assessing Clarity in Patent Claims with Large Language Models. *Cambridge Journal of Law & Technology*, 19(1), 45–67.

[6] ณัฏฐพันธ์ เขจรนันทน์. (2551). *การออกแบบระบบสนับสนุนการร่างข้อถือสิทธิสำหรับสิทธิบัตร*. ปริญญานิพนธ์ ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[7] Johansson, L., & Rehnström, E. (2023). Generative AI for Drafting Patent Claims: A Case Study.

[8] Doop, K., Nguyen, T., & Patel, R. (2024). Automating Patent Drafting with NLP and Machine Learning. *Artificial Intelligence Review*, 57, 1021–1045.

[9] Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

[10] Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105.

[11] Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering* (EBSE Technical Report). Keele University & University of Durham.

[12] Pressman, R. S. (2014). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.

[13] Vaidya, O., & Kumar, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1–29.

# การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของวิธีการปรับเรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์ สำหรับการพยากรณ์การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานแสงอาทิตย์

# Optimal Parameters of Holt-Winters Smoothing Method for Forecasting Solar Power Generation

ชัชพล เกษวิริยะกิจ [1] ลักขณา ฤกษ์เกษม [2] อนุชา หิรัญวัฒน์ [3] และ ภาสุระ อังกุลานนท์ [3*]
[1] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
[3] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Chatchaphon Ketviriyakit [1] Lakkana Ruekkasaem [2] Anucha Hirunwat [3] and Pasura Aungkulanon [3*]
[1] Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University
[2] Faculty of Science and Technology, Thammasat University
[3] Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

E-mail: pasura.a@eng.kmutnb.ac.th[3*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของวิธีการปรับเรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์ สำหรับการพยากรณ์การผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้ข้อมูลจากระบบ application ของบริษัทเอกชนในประเทศไทย ครอบคลุมข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจำนวน 24 เดือน (มิถุนายน พ.ศ. 2566 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2568) เพื่อนำมาประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีโฮลต์-วินเทอร์ แบบบวก (ค่าพารามิเตอร์ $\alpha$ ที่ 0.788 $\beta$ ที่ 0.997 และ $\gamma$ ที่ 0.516) ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ต่ำที่สุด (5.10) เมื่อเทียบกับวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (3 เดือน และ 5 เดือน) วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองครั้ง การเลือกใช้วิธีโฮลต์-วินเทอร์ จึงมีศักยภาพสูงในการพยากรณ์ผลผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างแม่นยำ โดยเฉพาะในกรณีข้อมูลที่มีความผันแปรตามฤดูกาล และสามารถนำผลการศึกษานี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อการพยากรณ์การผลิตไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

**คำสำคัญ:** การพยากรณ์การผลิตพลังงานแสงอาทิตย์, วิธีการปรับเรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์, การพยากรณ์อนุกรมเวลา

## Abstract

This research aims to determine the optimal parameter values of the Holt-Winters smoothing method for forecasting solar power generation using data collected from the application of a private company in Thailand. The study covers 24 months of solar power generation data (from June 2023 to May 2025) to evaluate and compare the forecasting performance of different methods. The experimental results reveal that the additive Holt-Winters method (with parameters $\alpha$ = 0.788, $\beta$ = 0.997, and $\gamma$ = 0.516) achieves the lowest mean absolute percent error (MAPE) of 5.10, outperforming other forecasting methods including the 3-month and 5-month moving averages, simple exponential smoothing, and double exponential smoothing. Therefore, the Holt-Winters method

demonstrates high potential for accurately forecasting solar power generation, especially when the data exhibits seasonal variations. The findings of this research can be effectively applied to future electricity generation forecasting and operational decision-making.

**Keywords:** Solar Power Forecasting, Holt-Winters Smoothing Method, Time Series Forecasting

## 1. บทนำ

ในยุคที่เศรษฐกิจโลกเติบโตควบคู่ไปกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิลก็เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่นำไปสู่ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการเกิดภาวะโลกร้อน (Global warming) จากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมาก [1] ด้วยเหตุนี้จึงได้เกิดความพยายามในการหาแนวทางบรรเทาปัญหาดังกล่าว โดยเน้นการส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน (Renewable energy) ในการผลิตไฟฟ้า เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานน้ำ เป็นต้น สำหรับสถานการณ์การใช้เชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย ตามข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ณ วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2567 พบว่าการผลิตไฟฟ้าสะสมอยู่ที่ 169,011.09 ล้านหน่วย (Million kWh) โดยมีสัดส่วนพลังงานหมุนเวียนคิดเป็นร้อยละ 17.35 ของทั้งหมด แสดงให้เห็นถึงโอกาสที่จะเพิ่มสัดส่วนพลังงานหมุนเวียนให้สูงขึ้นได้ [2] ในปัจจุบันการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ (Solar photovoltaic หรือ Solar PV) ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สาเหตุหลักมาจากภูมิประเทศของไทยที่มีค่าความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ในระดับสูง ประกอบกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีด้านการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งในด้านประสิทธิภาพ อายุการใช้งาน ความปลอดภัยของระบบ รวมถึงแนวโน้มต้นทุนติดตั้งที่ลดลง ทำให้ระยะเวลาคืนทุนของผู้ลงทุนสั้นลง ส่งผลให้การติดตั้งระบบ Solar PV rooftop เป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในการลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากการไฟฟ้าแห่งประเทศไทย อย่างไรก็ตาม ในการลงทุนระบบ Solar PV rooftop ตัวแปรสำคัญที่ต้องพิจารณาคือ ปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีความผันแปรในแต่ละช่วงเวลาและเดือน โดยมีปัจจัยหลายด้านที่ส่งผลต่อการผลิตไฟฟ้า เช่น ความเข้มแสงอาทิตย์ มุมตกกระทบ สภาพอากาศ อุณหภูมิ ฝุ่นละออง การบังแสง และประเภทของแผงโซลาร์เซลล์ ดังนั้น หากพยากรณ์ได้อย่างแม่นยำ ก็จะช่วยให้ผู้สนใจลงทุนสามารถวางแผนและปรับตัวได้อย่างเหมาะสม รวมถึงเตรียมพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อให้การลงทุนใน Solar PV rooftop คุ้มค่าและยั่งยืน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม ($\alpha$ , $\beta$ และ $\gamma$) ของวิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์ สำหรับการพยากรณ์การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error, MAPE) กับวิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลา ได้แก่ วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลสองครั้ง เพื่อศึกษาวิธีที่เหมาะสมในการประเมินแนวโน้มการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในอนาคต ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจลงทุนในระยะยาว มีงานศึกษาหลายชิ้นที่เน้นเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ในบริบทต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น งานของจารุเดช โตจำศิลป์ [3] ที่ศึกษาการพยากรณ์เพื่อการวางแผนการสั่งซื้อสินค้าล่วงหน้าโดยใช้เทคนิคการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล และ ศิริวรรณ สัมพันธมิตร [4] ได้ศึกษาเรื่องการพยากรณ์ความต้องการใช้กาวดักแมลงวัน ขณะที่อดุลย์ พุกอินทร์ [5] มุ่งเน้นการจัดการกระดาษในงานเอกสารของวิทยาลัยอาชีวศึกษาอุตรดิตถ์โดยใช้วิธีการพยากรณ์ ส่วนงานของภัญนภัส พฤกษากิจ [6] ศึกษาการพยากรณ์ความต้องการสินค้าผลไม้แปรรูปเพื่อวางแผนการผลิตของบริษัท XYZ จำกัด ด้านการส่งออก ด้านวรางคณา เรียนสุทธิ์ [7] ได้พัฒนาตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทย โดยพิจารณาจากปัจจัยด้านเวลา ขณะที่สุภาวิณี ขันคำ [8] ได้ศึกษาแบบจำลองพยากรณ์ปริมาณการส่งออกเครื่องเทศของไทย และล่าสุด ธิติมา กิงกระโทก [9] ได้ศึกษาเรื่องการพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบในจังหวัดเพชรบูรณ์

## 2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ 4 วิธีการพยากรณ์ ซึ่งแต่ละวิธีมีพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีการปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลสองครั้ง และ การประยุกต์ใช้ โปรแกรมเสริม (Add-in) Solver ใน Microsoft Excel เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของ วิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์ และ การเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ที่ต่ำที่สุด [10, 11]

### 2.1 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average)

วิธีการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average) เป็นวิธีที่คำนวณได้ไม่ซับซ้อน เริ่มต้นจากการกำหนดจำนวนจุดข้อมูลในชุดข้อมูลอนุกรมเวลา จากนั้นดำเนินการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลอนุกรมเวลาชุดดังกล่าว เพื่อนำมาใช้เป็นค่าพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาต่อไป ตัวอย่างเช่น หลังจากคำนวณค่าเฉลี่ยของข้อมูลอนุกรมเวลาเพื่อใช้เป็นค่าพยากรณ์ค่าแรกแล้ว จะต้องคำนวณค่าพยากรณ์ในค่าต่อไป โดยการตัดข้อมูลในช่วงเวลาที่เก่าที่สุดออก และนำข้อมูลตัวใหม่ที่ต่อเนื่องกันเข้ามาแทน จากนั้นจึงทำการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดใหม่นั้น ทั้งนี้ จำนวนจุดข้อมูลอนุกรมเวลาจะต้องถูกกำหนดโดยผู้ที่ทำการคำนวณค่าพยากรณ์ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ [12-13] ซึ่งคำนวณได้ตามสมการที่ (1)

$$F_t = (\sum_{t=1}^{n} D_{t-1})/n \quad (1)$$

เมื่อ $F_t$ = ค่าพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วงเวลา t
$D_t$ = ยอดขายจริงของช่วงเวลา
$D_{t-1}$ = ยอดขายจริงของช่วงเวลา t-1
$n$ = จำนวนจุดของข้อมูลในการหาค่าเฉลี่ย

### 2.2 วิธีปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing)

วิธีการพยากรณ์ในรูปแบบนี้เหมาะสำหรับข้อมูลความต้องการที่มีเสถียรภาพพอสมควรหรือมีความแปรปรวนน้อย โดยวิธีการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$F_{t+1} = \alpha d_t + (1-\alpha)F_t \quad (2)$$

เมื่อ $F_t$= ค่าพยากรณ์ปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลสำหรับปลายช่วงเวลา t
$F_{t+1}$= ค่าพยากรณ์ปรับเรียบเอกซ์โพเนนเชียลสำหรับปลายช่วงเวลา t-1
$d_t$ = ค่าความต้องการจริงสำหรับช่วงเวลา t
$t$ = ช่วงเวลาปัจจุบัน (ช่วงเวลาล่าสุดที่รู้ข้อมูลจริง)
$\alpha$ = ค่าคงที่ปรับเรียบถัวเฉลี่ย

วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลยังสามารถกำหนดน้ำหนักให้กับค่าของข้อมูลล่าสุดให้มีค่าสูงกว่า ซึ่งสะท้อนถึงความเป็นจริงของการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้อย่างเหมาะสม ด้วยเหตุนี้ วิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลจึงได้รับความนิยมมากกว่าวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

### 2.3 วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลซ้ำสองครั้ง (Double Exponential Smoothing Method)

วิธีการพยากรณ์นี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีความผันผวนในรูปแบบแนวโน้มเส้นตรง และไม่มีความผันแปรตามฤดูกาล นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับการพยากรณ์ทั้งในระยะสั้นและระยะปานกลาง โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณค่าพยากรณ์ควรมีจำนวนอย่างน้อย 5 ช่วงเวลา คำนวณได้จากสมการที่ (3) ถึง (7) ดังนี้

$$s_t = \propto A_t + (1-\propto)s_{t-1} \quad (3)$$

$$s'_t = \propto s_t + (1-\propto)s'_{t-1} \quad (4)$$

$$a_t = 2s_t - s'_t \quad (5)$$

$$b_t = \frac{\propto}{1-\propto}(s_t - s'_t) \quad (6)$$

$$f_{t+p} = a_t + b_t \quad (7)$$

$A_t$ = ค่าจริงในช่วงเวลา $t$

$f_{t+p}$ = ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลา $t+p$

$\propto$ = ค่าคงที่ในการปรับเรียบ (Smoothing Constant)

$s_t$ = ค่า $A_t$ ที่ผ่านการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพแนนเชียล ณ เวลา $t$

$s'_t$ = ค่า $A_t$ ที่ผ่านการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพแนนเชียลซ้ำครั้งที่ 2 ณ เวลา $t$

$a_t$ = ค่าผลต่างของค่าปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลอย่างง่ายและการปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลซ้ำสองครั้ง ณ เวลา $t$

$b_t$ = ค่าปรับปรุงสำหรับค่าแนวโน้ม ณ เวลา $t$

$p$ = ช่วงเวลาที่พยากรณ์ล่วงหน้า

**2.4 วิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์ (Holt-Winters Smoothing Method)**

วิธีการปรับเรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์ (Holt-Winters) แบบบวก เป็นวิธีที่ให้ผลลัพธ์การพยากรณ์ที่แม่นยำคล้ายกับวิธีการปรับเรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล แต่อย่างไรก็ตาม วิธีนี้มีข้อได้เปรียบเพิ่มเติมคือสามารถใช้พยากรณ์ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นฤดูกาล หรือมีแนวโน้ม หรือทั้งสองลักษณะได้พร้อมกัน ดังนั้นการพยากรณ์โดยวิธีนี้จำเป็นต้องมีข้อมูลอย่างน้อย 2 รอบฤดูกาล และประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ประกอบด้วย ส่วนปรับเรียบ ($S_t$) ส่วนของแนวโน้ม ($b_t$) และส่วนของฤดูกาล ($I_t$) ซึ่งแยกเขียนเป็นสมการได้จากสมการที่ (8) ถึง (10)

$$S_t = \alpha\,(X_t/I_{(t-L)}) + (1-\alpha)\,(S_{(t-1)} + b_{(t-1)}) \quad (8)$$

$$b_t = \gamma\,(S_t - S_{(t-1)}) + (1-\gamma)\,b_{(t-1)} \quad (9)$$

$$I_t = \beta\,(X_t/S_t + (1-\beta)\,I_{(t-l)} \quad (10)$$

เมื่อ $X_t$ = ข้อมูลที่เวลา t $S_t$ = ค่าปรับเรียบที่เวลา t

$b_t$ = ความชันของข้อมูลที่เวลา $I_t$ = ดัชนีฤดูกาลที่เวลา t

$L$ = ช่วงเวลาใน 1 ฤดูกาล (เป็นจำนวนเดือนหรือควอเตอร์ใน1ปี)

$\alpha$ = ค่าพารามิเตอร์การปรับระดับข้อมูล

$\beta$ = ค่าพารามิเตอร์การปรับค่าฤดูกาล

$\gamma$ = ค่าพารามิเตอร์การปรับแนวโน้ม

### 2.5 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percent Error, MAPE)

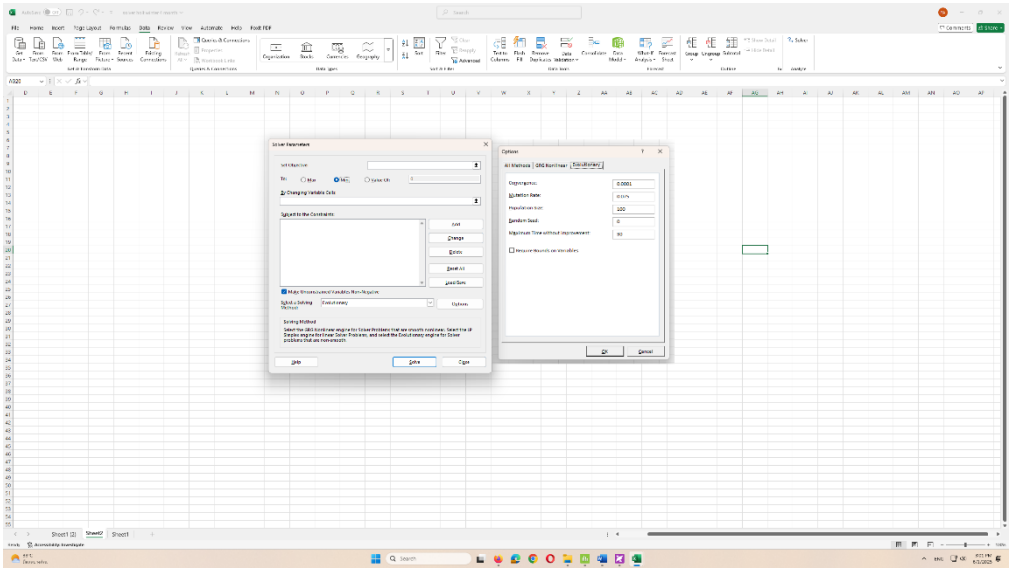
คำนวณจากผลรวมของค่าสัมบูรณ์ของค่าที่เกิดขึ้นจริงลบด้วยค่าที่พยากรณ์หารด้วยค่าที่เกิดขึ้นจริงคูณร้อยและหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมดดังสมการที่ (11)

$$\text{MAPE} = \frac{(\sum|\text{ค่าที่เกิดขึ้นจริง} - \text{ค่าที่พยากรณ์}/\text{ค่าที่เกิดขึ้นจริง}|)}{n} \quad (11)$$

เมื่อ n = จำนวนของข้อมูล

### 2.6 การประยุกต์ใช้โปรแกรมเสริม Solver ใน Microsoft Excel

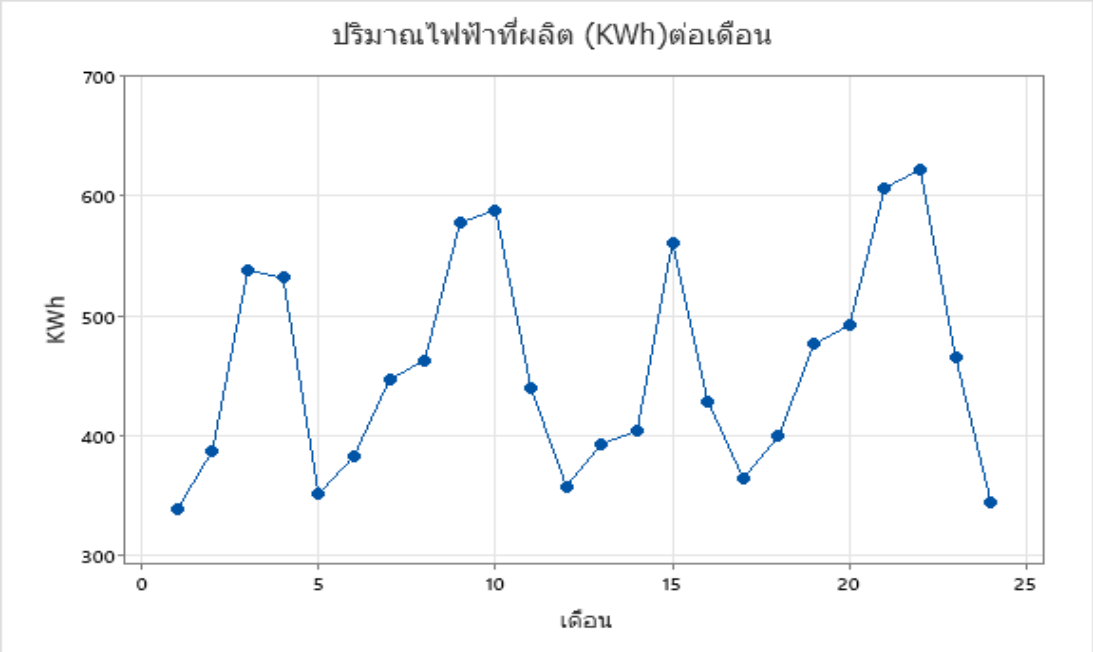
โปรแกรมเสริม (Add-in) Solver ใน Microsoft Excel ถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้ใช้วิเคราะห์และคำนวณหาคำตอบได้โดยอัตโนมัติ โดยพิจารณาจากสมการทางคณิตศาสตร์และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่หน้าต่างของ Solver เมื่อกระบวนการคำนวณเสร็จสิ้น โปรแกรม Solver จะส่งผลลัพธ์กลับไปยังเซลล์ที่ผู้ใช้กำหนดไว้ใน Excel โดยตรง นอกจากนี้ Solver ยังคำนวณได้ทั้งแบบค่าคำตอบเดียว และค้นหาผลลัพธ์ที่มากที่สุด (Max) หรือน้อยที่สุด (Min) ตามข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่ผู้ใช้ระบุไว้ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรูปที่ 1



**รูปที่ 1** โปรแกรมเสริม (Add-in) Solver ใน Microsoft Excel

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ ขั้นแรกคือการรวบรวมข้อมูลปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลที่จัดเก็บผ่าน Application ซึ่งสรุปไว้ในรูปที่ 2 สำหรับการคำนวณค่าเริ่มต้น ผู้วิจัยจะนำข้อมูลของปีแรกมาใช้เป็นฐานในการวิเคราะห์ จากนั้นจึงใช้ข้อมูลในปีที่สอง ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568 จำนวน 24 ข้อมูล เพื่อนำมาประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการพยากรณ์แต่ละวิธีที่ใช้ในการศึกษา



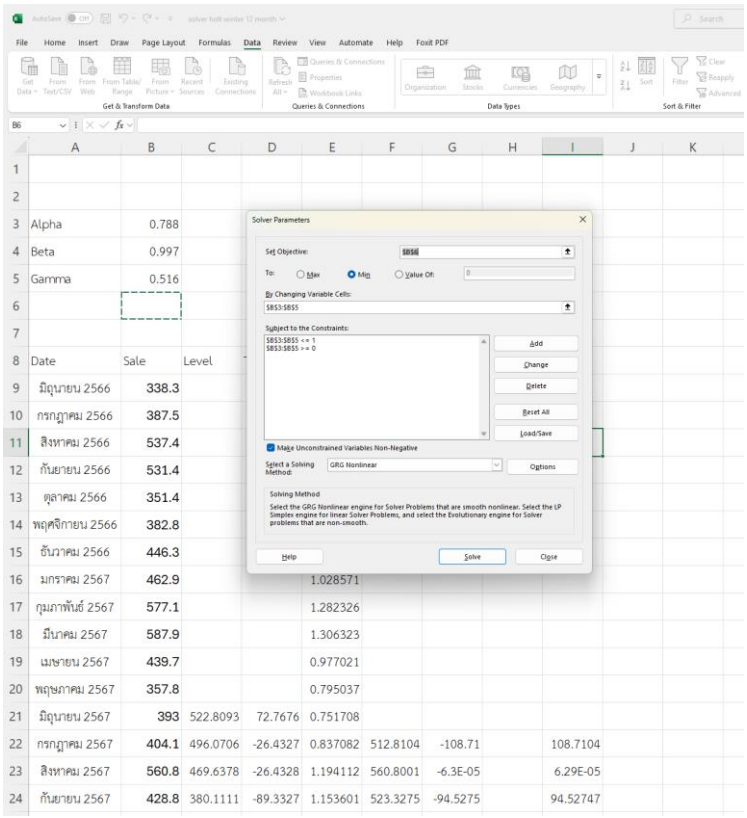

**รูปที่ 2** ปริมาณพลังงานไฟฟ้าจำนวน 24 เดือน

## 4. ผลการทดลอง

คณะผู้วิจัยนำข้อมูลปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ จาก Application ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568 จำนวน 24 เดือน นำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีพยากรณ์ พร้อมทั้ง คำนวณหาค่าความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ โดย กำหนด การคำนวณด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 2 ช่วงเวลา คือ 3 เดือน และ 5 เดือน วิธีปรับเรียบเอ๊กซ์โพแนนเชียล ใช้ค่า $\alpha$ ที่ 1.35 การพยากรณ์โดยใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์ แบบบวก โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ ที่ได้จากโปรแกรม Solver คือ $\alpha$ ที่ 0.788 $\beta$ ที่ 0.997 และ $\gamma$ ที่ 0.516 ดังแสดงในรูปที่ 3 พร้อมทั้งค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (MAPE) การคำนวณการพยากรณ์โดยใช้วิธีปรับเรียบแบเอ็กซ์โพแนนเชียลสองครั้ง จะใช้ค่า $\alpha$ ที่ 1.372 และ $\gamma$ ที่ 0.010 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าตัวชี้วัดของวิธีการพยากรณ์

| **วิธีการพยากรณ์** | วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือน | วิธีถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ 5 เดือน | วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย $\alpha$ ที่ 1.35 | วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพแนนเชียลซ้ำสองครั้ง $\alpha$ ที่ 1.372 และ $\gamma$ ที่ 0.010 | วิธีพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ $\alpha$ ที่ 0.788 $\beta$ ที่ 0.997 และ $\gamma$ ที่ 0.516 |
|---|---|---|---|---|---|
| MAPE | 22.5 | 18.1 | 15.60 | 17.11 | 5.10 |




| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Alpha | 0.788 | | | | | | | | | |
| 4 | Beta | 0.997 | | | | | | | | | |
| 5 | Gamma | 0.516 | | | | | | | | | |
| 8 | Date | Sale | Level | | | | | | | | |
| 9 | มิถุนายน 2566 | 338.3 | | | | | | | | | |
| 10 | กรกฎาคม 2566 | 387.5 | | | | | | | | | |
| 11 | สิงหาคม 2566 | 537.4 | | | | | | | | | |
| 12 | กันยายน 2566 | 531.4 | | | | | | | | | |
| 13 | ตุลาคม 2566 | 351.4 | | | | | | | | | |
| 14 | พฤศจิกายน 2566 | 382.8 | | | | | | | | | |
| 15 | ธันวาคม 2566 | 446.3 | | | | | | | | | |
| 16 | มกราคม 2567 | 462.9 | | | 1.028571 | | | | | | |
| 17 | กุมภาพันธ์ 2567 | 577.1 | | | 1.282326 | | | | | | |
| 18 | มีนาคม 2567 | 587.9 | | | 1.306323 | | | | | | |
| 19 | เมษายน 2567 | 439.7 | | | 0.977021 | | | | | | |
| 20 | พฤษภาคม 2567 | 357.8 | | | 0.795037 | | | | | | |
| 21 | มิถุนายน 2567 | 393 | 522.8093 | 72.7676 | 0.751708 | | | | | | |
| 22 | กรกฎาคม 2567 | 404.1 | 496.0706 | -26.4327 | 0.837082 | 512.8104 | -108.71 | | 108.7104 | | |
| 23 | สิงหาคม 2567 | 560.8 | 469.6378 | -26.4328 | 1.194112 | 560.8001 | -6.3E-05 | | 6.29E-05 | | |
| 24 | กันยายน 2567 | 428.8 | 380.1111 | -89.3327 | 1.153601 | 523.3275 | -94.5275 | | 94.52747 | | |

**รูปที่ 3** การประยุกต์ใช้โปรแกรม Solver ในการหาค่าพารามิเตอร์ของวิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์

## 5. สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจาก Application ครอบคลุมช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2568 รวมระยะเวลา 24 เดือน จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการพยากรณ์ 5 วิธี โดยใช้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) เป็นเกณฑ์วัดความแม่นยำในการพยากรณ์ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า วิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์ ($\alpha$ ที่ 0.788 $\beta$ ที่ 0.997 และ $\gamma$ ที่ 0.516) ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด (MAPE = 5.10) แสดงถึงความแม่นยำสูงสุดเมื่อเทียบกับวิธีการพยากรณ์อื่น วิธีการถัดมาคือ วิธีการพยากรณ์แบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (MAPE = 15.6) วิธีเอ็กซ์โพเนนเชียลซ้ำสองครั้ง ($\alpha$ = 1.372 และ $\gamma$ = 0.010) มี MAPE เท่ากับ 17.11 วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 5 เดือน ให้ MAPE เท่ากับ 18.1 และ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 3 เดือน (MAPE = 22.5) ซึ่งค่า MAPE สูงกว่าวิธีอื่น ๆ ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าวิธีการพยากรณ์ที่พิจารณาความผันผวนตามฤดูกาล (เช่น วิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์) มีความแม่นยำสูงกว่า วิธีการพยากรณ์แบบง่าย ๆ เช่น ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยเฉพาะในกรณีที่ข้อมูลมีลักษณะเป็นฤดูกาล การเลือกใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม (เช่น ค่า $\alpha$, $\beta$, $\gamma$) มีผลต่อความแม่นยำของการพยากรณ์อย่างมีนัยสำคัญ และสามารถนำไปปรับใช้ในงานวิเคราะห์การผลิตพลังงาน หรือการวางแผนการผลิตพลังงานในอนาคตได้ ในอนาคต ซึ่งวิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์ ไม่เหมาะกับข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ เช่นเป็นรูปแบบที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็ว และรูปทรงผิดไปจากแนวโน้มปกติ เช่น การเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากอาจทำให้ผลการพยากรณ์เบี่ยงเบนจากแนวโน้มจริงได้ จากงานวิจัยของ Chantha Wongouton ในปี 2021 [14] พบว่า วิธีการปรับให้เรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์แบบคูณจะมีความแม่นยำมากกว่า วิธีการปรับเรียบแบบโฮลต์-วินเทอร์แบบบวก อาจมีการนำวิธีการพยากรณ์ที่ซับซ้อนขึ้น เช่น โครงข่ายประสาทเทียม [15] หรือ วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง [16] ที่มีความซับซ้อน มาใช้เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะและประสิทธิภาพกับวิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เพื่อหาวิธีที่ให้ผลแม่นยำที่สุดและนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการผลิตไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้แต่งลำดับที่ 1 ในงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิษฐ์ ผู้แต่งลำดับที่ 2 ได้รับการสนับสนุนจาก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ผู้แต่งลำดับที่ 3 และ 4 ได้รับการสนับสนุนจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

## เอกสารอ้างอิง

[1] สุรกิจ ทองสุก และอรรถพล เจ่าพิทักษ์กุล. 2561. “การศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มทุนของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา”. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), ปีที่ 10, ฉบับที่ 19: 157-169.

[2] กระทรวงพลังงาน. 2567. สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงผลิตพลังงานไฟฟ้าในระบบของ กฟผ. แหล่งที่มา https://www.egat.co.th/home/statistics-fuel-usage/

[3] จารุเดช โตจำศิลป์. 2561. “ตัวแบบการพยากรณ์เพื่อการวางแผนการสั่งซื้อสินค้าล่วงหน้าด้วยเทคนิคการปรับเรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียล”. วิศวสารลาดกระบัง, ปีที่ 35, ฉบับที่ 2: 22-32.

[4] ศิริวรรณ สัมพันธมิตร. 2564. “การพยากรณ์ความต้องการใช้กาวดักแมลงวัน”. วารสารขายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย, ปีที่ 7, ฉบับที่ 1: 55-67.

[5] อดุลย์ พุกอินทร์. 2564. “การบริหารจัดการการใช้กระดาษด้วยวิธีการพยากรณ์ของงานเอกสารการพิมพ์ วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุตรดิตถ์”. วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, ปีที่ 4, ฉบับที่ 1: 46-57.

[6] ภัญนภัส พฤกษากิจ. 2566. “การพยากรณ์ความต้องการสินค้าผลไม้แปรรูปเพื่อการวางแผนการผลิต กรณีศึกษา บริษัท XYZ จำกัด”. วารสารบริหารธุรกิจ, ปีที่ 13, ฉบับที่ 1: 105-119.

[7] วรางคณา เรียนสุทธิ์. 2566. “ตัวแบบพยากรณ์มูลค่าการส่งออกต้นกล้วยไม้ของประเทศไทยด้วยปัจจัยเวลา”. วารสารวิชาการเกษตร, ปีที่ 41, ฉบับที่ 2: 164-175.

[8] สุภาวิณี ขันคำ. 2566. “แบบจำลองการพยากรณ์สำหรับปริมาณการส่งออกเครื่องเทศของประเทศไทย”. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ปีที่ 43, ฉบับที่ 1: 73-83.

[9] ธิติมา กิงกระโทก. 2567. “การพยากรณ์จำนวนผู้ป่วยโรคปอดอักเสบ จังหวัดเพชรบูรณ์”. วารสารวิชาการป้องกันควบคุมโรค สคร.2 พิษณุโลก, ปีที่ 11, ฉบับที่ 2: 126-140.

[10] ชุมพล ศฤงคารศิริ. การวางแผนและควบคุมการผลิต, พิมพ์ครั้งที่ 11, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2546.

[11] วิชัย แหวนเพชร. การวางแผนและควบคุมการผลิต, พิมพ์ครั้งที่ 4, หจก.ธรรมกมลการพิมพ์, 2547.

[12] พิภพ ลลิตาภรณ์. ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต, พิมพ์ครั้งที่ 12, สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2549.

[13] บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์. การวางแผนและควบคุมการผลิต, พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัท สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด, 2552.

[14] Wongouton, C. 2021. “The effect on forecasting accuracy of the Holt-Winters method when using the incorrect model on a non-stationary time series”. Thailand Statistician, vol.19, no.3: 565–582.

[15] Medeiros, M.C. 2022. Forecasting with Machine Learning Methods. In: Chan, F., Mátyás, L. (eds) Econometrics with Machine Learning. Advanced Studies in Theoretical and Applied Econometrics, vol. 53. Springer, Cham.

[16] Spiliotis, E. 2023. Time Series Forecasting with Statistical, Machine Learning, and Deep Learning Methods: Past, Present, and Future. In: Hamoudia, M., Makridakis, S., Spiliotis, E. (eds) Forecasting with Artificial Intelligence. Palgrave Advances in the Economics of Innovation and Technology. Palgrave Macmillan, Cham.

# การพัฒนาระบบพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กเพื่อเกษตรกรรมชุมชน : รูปแบบการจัดการพลังงานเพื่อเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนภายใต้แนวทาง BCG และ SDGs

# Development of a Community-Based Small-Scale Solar Energy System: A Sustainable Energy Management Model for Agriculture under the BCG and SDGs Frameworks

พุทธดี อุบลศุข[1] พงศ์เทพ จันทร์สันเทียะ[1] วีระพล คงนุ่น[2] รัฐพล ดุลยะลา[2] ยสินทินี เอมหยวก[2] พิชัย ใจกล้า[3] และ การุณย์ ชัยวณิชย์[4*]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ [2]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
[3]คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
[4]กองวิชาวิศวกรรมสรรพาวุธ ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

Putthadee Ubolsook[1] Pongthep Jansanthea[1] Weerapon Kongnun[2] Rattapon Dulyala[2] Yasintinee Aimyuak[2] Pichai Chaikla[3], and Karun Chaivanich[4*]

[1]Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, [2]Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University, [3]Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University
[4]Department of Ordnance Engineering, the Academic Division, Chulachomklao Royal Military Academy

E-mail: karun.ch@crma.ac.th[4*]

## บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการพลังงานสะอาดที่เหมาะสมกับบริบทของชุมชนตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง โดยเน้นการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในกิจกรรมทางการเกษตร ได้แก่ ระบบสูบน้ำเพื่อทำนาและการสีข้าวอินทรีย์ ภายใต้การมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่รอบมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ การดำเนินงานประกอบด้วยการออกแบบระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งแบบผิวดินและใต้ดิน การพัฒนาเครื่องสีข้าวร่วมกับระบบพลังงานสะอาด และการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้ด้านพลังงานสะอาดเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้แก่เกษตรกร นักศึกษา และประชาชนทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า ระบบพลังงานแสงอาทิตย์สามารถลดต้นทุนพลังงานในกิจกรรมทางการเกษตรได้เฉลี่ยร้อยละ 62.7 ต่อฤดูเพาะปลูกเมื่อเทียบกับระบบเดิม และช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เฉลี่ย 135 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อระบบต่อปี นอกจากนี้ ยังสามารถคืนทุนภายในระยะเวลา2-3 ปี ระบบต้นแบบมีลักษณะเคลื่อนย้ายสะดวก ติดตั้งง่าย และเหมาะสมกับพื้การเกษตรขนาดเล็ก โดยมีการอบรมถ่ายทอดความรู้จำนวน 6 ครั้ง มีผู้เข้าร่วมรวม 138 คน หลังอบรมพบว่าระดับความรู้เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 46.3 และความพึงพอใจอยู่ในระดับ “มาก” งานวิจัยนี้ยังสามารถขยายผลเป็นต้นแบบการจัดการพลังงานสะอาดระดับชุมชน สะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของสถาบันการศึกษาในฐานะศูนย์กลางองค์ความรู้ด้านพลังงานสะอาด เพื่อส่งเสริมการเปลี่ยนผ่านของชุมชนสู่การใช้พลังงานอย่างยั่งยืนภายใต้แนวทางเศรษฐกิจ BCG และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน SDG 7

**คำสำคัญ**: พลังงานสะอาด พลังงานแสงอาทิตย์ การจัดการพลังงาน เกษตรกรรม ชุมชน

## Abstract

This research aimed to develop a clean energy management model appropriate to the local community context, based on the Sufficiency Economy Philosophy. The focus was on the application of solar energy in agricultural activities, specifically solar-powered water pumping for rice cultivation and solar-driven organic rice milling. The study was conducted with active participation from local communities surrounding Uttaradit Rajabhat University. The implementation included the design of both surface and sub-surface solar water pumping systems, the development of a rice milling machine integrated with solar energy, and the establishment of a clean energy learning center to disseminate knowledge to farmers, students, and the general public. The results revealed that the solar energy systems reduced agricultural energy costs by an average of 62.7% per cultivation season compared to conventional systems, and reduced greenhouse gas emissions by approximately 135 kg$CO_2$-eq per system per year. Additionally, the systems achieved a payback period of 2–3 years. The prototypes were lightweight, portable, easy to install, and suitable for small-scale agricultural operations. Six training sessions were conducted, with a total of 138 participants. Post-training assessments showed an average knowledge increase of 46.3%, with participant satisfaction rated at a “high” level. This research demonstrates the potential for scaling the model as a community-level clean energy management system. It also highlights the critical role of higher education institutions as knowledge hubs for clean energy innovation, supporting the transition of communities toward sustainable energy practices in alignment with the Bio-Circular-Green (BCG) economic model and Sustainable Development Goal 7: Affordable and Clean Energy.

**Keywords:** Clean energy, Solar energy, Energy management, Agriculture, Community

## 1. บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) และวิกฤตพลังงานนับเป็นประเด็นท้าทายที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมในทุกระดับ โดยเฉพาะในระดับชุมชนเกษตรกรรมที่มีความเปราะบางด้านทรัพยากรและขาดการเข้าถึงเทคโนโลยีที่ยั่งยืน พลังงานที่ได้จากแหล่งฟอสซิล เช่น น้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ แม้จะมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ แต่กลับเป็นสาเหตุหลักของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) และการเกิดมลพิษที่ส่งผลให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมถดถอย (IPCC, 2021) [1] ปัจจุบันนานาประเทศรวมถึงประเทศไทยจึงได้ให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบพลังงานสะอาด (Clean energy transition) [2] ที่เน้นการใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานชีวมวล เพื่อลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและสร้างความมั่นคงด้านพลังงานอย่างยั่งยืน

ประเทศไทยในฐานะประเทศเกษตรกรรม มีพื้นที่ชนบทจำนวนมากที่ยังเผชิญปัญหาการเข้าถึงพลังงานไฟฟ้าอย่างทั่วถึง โดยเฉพาะในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่เกษตรกรรมที่มีต้นทุนการขยายโครงข่ายไฟฟ้าสูง [3] การส่งเสริมให้ชุมชนสามารถผลิตและใช้พลังงานจากแหล่งธรรมชาติในพื้นที่ตนเอง จึงถือเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพทั้งในเชิงเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม พลังงานแสงอาทิตย์นับเป็นแหล่งพลังงานสะอาดที่มีความอุดมสมบูรณ์ในภูมิภาคเขตร้อนอย่างประเทศไทย [4] และสามารถประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรกรรมได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การสูบน้ำเพื่อการเกษตร การสีข้าว หรือการประมง ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากร และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีพลังงานสะอาดเข้าสู่ชุมชนยังคงประสบข้อจำกัดหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนการติดตั้ง การขาดความรู้ ความเข้าใจด้านเทคนิค การขาดแหล่งเรียนรู้ที่เข้าถึงได้ และการขาดรูปแบบการจัดการที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชน [5]

ด้วยเหตุนี้ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ซึ่งมีพันธกิจในการขับเคลื่อนการพัฒนาท้องถิ่นตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง จึงได้ริเริ่มโครงการ การศึกษาวิจัยระบบการผลิตและการจัดการพลังงานสะอาดสำหรับชุมชน: กรณีศึกษา การใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการเกษตร เพื่อพัฒนาแนวทางการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์อย่างเหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ และส่งเสริมการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานในระดับชุมชน โครงการนี้มุ่งเน้นการออกแบบต้นแบบระบบสูบน้ำและเครื่องสีข้าวที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้และสื่อสาธารณะด้านพลังงานสะอาด ตลอดจนการจัดตั้งศูนย์เรียนรู้เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้สู่เกษตรกร นักศึกษา และประชาชนทั่วไป โดยใช้พื้นที่จริงของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ เป็นฐานการเรียนรู้ที่มีชีวิตเพื่อให้เกิดผลกระทบทางวิชาการ เศรษฐกิจ และสังคมในระยะยาว

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อ (1) พัฒนารูปแบบการจัดการพลังงานสะอาดที่เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่และชุมชนตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (2) พัฒนาศูนย์กลางองค์ความรู้และการสร้างสื่อการเรียนรู้ และ (3) เผยแพร่ต้นแบบนวัตกรรมพลังงานสะอาดที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในระดับชุมชน โดยมีเป้าหมายเพื่อยกระดับศักยภาพของชุมชนให้สามารถก้าวสู่ระบบเศรษฐกิจ BCG และบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG 7: Affordable and Clean Energy) ผลการวิจัยพบว่า การประยุกต์ใช้ระบบสูบน้ำและเครื่องสีข้าวด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่เกษตรกรรมของชุมชนรอบมหาวิทยาลัยฯ สามารถลดต้นทุนการใช้พลังงานได้เฉลี่ยร้อยละ 60 เมื่อเทียบกับระบบเดิมที่พึ่งพาไฟฟ้าจากโครงข่าย นอกจากนี้ ระบบที่พัฒนาขึ้นยังสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เหมาะสมกับการใช้งานในไร่นาหรือพื้นที่ชนบทที่มีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงไฟฟ้า โดยมีความทนทานและใช้งานได้จริงในภาคสนาม อีกทั้งยังสามารถพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้และชุดสาธิตแบบเคลื่อนที่สำหรับอบรมเกษตรกรและนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา โดยมีการสร้างศูนย์การเรียนรู้พลังงานสะอาดภายในคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ซึ่งกลายเป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีชีวิต (Living Learning Center) ที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบบูรณาการและมีส่วนร่วม ทั้งในระดับนักศึกษา ชุมชน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากภาครัฐและเอกชน ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะ (reskill/upskill) ด้านเทคโนโลยีพลังงานสะอาดแก่ประชาชนในพื้นที่ ส่งเสริมการจ้างงานเชิงเทคโนโลยี และสร้างต้นแบบที่สามารถต่อยอดเชิงนโยบายระดับท้องถิ่นและระดับประเทศในอนาคต ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยจึงมีคุณค่าอย่างยิ่งทั้งในเชิงวิชาการ เชิงปฏิบัติ และเชิงนโยบาย โดยเป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของการบูรณาการองค์ความรู้ทางวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม และการจัดการพลังงานสมัยใหม่เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนในระดับชุมชน ซึ่งสามารถเป็นต้นแบบการขยายผลไปสู่พื้นที่อื่นในประเทศไทยที่มีบริบทคล้ายคลึงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดผลกระทบเชิงบวกในระยะยาว

## 2. ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied Research) ที่มุ่งพัฒนารูปแบบการจัดการพลังงานสะอาดในระดับชุมชน โดยเฉพาะการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในภาคเกษตรกรรม ผ่านการออกแบบระบบต้นแบบ การมีส่วนร่วมของชุมชน และการถ่ายทอดองค์ความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนหลักในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้:

**1. พื้นที่ศึกษา** งานวิจัยดำเนินการในพื้นที่ชุมชนเกษตรรอบมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ได้แก่ ชุมชนบ้านป่าเซ่า ชุมชนคุ้งตะเภา และชุมชนท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่มีลักษณะแตกต่างกัน ครอบคลุมการทำนา การปลูกผัก และการเลี้ยงสัตว์ และมีศักยภาพในการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานสะอาด

**2. กลุ่มเป้าหมายและผู้ให้ข้อมูล** ประกอบด้วย

- เกษตรกรในพื้นที่จำนวน 30 ครัวเรือน
- นักศึกษาและอาจารย์จาก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์ และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
- เจ้าหน้าที่ภาครัฐและผู้แทนชุมชน

การเก็บข้อมูลใช้การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง การประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) และแบบสอบถามเชิงพฤติกรรมการใช้พลังงานในภาคเกษตร

**3. กระบวนการวิจัย** กระบวนการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะหลัก (รูปที่ 1) ดังนี้

**ระยะที่ 1: การสำรวจข้อมูลพื้นฐานและความต้องการของชุมชน**

- สำรวจรูปแบบการใช้พลังงานเดิม
- วิเคราะห์ต้นทุนและปัญหาการใช้พลังงาน
- ประเมินศักยภาพของพื้นที่ต่อการรับเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์

**ระยะที่ 2: การออกแบบและพัฒนาต้นแบบ**

- พัฒนาต้นแบบระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบผิวดินและใต้ดิน
- พัฒนาเครื่องสีข้าวแบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์
- ออกแบบระบบให้มีความคล่องตัว เคลื่อนย้ายง่าย และเหมาะสมกับบริบทการใช้งานจริงในพื้นที่เกษตรกรรมขนาดเล็ก

**ระยะที่ 3: การจัดตั้งศูนย์เรียนรู้และพัฒนาสื่อ**

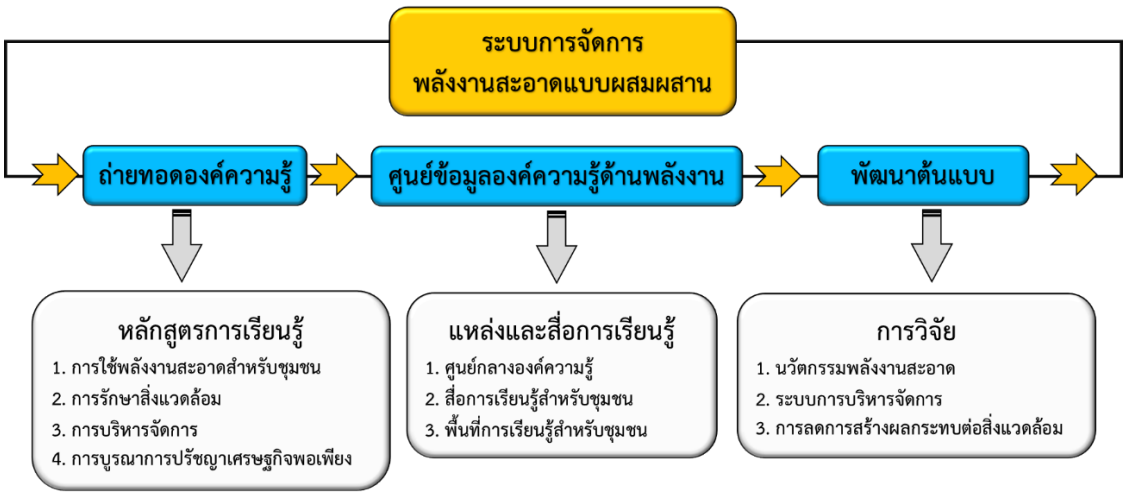
- จัดตั้ง “ศูนย์เรียนรู้พลังงานสะอาดสำหรับชุมชน” ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
- พัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียและต้นแบบเคลื่อนที่เพื่ออบรมเกษตรกร
- ดำเนินกิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ผ่านการอบรมและสาธิต

**ระยะที่ 4: การประเมินผลและการสังเคราะห์องค์ความรู้**

- ประเมินประสิทธิภาพต้นแบบระบบสูบน้ำและสีข้าวจากการใช้งานจริง
- ประเมินระดับความพึงพอใจของเกษตรกรและผู้เรียนรู้
- วิเคราะห์ผลกระทบทางเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรม
- สังเคราะห์องค์ความรู้และจัดทำแนวทางการขยายผลในชุมชนอื่น

**4. การวิเคราะห์ข้อมูล**

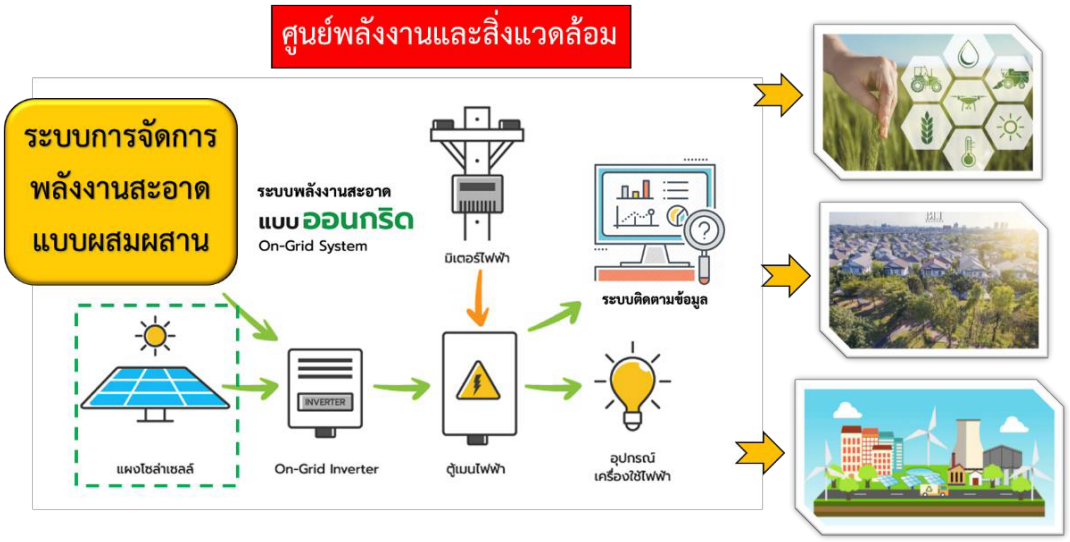
- ข้อมูลเชิงปริมาณวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)
- ข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากบทสัมภาษณ์และเวทีระดมความคิดเห็น
- ใช้เทคนิคการสังเคราะห์ผลลัพธ์เพื่อจัดทำคู่มือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานสะอาดในชุมชน




**รูปที่ 1** แนวทางการดำเนินงานวิจัย

แนวคิดสำคัญของการดำเนินงานวิจัยฉบับนี้ มุ่งเน้นการพัฒนาและประยุกต์ใช้พลังงานสะอาดจากแสงอาทิตย์ในภาคเกษตรกรรมระดับชุมชน โดยผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมของเกษตรกร ชุมชน และภาคการศึกษา เพื่อให้เกิดต้นแบบระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กที่

เหมาะสมกับบริบทพื้นที่ เสริมสร้างการพึ่งพาตนเองตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนและยั่งยืน (Bio-Circular-Green Economy: BCG) รวมถึงเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) [6] การดำเนินงานวิจัยอาศัยกรอบแนวคิดการวิจัยแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) [7] และแนวทางบูรณาการเชิงสหสาขาวิชา (interdisciplinary integration) โดยใช้แนวคิด “ระบบการจัดการพลังงานสะอาดแบบผสมผสานเพื่อชุมชน” เป็นศูนย์กลางของการออกแบบ การถ่ายทอด และการขยายผลสู่การใช้จริง โดยเน้นการทำงานในพื้นที่จริง (place-based approach) ควบคู่กับการสร้างองค์ความรู้ทางเทคนิค วิศวกรรม และการสื่อสารสาธารณะ




**รูปที่ 2** แนวคิดระบบการจัดการพลังงานสะอาดแบบผสมผสาน

การดำเนินงานวิจัยทั้ง 4 ขั้นตอนดังกล่าว เป็นรากฐานสำคัญที่ก่อให้เกิด ผลลัพธ์เชิงรูปธรรม ทั้งในด้านเทคโนโลยี การเรียนรู้ และการเปลี่ยนแปลงในระดับชุมชน ซึ่งจะถูกนำเสนอในหัวข้อถัดไป โดยนำเสนอทั้งในมิติของการพัฒนาเทคโนโลยี การพัฒนาความรู้ และการขยายผลจากการมีส่วนร่วมของชุมชน นอกจากนี้จะใช้กรอบแนวคิดจากการศึกษานี้ในการวิเคราะห์ว่า ผลลัพธ์ที่ได้ตอบโจทย์เป้าหมายของโครงการอย่างไร มีข้อจำกัดอะไร และมีแนวทางการพัฒนาต่อยอดอย่างไรเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

## 3. ผลการดำเนินงานวิจัยและอภิปรายผล

การดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก โดยผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

### 3.1 การสำรวจและวิเคราะห์บริบทของชุมชน

จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลใน 3 ชุมชนรอบมหาวิทยาลัย ได้แก่ บ้านป่าเซ่า คุ้งตะเภา และท่าอิฐ พบว่า

- เกษตรกรในพื้นที่ส่วนใหญ่ยังคงใช้ระบบไฟฟ้าจากสายส่งของการไฟฟ้าในการสูบน้ำเพื่อทำนา และบางพื้นที่ยังพึ่งพาเครื่องยนต์ดีเซลที่มีต้นทุนสูง
- ร้อยละ 83 ของเกษตรกรที่เข้าร่วมให้ข้อมูล แสดงความสนใจที่จะเปลี่ยนมาใช้พลังงานทางเลือก โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์
- สภาพภูมิประเทศของพื้นที่มีศักยภาพรับแสงแดดเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ประมาณ 4.6–5.2 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตร.ม./วัน ซึ่งเหมาะสมต่อการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

- ความรู้พื้นฐานของเกษตรกรเกี่ยวกับเทคโนโลยีโซลาร์เซลล์ยังอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง แต่มีทัศนคติที่เป็นบวกต่อพลังงานสะอาด

**3.2 การออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบ**

การพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดเพื่อการเกษตรในงานวิจัยนี้ ได้เลือกแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากกลุ่มเป้าหมายเป็นเกษตรกรปลูกข้าวในพื้นที่เปิดโล่งที่มีความเหมาะสมในการผลิตไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้แหล่งพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการสูบน้ำและการสีข้าวสำหรับครัวเรือน ประกอบด้วย (รูปที่ 3)

- **ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบผิวดิน** สามารถสูบน้ำได้สูงสุด 1,200 ลิตร/ชั่วโมง ใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 300 วัตต์ พร้อมแบตเตอรี่สำรองพลังงาน ช่วยลดต้นทุนพลังงานได้เฉลี่ย ร้อยละ 62.7 ต่อฤดูเพาะปลูก เมื่อเทียบกับระบบเครื่องยนต์เบนซิน [8] ระบบต้นแบบทั้งหมดมีลักษณะ เคลื่อนที่ได้ มีน้ำหนักเบาและประกอบง่าย เหมาะกับพื้นที่เกษตรขนาดย่อม และมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ยชุดละไม่เกิน 15,000 บาท
- **เครื่องสีข้าวพลังงานแสงอาทิตย์** เครื่องสีข้าวกล้องขนาดเล็กที่เกษตรกรต้องการใช้ เป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ขนาด 750 วัตต์ และมีเวลาการใช้งานที่ไม่แน่นอน ทีมผู้วิจัยจึงได้เลือกออกแบบระบบอินเวอร์เตอร์สำหรับแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับให้เป็นแบบไฮบริดจ์ สามารถใช้งานได้ตลอดเวลาที่ต้องการ และสามารถใช้กับชุดแผงโซล่าเซลล์ที่ออกแบบให้ใช้กับระบบสูบน้ำ เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนและใช้ประโยชน์ร่วมกันได้ และหากไม่มีพลังงานจากแสงอาทิตย์ ระบบอินเวอร์เตอร์แบบไฮบริดจ์นี้จะยังสามารถใช้พลังงานจากระบบไฟฟ้าหลักของการไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกันไม่ให้ระบบการผลิตข้าวกล้องจากเครื่องสีข้าว




**รูปที่ 3** ระบบสูบน้ำและสีข้าวสำหรับครัวเรือนจากแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์

ขนาดเล็กนี้หยุดการทำงานโดยกระทันหัน และยังมีพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่คอยช่วยแก้ปัญหาเรื่องความไม่แน่นอนของไฟฟ้าในระบบการแปลงพลังงาน ที่เกิดจากความไม่แน่นอนของแสงอาทิตย์

**3.3 การจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้**

- ได้จัดตั้ง ศูนย์การเรียนรู้พลังงานสะอาด ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้เชิงปฏิบัติสำหรับเกษตรกร นักศึกษา และประชาชนทั่วไป

- พัฒนาสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบ มัลติมีเดีย และ สื่อเคลื่อนที่ เช่น ชุดจำลองการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์ ระบบสูบน้ำแบบจำลอง และแผ่นพับความรู้ด้านพลังงานสะอาด
- มีการจัด กิจกรรมถ่ายทอดความรู้ 6 ครั้ง รวมผู้เข้าร่วมทั้งสิ้น 138 คน โดยหลังการอบรมผู้เข้าร่วมมีระดับความรู้เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 46.3 และแสดงความพึงพอใจในระดับ “มาก”

**3.4 การประเมินผลและการสังเคราะห์องค์ความรู้**

- จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบต้นแบบ พบว่าอุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพในภาคสนาม โดยมีอัตราคืนทุน (payback period) ภายใน 2–3 ปี
- การใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์สามารถลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้เฉลี่ย 135 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี ต่อระบบ เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ดีเซล
- การสัมภาษณ์เกษตรกรและผู้ใช้งานพบว่า ระบบพลังงานสะอาดมีผลช่วยเพิ่มเวลาในการทำงาน ลดภาระค่าใช้จ่าย และช่วยเพิ่มผลผลิตทางอ้อม โดยเฉพาะในฤดูแล้ง
- งานวิจัยสามารถสังเคราะห์เป็น แนวทางต้นแบบ สำหรับชุมชนอื่น ๆ ในลักษณะของ “คู่มือการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานสะอาดสำหรับเกษตรกรรายย่อย” และสามารถนำไปขยายผลในระดับตำบลหรืออำเภอได้ในอนาคต

**3.5 อภิปรายผล**

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการพลังงานสะอาดที่สอดคล้องกับศักยภาพของพื้นที่และบริบทของชุมชนสามารถดำเนินการได้จริง และมีผลกระทบเชิงบวกในหลายมิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการลดต้นทุนพลังงานในภาคเกษตรกรรม การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรและการเสริมสร้างพลังชุมชนผ่านการมีส่วนร่วมและการเรียนรู้แบบมีชีวิต (Living Lab)

การออกแบบระบบสูบน้ำและเครื่องสีข้าวที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถตอบสนองต่อความต้องการพื้นฐานของเกษตรกรได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมกับลักษณะการทำเกษตรรายย่อยในพื้นที่ชนบท และสามารถติดตั้งและใช้งานได้โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาโครงข่ายไฟฟ้าหลัก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด “พลังงานหมุนเวียนแบบกระจายศูนย์ (Decentralized Renewable Energy)” [9] ที่เน้นการสร้างความมั่นคงทางพลังงานในระดับท้องถิ่น

นอกจากนี้ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้และการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้ด้านพลังงานสะอาดมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่เกษตรกรและประชาชนทั่วไป ช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากผู้บริโภคพลังงานแบบดั้งเดิม ไปสู่การเป็นผู้ใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่า และสามารถดูแลรักษาระบบได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดของ “การพัฒนาอย่างยั่งยืน” และ “เศรษฐกิจพอเพียง” ที่มุ่งเน้นการพึ่งพาตนเองอย่างสมดุล [10]

ผลการประเมินด้านเศรษฐกิจพบว่า ระบบต้นแบบสามารถลดต้นทุนพลังงานได้มากกว่า 60% และมีอัตราคืนทุนภายใน 2–3 ปี ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของการลงทุนในพลังงานสะอาดระดับชุมชน ทั้งยังช่วยลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้อย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lobus et al., 2023 [11] ที่ระบุว่า ระบบโซลาร์เซลล์ในภาคเกษตรกรรมมีศักยภาพสูงในการลดรอยเท้าคาร์บอน (carbon footprint) และต้นทุนดำเนินงานระยะยาว

การมีส่วนร่วมของชุมชนตลอดกระบวนการวิจัยยังแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการออกแบบเทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (user-centered design) ซึ่งช่วยให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับวิถีชีวิต วัฒนธรรม และความสามารถในการดูแลรักษาของผู้ใช้งานจริง และยังเป็นปัจจัยสำคัญที่นำไปสู่การยอมรับและการขยายผลในระดับภูมิภาค อย่างไรก็ตาม โครงการยังเผชิญกับข้อจำกัดบางประการ เช่น ข้อจำกัดด้านต้นทุนการผลิตในระยะเริ่มต้น การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ในระยะยาว และการขาดกลไกสนับสนุนเชิงนโยบายในระดับพื้นที่ ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมผ่านการบูรณาการความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษา หน่วยงานท้องถิ่น และภาคเอกชน

โดยสรุป งานวิจัยนี้ตอกย้ำบทบาทสำคัญของสถาบันอุดมศึกษาในฐานะผู้นำการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงานสะอาดในระดับชุมชน และสามารถเป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบพลังงานทางเลือกที่ยั่งยืน เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ตอบโจทย์ BCG Economy และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG 7) ได้อย่างเป็นรูปธรรม

## 4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จในการพัฒนารูปแบบการจัดการพลังงานสะอาดที่เหมาะสมกับบริบทของชุมชนเกษตรกรรม โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในกิจกรรมทางการเกษตร เช่น การสูบน้ำและการสีข้าวอินทรีย์ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงและช่วยลดต้นทุนพลังงานได้เฉลี่ยมากกว่า 60% เมื่อเทียบกับระบบเดิม ระบบต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะกะทัดรัด เคลื่อนย้ายสะดวก ใช้งานง่าย และสามารถติดตั้งในพื้นที่ห่างไกลที่ไฟฟ้ายังเข้าไม่ถึงได้จริง ส่งผลให้เกษตรกรมีความมั่นคงด้านพลังงานมากขึ้น และเกิดการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืนตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง นอกจากนี้ การจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักวิจัย นักศึกษา และเกษตรกร สร้างความตระหนักรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้พลังงานสะอาดในชุมชนอย่างเป็นระบบ โดยผู้เข้าร่วมมีระดับความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สุดท้าย งานวิจัยนี้สามารถต่อยอดเป็น “ต้นแบบการจัดการพลังงานสะอาดระดับชุมชน” ที่สามารถขยายผลไปยังพื้นที่อื่นได้อย่างเป็นรูปธรรม โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาและดูแลรักษาระบบให้ยั่งยืน อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ผลการวิจัยเกิดประโยชน์ในวงกว้างและยั่งยืนยิ่งขึ้น ควรมีการศึกษาต่อยอดด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมในระยะยาวของระบบพลังงานสะอาด รวมถึงการประเมินวงจรชีวิต (Life Cycle Assessment) เพื่อประเมินความยั่งยืนอย่างครอบคลุม นอกจากนี้ ควรพัฒนาต้นแบบให้เหมาะสมกับบริบทการเกษตรที่หลากหลาย เช่น เกษตรเชิงเขา เกษตรผสมผสาน และเกษตรกรรมเมือง ในด้านนโยบาย หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้การสนับสนุนด้านงบประมาณหรือกลไกเงินทุนหมุนเวียน พร้อมกับส่งเสริมการประสานความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัย องค์กรปกครองท้องถิ่น และภาคเอกชนเพื่อการขยายผลสู่ระดับพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับระดับชุมชน ควรมีการฝึกอบรมเกษตรกรให้สามารถบำรุงรักษาระบบด้วยตนเองได้ และส่งเสริมการจัดตั้งเครือข่ายชุมชนพลังงานสะอาด เพื่อเป็นเวทีแลกเปลี่ยนประสบการณ์และสร้างการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในระยะยาว

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม จากสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมและสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ” ประจำปีงบประมาณ 2565 และทุนภายใต้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกับนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน สมดุล และมั่นคง ตามโครงการขับเคลื่อนการวิจัยและพัฒนาบุคลากรการวิจัยด้านสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 สำหรับการดำเนินงานวิจัยนี้

## เอกสารอ้างอิง

[1] S. Legg, “IPCC, 2021: Climate change 2021—the physical science basis,” *Interaction*, vol. 49, no. 4, pp. 44–45, 2021.

[2] M. Khedari, “ทิศทางการพัฒนาไฮโดรเจน: พลังงานทางเลือกสำหรับประเทศไทย: Direction for hydrogen development as an alternative energy for Thailand,” *Journal of Research Creative Architecture and Design*, vol. 1, no. 1, 2024.

[3] หอมหวน ตาสาโรจน์, ธานินทร์ รัชโพธิ์, และ สมสุข ไตรศุภกิตติ, “ศักยภาพและความท้าทายในการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนในประเทศไทย,” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, ปีที่ 5, ฉบับที่ 1, หน้า 1–11, 2568.

[4] S. Kittipuwadol, K. Khumprasert, A. Intarapadung, และ P. Chankoung, “ยุทธศาสตร์การพัฒนารูปแบบการจัดการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาโดยผู้ประกอบการและผู้ใช้ภาคครัวเรือน พื้นที่เขตคันนายาว กรุงเทพมหานคร,” *Journal of Modern Learning Development*, vol. 7, no. 2, pp. 301–316, 2022.

[5] W. Simachaya, “โอกาสประเทศไทยกับเศรษฐกิจปลอดคาร์บอน,” *Social Science and Humanities Research Bulletin*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2024.

[6] N. Sirilertworakul, “BCG Model: Fostering Sustainable Development in Thai Economy,” 2021.

[7] S. Srikok และ G. Onsamlee, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกมัลเบอร์รี่สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อการผลิตและแปรรูปแปลงใหญ่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หมู่ 9 บ้านนิคม 3... โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR),” *The Golden Teak: Humanity and Social Science Journal*, ปีที่ 30, ฉบับที่ 1, หน้า 123–135, 2567.

[8] พุทธดี อุบลศุข, วีระพล คงนุ่น, พงศ์เทพ จันทร์สันเทียะ, และ ยสินทินี เอมหยวก, “การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้งานระบบสูบน้ำในการเกษตรขนาดเล็ก เพื่อหาแนวทางการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม,” *การประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 16 (TREC-16)*, 2-4 พ.ย. 2566, กำแพงเพชร, หน้า 254–263.

[9] Y. Sun, W. Guan, A. Razzaq, M. Shahzad, และ N. B. An, “Transition towards ecological sustainability through fiscal decentralization, renewable energy and green investment in OECD countries,” *Renewable Energy*, vol. 190, pp. 385–395, 2022.

[10] นพชัย ถิรทิตสกุล, พระมหาประกาศิต ฐิติปสิทธิกร, และ สัญญา สดประเสริฐ, “การจัดการพลังงานทดแทนเพื่อความยั่งยืน,” *วารสาร มจร พุทธปัญญาปริทรรศน์*, ปีที่ 10, ฉบับที่ 2, หน้า 562–575, 2568.

[11] N. V. Lobus, M. A. Knyazeva, A. F. Popova, และ M. S. Kulikovskiy, “Carbon Footprint Reduction and Climate Change Mitigation: A Review of the Approaches, Technologies, and Implementation Challenges,” *C*, vol. 9, no. 4, p. 120, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.3390/c9040120

# ระบบอ่านค่าอุณหภูมิจากภาพถ่ายเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี OCR

# Temperature Reading System from Digital Thermometer Images Using OCR Technology

พรนภา แสงกำ[1*] และ ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง[1]
[1]คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Pornnapha Saengkam[1*] and Pumipong Duangtang[1]
[1]Faculty of Digital Technology, Chiang Rai Rajabhat University

E-mail: 651998008@crru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบอ่านค่าอุณหภูมิจากภาพถ่ายเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัล โดยใช้เทคโนโลยีการรู้จำอักขระด้วยแสง (Optical Character Recognition: OCR) โดยการวิเคราะห์ภาพถ่ายหน้าจอภาพเครื่องวัดเพื่อแปลงเป็นข้อมูลตัวเลขดิจิทัลเพื่อนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ในการประมวลผลระบบข้อมูลต่อไป โดยระบบที่นำเสนอได้ประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) เพื่อช่วยในการแยกแยะและจดจำลักษณะของตัวเลขที่ปรากฏบนจอแสดงผลของเครื่องวัดอุณหภูมิ ซึ่งช่วยให้การอ่านค่าทำได้อย่างแม่นยำแม้ในสภาพแสงปกติแล้วนำเทคโนโลยีการรู้จำอักขระด้วยแสงมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และแปลงค่าจากภาพถ่ายมาเป็นข้อมูลดิจิทัลได้แม่นยำยิ่งขึ้น การวิจัยระบบที่นำเสนอสามารถจดจำตัวเลขจากภาพถ่ายและวิเคราะห์ค่าได้อย่างแม่นยำ จากการทดสอบประสิทธิภาพพบว่าระบบมีความแม่นยำในการวิเคราะห์ร้อยละ 95.4

**คำสำคัญ:** การรู้จำอักขระด้วยแสง อุณหภูมิ ภาพถ่าย การประมวลผลภาพ

## Abstract

This article presents the development of a temperature reading system from a digital thermometer image using Optical Character Recognition (OCR) technology by analyzing the image of the thermometer screen to convert it into digital numbers to use the values obtained from the analysis in the data processing. The proposed system applies a Convolutional Neural Network (CNN) to help distinguish and remember the characteristics of the numbers on the thermometer display, which allows for accurate reading even in normal lighting conditions. Optical character recognition technology is used to increase the efficiency of analysis and convert values from images to digital data more accurately. The research results show that the proposed system can recognize numbers from images and analyze values accurately. From the efficiency test, it was found that the system has an analysis accuracy of 95.4 percent.

**Keywords:** Optical Character Recognition (OCR), Temperature, Image Capture, Image Processing

## 1. บทนำ

ในปัจจุบัน การตรวจวัดและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิถือเป็นกระบวนการที่สำคัญในหลายภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นในอุตสาหกรรมการผลิต การควบคุมสภาพแวดล้อม การเก็บรักษาวัคซีน ไปจนถึงสถานพยาบาลและหน่วยงานด้านสาธารณสุข โดยเฉพาะในช่วงการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 ที่ผ่านมาความจำเป็นสำหรับการตรวจวัดอุณหภูมิของมนุษย์ถือได้ว่าเป็นสำคัญอย่างยิ่งและกระทำอย่างต่อเนื่อง [1] อย่างไรก็ตาม ในการวัดอุณหภูมิร่างกายของมนุษย์นั้นไม่ว่าจะเป็นสถานพยาบาล หน่วยงานต่างๆ แม้กระทั้งในครัวเรือนได้มีการบันทึกข้อมูลเพื่อบันทึกค่าสถิติอุณหภูมิ โดยเฉพาะผู้ป่วยที่เข้ารักษาได้มีการบันทึกข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ ทั้งในรูปแบบจดบันทึกซึ่งในบางครั้งการจดบันทึกก็เกิดความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลขึ้นได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้เครื่องมือที่ทันสมัยในการวัดและเก็บบันทึกข้อมูลซึ่งเครื่องมือดังกล่าวมีราคาค่อนข้างสูงหากนำมาใช้ในระบบครัวเรือน หรือสถานพยาบาลขนาดเล็กก็ไม่สามารถจัดหามาเพื่อใช้งานได้ วิธีการบันทึกข้อมูลในหลายแห่งยังคงใช้แรงงานคนจดบันทึกจากเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัล ซึ่งมีข้อจำกัดทั้งในด้านเวลา ความถูกต้อง และไม่สามารถใช้งานแบบเรียลไทม์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [4]

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบที่สามารถอ่านค่าอุณหภูมิจากภาพถ่ายของเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัลโดยอัตโนมัติ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรู้จำอักขระด้วยแสง (Optical Character Recognition: OCR) ร่วมกับเครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) [2] เพื่อให้สามารถแยกแยะและแปลงค่าตัวเลขบนจอแสดงผลให้เป็นข้อมูลดิจิทัลได้อย่างแม่นยำ แม้ในกรณีที่ภาพมีฟอนต์เฉพาะ เช่น ตัวเลขดิจิทัล หรืออยู่ในสภาพแสงที่ไม่เหมาะสม

ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้กับกล้องจากโทรศัพท์มือถือหรืออุปกรณ์ทั่วไป โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาเครื่องวัดอุณหภูมิที่มีพอร์ตส่งข้อมูล ทำให้ระบบมีความยืดหยุ่น ต้นทุนต่ำ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย ทั้งในหน่วยงานที่ยังไม่มีระบบดิจิทัลเต็มรูปแบบ หรือในระบบ IoT สำหรับการจัดเก็บ วิเคราะห์ และแจ้งเตือนข้อมูลอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ [3 , 5] เพื่อเริ่มต้นการพัฒนาระบบอย่างมีประสิทธิภาพ โครงงานนี้จึงเริ่มต้นจากการฝึกโมเดลให้รู้จำตัวเลขดิจิทัลแบบ 1 หลักก่อน โดยเน้นให้ระบบสามารถจดจำลักษณะเฉพาะของตัวเลขแต่ละตัวได้อย่างแม่นยำ จากนั้นจึงสามารถขยายขอบเขตไปสู่การอ่านค่าตัวเลขแบบหลายหลักในขั้นตอนต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

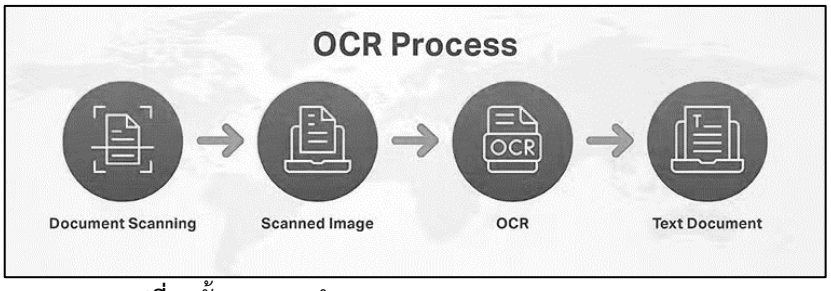
1. เพื่อพัฒนาระบบอ่านค่าจากเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัลแบบอัตโนมัติ
2. เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรู้จำอักขระด้วยแสง (OCR) ในการแปลงค่าตัวเลขจากภาพถ่ายเป็นข้อมูลดิจิทัล

## 3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 เทคโนโลยีการรู้จำอักขระด้วยแสง (Optical Character Recognition: OCR)

OCR (Optical Character Recognition) คือเทคโนโลยีที่ใช้ในการแปลงข้อความจากภาพ เช่น ตัวอักษรหรือตัวเลข บนเอกสาร ภาพถ่าย หรือหน้าจอแสดงผล ให้กลายเป็นข้อความที่สามารถประมวลผลได้ในรูปแบบดิจิทัล โดย OCR ทำงานร่วมกับเทคนิคด้านการประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อแยกและตรวจจับตำแหน่งของตัวอักษรในภาพ

Tesseract OCR เป็นหนึ่งในซอฟต์แวร์ OCR แบบโอเพนซอร์สที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะกับภาษาอังกฤษและตัวเลข สามารถใช้งานร่วมกับเครื่องมืออย่าง OpenCV เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพก่อนเข้าสู่กระบวนการรู้จำ เช่น การแปลงเป็นภาพขาวดำ (Binarization), การลบพื้นหลัง (Background Removal), และการปรับความคมชัด




**รูปที่ 1** ขั้นตอนการทำงานของ Optical Character Recognition
(ที่มา: th.shaip.com)

**3.2 เครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN)**

เครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน เป็นหนึ่งในรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ที่ถูกออกแบบมาเพื่อการประมวลผลภาพโดยเฉพาะ โดยสามารถเรียนรู้คุณลักษณะเฉพาะของภาพ เช่น รูปร่าง ขอบ สี และลวดลาย เพื่อใช้ในการจำแนกวัตถุ ตัวเลข หรือตัวอักษรในภาพได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ โดยไม่จำเป็นต้องมีการระบุลักษณะด้วยมือ (handcrafted features) โดยแสดงโครงสร้างพื้นฐานของ CNN ในรูปที่ 2

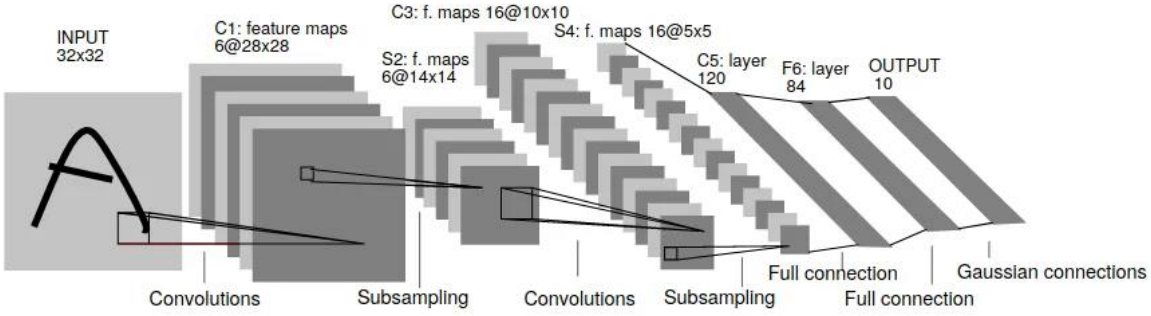
โครงสร้างพื้นฐานของ CNN ประกอบด้วยชั้นสำคัญหลัก ๆ ดังนี้:

3.2.1 Convolution Layer: ทำหน้าที่เป็นตัวกรอง (Filter) เพื่อตรวจจับคุณลักษณะพื้นฐานของภาพ เช่น เส้น ขอบ หรือจุดเด่น โดยการคูณค่าระหว่าง kernel กับภาพ เพื่อสร้าง feature maps ที่แสดงลักษณะสำคัญของภาพต้นฉบับ

3.2.2 Pooling Layer: ทำหน้าที่ลดขนาดของข้อมูล (Down sampling) โดยไม่สูญเสียคุณลักษณะสำคัญ ช่วยลดภาระในการคำนวณและลดความซับซ้อนของโมเดล โดยทั่วไปนิยมใช้ Max Pooling ที่เลือกค่ามากที่สุดในแต่ละพื้นที่ย่อย

3.2.3 Fully Connected Layer: เป็นชั้นที่เชื่อมโยงนิวรอนทุกตัวจากชั้นก่อนหน้าเข้ากับนิวรอนทุกตัวในชั้นนี้ เหมือนกับโครงข่ายประสาทเทียมทั่วไป ใช้สำหรับการสรุปผลลัพธ์ของคุณลักษณะที่ผ่านการสกัดมาแล้ว และตัดสินว่าอินพุตควรถูกจัดอยู่ในกลุ่มใด เช่น ตัวเลข 0–9 ในกรณีของการจำแนกตัวเลข

ในบริบทของงานวิจัยนี้ได้นำเสนอเทคนิคในการวิเคราะห์ค่าผลวัดอุณหภูมิจากภาพถ่ายจากเครื่องวัดที่แสดงผลในรูปแบบตัวเลขดิจิทัล โดยใช้ CNN มาออกแบบเพื่อให้รู้จำลักษณะของตัวเลขดิจิทัลในแต่ละตัวโดยอาศัยตัวอย่างสำหรับการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย ทั้งในด้านรูปร่าง ขนาด และสภาพแสงที่แตกต่างกัน เพื่อให้ระบบสามารถแยกแยะตัวเลขได้อย่างแม่นยำแม้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่สมบูรณ์ เช่น ภาพเบลอ แสงสว่างน้อย แสงสว่างมากเกินไป หรือ มีแสงสว่างที่เกิดจากการสะท้อนบนหน้าจอ เป็นต้น ด้วยความสามารถของ CNN การเรียนรู้เพื่อวิเคราะห์ภาพถ่ายจากกล้องเพื่อวิเคราะห์ตัวเลขดิจิทัลเมื่อมีการเรียนรู้ที่เหมาะสมจะทำให้การวิเคราะห์มีความแม่นยำสูงขึ้น เมื่อนำ CNN มาใช้งานร่วมกับเทคโนโลยี OCR ที่สามารถเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์ภาพเป็นข้อมูลดิจิทัลเพื่อนำไปประยุกต์ในการทำงานต่อไป ทำให้ระบบมีความแม่นยำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้าน IoT หรือระบบตรวจสอบอัตโนมัติในอนาคตได้อย่างมีศักยภาพ




**รูปที่ 2** เครือข่ายประสาทเทียมแบบ Fully Connected Layer
(ที่มา: medium.com/olarik)

## 4. วิธีการดำเนินการ

### 4.1 การเก็บข้อมูลภาพสำหรับการฝึกโมเดลการเรียนรู้

การเตรียมข้อมูลภาพที่มีคุณภาพและหลากหลายเป็นขั้นตอนสำคัญอย่างยิ่งในการฝึกโมเดล CNN ให้สามารถรู้จำตัวเลขจากหน้าจอเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัลได้อย่างแม่นยำ เริ่มจากการข้อมูลรูปภาพโดยจัดแยกโฟลเดอร์ภาพตัวเลข 0 – 9 เช่น แบบ 7-segment LED หรือ LCD จำนวนภาพควรมีอย่างน้อย 100 ภาพต่อตัวเลขโดยในการดำเนินการใช้รูปภาพจำนวน 500 ภาพ เพื่อให้โมเดลสามารถเรียนรู้ลักษณะที่แตกต่างกันของแต่ละตัวเลขได้อย่างแม่นยำ หลังจากนั้นทำการทำการจัดเรียงภาพให้ได้เฉพาะส่วนที่แสดงผลตัวเลข เนื่องจากการนำภาพถ่ายต้นแบบที่มาฝึกการเรียนรู้ภาพที่นำมาใช้ฝึกโมเดล CNN โดยตรงมักจะมีองค์ประกอบที่ไม่จำเป็นหรือมีส่วนอื่นที่ทำให้การเรียนรู้ผิดพลาด ดังนั้นต้องทำการตัดภาพในส่วนที่จะนำมาฝึกการเรียนรู้ แล้วทำการตั้งชื่อไฟล์หรือกำหนด label ที่ชัดเจน เช่น 3_0.png , 5_24.png เพื่อใช้ในการจับคู่ข้อมูลกับผลลัพธ์ที่ต้องการในการฝึกโมเดลดังแสดงในรูปที่ 3

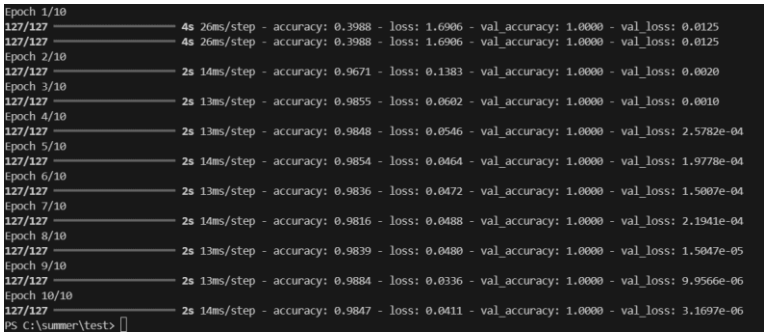



**รูปที่ 3** ตั้งชื่อไฟล์หรือกำหนด label ที่ชัดเจน

การจัดกลุ่มและเตรียมข้อมูลสำหรับการฝึกเรียนรู้และการทดสอบในการจัดกลุ่มและเตรียมข้อมูลสำหรับการฝึกเรียนรู้ (training) และ การทดสอบ(testing) จะทำการแบ่งข้อมูลภาพออกเป็น 2 กลุ่มหลัก คือชุดข้อมูลในการเรียนรู้และชุดข้อมูลในการทดสอบ

Training set (ประมาณ 80%) ใช้สำหรับการฝึกโมเดล CNN

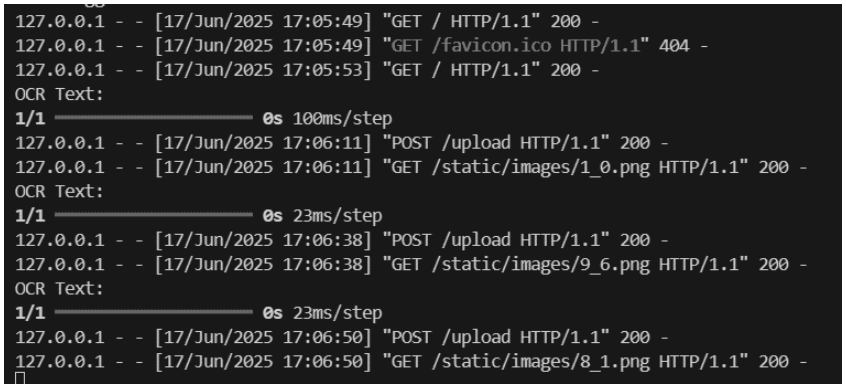
Training set คือชุดข้อมูลหลักที่ใช้ในการฝึกโมเดล CNN ให้สามารถเรียนรู้และเข้าใจลักษณะของตัวเลขดิจิทัลเลข 0 – 9 ได้อย่างถูกต้อง ดังแสดงในรูปที่ 4




**รูปที่ 4** การโมเดล CNN ให้สามารถเรียนรู้และเข้าใจลักษณะของตัวเลขดิจิทัลเลข 0 – 9

Testing set (ประมาณ 20%) ใช้สำหรับตรวจสอบความแม่นยำของโมเดล

Testing set คือชุดข้อมูลที่ใช้สำหรับการทดสอบโมเดลหลังจากที่โมเดลได้รับการฝึกฝนแล้ว จะประกอบด้วยภาพตัวเลขที่ไม่เคยถูกใช้ในการฝึกโมเดลมาก่อน เพื่อให้สามารถวัดผลการทำงานของโมเดลได้อย่างเป็นธรรมชาติและไม่ลำเอียง ดังแสดงในรูปที่ 5




**รูปที่ 5** ทดสอบโมเดล หลังจากที่โมเดลได้รับการฝึกฝนแล้ว

### 4.2 การประยุกต์ใช้ CNN ทำงานร่วมกับ OCR

จากที่ได้ทำการฝึกโมเดล CNN สำหรับการรู้จำตัวเลขดิจิทัลเรียบร้อยแล้ว ได้นำคือการนำโมเดล CNN ที่ได้ประยุกต์รวมเข้ากับระบบ OCR เพื่อสร้างระบบอัตโนมัติที่สามารถรับภาพจากผู้ใช้ และแปลงค่าที่ปรากฏในภาพให้กลายเป็นข้อมูลดิจิทัลอย่างสมบูรณ์ ระบบที่พัฒนาขึ้นจะใช้แนวทาง Hybrid OCR ซึ่งผสานการทำงานของ OCR library เช่น Tesseract OCR เข้ากับโมเดล CNN ที่ฝึกไว้ โดยมีขั้นตอนดังนี้:

**การรับภาพจากผู้ใช้ ในขั้นตอนแรกของระบบ**

คือการรับภาพจากผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการประมวลผลข้อมูลตัวเลข 7-segment ระบบได้รับการออกแบบมาให้รองรับการใช้งานที่สะดวกและยืดหยุ่น เพื่อให้สามารถใช้งานได้ในหลากหลายสถานการณ์ โดยผู้ใช้สามารถอัปโหลดภาพจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น โทรศัพท์มือถือ, คอมพิวเตอร์พีซี, โน้ตบุ๊ก หรือแท็บเล็ต

ระบบมีการพัฒนาอินเทอร์เฟซที่ใช้งานง่าย (User-Friendly Interface) ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกไฟล์ภาพที่ต้องการจากอุปกรณ์ของตน อัปโหลดภาพโดยการกดปุ่ม “เลือกไฟล์” (Choose File) โดยภาพที่ใช้รองรับไฟล์ภาพในรูปแบบทั่วไป เช่น .jpg, .png เพื่อให้เข้ากันได้กับอุปกรณ์ที่หลากหลาย ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 6




**รูปที่ 6** User-Friendly Interface

**กระบวนการเตรียมภาพและการรู้จำตัวเลข**

เพื่อให้ระบบสามารถแปลงค่าตัวเลขจากภาพถ่ายของจอแสดงผลเครื่องวัดอุณหภูมิได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ขั้นตอนการเตรียมภาพที่เหมาะสม ก่อนที่จะส่งเข้าสู่กระบวนการ OCR และโมเดล CNN

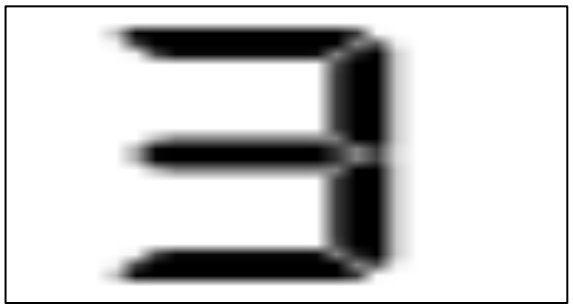
ในการจัดเตรียมภาพเพื่อเข้าสู่กระบวนการฝึกระบบจะนำภาพที่ได้รับจากผู้ใช้งานเข้าสู่ขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพให้เหมาะสมสำหรับการดึงข้อมูลตัวเลข การแปลงภาพเป็นขาวดำ (Grayscale Conversion) ลดข้อมูลสีที่ไม่จำเป็น เพื่อเน้นเฉพาะความแตกต่างของค่าสีที่เกี่ยวข้องกับตัวเลขบนหน้าจอ การลบพื้นหลัง (Background Removal) และกำจัดส่วนที่ไม่จำเป็นของข้อมูล เช่น เงา ฝุ่น หรือพื้นหลังที่อาจรบกวนการแยกแยะตัวเลข การปรับคอนทราสต์และความคมชัด (Contrast and Sharpness Adjustment) เพิ่มความแตกต่างของขอบตัวเลข เพื่อให้การตรวจจับทำได้ง่ายขึ้น การตัดภาพ (Cropping) ตัด

เฉพาะบริเวณที่เป็นจอแสดงผลของเครื่องวัดอุณหภูมิ เพื่อเน้นเฉพาะส่วนที่ต้องการประมวลผล ภาพที่ผ่านกระบวนการเหล่านี้จะถูกเตรียมให้อยู่ในขนาดที่เหมาะสม และแปลงให้อยู่ในรูปแบบ grayscale พร้อมสำหรับการป้อนเข้าสู่ OCR หรือ CNN ดังแสดงตัวอย่างข้อมูลในรูปที่ 7



**รูปที่ 7** การแปลงภาพเป็นขาวดำ (Grayscale Conversion)

หลังจากเตรียมภาพเสร็จ ระบบจะเข้าสู่กระบวนการรู้จำตัวเลข OCR ด้วย Tesseract ภาพที่ผ่านการ Preprocessing จะถูกส่งเข้า Tesseract OCR ซึ่งเป็นไลบรารีโอเพ่นซอร์สสำหรับการแปลงภาพเป็นข้อความ โดย Tesseract จะพยายามตรวจจับและแปลงตัวเลขที่ปรากฏในภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อความดิจิทัลใช้ CNN กรณี OCR ไม่แม่นยำ ในกรณีที่ Tesseract ไม่สามารถรู้จำตัวเลขได้อย่างแม่นยำ เช่น ภาพที่มี noise, รูปแบบตัวเลขดิจิทัลที่เฉพาะเจาะจงหรือแสงสะท้อนที่รบกวนการอ่านค่า, ระบบจะใช้โมเดล CNN ที่ผ่านการฝึกมาแล้วสำหรับการจำแนกตัวเลขโดยเฉพาะ เพื่อประเมินค่าจากภาพทีละหลักและผลลัพธ์การวิเคราะห์ตัวเลขดิจิทัลที่แม่นยำกว่า ดังแสดงในรูปที่ 8



**รูปที่ 8** การแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์ตัวเลขดิจิทัล

**4.3 ผลการทดสอบ**

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการฝึกโมเดลให้อัลกอริทึมจดจำตัวเลขดิจิทัล ในการทดสอบความแม่นยำของระบบที่นำเสนอ โดยการใช้ภาพตัวอย่างที่ไม่เคยผ่านการฝึกฝนกับโมเดลมาก่อนซึ่งครอบคลุมภาพหลากหลายสภาพและทดสอบเลขทีละตัวเลข โดยทำการทดสอบตัวเลขดิจิทัล 0 – 9 โดยทำการทดสอบจำนวน 100 ภาพต่อการทดสอบ 1 ตัวเลข พบว่าความแม่นยำของโมเดลที่นำเสนออยู่ที่ร้อยละ 95.4 โดยพบว่าเลข 8 มีความแม่นยำต่ำที่สุด และในส่วนของเลข 6 และ 9 มีค่าความแม่นยำที่ต่ำเช่นกัน โดยมีความแม่นยำร้อยละ 92 และ 93 ลำดับ ซึ่งตัวเลขทั้ง 3 มีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันจากการทดสอบพบว่ามีการแปลงค่าที่ผิดพลาดบ่อยครั้งเมื่อเทียบกับตัวเลขอื่น ดังแสดงค่าความแม่นยำในการทดสอบ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความแม่นยำการวิเคราะห์ตัวเลขดิจิทัลจากภาพหน้าจอเครื่องวัดอุณหภูมิดิจิทัล

| ตัวเลข | Accuracy (%) |
|---|---|
| 1 | 98 |
| 2 | 99 |
| 3 | 97 |
| 4 | 97 |

| ตัวเลข | Accuracy (%) |
|---|---|
| 5 | 95 |
| 6 | 92 |
| 7 | 94 |
| 8 | 90 |
| 9 | 93 |
| 0 | 99 |
| ค่าเฉลี่ยรวม | 95.4% |

## 5. สรุป

ในการพัฒนาระบบระบบอ่านค่าอุณหภูมิจากภาพถ่ายเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัลด้วยเทคโนโลยี OCR โดยผู้วิจัยได้นำเทคนิค CNN ประยุกต์การทำงานรวมกับ OCR เพื่อวิเคราะห์ตัวเลขดิจิทัลจากภาพถ่ายบนหน้าจอแสดงผลเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายแบบดิจิทัล เพื่อทำการแปลงค่าระดับอุณหภูมิจากภาพถ่ายหน้าเครื่องวัดแล้วทำการแปลงค่าเป็นข้อมูลดิจิทัลเพื่อส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบประมวลผล ในการวิจัยได้นำเทคนิค CNN มาทำงานร่วมกับ OCR เพื่อทำให้การประมวลผลมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ในการดำเนินงานออกแบบและทดสอบการฝึกอัลกอริทึมให้จดจำตัวเลขดิจิทัลและทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบที่นำเสนอด้วยชุดข้อมูลที่ไม่เคยใช้ในการฝึกมาก่อนเพื่อประเมินความสามารถของโมเดลในการรู้จำตัวเลขในสถานการณ์จริง โดยภาพที่ใช้ทดสอบมีความหลากหลายในหลายปัจจัย ทั้งด้านความคมชัด แสง มุมกล้อง และลักษณะของจอแสดงผล เช่น หน้าจอที่ใช้แสดงตัวเลขดิจิทัลในเครื่องวัดอุณหภูมิทั่วไป การทดสอบทำโดยการแยกวิเคราะห์ตัวเลขทีละตัว (Digit-level classification) เพื่อให้สามารถประเมินความแม่นยำของโมเดลได้อย่างละเอียด โดยไม่พึ่งพาการทำนายค่าทั้งชุดเพียงอย่างเดียว วิธีนี้ช่วยให้สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าโมเดลสามารถรู้จำตัวเลขได้ดีและตัวเลขที่อาจเกิดข้อผิดพลาดในการวิเคราะห์แปลงค่าบ่อย ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงและต่อยอดการฝึกในอนาคต จากงานวิจัยนี้พบว่าโมเดลที่นำเสนอสามารถจดจำตัวเลขจากภาพถ่ายและวิเคราะห์ค่าได้อย่างแม่นยำ จากการทดสอบพบว่าในการวิเคราะห์ด้วยระบบที่นำเสนอพบว่าความแม่นยำของโมเดลที่นำเสนอคิดเป็นร้อยละ 95.4

## เอกสารอ้างอิง

[1] Smith, John. Manual Data Entry and Its Limitations. DataTech Journal, 2019

[2] LeCun, Y., et al. “Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition.” Proceedings of the IEEE, 1998.

[3] Lee, J. and Park, S. “Smart Temperature Monitoring System Using IoT.” Sensors Journal, 2021.

[4] พูนลาภ เจริญสุข. การพัฒนาเทคโนโลยีวัดอุณหภูมิและระบบจัดเก็บข้อมูลในยุคดิจิทัล. วารสารเทคโนโลยีและ นวัตกรรม, ปีที่ 9, ฉบับที่ 2, 2564.

[5] วัชระ มณีวรรณ. การประยุกต์ใช้ IoT ในระบบตรวจสอบอุณหภูมิสำหรับสถานพยาบาลขนาดเล็ก. การประชุมวิชาการระดับชาติเทคโนโลยีสารสนเทศ, 2565.

# ระบบจองการใช้ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

# Classroom and Computer Laboratory Booking System for the Faculty of Digital Technology, Chiang Rai Rajabhat University

ฉัตราวุฒิ คำเขิน[1]และ ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง[1]
[1]คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Chattrawut Khamkhoen[1] and Pumipong Duangtang[1]
[1]Faculty of Digital Technology, Chiang Rai Rajabhat University

E-mail: 651998017@crru.ac.th[1]

## บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจองห้องแบบออนไลน์สำหรับคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาการใช้พื้นที่ส่วนกลางที่ไม่มีระบบ เช่น การจองซ้ำซ้อน การทับเวลาใช้งาน และการสื่อสารที่คลาดเคลื่อนระหว่างผู้ใช้กับผู้ดูแล ระบบที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นเว็บแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานสามารถลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ เลือกวันและเวลาที่ต้องการใช้งานพื้นที่ และตรวจสอบตารางการจองผ่านปฏิทินได้อย่างสะดวกแบบเรียลไทม์ ช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากการจองแบบเดิม และนำไปใช้งานจริงในคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย มีการใช้เทคนิค MVC (Model-View-Controller) โดยใช้ภาษา JavaScript, HTML, CSS, และ EJS ในการพัฒนาเว็บไซต์ และใช้ MySQL เป็นระบบฐานข้อมูล สำหรับเก็บข้อมูลการจองและข้อมูลผู้ใช้งาน โดยระบบรองรับการใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ทั่วไป ไม่ต้องติดตั้งแอปพลิเคชันเพิ่มเติม ผลการทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา จำนวน 30 คน พบว่าระบบสามารถลดปัญหาการจองซ้ำซ้อน เพิ่มความสะดวกในการจอง ลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ และสามารถบริหารจัดการตารางการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานพบว่าอยู่ในระดับ “มาก” โดยรวม (ค่าเฉลี่ย 4.40 จาก 5.00) จากผลการดำเนินงาน ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานจริง และมีศักยภาพในการขยายผลไปยังหน่วยงานอื่น ๆ ภายในมหาวิทยาลัยที่มีการใช้งานพื้นที่ร่วมกันในลักษณะเดียวกัน

**คำสำคัญ:** ระบบจองห้อง, การพัฒนาระบบ, การบริหารจัดการ

## Abstract

This project aims to design and develop an online room reservation system for the Faculty of Digital Technology at Chiang Rai Rajabhat University. The system is intended to solve common issues in the management of shared spaces, such as duplicate bookings, overlapping usage times, and miscommunication between users and administrators. The developed system is a web-based application that allows users to register, select desired dates and times, and check booking schedules via a real-time calendar interface. This helps reduce errors from traditional booking methods. The system was implemented for real use within the Faculty of Digital Technology, using JavaScript, HTML, CSS, and EJS for the website development, and MySQL as the database system to store booking

and user information. It operates through standard web browsers and does not require additional application installation. The system was tested with a sample group of 30 students. The results showed that the system successfully reduced duplicate bookings, improved booking convenience, decreased staff workload, and enabled more efficient schedule management. User satisfaction was evaluated, and the overall results indicated a "high" level of satisfaction, with an average score of 4.40 out of 5.00. Based on the outcomes, the developed system meets actual usage needs and has the potential to be extended to other departments within the university that manage shared spaces in a similar way.

**Keywords**: Room Reservation system, System Development, Management

## 1. บทนำ

ในยุคปัจจุบัน เทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการดำเนินงานขององค์กร โดยเฉพาะในสถาบันการศึกษา ซึ่งมีภารกิจหลักในการจัดการเรียนการสอน วิจัย และบริการวิชาการแก่สังคม โดยกิจกรรมเหล่านี้ต้องอาศัยการใช้พื้นที่ส่วนกลาง เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องปฏิบัติการ และพื้นที่จัดกิจกรรมต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายเป็นหนึ่งในสถาบันที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านจำนวนนักศึกษา กิจกรรมเสริมหลักสูตร และการจัดกิจกรรมบริการวิชาการ ทำให้ความต้องการใช้พื้นที่ภายในคณะและมหาวิทยาลัยเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ปัญหาที่พบคือการจองใช้ห้องหรือพื้นที่ต่าง ๆ ยังไม่มีระบบที่เป็นมาตรฐานหรือมีความเป็นระบบที่ชัดเจน ส่งผลให้เกิดปัญหาซ้ำซ้อน เช่น การจองห้องซ้ำ การจองทับเวลา ความผิดพลาดในการแจ้งวัน–เวลาใช้งาน และความล่าช้าในการประสานงานระหว่างผู้ใช้งานกับเจ้าหน้าที่ ปัจจุบันกระบวนการจองยังคงใช้วิธีแบบเดิม เช่น การแจ้งผ่านวาจา การเขียนใบคำขอ หรือการโทรศัพท์ ซึ่งนอกจากจะทำให้ข้อมูลไม่เป็นระบบแล้ว ยังเพิ่มภาระงานให้กับผู้ดูแล และยากต่อการตรวจสอบย้อนหลังเมื่อเกิดปัญหา

ที่ผ่านมา มีการพัฒนาระบบจองห้องหรือจัดการทรัพยากรคล้ายคลึงกันในหลายองค์กร เช่น ระบบ RoomSYS ของ Goodly Think ที่พัฒนาระบบจองห้องประชุมออนไลน์ผ่านเว็บ ซึ่งมีการแสดงผลการจองในรูปแบบปฏิทิน ทำให้สามารถดูห้องว่างและบริหารเวลาการใช้งานได้สะดวก[1] อีกตัวอย่างหนึ่งคือระบบจัดการคิวออนไลน์ในร้านบริการหรือหน่วยงานราชการ ที่นำระบบเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับฐานข้อมูลมาใช้ในการควบคุมลำดับและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ[2] ระบบเหล่านี้ช่วยลดภาระของเจ้าหน้าที่และสามารถขยายผลในระดับองค์กรได้ จากแนวทางข้างต้น โครงงานนี้มีเป้าหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจองห้องออนไลน์สำหรับคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยระบบจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถลงทะเบียน เข้าสู่ระบบ เลือกวัน–เวลา และตรวจสอบสถานะการจองผ่านปฏิทินได้แบบเรียลไทม์ อีกทั้งสามารถจัดการข้อมูลย้อนหลังได้อย่างมีระบบ และลดความผิดพลาดในการประสานงาน

ในการพัฒนาระบบนี้ ผู้วิจัยได้นำหลักการของ วงจรชีวิตการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) มาใช้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการวางแผน วิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา ทดสอบ และนำระบบไปใช้งานจริง[3] โดยใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ได้แก่ ภาษา JavaScript, HTML, CSS และ EJS สำหรับฝั่งผู้ใช้[4] และเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL สำหรับจัดการข้อมูลการจองและผู้ใช้งาน นอกจากนี้ ระบบยังได้รับการออกแบบภายใต้หลักการของ Model–View–Controller (MVC) ซึ่งเป็นรูปแบบโครงสร้างซอฟต์แวร์ที่นิยมในงานพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีการแยกหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบอย่างชัดเจน ดังนี้ Model ทำหน้าที่จัดการข้อมูลหลักของระบบ, View รับผิดชอบแสดงผลข้อมูลในรูปแบบเว็บไซต์, Controller ทำหน้าที่ประมวลผลคำสั่งจากผู้ใช้งาน ประสานการทำงานระหว่าง View และ Model เพื่อให้ระบบตอบสนองต่อการใช้งานอย่างถูกต้อง[6] โครงสร้างแบบ MVC ช่วยให้ระบบมีความยืดหยุ่น ง่ายต่อการบำรุงรักษา และสามารถพัฒนาเพิ่มเติมฟังก์ชันใหม่ในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังสนับสนุนการทำงานร่วมกันในทีมพัฒนาโดยไม่รบกวนส่วนอื่นของระบบมากนัก จากทั้งหมดนี้ ระบบจองห้องออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นคาดว่าจะสามารถตอบสนองความต้องการของคณะเทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่าง แท้จริง เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารพื้นที่ ลดภาระงาน

เจ้าหน้าที่ และรองรับการขยายผลไปยังหน่วยงานอื่นภายในมหาวิทยาลัยที่มีรูปแบบการใช้พื้นที่ร่วมกันในลักษณะเดียวกันได้ต่อไปในอนาคต

## 2. วัตถุประสงค์

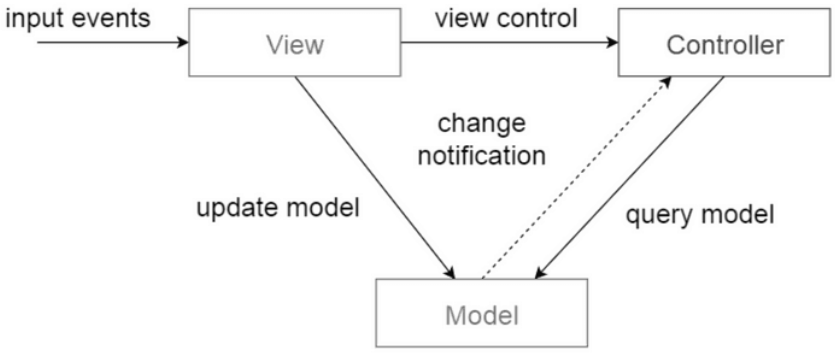
1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจองห้อง สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
2. เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดสรรพื้นที่ที่ไม่มีระบบ เช่น การจองซ้ำซ้อน การทับเวลาการใช้งาน และความคลาดเคลื่อนในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับผู้ดูแล

## 3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาระบบจองห้องสำหรับคณะเทคโนโลยีดิจิทัล ได้มีการศึกษาทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพ โดยสามารถแบ่งออกเป็นประเด็นสำคัญได้ดังนี้

### 3.1 สถาปัตยกรรม MVC (Model–View–Controller)

MVC (Model–View–Controller) เป็นรูปแบบการออกแบบโครงสร้างของระบบซอฟต์แวร์ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน เนื่องจากช่วยแยกหน้าที่ของระบบออกเป็น 3 ส่วนอย่างชัดเจน ประกอบด้วย Model (แบบจำลอง) ทำหน้าที่จัดการกับข้อมูลทั้งหมดของระบบ รวมถึงตรรกะทางธุรกิจ เช่น การติดต่อกับฐานข้อมูล การเพิ่ม แก้ไข หรือลบข้อมูลการจอง การตรวจสอบสถานะห้องว่าง และการจัดเก็บข้อมูลผู้ใช้งาน, View (มุมมอง) ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลจาก Model ไปยังผู้ใช้งาน เช่น หน้าแบบฟอร์มการจองห้อง ตารางปฏิทินการใช้งาน หรือประวัติการจองของผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 1 โดยในระบบนี้ใช้ EJS (Embedded JavaScript) สำหรับจัดการ View แบบไดนามิก, Controller (ตัวควบคุม) ทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้งาน ประมวลผล และประสานงานระหว่าง View และ Model เช่น การรับข้อมูลจากฟอร์ม ตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น และสั่งให้ Model ทำงานตามคำสั่งที่ได้รับ แนวคิด MVC ช่วยให้ทีมพัฒนาสามารถทำงานแยกส่วนกันได้ ลดข้อผิดพลาด และทำให้ระบบมีโครงสร้างที่ชัดเจน




**รูปที่ 1** โครงสร้างสถาปัตยกรรม MVC
(ที่มา: https://jaydenlee1116.github.io)

### 3.2 เทคโนโลยีและภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

ระบบจองห้องในโครงงานนี้ถูกพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ใช้เทคโนโลยีและภาษาการเขียนโปรแกรมที่เหมาะสมกับระบบสารสนเทศสมัยใหม่ โดยใช้ภาษา JavaScript, HTML และ CSS ใช้ในการสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (Frontend) เพื่อให้สามารถป้อนข้อมูล ตรวจสอบสถานะการจอง และแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสวยงามและใช้งานง่าย, EJS (Embedded JavaScript) เป็นเทมเพลตเอนจินที่ช่วยให้สามารถสร้าง HTML แบบไดนามิกโดยฝัง JavaScript ภายใน ทำให้หน้าเว็บ

สามารถแสดงผลข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงจากฝั่งเซิร์ฟเวอร์ได้ทันที ฐานข้อมูล MySQL ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดของระบบ เช่น ข้อมูลผู้ใช้งาน ข้อมูลห้อง และข้อมูลการจอง ซึ่งมีความเสถียรและรองรับการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ SQL (Structured Query Language) ใช้ในการจัดการข้อมูลในฐานข้อมูล เช่น การค้นหา เพิ่ม แก้ไข หรือลบข้อมูล ระบบทั้งหมดสามารถใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ทั่วไป ไม่ต้องติดตั้งแอปพลิเคชันเพิ่มเติม ทำให้เข้าถึงได้ง่าย สะดวก และสามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์หลากหลายรูปแบบ

**3.3 งานวิจัยและระบบที่เกี่ยวข้อง**

เพื่อให้การพัฒนาระบบมีประสิทธิภาพและสามารถนำแนวคิดจากงานอื่นมาเป็นแนวทางในการปรับใช้ โครงงานนี้ได้ศึกษางานที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ 1) RoomSYS (Goodly Think, 2566) เป็นระบบจองห้องประชุมผ่านเว็บไซต์ ที่แสดงข้อมูลในรูปแบบปฏิทิน ทำให้สามารถ เห็นภาพรวมของการจองในแต่ละวันได้อย่างชัดเจน ระบบดังกล่าวช่วยลดปัญหาการจองทับซ้อนและอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในการตรวจสอบห้องว่างแบบเรียลไทม์ และ 2) ระบบบริหารจัดการร้านตัดผม (สุภัทรา เกิดเมฆ และคณะ, 2567) เป็นระบบจองคิวให้บริการ โดยใช้เทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชันเช่นเดียวกัน และมีการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และบริหารจัดการเวลาให้เหมาะสม ระบบมีลักษณะคล้ายกับการจองห้องเรียนหรือห้องประชุม จึงสามารถประยุกต์แนวคิดมาพัฒนาระบบในโครงงานนี้ได้

## 4. ขอบเขตการดำเนินการ

**4.1 ระบบปฏิทินสามารถแสดงวันที่มีการจองและสามารถกดเพื่อดูรายละเอียดการจองได้**

**4.2 ขอบเขตของระบบ**

1) ระบบเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานผ่านเบราว์เซอร์ (ไม่รองรับแอปบนมือถือโดยตรง)

2) พื้นที่ที่เปิดให้จองจะถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า เช่น ห้องต่าง ๆ ภายในตึก ห้องประชุม

**4.3 ขอบเขตของเวลาและสถานที่**

1) ดำเนินการพัฒนาและทดสอบระบบ

2) ทดลองใช้งานระบบ เพื่อประเมินประสิทธิภาพเบื้องต้น

## 5. วิธีการดำเนินโครงงาน

การดำเนินงานการพัฒนาระบบการจองระบบจองห้องคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย มีวิธีการดำเนินโครงงานดังนี้

**5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

ประชากรที่ใช้ในการทำโครงงานครั้งนี้ คือ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 50 คน

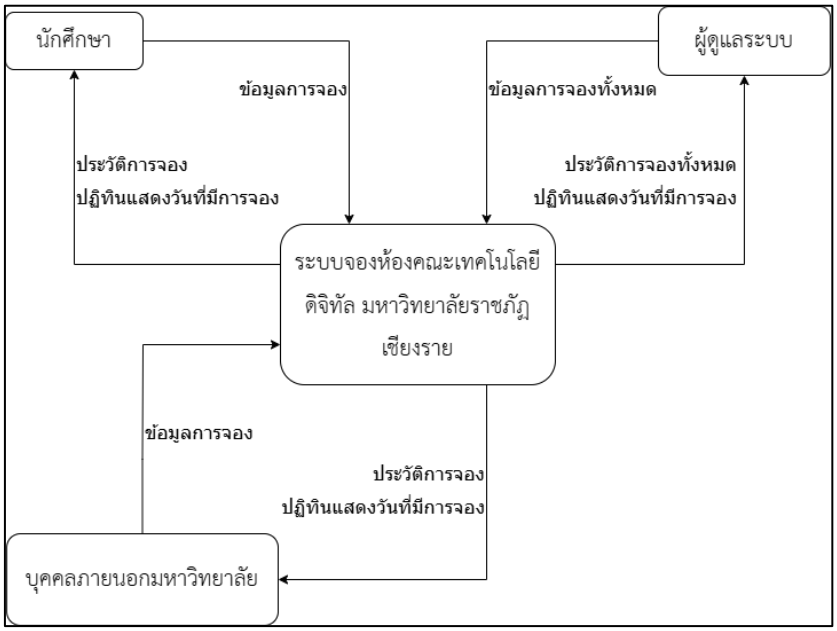
กลุ่มตัวอย่างในการทำโครงงานครั้งนี้ โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้วิธีสุ่มผู้ทดลองใช้งานจากนักศึกษาทั้งหมดของ สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 30 คน

**5.2 ศึกษาระบบงานเดิม**

จากการสอบถามและศึกษาระบบงานเดิม พบว่าวิธีการจองห้องเพื่อขอใช้งานล่วงหน้านั้นจะต้องไปที่ตึกคณะเพื่อไปขอเอกสารสำหรับการขอใช้สถานที่ และไม่มีการเก็บเข้าระบบฐานข้อมูล ทำให้เอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการขอใช้สถานที่อาจสูญหายหรือถูกทำลายได้ ส่งผลกระทบให้เมื่อเกิดเรื่องไม่คาดฝันขึ้น เช่น ของหาย หรือเกิดความเสียหายต่อสถานที่ แต่มาทราบเรื่องภายหลัง อาจทำให้ตามเรื่องย้อนหลังลำบากกว่าปกติ เนื่องจากอาจจะลืมว่าผู้ใดทำการขอใช้สถานที่ล่าสุด

**5.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ(Analysis and System Design)**

ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาระบบงานเดิมมาใช้ประกอบ โดยสามารถสร้างแผนภาพบริบท (Context Diagram) โดยมีผู้เกี่ยวข้องกับระบบอยู่ 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ, นักศึกษา และบุคคลภายนอกมหาวิทยาลัย โดยมีความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 2




**รูปที่ 2** แผนภาพบริบท (Context Diagram) ระบบจองห้องคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

หลังจากวิเคราะห์ระบบ ได้นำข้อมูลจากแผนภาพมาออกแบบฐานข้อมูลผู้ใช้งาน และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย วันที่ต้องการขอใช้งาน ตำแหน่ง รหัสนักศึกษา(ถ้าเป็นนักศึกษา) เวลาที่ขอใช้งาน จำนวนผู้เข้าร่วม และอุปกรณ์ที่ต้องใช้

**5.4 การพัฒนาระบบ (System Development)**

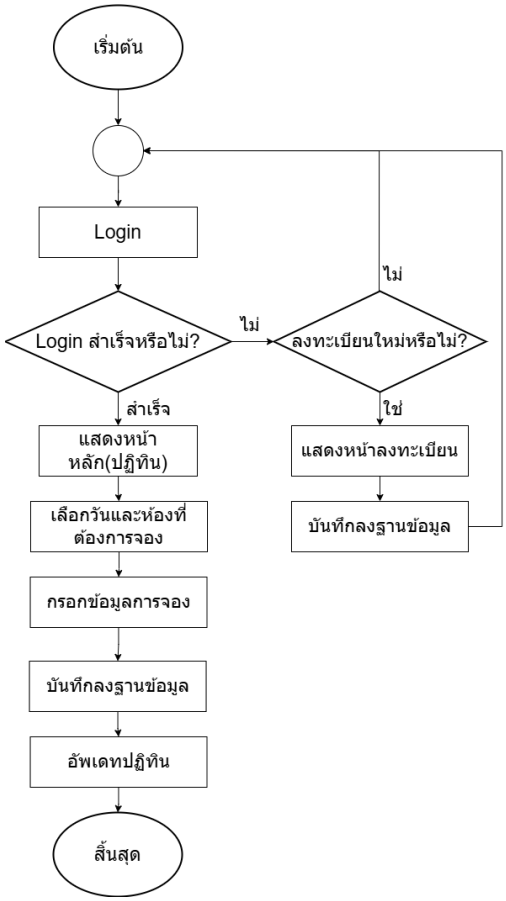
ในการพัฒนาระบบจองห้องสำหรับคณะเทคโนโลยีดิจิทัล ได้ดำเนินการตามกระบวนการพัฒนาเชิงวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนอย่างเป็นระบบดังนี้

1) สถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture)

ระบบพัฒนาในรูปแบบ Client–Server Architecture โดยฝั่ง Client ทำงานผ่าน Web Browser ด้วยเทคโนโลยี HTML, CSS, JavaScript และ EJS ส่วนฝั่ง Server ใช้ Node.js เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล MySQL ด้วย SQL สำหรับการจัดเก็บข้อมูลผู้ใช้งานและการจองห้อง

2) ผังงาน (Flowchart) ของระบบ

ผังงานแสดงลำดับการทำงานของระบบจองห้อง ตั้งแต่การเข้าสู่ระบบ ไปจนถึงการเลือกวันและเวลา:




**รูปที่ 3** ผังงานการทำงานของระบบจองห้อง

3) เทคนิคการพัฒนา

ใช้ HTML/CSS สำหรับโครงสร้างและการจัดรูปแบบ, JavaScript สำหรับควบคุมการทำงานแบบ Client-side และ EJS สำหรับสร้าง UI แบบ Dynamic ใช้ Node.js เพื่อควบคุมการประมวลผลฝั่งเซิร์ฟเวอร์ และจัดการการเชื่อมต่อกับ MySQL มีการออกแบบ Entity-Relationship Diagram (ERD) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล เช่น ตาราง Users, Roomsโดยใช้ Primary/Foreign Keys เพื่อควบคุมความถูกต้องของข้อมูล

**5.5 การทดสอบระบบ (System Testing)**

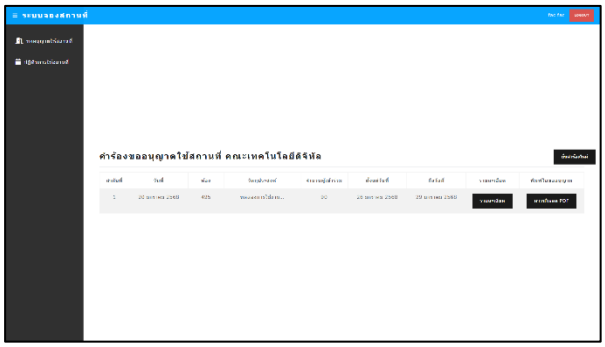
ผู้ดำเนินโครงงานได้ออกแบบและจัดทำฐานข้อมูลผู้ใช้งาน และระบบเพื่อการบริหารการขอใช้ห้องหรือสถานที่ และได้นำมาทดลองปรับปรุงเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ เมื่อตรงกับความต้องการแล้ว ได้ทำการทดลองนำไปให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานเพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบจองห้องคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

## 6. ผลการดำเนินโครงงาน

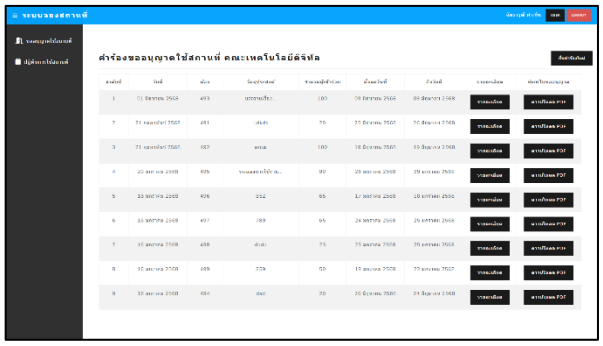
จากการพัฒนาระบบจองห้องคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดบมีผลการดำเนินงานดังนี้

**6.1 การพัฒนาระบบจองห้องคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยมีผลการดำเนินงาน**

ผู้ดำเนินโครงงานได้ดำเนินการพัฒนาระบบสำหรับการจองห้องคณะเทคโนโลยีดิจิทัล โดยใช้การพัฒนาซอฟต์แวร์แบบหลักการของวงจรชีวิตการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งฟังก์ชันหลักของเว็บแอปพลิเคชันประกอบด้วย การเข้าสู่ระบบ การตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้งาน การตรวจสอบดูข้อมูลการจองผ่านปฏิทินของระบบ ซึ่งเมื่อผู้ใช้งานผ่านการตรวจสอบสิทธิ์แล้ว จะสามารถเข้าถึงข้อมูลประวัติการจองของตน หรือทั้งหมดสำหรับผู้ดูแลระบบ ดังรูปที่ 4 และ รูปที่ 5



**รูปที่ 4** ข้อมูลการจองส่วนบุคคล

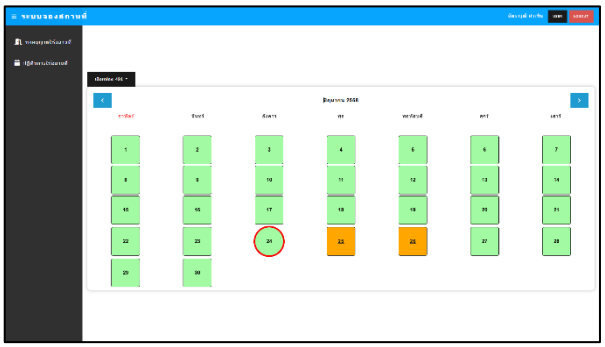


**รูปที่ 5** ข้อมูลการจองทั้งหมดสำหรับผู้ดูแล

สามารถดูการจองได้ผ่านปฏิทินของระบบ ดังรูปที่ 6 และสามารถเลือกดูเฉพาะห้องเช่น ห้อง 491 ผ่านปฏิทินได้ ดังรูปที่ 7

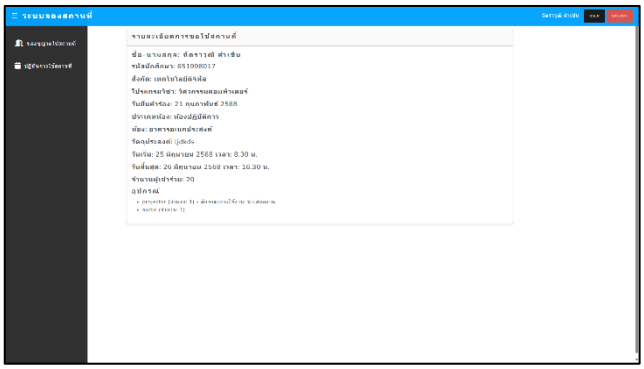


**รูปที่ 6** ข้อมูลการจองห้องทั้งหมดผ่านปฏิทิน



**รูปที่ 7** ข้อมูลการจองห้อง 491 ผ่านปฏิทิน

สามารถกดดูรายละเอียดการจองได้ผ่านหน้าประวัติการจองหรือปฏิทินได้ ดังรูปที่ 8



**รูปที่ 8** หน้าแสดงรายละเอียดการจองของห้อง 491

### 6.2 การประเมินความพึงพอใจของระบบจองห้องคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

รายการประเมินความพึงพอใจทั้ง 5 ด้านในตารางที่ 1 ได้รับการคัดเลือกจากกรอบแนวคิดการประเมินคุณภาพของระบบสารสนเทศ ซึ่งเน้นทั้งเชิงเทคนิคและประสบการณ์ของผู้ใช้งาน โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ กฤษณะ สมควร และคณะ (2567) ซึ่งเน้นว่า ระบบที่ดีควรได้รับการประเมินใน 5 ด้าน ได้แก่: 1) ประสิทธิภาพของระบบ – วัดผลด้านความเร็ว ความเสถียร และความน่าเชื่อถือ

2) ฟังก์ชันการทำงาน – ตรวจสอบว่าระบบสามารถทำงานได้ครบตามวัตถุประสงค์ 3) ความง่ายในการใช้งาน – พิจารณาว่าผู้ใช้สามารถเรียนรู้และใช้งานได้โดยไม่ซับซ้อน 4) การออกแบบและความสวยงาม – ดูเรื่องการจัดวางหน้าเว็บ ความสบายตา และความสอดคล้องกัน 5) การลดระยะเวลาในการดำเนินการจองห้อง – วัดผลว่าระบบช่วยให้กระบวนการจองเร็วขึ้นเพียงใด โดยผู้ดำเนินโครงงานได้นำระบบไปให้กลุ่มตัวอย่างใช้งาน ซึ่งได้ใช้เกณฑ์การวิเคราะห์และตีความข้อมูลแบบ 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

6.2.1 ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์ของการทำโครงงานในครั้งนี้ เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างทำการประเมินความพึงพอใจและนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ

6.2.2. วิเคราะห์ผลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อระบบจองห้องคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย(Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของกลุ่มตัวอย่าง มีผลการประเมินความพึงพอใจดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

| **รายการประเมิน** | $\bar{x}$ | **S.D.** |
|---|---|---|
| 1. ประสิทธิภาพของระบบ | 4.48 | 0.53 |
| 2. ฟังก์ชันการทำงาน | 4.35 | 0.54 |
| 3. ความง่ายในการใช้งาน | 4.38 | 0.57 |
| 4. การออกแบบและความสวยงาม | 4.30 | 0.55 |
| 5. การลดระยะเวลาในการดำเนินการจองห้อง | 4.50 | 0.54 |
| **รวม** | **4.40** | **0.54** |

ตามข้อมูลในตารางที่ 1 สรุปได้ว่าระดับความพึงพอใจโดยเฉลี่ยของผู้ใช้งานในภาพรวม อยู่ในเกณฑ์ระดับมาก($\bar{x}$=4.40, S.D.=0.54)

## 7. อภิปราย

จากการพัฒนาระบบจองห้องคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย พบว่าระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยฟังก์ชันหลัก เช่น การลงทะเบียนผู้ใช้งาน การเลือกวันและเวลาผ่านปฏิทิน รวมถึงการตรวจสอบประวัติการจอง สามารถใช้งานได้ครบถ้วนและตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงงาน ระบบช่วยลดปัญหาการจองซ้ำซ้อน และลดภาระการประสานงานแบบเดิมได้อย่างชัดเจน การออกแบบระบบตามหลักสถาปัตยกรรม Model–View–Controller (MVC) ช่วยให้สามารถแยกการทำงานของระบบอย่างมีโครงสร้าง ทำให้การบำรุงรักษาและพัฒนาฟังก์ชันเพิ่มเติมเป็นไปได้สะดวกยิ่งขึ้น ข้อมูลทั้งหมดถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล MySQL ซึ่งช่วยให้สามารถตรวจสอบย้อนหลังและวิเคราะห์การใช้งานได้ในอนาคต จากผลการทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา พบว่าระบบสามารถใช้งานได้อย่างราบรื่น และผู้ใช้งานส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะในด้านความง่ายในการใช้งาน ความรวดเร็ว และความถูกต้องของข้อมูลการจอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถลดข้อผิดพลาดจากระบบเดิมได้อย่างเป็นรูปธรรม เมื่อเปรียบเทียบกับระบบ RoomSYS ของ Goodly Think (2566) ซึ่งพัฒนาระบบ

จองห้องประชุมผ่านเว็บไซต์ โดยมีการแสดงผลการจองในรูปแบบปฏิทินเช่นเดียวกัน พบว่าระบบของเราเพิ่มความสามารถในการแยกดูข้อมูลตามห้อง การดูประวัติการจองย้อนหลัง และการประมวลผลสิทธิ์ของผู้ใช้งานได้อย่างยืดหยุ่นมากกว่า นอกจากนี้ ระบบบริหารจัดการร้านตัดผมของสุภัทรา เกิดเมฆ และคณะ (2567) ซึ่งใช้แนวคิดการจองคิวออนไลน์คล้ายกับระบบของเราในด้านการจัดลำดับและจัดการเวลา แต่ระบบของเราออกแบบให้รองรับผู้ใช้งานหลากหลายประเภท เช่น นักศึกษา บุคลากร และบุคคลภายนอก รวมถึงการจัดการข้อมูลทรัพยากรในหลายห้องพร้อมกัน จึงมีความซับซ้อนและยืดหยุ่นในระดับสูงกว่า อย่างไรก็ตาม ข้อสังเกตจากการใช้งานจริงพบว่า หากมีฟังก์ชันเพิ่มเติม เช่น ระบบแจ้งเตือนสถานะการจองผ่านอีเมลหรือ SMS จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสื่อสาร และทำให้ระบบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น อีกทั้งหากสามารถพัฒนาให้รองรับการใช้งานบนอุปกรณ์มือถือได้ดียิ่งขึ้น จะช่วยให้เข้าถึงผู้ใช้งานได้กว้างขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษาที่ใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่เป็นหลัก

## 8. สรุป

โครงงานนี้ได้พัฒนาระบบจองห้องออนไลน์สำหรับคณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย โดยใช้เทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชัน ร่วมกับฐานข้อมูล MySQL และออกแบบระบบตามหลัก MVC เพื่อให้มีโครงสร้างที่ยืดหยุ่นและง่ายต่อการดูแลรักษา ระบบช่วยลดปัญหาการจองซ้ำซ้อน เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน และลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ ผลการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างพบว่าระบบสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้รับความพึงพอใจในระดับมาก โดยระบบนี้มีศักยภาพในการขยายผลสู่หน่วยงานอื่นภายในมหาวิทยาลัยต่อไป

## 9. ข้อเสนอแนะ

9.1 เพิ่มระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ เช่น การส่งอีเมลหรือ SMS ไปยังผู้ใช้งานและผู้ดูแล เมื่อมีการจอง ยกเลิก หรือเปลี่ยนแปลงสถานะการจอง เพื่อเพิ่มความสะดวกและลดการสื่อสารที่คลาดเคลื่อน

9.2 พัฒนาระบบรายงานสถิติการใช้งานพื้นที่ เช่น รายงานจำนวนการจองในแต่ละวัน/เดือน หรือพื้นที่ที่ได้รับความนิยมสูงสุด เพื่อให้ผู้ดูแลสามารถวางแผนและจัดสรรทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

9.3 รองรับการขยายผลสู่แพลตฟอร์มอื่น เช่น การปรับปรุงให้ใช้งานได้ดีบนอุปกรณ์มือถือทุกขนาด หรือสร้างแอปพลิเคชันเฉพาะสำหรับ Android/iOS เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงของผู้ใช้งานทั่วไป

## เอกสารอ้างอิง

[1] Goodly Think. *RoomSYS โปรแกรมจองห้องประชุม*. https://www.goodlythink.com /site/page?view=roomsys

[2] สุภัทรา เกิดเมฆ, ชุติมันต์ ทศพัก, เจษฎาภรณ์ เสือเล็ก, วิทยา ศรีกุล, สนั่น จันทร์พรม, และพุทธาวุฒิ ลีกุลธร. (2567). *ระบบบริหารจัดการร้านตัดผม*. ใน การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 16 (หน้า 225-228)

[3] กฤษณะ สมควร, ศรีนวล ฟองมณี, และประยูร อิมิวัตร. *การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อยกระดับการบริหารจัดการกิจการประปาหมู่บ้าน บ้านแม่คี หมู่ที่ 9 ตำบลป่าซาง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย.* ใน การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 47 (หน้า 510-514)

[4] สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล. (2563). *การพัฒนาเว็บไซต์แบบ Responsive ด้วย HTML5 และ CSS3*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[5] W3Schools. (2023). *HTML, CSS, and JavaScript Tutorials*. https://www.w3schools.com

[6] AppMaster. (2023). *รูปแบบสถาปัตยกรรม: อธิบาย MVC, MVP และ MVVM*. https://appmaster.io/th/blog

# ผลกระทบจากการสะสมของฝุ่นละอองที่ผิวหน้าเซลล์แสงอาทิตย์ต่อประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้า

# Effect of PV Panel Surface Dust Soiling on Power Generation Efficiency

ธีรวัฒน์ สุทธโส วิลาสินี ศรีสุวรรณ ปรานต์ เมฆอากาศ นงนุช ศรีเล็ก นเรศ ใหญ่วงศ์ และ สิทธิกฤต เหล็กพูล*
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Teerawat Sutthaso Wilasinee Srisuwan Pran Mek-argard Nongnooch Srilek Naret Yaiwong
and Sitthikrit Leckpool*
Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University

E-mail: sitthikrit.lec@crru.ac.th*

## บทคัดย่อ

ปัญหาฝุ่นละอองในอากาศ (airborne particulate matter : PM) เป็นปัญหาเรื้อรังในประเทศไทยที่ส่งผลกระทบไม่เพียงต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิต แต่ยังรวมถึงเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ถูกใช้งานในที่โล่งแจ้งเนื่องจากการสะสมฝุ่นละอองบนพื้นผิวของอุปกรณ์เหล่านี้ เซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ที่อาศัยพื้นที่ผิวหน้าเป็นจุดรับแสง จึงเป็นอุปกรณ์หนึ่งที่อาจได้รับผลกระทบจากการสะสมฝุ่นละอองดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาผลกระทบจากการสะสมของฝุ่นละอองที่ผิวหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีต่อประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้า โดยใช้อัตราส่วนระหว่างค่ากำลังทางไฟฟ้าจากการสร้างกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อค่าความเข้มแสงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาในหนึ่งวัน ด้วยการเก็บข้อมูลแบบตามเวลาจริง (real-time data acquisition) จากอุปกรณ์ตรวจวัดที่สร้างขึ้นในแบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ประกอบด้วยบอร์ดราสเบอรี่พายและเซนเซอร์ตรวจวัดค่าทางไฟฟ้า ทำการทดสอบด้วยค่าความหนาแน่นฝุ่นบริเวณผิวหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 3 กรณี ได้แก่ แผงสะอาด แผงที่มีฝุ่นปกคลุม 30 g/m$^2$ และ 60 g/m$^2$ จากผลการศึกษาพบว่า ค่าประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลงสูงสุด 0.1 เปอร์เซ็นต์ต่อตารางเมตรของผิวหน้าแผงต่อความหนาฝุ่นที่เพิ่มขึ้น 1 g/m$^2$

**คำสำคัญ:** ความสกปรกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ ราสเบอร์รี่พาย เซนเซอร์วัดความเข้มแสง

## Abstract

The airborne particulate matter (PM) is a persistent issue in Thailand that negatively impacts not only on the living wellness but also the infrastructures that are exposed in open areas as those airborne particles can soil on their surface. Photovoltaic (PV) solar panel uses its top surface to gather solar energy and convert it into electrical power thus it could be subject to this problem. This research then aimed to study the effect of the dust soiling on PV panel surface on the electrical power generation efficiency. By introducing the ratio between the electrical power generated by PV to the solar irradiance, the efficiency of PV power generation was calculated. The electrical data was acquired in real-time on daily basis using data logger developed in this research which utilized IoT devices including Raspberry Pi and electrical sensors for convenient data processing and access. Three cases of dust density were studied; 1) clean panel, 2) panel with dust density 30 g/m$^2$ and 3) with 60 g/m$^2$. The

result showed that the power generation efficiency of the studied PV panel reduced at the most 0.1 W/m$^2$ for the increment of dust density by 1 g/m$^2$.

**Keywords:** Dust soiling on PV panel, Power generation of PV, Raspberry Pi, Solar irradiance sensor

## 1. บทนำ

ปัญหาฝุ่นละอองในอากาศซึ่งเป็นผลมาจากการเผาวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในพื้นที่โล่งแจ้ง เริ่มส่งผลกระทบเชิงประจักรต่อประเทศไทยเป็นวงกว้างโดยเฉพาะภูมิภาคทางตอนเหนือของประเทศ มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 โดยในงานวิจัยของ รัชนีวรรณ คาตัน และคณะ [1] ได้ระบุไว้ว่า ในแต่ละปีปัญหาฝุ่นละอองในอากาศในภาคเหนือมักกินระยะเวลาโดยประมาณ 4 เดือน โดยในบางปีอาจเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม แต่จะปรากฏผลกระทบชัดเจนในเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายน และเริ่มลดความรุนแรงลงในเดือนพฤษภาคม ปัญหาดังกล่าวไม่เพียงส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิต เครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆที่มีการใช้งานในพื้นที่โล่งก็ได้รับผลกระทบจากการสะสมของฝุ่นละอองดังกล่าวบนพื้นผิวของอุปกรณ์ด้วยเช่นกัน ดังที่สามารถสังเกตได้โดยทั่วไปจากการสะสมของฝุ่นละอองตามหลังคาของอาคารบ้านเรือน โดยในงานวิจัยของ Salem Algarni และ Darin Nutter [2] พบว่า ฝุ่นละอองในอากาศสามารถก่อตัวสะสมที่พื้นผิวของหลังคาอาคารด้วยอัตรา 1.3 ถึง 73.8 g/m$^2$ ต่อเดือน

เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell หรือ photovoltaic panel : PV panel) เป็นอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งในพื้นที่โล่งแจ้งเพื่อให้รับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ได้อย่างเต็มศักยภาพ จึงมีโอกาสได้รับผลกระทบจากการสะสมของฝุ่นละอองตลอดทั้งปีโดยเฉพาะในช่วงของการเกิดปัญหาฝุ่นละอองในอากาศที่มีฝุ่นละอองเป็นปริมาณมาก โดย Jiang H, Lu L และ Sun K. [3] ได้ทำการเก็บข้อมูลการสะสมของฝุ่นละอองบนผิวหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศจีน พบว่า มีค่าในช่วง 0 ถึง 22 g/m$^2$ จึงอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ ในงานวิจัยของ Ryan C, Vignola F และ McDaniels D. [4] พบว่าประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลงเนื่องจากการสะสมของฝุ่นบนผิวหน้าของแผง 1.4 เปอร์เซ็นต์ งานวิจัยของ Mohammad Reza Maghami และคณะ [5] พบประสิทธิภาพลดลงในช่วง 1.5 ถึง 6.2 เปอร์เซ็นต์ และงานวิจัยของ Tarik Aissi และคณะ [6] พบว่า ประสิทธิภาพลดลงในช่วง 1.70 ถึง 2.18 เปอร์เซ็นต์ และได้ระบุถึงปัจจัยที่มีผลกระทบการทดสอบ ได้แก่ 1) ชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 2) ปริมาณความหนาแน่นของฝุ่นที่สะสมบนผิวหน้าแผง 3) มุมเอียงการติดตั้งแผง

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการสะสมของฝุ่นละอองที่ผิวหน้าเซลล์แสงอาทิตย์ต่อประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าที่ความหนาแน่นของฝุ่นที่สะสมบนผิวหน้าแผง 3 กรณีได้แก่ 1) แผงสะอาด 2) แผงที่มีฝุ่นปกคลุม 30 g/m$^2$ และ 3) แผงที่มีฝุ่นปกคลุม 60 g/m$^2$ ด้วยการเก็บข้อมูลกระแสไฟฟ้าลัดวงจร (short circuit current) และแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (open circuit voltage) รวมถึงค่าความเข้มแสงอาทิตย์ แล้วจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้า โดยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาชุดทดสอบขึ้นจากอุปกรณ์แบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Thing : IoT) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถประมวลผลได้แบบตามเวลาจริง (real-time data processing) และเข้าถึงข้อมูลได้โดยสะดวกแบบไร้สาย (wireless data access) ผ่านอุปกรณ์มือถือ ทั้งนี้ งานวิจัยนี้จะทำการทดสอบด้วยแผงที่ถูกติดตั้งด้วยมุมเอียง 30 องศาคงที่ และใช้แป้งมันสำปะหลังซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของผงฝุ่นที่สามารถฟุ้งกระจายในอากาศได้ [7] และมีสเปกตรัมการดูดกลืนแสง (light absorption spectrum) ที่ 534 ถึง 600 nm [8] ซึ่งอยู่ในช่วงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของฝุ่นละอองที่ 300 ถึง 800 nm [9] จำลองการก่อตัวสะสมของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจริง

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ค่าประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ในงานวิจัยนี้สามารถคำนวณได้จาก

$$\eta_{PV} = \frac{P_{PV}}{I_S} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ $\eta_{PV}$ คือ ประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ %

$P_{PV}$ คือ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ต่อพื้นที่รับแสง $\frac{W}{m^2}$

และ $I_S$ คือ ความเข้มแสงอาทิตย์ $\frac{W}{m^2}$

โดยที่ ค่า $P_{PV}$ ในสมการที่ (1) เป็นค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นในสภาวะที่เซลล์แสงอาทิตย์ไม่ถูกต่อเข้ากับอุปกรณ์ใดๆ (unloaded PV panel) สามารถคำนวณได้จาก

$$P_{PV} = \frac{I_{SC} \cdot V_{OC}}{A_{PV}} \quad (2)$$

เมื่อ $I_{SC}$ คือ กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (short circuit current) ของเซลล์แสงอาทิตย์ $A$

$V_{OC}$ คือ แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (open circuit voltage) ของเซลล์แสงอาทิตย์ $V$

และ $A_{PV}$ คือ พื้นที่รับแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ $\mathrm{m}^2$

ในส่วนของค่า $I_S$ $I_{SC}$ และ $V_{OC}$ จะได้จากการตรวจวัดในแบบตามเวลาจริงด้วยชุดทดสอบประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกพัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ดังรายละเอียดที่จะกล่าวถึงต่อไป

## 3. ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินการทดสอบการผลิตกำลังไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ภายใต้การสะสมของฝุ่นละอองที่ผิวหน้าในงานวิจัยนี้ ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่หาซื้อได้โดยทั่วไปจำนวน 1 แผงแบบ Polycrystalline ประกอบด้วยจำนวนเซลล์ทั้งหมด 72 เซลล์ ขนาดกำลังไฟฟ้า 300 วัตต์ โดยมีรายละเอียดคุณสมบัติต่างๆที่สำคัญ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกทดสอบ

| แรงดันไฟฟ้าทำงานสูงสุด | กระแสไฟฟ้าทำงานสูงสุด | แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด | กระแสไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด | พื้นที่รับแสง |
|---|---|---|---|---|
| $V_{OP,max}$ | $I_{OP,max}$ | $V_{OC,max}$ | $I_{SC,max}$ | $A_{PV}$ |
| $36.7\ V$ | $8.17\ A$ | $44.4\ V$ | $8.99\ A$ | $1.768\ m^2$ |

โดยกำหนดกรณีศึกษาทั้งหมด 3 กรณี ได้แก่ 1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์สะอาด 2) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีฝุ่นปกคลุม 30g/m$^2$ และ 3) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีฝุ่นปกคลุม 60 g/m$^2$ ทำการทดสอบกรณีศึกษาละ 3 ครั้ง โดยใช้ฝุ่นจากแป้งมันสำปะหลัง ดังรูปที่ 1 ทำการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลช่วงเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2568 ระยะเวลาวันละ 9 ชั่วโมง ตั้งแต่ 08.00 ถึง 17.00 น.

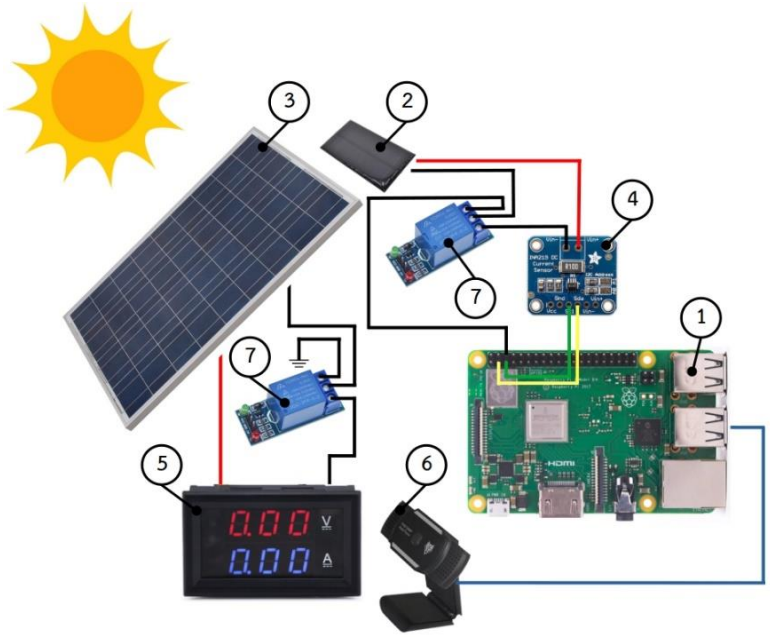


(ก) (ข) (ค)

**รูปที่ 1** เซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกใช้ทำการทดสอบ (ก) แผงสะอาด (ข) แผงที่มีฝุ่นปกคลุม 30 g/m$^2$ และ (ค) แผงที่มีฝุ่นปกคลุม 60 g/m$^2$

### 3.1 ชุดทดสอบประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาชุดทดสอบประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้น โดยใช้บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) [10] เป็นแกนในการเก็บข้อมูลและประมวลผล และต่อเซนเซอร์วัดค่าทางไฟฟ้าผ่านพอร์ตอเนกประสงค์ (General-Purpose Input/Output : GPIO) ของบอร์ด [10] และทำการเขียนโค้ดคำสั่งในการอ่านและบันทึกค่าจากเซนเซอร์ด้วยคำสั่งภาษา Python โดยใช้ไลบรารี่ของ Adafruit Circuitpython [11] เป็นคำสั่งเพื่อเชื่อมต่อเซนเซอร์ต่างๆ ดังรูปที่ 2




**รายการอุปกรณ์**

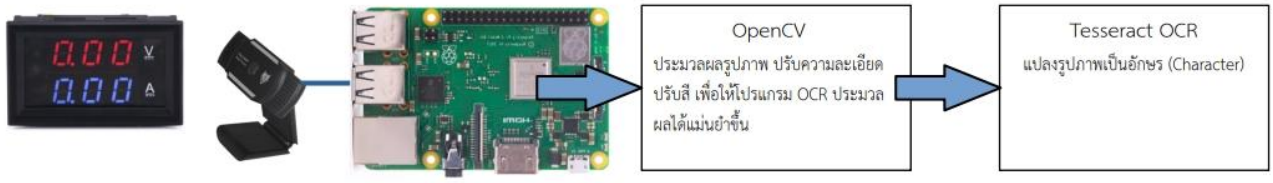
1. บอร์ดราสเบอร์รี่พาย
2. เซนเซอร์วัดความเข้มแสง
3. เซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบ
4. เซนเซอร์ INA219
5. ดิจิทัลโวลต์-แอมป์มิเตอร์
6. กล้องเว็บแคม
7. รีเลย์

**รูปที่ 2** ชุดทดสอบประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

ชุดเซนเซอร์ที่ใช้ทำการวัดค่าจะถูกจำแนกเป็น 2 ส่วนงาน ได้แก่

**1) ส่วนงานวัดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบ** งานวิจัยนี้ได้ทำการประยุกต์ใช้โวลต์-แอมป์มิเตอร์แบบดิจิทัลเพื่ออ่านค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร $I_{sc}$ และแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด $V_{oc}$ รวมถึงใช้กล้องเว็บแคม (webcam) ในการอ่านค่าจากมิเตอร์ ซึ่งเว็บแคม จะสามารถอ่านค่าได้เป็นไฟล์รูปภาพเท่านั้น ทางผู้วิจัยจึงทำการประยุกต์ใช้ไลบรารี่ OpenCV [12] และ Tesseract

OCR [13] ในการบันทึกรูปภาพที่กล้องจับภาพได้และแปลงข้อมูลรูปภาพนั้นให้เป็นตัวอักษรเพื่อบันทึกเป็นค่าตัวเลขใช้งาน ดังขั้นตอนที่แสดงไว้ในรูปที่ 3



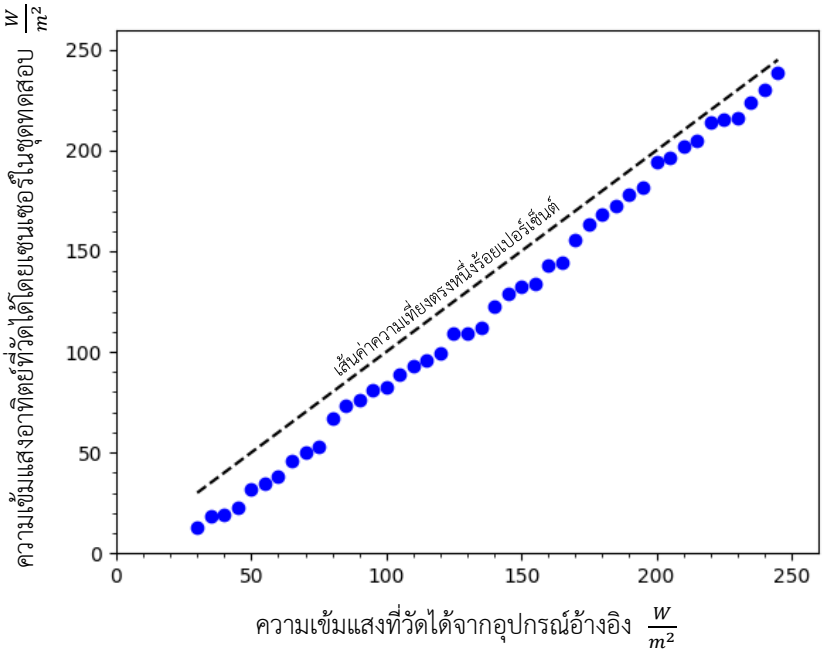

**รูปที่ 3** ขั้นตอนการทำงานการอ่านค่าเซนเซอร์วัดแบบดิจิทัลด้วยเว็บแคม

**2) ส่วนงานวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์** เนื่องจากความเข้มแสงของแสงอาทิตย์บนพื้นผิวโลกอยู่ในช่วง 1000 วัตต์ต่อตารางเมตร หรืออยู่ที่ประมาณ 120000 ลักซ์ [14] ซึ่งสูงกว่าขีดความสามารถของเซนเซอร์วัดความเข้มแสงที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด ทางผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็กขนาดกำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ $V_{OC,max} = 5V$ , $I_{SC,max} = 200mA$ และมีพื้นที่รับแสง $A_{pv} = 0.378m^2$ เป็นเซนเซอร์วัดความเข้มแสง ทำการคำนวณค่าความเข้มแสงจากสมการที่ (2) โดยใช้เซนเซอร์ INA219 ในการอ่านค่า $I_{SC}$ และ $V_{OC}$ ของเซลล์แสงอาทิตย์นี้

**3.2 การทดสอบเซนเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ในชุดทดสอบประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์**

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเซนเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ด้วยการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็กทดแทนการใช้เซนเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาด โดยทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร $I_{SC}$ และค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด $V_{OC}$ ของเซนเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ดังกล่าว เพื่อทำการหากำลังไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจากเซนเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ต่อพื้นที่รับแสงตามเวลาจริง แล้วทำการคำนวณย้อนกลับเป็นค่าความเข้มแสงอาทิตย์ด้วยค่าตัวประกอบการแปลงค่า (conversion factor) เท่ากับ 0.16 จากการทดสอบด้วยชุดทดสอบที่สามารถปรับความสว่างของแหล่งกำเนิดแสงด้วยหลอดไฟแบบฮาโลเจนได้ พบว่า เซนเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นมีค่าความเที่ยงตรง (validity) ที่ 83.89 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์วัดความเข้มแสงอาทิตย์อ้างอิง SM206 Solar Power Meter ดังผลการทดสอบในรูปที่ 4

จากการทดสอบโดยการวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์จริง พบว่า ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดวันที่วัดได้จากเซนเซอร์ที่พัฒนาขึ้นในช่วงการดำเนินการวิจัยอยู่ในช่วง 605.031 - 820.051 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลอ้างอิงที่ 1000 วัตต์ต่อตารางเมตร [14] และมีค่าสูงสุดที่เซนเซอร์ตรวจวัดได้ 1548.148 วัตต์ต่อตารางเมตร




**รูปที่ 4** การทดสอบความเที่ยงตรง (validity) ของเซนเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ในชุดทดสอบ

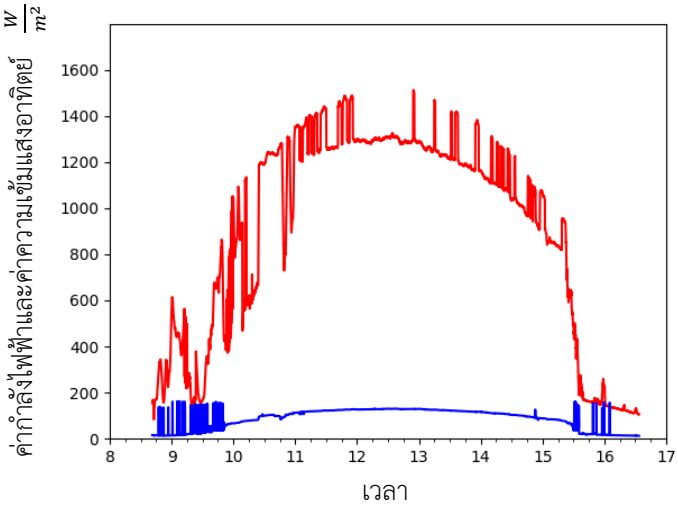
## 4. ผลการวิจัย

จากการดำเนินการเก็บข้อมูลทุกๆ 5 วินาที ตั้งแต่ช่วงเวลา 08.00 – 17.00 น. ทำให้ได้จำนวนข้อมูล 6,480 จุดวัดต่อวัน ใช้ระยะเวลาการเก็บข้อมูลทั้งหมด 9 วัน รวมทั้งสิ้น 58,320 จุดวัด ข้อมูลเหล่านี้จะถูกประมวลผลตามสมการที่ (1) และ (2) ด้วยการคำนวณในบอร์ดราสเบอร์รี่พายด้วยภาษา Python ดังตัวอย่างข้อมูลในรูปที่ 5 ทั้งนี้ จากการทดสอบชุดทดสอบประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์นี้ พบว่า ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้เร็วกว่าค่าที่กำหนดคือ 5 วินาที เนื่องจากความล่าช้า (latency) ของการตอบสนองจากเซนเซอร์วัดค่าทางไฟฟ้า การประมวลผลภาพด้วย OpenCV และการแปลงตัวอักษรด้วย Tesseract OCR ซึ่งหากทำการเพิ่มความเร็วการเก็บข้อมูลจะทำให้โปรแกรมคำสั่งการทำงานไม่มีเสถียรภาพ

จากการทดสอบซ้ำในแต่ละกรณี พบลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลการทดสอบดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 6 โดยมีพิสัย (range) ของค่าประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละกรณีศึกษาไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เท่ากับ 0.338 1.523 และ 1.303 ตามลำดับ จากนั้นนำข้อมูลมาหาค่าตัวแทนด้วยการหาค่าเฉลี่ยของแต่ละกรณีดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยค่าประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จากการทดสอบซ้ำในแต่ละกรณีศึกษา $\eta_{pv,avg}$

| แผงสะอาด | แผงที่มีฝุ่นปกคลุม 30 g/m$^2$ | แผงที่มีฝุ่นปกคลุม 60 g/m$^2$ |
|---|---|---|
| 13.503 % | 10.701 % | 9.125 % |
| ประสิทธิภาพที่ลดลงจากแผงสะอาด | 2.802 % | 4.378 % |

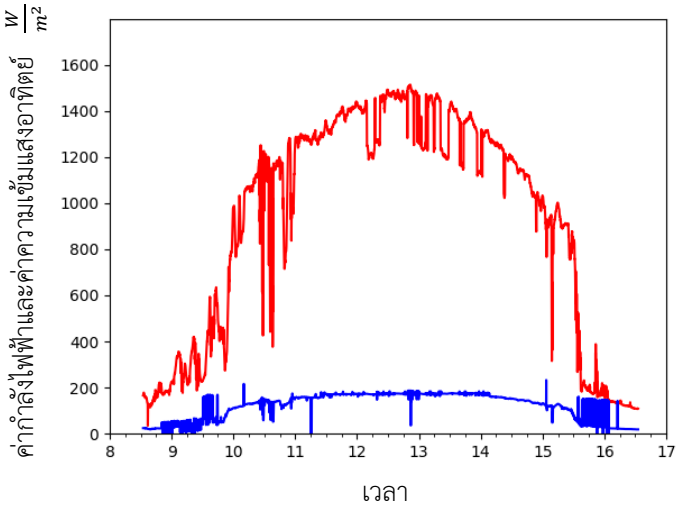



(ก) แผงสะอาด

ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดวัน $I_{s,avg} = 820.051 \frac{W}{m^2}$

ค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยตลอดวัน $P_{pv,avg} = 107.364 \frac{W}{m^2}$

ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยตลอดวัน $\eta_{pv,avg} = 13.09\,\%$

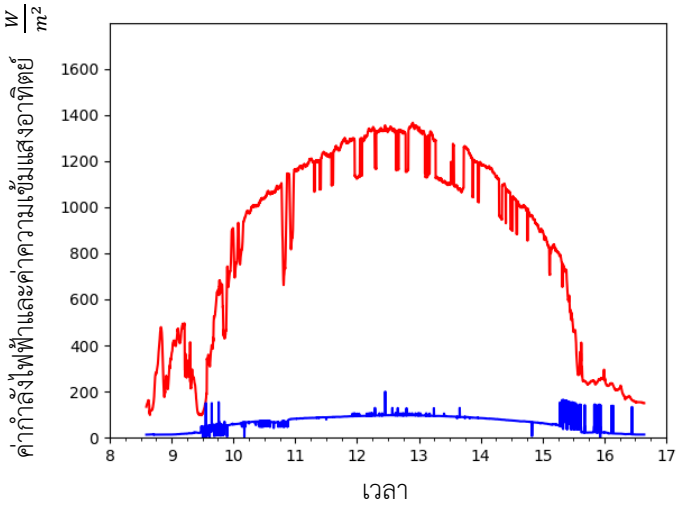



(ข) แผงที่มีฝุ่นปกคลุม 30 g/m$^2$

ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดวัน $I_{s,avg} = 785.624 \frac{W}{m^2}$

ค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยตลอดวัน $P_{pv,avg} = 75.787 \frac{W}{m^2}$

ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยตลอดวัน $\eta_{pv,avg} = 9.65\,\%$



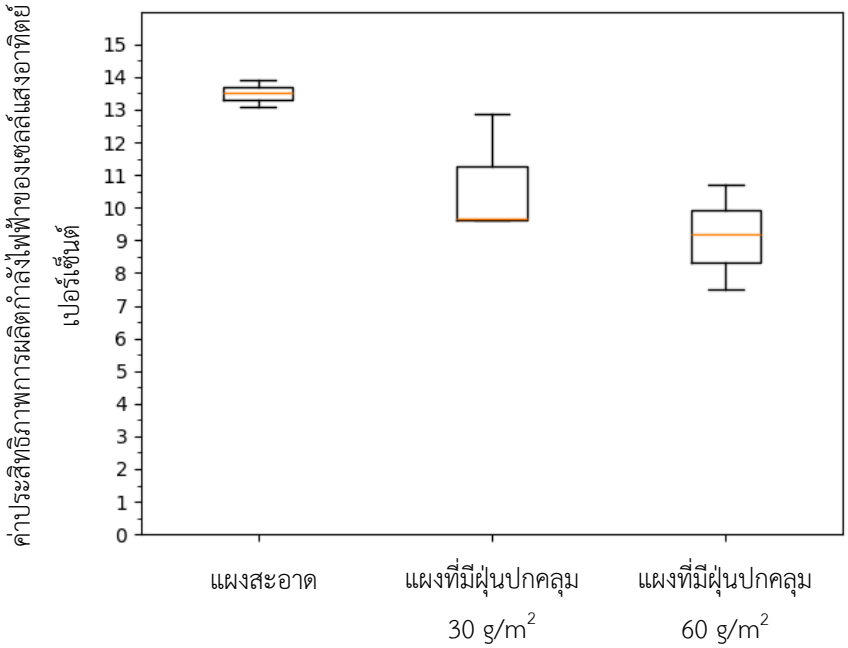

(ค) แผงที่มีฝุ่นปกคลุม 60 g/m$^2$

ค่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดวัน $I_{s,avg} = 763.391 \frac{W}{m^2}$

ค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยตลอดวัน $P_{pv,avg} = 57.278 \frac{W}{m^2}$

ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยตลอดวัน $\eta_{pv,avg} = 7.51\,\%$

**รูปที่ 5** ตัวอย่างผลการวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์เปรียบเทียบค่าความเข้มแสงอาทิตย์




**รูปที่ 6** การกระจายตัวของค่าประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จากการทดสอบซ้ำในงานวิจัยนี้

## 5. สรุปและอภิปราย

งานวิจัยนี้ได้สร้างชุดทดสอบประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์โดยการวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบเปรียบเทียบกับการวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่เกิดขึ้นในแต่ละวันแบบตามเวลาจริง และได้พัฒนาเซนเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์จากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดเล็กและอุปกรณ์ในรูปแบบอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง IoT ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลการวัดและประมวลผลได้โดยสะดวกในรูปแบบไร้สายผ่านอุปกรณ์มือถือต่างๆ โดยเซนเซอร์วัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นมีค่าความเที่ยงตรงอยู่ที่ 83.89 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์อ้างอิง SM206 Solar Power Meter

จากผลการวิจัย พบว่า ค่าประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงในช่วง 2.802 ถึง 4.378 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Mohammad Reza Maghami และคณะ [5] และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณความหนาแน่นฝุ่นละอองต่อประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถสรุปได้ว่า เมื่อความหนาแน่นของฝุ่นละออง (งานการวิจัยนี้ใช้แป้งมันสำปะหลัง) เพิ่มขึ้น 1 g/m$^2$ จะทำให้ค่าประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงสูงสุด 0.1 เปอร์เซ็นต์ต่อตารางเมตร

หากพิจารณาดังตัวอย่างการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ของผู้ใช้งานในครัวเรือนที่ขั้นต่ำ 5 กิโลวัตต์ ซึ่งใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 300 วัตต์ (ตามงานวิจัยนี้) จำนวน 17 แผงทำให้มีพื้นที่รับแสงเท่ากับ 30 ตารางเมตร หากทำการคำนวณตามผลการวิจัย ที่ความหนาแน่นฝุ่นละออง 1 g/m$^2$ จะทำให้ค่าประสิทธิภาพลดลงรวม 3 เปอร์เซ็นต์หรือ 150 วัตต์ สามารถคิดเป็นมูลค่าพลังงานไฟฟ้าสูญเสีย 495.75 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี หรือ 1,971 บาทต่อปี (คิดจากระยะเวลาการผลิตกำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 9 ชั่วโมงต่อวันและอัตราค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4 บาท) ดังนั้น การทำความสะอาดเซลล์แสงอาทิตย์อย่างสม่ำเสมอมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยค่าแนะนำอยู่ที่ปีละ 1 ครั้ง นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ดังที่นำเสนอสามารถถูกใช้เป็นส่วนพิจารณาเสริมในทางเศรษฐศาสตร์เพื่อวางแผนการบำรุงรักษาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของหน่วยงานได้อีกทางหนึ่ง

งานวิจัยนี้ได้จำลองการสะสมของฝุ่นละอองที่ผิวหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยการใช้แป้งมันสำปะหลังที่มีคุณสมบัติทางแสงใกล้เคียงกับฝุ่นละอองดังที่กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อให้สามารถควบคุมปริมาณความหนาแน่นของฝุ่นได้ตามกรอบของงานวิจัย ทั้งนี้ ผลการ

ทดสอบจากการสะสมตัวของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากการใช้งานจริงในระยะเวลา 1 ปีขึ้นไป จะทำให้ได้ผลการทดสอบที่น่าสนใจที่สามารถสะท้อนสภาพการทำงานจริงได้มากยิ่งขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายกิตติศักดิ์ กิติวรรณา และนายชลสิทธิ์ มหายศ ที่ได้สนับสนุนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี มา ณ ที่นี้

## เอกสารอ้างอิง

[1] รัชนีวรรณ คาตัน และคณะ. 2564. ปัญหาหมอกควันและผลกระทบด้านสุขภาพในจังหวัดเชียงใหม่. วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา, ปีที่ 8 ฉบับที่ 1: 265-273.

[2] Algarni, S., & Nutter, D. 2015. Influence of dust accumulation on building roof thermal performance and radiant heat gain in hot-dry climates. Energy and Buildings, Vol. 104: 181-190.

[3] Jiang H, Lu L, Sun K. 2011. Experimental investigation of the impact of airborne dust deposition on the performance of solar photovoltaic (PV) modules. Atmos Environ, Vol.45: 4299–304.

[4] Ryan C, Vignola F, McDaniels D. 1989. Solar cell arrays: degradation due to dirt. In: Proceedings of the American section of the international solar energy society: 234–237

[5] Mohammad Reza Maghami et al. 2016. Power loss due to soiling on solar panel: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 59: 1307–1316.

[6] Tarik Aissi et al. 2025. The impact of dust on the efficiency of various photovoltaic panels: An experimental study. Solar Energy Advances, Vol. 5: 100106.

[7] Government of Canada. “Reports and publications: Occupational health and safety”. ออนไลน์ https://www.canada.ca/en/employment-social-development/services/health-safety/reports/flour-dust.html.

[8] Wuttisela, K., Shobsngob, S., Triampo, W., & Triampo, D. 2008. Amylose/amylopectin simple determination in acid hydrolyzed tapioca starch. Journal of the Chilean Chemical Society, 53(3), 1565-1567.

[9] Müller, T., Schladitz, A., Massling, A., Kaaden, N., Kandler, K., & Wiedensohler, A. 2009. Spectral absorption coefficients and imaginary parts of refractive indices of Saharan dust during SAMUM-1. Tellus B: Chemical and Physical Meteorology, 61(1), 79-95.

[10] Upton, E., & Halfacree, G. 2016. Raspberry Pi user guide. John Wiley & Sons.

[11] Adafruit, Adafruit CircuitPython. ออนไลน์ https://docs.circuitpython.org

[12] Bradski, G., & Kaehler, A. 2000. OpenCV. Dr. Dobb’s journal of software tools, 3(2).

[13] Smith, R. 2007. An overview of the Tesseract OCR engine. ICDAR 2007, Vol. 2: 629-633.

[14] สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. “พลังงานแสงอาทิตย์”. ออนไลน์ https://www.eppo.go.th/images/Power/renewable-energy/19.pdf.

# ระบบตรวจสอบสถานะและแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบเรียลไทม์

# A Real-Time System for Monitoring and Alerting IoT Device Operations

สรวิชญ์ อาจอ[1*] ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ์[2] และ ภูมิพงษ์ ดวงตั้ง[1]
[1]คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
[2] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

Sorawit Archo[1*] Supawat Lawanwisut[2] and Pumipong Duangtang[1]
[1]Faculty of Digital Technology, Chiang Rai Rajabhat University
[2] Faculty of Industrial Technology, Thepsatri Rajabhat University

E-mail: 641998009@crru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (IoT) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในหลากหลายอุตสาหกรรม ทำให้เกิดการติดตั้งอุปกรณ์ IoT จำนวนมากเพื่อการเก็บข้อมูลและควบคุมการทำงานจากระยะไกล อย่างไรก็ตามการตรวจสอบและติดตามสถานะการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ยังเป็นปัญหาสำคัญ โดยเฉพาะในกรณีที่อุปกรณ์หยุดทำงานหรือเกิดการเชื่อมต่อที่ไม่เสถียร ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อภาพรวม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ระบบตรวจสอบสถานะและแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์ IoT แบบเรียลไทม์ขึ้นมาเป็นต้นแบบ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้ โดยระบบประกอบด้วยส่วนรับข้อมูลที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT ผ่านโปรโตคอล MQTT เพื่อรับส่งข้อมูลสถานะการทำงาน บันทึกข้อมูลด้วย PostgreSQL ที่รองรับการจัดเก็บข้อมูลแบบ Time Series และทำการประมวลผลเพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ที่มีสถานะ offline ภายในช่วงเวลารายนาที หากตรวจพบอุปกรณ์ที่หยุดทำงาน ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านเทเลแกรมและอีเมล นอกจากนี้ยังพัฒนาแดชบอร์ดแบบเรียลไทม์ เพื่อแสดงผลข้อมูลสถานะอุปกรณ์ให้ง่ายต่อการติดตามและวิเคราะห์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตรวจสอบสถานะและแจ้งเตือนอุปกรณ์ IoT ได้อย่างถูกต้อง ช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถรับทราบปัญหาและดำเนินการแก้ไขได้รวดเร็วและลดความเสี่ยงจากการหยุดชะงักของระบบ ทั้งนี้ระบบต้นแบบนี้สามารถนำไปปรับใช้กับงานในภาคอุตสาหกรรมหรือระบบที่ต้องการการตรวจสอบอุปกรณ์จำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การวิเคราะห์เชิงเวลา เทเลแกรม

## Abstract

The Internet of Things (IoT) technology has played a pivotal role across various industries, resulting in the widespread deployment of IoT devices for data collection and remote control. However, monitoring and tracking the operational status of these devices remains a critical challenge, particularly when devices cease functioning or experience unstable connectivity, which can impact overall operations. This research aims to develop a prototype system for real-time monitoring and alerting of IoT device operations that can be practically applied. The system comprises a data acquisition module that interfaces with IoT devices via the MQTT protocol

to receive operational status data, stores the data using PostgreSQL optimized for time series, and processes it to detect devices that are offline on a per-minute basis. When an offline device is detected, the system promptly sends alert notifications to administrators via Telegram and email. Furthermore, a real-time dashboard was developed to visualize device status data, facilitating easier monitoring and analysis. Experimental results demonstrated that the system could accurately monitor and notify the status of IoT devices, enabling administrators to quickly identify and resolve issues and thereby reducing the risk of system disruptions. This prototype system can be adapted for industrial applications or any environment requiring efficient monitoring of many devices.

**Keywords:** IoT Time Series Analysis Telegram

## 1. บทนำ

ในยุคปัจจุบัน เทคโนโลยี IoT ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการสร้างระบบอัตโนมัติและการจัดการข้อมูลแบบเรียลไทม์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุม ตรวจสอบ และวิเคราะห์การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งในอุตสาหกรรม อาคารสำนักงาน และในชีวิตประจำวัน [1] โดยเฉพาะในด้านระบบตรวจสอบและควบคุมระยะไกล ซึ่งช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานและสามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์ผิดปกติได้อย่างทันท่วงที [2] ดังนั้น การนำเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาระบบติดตามสถานะและแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ จึงเป็นแนวทางที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย

อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจงานที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีงานวิจัยและพัฒนาหลากหลายรูปแบบที่มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาการตรวจสอบและแจ้งเตือนสถานะของอุปกรณ์ เช่น งานวิจัยที่นำเสนอระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ [3] หรือระบบตรวจสอบและสั่งการอุปกรณ์แสงสว่างในอาคารโดยใช้ ESP32 [4] ตลอดจนการพัฒนาต้นแบบระบบตรวจจับฝุ่นละอองและแจ้งเตือนผ่าน IoT [5] ซึ่งส่วนใหญ่มักเน้นเฉพาะด้าน เช่น ด้านสิ่งแวดล้อม หรือด้านสาธารณูปโภค ทั้งนี้ยังพบว่าในหลายกรณี ระบบที่มีอยู่ยังขาดความสามารถในการบันทึกข้อมูลแบบ Time Series และการแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านหลายช่องทาง เช่น เทเลแกรม อีเมล เพื่อแจ้งเหตุการณ์เมื่ออุปกรณ์หยุดทำงาน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะและแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์ IoT แบบเรียลไทม์ โดยอาศัยเทคโนโลยี MQTT ในการรับส่งข้อมูลสถานะอุปกรณ์ และจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูล TimescaleDB เพื่อรองรับการวิเคราะห์เชิงเวลา (Time Series Analysis) พร้อมทั้งมีการตรวจสอบความพร้อมใช้งาน (Availability) ของอุปกรณ์ในช่วงเวลาที่กำหนด หากตรวจพบว่าอุปกรณ์ใดหยุดส่งข้อมูล ระบบจะทำการแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านทางเทเลแกรมและอีเมล ทั้งยังมีแดชบอร์ดแสดงข้อมูลแบบภาพ (Visualization) เพื่อช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถติดตามสถานะอุปกรณ์และตอบสนองต่อเหตุการณ์ผิดปกติได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ซึ่งเป็นการต่อยอดจากแนวคิดและเทคนิคที่ได้ศึกษามาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [6-8] เพื่อตอบโจทย์การใช้งานในสภาพแวดล้อมจริงที่ต้องการความต่อเนื่องและน่าเชื่อถือ

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาต้นแบบระบบสำหรับตรวจสอบและแจ้งเตือนสถานะการทำงานของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อผ่าน IoT ในแบบเรียลไทม์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้

2.2 เพื่อสร้างกลไกติดตามการเชื่อมต่อแบบรายนาที พร้อมแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเทเลแกรมและอีเมลเมื่อพบอุปกรณ์หยุดทำงาน

2.3 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของผู้ดูแลให้สามารถติดตามสถานะอุปกรณ์ วิเคราะห์ และตอบสนองได้สะดวกยิ่งขึ้น

## 3. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงองค์ความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะและแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์ IoT ทั้งในด้านเทคโนโลยีการสื่อสาร การจัดเก็บข้อมูล ตลอดจนแนวทางการแจ้งเตือน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบในงานวิจัยนี้

### 3.1 หลักการทำงานของระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

IoT เป็นแนวคิดที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ โดยประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ส่วน ได้แก่ อุปกรณ์เซนเซอร์ (Sensors) ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากสภาพแวดล้อม ระบบการเชื่อมต่อ (Connectivity) ที่ส่งข้อมูลไปยังระบบคลาวด์ การประมวลผลข้อมูล (Data Processing) ที่วิเคราะห์และจัดเก็บข้อมูล และส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ที่แสดงผลข้อมูลให้ผู้ใช้เข้าใจ หลักการสำคัญของ IoT คือการทำงานแบบอัตโนมัติ (Automation) ที่อุปกรณ์สามารถส่งข้อมูลและตอบสนองต่อสถานการณ์ได้โดยไม่ต้องมีมนุษย์เป็นตัวกลาง รวมถึงความสามารถในการตรวจสอบและควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกล (Remote Monitoring and Control) ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการและลดต้นทุนในการดำเนินงาน

### 3.2 ทฤษฎีการสื่อสารแบบ Publish-Subscribe

Publish-Subscribe Pattern เป็นรูปแบบการสื่อสารที่แยกผู้ส่งข้อมูล (Publisher) และผู้รับข้อมูล (Subscriber) ออกจากกันผ่านตัวกลางที่เรียกว่า Message Broker ทฤษฎีนี้มีหลักการสำคัญคือ Decoupling ที่ทำให้ผู้ส่งและผู้รับไม่ต้องรู้จักกันโดยตรง ส่งผลให้ระบบมีความยืดหยุ่นและขยายตัวได้ง่าย ในบริบทของ IoT การใช้ Publish-Subscribe Pattern ช่วยให้อุปกรณ์หลายตัวสามารถส่งข้อมูลไปยังระบบกลางได้พร้อมกัน โดยไม่ต้องรอผู้รับข้อมูลตอบกลับ ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงและสามารถรองรับอุปกรณ์ได้จำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการกรองข้อมูลตาม Topic ที่ทำให้ผู้รับสามารถเลือกรับเฉพาะข้อมูลที่ต้องการได้

### 3.3 หลักการของ Time-Series Database

Time-Series Database เป็นฐานข้อมูลที่ออกแบบมาเพื่อจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time-stamped data) โดยเฉพาะ ข้อมูลประเภทนี้มีลักษณะพิเศษคือมีการเขียนข้อมูลมากกว่าการอ่าน (Write-heavy) และข้อมูลที่เก่ากว่ามักจะถูกเข้าถึงน้อยกว่า หลักการสำคัญของ Time-Series Database ได้แก่ การบีบอัดข้อมูล (Data Compression) เพื่อประหยัดพื้นที่จัดเก็บ การสร้างดัชนีตามเวลา (Time-based Indexing) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหา และการจัดการข้อมูลตามช่วงเวลา (Time-based Partitioning) ที่ช่วยให้การประมวลผลเร็วขึ้น สำหรับระบบ IoT Monitoring การใช้ Time-Series Database ช่วยให้สามารถวิเคราะห์แนวโน้มและรูปแบบการทำงานของอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

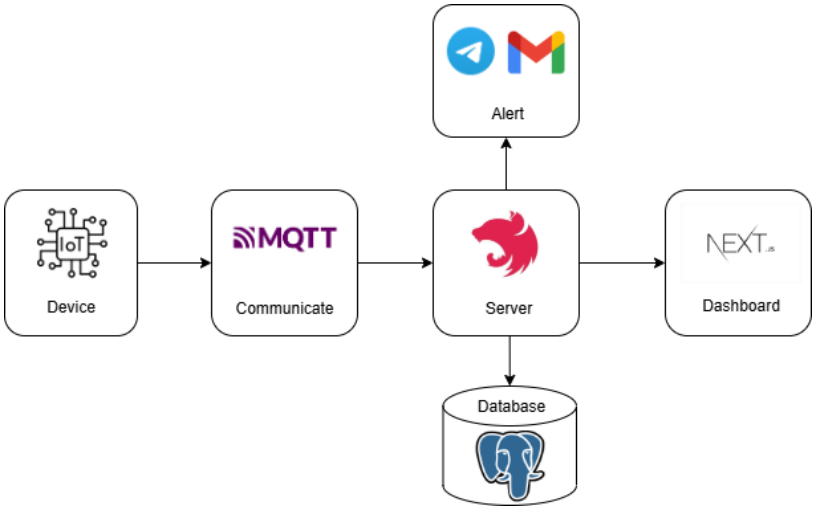
### 3.4 ทฤษฎีการตรวจสอบสถานะระบบ (System Health Monitoring)

การตรวจสอบสถานะระบบเป็นกระบวนการที่สำคัญในการบริหารจัดการระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมีหลักการพื้นฐาน 3 ประการ คือการตรวจสอบความพร้อมใช้งาน (Availability Monitoring) ที่ตรวจสอบว่าระบบหรืออุปกรณ์ทำงานอยู่หรือไม่ การตรวจสอบประสิทธิภาพ (Performance Monitoring) ที่วัดความเร็วและความแม่นยำของระบบ และการตรวจสอบความผิดปกติ (Anomaly Detection) ที่หาพฤติกรรมที่ไม่ปกติของระบบทฤษฎี Heartbeat Mechanism เป็นหลักการสำคัญในการตรวจสอบสถานะ โดยอุปกรณ์จะส่งสัญญาณยืนยันการทำงาน (Heartbeat) ไปยังระบบกลางเป็นระยะ ๆ หากไม่ได้รับสัญญาณภายในเวลาที่กำหนด ระบบจะถือว่าอุปกรณ์นั้นหยุดทำงาน หลักการนี้ช่วยให้สามารถตรวจพบปัญหาได้รวดเร็วและแม่นยำ

### 3.5 หลักการของ Real-time Alert System

ระบบแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์มีหลักการทำงานตามทฤษฎี Event-Driven Architecture ที่ระบบจะตอบสนองต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทันที โดยมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ Event Detection ที่ตรวจจับเหตุการณ์ที่ผิดปกติ Event Processing ที่ประมวลผลและกำหนดระดับความรุนแรง และ Event Notification ที่ส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ที่เกี่ยวข้อง การกำหนดเกณฑ์การแจ้งเตือนเป็นหลักการในการกำหนดเงื่อนไขที่จะทำให้ระบบส่งการแจ้งเตือน โดยต้องสมดุลระหว่างความไวและความถูกต้อง หากเกณฑ์ไวเกินไปจะเกิด False Positive ที่ส่งการแจ้งเตือนโดยไม่จำเป็น แต่หากเกณฑ์หยาบเกินไป อาจพลาดปัญหาที่สำคัญ

## 4. การออกแบบระบบ




**รูปที่ 1** การออกแบบระบบตรวจสอบสถานะและแจ้งเตือนอุปกรณ์

ระบบที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็นส่วนประกอบหลัก ได้แก่ อุปกรณ์ IoT โปรโตคอล MQTT เซิร์ฟเวอร์ประมวลผล NestJS ระบบจัดเก็บข้อมูล PostgreSQL ระบบแจ้งเตือนเทเลแกรมและอีเมล และแดชบอร์ด NextJS ภาพรวมของระบบแสดงดังในรูป 1 โดยอุปกรณ์ IoT ส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล MQTT ไปยังเซิร์ฟเวอร์กลางเพื่อประมวลผล เซิร์ฟเวอร์จะวิเคราะห์ข้อมูลและจัดเก็บลงในฐานข้อมูลพร้อมทั้งตรวจสอบสถานะอุปกรณ์เพื่อส่งการแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรมและอีเมล ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านแดชบอร์ดที่แสดงผลแบบเรียลไทม์ สถาปัตยกรรมนี้ช่วยให้ระบบมีความยืดหยุ่นและสามารถขยายขนาดได้ตามความต้องการ

### 4.1 อุปกรณ์ IoT

อุปกรณ์ IoT ทุกตัวจะถูกตั้งค่าให้ส่งข้อมูลไปยังระบบที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาขึ้นมา ถ้าหากอุปกรณ์ตัวไหนกำลังทำงานอยู่จะส่งข้อมูลเลข ID ที่ถูกกำหนดไว้ให้กับตัวอุปกรณ์นั้นๆ ผ่านโปรโตคอล MQTT ด้วยการ publish ข้อมูลไปยังระบบเซิร์ฟเวอร์ปลายทางของระบบที่รอรับข้อมูล

### 4.2 MQTT Protocol สำหรับการสื่อสาร IoT

ในการออกแบบระบบการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ IoT กับเซิร์ฟเวอร์ ผู้วิจัยเลือกใช้ MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) Protocol เนื่องจากโปรโตคอลนี้มีข้อดีที่เหนือกว่าทางเลือกอื่น ๆ หลายประการ MQTT เป็นโปรโตคอลที่ออกแบบมาเฉพาะสำหรับอุปกรณ์ IoT ที่มีทรัพยากรจำกัด โดยใช้แบนด์วิดท์ต่ำและมีการใช้พลังงานที่ประหยัด เมื่อเปรียบเทียบกับ HTTP REST API ที่ต้องใช้ TCP เชื่อมต่อใหม่ทุกครั้งในการส่งข้อมูล MQTT รักษาการเชื่อมต่อแบบ persistent ทำให้มีประสิทธิภาพดีกว่า

### 4.3 เซิร์ฟเวอร์และระบบประมวลผล

เซิร์ฟเวอร์ที่ใช้พัฒนาด้วยเฟรมเวิร์ค NestJS จะ subscribe ข้อมูลที่ถูก publish มาจากอุปกรณ์ IoT และจัดเก็บสถานะลง PostgreSQL/TimescaleDB เพื่อจัดเก็บเป็น Time-series data ของข้อมูลเรียลไทม์ และมีระบบ Cronjob ทำงานทุก 1 นาทีเพื่อตรวจสอบว่าภายในช่วงเวลานาทีล่าสุดนี้มีอุปกรณ์ใดที่ไม่ได้ส่งสถานะเข้ามาหรืออุปกรณ์ใดมีการส่งสถานะเข้ามา แล้วทำการบันทึกข้อมูลทั้งหมดลงในฐานข้อมูลรายนาที เพื่อการตรวจสอบในลำดับต่อไป

สำหรับการพัฒนา Backend Server ผู้วิจัยเลือกใช้ NestJS แทนการใช้ Express.js หรือ Fastify เนื่องจาก NestJS มีโครงสร้างที่เป็นระเบียบมากกว่าด้วยการใช้ Decorator Pattern และ Dependency Injection ที่ทำให้โค้ดมีการจัดการที่ดีกว่า มีระบบ Module ที่ช่วยในการแบ่งแยกหน้าที่ของแต่ละส่วนอย่างชัดเจน รองรับ TypeScript อย่างเต็มรูปแบบ ทำให้การพัฒนามีความปลอดภัยด้าน Type Safety และมี Built-in support สำหรับ MQTT, Database ORM, และ Cron Jobs ที่จำเป็นสำหรับระบบนี้

**4.4 ระบบฐานข้อมูลและการจัดเก็บ**

การเลือกใช้ PostgreSQL ร่วมกับ TimescaleDB Extension เป็นการตัดสินใจที่มีเหตุผลสำหรับการจัดเก็บข้อมูล Time-series PostgreSQL เป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่มีความเสถียรสูงและมีฟีเจอร์ที่ครบครัน ในขณะที่ TimescaleDB เป็น Extension ที่ปรับปรุงประสิทธิภาพสำหรับข้อมูล Time-series โดยเฉพาะ เมื่อเปรียบเทียบกับ InfluxDB ที่เป็น Time-series database โดยเฉพาะ TimescaleDB มีข้อดีคือสามารถใช้ SQL query ได้เหมือนกับ PostgreSQL ทั่วไป ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้และบำรุงรักษา นอกจากนี้ยังมีระบบ Backup และ Recovery ที่เป็นมาตรฐาน และมีการรองรับ ACID properties

**4.5 ระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ**

ระบบยังมีการตรวจสอบข้อมูลในฐานข้อมูลรายนาทีด้วย หากพบว่าในนาทีที่ผ่านมามีอุปกรณ์ที่มีสถานะเป็นออฟไลน์ จะทำการส่งการแจ้งเตือนเป็นชื่อของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ออฟไลน์ไปยังเทเลแกรมและอีเมล ของผู้ดูแลระบบที่ได้ลงทะเบียนไว้ เพื่อให้ผู้ดูแลสามารถรับรู้ได้ทันทีเมื่อมีอุปกรณ์ไม่ทำงาน แต่ถ้าหากอุปกรณ์ทั้งหมดทำงานเป็นปกติ ระบบก็จะไม่ส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแล แต่จะสามารถรู้ได้จากแดชบอร์ดบนเว็บไซต์ว่าอุปกรณ์ทั้งหมดยังทำงานอยู่ เป็นการช่วยลดการทำงานของการแจ้งเตือน

ในส่วนของระบบการแจ้งเตือน ผู้วิจัยเลือกใช้ Telegram Bot API เป็นช่องทางหลักเนื่องจากมีข้อดีเหนือกว่าทางเลือกอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ สามารถใช้งานได้ฟรีโดยไม่มีข้อจำกัดในการส่งข้อความ ในขณะที่ LINE Messaging API มีข้อจำกัดในการส่งข้อความฟรีและต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมหากใช้งานเกินข้อกำหนด นอกจากนี้ เทเลแกรมยังมีการรองรับการส่งข้อความแบบเรียลไทม์ที่ดีกว่า และมีระบบ Bot API ที่ใช้งานง่าย มีเอกสารที่ครบครันและชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับ Discord Bot หรือ Slack Bot แล้ว เทเลแกรมมีผู้ใช้งานที่แพร่หลายมากกว่าในประเทศไทย และสามารถเข้าถึงได้ง่ายกว่า

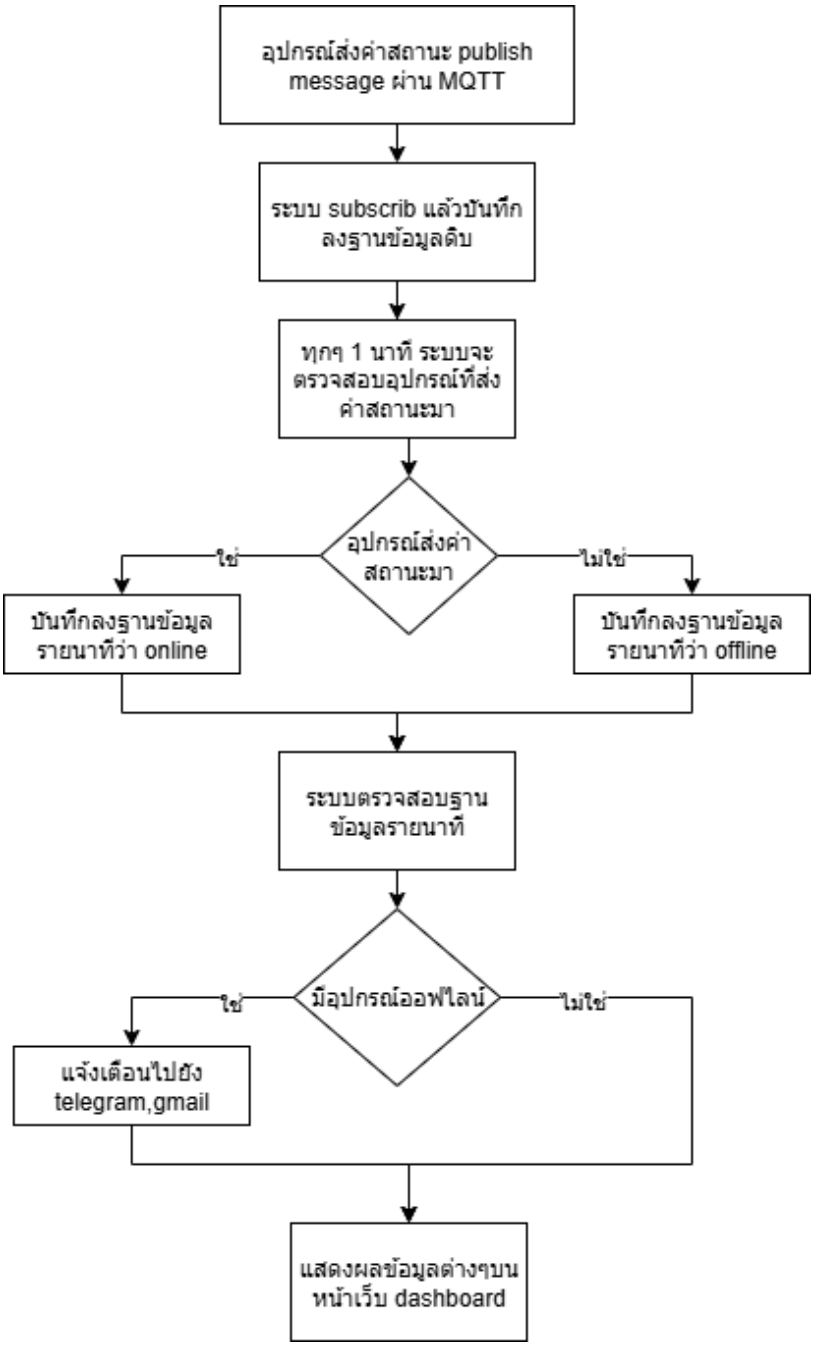
การเลือกใช้ Gmail API เป็นช่องทางการแจ้งเตือนสำรองมีความสำคัญในการรับประกันว่าผู้ดูแลระบบจะได้รับการแจ้งเตือนอย่างแน่นอน Gmail API มีความเสถียรสูงและเป็นบริการที่มีการรองรับอย่างต่อเนื่องจาก Google เมื่อเปรียบเทียบกับการส่งอีเมลผ่าน SMTP ทั่วไป Gmail API มีความปลอดภัยที่ดีกว่าด้วยระบบ OAuth 2.0 และมีระบบ Rate limiting ที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีการรองรับ Rich text formatting และ Attachment ที่ดีกว่าบริการอีเมลอื่น ๆ

**4.6 ระบบแดชบอร์ดและการแสดงผล**

ระบบแดชบอร์ดที่ใช้พัฒนาด้วยเฟรมเวิร์ค NextJS จะทำการรับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ของระบบ นำมาผ่านกระบวนการคำนวณต่าง ๆ แล้วแสดงผลข้อมูลบนหน้าเว็บแดชบอร์ด เช่น จำนวนอุปกรณ์ทั้งหมดที่มีในระบบ จำนวนอุปกรณ์ที่ออนไลน์ จำนวนอุปกรณ์ที่ออฟไลน์ แผนภาพแสดงจำนวนอุปกรณ์ที่ออนไลน์รายนาที แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนจำนวนอุปกรณ์ที่ออนไลน์ต่อจำนวนอุปกรณ์ที่ออฟไลน์ ตารางสถานะอุปกรณ์ทั้งหมดที่แสดงผลรายนาที เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ iot แบบเรียลไทม์ของผู้ดูแลหรือผู้ใช้งานทั่วไปที่มีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูล

สำหรับการพัฒนา Dashboard ผู้วิจัยเลือกใช้ NextJS แทนการใช้ React หรือ Vue.js เนื่องจาก NextJS มีฟีเจอร์ที่ครบครันกว่า โดยมี Server-Side Rendering (SSR) และ Static Site Generation (SSG) ที่ช่วยให้หน้าเว็บโหลดเร็วขึ้น และมีประสิทธิภาพ SEO ที่ดีกว่า นอกจากนี้ NextJS ยังมีระบบ API Routes ที่ช่วยให้สามารถสร้าง API endpoints ได้ภายในโปรเจกต์เดียวกัน ทำให้การพัฒนาและการ deploy ง่ายขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับ Angular แล้ว NextJS มีขนาดที่เล็กกว่าและเรียนรู้ง่ายกว่า และมี Community support ที่แข็งแกร่ง

จากขั้นตอนต่างๆดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปการทำงานออกมาได้ในรูปแบบของ Flowchart ช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมของระบบได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 2 ที่มีการแสดงการทำงานของระบบตรวจสอบสถานะและการแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์ IoT และเป็นแบบหลักในการพัฒนาขั้นตอนการทำงานต่างๆของระบบได้เป็นอย่างดี




**รูปที่ 2** Flow chart การทำงานของระบบ

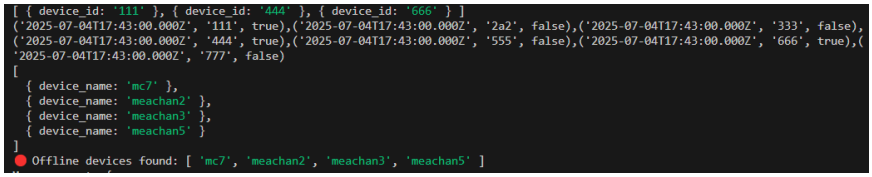
## 5. ผลการทดลอง

การทดลองนี้ได้ทำการทดสอบระบบตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ IoT ด้วยอุปกรณ์จำนวน 7 ตัว ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดชื่อสำหรับอุปกรณ์แต่ละตัวไว้ ดังนี้ mc1 mc7 meachan2 meachan3 meachan4 meachan5 และ meachan6 โดยทำการทดสอบในระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบในการตรวจสอบสถานะอุปกรณ์แบบเรียลไทม์

### 5.1 การทดสอบระบบ Server

จากผลการทดลองพบว่าระบบสามารถรับข้อมูลจากอุปกรณ์ IoT ผ่านโปรโตคอล MQTT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งแสดงข้อมูลการรับสัญญาณจากอุปกรณ์ต่างๆ และระบบ Cronjob ที่ทำงานทุกนาทีสามารถตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ได้อย่าง

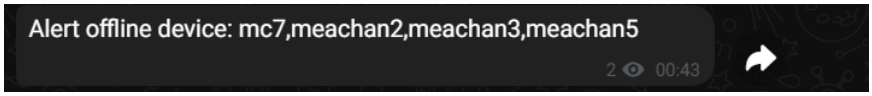
ถูกต้อง โดยพบข้อมูลว่า อุปกรณ์ที่ออนไลน์: device_id 111, 444, 666 (สถานะ true) อุปกรณ์ที่ออฟไลน์: device_id 2a2, 555, 777 (สถานะ false)




**รูปที่ 3** ข้อมูลจากระบบ Server

### 5.2 การทดสอบระบบการแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรมและอีเมล

ระบบสามารถส่งการแจ้งเตือนผ่านเทเลแกรมได้สำเร็จ ดังแสดงในรูปที่ 4 โดยแสดงข้อความ "Alert offline device: mc7,meachan2,meachan3,meachan5" และสามารถส่งการแจ้งเตือนผ่านอีเมลได้สำเร็จ ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยส่งไปยังอีเมลจริงที่มีการใช้งานอยู่ พร้อมไอคอนแจ้งเตือนสีแดงเพื่อเน้นความสำคัญ



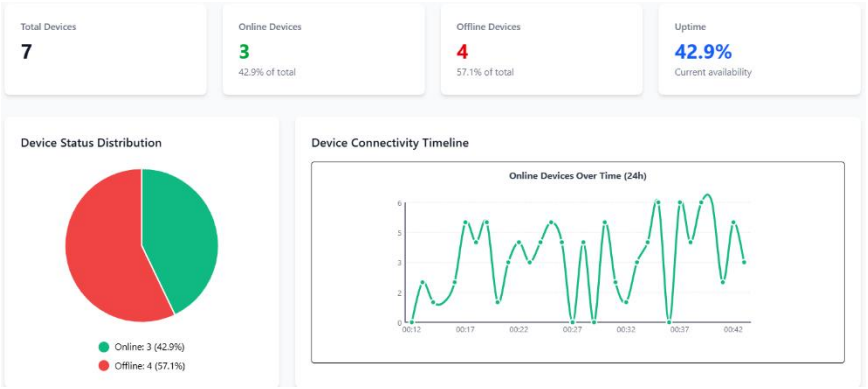

**รูปที่ 4** การแจ้งเตือนที่เทเลแกรม




**รูปที่ 5** การแจ้งเตือนที่อีเมล

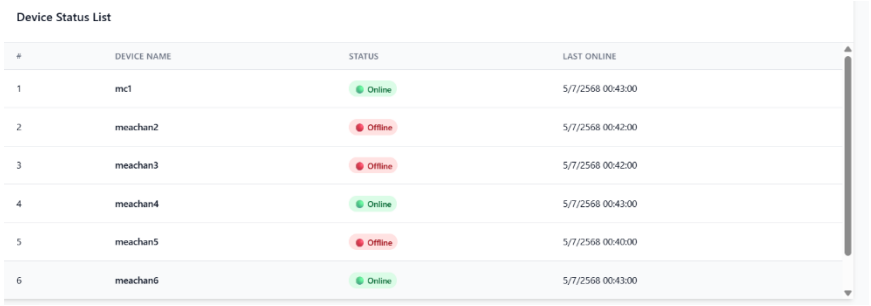
### 5.3 การทดสอบแดชบอร์ด

จากรูปที่ 6 แสดงการทำงานของแดชบอร์ดที่พัฒนาด้วย NextJS ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลได้ครบถ้วน โดยแสดงข้อมูลดังนี้จำนวนอุปกรณ์ทั้งหมด 7 เครื่อง ,อุปกรณ์ออนไลน์ 3 เครื่อง (42.9%) ,อุปกรณ์ออฟไลน์ 4 เครื่อง (57.1%) , ค่า Uptime 42.9% ,แผนภูมิวงกลม (Pie Chart) และกราฟเส้น (Line Chart)




**รูปที่ 6** ข้อมูลสถิติจากหน้า Dashboard

รูปที่ 7 ตารางสถานะของอุปกรณ์ (Device Status List) โดยระบบสามารถแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์แต่ละเครื่องได้อย่างชัดเจน โดยแบ่งเป็นสถานะ Online (สีเขียว) และ Offline (สีแดง) พร้อมทั้งแสดงเวลาที่อุปกรณ์ติดต่อครั้งสุดท้าย (Last Online) ซึ่งจะช่วยให้ผู้ดูแลระบบสามารถติดตามและตรวจสอบสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ได้แบบเรียลไทม์




**รูปที่ 7** ตารางสถานะของอุปกรณ์

## 6. สรุปผล

ระบบตรวจสอบสถานะและแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งแบบเรียลไทม์ ที่พัฒนาขึ้นมาเป็นต้นแบบสามารถตอบสนองความต้องการในการตรวจสอบและแจ้งเตือนสถานะอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบมีความเสถียรสูง เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการและลดความเสี่ยงจากการหยุดชะงักของระบบได้ และจากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยี MQTT NestJS NextJS และ PostgreSQL ร่วมกันสามารถสร้างระบบที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี ระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในสถานการณ์จริงได้ และมีศักยภาพในการพัฒนาต่อยอดให้มีความสามารถที่มากขึ้นในอนาคต

### 6.1 ข้อจำกัด

1. อุปกรณ์ต้องมีความถี่ในการส่งข้อมูลทุกๆ 1 นาที ซึ่งจะทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นหากใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟ

2. ระบบยังไม่ได้ทดสอบกับอุปกรณ์จำนวนมากในระดับหลายร้อยหรือหลายพันเครื่อง ซึ่งอาจมีผลต่อประสิทธิภาพการประมวลผลและพื้นที่การจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล

3.การแจ้งเตือนขึ้นอยู่กับความเสถียรของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั้งฝั่งอุปกรณ์และฝั่งผู้ดูแล หากเกิดปัญหาการเชื่อมต่ออาจทำให้การแจ้งเตือนล่าช้า

ดังนั้นหากมีการนำระบบไปใช้จริงในระดับอุตสาหกรรมหรือโครงการขนาดใหญ่ ควรมีการปรับปรุงเพื่อรองรับจำนวนอุปกรณ์ที่มากขึ้น รวมถึงเพิ่มกลไกสำรองและฟีเจอร์วิเคราะห์ขั้นสูงเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของระบบ

## เอกสารอ้างอิง

[1] นพพร ภู่นเรือง. 2561. “อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) การเปลี่ยนผ่านสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0.” วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, ปีที่ 9, ฉบับที่ 1: 1-10.

[2] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista and M. Zorzi. 2014. “Internet of Things for Smart Cities.” IEEE Internet of Things Journal, Vol. 1, No. 1: 22-32.

[3] จักราวุธ วงศ์ศรีแก้ว, วชิรวิทย์ ชูแสง, อนุชา กาญจนเกตุ และประเสริฐ แสงมณี. 2565. “การพัฒนาระบบตรวจสอบและแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์.” วารสาร JSID, ปีที่ 1, ฉบับที่ 2: 44-52.

[4] พนมศักดิ์ คลังแสง, ภาณุพงศ์ แสงคง, สันติชัย แก้วงาม และชัยณรงค์ ศรีทอง. 2562. “ระบบตรวจสอบสถานะและสั่งการแสงสว่างในอาคารโดยใช้ ESP32.” วารสารวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (TEEJ), ปีที่ 11, ฉบับที่ 2: 23-30.

[5] กาญจนา ภูมิเขียว, มานพ ศิริวงษ์ และวิชชุกร ศรีสุข. 2563. “การพัฒนาต้นแบบระบบตรวจจับและแจ้งเตือนฝุ่นละอองโดยใช้เทคโนโลยี IoT.” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี, ปีที่ 3, ฉบับที่ 5: 45-53.

[6] จุฑารัตน์ ทรงสุข และคณะ. 2565. “ระบบตรวจสอบสถานะอุณหภูมิและความชื้นห้องเซิร์ฟเวอร์ด้วย IoT.” รายงานวิจัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

[7] วรวัฒน์ สังข์ทอง, ธนวัฒน์ นรากร และธนกฤต กฤตยานุวัฒน์. 2566. “ระบบติดตามและรายงานตำแหน่งรถโดยสารภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.” การประชุมวิชาการ EECon46, ขอนแก่น, ประเทศไทย, หน้า 55-58.

[8] มงคล ปานมี, สันติสุข แก้วสว่าง และทศพล ทรงศิริ. 2562. “การพัฒนาต้นแบบระบบพร้อมชุดอุปกรณ์ติดตามรถขนส่งพัสดุแบบเรียลไทม์โดยใช้เทคโนโลยี IoT.” วารสาร PKRU SciTech, ปีที่ 2, ฉบับที่ 1: 20-28.

# ระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับการปลูกผักกาดคอสควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

# Smart Farm System for Growing cos Lettuce Controlled by Microcontroller

ภุมรินทร์ ทวิชศรี[1]* พีรวัฒน์ อาทิตย์ตั้ง[1] ศศิวิมล สุขเกษ[2] และ ปฐมพร สุขศรี[3]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
[2]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
[3]บริษัท ฟูจิตสึ (ประเทศไทย) จำกัด

Phummarin Thavitchasri[1]* Peerawat Artitthang[1] Sasiwimon Sukket[2] and Patomporn Sooksri[3]
[1]Faculty of Industrial Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under the Royal Patronage
[2]Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University
[3]Fujitsu (Thailand) Co., Ltd.

E-mail: phummarin@vru.ac.th1* peerawat@vru.ac.th[1] sasiwimol.s@pnru.ac.th[2] and aondiff@gmail.com[3]

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้ระบบฟาร์มอัจฉริยะหรับการปลูกผักกาดคอสในโรงเรือน โดยการนำเทคโนโลยีการควบคุมแบบอัตโนมัติด้วยสมาร์ทโฟน มาใช้ในการสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและแสง ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้สะดวกต่อการควบคุมสภาพแวดล้อมที่ถูกต้องและแม่นยำ โดยทดสอบความถูกต้องแม่นยำของเซ็นเซอร์ที่นำมาใช้งาน จากการทดลองพบว่าเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 0.5 องศาเซลเซียสและ 7.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดสอบการทำงานของระบบปั๊มพ่นหมอกในกรณีที่อุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสและการทำงานของพัดลมระบายอากาศในกรณีที่ความชื้นสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระบบการควบคุมอัตโนมัติ สามารถทำงานได้ถูกต้องตามกระบวนการที่กำหนดไว้

**คำสำคัญ**: ฟาร์มอัจฉริยะ, ผักกาดคอส, ไมโครคอนโทรลเลอร์

**Abstract**

This research develops a smart farm system for growing cos lettuce in greenhouses by bringing the technology to control automation with a smartphone used to create a temperature control system moisture and light with microcontroller to facilitate accurate and precise environmental control by testing the accuracy of the sensors used From the experiment, it was found that the temperature and humidity sensors had average errors of 0.5 ℃ and 7.3 percent, respectively. From testing the operation of the misting pump system in the case of the temperature above 35 ℃ and the operation of the exhaust fan. air in the case of humidity higher than 80 percent found that the automatic control system Able to work properly according to the specified process.

**Keywords**: Smart farm, Cos Lettuce, Microcontroller

## 1. บทนำ

ปัจจุบันสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ทำให้การควบคุม กระบวนการและขั้นตอนในการปลูกพืชเป็นไปได้ยากมากขึ้นโดยเฉพาะ ผลผลิตทางการเกษตร ที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและต้องใช้ระยะในการเพาะปลูก จากเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศทำให้ผลผลิตลดน้อยลง และสร้างปัญหาให้กับเกษตรกร [1]

การนำเทคโนโลยีการควบคุมการปลูกผักในโรงเรือนหรือสมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) กำลังเป็นที่นิยมและแพร่หลายไปสู่ภาคเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากช่วยให้เกษตรกรสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น แสงและความชื้น [2] อีกทั้งยังช่วยเกษตรกรในเรื่องของการเพิ่มผลผลิตสู่ภาคการตลาด โดยสามารถทำการเพาะปลูกพืชได้ทุกช่วงเวลาและทุกฤดูกาลด้วยการใช้ระบบควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและแสง ในบริเวณที่ทำการปลูก

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางในการนำความรู้มาสร้างโรงเรือน โดยโรงเรือนมีขนาด กว้าง 1.25 x ยาว 1.6 x สูง 1.6 เมตร มีระบบควบคุมแบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะสำหรับคุมการปลูกผักกาดคอสด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และทดสอบผลการทำงานของระบบ เพื่อหาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมให้กับผักกาดคอส ด้วยเทคโนโลยีระบบการควบคุมการเกษตรสมัยใหม่ โดยทดลองการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและแสงในการเพาะปลูกผักกาดคอส ภายในโรงเรือนของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โดยระบบเซ็นเซอร์ (sensor system) แบบอัตโนมัติที่สามารถควบคุมผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (Internet of Things, IoT) มาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและแสงตามความต้องการของพืช ซึ่งจะวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นจากสภาพแวดล้อมเพื่อควบคุมการทำงานของระบบปั๊มพ่นหมอก ระบบระบายอากาศและระบบการให้แสง ในการรักษาสภาวะที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับการปลูกผักกาดคอสควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อออกแบบการและทดสอบการทำงานของระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับการปลูกผักกาดคอสควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
3. เพื่อเปรียบเทียบผลการปลูกผักกาดคอสของระบบปกติและการปลูกด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

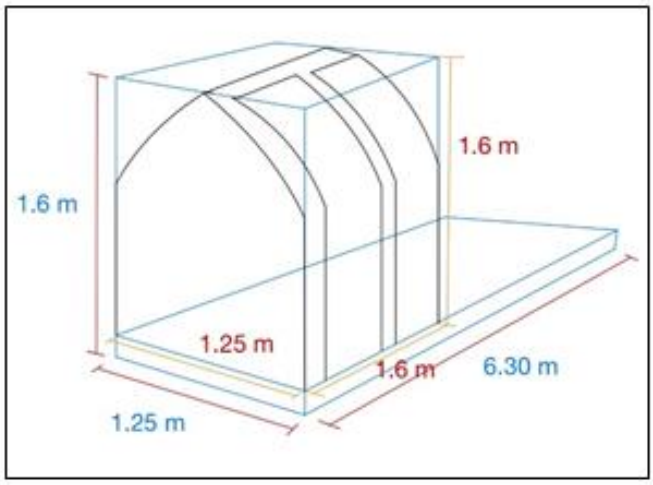
## 3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในหัวข้อนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบโครงสร้างโรงเรือนสำหรับการปลูกผักกาดคอส ระบบการควบคุมการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและแสงในการเพาะปลูก การออกแบบวงจรควบคุมและการออกแบบระบบตรวจสอบข้อมูล

### 3.1 การออกแบบโรงเรือนและระบบการทำงาน

3.1.1 การออกแบบโรงเรือนสำหรับปลูกผักกาดคอสแบบสมาร์ทฟาร์มและแบบปกติ

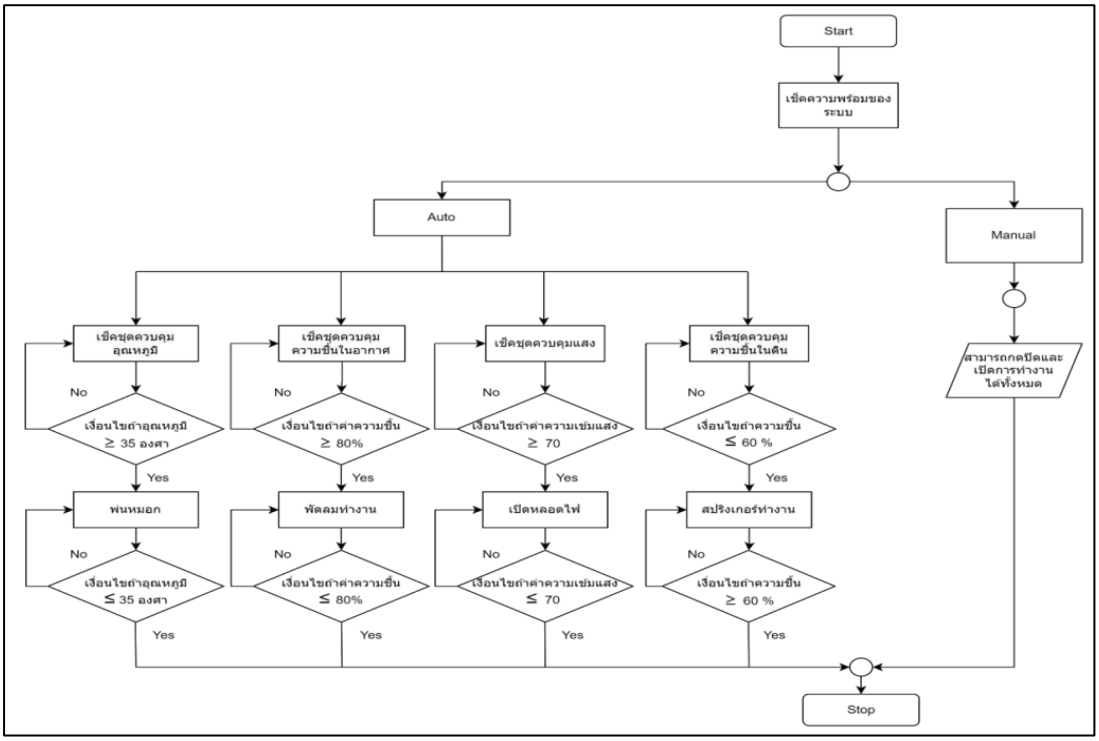
การออกแบบโครงของโรงเรือนสำหรับปลูกผักกาดคอส โดยกำหนดให้โรงเรือนมีขนาดกว้าง 1.25 เมตร ยาว 6.30 เมตร และสูง 1.60 เมตร ดังรูปที่ 1 โดยโครงหลักของโรงเรือนใช้วัสดุท่อ พีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว โดยโรงเรือนมีสภาพพื้นที่การติดตั้งเป็นพื้นที่ราบและมีแสงแดดที่สามารถลอดผ่านเพื่อให้มีการรับแสงในตอนกลางวันได้ ส่วนการปลูกผักกาดคอสแบบปกติที่ไม่ต้องควบคุมสภาพแวดล้อมในการปลูกในวิธีการปลูก โดยปลูกในตะกร้าเพาะปลูกขนาดกว้าง 30 เซนติเมตรและยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 4 ตะกร้า แสดงดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1** การออกแบบขนาดโรงเรือนขนาด 1.25 x 6.30 x 1.60 เมตร

3.1.2 การออกแบบกระบวนการทำงานของระบบควบคุมการปลูกผักกาดคอสแบบสมาร์ทฟาร์ม

การออกแบบกระบวนการทำงานการปลูกผักกาดคอสแบบปกติที่ไม่ใช้สมาร์ทฟาร์ม โดยออกแบบกระบวนการทำงานของการปลูกผักกาดคอสแบบสมาร์ทฟาร์มให้มีการควบคุมการปลูกแบบอัตโนมัติ ซึ่งกระบวนการทำงานระบบควบคุมการปลูกผักกาดคอสแบบสมาร์ทฟาร์ม แสดงดังรูปที่ 2

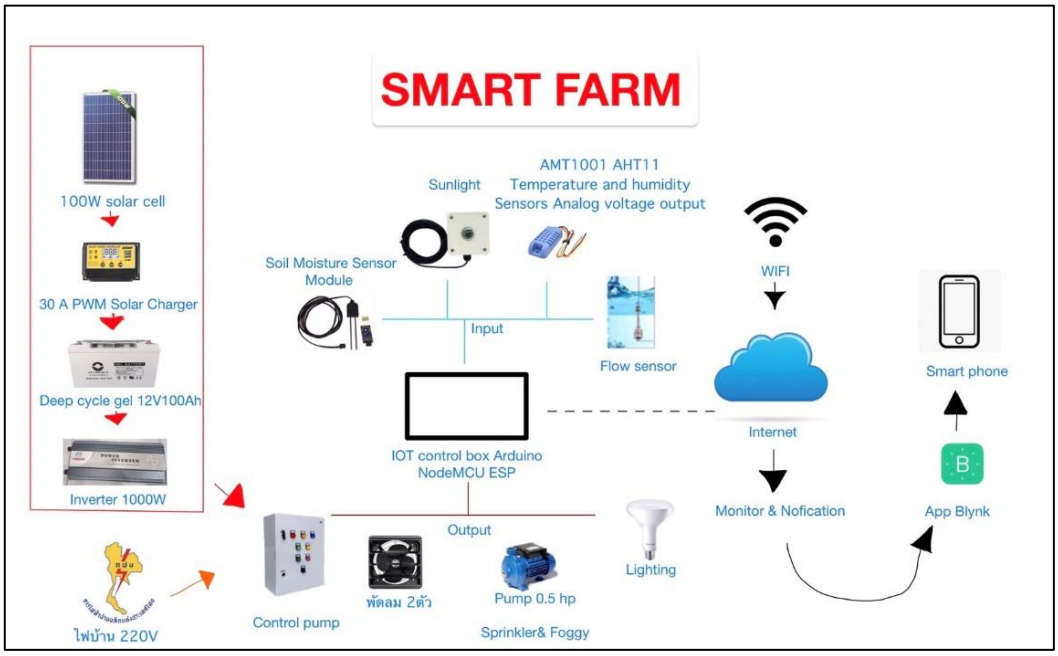



**รูปที่ 2** กระบวนการทำงานของระบบควบคุมการปลูกผักกาดคอส

**3.2 การออกแบบระบบการทำงานของโรงเรือนปลูกผักกาดคอสแบบสมาร์ทฟาร์ม**

ออกแบบวงจรควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ โดยควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและแสงในการปลูกผักกาดคอสด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และสมาร์ทโฟน (smart phone) โดยใช้โนดเอ็มซียูอีเอสพี 32 (Node MCU-ESP32 ; ที่ผลิตโดยบริษัท Espressif) [3] (NodeMCU ESP32, 2565) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการสั่งการทำงาน ซึ่งจะรับข้อมูลที่กำหนดไว้โดยการอินพุต (input) จากแอพพลิเคชั่น (application) บนสมาร์ทโฟนเพื่อกำหนดเวลาที่ต้องการสั่งให้มอเตอร์ปั๊มน้ำทำงานโดยมีเซ็นเซอร์ตรวจจับค่าอุณหภูมิ

ความชื้นในอากาศและความชื้นในดิน โดยมีการควบคุมการทำงานเมื่อความชื้นในดินมีค่าต่ำกว่าที่ตั้งไว้ มอเตอร์จะทำงานโดยให้มีการรดน้ำแบบอัตโนมัติและระบบจะหยุดทำงานเมื่อค่าอุณหภูมิถึงระดับที่ตั้งไว้ ในส่วนของความชื้นหากในอากาศมีค่าความชื้นต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้มอเตอร์จะสั่งให้สปริงเกอร์พ่นหมอก (misting pump) ทำงานแบบอัตโนมัติ โดยระบบควบคุมการทำงานของโรงเรือนจะใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับแบตเตอร์รี่ขนาด 12 โวลต์ 100 แอมป์-ชั่วโมง โดยการออกแบบระบบการทำงานของโรงเรือนปลูกผักกาดคอสแบบสมาร์ทฟาร์ม แสดงดังรูปที่ 3




**รูปที่ 3** ภาพรวมระบบควบคุมการสำหรับการปลูกผักกาดคอส

## 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลการปลุกผักกาดคอส เพื่อใช้ทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์ที่ใช้ โดยแบ่งข้อมูลการทดสอบดังนี้

4.1 การทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ โดยการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ค่าอุณหภูมิที่แสดงผลผ่านแอปพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือและรายงานค่าความผิดพลาด โดยการหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่อ่านได้จากแอปพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ จากการทดสอบทั้งหมด 32 ครั้ง

4.2 การทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศและในดิน โดยการเปรียบเทียบค่าความชื้นที่วัดได้จากเซ็นเซอร์กับค่าความชื้นที่แสดงผลผ่านแอปพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือและรายงานค่าความผิดพลาด โดยการหาค่าเฉลี่ยความชื้นที่อ่านได้จากแอปพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยความชื้นที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ จากการทดสอบทั้งหมด 32 ครั้ง

4.3 การทดสอบการทำงานของปั๊มพ่นหมอกตามการควบคุมอุณหภูมิ โดยเงื่อนไขการทำงานจะสั่งให้ปั๊มพ่นหมอกทำงานเมื่อมีอุณหภูมิสูงกว่า 35 °C โดยทำการทดลองในวันที่ 7,9,10,14,19,24 เดือนเมษายน 2568 และวันที่ 3-4 เดือนพฤษภาคม 2568 และมีการเก็บผลการทดลองทั้งหมด 32 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า เมื่ออุณหภูมิในโรงเรือนสูงกว่า 35 °C จะสั่งปั๊มพ่นหมอกทำงานเพื่อลดอุณหภูมิในโรงเรือน

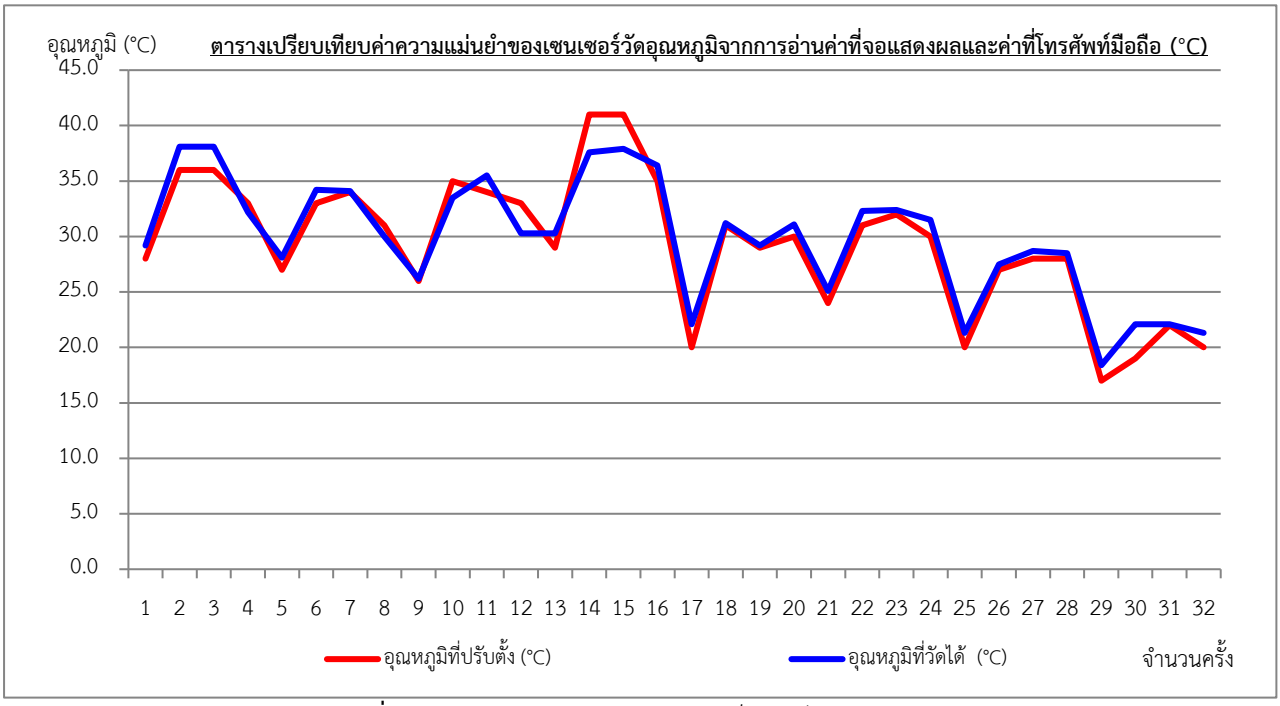
4.4 การทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดแสง โดยโดยเงื่อนไขการทำงานจะสั่งให้หลอดไฟให้แสง เมื่อแสงสว่างภายในโรงเรือนต่ำ โดยทำการทดลองในวันที่ 7,9,10,14,19,24 เดือนเมษายน 2568 และวันที่ 3-4 เดือนพฤษภาคม 2568

4.5 การเปรียบเทียบผลการปลูกผักกาดคอสของระบบปกติและการปลูกด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการใช้หลักการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพภายนอก เช่น เปรียบเทียบความสูง ที่ช่วงระยะเวลาการปลูกที่เท่ากัน ความสมบูรณ์ของต้น

## 5 ผลการทดลองและวิจารณ์

### 5.1 การทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

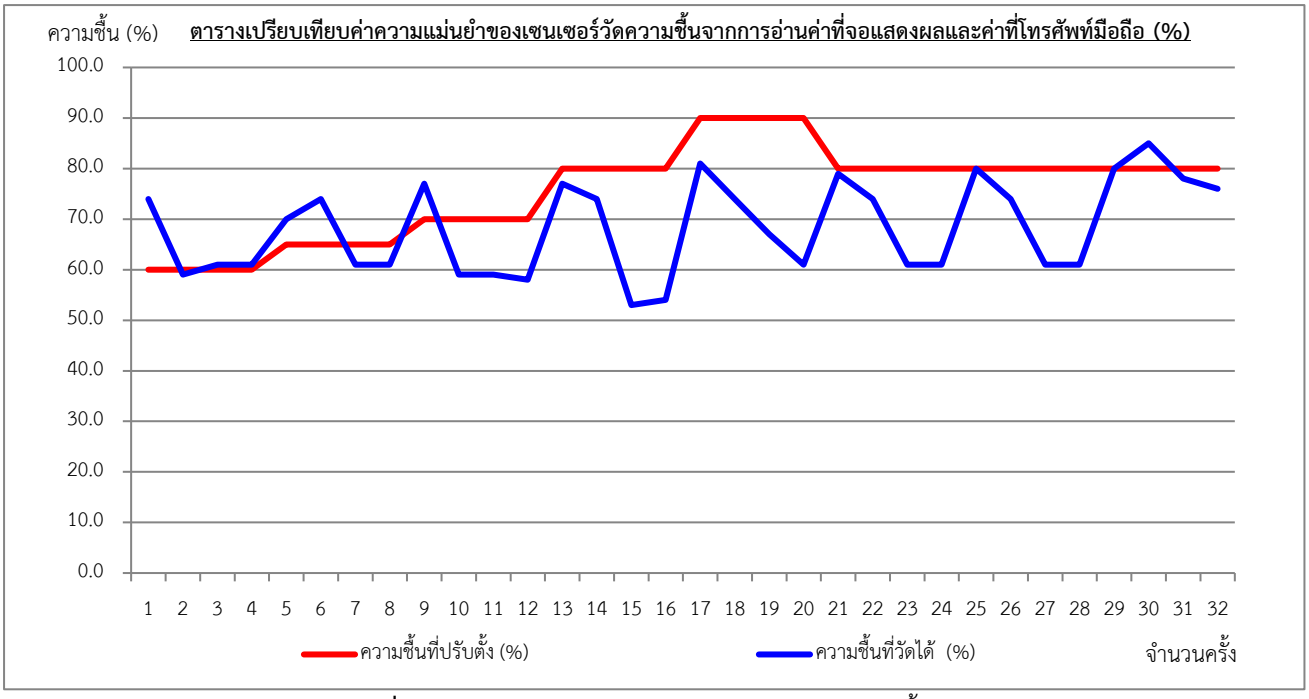
จากการทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิโดยให้เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแสดงค่าเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิที่แสดงผลผ่านแอปพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือ พบว่าอุณหภูมิที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่ปรับตั้ง โดยค่าอุณหภูมิที่แสดงผลผ่านแอปพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือมีค่าความผิดพลาด อยู่ในช่วงระหว่าง -3.4 ถึง 3.1 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.5 องศาเซลเซียส โดยผลทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 4




**รูปที่ 4** ผลการทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

### 5.2 การทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศและในดิน

จากการวัดค่าความชื้นของเซ็นเซอร์ที่นำมาใช้ในการควบคุมการทำงานของโรงเรือนปลูกผักกาดคอส โดยเปรียบเทียบกับค่าความชื้นที่แสดงผลผ่านแอปพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือ พบว่าแนวโน้มของค่าความชื้นที่วัดได้มีค่าสูงกว่าค่าความชื้นที่กำหนดไว้ (ความชื้นที่ปรับตั้ง) โดยค่าความชื้นที่แสดงผลผ่านแอปพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือมีค่าความผิดพลาด อยู่ในช่วงระหว่าง -29 ถึง 14 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 7.3 โดยผลการการทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดความชื้นในอากาศและในดินแสดงดังรูปที่ 5




**รูปที่ 5** ผลการทดสอบความแม่นยำของเซ็นเซอร์วัดความชื้น

### 5.3 การทดสอบการทำงานของปั๊มพ่นหมอกตามการควบคุมอุณหภูมิ

ผลการทดสอบการทำงานของปั๊มพ่นหมอกตามค่าการควบคุมอุณหภูมิที่ตั้งไว้ในตารางที่ 1 พบว่าในวันที่ 10 14 19 และ 24 เมษายน 2568 เวลาประมาณ 12:00 15:00 และ 20:00 อุณหภูมิในโรงเรือนปลูกผักกาดคอสมีค่าสูงเกินกว่า 35 องศาเซลเซียส ดังนั้น ปั๊มน้ำจึงสั่งให้มีการพ่นไอน้ำออกจากเครื่องพ่นหมอก เพื่อควบคุมอุณหภูมิของโรงเรือนปลูกผักกาดคอสไม่ให้สูงเกินกว่าค่าอุณหภูมิที่กำหนดโดยผลการทดสอบดังตารางที่ 1 โดยพบว่าในวันที่มีการทดสอบการทำงานไม่มีความผิดพลาดจากการทำงานของระบบ

**ตารางที่ 1** การควบคุมอุณหภูมิเพื่อสั่งปั๊มพ่นหมอก

| วันที่ / เวลา | อุณหภูมิ (℃) | 07/04/68 | 09/04/68 | 10/04/68 | 14/04/68 | 19/04/68 | 24/04/68 | 03/05/68 | 04/05/68 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 08.00 น. | 35℃ | 28 | 27 | 26 | 28 | 20 | 24 | 18 | 18 |
| | | off | off | off | off | off | off | off | off |
| 12.00 น. | 35℃ | 34 | 34 | 34 | 36 | 37 | 37 | 21 | 19 |
| | | off | off | off | on | on | on | off | off |
| 15.00 น. | 35℃ | 35 | 33 | 38 | 41 | 29 | 32 | 22 | 24 |
| | | off | off | on | on | off | off | off | off |
| 17.00 น. | 35℃ | 31 | 30 | 31 | 32 | 25 | 30 | 20 | 23 |
| | | off | off | off | off | off | off | off | off |
| 20.00 น. | 35℃ | 30 | 28 | 27 | 35 | 37 | 36 | 17 | 19 |
| | | off | off | off | on | on | on | off | off |

### 5.4 การทดสอบการทำงานของพัดลมระบายอากาศ

การทดสอบการทำงานของพัดลมระบายอากาศเพื่อควบคุมความชื้นในโรงเรือน เป็นการทดสอบการระบบการทำงานเพื่อควบคุมการทำงานของพัดลมระบายอากาศ โดยผลการทดสอบดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** การทำงานของพัดลมระบายอากาศ

| วันที่ / เวลา | ค่าความชื้น (%) | 07/04/68 | 09/04/68 | 10/04/68 | 14/04/68 | 19/04/68 | 24/04/68 | 03/05/68 | 04/05/68 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 08.00 น. | 80% | 74 | 70 | 77 | 77 | 81 | 79 | 80 | 80 |
| | | Off | Off | Off | Off | On | Off | On | On |
| 12.00 น. | 80% | 59 | 74 | 59 | 74 | 74 | 76 | 82 | 85 |
| | | Off | Off | Off | Off | Off | Off | On | On |
| 15.00 น. | 80% | 61 | 61 | 59 | 53 | 67 | 61 | 63 | 62 |
| | | Off | Off | Off | Off | Off | Off | Off | Off |
| 17.00 น. | 80% | 61 | 67 | 63 | 54 | 61 | 69 | 78 | 86 |
| | | Off | Off | Off | Off | Off | Off | Off | On |
| 20.00 น. | 80% | 74 | 75 | 73 | 75 | 81 | 68 | 84 | 85 |
| | | Off | Off | Off | Off | On | Off | On | On |

จากตารางที่ 2 เป็นตารางสรุปการทำงานของพัดลมระบายอากาศเพื่อลดความชื้นในโรงเรือน โดยมีเงื่อนไขการทำงานของพัดลมระบายอากาศจะทำงานเมื่อความชื้นในโรงเรือนสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ โดยทำการทดลองในวันที่ 7,9,10,14,19,24 เดือนเมษายน 2568 และวันที่ 3-4 เดือนพฤษภาคม 2568 ผลการทดลองพบว่าเมื่อความชื้นในโรงเรือนสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ระบบจะสั่งพัดลมระบายอากาศทำงานเพื่อลดความชื้นไม่ให้สูงเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ในตาราง โดยจากการทดสอบพบว่าระบบการสั่งการทำงานของพัดลมระบายอากาศมีการทำงานที่ถูกต้องตามระบบที่ตั้งไว้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าในวันที่มีการทดสอบการทำงานไม่มีความผิดพลาดจากการทำงานของระบบ

### 5.5 การเปรียบเทียบผลของผักกาดคอสระหว่างการปลูกแบบปกติและการปลูกด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยการการเปรียบเทียบผลของผักกาดคอสระหว่างการปลูกแบบปกติและการปลูกด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผลการทดสอบดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** การเปรียบเทียบผลของผักกาดคอสระหว่างการปลูกแบบปกติและการปลูกด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากการปลูก 45 วัน

| ลักษณะกาเปรียบเทียบ / ต้นที่ | ขนาดความสูง (cm) | ความกว้าง (cm) | น้ำหนัก (g) |
|---|---|---|---|
| ขนาดมาตรฐาน | 15-30 | 9-15 | 180-200 |
| ปลูกแบบปกติ | 26 | 12 | 150 |
| การปลูกด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ | 22 | 8.5 | 130 |

จากตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลของผักกาดคอสระหว่างการปลูกแบบปกติและการปลูกด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากการปลูก 45 วัน โดยจากผลจากการวัดค่าจากลักษณะทางกายภาพภายนอกของผักกาดคอสจะพิจารณาจากความสูง น้ำหนัก และความกว้าง พบว่าข้อมูลจากการเปรียบเทียบระหว่างปลูกแบบปกติจะมีลักษณะทางกายภาพที่สมบูรณ์กว่า

การปลูกด้วยระบบฟาร์มอัจฉริยะที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดมาตรฐานของผักกาดคอส โดยมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เป็นธรรมชาติ เช่น ลักษณะแสง ความเข้มแสง ที่อาจมีผลทำให้ลักษณะทางกายภาพเล็กกว่า

**6. สรุปผลการทดลองและวิจารณ์**

จากงานวิจัยระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นการปลูกผักกาดคอสควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นการนำเทคโนโลยีการควบคุมแบบอัตโนมัติเข้าช่วยในระบบการปลูกผักกาดคอสเพื่อทดสอบระบบควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการปลูกผักกาดคอส และเพื่อความถูกต้องแม่นยำในการควบคุมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีการทดสอบความถูกต้องในการทำงานและการทดสอบระบบควบคุม โดยการทดสอบการทำงานของปั๊มพ่นหมอกในกรณีที่อุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสและการทดสอบการทำงานของพัดลมระบายอากาศในกรณีที่ความชื้นสูงกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ มีความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้องตามกระบวนการที่กำหนดไว้และมีความเหมาะสมสำหรับการปลุกผักกาดคอส

**เอกสารอ้างอิง**

[1] ปวันนพัสตร์ ศรีทรงเมือง, ชาญณรงค์ ศรีทรงเมือง, สุมนา บุษบก, ชุติกานต์ หอมทรัพย์และศุภกาญจน์ คงสมแสวง. การพัฒนารูปแบบระบบควบคุมฟาร์มอัจฉริยะในโรงเรือนปลูกพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง. คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาระบบสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชมงคลสุวรรณภูมิ หันตรา, 2563.

[2] สรรค์ จี้เพ็ชร. การนำเทคโนโลยีอุตสาหกรรมยุค 4.0 มาประยุกต์ใช้ กับฟาร์มเกษตรขนาดเล็ก. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2564.

[3] ธิติศักดิ์ โพธิ์ทอง, ประสิทธิ์ เมฆอรุณและสิทธิชัยชูสำโรง. การพัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอร์ฟแวร์รหัสเปิดและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. วารสารเกษตรนเรศวร, 2563. 10-17.

# การศึกษาเทคนิคในการจัดทำแผนดำเนินงานและแผนการควบคุมโครงการ: กรณีศึกษาโครงการระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำในโรงงานแปรรูปเนื้อไก่

# Technical study for setting up the project execution and control plan: A case study of Solar floating energy project at chicken processing plant.

ณัชชา ชาตรีนันท์
บัณฑิตวิทยาลัย หลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Natcha Chatrinan
Master of Science in Energy Technology and Management, Chulalongkorn University

E-mail: 6680027620@student.chula.ac.th

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลจากกรณีศึกษา โครงการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำ (โซลาร์ลอยน้ำ) ขนาด 4MW ในโรงงานแปรรูปเนื้อไก่ นครราชสีมา ซึ่งประสบปัญหา ความล่าช้าเนื่องจากปัญหาด้านสภาพอากาศและแรงงานที่ไม่ได้วางแผนรับมือไว้ รวมถึงปัญหาอื่นๆ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ การประยุกต์ใช้เทคนิคการบริหารโครงการ เพื่อศึกษาการวางแผนโครงการและการควบคุมโครงการอย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้วิเคราะห์วิธีการวางแผนเดิมและสร้างรูปแบบการทำงานใหม่จากการใช้เทคนิคต่างๆ เช่น WBS, PERT, CPM, S-Curve, DMAIC และ ECRS ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสามารถลดระยะเวลาโครงการได้ถึง 20 สัปดาห์ คิดเป็น 24% ทั้งยังทำให้ประสิทธิภาพในการดำเนินโครงการดีขึ้น สังเกตได้จากค่าดัชนี CPI และ SPI ที่สูงขึ้นหลังทำการปรับปรุงโครงการ

**คำสำคัญ:** ระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำ (โซลาร์ลอยน้ำ) เทคนิคการบริการโครงการ การวางแผนโครงการ การควบคุมโครงการ

## Abstract

A case study concerning the installation project of a 4MW floating solar energy system. This project took place at a chicken processing plant in Nakhon Ratchasima, Thailand. Initially, the project experienced delays. These delays were attributed to issues such as weather conditions and labor problems that had not been planned for, among other challenges. The objective of the research was to apply project management techniques to study effective project planning and control. This involved analyzing the original planning method and creating a new work model. The new model utilized various techniques, including WBS, PERT, CPM, S-Curve, DMAIC, and ECRS. The results of the study demonstrated significant improvements. The project duration was able to be reduced by up to 20 weeks, which constitutes a 24% reduction. Furthermore, the efficiency of project implementation improved, as indicated by higher CPI and SPI values after the project adjustments were implemented.

**Keywords:** Floating solar power systems , Project management techniques , Planning techniques , Controlling techniques

## 1. บทนำ

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่องทำให้การพัฒนาพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ มีความสำคัญ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำเป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีข้อดีคือช่วยลดอุณหภูมิแผงและเพิ่มประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการ บริหารโครงการพลังงานหมุนเวียนอย่างมีประสิทธิภาพ. โดยได้ศึกษา กรณีศึกษาของโครงการระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำขนาด 4MW ในโรงงานแปรรูปเนื้อไก่ จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นโครงการที่ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว จากการศึกษาพบว่าโครงการดังกล่าวประสบปัญหาความล่าช้า. ปัญหาหลักที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความล่าช้าคือ ปัญหาด้านสภาพอากาศและแรงงาน ซึ่งไม่ได้มีการวางแผนรองรับไว้. นอกจากนี้ ยังพบปัญหาอื่นๆ ทั้งเชิงนามธรรม (เช่น การขอใบอนุญาตล่าช้า, ต้นทุนสูงกว่าคาด) และเชิงรูปธรรม (เช่น ปัญหาภาคสนาม, คุณภาพอุปกรณ์ไม่ได้มาตรฐาน, Supply chain ล่าช้า)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือ การประยุกต์ใช้เทคนิคการบริหารโครงการ เพื่อวางแผนและควบคุมโครงการอย่างมีประสิทธิภาพ. โดยได้วิเคราะห์วิธีการวางแผนเดิมและสร้างรูปแบบการทำงานใหม่โดยใช้เทคนิคต่างๆ เช่น WBS, PERT, CPM, S-Curve, DMAIC และ ECRS

ผลการศึกษาพบว่า การนำเทคนิคเหล่านี้มาปรับปรุงแผนงานสามารถลดระยะเวลาดำเนินโครงการลงได้อย่างมีนัยสำคัญ จากโครงการจริง 82 สัปดาห์ เหลือ 62 สัปดาห์ การจัดทำแผนใหม่นี้ช่วยในการ ควบคุมความผิดพลาดและสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานโครงการที่มีประสิทธิภาพ ต่อไป

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากบทความวิจัยทั้งหมดที่ได้ศึกษา พบว่า แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2561 – 2580 ได้ให้ความสำคัญกับการจัดทำโครงการผลิตไฟฟ้าที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ อย่างการทำโครงการโรงไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนตามนบายส่งเสริมผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน ประกอบด้วย ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์ทุ่นลอยน้ำร่วมกับโรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ ทั้งนี้ยังเป็นการสนับสนุนนโยบายอนุรักษ์พลังงานที่สามารถพิสูจน์ได้อีกด้วยว่า คุณภาพและการแข่งขันด้วยราคาไม่เกินกว่า Grid Parity โดยในส่วนนี้ทำให้ทราบถึงความสำคัญของการจัดทำโครงการพลังงานหมุนเวียนว่ามีประโยชน์ทั้งด้านเศรษฐกิจและไม่กระทบสิ่งแวดล้อม (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2563)

จากหนังสือคัมภีร์การบริหารโครงการ พบว่า การทำโครงการแต่ละโครงการมีความแตกต่างกันไป แต่การวิเคราะห์หลังจากโครงการเสร็จสิ้นแล้วถือเป็นอีกหนึ่งประโยชน์ที่ควรทำ ในหนังสือจะเรียกการประเมินนี้ว่า การวิเคราะห์ย้อนกลับ หรือการประเมินหลังการปฏิบัติภารกิจ จะมี 4 กระบวนการดังนี้ 1.ประเมินผลสำเร็จในเชิงธุรกิจ คือ โครงการก่อให้เกิดผลลัพธ์ตามที่คาดหวังหรือไม่ 2.ประเมินแผนโครงการ ว่าแผนโครงการสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับเป้าหมายของโครงการและเงื่อนไขทางธุรกิจหรือไม่ 3.ประเมินวิธีการบริหารจัดการโครงการ ว่าระบบและขั้นตอนการบริหารจัดการโครงการขององค์กรทำงานได้อย่างมีประสิทธิผลหรือไม่ สุดท้ายข้อที่ 4.ประเมินผลงานรัดับบุคคล เพื่อดูว่า ผลงานของสมาชิกในทีมแต่ละคนเป็นอย่างไร ในการทำการประเมินดังที่กล่าวมาข้างต้นจะทำให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องและทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการจริงๆ (แกรี่, ลอเรน., 2561)

จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการวางแผนการบริหารโครงการตั้งโรงงานเตาหลอมอาร์กเพื่อผลิตเหล็กเส้นในประเทศไทยโดยใช้วิธีวิถีวิกฤติ การวิจัยนี้เป็นการวางแผนการดำเนินงานที่ต้องทำหลังจากตัดสินใจลงทุน (เมื่อได้วิเคราะห์ผลการศึกษาความเป็นไปได้) จนกระทั่งถึงการทดลองผลิต ประกอบด้วยการระบุรายละเอียดของงาน และการจัดทำกำหนดเวลางานของโครงการ ผลการวิจัยที่ได้ทำให้ทราบรายละเอียดของงานที่จะต้องดำเนินการ บุคลากรที่ต้องรับผิดชอบงาน เวลาที่ต้องใช้สำหรับแต่ละงานรวมทั้งทำให้ทราบความสัมพันธ์และลำดับขั้นตอนของงานที่จะทำให้สามารถดำเนินโครงการเสร็จเร็วที่สุดเพื่อเตรียมพร้อมในการดำเนินการ การกำกับ

ดูแล และการควบคุมโครงการให้บรรลุตามเป้าหมายทั้งด้านคุณภาพของผลงาน และเวลาตามที่กำหนดไว้ โดยจะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษสำหรับงานวิกฤติ (เพียงใจ พานิชกุล, 2534)

## 3. วิธีการวิจัย

3.1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน โดยจะรวบรวมข้อมูลของกรณีศึกษาจากบริษัทเอกชน ดังนี้

3.1.1 เก็บข้อมูล Project Charter ของโครงการเดิม ดังนี้

3.1.1.1 จัดทำ Work breakdown structure โดยใช้ข้อมูลเดิมของโครงการกรณีศึกษา

3.1.1.2 สร้าง Checklist ในแต่ละกิจกรรม และกำหนดเงื่อนไขของกิจกรรม

3.1.1.3 จากนั้นทำ Arrow Diagram เพื่อดูลำดับขั้นตอนในการทำงานของแต่ละกิจกรรม

3.1.1.4 สร้าง PERT (Program evaluation and review technique) และ CPM (Critical path method) สองเทคนิคนี้ทำเพื่อใช้ในการวิเคราะห์งานของโครงการ โดยจะได้เห็นจุดเริ่มต้นจนถึงจุดปิดโครงการ และยังได้พิจารณางานส่วนย่อยต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อสุดท้ายนำไปสู่การประเมินและทบทวนโครงการ โดยมี 6 ขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.1.1.4.1 กำหนดโครงการ

3.1.1.4.2 พัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างโครงการ

3.1.1.4.3 แสดงภาพโครงข่ายที่เชื่อมโยงกันในทุกกิจกรรม

3.1.1.4.4 คำนวณเวลาและค่าใช้จ่ายสำหรับกิจกรรม

3.1.1.4.5 คำนวณเส้นทางที่ต้องใช้ระยะเวลานานที่สุดตลอดทั้งโครงข่าย หรือที่เรียกว่าการหา Critical Path

3.1.1.4.6 ใช้โครงข่ายช่วยในการวางแผน กำหนดแผนงานล่วงหน้า และควบคุมโครงการ

3.1.1.5 สร้าง Gantt Chart เพื่อใช้แสดงลำดับของกิจกรรม เป็นการจัดลำดับเพื่อดูความเหมาะสมและประสิทธิภาพของโครงการ จะได้ข้อมูลของเวลาที่เริ่มต้นเร็วที่สุด ES : Earliest start time of the start node และ เวลาแล้วเสร็จที่ช้าที่สุด LF : Latest start time of the end node

3.1.1.6 เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวมาแล้วจะสร้างแผนภูมิ S-Curve ของโครงการเดิมนี้ขึ้นมา เพื่อไว้พิจารณาและเปรียบเทียบต่อไป

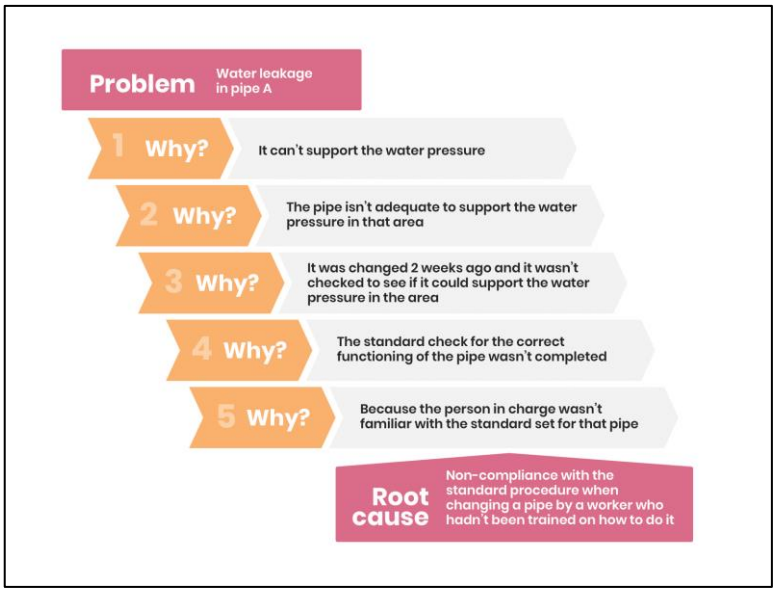
3.1.2 วิเคราะห์ปัญหาและแนวทางแก้ไขในการติดตั้ง Solar floating โดยใช้หลักการ DMAIC Six Sigma เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยจะแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1.2.1 การระบุปัญหา (Define) เพื่อหาว่าเกิดปัญหาอะไร และทำไมจำเป็นต้องแก้ไขปัญหาดังกล่าว

3.1.2.2 การวัด (Measure) โดยจะกำหนดตัวชี้วัดขึ้นเพื่อวัดปัญหา นำไปใช้ในการหาสาเหตุ และตรวจสอบประสิทธิภาพของการเปลี่ยนแปลงระหว่างโปรเจ็ค

3.1.2.3 การวิเคราะห์ปัญหา (Analyze) คือการนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้า มาทำ Root Cause Analysis (RCA) เป็นการหาปัญหาที่แท้จริง โดยเครื่องมือที่จะนำมาใช้มีดังนี้

A. 5-Why Analysis เครื่องมือในการวิเคราะห์หาปัญหาที่แท้จริงโดยการตั้งคำถาม “Why” ต่อไป เพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหา ดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1** วิธีการทำ 5-Why Analysis
ที่มา (https://www.mlean.com/blog/what-are-the-5-whys/)

B. Fish bone Diagram เครื่องมือเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุของปัญหา หรือที่เรียกว่า “Cause-and-effect diagram” โดยประกอบไปด้วยการระบุปัญหาสาเหตุหลักและสาเหตุย่อย เพื่อให้ได้ต้นตอของปัญหา

C. Process Flow เป็นการวาดกระบวนการทำงานในปัจจุบัน (AS-IS) เพื่อช่วยให้ผู้วิเคราะห์เห็นภาพกระบวนการทำงานได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่การปรับปรุงงานที่มีประสิทธิภาพ

3.1.2.4 การปรับปรุง (Improve) การปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่ได้มาจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนก่อนหน้า เพื่อเลือกวิธีแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุดและนำมาใช้จริง

3.1.2.5 การควบคุม (Control) เป็นการสร้างแผนในการตรวจสอบและควบคุม เพื่อประเมินผลกระทบของกระบวนการใหม่ พร้อมกับติดตามผลที่ได้หลังปรับปรุง ว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้จริงหรือไม่

3.1.3 การปรับปรุง Work breakdown structure โดยใช้หลักการ ECRS

3.1.3.1 โครงสร้าง Work breakdown structure ของโครงการ Solar floating 4MW แบ่งออกเป็น 7 หมวดหลัก ดังนี้

A. การสำรวจและออกแบบ
B. การขอใบอนุญาต
C. งานโยธา
D. การติดตั้งแผงโซลาร์
E. งานระบบไฟฟ้า
F. สิ่งอำนวยความสะดวก
G. การทดสอบและเดินระบบ

3.1.4 การวิเคราะห์เจาะลึกปัญหาของโครงการโดยใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน เปรียบเทียบประสิทธิภาพ และหาเทคนิคในการทำงาน

3.1.5 การวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางแก้ไข โดยใช้หลักการ PDCA (Plan-Do-Check-Act) เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องผ่าน 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.1.5.1 การวางแผน (Plan) โดยส่วนนี้ผู้วิจัยจะเริ่มจากการตั้งคำถามเพื่อนำไปปรับปรุงงาน ดังนี้

3.1.5.1.1 ปัญหาสำคัญที่จะต้องได้รับการแก้ไขมีอะไรบ้าง

3.1.5.1.2 ทรัพยากรที่ต้องการคืออะไร

3.1.5.1.3 ทรัพยากรที่มีอยู่คืออะไร

3.1.5.1.4 อะไรคือทางออกที่ดีที่สุดในการแก้ไขปัญหา

3.1.5.1.5 แผนงานนี้จะสามารถสำเร็จด้วยเงื่อนไขอะไรบ้าง

3.1.5.1.6 อะไรเป็นอุปสรรคในกระบวนการทำงานบ้าง

3.1.5.2 การปฏิบัติตามแผน (Do) เมื่อได้วางแผนแล้วจึงนำมาลงมือทำจริง

3.1.5.3 การตรวจสอบ (Check) หลังการดำเนินงาน จะต้องมีการตรวจสอบว่าแผนงานดังกล่าวมีผลลัพธ์เป็นไปตามตัวชี้วัดที่ต้องการหรือไม่ หากเป็นไปตามตัวชี้วัดนั้นก็สามารถดำเนินการไปสู่ขั้นตอนสุดท้ายได้ แต่หากยังไม่เป็นไปตามชี้วัด ควรนำข้อมูลนั้นกลับมาวิเคราะห์และหาสาเหตุของปัญหาอีกครั้ง แล้วดำเนินการใหม่จนกว่าจะเป็นไปตามตัวชี้วัดที่กำหนด

3.1.5.4 การปรับปรุงการดำเนินการ (Act) เมื่อการดำเนินการตามแผนเป็นไปตามตัวชี้วัดแล้ว จึงนำมาปรับใช้ ต่อยอดหาแผนใหม่เพื่อการปรับปรุงและพัฒนางานต่อไป

3.1.6 การทำดัชนี CPI (Cost performance index) และ SPI (Schedule performance index) มาคำนวณเพื่อวัดประสิทธิภาพของโครงการหลังใช้เทคนิคปรับปรุง

## 4. ผลการศึกษา

จากการศึกษา กรณีศึกษาโครงการระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำขนาด 4MW ที่โรงงานแปรรูปเนื้อไก่ พบว่าโครงการดังกล่าวเกิดปัญหาความล่าช้าระหว่างดำเนินการทำโครงการ โดยมีทั้งปัญหาที่ควบคุมได้ และปัญหาที่ควบคุมไม่ได้ หลังจากใช้เทคนิคในการวางแผนและควบคุมโครงการ จึงได้ผลออกมา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: สรุปผลหลังใช้เทคนิคปรับปรุงโครงการ

| รายการ | ก่อนปรับปรุง | หลังปรับปรุง |
|---|---|---|
| ระยะเวลาของโครงการ (สัปดาห์) | 82 สัปดาห์ | 62 สัปดาห์ |
| งบประมาณการทำโครงการ (บาท) | 46 ล้านบาท | 44 ล้านบาท |
| จำนวนขั้นตอนในการทำโครงการ | 45 ขั้นตอน | 28 ขั้นตอน |
| ค่า CPI (Cost Performance Index) | 0.95 | 1.15 |
| ค่า SPI (Schedule Performance Index) | 0.90 | 1.10 |

### 4.1 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้หลักการ DMAIC

4.1.1 ปัญหาเชิงนามธรรม (Abstract Issues)

4.1.1.1 ด้านกฎหมายและนโยบาย

- ใบอนุญาตล่าช้า กระบวนการขออนุญาตจากหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้องใช้เวลานาน เช่น การขออนุญาต อ.1, การขออนุญาตเพื่อเชื่อมต่อขนานไฟฟ้า

- ข้อกำหนดทางสิ่งแวดล้อม ต้องผ่านการตรวจสอบผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (ESA) ใช้เวลาหลายเดือน
- นโยบายภาครัฐที่ไม่แน่นอน

4.1.1.2 ด้านการเงินและงบประมาณ

- ต้นทุนที่สูงกว่าคาด ราคาวัสดุ อุปกรณ์ หรือค่าติดตั้งสูงกว่าประมาณการ ทำให้ต้องปรับแผน
- การขอสินเชื่อหรือเงินทุนล่าช้า นักลงทุนหรือธนาคารอาจต้องใช้เวลาตรวจสอบก่อนปล่อยสินเชื่อ

4.1.1.3 ด้านเทคนิคและการออกแบบ

- ความซับซ้อนของโครงการ ต้องออกแบบให้เหมาะสม ฐานรากมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากไม่สามารถตอกเข็มได้ตามที่ออกแบบ

4.1.2 ปัญหาเชิงรูปธรรม (Concrete Issues)

4.1.2.1 ปัญหาภาคสนามและการก่อสร้าง

- สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย ฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นระยะเวลาหลายวัน ทำให้การก่อสร้างเกิดความล่าช้า การประกอบทุ่นลอยน้ำไม่สามารถลงไปประกอบได้เนื่องจาก อาจจะเกิดอันตรายจากฟ้าผ่า
- พื้นที่ในการก่อสร้างไม่อำนวย พื้นที่ในการเตรียมการประกอบทุ่น ไม่เพียงพอ และไม่สามารถวางเกะกะได้ เนื่องจากพื้นที่ก่อสร้างอยู่ในโรงงานของลูกค้า มีการตรวจสอบความเป็นระเบียบเรียบร้อยสม่ำเสมอ
- คุณภาพของอุปกรณ์ไม่ตรงตามสเปค คุณภาพของรางไฟฟ้า ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ต้องเปลี่ยนใหม่ และต้องรอการผลิตอย่างน้อย 2 สัปดาห์
- ความล่าช้าของ Supply chain การขนส่งอุปกรณ์ล่าช้า เช่น แผงโซลาร์ อินเวอร์เตอร์ หรือสายไฟไม่มาถึงตามกำหนด
- การประมาณการใช้สินค้าผิดไป การประมารการสั่งซื้อสายไฟขนาด 10 Sq.mm.ผิดไป ทำให้ต้องรอการผลิตจากประเทศจีน เกิดความล่าช้า

4.1.2.2 ปัญหาด้านแรงงาน

- ขาดแคลนแรงงานผู้เชี่ยวชาญ ทีมงานที่มีประสบการณ์ในการติดตั้งโซลาร์ลอยน้ำอาจมีจำกัด ต้องมีการเทรนนิ่งเพิ่ม และใช้แรงงานที่มีปริมาณที่ค่อนข้างมาก
- อุบัติเหตุในพื้นที่ติดตั้ง ต้องมีมาตรการความปลอดภัยสูงกว่าการติดตั้งบนบก

4.1.2.3 ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

- มลพิษทางน้ำ การติดตั้งอาจกระทบคุณภาพน้ำ หรือระบบนิเวศในแหล่งน้ำ

จากปัญหาดังกล่าว จึงสรุปการแก้ไขออกมาได้ ดังนี้

4.1.3 ปัญหาเชิงนามธรรม (Abstract Issues) และแนวทางแก้ไข

4.1.3.1 ด้านกฎหมายและนโยบาย

ปัญหาที่ 1 : ใบอนุญาตล่าช้า

- วางแผนล่วงหน้า : เตรียมเอกสารให้พร้อมและยื่นขออนุญาตตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของโครงการ
- ใช้ทีมที่มีความเชี่ยวชาญด้านกฎหมายพลังงาน : ลดระยะเวลาการแก้ไขเอกสารที่ผิดพลาด
- ติดตามสถานะเอกสารอย่างใกล้ชิด : ใช้ ระบบ Tracking เอกสาร และประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาที่ 2 : ข้อกำหนดทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment - ESA) ใช้เวลานาน

- ทำ ESA ตั้งแต่เริ่มโครงการ: เตรียมผลกระทบและแนวทางแก้ไขให้ครบถ้วน
- ใช้ที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Consultant): ให้คำแนะนำเพื่อเร่งกระบวนการพิจารณา

- นำเสนอแนวทางลดผลกระทบ: ใช้วัสดุและวิธีติดตั้งที่ลดผลกระทบต่อระบบนิเวศ

ปัญหาที่ 3 : นโยบายภาครัฐที่ไม่แน่นอน

- ติดตามข่าวสารและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงนโยบาย: เพื่อปรับแผนโครงการให้สอดคล้อง
- พิจารณาโครงการในพื้นที่ที่มีกฎระเบียบชัดเจน เพื่อลดความเสี่ยง
- ทำ MOU กับหน่วยงานรัฐหรือภาคเอกชน เพื่อให้เกิดความชัดเจนก่อนเริ่มลงทุน

4.1.3.2 ด้านการเงินและงบประมาณ

ปัญหาที่ 4 : ต้นทุนที่สูงกว่าคาด

- ล็อกราคาวัสดุและบริการล่วงหน้า (Fixed Price Contract) กับซัพพลายเออร์
- หาแหล่งจัดซื้อที่หลากหลาย: เพื่อลดการพึ่งพาผู้ผลิตรายเดียว
- ใช้วิธี Value Engineering (VE) เพื่อลดต้นทุนโดยไม่ลดคุณภาพ

ปัญหา 5: การขอสินเชื่อล่าช้า

- จัดเตรียมเอกสารการเงินให้พร้อม เพื่อลดเวลาการอนุมัติสินเชื่อ
- เลือกแหล่งเงินทุนที่หลากหลาย เช่น Green Bond, Private Equity, หรือกองทุนพลังงานสะอาด
- ร่วมมือกับสถาบันการเงินที่เชี่ยวชาญด้านโครงการพลังงานหมุนเวียน

4.1.3.3 ด้านเทคนิคและการออกแบบ

ปัญหาที่ 6 : ฐานรากเปลี่ยนแปลงเนื่องจากตอกเข็มไม่ได้ตามแผน

- ใช้วิธี Mooring System แบบ Helical Anchor ที่ไม่ต้องตอกเข็ม
- ใช้ Ballast System หรือ Concrete Block Anchor เป็นทางเลือกแทน

4.1.4 ปัญหาเชิงรูปธรรม (Concrete Issues) และแนวทางแก้ไข

4.1.4.1 ปัญหาภาคสนามและการก่อสร้าง

ปัญหาที่ 7 : สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย

- ใช้ Weather forecasting system เพื่อลดความเสี่ยงในการทำงาน
- กำหนด Work Contingency plan เช่น ใช้เตนท์คลุมพื้นที่ประกอบทุ่นและอุปกรณ์ต่างๆ

ปัญหาที่ 8 : พื้นที่หน้างานจำกัด

- ใช้ Pre-Assembly Method เพื่อประกอบบางส่วนในโรงงานก่อนนำมาประกอบหน้างาน
- จัดพื้นที่เป็นโซนและวางแผน Just-in-Time Delivery

ปัญหาที่ 9 : อุปกรณ์ไม่ได้มาตรฐานและต้องรอเปลี่ยนใหม่

- ทำ Vendor Pre-Qualification ก่อนสั่งซื้อ
- สั่งอะไหล่สำรองไว้ล่วงหน้า

ปัญหาที่ 10 : Supply chain ล่าช้า

- ใช้วิธี Dual Sourcing (มีซัพพลายเออร์สำรอง)
- ใช้ Logistics Tracking System เพื่อตรวจสอบสถานะการขนส่ง

4.1.4.2 ปัญหาด้านแรงงาน

ปัญหาที่ 11 : ขาดแคลนแรงงานผู้เชี่ยวชาญ

- ใช้ Cross-Training System ให้แรงงานสามารถทำงานได้หลายหน้าที่
- ดึงแรงงานจากโครงการพลังงานที่คล้ายกันในพื้นที่

ปัญหาที่ 12 : อุบัติเหตุในพื้นที่ติดตั้ง

- ใช้ Safety Induction training ก่อนเริ่มงาน
- ติดตั้ง Safety Monitoring system เพื่อลดความเสี่ยง

4.1.4.3 ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม

ปัญหาที่ 13 : มลพิษทางน้ำจากการติดตั้ง

- ใช้ Silt Curtain (ม่านกรองตะกอน) ป้องกันตะกอนกระจายตัว
- ใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ทุ่น HDPE ที่ไม่ปล่อยสารพิษลงน้ำ
- กำหนด ESG Compliance Policy และเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ

ตารางที่ 2 สรุปปัญหา และแนวทางการแก้ไข

| หมวดปัญหา | ปัญหา | แนวทางแก้ไข |
|---|---|---|
| กฎหมาย | ใบอนุญาตล่าช้า | จัดเตรียมเอกสารล่วงหน้า, ใช้ทีมที่ปรึกษา |
| การเงิน | ต้นทุนสูง | ล็อกราคาล่วงหน้า, ใช้วิธี Value Engineering |
| เทคนิค | ตอกเข็มไม่ได้ | ใช้ Helical Anchor หรือ Ballast System |
| ก่อสร้าง | ฝนตกหนัก | ใช้ Weather Forecasting และ Work Contingency Plan |
| แรงงาน | ขาดผู้เชี่ยวชาญ | Cross-Training และดึงแรงงานจากโครงการใกล้เคียง |
| สิ่งแวดล้อม | มลพิษทางน้ำ | ใช้ Silt Curtain และวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม |

## 5. สรุป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคนิคมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนและควบคุมโครงการที่ประสบปัญหาความล่าช้าหรือไม่เป็นไปตามแผน ซึ่งปัญหาส่งผลกระทบต่อหลายส่วนของโครงการ รวมถึงงบประมาณด้วย กรณีศึกษาที่ใช้คือโครงการระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำขนาด 4MW ที่โรงงานแปรรูปเนื้อไก่ในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นโครงการที่ได้ส่งมอบงานเรียบร้อยแล้ว

พบว่าโครงการดังกล่าวเกิดปัญหาความล่าช้าในระหว่างการดำเนินโครงการ รวมถึงปัญหาด้านสภาพอากาศที่แปรปรวนและปัญหาด้านแรงงาน ปัญหาเหล่านี้มีทั้งที่ควบคุมได้และควบคุมไม่ได้ แต่โครงการเดิมไม่ได้จัดทำแผนรองรับสำหรับปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ทำให้ระยะเวลาของโครงการยืดเยื้อเกินกว่าที่คาดการณ์ไว้

จากผลการศึกษาและการเปรียบเทียบจากแผนภูมิ ผู้วิจัยสรุปว่าปัญหาด้านเทคนิคและด้านวิชาการเป็นผลทำให้โครงการสำเร็จล่าช้าและสูญเสียทรัพยากร (แรงงาน สิ่งของ และเงินลงทุน) มากกว่าที่ควรจะเป็น ระยะเวลาของโครงการก่อนทำการปรับปรุงแผนดำเนินการคือ 82 สัปดาห์ หลังจากทำการปรับปรุงแผนงานโดยใช้เทคนิคต่างๆ แล้ว (เช่น ECRS, PERT, CPM, S-Curve, DMAIC - ซึ่งขั้นตอนการปรับปรุงและผลลัพธ์ใหม่ เวลาในการทำโครงการลดลงเหลือ 62 สัปดาห์ ซึ่งหมายความว่าสามารถลดระยะเวลาโครงการลงได้ถึง 20 สัปดาห์

5.1 ปัญหาสำคัญหลักๆ ที่พบในโครงการเดิมและแนวทางแก้ไขที่นำเสนอ ได้แก่

5.1.1 ปัญหาด้านกฎหมาย: ใบอนุญาตล่าช้า แนวทางแก้ไขคือ จัดเตรียมเอกสารล่วงหน้าและใช้ทีมที่ปรึกษา

5.1.2 ปัญหาด้านการเงิน: ต้นทุนสูง แนวทางแก้ไขคือ กำหนดราคาล่วงหน้าและใช้วิธี Value Engineering

5.1.3 ปัญหาด้านเทคนิค: ตอกเสาเข็มไม่ได้ แนวทางแก้ไขคือ ใช้ Helical Anchor หรือ Ballast system

5.1.4 ปัญหาด้านการก่อสร้าง: ฝนตกหนัก สภาพอากาศแปรปรวน แนวทางแก้ไขคือ ใช้ Weather Forecasting และ Work contingency plan

5.1.5 ปัญหาด้านแรงงาน: ขาดผู้เชี่ยวชาญ แนวทางแก้ไขคือ จัด Cross training และจ้างแรงงานจากโครงการใกล้เคียง

5.1.6 ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม: มลพิษทางน้ำ แนวทางแก้ไขคือ ใช้ Slit Curtain และวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

## เอกสารอ้างอิง

[1] Where Sun Meets Water: Floating Solar Market Report. Online document https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports accessed on January 26, 2025

[2] Technical Potential of Floating PV Systems. Online document https://www.ise.fraunhofer.de accessed on February 10, 2025

[3] Floating Solar Handboo. Online document https://www.seris.nus.edu.sg accessed on January 3, 2025

[4] Floating Solar Photovoltaic: Technical Guidelines and Best Practices. Online document https://www.irena.org accessed on March 4, 2025

[5] Reichel, C. W. (2006). Earned value management systems (EVMS): "you too can do earned value management" Paper presented at PMI® Global Congress 2006—North America, Seattle, WA. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

[6] (Ben Aston. (2024). What Is The Project Life Cycle: The 5 Phases Explained. สืบค้น. 30 พฤศจิกายน 2567, จาก https://thedigitalprojectmanager.com/projects/pm-methodology/project-management-life-cycle/)

[7] (Lean Enterprise Institute. (2024) Plan, Do, Check, Act (PDCA). สืบค้น. 30 พฤศจิกายน 2567, จาก https://www.lean.org/lexicon-terms/pdca/)

[8] (Michael Effanga. (2024). What Is The Earned Value (EV) Od A Project. สืบค้น 25 พฤศจิกายน 2567, จาก https://www.projectmanagement.com/wikis/711501/what-is-the-earned-value--ev--of-a-project)

[9] (Mango consultant. (2024). วางแผน รู้สถานะโครงการที่แท้จริง ด้วยเทคนิค EVA (Earned Value Analysis). สืบค้น 20 พฤศจิกายน 2567, จาก https://www.mangoconsultant.com/th/news-knowledge/news/334-วางแผน-รู้สถานะโครงการที่แท้จริง-ด้วยเทคนิค-eva-earned-value-analysis)

[10] นพวรรณ รักฝึกฝน. (2009). การบริหารความเสี่ยงของโครงการออกแบบตกแต่งภายใน ; Risk management of interior design project.

[11] (มนตรี ลีลาวิชิตชัย. (2012). จาก P-D-C-A เป็น D-M-A-I-C. สืบค้น 26 ตุลาคม 2567, จาก https://www.gotoknow.org/posts/1496)

[12] (Opexlearning, (2012). Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify: Work Analysis Sheet Template. สืบค้น 10 ตุลาคม 2567, จาก https://opexlearning.com/resources/eliminate-combine-rearrange-simplify-work-analysis-sheet/10340/)

# การพัฒนานวัตกรรมระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดด้วยโซลินอยด์ผ่านอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

# Development of an Innovative IoT Control System for Electronic Keyboards Using Solenoids

ปฏิเวธ ม่วงสุด[1*] ประภาวรรณ แพงศรี[2] เดชฤทธิ์ มณีธรรม[3] และ เบญจลักษณ์ เมืองมีศรี[4]
[1]สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
[3]สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[4]สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Patiwet Muangsud[1*] Prapawan Pangsri[2] Dechrit Maneetham[3] and Benchalak Muangmeesri[4]
[1]Technology Management, Valaya Alongkorn Rajabhat University under Royal Patronage
[2]Management Engineering, Valaya Alongkorn Rajabhat University under Royal Patronage
[3]Mechatronics Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
[4] Engineering Management, Suan Sunandha Rajabhat University

E-mail: patiwet.muang@vru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาการใช้ระบบอัตโนมัติในควบคุมเครื่องดนตรีประเภทอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดสำหรับธุรกิจร้านอาหาร (2) ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องดนตรีประเภทอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดที่มีการควบคุมและสั่งการผ่านการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งขอบเขตของการศึกษาแบ่งเป็น 2 ด้านหลัก ได้แก่ ด้านฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมโซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้า และคีย์บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ ด้านซอฟต์แวร์ ซึ่งใช้บอร์ดอาร์ดูอิโน (arduino mega 2560) ร่วมกับโปรแกรมควบคุมมีดี (MIDI) เพื่อส่งคำสั่งผ่านไวไฟ (wi-fi) จากโทรศัพท์มือถือมายังวงจรควบคุม การทดลองประกอบด้วยการบันทึกการเล่นเพลง 5 เพลง ได้แก่ เพลงแฮปปี้เบิร์ดเดย์ ลอนดอนบริดจ์ บา บา แบล็คชีพ หนูมาลี และแมงมุมลาย ซึ่งมีการเขียนโปรแกรมมีดีล่วงหน้าเพื่อสั่งให้โซลินอยด์กดคีย์ในลำดับที่สอดคล้องกับจังหวะเพลง การเก็บข้อมูลใช้แบบบันทึกการทดลอง 50 ครั้ง แบ่งเป็นเพลงละ 10 รอบ และมีการเก็บข้อมูลทั้งด้านการทำงานของซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ วงจรควบคุม และแอปพลิเคชันควบคุมผ่านมือถือ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าระบบมีความแม่นยำในการกดโน๊ตเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 99.7 มีความสอดคล้องของจังหวะและลำดับตัวโน๊ตกับเนื้อเพลงอย่างเหมาะสม สะท้อนถึงความเป็นไปได้ในการนำระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง มาประยุกต์ใช้กับเครื่องดนตรีเพื่อสร้างบรรยากาศทางดนตรีในสถานประกอบการอย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ :** อิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ด เครื่องดนตรี อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

## Abstract

This study aims to (1) develop an automated system for controlling electronic keyboard instruments for use in restaurant businesses, and (2) evaluate the performance of the instrument controlled via the Internet of

Things (IoT). The research scope is divided into two main components: hardware and software. The hardware includes an electromagnetic solenoid actuator system integrated with an electronic keyboard, while the software utilizes an Arduino Mega 2560 microcontroller board combined with a MIDI control program to transmit commands via Wi-Fi from a mobile device to the control circuit. The experiment involved five pre-programmed songs Happy Birthday, London Bridge, Baa Baa Black Sheep, Nu Mali, and Spider Pattern each designed to trigger the solenoids to press corresponding keys in rhythm with the music. A total of 50 test runs were conducted, with 10 repetitions per song. Data were collected on the performance of the hardware, software, control circuitry, and the mobile control application. The results indicated that the system achieved an average note-pressing accuracy exceeding 99.7 percent. The timing and sequence of the notes aligned well with the musical structure of each song, demonstrating the practical feasibility of using IoT-based automation in musical instrument control to enhance the ambiance in hospitality environments.

**Keywords:** electronic keyboards, musical instrument, internet of things

## 1. บทนำ

ดนตรีถือเป็นภาษาสากลที่มีบทบาทสำคัญในการสื่อสารความรู้สึกระหว่างมนุษย์ แม้จะมีความแตกต่างทางเชื้อชาติ ภาษา หรือวัฒนธรรมก็ตาม ในปัจจุบันดนตรีมิได้จำกัดอยู่เพียงแค่ความบันเทิงเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยบำบัดความเครียด สร้างบรรยากาศที่ผ่อนคลาย และส่งเสริมพัฒนาการทางด้านสติปัญญา อารมณ์ และความคิดสร้างสรรค์ของผู้ฟังและผู้เล่นอีกด้วย ด้วยเหตุนี้ ดนตรีจึงได้รับการนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมภาพยนตร์ โรงแรม การโฆษณา การประชาสัมพันธ์ หรือแม้แต่ในกิจกรรมขององค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร ในโลกยุคดิจิทัล [1] เครื่องดนตรีประเภทอิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อตอบสนองต่อความต้องการใช้งานที่หลากหลาย หนึ่งในเครื่องดนตรีที่ได้รับความนิยมอย่างมากคือเปียโนไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดซึ่งได้รับการออกแบบให้สามารถจำลองเสียงและสัมผัสของเปียโนอะคูสติกได้อย่างใกล้เคียงแต่มีขนาดกะทัดรัดพกพาสะดวกและไม่จำเป็นต้องมีการจูนเสียงบ่อยครั้ง

ปัจจุบันเครื่องดนตรีประเภทคีบอร์ดไฟฟ้ามีให้เลือกหลายรูปแบบ เช่น คีย์บอร์ดพกพา (portable keyboard) แอเรนเจอร์คีย์บอร์ด (arranger keyboard) คีย์บอร์ดสำหรับงานแต่งเพลง (workstation keyboard) รวมถึงรุ่นที่มีลักษณะคล้ายกับเปียโนตั้งตรงหรือแกรนด์เปียโน โดยมีคุณสมบัติเสริมหลากหลาย อาทิ การควบคุมระดับเสียง การเชื่อมต่อสัญญาณออก เอาต์พุตหูฟัง การบันทึกเสียงในตัว และการรองรับเสียงเครื่องดนตรีต่าง ๆ ผ่านมาตรฐานมีดี (MIDI : Musical Instrument Digital Interface) [2] , [3] ซึ่งทำให้สามารถใช้งานได้อย่างยืดหยุ่นและครอบคลุมหลากหลายบริบท ด้วยศักยภาพของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) ซึ่งสามารถเชื่อมโยงและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดแนวคิดใหม่ในการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาบูรณาการกับเปียโนไฟฟ้า เพื่อพัฒนาให้สามารถสั่งการเล่นดนตรีจากระยะไกลได้โดยอัตโนมัติ ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการเล่นเปียโนผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ โดยคำสั่งที่ส่งผ่านเครือข่ายจะถูกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นส่งไปยังโซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้าให้กดคีย์ตามลำดับโน๊ตที่เขียนโปรแกรมไว้ล่วงหน้า การควบคุมการแสดงดนตรีผ่านระบบอัตโนมัติแบบตั้งโปรแกรมล่วงหน้าแม้จะช่วยให้สามารถเล่นเพลงได้โดยไม่ต้องพึ่งพานักดนตรีจริง แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในด้านความยืดหยุ่นและการตอบสนองต่อสถานการณ์เฉพาะหน้า การพัฒนาไปสู่ระบบควบคุมระยะไกลผ่าน IoT จึงมีความเหมาะสมมากกว่า เนื่องจากสามารถสั่งงานหรือเปลี่ยนเพลงได้แบบเรียลไทม์ รองรับการจัดการจากศูนย์กลาง ลดภาระค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร และเพิ่มความสามารถในการอัปเดตเพลงหรือปรับเปลี่ยนการแสดงให้สอดคล้องกับบรรยากาศของร้านหรือความต้องการของลูกค้าในขณะนั้น อีกทั้งยังสามารถเก็บข้อมูลการใช้งานเพื่อนำไปวิเคราะห์หรือพัฒนาเชิงพาณิชย์ในอนาคตได้อีกด้วย เทคโนโลยีดังกล่าวสามารถประยุกต์ใช้ในหลากหลายสถานการณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของธุรกิจบริการ เช่น ร้านอาหารหรือร้านกาแฟที่ต้องการสร้าง

บรรยากาศทางดนตรีอย่างต่อเนื่องโดยไม่จำเป็นต้องมีนักดนตรีประจำสถานที่ซึ่งไม่เพียงแต่ช่วยลดต้นทุนการจ้างบุคลากร แต่ยังเพิ่มความยืดหยุ่นในการบริหารจัดการและออกแบบประสบการณ์ของลูกค้าให้มีเอกลักษณ์ยิ่งขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของระบบควบคุมเครื่องดนตรีประเภทอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ด ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งโดยมีเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์ความแม่นยำ ความเสถียร และศักยภาพในการใช้งานจริงเพื่อเป็นพื้นฐานในการต่อยอดเชิงพาณิชย์และการศึกษาด้านเทคโนโลยีดนตรีในอนาคตต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาการใช้ระบบอัตโนมัติในควบคุมเครื่องดนตรีประเภทอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดสำหรับธุรกิจร้านอาหาร

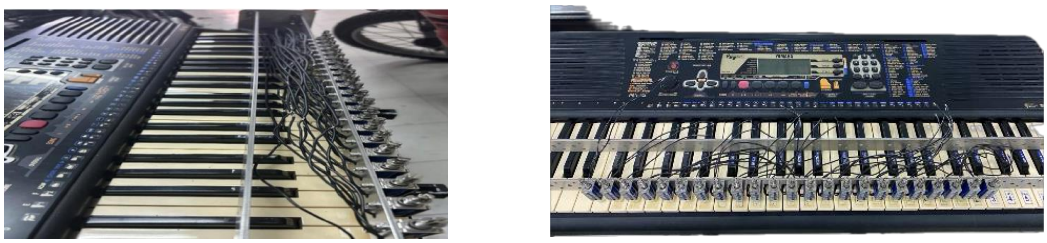
2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องดนตรีประเภทอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดที่มีการควบคุมและสั่งการผ่านการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

## 3.วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบอัตโนมัติสำหรับการควบคุมการกดให้ตัวโน๊ตของเครื่องดนตรีประเภทอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดมีเสียงตามที่เขียนโปรแกรม และเก็บข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่องดนตรีที่มีการควบคุมและสั่งการผ่านการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งเป็นการวิจัยแบบพัฒนาทดลอง (experimental development) ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้งานได้จริงในภาคธุรกิจบันเทิง และมีแนวคิดของนวัตกรรมดนตรีเชิงเทคโนโลยีโดยการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

**3.1 การออกแบบอุปกรณ์ชุดสั่งการระบบอัตโนมัติสำหรับกดตัวโน๊ต**

3.1.1 การออกแบบโครงสร้างอุปกรณ์ควบคุมการกดตัวโน๊ต ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งโซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้าแบบดึงกลับ (pull-type solenoid) จำนวน 23 ตัว โดยยึดติดกับโครงสร้างด้านบนของแป้นคีย์ของอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดซึ่งเป็นยี่ห้อยามาฮา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้โซลินอยด์สามารถกดแป้นโน๊ตแต่ละตัวได้ตามคำสั่งจากโปรแกรมควบคุม การติดตั้งโซลินอยด์ทำได้โดยการยึดตัวโซลินอยด์เข้ากับโครงอลูมิเนียมเจาะรู ด้วยการใช้สกรูยึดเพื่อให้สามารถปรับระยะตำแหน่งให้สอดคล้องกับตำแหน่งแป้นคีย์ของอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดได้อย่างแม่นยำ และยังสามารถถอดเปลี่ยนหรือลดความสั่นสะเทือนระหว่างทำงานได้ง่าย ปลายแกนของโซลินอยด์ถูกออกแบบให้สัมผัสกับแป้นกดของเปียโนโดยตรง โดยผ่านวัสดุกลางที่เป็นยางเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อแป้นคีย์ในระยะยาวและยังช่วยลดเสียงกระแทกจากการทำงานของโซลินอยด์ขณะกดโน๊ต [4]



ก) แสดงการจัดวางโซลินอยด์ไฟฟ้าในแนวขนานกับแป้นคีย์ ข) แสดงการยึดโซลินอยด์ไฟฟ้ากับโครงสร้างโลหะหรืออลูมิเนียม

**รูปที่ 1** อิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดไฟฟ้าเชื่อมต่อกับโซลินอยด์ไฟฟ้า

จากรูปที่ 1 แสดงการติดตั้งระบบโซลินอยด์ไฟฟ้าบนอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ด โดยมีการติดตั้งโซลินอยด์จำนวน 23 หลายตัวให้ตรงกับแป้นคีย์ของคีย์บอร์ดระหว่างตัวโน๊ตที่มีเสียงอยู่ในระดับสียงกลางสำหรับการเลือกเพลงในการทดสอบที่เป็นตัวโน๊ตเสียงกลางเป็นส่วนใหญ่ ตัวตัวโน๊ต 23 ตัว

3.1.2 ออกแบบวงจรและระบบควบคุมการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ด ผู้วิจัยเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ arduino mega 2560 ในการควบคุมปล่อยสัญญาณสู่อุปกรณ์ต่างๆ เพราะมีช่องสัญญาณเอ๊าท์พุทเพียงพอต่อการใช้งานและได้ใช้โมดูลมอสเฟส ต่อใช้งานกับ arduino mega 2560 เป็นตัวส่งสัญญาณระหว่างโมดูลมอสเฟตเพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยการควบคุมโซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้าจะรับสัญญาณจากโมดูลมอสเฟตเพื่อขับให้แกนของโซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้าทำงานสัญญาณเอ๊าท์พุทจะสั่งโซลินอยด์ไฟฟ้าทั้ง 23 ตัวให้ทำงานสอดคล้องกับโปรแกรม หลักการคำนวณการทำงานของระบบอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ด โซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้าหนึ่งตัวใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ 1 แอมป์ และวงจรไดรเวอร์หนึ่งชุดใช้กระแสไฟฟ้าอีกประมาณ 1 แอมป์เช่นกัน ระบบใช้โซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้าทั้งหมดจำนวน 23 ตัว โดยในการเล่นเพลงแต่ละช่วงจังหวะ จะมีการใช้งานโซลินอยด์พร้อมกันสูงสุด 2 ตัว เพื่อแสดงโน๊ตพร้อมกันตามลำดับเสียงที่กำหนดไว้ในโปรแกรม เพื่อให้สามารถสั่งการกดแป้นได้โดยอัตโนมัติผ่านการควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ arduino mega 2560 ซึ่งส่งสัญญาณควบคุมผ่านโมดูล MOSFET



IRF520 MOSFET driver module



LM2596 3A, step down converter



pull-type solenoid

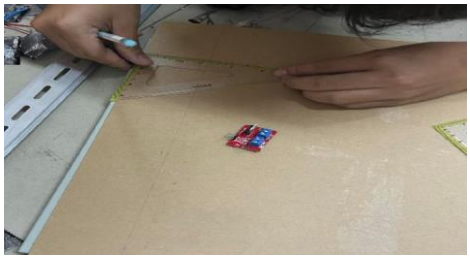


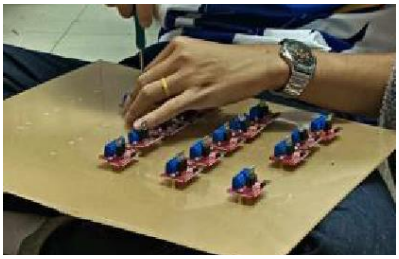
switching power supply



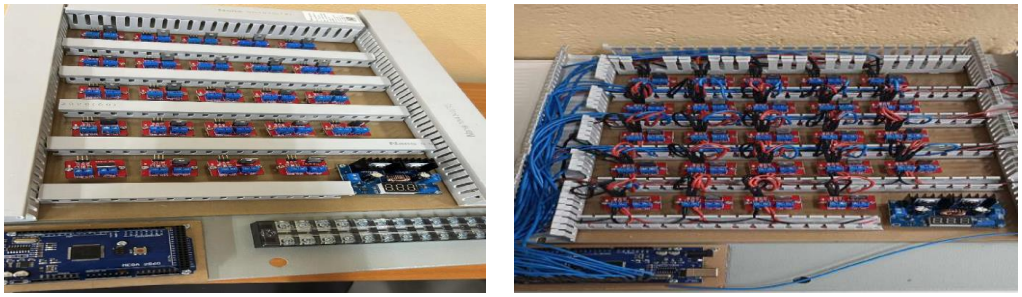
arduino Mega 2560

**รูปที่ 2** อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการประกอบระบบอัตโนมัติสำหรับกดตัวโน๊ต





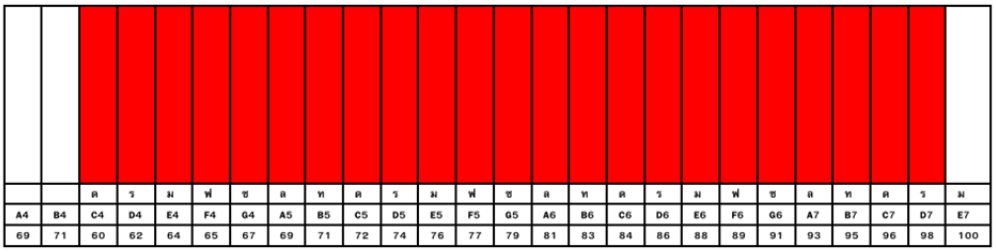
**รูปที่ 3** การประกอบของบอร์ด module MOSFET driver



**รูปที่ 4** ตำแหน่งการวางโซลินอยด์จำนวน 23 ตำแหน่ง (C4 – D7)

ตารางที่ 1 pin mapping ระหว่าง arduino mega 2560 และ MOSFET module

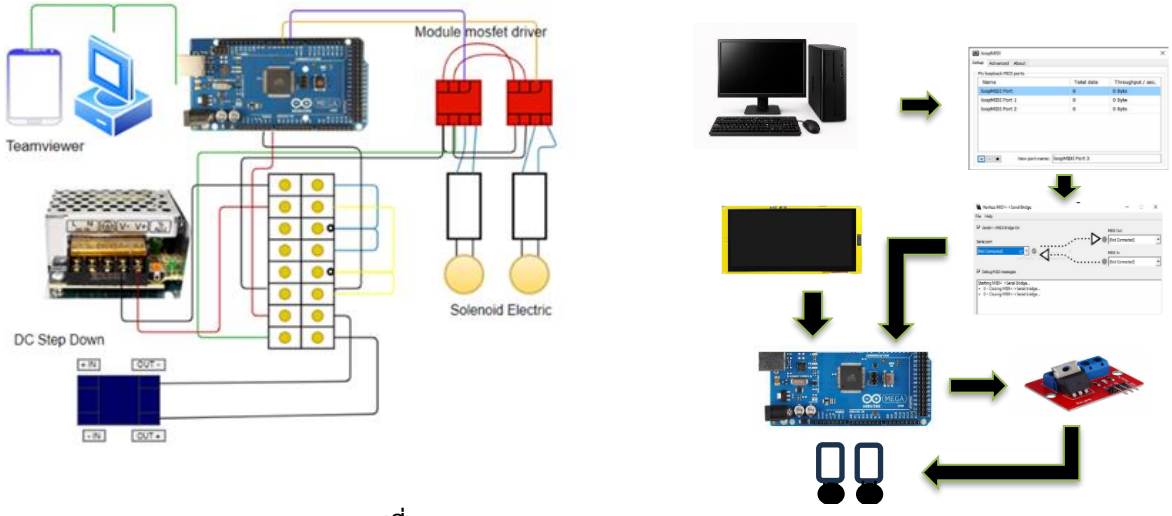
| Arduino Mega 2560 Pin | MOSFET Module | ควบคุมคีย์ | Arduino Mega 2560 Pin | MOSFET Module | ควบคุมคีย์ |
|---|---|---|---|---|---|
| 22 | MOSFET 1 | C | 35 | MOSFET 14 | B |
| 23 | MOSFET 2 | D | 36 | MOSFET 15 | C |
| 24 | MOSFET 3 | E | 37 | MOSFET 16 | D |
| 25 | MOSFET 4 | F | 38 | MOSFET 17 | E |
| 26 | MOSFET 5 | G | 39 | MOSFET 18 | F |
| 27 | MOSFET 6 | A | 40 | MOSFET 19 | G |
| 28 | MOSFET 7 | B | 41 | MOSFET 20 | A |
| 29 | MOSFET 8 | C | 42 | MOSFET 21 | B |
| 30 | MOSFET 9 | D | 43 | MOSFET 22 | C |
| 31 | MOSFET 10 | E | 44 | MOSFET 23 | D |
| 32 | MOSFET 11 | F | 35 | MOSFET 14 | B |
| 33 | MOSFET 12 | G | 36 | MOSFET 15 | C |
| 34 | MOSFET 13 | A | 37 | MOSFET 16 | D |




**รูปที่ 5** ตำแหน่งการวางโซลินอยด์ที่ใช้ในการทดลอง



**รูปที่ 6** การประกอบแผงวงจรเข้าตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบ




**รูปที่ 7** การออกแบบของวงจรและภาพรวมของระบบ

ตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้เพื่อใช้ควบคุมและสั่งการให้โซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับคีย์บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ โดยโซลินอยด์จะทำหน้าที่กดแป้นคีย์ของคีย์บอร์ดในลักษณะอัตโนมัติ เพื่อให้เกิดเสียงดนตรีตามที่กำหนดไว้ในโปรแกรมควบคุม ซึ่งเขียนขึ้นบนไมโครคอนโทรลเลอร์ arduino mega 2560 ทั้งนี้ได้มีการใช้โมดูล MOSFET เพื่อขยายสัญญาณจากอาร์ดูอิโน ให้สามารถควบคุมโซลินอยด์จำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการจัดวางระบบไฟฟ้า แหล่งจ่ายไฟ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในตู้ควบคุมอย่างเป็นระเบียบและปลอดภัย

3.1.2 การเขียนโปรแกรมควบคุม ผู้วิจัยใช้อาร์ดูอิโน เมกา 2560 เนื่องจากมีจำนวนขาเอ๊าท์พุทเพียงพอต่อการควบคุมโซลินอยด์ไฟฟ้า 23 ตัว และใช้มอสเฟสเป็นตัวกลางรับสัญญาณจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อจ่ายกระแสให้กับโซลินอยด์ โดยการสั่งงานสอดคล้องกับโปรแกรมที่เขียนไว้ ซึ่งควบคุมจังหวะและตัวโน๊ตให้สอดคล้องกับทำนองของเพลง [4] การควบคุมเสียงประกอบด้วย

1) หลักการให้เสียงของตัวโน๊ตในระบบมีดี (MIDI)

2) การกำหนดจังหวะและความถี่ในการทำงานของโซลินอยด์เพื่อควบคุมความสอดคล้องของจังหวะเพลง

3) เพลงที่นำมาใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยใช้เพลงสากลจำนวน 3 เพลง ได้แก่ เพลงแฮปปี้เบิร์ดเดย์ เพลงลอนดอน บริดจ์ อีส ฟอลลิง ดาวน์ และเพลง บา บา แบล็ค ชีพ ด้วยเหตุผลเพราะเป็นเพลงที่มีจังหวะชัดเจนและเป็นที่รู้จักในระดับสากล เมโลดี้ง่าย เหมาะสำหรับการเริ่มต้นทดสอบระบบกดโน้ตอัตโนมัติใช้ช่วงตัวโน้ตไม่กว้างมาก มีจังหวะที่เป็นแบบแผนและซ้ำหลายช่วง เหมาะกับการทดสอบการทำซ้ำของโซลินอยด์จึงสามารถประเมินความแม่นยำของระบบเบื้องต้นได้ดี อีกทั้งมีโน้ตเรียงลำดับง่ายต่อการเขียนคำสั่ง MIDI และอีก 2 เพลง เป็นเพลงไทยสำหรับเด็กเพื่อนำมาเปรียบเทียบจังหวะกับเพลงสากล ได้แก่ เพลงหนูมาลี และ เพลงแมงมุมลาย ซึ่งเป็นเพลงที่คนไทยคุ้นหู ช่วยแสดงให้เห็นว่าสามารถประยุกต์ระบบกับเพลงไทยหรือเพลงที่มีโครงสร้างไม่ใช่สากลได้ เป็นเพลงที่มีการเปลี่ยนจังหวะและการเว้นช่วงเสียงมากกว่าเพลงอื่น ๆ ใช้ทดสอบความแม่นยำในการตอบสนองของระบบในส่วนที่ไม่ใช่จังหวะต่อเนื่อง เหมาะสำหรับทดสอบความสามารถในการประมวลผลเวลาพัก (pause/delay) ของซอฟต์แวร์

ตัวอย่างการเขียนโค้ด Arduino สำหรับควบคุมโซลินอยด์ เพื่อให้เล่นเพลงแฮ๊ปปี้เบิร์ดเดย์

```
const int NUM_KEYS = 23;
int solenoidPins[NUM_KEYS] = {
  22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31,
  32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41,
  42, 43, 44
};
int notes[] = {
```

```
  64, 64, 66, 64, 69, 68,
  64, 64, 66, 64, 71, 69,
  64, 64, 76, 73, 69, 68, 66,
  74, 74, 73, 69, 71, 69
};
int durations [ ] = {
  400, 400, 800, 800, 800, 1600,
  400, 400, 800, 800, 800, 1600,
  400, 400, 800, 800, 800, 800, 1600,
  400, 400, 800, 800, 800, 1600
};
const int baseMidiNote = 64;
void setup () {
  for (int i = 0; i < NUM_KEYS; i++) {
    pinMode(solenoidPins[i], OUTPUT);
    digital Write(solenoidPins[i], LOW);
  }
}
void loop() {
  int numNotes = sizeof(notes) / sizeof(notes[0]);
  for (int i = 0; i < numNotes; i++) {
    int note = notes[i];
    int duration = durations[i];
    int pinIndex = note - baseMidiNote;
    if (pinIndex >= 0 && pinIndex < NUM_KEYS) {
      digitalWrite(solenoidPins[pinIndex], HIGH);  // กดคีย์
    }
    delay(duration);
    if (pinIndex >= 0 && pinIndex < NUM_KEYS) {
      digitalWrite(solenoidPins[pinIndex], LOW);   // ปล่อยคีย์
    }
    delay(100);
   }
    delay(3000);     }
```

3.2 การศึกษาประสิทธิภาพของการควบคุมผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง โดยการศึกษาการทำงานของระบบการสั่งการโดยมีปัจจัยที่เก็บผลการทดสอบการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดด้านต่างๆ ดังนี้

3.2.1 การทำงานของซอฟต์แวร์

3.2.2 การทำงานของฮาร์ดแวร์

3.2.3 การทำงานของวงจรระบบควบคุม

3.2.4 การใช้แอพพลิเคชันในโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการสั่งการ





**รูปที่ 8** การเตรียมระบบเพื่อทดสอบการสั่งการผ่านโทรศัพท์มือถือ

## 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดที่ทำการเชื่อมต่อกับและสั่งการผ่านการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งทำการสั่งการเล่นของเครื่องดนตรีผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อสังให้โซลินอยด์ทำการกดไปตามตัวโน๊ตที่กำหนดไว้ด้วยโปรแกรมมีดี จากการทดลองสั่งจากเพลงที่กำหนดทั้งสิ้น 5 เพลง ได้แก่ 1) แฮปปี้เบิร์ดเดย์ 2) ลอนดอน บริดจ์ อีส ฟอลลิง ดาวน์ 3) บา บา แบล็ค ชีพ 4) หนูมาลี และ 5) แมงมุมลาย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงโน๊ตเพลงที่ตัวเครื่องคีย์บอร์ดไฟฟ้าอัตโนมัติบำบัดสามารถเล่นได้

| Octave 4 | | | Octave 5 | | | Octave 6-7 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **เลขมีดี** | **ตัวโน๊ต** | **ชื่อโน๊ต** | **เลขมีดี** | **ตัวโน๊ต** | **ชื่อโน๊ต** | **เลขมีดี** | | |
| 60 | C4 | โด | 72 | C5 | โด | 84 | C6 | โด |
| 62 | D4 | เร | 74 | D5 | เร | 86 | D6 | เร |
| 64 | E4 | มี | 76 | E5 | มี | 88 | E6 | มี |
| 65 | F4 | ฟา | 77 | F5 | ฟา | 89 | F6 | ฟา |
| 67 | G4 | ซอล | 79 | G5 | ซอล | 91 | G6 | ซอล |
| 69 | A4 | ลา | 81 | A5 | ลา | 93 | A6 | ลา |
| 71 | B4 | ที | 83 | B5 | ที | 95 | B6 | ที |
| | | | | | | 96 | C7 | โด |
| | | | | | | 98 | D7 | เร |

ผู้วิจัยทำการทดสอบสั่งการทำงานของโซลินอยด์ให้ทำงานผ่านแต่ละเพลงจำนวน 10 ครั้ง หากโซลินอยด์ไม่ทำงานตามคำสั่งจะทำการบันทึกตัวตำแหน่งตัวโน๊ต เพื่อให้ทราบว่าตำแหน่งดังกล่าวไม่ปรากฏเสียงของตัวโน๊ต ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (qualitative data) โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์สรุปอุปนัย (analytic induction) เพื่อทำการสรุปเป็นความเรียง ใช้แนวทางในการวิเคราะห์ 3 แนวทาง ได้แก่ 1) ความผิดพลาดของสัญญาณอินเตอร์เนตในเวลาที่ทำการทดสอบ 2) ความผิดพลาดของตัวโซลินอยด์

จากสัญญาณวงจรโมดูลมอสเฟตกับอาดูโน่ และ 3) ความผิดพลาดจากสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ฝุ่นเกาะ เกิดสนิม หรือความสกปรกเล็กน้อยบริเวณโซลินอยด์ ฯลฯ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการทดสอบ ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล 2 วิธี คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้สถิติอย่างง่าย ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ

## 5. ผลการวิจัย

จากการวิจัยและทดลองใช้งานระบบควบคุมเครื่องดนตรีประเภทอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง โดยเชื่อมต่อโซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้าเข้ากับแป้นคีย์บอร์ด และใช้ระบบซอฟต์แวร์ควบคุมการเล่นโน๊ตเพลงอัตโนมัติ พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียดการทำงานของแต่ละองค์ประกอบ ตามที่กำหนดไว้พบว่า การทำงานของซอฟต์แวร์ ระบบซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถประมวลผลข้อมูล MIDI ได้อย่างถูกต้องและส่งคำสั่งไปยังฮาร์ดแวร์อย่างแม่นยำ โดยเฉพาะการควบคุมจังหวะและลำดับของโน๊ตเพลงให้สอดคล้องกับโครงสร้างของเพลงที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ระบบยังสามารถสั่งงานจากระยะไกลผ่านเครือข่ายไร้สายได้อย่างมีเสถียรภาพ ไม่พบความล่าช้าแต่อาจมีข้อผิดพลาดของซอฟต์แวร์ในระหว่างการทดลองบ้าง ซึ่งถือว่าอยู่ระดับที่รับได้ การทำงานของฮาร์ดแวร์ ซึ่งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ประกอบด้วยโซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้า จำนวน 23 ตัว และไดร์เวอร์โมดูลที่ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โซลินอยด์สามารถกดแป้นคีย์บอร์ดได้อย่างต่อเนื่อง โดยในการทดสอบการเล่นเพลงระบบสามารถควบคุมโซลินอยด์ให้ทำงานพร้อมกันได้สูงสุด 2 ตัวต่อเพลง โดยไม่พบปัญหาเรื่องภาระกระแสไฟฟ้าหรือความร้อนสูงเกินไปส่งผลให้ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่อง การทำงานของวงจรระบบควบคุม วงจรควบคุมหลักใช้บอร์ด arduino mega 2560 ร่วมกับ MOSFET module เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสู่โซลินอยด์ ในการทดลองพบว่าระบบสามารถตอบสนองต่อสัญญาณสั่งงานจากซอฟต์แวร์ได้อย่างแม่นยำ ทั้งในแง่ของความเร็วในการประมวลผล การควบคุมจังหวะ และการซิงโครไนซ์สัญญาณ MIDI กับการทำงานของโซลินอยด์ การใช้แอพพลิเคชันในโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการสั่งการในการควบคุมการเล่นเพลงสามารถทำงานร่วมกับระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกเพลงและสั่งให้เริ่มการทำงานจากระยะไกลได้อย่างสะดวก การเชื่อมต่อผ่าน wi-fi ไม่พบความผิดพลาดหรือความล่าช้าของคำสั่ง จึงเหมาะสำหรับการใช้งานในสถานที่สาธารณะ เช่น ร้านอาหารหรือการแสดงโชว์แบบอัตโนมัติ

ตารางที่ 3 สรุปผลการทดลองประสิทธิภาพของการควบคุมผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

| เพลง | จำนวนครั้งความผิดพลาดในสั่งการเล่นเพลงตามตัวโน๊ต | | | | | | | | | | ร้อยละความถูกต้อง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| รอบการทดลอง | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| แฮปปี้เบิร์ดเดย์ | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 99.00 |
| ลอนดอน บริดจ์ อีส ฟอลลิง ดาวน์ | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | 99.50 |
| บา บา แบล็ค ชีพ | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100.00 |
| หนูมาลี | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100.00 |
| แมงมุมลาย | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100.00 |

จากตารางที่ 3 ผู้วิจัยทำการทดสอบสั่งการทำงานของโซลินอยด์ให้ทำงานผ่านแต่ละเพลงจำนวน 10 ครั้ง และใน 1 เพลงกำหนดตัวโน๊ตที่สั่งจำนวน 20 ตัวโน๊ต ภายในตัวโน๊ต Octave 4 และ Octave 5 เพื่อให้อยู่ในจำนวนโซลินอยด์ที่ทดลองจำนวน 23 ตัว

การทดสอบสั่งการเล่นเพลงแฮปปี้เบิร์ดเดย์ พบค่าร้อยละเฉลี่ยความถูกต้องของการเล่นโน๊ตอยู่ที่ร้อยละ 99.00 โดยมีข้อผิดพลาดเล็กน้อยในบางรอบการทำงาน จากการเล่นตัวโน๊ตจำนวน 20 ตัวโน๊ตต่อเพลง มีความผิดพลาดในการสั่งงานที่ตำแหน่งโน๊ต “ลา” (MIDI 69) และ “ที” (MIDI 71) เพลงลอนดอน บริดจ์ อีส ฟอลลิง ดาวน์ ได้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 99.50 ระบบยังคงมีความแม่นยำสูง แต่พบข้อผิดพลาดเฉพาะจุดที่คล้ายคลึงกับเพลงก่อนหน้า โดยเฉพาะที่โน๊ต “ลา” (MIDI 69) อีกครั้ง สำหรับเพลงอื่น ๆ

ได้แก่ บา บา แบล็ค ชีพ เพลงหนูมาลี และ แมงมุมลาย มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 100.00 ในการทดลองทั้ง 10 รอบจากการเล่นตัวโน๊ตจำนวน 20 ตัวโน๊ตต่อเพลง ซึ่งแสดงถึงความสอดคล้องที่ดีระหว่างชุดโปรแกรมควบคุมและโครงสร้างของเพลง แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตอบสนองต่อคำสั่งได้อย่างแม่นยำและมีความเสถียรในระดับสูงสุด

## 6. อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยเรื่องอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งสำหรับดนตรีด้วยอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดอัตโนมัติ จากการทดลองควบคุมการทำงานของเครื่องดนตรีอิเล็กทรอนิกส์ประเภทคีย์บอร์ดผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อสั่งงานโซลินอยด์สำหรับเล่นเพลงจำนวน 5 เพลง ได้แก่ เพลงแฮปปี้เบิร์ดเดย์ เพลงลอนดอน บริดจ์ อีส ฟอลลิง ดาวน์ เพลงบา บา แบล็ค ชีพ เพลงหนูมาลี และ เพลงแมงมุมลาย พบว่าระบบสามารถทำงานได้ด้วย ความแม่นยำในระดับสูงมาก โดยรวมแล้ว ระบบสามารถควบคุมการทำงานของโซลินอยด์ให้กดโน๊ตได้ถูกต้องอย่างต่อเนื่องในทุกเพลง ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพที่สอดคล้องกันตามตัวแปรที่ตั้งไว้ประกอบด้วย การทำงานของซอฟต์แวร์ การทำงานของฮาร์ดแวร์ การทำงานของวงจรระบบควบคุม และการใช้แอพพลิเคชันในโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการสั่งการของสัญญาณคำสั่ง ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบหากโซลินอยด์ไม่ทำงาน ตามคำสั่งได้ 3 แนวทางอาจเป็นเพราะความผิดพลาดของสัญญาณอินเตอร์เนตในเวลาที่ทำการทดสอบ ความผิดพลาดของตัวโซลินอยด์จากสัญญาณวงจรโมดูลมอสเฟตกับอาดุยโน่ หรือความผิดพลาดจากสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ฝุ่นเกาะ เกิดสนิม หรือความสกปรกเล็กน้อยบริเวณโซลินอยด์ ฯลฯ

ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของศิริพร สัตย์ซื่อ และคณะ (2564) ซึ่งยืนยันว่า ความแม่นยำในการควบคุมกลไกของหุ่นยนต์ดนตรีมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพของการเขียนโปรแกรมในระดับบอร์ดควบคุมและลักษณะการสื่อสารของระบบเครือข่าย (network communication protocols) ซึ่งระบบที่พัฒนานี้สามารถตอบสนองต่อความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6] และนอกจากนี้การค้นพบการนำระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งมีประโยชน์มากสำหรับการสั่งการด้วยทางไกลที่อยู่นอกสถานที่ที่สัญญาณบลูทูธไปไม่ถึงดังเช่นผลการวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้อินเตอรเน็ตของสรรพสิ่งสร้างหุ่นยนต์พื้นฐานที่ควบคุมผานสมารทโฟนโดยใชสัญญาณบูลทูธเพื่อศึกษาและนำไปใช่งานในการสอนของ ธนพล แกวคำแจง และคณะ (2566) ที่เป็นการใช้อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งที่สั่งผ่านโทรศัพท์มือถือโดยใชสัญญาณบูลทูธที่สามารถสั่งได้เพียงไม่เกิน 8 เมตร อันเป็นผลการทดลองที่ใช้ได้ในระดับหนึ่ง [7] นอกจากนี้การวิจัยนี้ใช้วิธีการสั่งทางไกลด้วยโทรศัพท์มือถือเพื่อความสะดวกและถือว่าเป็นนวัตกรรมในวงการดนตรียังคงสอดคล้องกับงานวิจัยของกริช จั่นอาจ. (2558). การสั่งการทางไกลของการพัฒนาหุ่นยนต์แทนตัวทางไกลที่ควบคุมด้วยสมาร์ทโฟน [8] หุ่นยนต์แทนตัวทางไกลเป็นนวัตกรรมที่อำนวยความสะดวกให้บุคคลที่อยู่ไกลสามารถสื่อสารกันได้เสมือนว่าอยู่ในสถานที่เดียวกันการวิจัยและพัฒนาหุ่นยนต์แทนตัวทางไกลซึ่งประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ราสเบอร์รี่ไพที่สามารถเชื่อมต่อทางไกลด้วยเครือข่ายจำลองส่วนตัวและควบคุมการเคลื่อนไหวได้

## 7. สรุป

งานวิจัยเรื่องอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งสำหรับดนตรีด้วยอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการใช้ระบบอัตโนมัติในควบคุมเครื่องดนตรีประเภทอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดสำหรับธุรกิจร้านอาหาร และศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องดนตรีประเภทอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดที่มีการควบคุมและสั่งการผ่านการเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง โดยมุ่งเน้นการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องดนตรีอิเล็กทรอนิกส์ประเภทคีย์บอร์ดที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อควบคุมโซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้าให้ทำหน้าที่เล่นโน๊ตอัตโนมัติแทนนิ้วมนุษย์ ผู้วิจัยออกแบบวงจรควบคุมโดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และเขียนโปรแกรมเพื่อให้สามารถรับคำสั่งผ่านโทรศัพท์มือถือ ระบบถูกทดสอบโดยให้เล่นบทเพลงต่าง ๆ ผ่านการสั่งงานจากระยะไกล ผลจากการดำเนินงานพบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพ มีความแม่นยำในการกดโน๊ต และตอบสนองต่อคำสั่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้งานด้านดนตรีอัตโนมัติ และสามารถขยายผลไปสู่การเรียนการสอนดนตรี งานแสดง หรือการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่ต้องการควบคุมจากระยะไกลได้ในอนาคต

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง อินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่งสำหรับดนตรีด้วยอิเล็กทรอนิกส์คีย์บอร์ดอัตโนมัติ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประภาวรรณ แพงศรี และ รองศาสตราจารย์ ดร.เดชฤทธิ์ มณีธรรม ตลอดถึงรองศาสตราจารย์ ดร.เบญจลักษณ์ เมืองมีศรี ซึ่งให้คำแนะนำวิธีการนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์ผลข้อมูลและข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์ยิ่งในการทำวิจัย เพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้เกิดขึ้นได้และบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่มุ่งหมายไว้ทุกประการ

## 9. เอกสารอ้างอิง

[1] Roland Corporation. (n.d.). What is the difference between digital pianos and keyboards? Retrieved from https://www.roland.com/

[2] Huber, D. M., & Runstein, R. E. (2013). Modern recording techniques (8th ed.). Focal Press.

[3] Loy, G. (1985). Musicians make a standard: The MIDI phenomenon. Computer Music Journal, 9(4), 8–26.

[4] Banzi, M., & Shiloh, M. (2014). Getting Started with Arduino (3rd ed.). Maker Media.

[5] Monk, S. (2015). Programming Arduino: Next Steps (2nd ed.). McGraw-Hill Education.

[6] ศิริพร สัตย์ซื่อ, สมพงษ์ ประทีป, และนิธินันท์ ทองประเสริฐ. (2564). การออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์เล่นเครื่องดนตรีโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์. วารสารวิศวกรรมศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 28(2), 112–123.

[7] ธนพล แกวคำแจง และคณะ (2566). การประยุกต์ใช้อินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งสร้างหุ่นยนต์พื้นฐานที่ควบคุมผ่านสมาร์ทโฟนโดยใช้สัญญาณบูลทูธเพื่อศึกษาและนำไปใช้งานในการสอน, วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา.ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2566, หน้าที่ 36 – 45.

[8] กริช จั่นอาจ. (2558). การพัฒนาหุ่นยนต์แทนตัวทางไกลที่ควบคุมด้วยสมาร์ทโฟน. (2558) วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

# การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที

# Design and Implementation of an IoT-Based Cigarette Smoke Detection System for Restrooms

สุวลี ชูวาณิชย์[1*] ไพศาล คงเรือง[1] วชิระ บุญนา[1] นันทกร สุขนินทร์[1] และ สันติชัย มาเพ็ง[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Suvalee Chuvanich[1*] Paisan Kongrueang[1] Wachira Bunna[1] Nantakorn Suknin[1] and Santichai Mapheng[1]
[1]Faculty of Industrial Technology, Songkhla Rajabhat University

E-mail: suvalee.ch.@skru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเรื่องการออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำโดยใช้เทคโนโลยีไอโอที (IoT) เพื่อลดปัญหาการสูบบุหรี่ในพื้นที่ห้ามสูบ ซึ่งระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำโดยใช้เทคโนโลยีไอโอทีใช้เซนเซอร์ MQ-2 สำหรับตรวจจับควันบุหรี่และบอร์ด ESP8266 V3 สำหรับควบคุมระบบและส่งข้อมูลแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE พร้อมทั้งการแจ้งเตือนด้วยภาพและเสียงผ่าน Buzzer และหลอดไฟแสดงสถานะ จากการทดสอบพบว่าระบบสามารถแจ้งเตือนได้ครบทั้ง 3 รูปแบบภายในระยะไม่เกิน 160 เซนติเมตร และมีความล่าช้าของเวลาตามระยะห่างของผู้สูบบุหรี่กับเซนเซอร์ จากแบบสอบถามผู้ดูแลห้องน้ำและบุคลากรจำนวน 10 คน พบว่าระบบได้รับคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ย 4.2 อยู่ในระดับดี โดยเฉพาะด้านความเหมาะสมในการใช้งานที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดที่ 4.6 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก แสดงให้เห็นว่าระบบมีประสิทธิภาพ เหมาะสม และสามารถนำไปใช้จริงได้ โดยสามารถพัฒนาและนำไปใช้ในโรงเรียน หรือพื้นที่สาธารณะอื่น เพื่อเสริมสร้างวินัยและสุขอนามัยที่ดีในชุมชน รวมถึงยังช่วยให้ผู้ดูแลห้องน้ำสามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

**คำสำคัญ**: ระบบตรวจจับควันบุหรี่ เทคโนโลยีไอโอที บอร์ด ESP8266 เซนเซอร์ MQ-2

## Abstract

This article presents the design and development of a cigarette smoke detection system for restrooms using Internet of Things (IoT) technology to address the issue of smoking in prohibited areas. The system employs an MQ-2 sensor for smoke detection and an ESP8266 V3 board for system control and notification via the LINE Application. Visual and audio alerts are provided through a buzzer and status indicator lights. Testing showed that the system can deliver all three types of alerts within a 160-centimeter range, with notification delays depending on the smoker's distance from the sensor. A satisfaction survey conducted with 10 restroom staff and personnel revealed an average satisfaction score of 4.2, rated as "good." The highest average score, 4.6, was for the system's applicability, categorized as "very good." These results demonstrate that the system is effective, appropriate, and ready for real-world applications. It holds potential for further development and deployment in schools or other public areas to promote discipline and hygiene within communities and support faster response from restroom supervisors to smoking incidents.

**Keywords:** Cigarette Smoke Detection System, IoT, ESP8266, MQ-2

## 1. บทนำ

จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ประจำปี 2567 พบว่าจำนวนผู้สูบบุหรี่ที่มีอายุ 15 ปีขึ้นไปของประชากรประเทศไทยในช่วงปี 2557 – 2567 มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2567 มีผู้สูบบุหรี่ลดลงเหลือ 9.8 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 16.5 ของประชากรทั้งประเทศ แต่ภาคใต้มีผู้สูบบุหรี่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22.2 ของผู้สูบบุหรี่ทั้งหมด [1] ซึ่งควันบุหรี่สามารถลดคุณภาพอากาศและส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ ควันบุหรี่มีสารเคมีบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็งซึ่งกระตุ้นให้เกิดการเติบโตของมะเร็ง เช่น โรคมะเร็งปอด มะเร็งตับ เป็นต้น [2,3,4] อีกทั้งยังมีข้อมูลบ่งชี้ว่าควันบุหรี่สามารถส่งผลต่อโรคต่างๆ มากมาย เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง [3] และภาวะแทรกซ้อนในการตั้งครรภ์ [5] เป็นต้น ทั้งนี้ควันบุหรี่ส่งผลโดยตรงต่อผู้สูบบุหรี่และผู้ไม่สูบบุหรี่แต่ได้รับควันบุหรี่จากผู้อื่น ดังนั้นประเทศไทยจึงมีการรณรงค์อย่างต่อเนื่องให้เลิกสูบบุหรี่ในที่สาธารณะหรือพื้นที่ปลอดบุหรี่ แต่ยังมีผู้ฝ่าฝืนและสูบบุหรี่ในพื้นที่ปลอดบุหรี่ ทั้งในพื้นที่ร่มและกลางแจ้งใกล้กับอาคาร [3,6] เช่น ในมหาวิทยาลัย โรงเรียน หรือโรงพยาบาล เป็นต้น [6] เพื่อแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศภายในอาคารที่เกิดจากควันบุหรี่ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์หรือระบบเพื่อตรวจจับควันบุหรี่ในพื้นที่ปลอดบุหรี่เพื่อสามารถตรวจจับควันบุหรี่ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ เพื่อให้ผู้ดูแลสามารถดำเนินการได้ทันท่วงที

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือเทคโนโลยีไอโอที (Internet of Things: IoT) ร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับควัน MQ-2 และ ESP8266 และระบบแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE บนสมาร์ทโฟน ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจจับควันจากบุหรี่ และส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย Wi-Fi ไปยังผู้ดูแลโดยทันทีผ่านแอปพลิเคชัน LINE พร้อมทั้งมีระบบสัญญาณเสียง (Buzzer) และไฟสัญญาณ (Pilot Lamp) เพื่อแจ้งเตือน ณ บริเวณห้องน้ำชาย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ระบบที่นำเสนอมีพื้นฐานแนวคิดจากงานวิจัยก่อนหน้า เช่น ระบบแจ้งเตือนควันไฟโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ร่วมกับบอร์ด ESP8266 สามารถแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7, 8] และการเลือกใช้เซนเซอร์ตรวจจับควัน MQ-2 ในการเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัยเกี่ยวกับควันไฟ [9, 10]

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

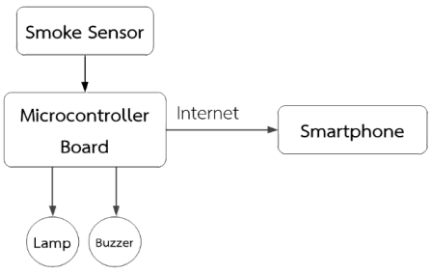
2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที

2.2 เพื่อประเมินความพึงพอใจและความเหมาะสมของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

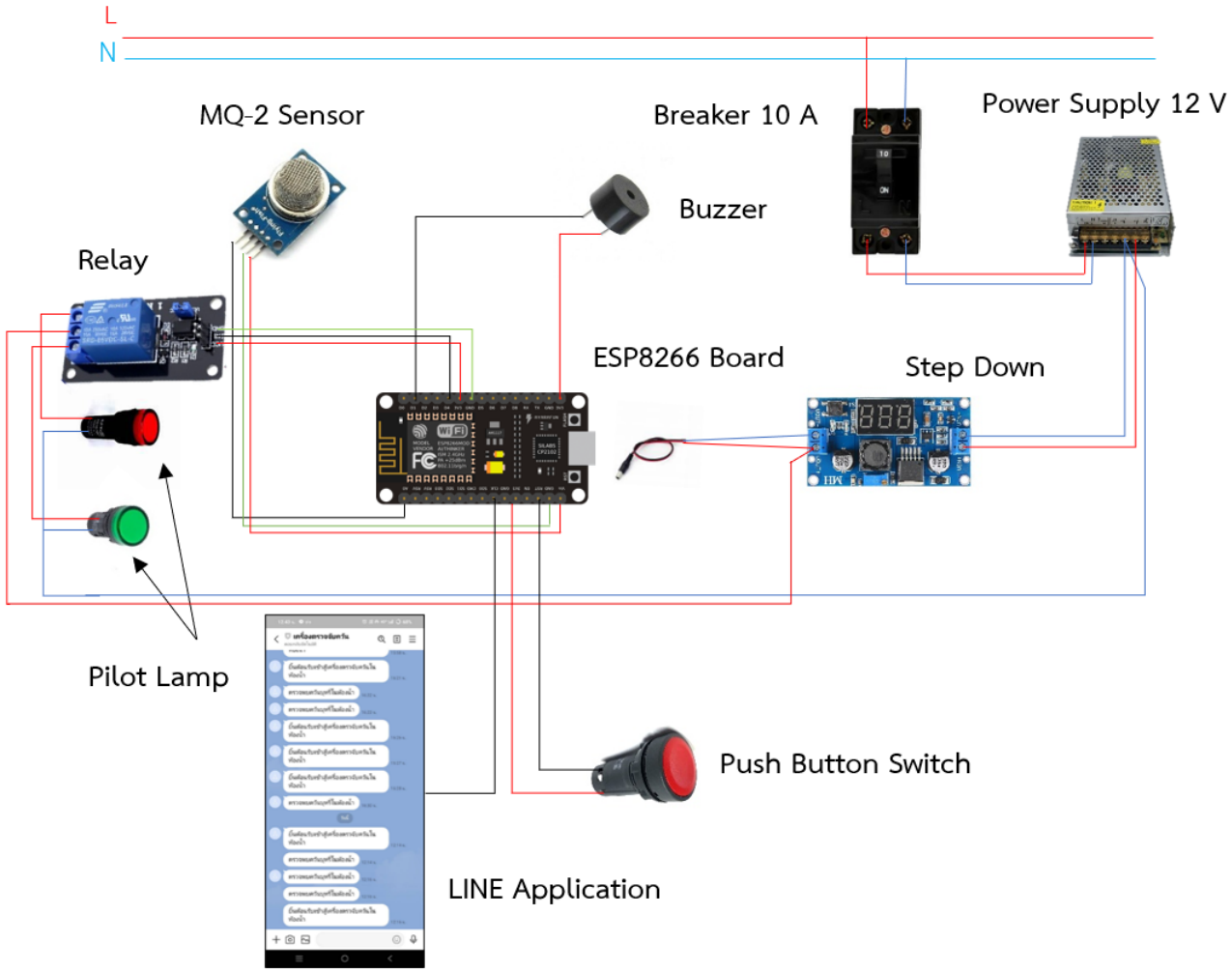
การพัฒนาระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที มีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบตรวจจับควันด้วยเทคโนโลยีไอโอที คณะผู้จัดทำได้ออกแบบระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที โดยแสดงดังรูปที่ 1 โดยสามารถแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบควันบุหรี่ได้ 3 รูปแบบ คือ 1) แอปพลิเคชัน LINE 2) แจ้งเตือนผ่านเสียงด้วย Buzzer และ 3) หลอดไฟแสดงผล (Pilot Lamp)




**รูปที่ 1** ภาพรวมการออกแบบระบบระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำ

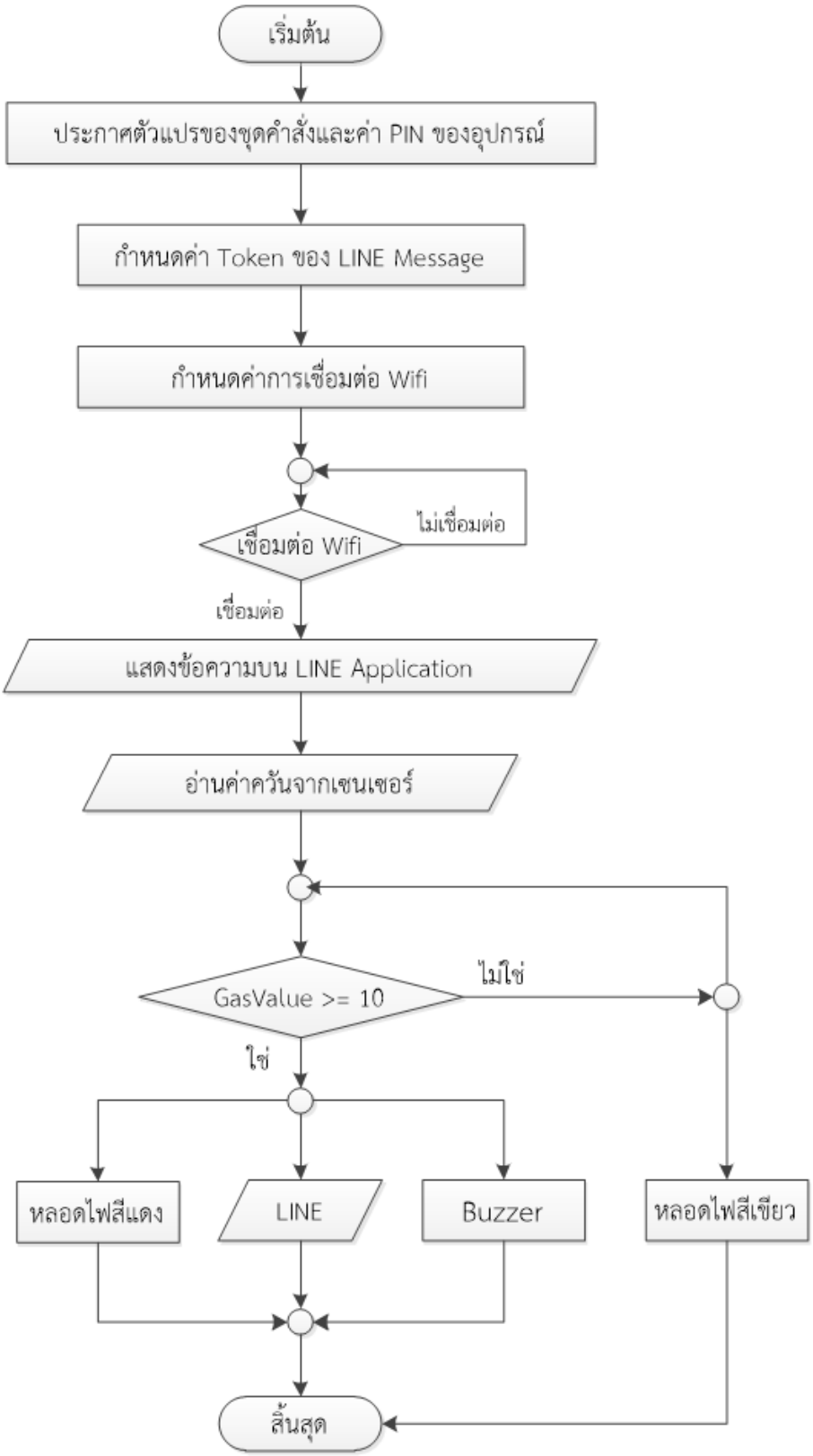
3.2 การพัฒนาระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที คณะผู้จัดทำได้เลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งแสดงดังรูปที่ 2 โดยเซนเซอร์ MQ-2 จะตรวจจับควันบุหรี่และส่งข้อมูลไปยังบอร์ด ESP8266 V3 ซึ่งทำหน้าที่ในการประมวลผลการทำงานของระบบ เมื่อเซนเซอร์ MQ-2 ตรวจพบควันบุหรี่ บอร์ด ESP8266 V3 จะส่งสัญญาณไปยัง Buzzer หลอดไฟสีแดง และส่งข้อมูลในรูปแบบแพ็คเกจอินเทอร์เน็ตไปที่ Cloud Service และแสดงผลการตรวจพบควันบุหรี่บนแอปพลิเคชัน LINE ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3 หากเซนเซอร์ MQ-2 ไม่ตรวจพบควันบุหรี่ บอร์ด ESP8266 V3 จะส่งสัญญาณไปยังหลอดไฟสีเขียวเพื่อแสดงผล โดยผังงานแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมบนบอร์ด ESP8266 V3 แสดงดังรูปที่ 4




**รูปที่ 2** อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำ




**รูปที่ 3** การแสดงข้อความบนแอปพลิเคชัน LINE




**รูปที่ 4** ผังงานแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมบนบอร์ด ESP8266

3.3 คณะผู้จัดทำติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับควันบนฝ้าเพดานบริเวณอ่างล้างมือและตู้ควบคุมระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอทีบริเวณหน้าห้องน้ำชาย แสดงดังรูปที่ 5

3.4 ทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที

3.5 การประเมินความพึงพอใจและความเหมาะสมของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามเป็นผู้ดูแลห้องน้ำชายและบุคลากรของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 10 คน




**รูปที่ 5** การติดตั้งเซนเซอร์และตู้ควบคุม

## 4. ผลการศึกษา

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที จะประกอบด้วยการทดสอบระยะและเวลาในการแจ้งเตือนของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที รวมถึงการเก็บข้อมูลการประเมินความพึงพอใจและความเหมาะสมของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที จำนวน 10 คน ซึ่งมีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

4.1 การทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อเกิดควันบุหรี่ในระยะต่างๆ ทั้ง 3 รูปแบบ คือ แอปพลิเคชัน LINE Buzzer และหลอดไฟสีแดง โดยจับเวลาในการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE ซึ่งการทดสอบแสดงดังรูปที่ 6 และผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 1



**รูปที่ 6** การทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อเกิดควันบุหรี่ในระยะต่างๆ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที

| ระยะ (เซ็นติเมตร) | การแจ้งเตือน | | | | สถานะปกติ (หลอดไฟสีเขียว) | ค่าเฉลี่ยเวลา (วินาที) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | รูปแบบการแจ้งเตือน | | | ไม่แจ้งเตือน | | |
| | แอปพลิเคชัน LINE | Buzzer | หลอดไฟสีแดง | | | |
| ไม่มีการสูบบุหรี่ | - | - | - | √ | √ | - |
| 70 | √ | √ | √ | - | - | 14.45 |
| 120 | √ | √ | √ | - | - | 26.34 |
| 160 | √ | √ | √ | - | - | 47.12 |
| 200 | - | - | - | √ | √ | - |
| 250 | - | - | - | √ | √ | - |

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที พบว่าระบบสามารถตรวจจับควันบุหรี่และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE Buzzer และหลอดไฟสีแดงได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะไม่เกิน 160 เซนติเมตร โดยการแจ้งเตือนมีการหน่วงเวลามากขึ้นเมื่อระยะห่างเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ระยะเวลาในการตรวจจับควันบุหรี่จะขึ้นอยู่กับปริมาณในการพ่นควันบุหรี่ของผู้สูบบุหรี่ด้วย ถ้าปริมาณควันบุหรี่มาก เซนเซอร์ก็จะตรวจจับควันบุหรี่ได้เร็วขึ้น รวมถึงหลอดไฟสีเขียวจะแสดงผลเมื่อเซนเซอร์ไม่สามารถตรวจจับควันบุหรี่ได้

4.2 การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจและความเหมาะสมของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นผู้ดูแลห้องน้ำชายและบุคลากรของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 10 คน โดยมีผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจและความเหมาะสมของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอที

| รายการ | $\bar{x}$ | *s.d.* | ระดับคุณภาพ |
|---|---|---|---|
| 1. ความเหมาะสมของการเลือกใช้วัสดุ | 4 | 0.77 | ดี |
| 2. ความเหมาะสมของตำแหน่งที่ติดตั้งตู้ควบคมและเซ็นเซอร์ | 4 | 0.63 | ดี |
| 3. ความเรียบร้อยและสวยงามของตู้ควบคุม | 4 | 0.63 | ดี |
| 4. ประสิทธิภาพการแจ้งเตือนควันบุหรี่ | 4.3 | 0.64 | ดี |
| 5. ความสะดวกสบายในการใช้งาน | 4.4 | 0.66 | ดี |
| 6. สามารถซ่อมบำรุงได้สะดวก | 4 | 0.77 | ดี |
| 7. ความปลอดภัยในการใช้งาน | 4.3 | 0.64 | ดี |
| 8. มีประโยชน์และสามารถนำไปใช้งานได้จริง | 4.3 | 0.78 | ดี |
| 9. เทคโนโลยีที่นำมาใช้เหมาะสมกับปัจจุบัน | 4.3 | 0.78 | ดี |
| 10.ความเหมาะสมและคุ้มค่าในการใช้เครื่องตรวจจับควัน | 4.6 | 0.49 | ดีมาก |
| ค่าเฉลี่ย | 4.2 | 0.68 | ดี |

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจและความเหมาะสมของระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอทีของผู้ดูแลห้องน้ำชายและบุคลากรจำนวน 10 คน พบว่าระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอทีได้รับความพึงพอใจใน

ระดับ “ดี” โดยรวม (ค่าเฉลี่ย 4.2) โดยเฉพาะด้านความเหมาะสมและความคุ้มค่าในการใช้งาน ได้รับคะแนนสูงสุด (ค่าเฉลี่ย 4.6) อยู่ในระดับ “ดีมาก” ส่วนด้านอื่น ๆ เช่น ความสะดวกในการใช้งาน ความปลอดภัย และประสิทธิภาพในการแจ้งเตือน ได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.0 – 4.4 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ “ดี” แสดงให้เห็นว่าระบบมีความเหมาะสมในการใช้งานจริง และตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5. อภิปรายผล

จากการออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอทีโดยแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE Buzzer และหลอดไฟสีแดง พบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าเฉลี่ยการประเมินจากผู้ดูแลห้องน้ำอยู่ในระดับ "ดี" (ค่าเฉลี่ยรวม 4.2) โดยเฉพาะในด้านความเหมาะสมกับเทคโนโลยีปัจจุบัน ความปลอดภัย และการใช้งานจริง นอกจากนี้ การแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE ยังช่วยให้ผู้ดูแลสามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์ได้รวดเร็ว ทั้งนี้แนวคิดการพัฒนาระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอทีมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sabar และคณะ [2] และ Aminullah และคณะ [8] ซึ่งใช้เซนเซอร์ในการตรวจจับควันบุหรี่ และส่งการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk หรือหลอดไฟ LED ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอทีที่คณะผู้จัดทำได้พัฒนาขึ้น อยู่ในแนวทางเดียวกับงานวิจัยร่วมสมัย เพียงแต่เน้นการใช้งานจริงมากกว่าในห้องทดลอง และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Somantri และคณะ [6] ซึ่งใช้เซนเซอร์หลายตัวและเชื่อมต่อกับระบบคลาวด์ พบว่างานวิจัยดังกล่าวมีความแม่นยำสูงและสามารถแยกประเภทควันได้ เช่น บุหรี่ทั่วไปและไอระเหย ในขณะที่ระบบตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำด้วยเทคโนโลยีไอโอทีที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ตรวจจับควันบุหรี่ในห้องน้ำชายของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเป็นระบบที่ต้นทุนต่ำและเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานภายในพื้นที่จำกัด เช่น ห้องน้ำในอาคารสาธารณะ เป็นต้น ทั้งนี้หากต้องการประสิทธิภาพที่ดีกว่าควรพิจารณาขยายขอบเขตของเซ็นเซอร์หรือปรับตำแหน่งติดตั้งใหม่ให้ครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น และพัฒนาแอปพลิเคชันหรือแพลตฟอร์มคลาวด์ ให้รองรับการแจ้งเตือนที่หลากหลายมากขึ้น เช่น SMS หรืออีเมลล์ เป็นต้น

## เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. เอกสารการสำรวจสถานการณ์การสูบบุหรี่และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของประชากร พ.ศ. 2567. ข้อมูลจาก https://www.nso.go.th/nsoweb/storage/survey_detail/2025/20250401100215_15169.pdf (วันที่สืบค้นข้อมูล 30 พฤษภาคม 2568)

[2] Sabar, J., Kisna p., Ratih, R U., and Sastra, K. W. (2023). Design Virtual Instrumentation System of a Cigarette Smoke Detector. Formosa Journal of Sustainable Research, 2(3), 555–564.

[3] Sanger, J. B., Sitanayah L., and Kumenap V. D. (2019). Detection System for Cigarette Smoke. *2019 4th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, Yogyakarta, Indonesia, pp. 145-149.

[4] Romaszko-Wojtowicz, A., Lorenc, A., Bucinski, A., and Doboszynska, A. (2022). Effects of Tobacco Smoking on the Survivability of Patients with Multiple Cancers and Single Lung Cancer. International journal of environmental research and public health, 19(15), 9179

[5] Gould, G. S., Havard, A. L., Li Lim, and Kumar, R. (2020). Exposure to tobacco, environmental tobacco smoke and nicotine in pregnancy: A pragmatic overview of reviews of maternal and child outcomes, effectiveness of interventions and barriers and facilitators to quitting. International Journal of Environmental Research and Public Health, vol. 17, no. 6. MDPI A G, Mar. 02, 2020.

[6] Somantri, R. F., Ridwanullah, Hendra. and Safitri, D. (2020). Cigarette Smoke Detection System for Non-Smoking Areas Based on IoT and Face Recognition," 2020 6th International Conference on Computing Engineering and Design (ICCED), Sukabumi, Indonesia, pp.1-6.

[7] Thoriq, A. Q., Syarifuddin, N., and Ainul, H. (2025). Design Of An Early Warning System For Fire Based On The Internet Of Things (IOT) Using Nodemcu Esp8266. *International Journal of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science*, *2*(1), 01–16.

[8] Aminullah, M., Dina, F., Imam, A., and Rama, D. (2024). Development of an IoT-Integrated Cigarette Smoke Detection System Using MiCS-5524 Sensor. International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS), 4(1), 40–45.

[9] Siregar, R. F., Affandi, A., Rohana, R., Nasution, A. R., & Tanjung, I. (2024). IoT Smart Control System:Smoke and Fire Detection Using SIM900A Module. Journal of Electrical Technology UMY, 7(2), 48–56.

[10] เบ็ญจภรณ์ ญาณกรกุล และ สัญญา พันธุ์แพง. 2564. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการตรวจจับควันไฟป่าของอุปกรณ์เซนเซอร์, การประชุมวิชาการระดับปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ภูมิภาคเอเชีย ครั้งที่ 9, 25-26 กุมภาพันธ์ 2564, ประจวบคีรีขันธ์, ประเทศไทย.

# การออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ สำหรับโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

# Design of band Slot Antenna by using Microstrip line feed for Mobile Wireless Communication Network

เทพ เกื้อทวีกุล[1*] ภาคิณ มณีโชติ[1] และ จารุกิตติ์ พิบูลนฤดม[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

Thep kueathaweekun[1*] Pakin Maneechot[1] and Jarukit Piboolnaruedom[1]
[1]Faculty of Industrial Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University, Kamphaeng Phet

E-mail: thep_k@kpru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการศึกษาและออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ โครงสร้างของสายอากาศประกอบด้วย สายอากาศแบบช่องเปิดรูปห้าเหลี่ยม โดยมีสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลท์ที่มีสตับรูปห้าเหลี่ยมอีกด้าน ซึ่งสายอากาศในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ โดยใช้ระเบียบวิธี FDTD มาใช้ในการจำลองและวิเคราะห์ผล จากการจำลองพบว่า สามารถออกแบบสายอากาศได้ความถี่เรโซแนนซ์ที่ 850 MHz โดยมีค่าการสูญเสียย้อนกลับเท่ากับ -42 dB VSWR ใกล้เคียงกับ 1 และมีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ประมาณ 49.3 โอห์ม โดยที่ความถี่ 850 MHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 75 MHz ครอบคลุมแถบความถี่ 814-889 MHz และแบบรูปการแผ่พลังงานสนามระยะไกลทั้งสองความถี่เรโซแนนซ์โดยในระนาบ XY เป็นแบบรอบทิศทาง และระในระนาบ XZ เป็นแบบ 2 ทิศทาง

**คำสำคัญ:** สายอากาศช่องเปิดรูปห้าเหลี่ยม/สตับจูนรูปห้าเหลี่ยม/โครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

## Abstract

This paper presents design of slot antenna fed by microstrip line with pentagonal tuning stub for Mobile Wireless Communication Network. This antenna consists the pentagonal slot antenna and fed by microstrip line with pentagonal stub on the ground plane. The objective of proposed slot antenna to create the frequency at 850 MHZ for Mobile Wireless Communication Network operations. The antenna is analyzed by using Finite Difference Time Domain (FDTD) method for study characteristics of slot antenna. The simulation results of the proposed antenna can be obtained the frequency bands at 850 MHz that can cover the required bandwidths coverage the frequency band 814 MHz - 889 MHz. The far-field radiation patterns of dual-band frequencies are bi-directional.

**Keywords**: Pentagonal slot Antenna / Pentagonal Tuning Stub / Mobile Wireless Communication Network

## 1. บทนำ

ในยุคเทคโนโลยีดิจิทัลที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว การสื่อสารแบบไร้สายได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของผู้คนทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงข่ายการสื่อสารเคลื่อนที่ (Mobile Communication Network) ที่เป็นระบบโครงสร้างพื้นฐานสำคัญในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานผ่านอุปกรณ์พกพาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรืออุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) โครงข่ายการสื่อสารเคลื่อนที่ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จากระบบรุ่นแรก (1G) ที่รองรับเพียงการสื่อสารด้วยเสียง ไปสู่ระบบ 5G ที่สามารถรองรับการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง ความหน่วงต่ำ และความสามารถในการเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนมหาศาลในเวลาเดียวกัน เทคโนโลยีนี้ได้กลายเป็นหัวใจสำคัญของหลายอุตสาหกรรม เช่น การแพทย์ การคมนาคมอัจฉริยะ เมืองอัจฉริยะ และการควบคุมระบบจากระยะไกล

ปัจจุบันการสื่อสารไร้สายได้กลายมาเป็นส่วนสำคัญของชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบโครงข่ายการสื่อสารเคลื่อนที่ (Mobile Communication Networks) ที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากระบบ 1G ไปจนถึง 5G และกำลังมุ่งหน้าสู่ 6G หนึ่งในองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบการสื่อสารไร้สายคือ สายอากาศ (Antenna) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งและรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการออกแบบสายอากาศสำหรับโครงข่ายการสื่อสารเคลื่อนที่จึงเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย เช่น ย่านความถี่ที่ใช้งาน ความสามารถในการกำกับทิศทางของสัญญาณ (Directivity) กำลังขยาย (Gain) โพลาไรเซชัน (Polarization) และขนาดของสายอากาศ ทั้งนี้เพื่อให้สายอากาศสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ในสภาวะแวดล้อมที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ความท้าทายในการออกแบบและพัฒนาให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูง ความหน่วงต่ำ และการรองรับผู้ใช้งานจำนวนมากในพื้นที่จำกัด เช่น ในเมืองใหญ่หรือพื้นที่ที่มีการใช้งานหนาแน่น ดังนั้น การพัฒนาสายอากาศในยุคใหม่จึงต้องมีความชาญฉลาดและยืดหยุ่นสูง เช่น สายอากาศแบบ MIMO (Multiple Input Multiple Output), สายอากาศอัจฉริยะ (Smart Antenna) หรือแม้แต่สายอากาศที่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ (Reconfigurable Antenna) หนึ่งในที่ได้รับความนิยมในการออกแบบและพัฒนาเพื่อนำไปใช้งานคือ สายอากาศไมโครสตริปไลน์เป็นสายอากาศชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมนำมาใช้งาน เนื่องจากมีข้อดีอยู่หลายประการคือ สายอากาศที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับสายอากาศชนิดอื่น ๆ และสามารถนำไปใช้ต่อร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้ ดังนั้นหลายปีที่ผ่านจึงมีนักวิจัยด้านการสื่อสารไร้สายหลายๆ ท่านได้ทำการออกแบบและพัฒนาสายอากาศไมโครสตริปสำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย (Wireless Local Area Network หรือ WLAN) อย่างมากมายในหลากหลายรูปแบบ และรูปแบบการป้อนสัญญาณที่แตกต่าง ๆ กัน เช่น สายอากาศช่องเปิด [1-3] สายอากาศไมโครสตริปแพทช์ [4] สายอากาศแบบช่องเปิดที่ป้อนด้วย CPW [5] เป็นต้น สายอากาศที่กล่าวมาแล้วนั้น ได้ทำการออกแบบสายอากาศเฉพาะความถี่ที่ต้องการ ดังนั้นจึงทำให้มีข้อจำกัดหลายประการคือ แบนด์วิดท์ค่อนข้างแคบ และค่อนข้างทำแมตช์ชิ่งได้ยาก ดังนั้น ในการออกแบบและวิเคราะห์สายอากาศแบบช่องเปิดที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปที่มีโครงสร้างพื้นฐาน และง่ายในการทำแมตช์อิมพีแดนซ์เพื่อให้สามารถรองรับกับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย

ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการศึกษาและออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่โดยใช้วิธีระเบียบ FDTD มาทำการออกแบบสายอากาศที่ความถี่ 850 MHz สำหรับใช้งานกับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ และ ใช้การวิเคราะห์ผลการจำลองของสายอากาศด้วยระเบียบวิธี FDTD เพื่อให้ได้แบนด์วิดท์สามารถครอบคลุมแถบความถี่สำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

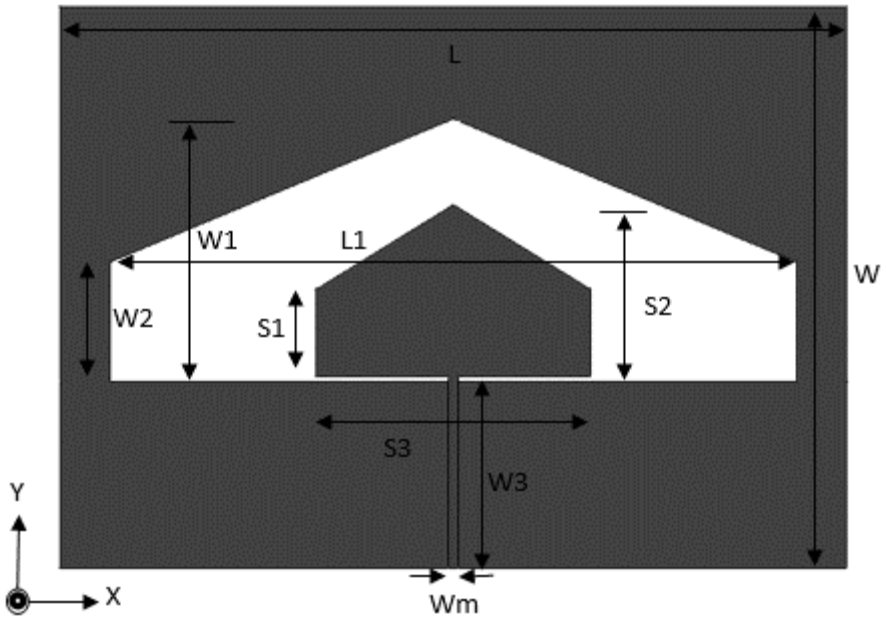
## 2. วัตถประสงค์การวิจัย

การออกแบบและพัฒนาสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 3.1 โครงสร้างและการออกแบบของสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

การออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดที่ป้อนสัญญาณด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลท์ที่มีสตับรูปห้าเหลี่ยม สิ่งที่จำเป็นต้องทำเป็นอันดับแรก คือ การเลือกชนิดของวัสดุฐานรอง (Substrate) เพื่อนำคุณสมบัติต่าง ๆ มาใช้ในการคำนวณหาความกว้างของ Wm และค่าของความยาวคลื่นสัมพัทธ์ ($\lambda_g$) ความถี่เรโซแนนซ์ที่ต้องการออกแบบและทำการออกแบบและวิเคราะห์ผลด้วย FDTD ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้เลือกใช้วัสดุฐานรอง (Substrate) FR4 โดยมีค่าคุณสมบัติดังนี้คือค่าคงตัวไดอิเล็กตริก ($\varepsilon_r$) เท่ากับ 4.5 และความหนา หรือ ชนาดของวัสดุฐานรอง ($h$) เท่ากับ 1.6 มิลลิเมตร โดยวัตถุประสงค์ของการออกแบบสายอากาศในบทความวิจัยนี้ คือ ออกแบบสายอากาศที่ความถี่ 850 MHz สำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ โครงสร้างและพารามิเตอร์ต่างๆ แสดงในรูปที่ 1




**รูปที่ 1** โครงสร้างและพารามิเตอร์ของสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

การออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่โดยใช้วิธีระเบียบ FDTD มาทำการออกแบบสายอากาศที่ความถี่ 850 MHz สำหรับใช้งานกับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่การศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะของสายอากาศสายอากาศแบบช่องเปิดนี้ชี้วิธีการวิเคราะห์ด้วยวิธี FDTD ซึ่งผลการจำลองที่ดีที่สุดและได้ผลตามที่ต้องการ โดยพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดสำหรับการออกแบบมีค่าดังต่อไปนี้ L มีค่าเท่ากับ 126 มิลลิเมตร W มีค่าเท่ากับ 90 มิลลิเมตร L1 มีค่าเท่ากับ 110 มิลลิเมตร W1 มีค่าเท่ากับ 42 มิลลิเมตร W2 มีค่าเท่ากับ 19 มิลลิเมตร W3 มีค่าเท่ากับ 30 มิลลิเมตร S1 มีค่าเท่ากับ 14 มิลลิเมตร S2 มีค่าเท่ากับ 27.5 มิลลิเมตร และ Wm มีค่าเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ในการออกแบบและพัฒาสายสายอากาศแบบช่องเปิดในอันดับแรกคือ การออกแบบความถี่เรโซแนนซ์ที่ต้องการ เพื่อนำมาคำนวณความยาวรวมทั้งหมดของวงรอบช่องเปิด ในบทความนี้จะเริ่มทำการออกแบบที่ความถี่แรกคือ ความถี่ 850 MHz โดยค่าความยาวที่ทำการคำนวณนั้น จะมีการอ้างอิงกับความยาวคลื่นสัมพัทธ์ ($\lambda_g$) [7] ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_{eff}}} \quad (1)$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (2)$$

$$\varepsilon_{eff} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2}\left(1 + 12\frac{h}{W_m}\right)^{-1/2} \quad (3)$$

เมื่อ $\lambda_g$ คือ ความยาวคลื่นสัมพัทธ์ $f$ คือ ความถี่เรโซแนนซ์ที่ต้องการ $\varepsilon_{eff}$ คือ ค่าคงตัวไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์ $\varepsilon_r$ คือ ค่าคงตัวไดอิเล็กตริกของวัสดุฐานรอง $h$ คือ ความหนา (สูง) ของวัสดุฐานรอง และ $c$ คือ ความเร็วของแสง ($3\times10^8$ เมตร/วินาที)

การออกแบบความกว้างของสายสางสัญญาณ $W_m$ เพื่อให้แมตช์กับสายส่งสัญญาณที่ 50 โอห์ม โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$Z_0 = A(C - B) \quad (4)$$

เมื่อ

$$A = \frac{119.9}{\left[2(\varepsilon_r + 1)\right]^{1/2}} \quad (5)$$

$$B = \left[\ln\left(\frac{\pi}{2}\right) + \frac{\ln(4/\pi)}{\varepsilon_r}\right]\frac{\varepsilon_r - 1}{2(\varepsilon_r + 1)} \quad (6)$$

$$C = \ln\left\{\frac{4h}{W_m} + \left[\left(\frac{4h}{W_m}\right)^2 + 2\right]^{1/2}\right\} \quad (7)$$

**3.2 การจำลองสายอากาศด้วยวิธีผลต่างสืบเนื่องจำกัดในโดเมนเวลา (FDTD)**

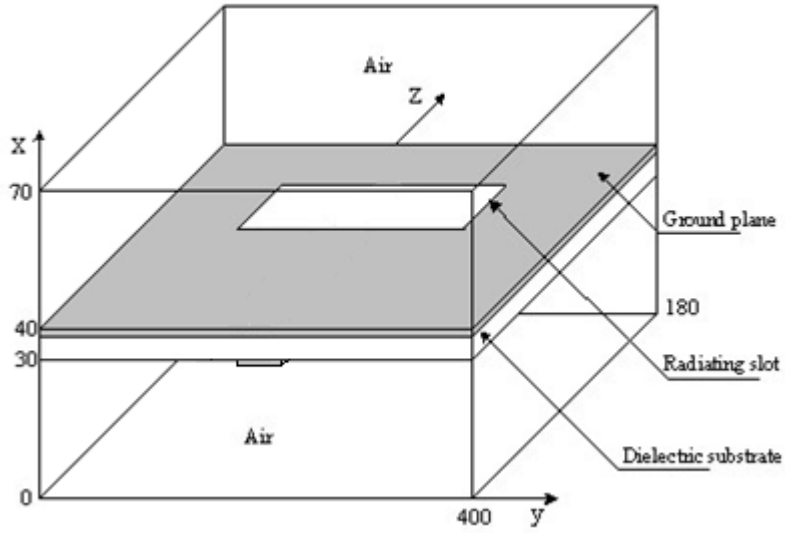
การจำลองสายอากาศแบบช่องเปิดด้วยวิธีผลต่างสืบเนื่องจำกัดในโดเมนเวลา (FDTD) ของ Yongxi [8] จะอาศัยหลักการของ Yee cell นำมาจำลองโดยการวางแต่ละเซลล์ให้เป็นรูปร่างเพื่อลักษณะตามต้องการซึ่งสิ่งที่สำคัญคือเสถียรภาพเชิงตัวเลข ดังนั้นในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับการคำนวณเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งได้แก่การกำหนดขนาดของช่วงเวลา $\Delta t$ และขนาดของช่วงระยะทาง คือ $\Delta x$, $\Delta y$, $\Delta z$ จำนวนช่วงระยะทางที่สามารถครอบคลุมพื้นที่ของรูปร่างทั้งหมดที่ต้องการได้ และจำนวนเวลาเพียงพอที่จะให้คลื่นสามารถเดินทางผ่านเส้นทางที่ต้องการได้จนเสร็จสิ้น นอกจากนั้นขนาดของช่วงระยะทาง คือ $\Delta x$, $\Delta y$, $\Delta z$ และควรจะมีขนาดต่ำกว่า 1/10 ถึง 1/20 ส่วนของความยาวคลื่นที่ใช้งาน และอีกหนึ่งตัวแปรที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลกระทบต่อการคำนวณ คือ ช่วงเวลา เนื่องจากการกำหนดช่วงของเวลาที่ไม่เหมาะสมซึ่งอาจมากไปหรือน้อยไป จะทำให้การคำนวณขาดเสถียรภาพ ดังนั้นจึงต้องมีข้อกำหนดในการเลือกค่าช่วงเวลาที่เหมาะสมโดยมีการกำหนดเงื่อนไขความเสถียรภาพทางเวลาไว้ดังนี้

$$\Delta t \le \frac{1}{V_{\max}\sqrt{(1/\Delta x)^2 + (1/\Delta y)^2 + (1/\Delta z)^2}} \quad (8)$$

โดยที่ $V_{max}$ คือ ความเร็วในการแพร่กระจายคลื่นในขอบเขตสเปซโดยสามารถใช้ค่าความเร็วแสงได้คือ c = 3 x $10^8$เมตร/วินาที

ในการจำลองสายอากาศแบบช่องเปิดโดยใช้วิธี FDTD โดยในงานวิจัยฉบับนี้ จะเริ่มต้นจากการกำหนดขนาดหนึ่งหน่วยของยีเซลล์ (Yee cell) ให้มีขนาดเล็กกว่าหนึ่งส่วนยี่สิบของขนาดความยาวคลื่นสัมพัทธ์ที่ต้องการ และกำหนดการออกแบบให้มีขนาดหนึ่งหน่วยยีเซลล์ในทิศทาง x คือ $\Delta_x = 0.16$ มิลลิเมตร และขนาดหนึ่งหน่วยยีเซลล์ในทิศทาง y และ z เท่ากันคือ $\Delta_y = \Delta_z = 0.10$ มิลลิเมตร

ตามลำดับ เพื่อให้การออกแบบสามารถครอบคลุมขนาดสายอากาศทั้งหมดที่ออกแบบ และเพื่อให้มีความผิดพลาดในการคำนวณน้อยที่สุดโดยขนาดของเซลล์ที่ใช้ในการจำลองสายอากาศเท่ากับ 70x400x180 เซลล์




**รูปที่ 2** รูปแบบการจำลองโครงสร้างสายอากาศที่ใช้การคำนวณด้วยวิธี FDTD

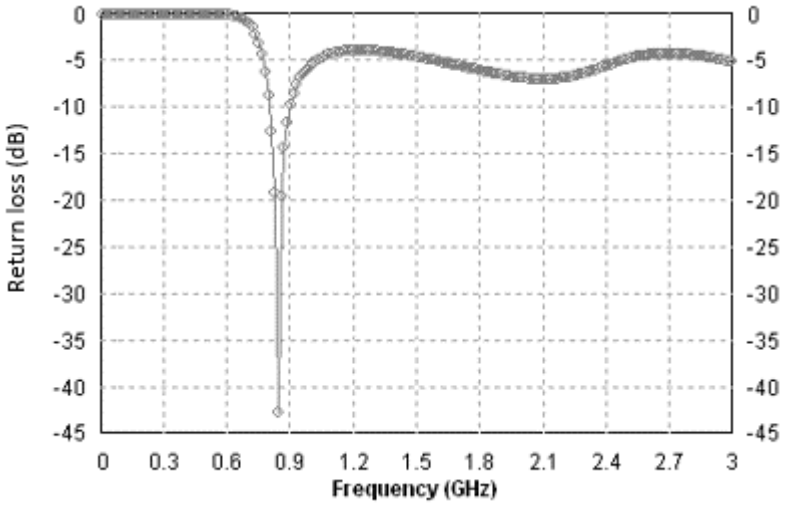
รูปแบบจำลองโครงสร้างของสายอากาศแบบช่องเปิดที่ใช้วิธี FDTD แสดงดังรูปที่2 ซึ่งในการคำนวณด้วยวิธีนี้จะคำนวณส่วนที่เป็นอากาศ (Air) ด้วยเพื่อให้ได้ค่าสนามระยะใกล้ของสายอากาศ การคำนวณรูปแบบโครงสร้างสายอากาศนั้นจะมีวิธีการคำนวณทั้งหมด 2 ครั้งด้วยกันคือ ครั้งแรกจะทำการคำนวณเฉพาะรูปแบบจำลองโครงสร้างของสายส่งสัญญาณไมโครสตริปเพียงอย่างเดียว เพื่อสร้างแหล่งกำเนิดแรงดันพัลซ์แบบเกาส์เซียน และนำเอาแหล่งกำเนิดพัลซ์ที่ได้ไปใช้ในการคำนวณครั้งที่สอง และในการคำนวณครั้งที่สองนี้จะเป็นการคำนวณหาค่าคุณลักษณะต่าง ๆ ของสายอากาศ เช่น ค่าการสูญเสียย้อนกลับ อินพุตอิมพิแดนซ์ อัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง อัตราการขยายของสายอากาศ และแบบรูปการแผ่ของสนามระยะไกล เป็นต้น

## 4. ผลการจำลองของสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

การวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของสายอากาศแบบช่องเปิดจะมีพารามิเตอร์ที่ต้องการศึกษา ประกอบด้วย ค่าการสูญเสียย้อนกลับ ($S_{11}$) อัตาส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง (VSWR) อินพุตอิมพีแดนซ์ (Zin) เป็นต้น ซึ่งค่าการสูญเสียย้อนกลับ ($S_{11}$) เป็นพารามิเตอร์ของสายอากาศที่จะบอกถึงสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของสัญญาณจากโหลด โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$S_{11} = \frac{\Im\left[V_{ref}(t)\right]}{\Im\left[V_{inc}(t)\right]} e^{2\gamma L} \tag{9}$$

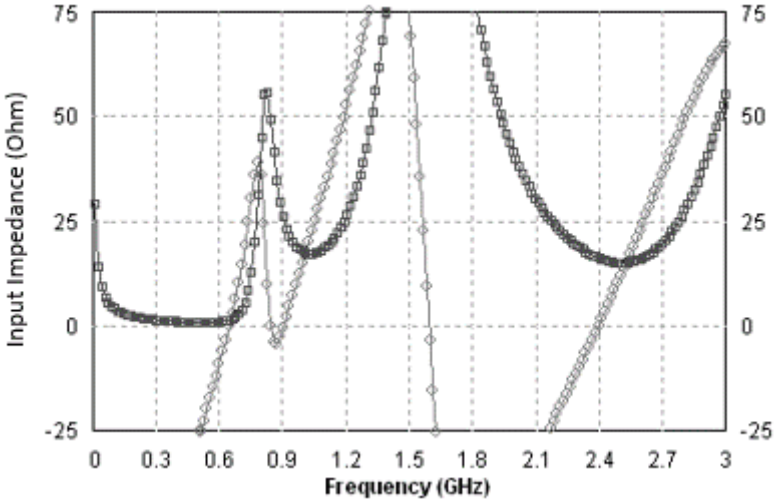
เมื่อ $\Im$ เป็นฟูเรียร์ทรานฟอร์ม, $V_{inc}(t)$ คือ แรงดันที่ส่งเข้าไปในโครงสร้าง, $V_{ref}(t)$ คือแรงดันที่สะท้อนกลับของแต่ละพอร์ตและ $L$ ระยะระหว่างจุดสังเกตุและจุดอ้างอิง และ ส่วนค่า $\gamma$ สามารถคำนวณได้จาก $\gamma = \alpha + j\beta$ เมื่อ $\alpha$ และ $\beta$ คือ ขนาดและเฟสระนาบอ้างอิง




**รูปที่ 3** ค่าการสูญเสียย้อนกลับ ($S_{11}$) ของสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ ($Z_{in}$)สามารถคำนวณได้จาก

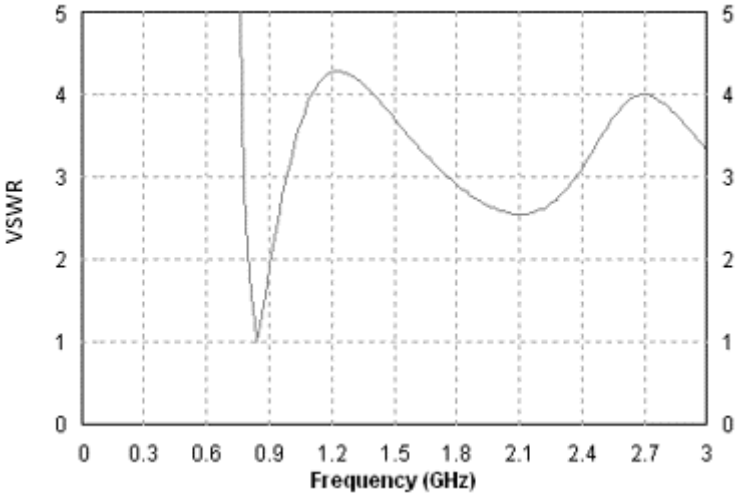
$$Z_{in} = Z_c \frac{1 + S_{11}}{1 - S_{11}} \tag{10}$$




**รูปที่ 4** อินพุตอิมพีแดนซ์ของสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

เมื่อ $Z_c$ เป็นอิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายส่งสัญญาณและ $S_{11}$ คือ การสูญเสียย้อนกลับ (Return Loss) ของสายอากาศสำหรับสมการหาอัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่งนั้นสามารถหาได้จากสมการ

$$VSWR = \frac{1 + |S_{11}|}{1 - |S_{11}|} \tag{11}$$



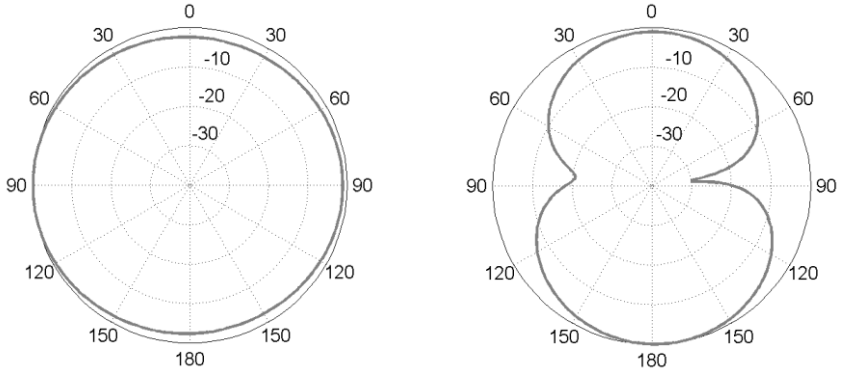

**รูปที่ 5** VSWR ของสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

จากรูปที่ 3-5 แสดงค่าการสูญเสียย้อนกลับ ($S_{11}$) อินพุตอิมพีแดนซ์ VSWR ของสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่เพื่อใช้งานย่านการสื่อสารไร้สาย จากผลการทำลองพบว่า สายอากาศที่ออกแบบได้หนึ่งความถี่ ซึ่งมีค่าการสูญเสียย้อนกลับที่ดีที่ความถี่ 850 MHz และผลของค่าการสูญเสียย้อนกลับที่ 850 MHz และคุณลักษณะต่างๆ เช่น อินพุตอิมพีแดนซ์ VSWR ของสายอากาศแบบช่องเปิดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะต่างๆ ของสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

| คุณลักษณะของสายอากาศ | ความถี่เรโซแนนซ์ที่ 850 MHz |
|---|---|
| $S_{11}$ พารามิเตอร์ (Return loss) | -42 dB |
| อัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง (VSWR) | 1.01 |
| จำนวนจริงของอินพุตอิมพีแดนซ์ (Zin real) | 49.5 โอห์ม |
| จำนวนจินตราภาพของอินพุตอิมพีแดนซ์ (Zin real) | 0.157 โอห์ม |
| แบนด์วิดท์ (Bandwidth) | 75 MHz (814-889 GHz) |

จากตารางที่ 1 คุณลักษณะต่างๆ ของสายอากาศแบบช่องเปิดซึ่งการจำลองที่ได้สายอากาศนี้สามารถออกแบบได้สองความถี่คือ ความถี่ 850 MHz มีค่าการสูญเสียย้อนกลับเท่ากับ -42 ค่า VSWR ใกล้เคียงกับ 1 และมีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ประมาณ 49.3 โอห์ม โดยที่ความถี่ 850 MHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 75 MHz ครอบคลุมแถบความถี่ 814-889 MHz ตามลำดับ




(ก) ระนาบ X-Y (ข) ระนาบ X-Z

**รูปที่ 6** แบบรูปการแผ่พลังงานสนามระยะไกลของสายอากาศแบบช่องเปิดที่ความถี่ 850 MHz

จากภาพรูปแบบการแผ่พลังงานสนามระยะไกลในระนาบ X-Y และระนาบ X-Zที่ความถี่ 850 MHz แสดงในรูปที่ 6 จากผลการจำลองพบว่า ในระนาบ X-Y รูปแบบการแผ่พลังงานสนามระยะไกลเป็นแบบรอบทิศทาง (Omni-directional) ทั้งสองความถี่ และรูปแบบการแผ่พลังงานสนามระยะไกลในระนาบ X-Z เป็นสองทิศทาง (Bi-directional)

## 5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ จากผลการจำลองที่ได้พบว่า มีความถี่เรโซแนนซ์ที่ต้องการที่ความถี่คือ 850 MHz สำหรับนำไปใช้งานกับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ มีค่าการสูญเสียย้อนกลับเท่ากับ -42 ค่า VSWR ใกล้เคียงกับ 1 และ มีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ประมาณ 49.3 โอห์ม โดยที่ความถี่ 850 MHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 75 MHz ครอบคลุมแถบความถี่ 814-889 MHz และแบบรูปการแผ่พลังงานสนามระยะไกลทั้งสองความถี่เรโซแนนซ์โดยในระนาบ XY เป็นแบบรอบทิศทาง แลระในระนาบ XZ เป็นแบบ 2 ทิศทาง ดังนั้นสายอากาศนี้สามารถนำไปใช้งานกับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## เอกสารอ้างอิง

[1] เทพ เกื้อทวีกุล, การปรับปรุงสายอากาศช่องเปิดที่ป้อนด้วยสายส่งแบบไมโครสริปไลท์ที่มีสตับจูนแบบง่ามโดยระเบียบวิธีFDTD สำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย, การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงแพงเพชรครั้งที่ 5 2561, วันที่ 21 ธันวาคม 2561, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงแพงเพชร, กำแพงเพชร.

[2] เทพ เกื้อทวีกุล, การพัฒนาสายอากาศช่องเปิดแบบกว้างที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสตับจูนสำหรับการใช้งานในการสื่อสาร WLAN, การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงแพงเพชรครั้งที่ 5 2561, วันที่ 21 ธันวาคม 2561, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงแพงเพชร, กำแพงเพชร.

[3] เทพ เกื้อทวีกุล, การออกแบบสายอากาศช่องเปิดรูปแอลคู่สำหรับใช้งานโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย, การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมครั้งที่ 1, วันที่ 24-25 มิถุนายน 2558 ณ อาคารปฏิบัติการรวม (อาคาร 27) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ.

[4] เทพ เกื้อทวีกุล และคณะ, การออกแบบสายอากาศช่องเปิดสองความถี่ที่มีแผ่นสตริปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยใช้วิธี FDTD สำหรับประยุกต์ใช้งานโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย, การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมครั้งที่ 1, วันที่ 24-25 มิถุนายน 2558 ณ อาคารปฏิบัติการรวม (อาคาร 27) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ.

[5] Amit, K.& Sachin .2013. “Design of a Dual-Band Microstrip Patch Antenna for GPS, WiMAX and WLAN”, IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering., Vol 6, 56-59.

[6] Chulvanich, C., Nakasuwan, J., Songthanapitak, N., Anantrasirichai, N. and Wakabayashi, T. 2007. Design Narrow Slot Antenna for Dual Frequency. PIERS, Vol 3, 1024-1028.

[7] Constantine, A. B. .2005. Antenna Theory Analysis and Design (3rd ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

[8] Yongxi, Q.& Tatsuo, I. 1999. FDTD Analysis and Design of Microwave Circuits and Antennas (Software and Applications). Tokyo: Realize.

# การออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย

# Design of triple frequency band Slot Antenna by using Microstrip line feed for Wireless Communications Systems

เทพ เกื้อทวีกุล[1*] ภาคิณ มณีโชติ[1] และ จารุกิตติ์ พิบูลนฤดม[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

Thep kueathaweekun[1*] Pakin Maneechot[1] and Jarukit Piboolnaruedom[1]
[1]Faculty of Industrial Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University, Kamphaeng Phet

E-mail: thep_k@kpru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

ในบทความนี้นำเสนอการออกสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย โดยโครงสร้างของสายอากาศนี้ประกอบด้วย ช่องเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและทำการแทรกเส้นสตริปลงในช่องเปิด และป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสตับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าอีกด้าน ซึ่งในบทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สายโดยะทำการออกแบบและวิเคราะห์ผลด้วยวิธีโมเมนต์ของโปรแกรม IE3D การจำลองที่ได้พบว่า สายอากาศนี้สามารถออกแบบได้สามความถี่ โดยความถี่แรกคือ 1.80 GHz มีค่าการสูญเสียย้อนกลับเท่ากับ -20.85 dB และความที่สองคือ ที่ความถี่ 5.50 GHz มีค่าค่าการสูญเสียย้อนกลับ เท่ากับ -31.04 dB และความถี่ที่สามคือ 6.50 GHz มีค่าค่าการสูญเสียย้อนกลับเท่ากับ -31.01 dB และทั้งสามความถี่มีค่า VSWR อยู่ในช่ววง 1 ถึง 2 ซึ่งเป็นช่วงที่ยอมรับได้ และมีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ทั้งสี่ความถี่มีค่าประมาณ 50 โอห์ และที่ความถี่ 1.80 GHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 0.10 GHz (1.780-1.880 GHz) และที่ความถี่ 5.50 GHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 0.65 GHz (5.10-5.75 GHz) และที่ความถี่ 6.50 GHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 0.67 GHz (6.18-6.85 GHz) และรูปแบบการแผ่พลังงานสนามระยะไกลในระนาบ X-Y (Azimuth pattern) เป็นแบบวงกลม (Omni-directional) และ ในระนาบ X-Z (Elevation pattern) เป็นสองทิศทาง (Bi-directional) ตามลำดับ ดังนั้นสายอากาศที่ออกแบบนี้สามารถนำไปใช้งานกับระบบการสื่อสารไร้สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: สายอากาศช่องเปิด/สตับจูนรูปเหลี่ยม/ระบบการสื่อสารไร้สาย

## Abstract

This article presents the design of a triple frequency band slot antenna fed by a microstrip line feed for wireless communication systems. The structure of the antenna consists of a rectangular slot with an inserted strip line and is fed by a microstrip line with a rectangular stub on the other side. The objective of this research is to design a triple frequency band slot antenna fed by a microstrip line feed for wireless communication systems. The proposed slot antenna design and analysis were performed using the Method of Moments in the IE3D simulation software. The simulation results show that the antenna can operate at three frequency bands. The first frequency is 1.80 GHz with a return loss of -20.85 dB. The second frequency is 5.50 GHz with a return loss of -31.04 dB, and

the third frequency is 6.50 GHz with a return loss of -31.01 dB. All three frequencies have a Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) between 1 and 2, which is within the acceptable range. The input impedance at all three frequencies is approximately 50 ohms. At 1.80 GHz, the bandwidth is 0.10 GHz (1.780–1.880 GHz). At 5.50 GHz, the bandwidth is 0.65 GHz (5.10–5.75 GHz), and at 6.50 GHz, the bandwidth is 0.67 GHz (6.18–6.85 GHz) and far-field radiation pattern in the X-Y plane (azimuth pattern) is omnidirectional, while in the X-Z plane (elevation pattern), it is bidirectional, respectively. Therefore, the designed antenna can be effectively applied to wireless communication systems.

**Keywords:** slot Antenna / Rectangular Tuning Stub / Wireless Communication systems

## 1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย (Wireless Communication) มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ทั้งในด้านการติดต่อสื่อสาร การทำงาน การศึกษา และความบันเทิง ระบบสื่อสารไร้สายช่วยให้สามารถส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องใช้สายสัญญาณ ทำให้เกิดความสะดวก คล่องตัว และสามารถใช้งานได้ในหลากหลายสถานที่และสถานการณ์ โดยระบบสื่อสารไร้สายครอบคลุมหลายเทคโนโลยี เช่น ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Communication), เครือข่ายไร้สายภายในพื้นที่จำกัด (Wi-Fi), บลูทูธ (Bluetooth), การสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite Communication) และอื่น ๆ ซึ่งแต่ละระบบมีลักษณะเฉพาะด้านความเร็วในการรับส่งข้อมูล ระยะทางที่ครอบคลุม และรูปแบบการใช้งานที่แตกต่างกัน และการพัฒนาของระบบสื่อสารไร้สายมีความต่อเนื่องและรวดเร็ว ตั้งแต่ยุคของ 1G จนถึงปัจจุบันที่เข้าสู่ยุคของ 5G และกำลังเตรียมพร้อมสำหรับเทคโนโลยี 6G ซึ่งจะรองรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์อัจฉริยะจำนวนมหาศาลในระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) และการใช้งานที่ต้องการความหน่วงต่ำมาก (Ultra-Low Latency) เช่น ยานยนต์ไร้คนขับหรือการผ่าตัดทางไกล เป็นต้น หนึ่งในองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบการสื่อสารไร้สายคือ สายอากาศ (Antenna) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งและรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการออกแบบสายอากาศสำหรับโครงข่ายการสื่อสารเคลื่อนที่จึงเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย เช่น ย่านความถี่ที่ใช้งาน ความสามารถในการกำกับทิศทางของสัญญาณ (Directivity) กำลังขยาย (Gain) โพลาไรเซชัน (Polarization) และขนาดของสายอากาศ ทั้งนี้เพื่อให้สายอากาศสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ในสภาวะแวดล้อมที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ ความท้าทายในการออกแบบยังเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูง ความหน่วงต่ำ และการรองรับผู้ใช้งานจำนวนมากในพื้นที่จำกัด เช่น ในเมืองใหญ่หรือพื้นที่ที่มีการใช้งานหนาแน่น ดังนั้น การพัฒนาสายอากาศในยุคใหม่จึงต้องมีความชาญฉลาดและยืดหยุ่นสูง เช่น สายอากาศแบบ MIMO (Multiple Input Multiple Output), สายอากาศอัจฉริยะ (Smart Antenna) หรือแม้แต่สายอากาศที่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ (Reconfigurable Antenna) หนึ่งในที่ได้รับความนิยมในการออกแบบและพัฒนาเพื่อนำไปใช้งานคือ สายอากาศไมโครสตริปไลน์เป็นสายอากาศชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมนำมาใช้งาน เนื่องจากมีข้อดีอยู่หลายประการคือ สายอากาศที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับสายอากาศชนิดอื่น ๆ และสามารถนำไปใช้ต่อร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ ได้ ดังนั้นหลายปีที่ผ่านจึงมีนักวิจัยด้านการสื่อสารไร้สายหลายๆ ท่านได้ทำการออกแบบและพัฒนาสายอากาศไมโครสตริปสำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย (WLAN) อย่างมากมายในหลากหลายรูปแบบ และรูปแบบการป้อนสัญญาณที่แตกต่าง ๆ กัน เช่น สายอากาศช่องเปิด [1-4] สายอากาศไมโครสตริปแพทช์ [4] สายอากาศแบบช่องเปิดที่ป้อนด้วย CPW [5-6] เป็นต้น ดังที่กล่าวมาเบื้องต้น ในการออกแบบสายอากาศนั้นสามารถทำการออกแบบสายอากาศเฉพาะความถี่ที่ต้องการจึงทำให้มีข้อจำกัดหลายประการส่งผลให้การทำแมตช์ซิ่งได้ยาก ถ้าหากสามารถออกแบบและวิเคราะห์สายอากาศแบบช่องเปิดที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปที่มีโครงสร้างพื้นฐาน และง่ายในการทำแมตช์อิมพีแดนซ์และมีขนาดกระทัดรัดเพื่อให้สามารถรองรับกับระบบเครือข่ายไร้สายจะเป็นประโยชน์ในการนำสายอากาศนี้ไปมช้งานได้อย่ามีประสิทธิภาพ

ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการศึกษาและออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สายโดยการออกแบบและวิเคราะห์ผลด้วยวิธีโมเมนต์ของโปรแกรม IE3D และทำการวิเคราะห์และศึกษาคุณลักษะเฉพาะของสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สายเพื่อนำไปใช้งานกับระบบการสื่อสารไร้สายต่อไป

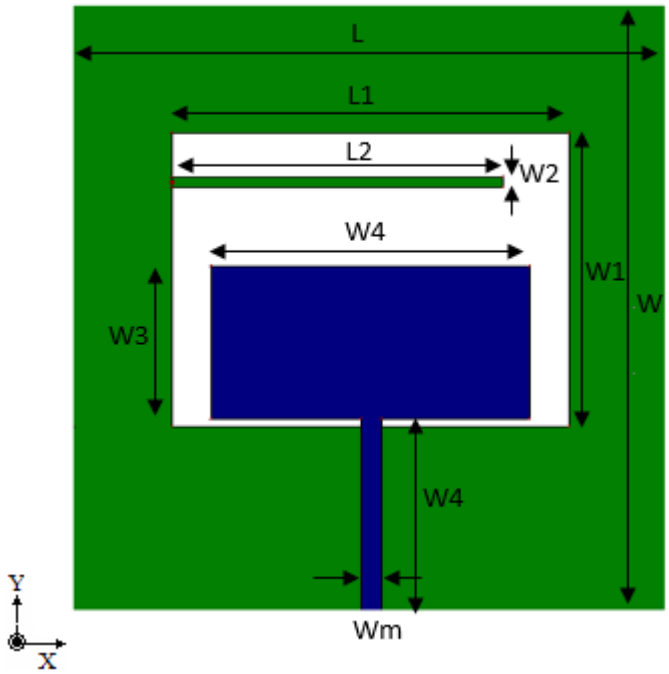
## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

การออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 3.1 โครงสร้างและการออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย

การออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย สิ่งที่ต้องทำลำอันดับแรกคือ การเลือกชนิดของวัสดุฐานรอง (Substrate) เพื่อนำคุณสมบัติต่าง ๆ มาใช้ในการคำนวณหาความกว้างของ สายส่งสัญญาณ (Wm) และนำมาคำนวณค่าของความยาวคลื่นสัมพัทธ์ ($\lambda_g$) [7] ความถี่เรโซแนนซ์ที่ต้องการออกแบบ และทำการออกแบบและวิเคราะห์ผลด้วยวิธีโมเมนต์ของโปรแกรม IE3D [8] ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้เลือกใช้วัสดุฐานรอง (Substrate) คือ FR4 โดยมีคุณสมบัติดังนี้คือ ค่าคงตัวไดอิเล็กตริก ($\varepsilon_r$) เท่ากับ 4.5 และความหนาของวัสดุฐานรอง ($h$) เท่ากับ 1.6 มิลลิเมตร โดยวัตถุประสงค์ของการออกแบบสายอากาศในบทความวิจัยนี้คือ ออกแบบสายอากาศให้มีสามความถี่ที่ 1.800 GHz 5.5 GHz และ 6.50 GHz สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย โดยโครงสร้างและพารามิเตอร์ต่างๆ แสดงในรูปที่ 1




**รูปที่ 1** โครงสร้างและพารามิเตอร์ของสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย

การออกแบบและพัฒนาสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สายโดยการจำลองสายอากาศด้วยวิธีโมเมนต์ IE3D มาใช้ในการออกแบบและวิเคราะห์ เพื่อศึกษาคุณสมบัติของสายอากาศให้ได้ตามต้องการเพื่อนำไปใช้งานในย่านการสื่อสารไร้สาย ซึ่งผลการจำลองที่ดีที่สุดและได้ผลตามที่ต้องการ โดยพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดสำหรับการออกแบบมีค่าดังต่อไปนี้ L มีค่าเท่ากับ 44 มิลลิเมตร W มีค่าเท่ากับ 57 มิลลิเมตร L1 มีค่าเท่ากับ 28 มิลลิเมตร W1 มีค่าเท่ากับ 27 มิลลิเมตร L2 มีค่าเท่ากับ 25 มิลลิเมตร W2 มีค่าเท่ากับ 1 มิลลิเมตร W3 มีค่าเท่ากับ 14 มิลลิเมตร W4 มีค่าเท่ากับ 16.7 มิลลิเมตร และ Wm มีค่าเท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ

การออกแบบสายอากาศช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งไมโครสตริปไลน์ ซึ่งในการออกแบบนั้น ขั้นตอนแรกในการออกแบบคือ คำนวณความถี่เรโซแนนซ์ที่ต้องการ เพื่อนำมาคำนวณความยาวรวมทั้งหมดของวงรอบช่องเปิด ในบทความนี้จะเริ่มทำการออกแบบที่ความถี่แรกคือ ความถี่ 1.80 GHz, ความถี่ที่สองคือ ความถี่ 5.50 GHz และความถี่ที่สามคือ ความถี่ 6.50 GHz ตามลำดับ โดยค่าความยาวที่ทำการคำนวณนั้น จะมีการอ้างอิงกับความยาวคลื่นสัมพัทธ์ ($\lambda_g$) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_{eff}}} \tag{1}$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \tag{2}$$

$$\varepsilon_{eff} \approx \frac{\varepsilon_r + 1}{2} \tag{3}$$

เมื่อ $f$ คือ ความถี่เรโซแนนซ์ที่ต้องการ $\lambda_g$ คือ ความยาวคลื่นสัมพัทธ์ $\varepsilon_{eff}$ คือ ค่าคงตัวไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์ $\varepsilon_r$ คือ ค่าคงตัวไดอิเล็กตริกของวัสดุฐานรอง และ $c$ คือ ความเร็วของแสง ($3\times10^8$ เมตร/วินาที)

## 4. ผลการจำลองของสายอากาศแบบช่องเปิดสำหรับระบบโครงข่ายการสื่อสารไร้สายเคลื่อนที่

การวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของสายอากาศแบบช่องเปิดจะมีพารามิเตอร์ที่ต้องการศึกษา ประกอบด้วย ค่าการสูญเสียย้อนกลับ ($S_{11}$) อัตาส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง (VSWR) อินพุตอิมพีแดนซ์ (Zin) เป็นต้น ซึ่งค่าการสูญเสียย้อนกลับ ($S_{11}$) เป็นพารามิเตอร์ของสายอากาศที่จะบอกถึงสัมประสิทธิ์การสะท้อนกลับของสัญญาณจากโหลด โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$S_{11} = \frac{\Im\left[V_{ref}(t)\right]}{\Im\left[V_{inc}(t)\right]} e^{2\gamma L} \tag{4}$$

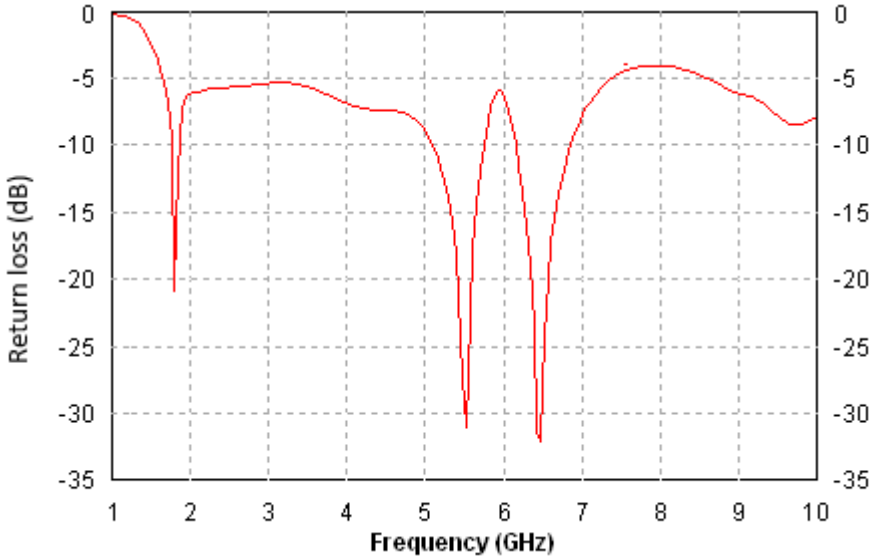
เมื่อ $\Im$ เป็นฟูเรียร์ทรานฟอร์ม, $V_{inc}(t)$ คือ แรงดันที่ส่งเข้าไปในโครงสร้าง, $V_{ref}(t)$ คือแรงดันที่สะท้อนกลับของแต่ละพอร์ตและ $L$ระยะระหว่างจุดสังเกตุและจุดอ้างอิง และ ส่วนค่า $\gamma$ สามารถคำนวณได้จาก $\gamma = \alpha + j\beta$ เมื่อ $\alpha$ และ $\beta$ คือ ขนาดและเฟสระนาบอ้างอิง

ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ ($Z_{in}$)สามารถคำนวณได้จาก

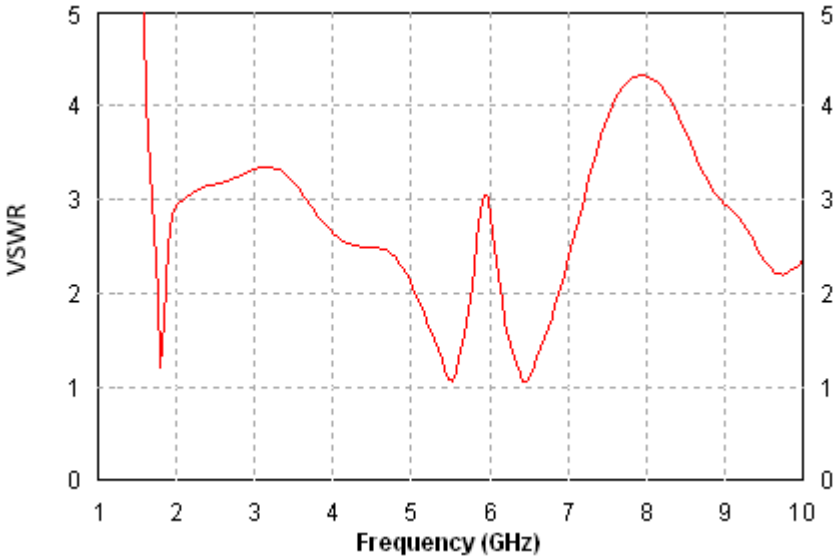
$$Z_{in} = Z_c \frac{1 + S_{11}}{1 - S_{11}} \tag{5}$$

เมื่อ $Z_C$ เป็นอิมพีแดนซ์คุณลักษณะของสายส่งสัญญาณและ $S_{11}$ คือ การสูญเสียย้อนกลับ (Return Loss) ของสายอากาศสำหรับสมการหาอัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่งนั้นสามารถหาได้จากสมการ

$$VSWR = \frac{1+|S_{11}|}{1-|S_{11}|} \quad (6)$$

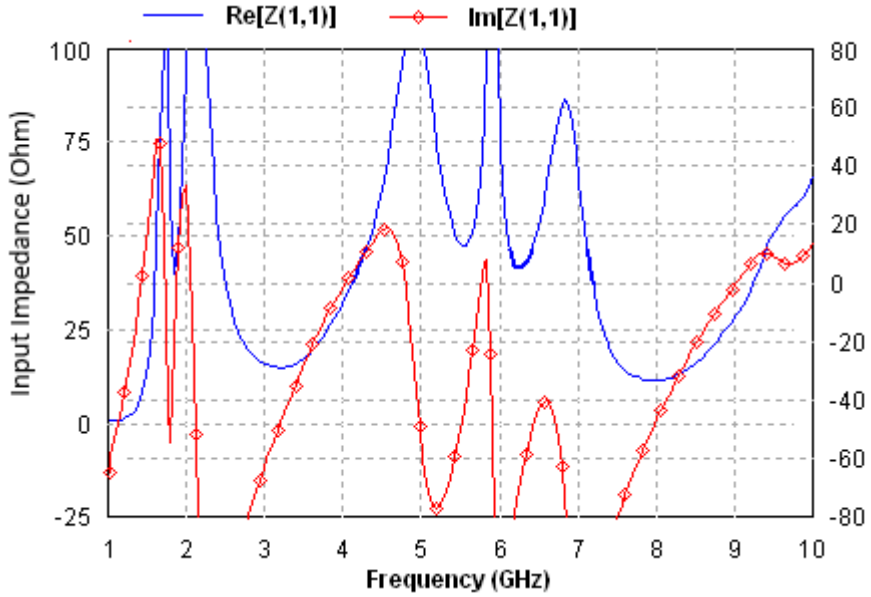



**รูปที่ 2** ค่าการสูญเสียย้อนกลับ ($S_{11}$) ของสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย




**รูปที่ 3** VSWR ของสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย

คุณลักษณะของสายอากาศที่ได้จากการออกแบบสายอากาศแบบช่องเปิดที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณไมโครสตริปไลน์ ซึ่งประกอบด้วย ค่าการสูญเสียย้อนกลับ อัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง และของอินพุตอิมพีแดนซ์แสดงในรูปที่ 2-4 และคุณลักษณะต่างๆ ของสายอากาศแสดงในตารางที่ 1




**รูปที่ 4** อินพุตอิมพีแดนซ์ของสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย

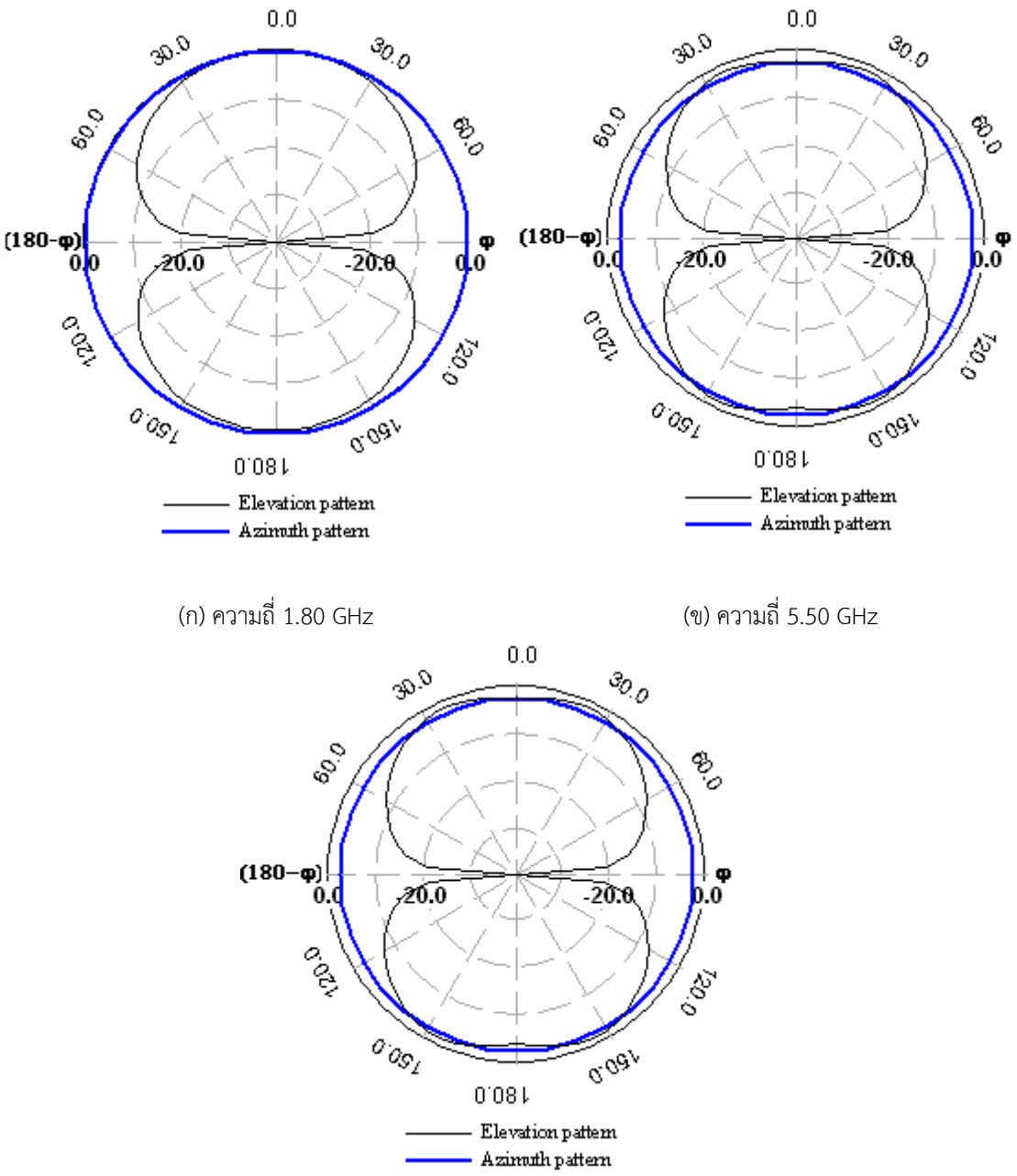
รูปที่ 2-4 แสดงคุณลักษณะของสายอากาศจะเห็นได้ว่าความถี่เรโซแนนซ์ที่ได้ใกล้เคียงกับความถี่เรโซแนนซ์ที่ต้องการ รวมทั้งผลของยังได้ผลของอินพุตอิมพีแดนซ์ที่ดีและคุณลักษณะต่างๆ ของสายอากาศแบบช่องเปิดแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะต่างๆ ของสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย

| คุณลักษณะของสายอากาศ | ความถี่เรโซแนนซ์ที่ 1.80 GHz | ความถี่เรโซแนนซ์ที่ 5.50 GHz | ความถี่เรโซแนนซ์ที่ 6.50 GHz |
|---|---|---|---|
| $S_{11}$ พารามิเตอร์ | -20.85 dB | -31.04 dB | -31.01 dB |
| อัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่ง (VSWR) | 1.18 | 1.05 | 1.05 |
| จำนวนจริงของอินพุตอิมพีแดนซ์ (Zin real) | 58.50 โอห์ม | 48.64 โอห์ม | 50.57 โอห์ม |
| จำนวนจินตราภาพของอินพุตอิมพีแดนซ์ (Zin image) | -4.90 โอห์ม | 1.02 โอห์ม | 2.44 โอห์ม |
| แบนด์วิดท์ (bandwidth) | 0.10 GHz (1.780-1.880 GHz) | 0.65 GHz (5.10-5.75 GHz) | 0.67 GHz (6.18-6.85 GHz) |

จากตารางที่ 1 คุณลักษณะต่างๆ ของสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย ซึ่งการจำลองที่ได้สายอากาศนี้สามารถออกแบบได้สามความถี่ โดยความถี่แรกคือ 1.80 GHz มีค่าการสูญเสียย้อนกลับเท่ากับ -20.85 dB และความที่สองคือ ที่ความถี่ 5.50 GHz มีค่าค่าการสูญเสียย้อนกลับ เท่ากับ -31.04 dB และความถี่ที่สามคือ 6.50 GHz มีค่าค่าการสูญเสียย้อนกลับเท่ากับ -31.01 dB และทั้งสามความถี่มีค่า VSWR อยู่ในช่วง 1 ถึง 2 ซึ่งเป็นช่วงที่ยอมรับได้ และมีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ทั้งสี่ความถี่มีค่าประมาณ 50 โอห์ และที่ความถี่ 1.80 GHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 0.10 GHz

(1.780-1.880 GHz) และที่ความถี่ 5.50 GHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 0.65 GHz (5.10-5.75 GHz) และที่ความถี่ 6.50 GHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 0.67 GHz (6.18-6.85 GHz) ตามลำดับ




(ก) ความถี่ 1.80 GHz (ข) ความถี่ 5.50 GHz

(ค) ความถี่ 6.50 GHz

**รูปที่ 5** แบบรูปการแผ่พลังงานสนามระยะไกลของสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สาย

รูปแบบการแผ่พลังงานสนามระยะไกลในระนาบ X-Y และระนาบ X-Z จะแสดงในรูปที่ 5 โดยระนาบ X-Y จะแสดงรูปแบบการแผ่พลังงานสนามระยะไกลของสนามแม่เหล็กและระนาบ X-Z จะแสดงรูปแบบการแผ่พลังงานสนามระยะไกลของสนามไฟฟ้า จะเห็นได้ว่าสายอากาศแบบนี้มีรูปแบบการแผ่พลังงานสนามระยะไกลในระนาบ X-Y (Azimuth pattern) เป็นแบบวงกลม (Omni-directional) และ ในระนาบ X-Z (Elevation pattern) เป็นสองทิศทาง (Bi-directional)

## 5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การออกแบบและพัฒนาสายอากาศแบบช่องเปิดสามความถี่ที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์สำหรับระบบการสื่อสารไร้สายที่ความถี่ 1.80 GHz 5.50 GHz และ 6.50 GHz ซึ่งการจำลองที่ได้พบว่า สายอากาศนี้สามารถออกแบบได้สามความถี่ โดยความถี่แรกคือ 1.80 GHz มีค่าการสูญเสียย้อนกลับเท่ากับ -20.85 dB และความที่สองคือ ที่ความถี่ 5.50 GHz มีค่าค่าการสูญเสียย้อนกลับ เท่ากับ -31.04 dB และความถี่ที่สามคือ 6.50 GHz มีค่าค่าการสูญเสียย้อนกลับเท่ากับ -31.01 dB และทั้งสามความถี่มีค่า VSWR อยู่ในช่ววง 1 ถึง 2 ซึ่งเป็นช่วงที่ยอมรับได้ และมีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ทั้งสี่ความถี่มีค่าประมาณ 50 โอห์ และที่ความถี่ 1.80 GHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 0.10 GHz (1.780-1.880 GHz) และที่ความถี่ 5.50 GHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 0.65 GHz (5.10-5.75 GHz) และที่ความถี่ 6.50 GHz มีแบนด์วิดท์เท่ากับ 0.67 GHz (6.18-6.85 GHz) และรูปแบบการแผ่พลังงานสนามระยะไกลในระนาบ X-Y (Azimuth pattern) เป็นแบบวงกลม (Omni-directional) และ ในระนาบ X-Z (Elevation pattern) เป็นสองทิศทาง (Bi-directional) ดังนั้นสายอากาศที่ออกแบบนี้สามารถนำไปใช้งานกับระบบการสื่อสารไร้สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## เอกสารอ้างอิง

[1] เทพ เกื้อทวีกุล, การปรับปรุงสายอากาศช่องเปิดที่ป้อนด้วยสายส่งแบบไมโครสริปไลท์ที่มีสตับจูนแบบง่ามโดยระเบียบวิธีFDTD สำหรับโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย, การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงแพงเพชรครั้งที่ 5 2561, วันที่ 21 ธันวาคม 2561, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงแพงเพชร, กำแพงเพชร.

[2] เทพ เกื้อทวีกุล, การพัฒนาสายอากาศช่องเปิดแบบกว้างที่ป้อนด้วยสายส่งสัญญาณแบบไมโครสตริปไลน์ที่มีสตับจูนสำหรับการใช้งานในการสื่อสาร WLAN, การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงแพงเพชรครั้งที่ 5 2561, วันที่ 21 ธันวาคม 2561, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงแพงเพชร, กำแพงเพชร.

[3] เทพ เกื้อทวีกุล, การออกแบบสายอากาศช่องเปิดรูปแอลคู่สำหรับใช้งานโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย, การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมครั้งที่ 1, วันที่ 24-25 มิถุนายน 2558 ณ อาคารปฏิบัติการรวม (อาคาร 27) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ.

[4] เทพ เกื้อทวีกุล และคณะ, การออกแบบสายอากาศช่องเปิดสองความถี่ที่มีแผ่นสตริปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยใช้วิธี FDTD สำหรับประยุกต์ใช้งานโครงข่ายท้องถิ่นไร้สาย, การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมครั้งที่ 1, วันที่ 24-25 มิถุนายน 2558 ณ อาคารปฏิบัติการรวม (อาคาร 27) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ.

[5] Amit, K.& Sachin .2013. “Design of a Dual-Band Microstrip Patch Antenna for GPS, WiMAX and WLAN”, IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering., Vol 6, 56-59.

[6] Chulvanich, C., Nakasuwan, J., Songthanapitak, N., Anantrasirichai, N. and Wakabayashi, T. 2007. Design Narrow Slot Antenna for Dual Frequency. PIERS, Vol 3, 1024-1028.

[7] Constantine, A. B. .2005. Antenna Theory Analysis and Design (3rd ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

[8] Zeland Software, Inc., IE3D, New York.

# การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบโอเพนลูป ด้วยบอร์ดดีเอสพี

# Open-Loop Control of a DC Motor Using a DSP Board

ธรรมรัตน์ ใจแข็ง[1] จรัญ คนแรง[1] มิ่งขวัญ สมพฤกษ์[1] ธนพล แสงสุวรรณ[1] สิทธิกฤต เหล็กพูล[1] เสกสรรค์ วินยางค์กูล[1]
นคร ไชยวงศ์ศักดา[1] ประเวช อนันเอื้อ[1] และวิภพ ใจแข็ง[1*]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Thammarat Jaikhang[1] Jarun Khonrang[1] Mingkwan Somphruek[1] Thanapon Saengsuwan[1] Sitthikrit Leckpool[1]
Seksan Winyangkul[1] Nakorn Chaiwongsakda[1] Prawet Anan-aue[1] and Wipobh Jaikhang[1*]
[1]Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University

E-mail: wipobh.jai@crru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบโอเพนลูป โดยใช้บอร์ด Digital Signal Processor (DSP) รุ่น TMS320F28335 เป็นตัวควบคุมหลัก ระบบควบคุมแบบโอเพนลูป (Open-Loop Control System) เป็นระบบที่ไม่มีการป้อนกลับของสัญญาณเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ แต่จะควบคุมมอเตอร์จากสัญญาณควบคุมที่ตั้งค่าไว้ล่วงหน้า ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่ภาระโหลดมีความคงที่หรือสามารถคาดการณ์ได้ ในการดำเนินงาน คณะผู้วิจัยได้ออกแบบวงจรการขับมอเตอร์ด้วยสัญญาณ PWM ที่สร้างจากบอร์ด DSP โดยมีการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วย Code Composer Studio (CCS) เพื่อกำหนดความเร็วของมอเตอร์ตามค่าที่ผู้ใช้กำหนด ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ในช่วงที่ต้องการอย่างต่อเนื่องและมีเสถียรภาพ แม้ในกรณีที่ไม่มีการตรวจวัดค่าป้อนกลับก็ตาม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าบอร์ด DSP รุ่น TMS320F28335 มีประสิทธิภาพสูงในการประมวลผลคำสั่งควบคุมมอเตอร์ในเวลาจริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมระบบอัตโนมัติอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุม การประมวลผลสัญญาณ และการควบคุมมอเตอร์ในระดับอุดมศึกษา รวมถึงเป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Closed-Loop Control System) ในอนาคต

**คำสำคัญ:** มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ดีเอสพี โปรแกรม MATLAB/Simulink

## Abstract

This research aims to design and develop an open-loop control system for a direct current (DC) motor using the TMS320F28335 Digital Signal Processor (DSP) board as the main controller. An open-loop control system operates without feedback to monitor the output, relying instead on predefined control signals. This approach is suitable for applications with predictable or constant loads. In this study, the researchers designed a motor driver circuit controlled by Pulse Width Modulation (PWM) signals generated from the DSP board. The control program was written using Code Composer Studio (CCS) to set the motor speed according to user-defined values. The developed system was able to control the motor speed continuously and stably within the desired range, even without feedback signals. Experimental results demonstrate that the TMS320F28335 DSP board delivers high performance in real-time motor control and can be effectively applied in other automation systems. This research

provides a practical foundation for teaching in subjects related to control systems, signal processing, and motor control at the higher education level. It also serves as a basis for future development of closed-loop control systems.

**Keywords:** DC Motor, DSP, Program MATLAB/Simulink

## 1. บทนำ

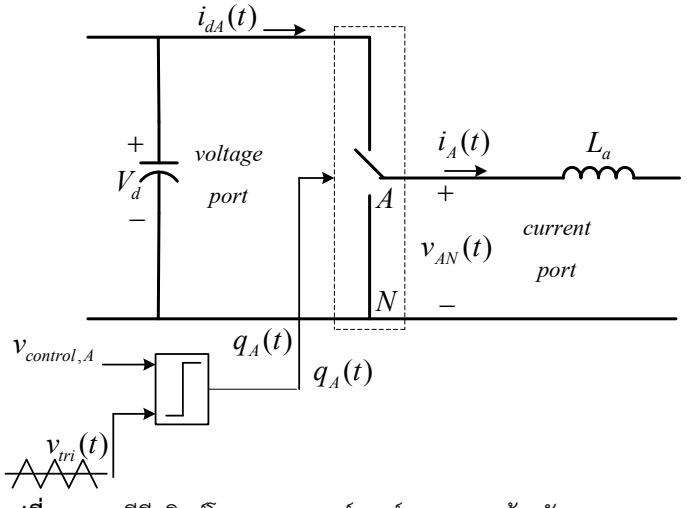
ในปัจจุบัน ระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญในงานอุตสาหกรรมและระบบอัตโนมัติ โดยเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor หรือ DC Motor) ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีคุณสมบัติเด่นในการควบคุมความเร็วและแรงบิดได้อย่างแม่นยำ ตอบสนองเร็ว และมีโครงสร้างที่เข้าใจง่าย การควบคุมมอเตอร์แบบโอเพนลูป (Open-Loop Control) เป็นวิธีการควบคุมที่ไม่ใช้สัญญาณป้อนกลับ (Feedback) แต่จะควบคุมอุปกรณ์โดยตรงจากคำสั่งที่ป้อนเข้าไป ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องการความแม่นยำสูง หรือระบบที่มีภาระคงที่และสามารถคาดการณ์ได้ ในด้านของการประมวลผลสัญญาณและการควบคุม บอร์ด DSP (Digital Signal Processor) ได้กลายเป็นเครื่องมือที่ทรงพลังและมีประสิทธิภาพสูงสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า เนื่องจากสามารถประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็วและรองรับการใช้งานในระบบควบคุมแบบเรียลไทม์ การนำบอร์ด DSP มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้พื้นฐานของระบบควบคุม และการพัฒนาระบบต้นแบบที่สามารถต่อยอดสู่ระบบควบคุมที่ซับซ้อนมากขึ้นในอนาคต

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบโอเพนลูป โดยใช้บอร์ด DSP เป็นตัวควบคุมหลัก เพื่อศึกษาพฤติกรรมของมอเตอร์ภายใต้เงื่อนไขการควบคุมต่าง ๆ และประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ได้จากการควบคุมด้วยวิธีดังกล่าว ซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านการเรียนการสอน การฝึกอบรม และเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาระบบควบคุมแบบปิดลูปในอนาคต

## 2. ทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ทฤษฎี DC Drive System

หลักการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ต้องกำหนดค่าดิวตี้ไซเคิลและการสร้างสัญญาณ PWM สำหรับคอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากบล็อกที่สร้างสัญญาณ GPIO ในไลบรารี่ทั้งหมดนั้นเมื่อสัญญาณอินพุทเปลี่ยนให้เป็นแบบดิจิตอลในช่วง 0-1 ดิวตี้ไซเคิลจะเปลี่ยนอยู่ในช่วง 0-100% ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างสัญญาณ $v_{control,A}$ เพื่อป้อนเข้าสู่บล็อก GPIO 0-1 สำหรับควบคุมแรงดันคอนเวอร์เตอร์




**รูปที่ 1** วงจรดีซีสวิตช์โหมดคอนเวอร์เตอร์ และการสร้างสัญญาณ PWM

สมการสำหรับการสร้างสัญญาณ PWM มีดังนี้

$$d_A = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\frac{v_{Control,A}}{\hat{V}_{tri}} \quad (1)$$

$$d_A = \frac{\bar{v}_{AN}}{V_d} \quad (2)$$

$$\therefore \; v_{control,A} = \frac{2\bar{v}_{AN}}{V_d} - 1 \quad (3)$$

เมื่อ $d_A =$ ดิวตี้ไซเคิล

$v_{control,A} =$ สัญญาณควบคุมความกว้างพัลซ์ที่อินพุทของบล็อก PWM

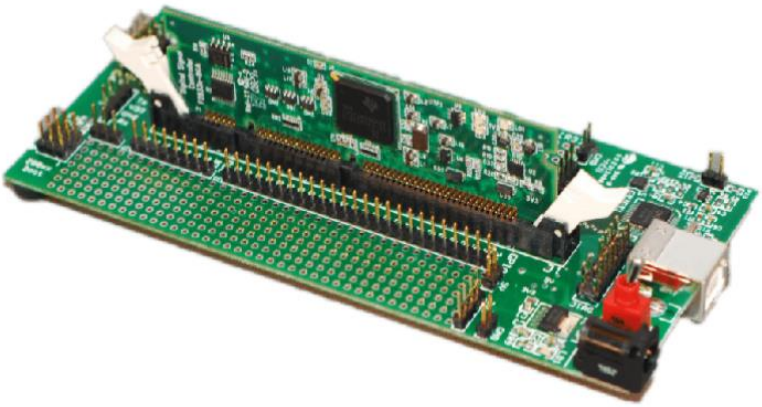
$V_d =$ แรงดันไฟตรงด้านอินพุต (42 V)

$\bar{v}_{AN} =$ แรงดันเฉลี่ยด้านเอาต์พุตที่ต้องการ

$\hat{V}_{tri} =$ สัญญาณสามเหลี่ยมมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1

**2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับบอร์ด DSP**

Digital Signal Processor (DSP) คือหน่วยประมวลผลแบบเฉพาะทางที่ถูกออกแบบมาเพื่อการประมวลผลสัญญาณดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นความสามารถในการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ เช่น การคูณและบวก (MAC - Multiply and Accumulate) ที่ใช้ในการกรอง การควบคุม และการวิเคราะห์สัญญาณในเวลาจริง (Real-Time Processing) DSP ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในระบบควบคุมอุตสาหกรรม ระบบสื่อสาร ระบบเสียง และการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า บอร์ด DSP รุ่น TMS320F28335 เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ตระกูล C2000 ของบริษัท Texas Instruments ซึ่งได้รับการออกแบบมาสำหรับการควบคุมแบบดิจิทัลในงานอุตสาหกรรม เช่น การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ระบบพลังงานทดแทน และระบบอัตโนมัติทางไฟฟ้า โดยมีคุณสมบัติเด่นดังนี้ เช่น CPU แบบ 32 บิต ความเร็วสูงถึง 150 MHz ชุดคำสั่ง MAC (Multiply-Accumulate) ที่รองรับการคำนวณเชิงตัวเลขความเร็วสูง หน่วยความจำแฟลชและ RAM ภายในตัว รองรับการทำงานแบบ Stand-alone โมดูล PWM ความละเอียดสูง (High-Resolution PWM) เหมาะสำหรับควบคุมความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ ADC 12-bit 16 ช่อง สำหรับอ่านค่าสัญญาณแอนะล็อก เช่น กระแสหรือแรงดัน Peripheral ต่าง ๆ เช่น UART, SPI, I2C, eCAN สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก รองรับการเขียนโปรแกรมด้วย Code Composer Studio (CCS) ซึ่งเป็นเครื่องมือจาก TI การเลือกใช้บอร์ด TMS320F28335 สำหรับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบโอเพนลูปเป็นทางเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากมีความสามารถด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เอื้อต่อการพัฒนาระบบควบคุมที่มีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านความเร็ว ความแม่นยำ และความสามารถในการประมวลผลแบบเรียลไทม์



**รูปที่ 2** บอร์ด TMS320F28335

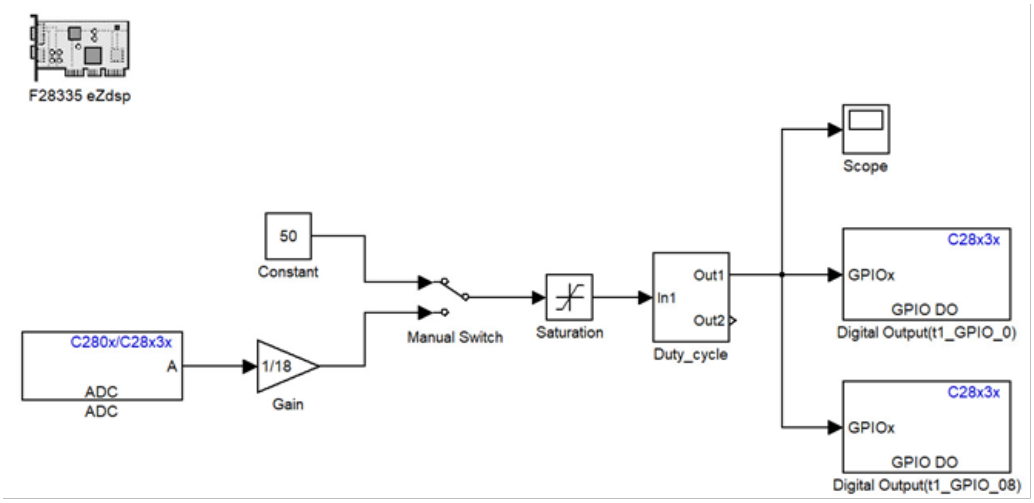
## 3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 การออกแบบวงจรไฟฟ้าร่วมกับ

สำหรับการออกแบบวงจรไฟฟ้าร่วมกับโปรแกรม MATLAB/Simulink สำเร็จรูปนั้น จะมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้ ทำการเปิดโปรแกรม MATLAB/Simulink จากนั้นให้เลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอยู่ในโปรแกรม MATLAB/Simulink ตามที่ได้ออกแบบไว้ก่อน แล้วเชื่อมสายต่อถึงกัน สร้างสัญญาณดีเอสพี หรือตัวประมวลผลสัญญาณดิจิตอลและตัวควบคุม จาก Code Compressor (C2000) เป็นไดอะแกรมวงจรไฟฟ้าแบบแอนะล็อก และแสดงผลสัญญาณ

### 3.2 การออกแบบโปรแกรม

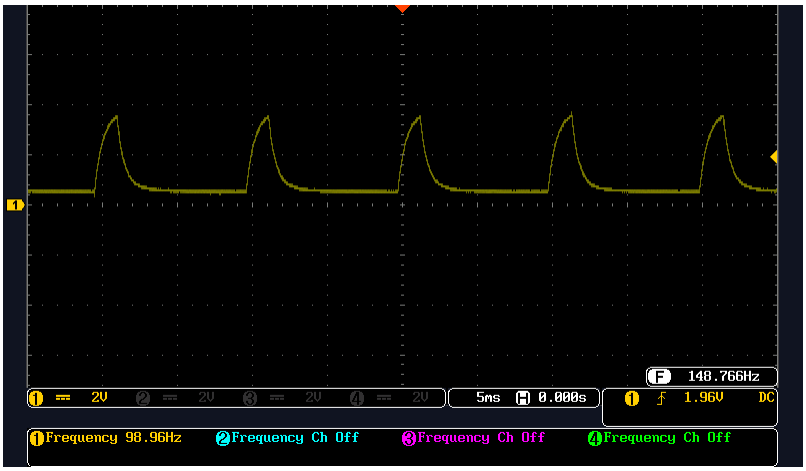
เริ่มต้นจากการเขียนโปรแกรม MATLAB/Simulink โดยกำหนดค่าดิวตี้ไซเคิลและการสร้างสัญญาณ PWM สำหรับคอนเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ Open loop 1 Quadrant จำลองการทำงานการปรับค่าดิวตี้ไซเคิลและการสร้างสัญญาณ PWM สำหรับคอนเวอร์เตอร์ ดังรูปที่ 3



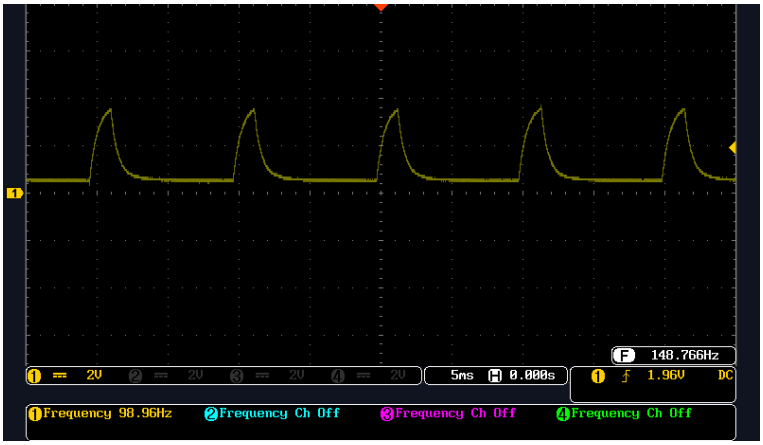

**รูปที่ 3** การออกโปรแกรม MATLAB/Simulink

## 4. ผลการทดสอบ

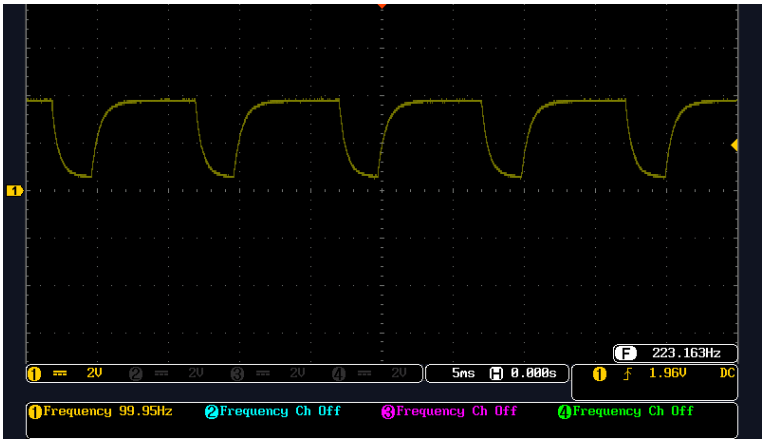
จากการทดสอบผลการทดลองได้เปิดโปรแกรม Code Composer Studio v4 แล้วทำการ Connect โปรแกรมกับบอร์ด DSP จากนั้นดาวน์โหลดโปรแกรมและทำการ RUN โปรแกรมพร้อมกับใช้ออสซิลโลสโคป CH1 วัดสัญญาณที่ DAC1 ทำการปรับโวลุ่มบนบอร์ด DSP 25%, 50%, %, 100% ตามลำดับพร้อมกับวาดสัญญาณรูปคลื่นที่ได้จากออสซิลโลสโคป ดังรูปที่แสดงผล ด้านล่าง



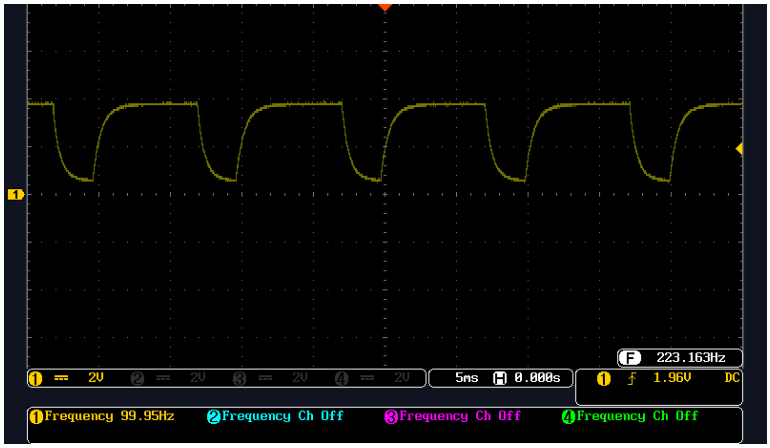

**รูปที่ 4** สัญญาณจากการปรับโวลุ่ม 25%



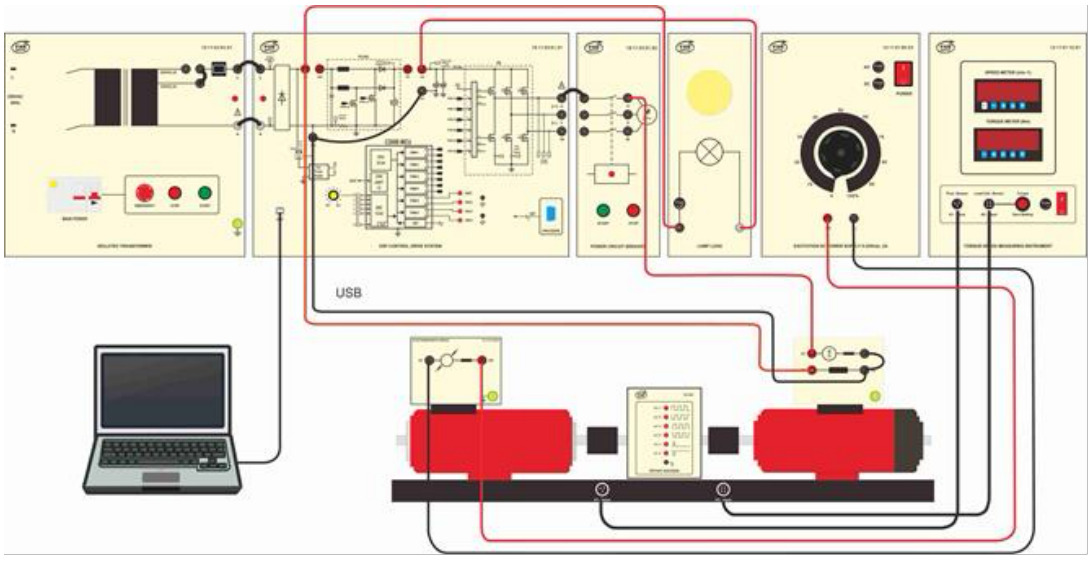

**รูปที่ 5** สัญญาณจากการปรับโวลุ่ม 50%




**รูปที่ 6** สัญญาณจากการปรับโวลุ่ม 75%




**รูปที่ 7** สัญญาณจากการปรับโวลุ่ม 100%




**รูปที่ 8** การต่อวงจรไฟฟ้าสำหรับใช้งาน

## 5. สรุป

เมื่อปรับโวลุ่มไปที่ 50% ความเร็วมอเตอร์จะหมุนคงที่จากนั้นทำการปรับ EXCITATION DC POWER SUPPLY เพิ่มขึ้นจะเห็นได้ว่าความเร็วรอบมอเตอร์จะลดลงเรื่อยๆตามจังหวะการปรับจากนั้นทำกรารปรับ EXCITATION DC POWER SUPPLY ลดลงความเร็วรอบมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามจังหวะการปรับเมื่อปรับลดลงจนถึง 0% ความเร็วมอเตอร์จะกลับมาเท่ากับความเร็วเริ่มต้น และเมื่อทำการปรับโวลุ่มบนบอร์ด DSP เป็นการปรับค่า Duty cycle ทำให้สามารถปรับความเร็วมอเตอร์ได้

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณห้องปฏิบัติการของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่คอยอานวยความสะดวกสำหรับการให้ข้อมูลวิจัยเบื้องต้น ในการทางานบทความวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

[1] Hamza Alzarok, Aiyoub H. Musbah. Tuning of a speed control system for DC servo motor using genetic algorithm, The international journal of engineering and information technology, Vol. 6, No. 2, 2020, pp.141-150

[2] Salman Jasim Hammoodi, Kareem Sayegh Flayyih, Ahmed Refaat Hamad. Design and implementation speed control system of DC motor based on PID control and matlab simulink, International Journal of Power Electronics and Drive System, Vol. 11, No.1, 2020, pp.127-134

[3] S. Reeba Rex, Mary Synthia Regis Prabha. A speed control of DC motor with PWM using microcontroller in hardware in loop, International Journal of Engineering & Technology, 2018, pp.116-119

[4] Said Mahmut Cinar, Zekeriya Balci, Ismail Yabanova. Performing speed control of a DC motor with auto-tuning PID, Afyon Kocatepe University Journal of Science and Enginerring, 2019, pp.690-696

# การออกแบบและพัฒนาเครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์จากขยะเศษอาหารครัวเรือนเพื่อลดเวลาในกระบวนการผลิต: กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนบ้านล่างลุ่มน้ำบางปะกง

# Design and Construction of an Organic Fertilizer Sieving Machine from Household Food Waste to Reduce Production Time: A Study of Ban Lang Bang Pakong Community Enterprise

ศรินยา ประทีปชนะชัย[1*] จักรพันธ์ ปิ่นทอง[2] ลัคนา เพิ่มพูล[3] เษกสรร สิงห์ธนู[4] ณัฐภัทร กาญจนเรืองรอง[5] และ ธนาพล ภู่ทอง[6]
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

Sarinya Prateepchanachai[1*] Jakkaphan Pinthong[2] Lukkana Poempool[3] Seksan Singthanu[4]
Nattapat Kanchanaruangrong[5] and Thanaphol Poothong[6]
[1,2,3,4,5]Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Rajanagarindra University
[6]Faculty of Law, Sukhothai Thammathirat University

E-mail: sarinya@techno.rru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตสารบำรุงดินจากขยะเศษอาหารครัวเรือนของวิสาหกิจชุมชนบ้านล่างลุ่มน้ำบางปะกง และปรับปรุงคุณสมบัติของสารบำรุงดินให้มีองค์ประกอบธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ตามเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ รวมทั้งประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอัดเม็ดเพื่อลดเวลาการผลิต งานวิจัยใช้แผนภูมิกระบวนการไหลเก็บข้อมูลก่อนและหลังปรับปรุง โดยใช้โปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์ พร้อมกับตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์ช่วยลดเวลาการทำงานเหลือ 1-2 นาที ต่อปุ๋ยอินทรีย์ 1 กิโลกรัม คิดเป็นการลดเวลาได้ 50-80% การปรับปรุงสูตรปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราส่วนดินแห้ง : ขี้วัวแห้ง : ขี้ไก่แห้ง : เศษอาหาร เท่ากับ 2 : 1 : 1 : 1 ทำให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีค่าเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น เท่ากับ 0.66%, 0.77% และ 1.50% ตามลำดับ เมื่อนำมาพัฒนาเป็นปุ๋ยอัดเม็ดโดยผสมปุ๋ยอินทรีย์กับปูนมาร์ลในอัตราส่วน 1:0.5 เม็ดปุ๋ยมีความยาวเฉลี่ย 11.38 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.85 มิลลิเมตร ลักษณะผิวเรียบสม่ำเสมอ ความสามารถในการอัดแน่นดี และมีสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งเหมาะสมสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพื่อเพิ่มมูลค่าแก่ผลิตภัณฑ์ชุมชน

**คำสำคัญ:** ขยะชุมชน ปุ๋ยอินทรีย์ เครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์ ลดเวลาในกระบวนการผลิต

## Abstract

The aim of this research attempts to investigate ways of enhancing the efficiency of soil supplement production from household food waste in the Ban Lang Community Enterprise in the Bang Pakong River Basin. The objectives involve improving the nutritional profile of soil modification, specifically nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K), in accordance with the defined criteria for organic fertilizer. The study uses technology to

respond with the manufacturing of both organic and pelletized fertilizers, hence reducing overall processing time. A flow process chart was utilized for collecting data prior to and following enhancements, while SolidWorks software was applied for the design and development of the organic fertilizer sieving machine. The nutrient composition of the resulting products was evaluated and contrasted with established organic fertilizer standards. The findings indicated that the sieving machine significantly reduced the processing time to 1-2 minutes per kilogram of organic fertilizer, representing a reduction of 50-80%. The enhanced manufacturing, comprising dry soil, dry cow dung, dry chicken manure, and food waste in a ratio of 2 : 1 : 1 : 1 (400 g, 200 g, 200 g, and 200 g respectively), yielded enhanced average concentrations of nitrogen, phosphorus, and potassium at 0.66%, 0.77%, and 1.50%, respectively. The pelletized fertilizer, produced by combining organic fertilizer with marl in a 1:0.5 ratio, yielded pellets averaging 11.38 millimeters in length and 7.85 millimeters in diameter. The pellets displayed clean, uniform surfaces, effective compaction, and a light brown hue, rendering them appropriate to produce value-added community fertilizer products.

**Keywords:** organic fertilizer, community waste, fertilizer sieving machine, reduce production times

## 1. บทนำ

ปัญหาขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทยนับว่าเป็นปัญหาสำคัญของประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นการผลิตขยะที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจากสถานการณ์การจัดการขยะมูลฝอยของประเทศไทย ในช่วงระหว่าง พ.ศ. 2565-2567 พบว่า ปี พ.ศ. 2567 มีปริมาณเฉลี่ย 27.20 ล้านตัน ปี พ.ศ. 2566 มีปริมาณเฉลี่ย 26.95 ล้านตัน และปี พ.ศ. 2565 มีปริมาณเฉลี่ย 25.70 ล้านตัน ปริมาณขยะมูลฝอยในปี พ.ศ. 2567 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2565 คิดเป็นประมาณร้อยละ 5.84 เนื่องจากการขยายตัวของชุมชน การเพิ่มขึ้นของประชากรแฝงจากแรงงานต่างด้าวที่เข้ามาทำงาน พฤติกรรมการบริโภคของประชาชนที่นิยมความสะดวกสบายมากขึ้น โดยเฉพาะการสั่งซื้อสินค้าจากแพลตฟอร์มออนไลน์ ทำให้เกิดขยะพลาสติกและขยะมูลฝอยเป็นจำนวนมากขึ้น สำหรับข้อมูลร้อยละของครัวเรือนส่วนใหญ่ใช้วิธีกำจัดขยะในครัวเรือน พ.ศ. 2566 โดยทิ้งลงแม่น้ำ ลำคลอง ที่สาธารณะและอื่นๆ ปริมาณเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 2.2 [1] ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรหามาตรการลดปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น เพื่อลดปัญหาขยะมูลฝอยที่จะส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ สิ่งแวดล้อม สุขภาพของประชาชน และระบบนิเวศต่าง ๆ เนื่องจากขยะชุมชนส่วนมากเป็นขยะจากเศษอาหารและบรรจุภัณฑ์ประเภทพลาสติก จากการบริโภคภายในครัวเรือน ส่งผลต่อการสะสมของขยะพลาสติกในน้ำและทะเล ซึ่งมีส่วนผสมของพลาสติกเป็นองค์ประกอบส่งผลต่อการตกค้างของขยะในชุมชน ไม่สามารถกำจัดได้ตามหลัก 3Rs 5Rs และ 10Rs และย่อยสลายได้ยาก จึงเป็นปัญหาที่มีความสำคัญต่อการจัดการขยะชุมชน โดยขยะชุมชนที่เกิดขึ้นสามารถจำแนกตามองค์ประกอบได้ 4 ประเภท ได้แก่ ขยะย่อยสลายได้ ขยะรีไซเคิล ขยะอันตราย และขยะทั่วไป โดยขยะแต่ละประเภทจะต้องได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมโดยมีขั้นตอนวิธีการดำเนินการ ประกอบด้วย (1) การลดและการคัดแยก ณ แหล่งกำเนิด (2) การกักเก็บและรวบรวม (3) การขนส่ง (4) การแปรสภาพ (5) การกำจัดหรือทำลายด้วยวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสมถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล ภายใต้หลักการ การลดปริมาณขยะและการใช้ซ้ำ (Reduce and Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycling) การผลิตพลังงาน (Energy Recovery) และการกำจัดขั้นตอนสุดท้าย (Final Disposal)จากข้อมูลสถิติพบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2566 พบว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น 27.0 ล้านตัน ถูกกำจัดอย่างถูกต้อง 10.2 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 37.7 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น และกำจัดไม่ถูกต้อง 7.5 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 27.7 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น ตามลำดับ [2] การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนมีการจัดการอย่างถูกต้อง และถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่ช่วยผลักดันให้การจัดการขยะมูลฝอยมีแนวโน้มที่ดีขึ้น สำหรับวิธีการจัดการขยะภายในครัวเรือนโดยทิ้งลงแม่น้ำ ลำคลอง ที่สารธารณะและอื่นๆ ในส่วนนี้ควรหาวิธีการแก้ไขปัญหา

จากปัญหาและสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนที่เกิดขึ้นในปัจจุบันประกอบด้วยหลายสาเหตุปัจจัย และจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขปัญหาอย่างเร่งด่วน โดยมีแนวทางการขับเคลื่อนธนาคารขยะ (Recyclable Waste Bank) ของวิสาหกิจชุมชนบ้านล่างบางปะกง หมู่ 2 ต.ท่าข้าม อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา ตามแนวทางขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น เพื่อขับเคลื่อนและแก้ปัญหาขยะมูลฝอยชุมชนให้เกิดความต่อเนื่อง ซึ่งมุ่งเน้นการจัดการขยะอย่างมีส่วนร่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง มีเป้าหมายเพื่อลดปริมาณขยะในแน่น้ำบางปะกง และส่งเสริมการจัดการขยะอย่างยั่งยืนในชุมชน จากสถิติขยะมูลฝอยชุมชน พบว่ามีปริมาณขยะเกิดขึ้นเฉลี่ย 16 ตันต่อวัน ซึ่งถือว่ามีปริมาณมาก การจัดกิจกรรมธนาคารขยะซึ่งเป็นรูปแบบการดำเนินงานเพื่อส่งเสริมให้ภาคประชาชนมีการคัดแยกรีไซเคิล โดยใช้หลักธนาคารมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้ประชาชนนำขยะรีไซเคิลมาขายที่ธนาคาร โดยมีคณะทำงานธนาคารขยะหมู่บ้านหรือชุมชมที่ได้รับการคัดเลือกมาดำเนินการคัดแยกและชั่งน้ำหนัก คำนวณเป็นมูลค่าและบันทึกข้อมูลการขายลงสมุดคู่ฝาก โดยใช้ราคาที่คณะทำงานธนาคารขยะหมู่บ้านหรือชุมชนได้ประสานงานกับผู้ประกอบการรับซื้อขยะรีไซเคิลเป็นเกณฑ์ในการกำหนดราคา รายได้จากการดำเนินการธนาคารขยะจะนำมาใช้เป็นทุนหมุนเวียนในการดำเนินการ และใช้ในการส่งเสริมกิจกรรมและสวัสดิการของสมาชิกธนาคารขยะต่อไป [3]

ขยะมูลฝอยในชุมชนประเภทขยะอินทรีย์ย่อยสลาย (compostable waste) เป็นขยะที่เน่าเสียและย่อยสลายได้เร็วสามารถนำมาหมักทำปุ๋ยได้ เช่น เศษผัก เปลือกผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้ เศษเนื้อสัตว์ เป็นต้น โดยที่ขยะย่อยสลายนี้เป็นขยะที่พบมากที่สุด กลุ่มวิสาหกิจชุมชนจึงมีความตระหนักต่อการจัดการขยะอินทรีย์ย่อยสลายจากเศษอาหารในครัวเรือน และได้ส่งเสริมองค์ความรู้ควบคู่กับการถ่ายทอดวิธีการแปรรูปขยะอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้จากเศษอาหารในครัวเรือน หรือที่เรียกว่า “ขยะอินทรีย์ในครัวเรือน” ให้เป็นสารบำรุงดินที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้อย่างยั่งยืน อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการสร้างรายได้ให้แก่ประชาชนผ่านการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการดังกล่าว อย่างไรก็ตาม กลุ่มวิสาหกิจชุมชนยังขาดทักษะด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมถึงองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำคัญที่ส่งผลต่อศักยภาพในการสร้างมูลค่าเพิ่มและการขยายตลาดของผลิตภัณฑ์ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีนักวิจัยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีต่างๆ ช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ลือชัย วงษ์ทอง (2566) ศึกษาการบริหารจัดการขยะเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง และปุ๋ยอินทรีย์ขององค์การบริหารส่วนตำบลแก่งหางแมว อำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี พบว่า ขาดการส่งเสริมในการพัฒนาบุคลกรและผู้นำชุมชน เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการขยะเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ [4] และปิยณัฐ โตอ่อน และคณะ (2568) ประยุกต์ใช้ผังกระบวนการไหลของการผลิตก่อนและหลังปรับปรุงเพื่อวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์สามารถช่วยลดทรัพยากร (แรงงานและเวลา) ในการทำงาน [5] ในปัจจุบัน กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการจำหน่ายสารบำรุงดินในราคากิโลกรัมละ 35 บาท แต่มีธาตุอาหารหลักของไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ จึงใช้คำว่า “สารบำรุงดิน” ทดแทนปุ๋ยอินทรีย์ โดยความสำคัญของไนโตรเจนช่วยในการเจริญเติบโตทางใบ ฟอสฟอรัสช่วยส่งเสริมระบบรากและการออกดอก และโพแทสเซียมช่วยในการเจริญเติบโตโดยรวมและเสริมความแข็งแรงของพืช หากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ได้ และพัฒนาต่อยอดเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์และสร้างทางเลือกที่หลากหลายให้แก่ผู้บริโภค ตลอดจนสามารถเอื้อต่อการขนส่ง การจัดเก็บ และการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตสารบำรุงดินจากขยะอินทรีย์ในครัวเรือนของวิสาหกิจชุมชนบ้านล่างลุ่มน้ำบางปะกง

2.2 เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของสารบำรุงดินให้มีองค์ประกอบของธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ให้สอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์

2.3 เพื่อนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด เพื่อและลดเวลาในกระบวนการผลิต

## 3. ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขอบเขตในการศึกษา การจัดการขยะอินทรีย์ หรือขยะเศษอาหารครัวเรือนในระดับชุมชน เพื่อพัฒนาเป็นปุ๋ยอินทรีย์และต่อยอดเป็น ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด โดยครอบคลุมประเด็นสำคัญ ดังนี้

3.1 ตัวแปรต้น คือ อัตราส่วนที่เหมาะสมของขยะอินทรีย์และวัสดุเสริม เช่น ขี้วัวแห้ง และขี้ไก่แห้ง ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากขยะอินทรีย์ในครัวเรือน ขั้นตอนหรือกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ เช่น วิธีการหมัก ระยะเวลาในการหมัก การกลับกองปุ๋ย รวมทั้งเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด เช่น ชนิดของเครื่องอัดเม็ด และสภาพการทำงานของเครื่อง

3.2 ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์จากปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากขยะอินทรีย์ในครัวเรือนระดับชุมชน

1) คุณภาพของปุ๋ยอินทรีย์ (ก่อนอัดเม็ด) ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารหลัก ประกอบด้วย ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) คุณสมบัติทางเคมีอื่นๆ (กรด-เบส) และคุณสมบัติทางกายภาพ (อุณหภูมิ และความชื้น)

2) คุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด เช่น ขนาดและรูปร่างของเม็ด

3) ศักยภาพทางเศรษฐกิจและสังคม เช่น มูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ การใช้ประโยชน์ภายในชุมชน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และการลดปริมาณขยะ




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 4.1 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

#### 4.1.1 วัสดุ/วัตถุดิบหลัก

วัสดุหลักที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เศษอาหาร ซึ่งเป็นแหล่งอินทรียวัตถุหลักในการผลิตปุ๋ย น้ำตาลทรายสำหรับเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุ และวัสดุเสริม เช่น ขี้วัวแห้งและขี้ไก่แห้ง เพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้เหมาะสมกับการบำรุงดิน

#### 4.1.2 อุปกรณ์สำหรับการเตรียมและหมัก

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมและหมัก ประกอบด้วย กล่องแบบมีฝาปิดที่มีรูอากาศ สำหรับรองรับและหมักเศษอาหารภายใต้กระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน (aerobic composting) โดยรูอากาศช่วยให้อากาศถ่ายเทได้ดี ส่งผลให้จุลินทรีย์ที่ต้องการ

ออกซิเจนสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ และป้องกันการเกิดก๊าซมีเทนจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic decomposition) นอกจากนี้ ยังมีกล่องกรองเศษอาหารสำหรับแยกกากของแข็งออกจากของเหลวก่อนเข้าสู่กระบวนการหมักหรือการแปรรูปอื่น ๆ และกะละมังคลุกที่ใช้เป็นภาชนะในการผสมวัตถุดิบให้เข้ากันอย่างทั่วถึงก่อนนำไปหมักหรืออัดเป็นเม็ดปุ๋ย

**4.1.3 เครื่องจักรกล**

เครื่องจักรกลที่ใช้ในกระบวนการผลิต ประกอบด้วย เครื่องร่อน ซึ่งทำหน้าที่แยกสิ่งแปลกปลอมหรือวัสดุที่ไม่ต้องการออกจากวัตถุดิบหรือปุ๋ย เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความสะอาดและเหมาะสมสำหรับการใช้งาน และเครื่องอัดเม็ด ซึ่งใช้ในการอัดวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการหมักแล้วให้เป็นเม็ดปุ๋ยอินทรีย์ ช่วยให้สะดวกต่อการใช้งาน การจัดเก็บ และการขนส่ง




**รูปที่ 2** วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องจักรกลสำหรับการเตรียมและหมักปุ๋ยอินทรีย์

**4.2 การออกแบบโครงสร้างโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SolidWorks**

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้โปรแกรม SolidWorks เวอร์ชั่น 2022 ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภท CAD 3 มิติ (Computer-Aided Design) สำหรับการสร้างและจำลองแบบผลิตภัณฑ์ในรูปแบบสามมิติ โดยโปรแกรมดังกล่าวมีความสามารถในการออกแบบชิ้นงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โปรแกรมนี้จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการวิจัยที่เน้นความแม่นยำทางวิศวกรรมและการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแบบจำลองก่อนการผลิตจริงในภาคสนาม

**4.3 วิธีการตรวจวัดและวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของสารบำรุงดินก่อนและหลังการปรับปรุง**

1. การเก็บตัวอย่างสารบำรุงดินจากแหล่งเดียวกัน ทั้งก่อนและหลังการดำเนินการปรับปรุง วิเคราะห์โดยนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในห้องปฏิบัติการ เปรียบเทียบข้อมูลผลและวิเคราะห์ผลที่ได้จากตัวอย่างก่อนและหลังการปรับปรุง เพื่อระบุแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารแต่ละชนิด

2. การทดสอบเบื้องต้นด้วยสารเคมี เป็นวิธีประเมินธาตุอาหารหลักในดินหรือปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้น้ำที่ดินตกตะกอน 30 นาที แบ่งเป็น 3 ส่วนเพื่อตรวจสอบ จากนั้นหยกสารทดสอบทำปฏิกิริยาประมาณ 1-2 นาที จนแสดงออกมาเป็นสี ได้แก่ การทดสอบไนโตรเจน (N) ใช้สาร Activator Solution ร่วมกับสารทดสอบแอมโมเนียไนโตรเจน การทดสอบฟอสฟอรัส (P) ใช้สารทดสอบฟอสฟอรัส เช่น กรดไนตริก แอมโมเนียมโมลิบเดต และกรดแอสคอร์บิก และการทดสอบโพแทสเซียม (K) ใช้สารทดสอบโพแทสเซียมชนิดโซเดียมโคบอลต์ไนไตรต์ อ่านผลจากสีหรือตะกอน แล้วเปรียบเทียบกับแถบสีมาตรฐาน ข้อดีคือ ราคาถูก ทำง่าย เหมาะสำหรับคัดกรองวัตถุดิบเบื้องต้นในภาคสนาม

3. การทดสอบด้วยเครื่องวัดค่า NPK ในดิน รุ่น MT0266 เพื่อประเมินปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม แบบแยกธาตุ โดยเครื่องสามารถวัดค่าได้ในช่วง 0–1999 มก./กก. ด้วยความแม่นยำ ±10% และสามารถใช้งานในสภาวะแวดล้อมที่หลากหลาย (-10°C ถึง 80°C) เหมาะสำหรับการประเมินคุณภาพดินเบื้องต้นในพื้นที่เกษตรกรรมภาคสนาม

## 5. ผลการวิจัย

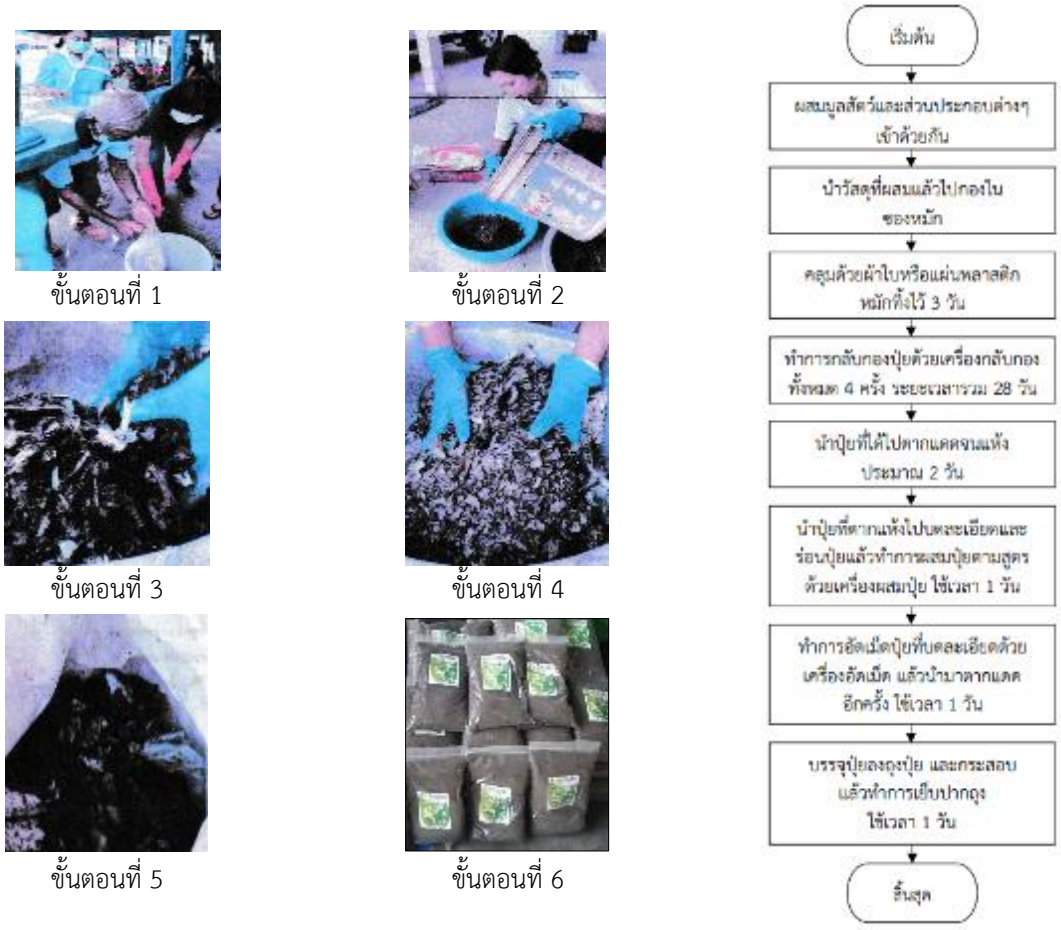
### 5.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นกระบวนการผลิตสารบำรุงดินจากขยะชุมชน

วิสาหกิจชุมชนบ้านล่างลุ่มน้ำบางปะกงมีการดำเนินงานเกี่ยวกับธนาคารขยะเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมในชุมชน เริ่มจากการสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างสมาชิกในพื้นที่เกี่ยวกับแนวคิดการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง เช่น ขวดพลาสติก กระดาษ และขยะเศษอาหารจากครัวเรือน โดยชุมชนจะกำหนดจุดรวบรวมขยะรีไซเคิลและขยะอินทรีย์จากครัวเรือน ซึ่งสมาชิกสามารถนำขยะที่แยกแล้วมาฝากหรือแลกเปลี่ยนเป็นมูลค่าเครดิตหรือสินค้าอุปโภคบริโภคตามระบบที่ธนาคารขยะออกแบบไว้ การรวบรวมข้อมูลขยะอย่างสม่ำเสมอช่วยให้สามารถวางแผนการจัดการได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น




**รูปที่ 3** กระบวนการดำเนินงานธนาคารขยะเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมในชุมชน

สำหรับขยะอินทรีย์ โดยเฉพาะเศษอาหารจากครัวเรือนจะถูกคัดแยกเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการหมักอย่างเหมาะสม ระยะเวลาการหมักขึ้นอยู่กับปริมาณและสภาพแวดล้อมแต่โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 2-4 สัปดาห์ จากนั้นจึงนำมากรองหรือร่อนเพื่อนำเฉพาะส่วนที่ย่อยสมบูรณ์ไปใช้เป็นสารบำรุงดิน สารบำรุงดินเป็นผลพลอยได้จากการจัดการขยะย่อยสลายได้ในครัวเรือน เศษอาหาร หรือขยะย่อยสลายได้ ในพื้นที่ตำบลท่าข้าม อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา มีปริมาณของขยะมูลฝอยในภาพรวมที่เก็บรวบรวมได้ประมาณ 16 ตันต่อวัน ซึ่งขยะอินทรีย์จากเศษอาหารในครัวเรือนมักคิดเป็นสัดส่วน 50-64% ของขยะทั้งหมด คิดเป็นปริมาณขยะอินทรีย์ในครัวเรือนของหมู่ 2 ตำบลท่าข้าม จะอยู่ประมาณ 8-10 ตันต่อวัน โดยขยะชุมชนจะถูกหมักด้วยกระบวนการหมักแบบเติมอากาศออกมาเป็นสารบำรุงดินที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการใช้กับพืชดอกและพืชผักสวนครัว ในกระบวนการผลิตประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้




(ก) (ข)

**รูปที่ 4** (ก) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของกระบวนการผลิตสารบำรุงดินจากเศษอาหารในครัวเรือน และ (ข) ภาพรวมของการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิตสารบำรุงดินเป็นปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดของวิสาหกิจชุมชน

จากรูปที่ 4 (ก) เริ่มจากขั้นตอนที่ 1 เทเศษอาหาร เช่น เศษผัก เปลือกผลไม้ เศษอาหาร ใบไม้ เศษเนื้อสัตว์ เป็นต้น ใส่ถัง หรือกะละมังขั้นตอนที่ 2 เติมดินแห้ง ขี้วัวแห้ง ในอัตราส่วนที่ดินมากกว่าขี้วัวแห้ง เช่น ใส่ดินแห้ง 1 ถุง ส่วนขี้วัวแห้ง ใส่เพียงครึ่งถุง แต่ต้องดูปริมาณเศษอาหารที่นำมาทำปุ๋ยหมักด้วย และเติมน้ำตาลทรายประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ เพื่อเป็นอาหารให้จุลินทรีย์ ขั้นตอนที่ 3 คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน เพื่อดูดซับความชื้นจนมีความแห้ง ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบส่วนผสมต้องร่วน โดยใช้ตะกร้าเจาะรูร่อน จะต้องไม่เปียกแฉะ บีบแล้วไม่เป็นก้อนถือว่าใช้ได้ หากวัสดุเปียกหรือจับตัวเป็นก้อน อาจใช้เวลาร่อนนาน หมักนำส่วนผสมที่ใช้ได้แล้วใส่ถังหรือกระสอบปิดฝา มัดปากกระสอบให้แน่น รอประมาณสามสัปดาห์จะได้ผลิตภัณฑ์สารบำรุงดิน และขั้นตอนที่ 5 บรรจุสารบำรุงดินใส่ถุงและติดฉลาก หลังจากนั้นนำไปจัดเก็บเพื่อรอจำหน่าย

| แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| วิธีนำเสนอ (Present method) ☒ | | | | | วิธีการพิสูจน์ปัญหา (Proposed method) ☐ | | | |
| **หัวข้อ** กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ของวิสาหกิจชุมชนบ้านล่างลุ่มน้ำบางปะกง เลขที่ 12 หมู่ 2 ต.ท่าข้าม อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา 24130 | | | | | | **วัน/เดือน/ปี** 18/6/2568 | | |
| | | | | | | **ผู้บันทึก** P.SARINYA | | |
| | | | | | | **หมายเลขแสดงผัง** 1 | | |
| **แผนก** คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ | | | | | | **หมายเลขงาน** No. 1 of. 1 | | |
| **กิจกรรม** | **สัญลักษณ์** | | | | | **เวลา (วัน)** | **ระยะทาง (เมตร)** | **หมายเหตุ** |
| 1. เตรียมวัสดุ | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | 3 | 2 | |
| 2. ผสมส่วนประกอบต่างๆ เข้าด้วยกัน | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 3. นำไปใส่ในของกลับกอง หมักทิ้งไว้ | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | 3 | |
| 4. หมักทิ้งไว้ | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 5. กลับกองด้วยเครื่องกลับกอง ครั้งที่ 1 | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | 7 | 0.5 | |
| 6. หมักทิ้งไว้ | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 7. กลับกองด้วยเครื่องกลับกอง ครั้งที่ 2 | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | 7 | 0.5 | |
| 8. หมักทิ้งไว้ | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 9. กลับกองด้วยเครื่องกลับกอง ครั้งที่ 3 | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | 7 | 0.5 | |
| 10. หมักทิ้งไว้ | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 11. กลับกองด้วยเครื่องกลับกอง ครั้งที่ 4 | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | 7 | 0.5 | |
| 12. หมักทิ้งไว้ | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 13. นำมากองที่ลานตาก | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | 2 | 3 | |
| 14. ตากแดด | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 15. นำไปเข้าเครื่องร่อนปุ๋ย | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | 1 | 5 | |
| 16. ร่อนปุ๋ย | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 17. นำเข้าเครื่องผสมปุ๋ย | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 18. ผสมปุ๋ยตามสูตร | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 19. นำเข้าเครื่องอัดเม็ด | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | 1 | 1 | |
| 20. อัดเม็ด | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 21. นำมากองที่ลานตาก | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | 3 | |
| 22. ตากแดด (ปุ๋ยเม็ด) | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 23. นำเข้าห้องตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | 1 | 5 | |
| 24. ตรวจสอบคุณภาพ | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 25. บรรจุใส่ถุง หรือกระสอบ และติดฉลาก | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | | |
| 26. นำไปเก็บรอการขาย | ○ | ⇨ | □ | D | ▽ | | 1 | |
| รวม | 11 | 8 | 1 | 0 | 6 | 36 | 25 | |
| ○ = การปฏิบัติ (Operation) : ⇨ = การขนส่ง (Transportation) : □ = การตรวจสอบ (Inspection) : D = ความล่าช้า (Delay) : ▽ = การเก็บ (Storage) | | | | | | | | |

**รูปที่ 5** แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ของกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดหลังการปรับปรุง

จากการเก็บและรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตสารบำรุงดินจากเศษอาหารในครัวเรือน จึงดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 4 (ข) แสดงภาพรวมของการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิตสารบำรุงดินเป็นปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดของวิสาหกิจชุมชน เนื่องจากการผลิตแบบดั้งเดิมประสบปัญหาด้านความชื้นจากการหมักที่ไม่เหมาะสม การปรับปรุงกระบวนการผลิต เริ่มต้นจากนำเศษอาหารใส่ถัง หรือกะละมัง เติมดินแห้ง ผสมขี้วัวแห้ง และขี้ไก่แห้ง และเติมน้ำตาลทราย หลังจากนั้นนำวัสดุที่ผสมไปกองในซองหมัก การกลับกองปุ๋ย และนำปุ๋ยที่ได้ไปตากแดดจนแห้ง แล้วนำไปร่อนจะได้ปุ๋ยอินทรีย์ หากสภาพปุ๋ยยังเป็นก้อน หรือติดตะแกรงร่อนจะปรับปรุงกระบวนการผสมใหม่อีกครั้ง จากนั้นนำไปขึ้นรูปอัดเม็ด แล้วนำมาตากแดดเพื่อลดอุณหภูมิและความชื้น จะได้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด และบรรจุสารปุ๋ยอินทรีย์ หรือปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดลงในบรรจุภัณฑ์ และติดฉลาก หลังจากนั้นนำไปจัดเก็บเพื่อรอจำหน่าย และยังมีการประยุกต์ใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การวิเคราะห์กระบวนการผลิต (Process Chart) มาวิเคราะห์และปรับปรุงวิธีการทำงาน [6] ดังรูปที่ 5 ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อลดเวลาในกระบวนการร่อนปุ๋ย ซึ่งได้ใช้แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) ส่งผลทำให้การร่อนปุ๋ยก่อนนำไปพัฒนาส่วนผสมช่วยลดเวลาการทำงานเหลือ 1-2 นาที ต่อปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ 1 กิโลกรัม จากการเก็บข้อมูลและรวบรวมข้อมูลในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์หลังจากการปรับปรุงมีทั้งหมด 18

ขั้นตอน ใช้เวลา 34 นาที หากผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด พบว่ามีทั้งหมด 26 ขั้นตอน ใช้เวลาทั้งหมด 36 นาที เมื่อทำการออกแบบเครื่องร่อนปุ๋ยสำหรับช่วยในกระบวนการผลิตทำให้เกิดการทำงานที่ง่ายและสร้างความสะดวกรวดเร็ว มาช่วยปรับปรุงขั้นตอนการร่อนปุ๋ยที่ต้องใช้ทรัพยากรที่มากเกินไป สามารถลดเวลาการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของปิยณัฐ โตอ่อน (2568) และเก็บข้อมูลผลผลิตก่อนการปรับปรุงพบว่า ผลิตได้ 30 ถุง หลังการปรับปรุงสามารถผลิตปุ๋ยอินทรีย์ได้ 60 ถุง คิดเป็นร้อยละ 50 ตามลำดับ

**5.2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์**

ออกแบบและพัฒนาเครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์ ขนาด 47x100x47 cm (กว้าง x ยาว x สูง) ตะแกรง ขนาด 37x50 cm ขนาดรูตาข่าย ขนาด 2 mm ขนาดมอเตอร์ปรับความเร็วรอบกำลังไฟฟ้า 12V DC ติดตั้งแผ่นโลหะป้องกันการกระจายตัวของดินขณะร่อน และมีภาชนะรองรับที่เหมาะสม และออกแบบให้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยติดตั้งล้อเลื่อนจำนวน 4 ล้อไว้ที่ฐานของเครื่องที่มีขนาดเหมาะสมกับน้ำหนักรวมของเครื่องและพื้นผิวที่ใช้งาน ดังรูปที่ 6



(ก) มิติด้านหน้าซ้าย (ข) มิติด้านหน้าขวา (ค) มิติด้านหน้า

(ง) มิติด้านบน (จ) มิติด้านข้างซ้าย (ฉ) มิติด้านข้างขวา

**รูปที่ 6** การออกแบบและพัฒนาเครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้โปรแกรม SolidWork

การจับเวลาการทำงานก่อนการปรับปรุงมีการใช้ตะแกรงเจาะรูที่มีการใช้แรงมือจับตะแกรงร่อน (ขนาดรู 2 mm) พบว่า ใช้เวลาร่อน 4-5 นาที ต่อปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ 1 กิโลกรัม หากมีความชื้นหรือมีเศษใหญ่ใหญ่ปนมาก อาจใช้เวลานานขึ้นเป็น 5-8 นาที ระดับความชื้นของปุ๋ยที่เหมาะกับการร่อนอยู่ระหว่าง 8-12%โดยน้ำหนัก มีลักษณะแห้งพอที่จะร่อนผ่านตะแกรงได้ง่าย และไม่จับตัวเป็นก้อน (แต่ไม่เกินควรเกิน 15%) หลังจากใช้เครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์สามารถลดเวลาการทำงานลงเหลือ 1-2 นาที ต่อปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ 1 กิโลกรัม ดังนั้น การใช้เครื่องร่อนช่วยลดเวลาได้ 50-80% ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องและลักษณะของปุ๋ยที่ร่อน

**5.3 ผลการปรับปรุงคุณสมบัติของสารบำรุงดินให้มีองค์ประกอบของธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ให้สอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์**

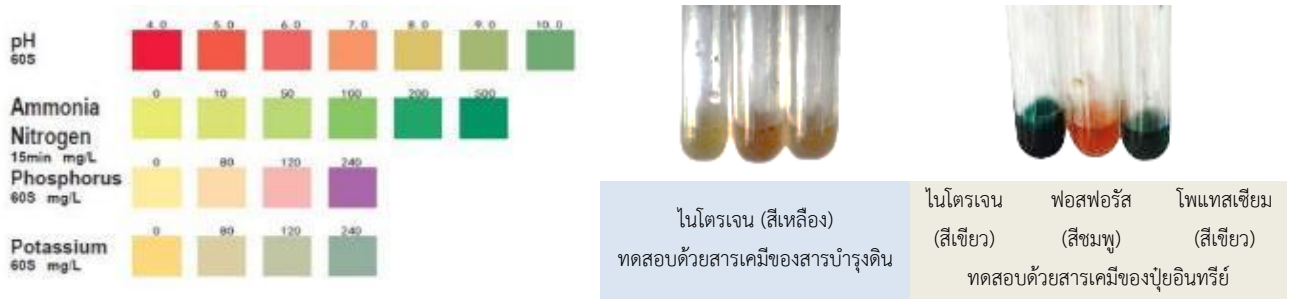
ผลการวิเคราะห์สารบำรุงดินก่อนปรับปรุง พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมด มีค่าเฉลี่ย 0.58, 0.45 และ 0.70 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ในส่วนของค่ากรด-เบส มีค่าเฉลี่ย 6.09 ผู้วิจัยจึงดำเนินการปรับปรุงสารบำรุงดินเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ในอัตราส่วน 1 กิโลกรัม โดยอัตราส่วนดินแห้ง : ขี้วัวแห้ง : ขี้ไก่แห้ง : เศษอาหาร เท่ากับ 2 : 1 : 1 : 1 ประกอบด้วย ดินแห้ง 400 กรัม ขี้วัวแห้ง 200 กรัม ขี้ไก่แห้ง 200 กรัม เศษอาหาร 200 กรัม และน้ำตาลทราย 1 ช้อนโต๊ะ (ใส่เพียงเล็กน้อย) ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส

ทั้งหมด และโพแทสเซียมทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น เท่ากับร้อยละ 0.66, 0.77 และ 1.50 ตามลำดับ ปริมาณธาตุอาหารหลักเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548 หลังจากนั้น คณะผู้วิจัยจึงดำเนินการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการขยะเพื่อผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ และการปรับปรุงส่วนผสมของสารบำรุงดินให้มีธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตฐานปุ๋ยอินทรีย์กำหนดให้แก่ผู้นำชุมชน บุคลากร และประชาชนที่สนใจ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม และกรด-เบส) ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

| ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก | เกณฑ์กำหนด | ผลการวิเคราะห์ | |
|---|---|---|---|
| | | ก่อนปรับปรุง | หลังปรับปรุง |
| ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (N) | ไม่น้อยกว่า 1% | 0.58 ± 0.06 | 0.66 ± 0.07 |
| ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P) | ไม่น้อยกว่า 0.5% | 0.45 ± 0.05 | 0.77 ± 0.10 |
| ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (K) | ไม่น้อยกว่า 0.5% | 0.70 ± 0.00 | 1.50 ± 0.44 |
| กรด-เบส (pH) | กรด-เบส 5.5-8.5 | 6.09 ± 0.20 | 6.47 ± 0.15 |

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารบำรุงดินของวิสาหกิจชุมชน พบว่า มีค่า pH เท่ากับ 6.09 แต่เมื่อปรับปรุงเป็นปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้วัสดุเสริมจากมูลสัตว์ปีกประเภท “ขี้ไก่แห้ง” นำไปผสมและหมักกับสารบำรุงดิน ส่งผลให้ค่า pH จะค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น โดยปุ๋ยอินทรีย์มีค่า pH เท่ากับ 6.47 เนื่องจากจุลินทรีย์ย่อยสลายธาตุไนโตรเจน ทำให้เกิดแอมโมเนีย ส่งผลให้ pH ในถังหมักสูงขึ้น ค่า pH จะมีค่าเป็นกลางที่ถึงเบสเล็กน้อย ค่า pH ของขี้ไก่แห้งโดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 6.5-8.0 แต่ไม่กระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์ เนื่องจาก pH ที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของจุลินทรีย์อยู่ในช่วง 6.5-8.0 [7] เมื่อทดสอบด้วยสารเคมีเพื่อประเมินธาตุอาหารหลักในปุ๋ยอินทรีย์แสดงออกมาเป็นสีแล้วเปรียบเทียบกับแถบสีมาตรฐาน พบว่า หลังการปรับปรุงปุ๋ยอินทรีย์มีการทดสอบไนโตรเจน (ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ให้ระดับสีของธาตุแต่ละชนิดที่เข้มมากขึ้น ระดับสีของธาตุไนโตรเจนเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเขียวเข้ม และธาตุฟอสฟอรัสแสดงการเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเหลืองไปเป็นสีส้มเข้มหรือสีชมพูเข้ม ดังรูปที่ 7




**รูปที่ 7** ผลการทดสอบการเปลี่ยนแปลงระดับสีด้วยสารเคมีเพื่อประเมินธาตุอาหารหลัก (NPK) ในสารบำรุงดินและปุ๋ยอินทรีย์

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

| เงื่อนไขการทดลอง | ลักษณะปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด | คุณลักษณะทางกายภาพ | |
|---|---|---|---|
| | | ความยาว (mm) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm) |
| สารบำรุงดิน | ความยาวเม็ดในแนวแกนยาว | 9.52 ± 0.63 | 8.98 ± 0.94 |
| | ความยาวเม็ดในแนวแกนสั้น | 6.77 ± 1.48 | 7.65 ± 0.48 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ | ความยาวเม็ดในแนวแกนยาว | 12.97 ± 0.60 | 8.13 ± 0.51 |
| | ความยาวเม็ดในแนวแกนสั้น | 6.97 ± 1.40 | 7.67 ± 0.45 |

| เงื่อนไขการทดลอง | ลักษณะปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด | คุณลักษณะทางกายภาพ | |
|---|---|---|---|
| | | ความยาว (mm) | เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm) |
| ปุ๋ยอินทรีย์ : ปูนมาร์ล (1:0.5) | ความยาวเม็ดในแนวแกนยาว | 11.38 ± 0.43 | 7.85 ± 0.13 |
| | ความยาวเม็ดในแนวแกนสั้น | 6.98 ± 1.21 | 7.63 ± 0.48 |
| ปุ๋ยอินทรีย์ : แป้งมันสำปะหลัง (1 : 0.5) | ความยาวเม็ดในแนวแกนยาว | 20.52 ± 2.63 | 8.10 ± 0.23 |
| | ความยาวเม็ดในแนวแกนสั้น | 10.75 ± 2.90 | 7.38 ± 0.21 |

เมื่อได้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปริมาณธาตุอาหารหลัก (NPK) สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ ผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์และสร้างทางเลือกที่หลากหลายให้แก่ผู้บริโภค ในตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง กรณีสารบำรุงดินอัดเม็ดพบว่า ลักษณะความยาวเม็ดในแนวแกนยาว มีค่าเฉลี่ย 9.52 mm. และเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.98 mm. ซึ่งมีความยาวเม็ดในแนวแกนสั้นจำนวนมาก และมีเศษผงขนาดเล็กกระจายตัวค่อนข้างสูงหลังจากอัดเม็ดออกมาจากเครื่องจักรกล ในกรณีปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด พบว่ามีคุณลักษณะทางกายภาพในด้านความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางที่เหมาะสม ค่าความยาวเม็ดในแนวแกนยาวเท่ากับ 12.97 mm และเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 8.13 mm แต่มักพบปัญหาด้านความสามารถในการอัดแน่นที่ลดลง และมีลักษณะสีดำ กรณีปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปูนมาร์ลอัดเม็ด ผสมในอัตราส่วน 1 : 0.5 พบว่ามีคุณลักษณะทางกายภาพด้านขนาดความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางไม่แตกต่างกับปุ๋ยอินทรีย์ แต่มีขนาดยาวมากกว่าสารบำรุงดิน ซึ่งมีค่าความยาวเม็ดในแนวแกนยาวเท่ากับ 11.38 mm และเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 7.85 mm เมื่อสังเกตลักษณะปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดมีผิวเรียบสม่ำเสมอ ความสามารถในการอัดแน่นที่ดี และเม็ดปุ๋ยมีสีน้ำตาลอ่อน โดยคุณสมบัติของปูนมาร์ที่สำคัญ คือ สามารถช่วยกำจัดรากเน่าของต้นไม้ได้เป็นอย่างดี จึงมีความน่าสนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพื่อจำหน่าย กรณีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับแป้งมันสำปะหลังพบว่า เม็ดปุ๋ยที่ได้มีความยาวเม็ดในแนวแกนยาวมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่น แม้ว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจะไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ลักษณะผิวของเม็ดปุ๋ยมีความไม่เรียบเนียน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากแรงตึงผิว (surface tension) ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการขึ้นรูปขณะอัดเม็ด เนื่องจากในระหว่างการอัดเม็ดพบว่า อุณหภูมิภายในลูกรีดและเม็ดปุ๋ยสูงถึงประมาณ 45 °C ซึ่งเป็นระดับที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลัง โดยเฉพาะการเกิดเจลลาตินซึ่งเริ่มต้นได้ที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อแป้งเข้าสู่สถานะกึ่งเจลลาตินความสามารถในการยืดตัวและการยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของแป้งจะเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้เม็ดปุ๋ยมีความยาวเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีอาจพบปัญหาการติดค้างของวัตถุดิบภายในช่องรูของแม่พิมพ์รังผึ้ง ซึ่งเกิดจากลักษณะกึ่งหนืดของแป้งที่ได้รับความร้อนในกระบวนการผลิต ผลการเปรียบเทียบลักษณะของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดภายใต้แต่ละเงื่อนไขการทดลอง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 8



(ก) สารบำรุงดิน (ข) ปุ๋ยอินทรีย์ (ค) ปุ๋ยอินทรีย์ผสมกับปูนมาร์ล (ง) ปุ๋ยอินทรีย์ผสมแป้งมันสำปะหลัง

**รูปที่ 8** ลักษณะปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดในแต่ละเงื่อนไขการทดลอง

## 6. สรุป

มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตสารบำรุงดินจากขยะเศษอาหารครัวเรือนของวิสาหกิจชุมชนบ้านล่างลุ่มน้ำบางปะกง พร้อมทั้งปรับปรุงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ให้มีองค์ประกอบของธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ อีกทั้งได้นำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการผลิตทั้งปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด เพื่อลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตโดยรวม จากการศึกษาพบว่า กระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมของวิสาหกิจชุมชนประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การเทเศษอาหาร การเติมดินแห้งและขี้วัวแห้ง การคลุกเคล้าส่วนผสม การร่อนและหมัก เพื่อให้ได้สารบำรุงดิน และขั้นตอนสุดท้ายคือการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงถุงพร้อมติดฉลากเพื่อจัดเก็บก่อนการจำหน่าย ในขั้นตอนการร่อนซึ่งใช้ตะกร้าเจาะรูเป็นอุปกรณ์หลัก พบว่ามีความล่าช้า ใช้เวลานาน และก่อให้เกิดความเมื่อยล้าต่อผู้ปฏิบัติงาน จึงได้พัฒนาเครื่องร่อนปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนดังกล่าว ผลจากการออกแบบและพัฒนาเครื่องต้นแบบ พบว่าสามารถลดระยะเวลาในการร่อนปุ๋ย ลดลงเหลือ 1-2 นาที คิดเป็น 50–80% โดยใช้สูตรส่วนผสมที่ประกอบด้วยดินแห้ง ขี้วัวแห้ง ขี้ไก่แห้ง และเศษอาหาร ในอัตราส่วน 2 : 1 : 1 : 1 (400 : 200 : 200 : 200 กรัม ตามลำดับ) จากการวิเคราะห์พบว่าค่าปริมาณธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 0.66, 0.77 และ 1.50 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อยอดเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดโดยผสมกับปูนมาร์ลในอัตราส่วน 1:0.5 ซึ่งช่วยเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ของชุมชน ปุ๋ยที่ได้มีลักษณะทางกายภาพเหมาะสม โดยมีความยาวเฉลี่ยของเม็ดปุ๋ยในแนวแกนยาว 11.38 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 7.85 มิลลิเมตร ผิวเม็ดปุ๋ยเรียบสม่ำเสมอ มีความสามารถในการอัดแน่นที่ดี และมีสีน้ำตาลอ่อนซึ่งเหมาะสมต่อการจัดจำหน่าย

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ ได้รับความอนุเคราะห์ส่งเสริม สนับสนุน และขับเคลื่อนองค์ความรู้สู่ชุมชน ซึ่งนับเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน และขอขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานและจัดทำบทความวิจัยด้วยความมุ่งมั่นและตั้งใจอย่างแท้จริง

## เอกสารอ้างอิง

[1] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2567, สถิติสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย พ.ศ. 2567 ข้อมูลจาก https://www.nso.go.th › Environment-Indicators-2567 (วันที่สืบค้นข้อมูล 18 มิถุนายน 2568)

[2] นันทวุฒิ จำปางาม และพรทพย์ พุทธโส. 2564. “การจัดการขยะมูลฝอยในชุมชน”. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 15, ฉบับที่ 2: 75-89.

[3] กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น, 2568, แนวทางการขับเคลื่อนธนาคารขยะ (Recyclable Waste Bank) ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 กระทรวงมหาดไทย กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ข้อมูลจาก https://www.dla.go.th/upload/document/type2/2567/11/32676_3_1732684568797.pdf?time=1734329771409 (วันที่สืบค้นข้อมูล 18 มิถุนายน 2568)

[4] ปิยณัฐ โตอ่อน, รัชฎา แต่งภูเขียว, อามิณฑ์ หล้าวงศ์ และมัลลิกา ธีระกุล. 2568. “การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุดินปลูกอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ”. วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ปีที่ 3, ฉบับที่ 1: 42-57.

[5] ลือชัย วงษ์ทอง, สกุล วงษ์กาฬสินธุ์ และธงไชย สุขแสวง. (2566). “ศึกษาการบริหารจัดการขยะเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิง และปุ๋ยอินทรีย์ขององค์การบริหารส่วนตำบลแก่งหางแมว อำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี”. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ ปีที่ 25, ฉบับที่ 2: 47-64.

[6] สันติ ขำตรี, ปิติ จันทรุไทร และศรีวรรณ ขำตรี. 2557. “การปรับปรุงกระบวนการผลิตปุ๋ยชีวภาพ : กรณีศึกษาโรงงานขนาดเล็กในจังหวัดพัทลุง”. วารสาร WICHA JOURNAL ปีที่ 33, ฉบับที่ 2: 1-10.

[7] ฐปน ชื่นบาล และศิราภรณ์ ชื่นบาล. 2566. “ประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อถังหมักปุ๋ยครัวเรือนขนาดเล็ก สำหรับขยะอินทรีย์และเศษอาหาร”. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร ปีที่ 41, ฉบับที่ 2: 185-198.

# การพัฒนาระบบการบำรุงรักษาเครื่องซีเอ็นซีในงานผลิตชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์ บริษัทโฟล-เทค เอ็นจิเนี่ยริ่ง จำกัด

# Development of CNC Machine Maintenance System in Hydraulic Parts Production of Flo-Tech Engineering Co., Ltd.

โยษิตา พันธุรัตน์[1*] และ พงศ์ระพี แก้วไทรฮะ[2]
[1,2]คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Yosita Phanthurat[1*] and Pongrapee Kaewsaiha[2]
[1,2]Faculty of Engineering and Industrial Technology, Suan Sunandha Rajabhat University

E-mail: s64122539013@ssru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการบำรุงรักษาเครื่องซีเอ็นซีที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์ของบริษัทโฟล-เทค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด โดยเน้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การศึกษานี้ได้วิเคราะห์ข้อมูลการซ่อมบำรุงที่ผ่านมาเพื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพ และค้นหาสาเหตุหลักที่ทำให้เครื่องจักรหยุดทำงาน จากนั้นจึงพัฒนาแผนการบำรุงรักษาซึ่งประกอบไปด้วยการวางแผนการใช้หน้าจอสำรอง การกำหนดรอบการตรวจเช็คสายลมและข้อต่อลมของระบบเปลี่ยนเครื่องมือ การแก้ไขปรับปรุงและทำความสะอาดลิมิตสวิตช์ของระบบเปลี่ยนเครื่องมือ รวมถึงการกำจัดจุดยากลำบากของการบำรุงรักษา จากนั้นนำแผนดังกล่าวไปทดลองใช้และประเมินผล

**คำสำคัญ:** การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน CNC การผลิตชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์

## Abstract

This research aims to develop a maintenance system for CNC machines used in the hydraulic parts manufacturing process of Flo-Tech Engineering Co., Ltd., with an emphasis on preventive maintenance to reduce damage to the machines and increase production efficiency. This study analyzed past maintenance data to calculate efficiency values and find the main causes of machine downtime. Then, a maintenance plan was developed, which included planning the use of backup screens, determining the inspection cycle of pneumatic lines and air joints of the tool change system, modifying and cleaning the limit switches of the tool change system, and eliminating maintenance difficulties. The plan was then tested and evaluated.

**Keywords:** Preventive Maintenance, CNC, Hydraulic Parts Production

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เครื่อง CNC (Computer Numerical Control) พัฒนามาจากระบบ NC (Numerical Control) หรือการควบคุมเชิงตัวเลข [1] ซึ่งเป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ โดยผู้ใช้ป้อนชุดคำสั่ง เช่น G-Code เพื่อกำหนดระยะทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ในแกนต่าง ๆ รวมถึงควบคุมการทำงานของเครื่องมือที่เชื่อมต่ออยู่ เช่น ใบมีด หัวเชื่อม หัวตัด และอื่น ๆ

การใช้เครื่อง CNC ในการผลิตมีข้อดีที่สำคัญหลายประการ โดยเฉพาะในเรื่องของการลดกระบวนการและเพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งเครื่อง CNC รวมหลายกระบวนการในเครื่องเดียว ตัวอย่างเช่น เครื่องกลึง CNC สามารถปอก, ปาดหน้า, ตัด, เจาะรู, คว้านรู และกลึงเกลียวได้ เครื่อง CNC สามารถทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ได้อย่างแม่นยำ ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ที่คงที่และคุณภาพสูงกว่าการทำงานด้วยมือ โดยเฉพาะการเดินเป็นเส้นโค้งหรือรูปร่างที่ซับซ้อน แม้ว่าการลงทุนเริ่มต้นในเครื่อง CNC อาจสูง แต่การลดจำนวนขั้นตอนการผลิตและการเพิ่มความแม่นยำช่วยลดค่าใช้จ่ายในระยะยาว รวมถึงลดการสูญเสียวัสดุและเวลาที่เสียไปในการปรับปรุงหรือซ่อมแซมผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้คุณภาพ

บริษัท โฟล-เทค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ตั้งอยู่ที่ 26/48 ถนน สุขสวัสดิ์, แขวงจอมทอง เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร 10150 เป็นบริษัทอุตสาหกรรมขนาดกลาง ผลิตอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์จำหน่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ ดำเนินกิจการมากกว่า 30 ปี โดยผลิตอุปกรณ์เครื่องจักรที่ใช้แรงดัน เช่น ชุดวาล์วไฮดรอลิกส์ มอเตอร์ ปั๊ม โดยใช้เครื่อง CNC เป็นเครื่องจักรหลักที่ใช้ในการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วย Milling, Lathe, Cut, Drill holes, Scoop โดยบันทึกการซ่อมบำรุงของบริษัทได้แสดงให้เห็นว่าเครื่อง CNC บางเครื่องมีการชำรุดบ่อยครั้ง ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในระหว่างการผลิต ทำให้ต้องหยุดการผลิตเป็นระยะเวลาสั้น ๆ หรือนานขึ้นอยู่กับความเสียหายและความยากในการซ่อมแซม

การบำรุงรักษาเครื่องจักร (Maintenance) มีบทบาทสำคัญในการรักษาสภาพการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดตลอดเวลา การบำรุงรักษาที่ดีไม่เพียงแต่ยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร แต่ยังช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมแซมที่ไม่ได้คาดคิด การบำรุงรักษาแบบมีแผนที่ดีจะช่วยให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ลดความเสี่ยงจากการหยุดทำงานที่ไม่คาดคิด และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของการผลิต งานวิจัยนี้จึงเล็งเห็นความสำคัญในการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่อง CNC ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์

### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่อง CNC ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์
2) เพื่อทดลองใช้และประเมินประสิทธิภาพของแผนการบำรุงรักษา

### 1.2 ขอบเขตของการวิจัย

1) ขอบเขตได้พื้นที่ พื้นที่ศึกษาได้แก่ บริษัท โฟล-เทค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ตั้งอยู่ที่ 26/48 ถนนสุขสวัสดิ์ แขวงจอมทอง เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร 10150 โดยศึกษาที่เครื่อง CNC 5 แกน จำนวน 1 เครื่อง

2) ขอบเขตด้านเนื้อหาที่จะศึกษา การศึกษาปัญหาการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในการทำเครื่อง CNC (Preventive Maintenance) โดยใช้วิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

3) ขอบเขตด้านเวลา ศึกษาระหว่างเดือนกรกฎาคม 2567 ถึงเดือนพฤษภาคม 2568

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์, ภูมิจาตุ นิตานนท์ และ วรวุฒิ กังหัน [2] ได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุการขัดข้องของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเบาะรถยนต์และทำการพยากรณ์เชิงป้องกัน หลังการดำเนินงานพบว่าค่าความพร้อมการใช้งานเครื่องจักร (Machine Availability) เพิ่มจาก 87.86% ต่อเดือน เป็น 96.98% ต่อเดือน ค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (Mean Time to Repair: MTTR) ลดลง 121 ชั่วโมงต่อเดือน เป็น 57 ชั่วโมงต่อเดือน ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Mean Time Between

Failures: MTBF) ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 878.6 ชั่วโมงต่อเดือน เป็น 1,920 ชั่วโมงต่อเดือน มูลค่าการสูญเสียรวมค่าเฉลี่ยลดลงจาก 50,670 บาทต่อเดือน เป็น 34,050 บาทต่อเดือน

สามชัย จิระภัทรศิลปะ, ภีมพัฒน์ สมประเสริฐ, พัชราภรณ์ ณ สุวรรณ และยุทธภูมิ สิงค์ทอง [3] ได้สร้างแนวทางในการวางแผนบำรุงรักษาของเครื่องจักรในฝ่ายผลิต โดยใช้หลักการการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีเครื่องจักรทั้งหมด 107 เครื่อง 22 ชนิด เริ่มจากการเลือกเครื่องจักรต้นแบบมาชนิดละ 1 เครื่อง โดยนำข้อมูลการซ่อมเครื่องจักรในอดีตมาวิเคราะห์และทำการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมของแต่ละเครื่องจักรให้เป็นมาตรฐานในการบำรุงรักษาหลังจากได้นำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันมาใช้งานกับเครื่องจักรต้นแบบกลุ่มที่ 1 พบว่าสามารถทำให้อัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรจากเดิมที่ 92.61% เพิ่มขึ้นเป็น 99.75%

ภานุเดช แสนทวีสุข [4] ได้ศึกษาปัญหาในการผลิตมาสเตอร์แบตช์ของโรงงานแห่งหนึ่ง พบว่ามีการกำหนดรอบระยะเวลาในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูไว้ทุก 2 เดือน แต่ยังคงมีการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูสูงถึง 35.50 ครั้งต่อเดือน แสดงให้เห็นว่ามีการกำหนดรอบระยะเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่นานเกินไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้หารอบระยะเวลาใหม่ของกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยมีวิธีการดำเนินงานประกอบไปด้วย (1) รวบรวมข้อมูลจำนวนการขัดข้องและระยะเวลาใช้งานแล้วเกิดการขัดข้องในอดีต (2) วิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอาการขัดข้อง (3) ค้นหาและปรับปรุงกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับสาเหตุของการเกิดอาการขัดข้อง (4) กำหนดรอบระยะเวลาของกิจกรรมอิงตามระยะเวลาใช้งาน หลังจากนั้นนำกิจกรรมและรอบระยะเวลามาสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ผลการดำเนินงานพบว่ากิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบไฟฟ้าควรมีรอบระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ ส่วนระบบเครื่องกล ระบบน้ำหล่อเย็นและระบบสุญญากาศควรมีรอบระยะเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทุก 1 เดือน หลังการปรับปรุงพบว่าการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูลดลงเหลือ 20.75 ครั้งต่อเดือน และค่า MTBF เพิ่มขึ้นจาก 220.28 ชั่วโมงเป็น 273.31 ชั่วโมง

อภิชาติ นาควิมล [5] ได้มีการศึกษาเรื่องการพัฒนาระบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อลดการสูญเสีย และเพิ่มประสิทธิผลในสายการผลิตงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของอุปกรณ์เครื่องจักร เพื่อให้เกิดความสามารถในการผลิตสูงสุด โดยมีกรณีศึกษาเป็นโรงงานเครื่องดื่ม จากการศึกษาพบว่า ปัญหาของเครื่องจักรจากการหยุดกะทันหันสาเหตุจากวิธีการบำรุงรักษาที่ไม่เป็นระบบทำให้เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาและส่งผลให้เกิดการชำรุดบ่อยครั้งรวมไปถึงสภาพเครื่องจักรที่มีอายุการใช้งานมานาน ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อความเสียหายของเครื่องจักรและผลิตภัณฑ์ในการแก้ไข ปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้ได้นำหลักการของการบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมและ โปรแกรมซ่อมบำรุงมาประยุกต์เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของความเสียหาย และใช้ประเมินความเสี่ยงสำหรับแผนซ่อมบำรุง นอกจากนี้ยังทำการกำหนดมาตรฐานวิธีการดูแลรักษาที่เหมาะสมกับ เครื่องจักรโดยใช้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็นค่าผลวัดผลความสำเร็จของงานวิจัย หลังจากดำเนินกิจกรรมต่างๆ สำหรับปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร พบว่าความถี่และเวลาสูญเสียจากการหยุดเครื่องจักรมีค่าลดลง อัตราการเดินเครื่องจักรมีค่าสูงขึ้น มีระบบบำรุงรักษาดีขึ้น พนักงานมีความรู้และทักษะสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของสายการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 52.8 เป็นร้อยละ 70.9 และค่าอัตราความพร้อมในการใช้งานเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 55.6 เป็นร้อยละ 72.2

พงษ์ศกร วงษ์ชัย, เกียรติศักดิ์ เบ็ญเจิด และณัฐพนธ์ ชิณวงษ์ [6] ศึกษาเรื่องแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องกลึงและเครื่องไส กรณีศึกษา บริษัทเอส.เค.บัสซีท แอนท์สตีล จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และเพื่อลดอัตราการหยุดการทำงานของเครื่องกลึงและเครื่องไส บริษัท เอส.เค.บัสซีท แอนด์สตีล จำกัด วิธีการวิจัยเริ่มจากศึกษาสภาพการทำงานของเครื่องจักรจากคู่มือการใช้งาน นำมาจัดรูปแบบเป็นแผนการบำรุงรักษาตามระยะเวลา สร้างและตรวจสอบคู่มือการบำรุงรักษา แล้วนำไปปฏิบัติจริงพร้อมกับเก็บข้อมูลเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษา ผลการศึกษาพบว่า หลังการปฏิบัติตามแผนการบำรุงรักษา ค่าความถี่ที่เครื่องจักรขัดข้องลดลงร้อยละ 75.00 ค่า MTBF เพิ่มขึ้นร้อยละ 304.71 และค่า MTTR ลดลงร้อยละ 49.77

Rossi J. และคณะ [7] ได้นำเสนอแนวทางในการนำระบบการจัดการการบำรุงรักษา (MMS) ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ เช่น ระบบเตือนภัย พนักงาน และคู่มือ มาใช้ในห้องเครื่องมือกลของศูนย์วิจัยเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนการบำรุงรักษา โดยได้ทำการวิเคราะห์แนวทางการบำรุงรักษาปัจจุบันและข้อมูลที่มีอยู่ก่อนหน้าเพื่อวางกลยุทธ์ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และนำไป

กำหนดตารางการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การกำหนดตัวเลือกรายการตรวจสอบ รวมไปถึงการปรับแต่งเพื่อรวมการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาเข้าด้วยกัน และการฝึกอบรมทีมบำรุงรักษา ผลลัพธ์คือการบำรุงรักษาสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ ผู้ปฏิบัติงานมีส่วนร่วมในการวางแผนการบำรุงรักษา และมีการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในอนาคต

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบการบำรุงรักษาเครื่องซีเอ็นซีในงานผลิตชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์ ในบริษัท โฟ-เทค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด จะเน้นศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

### 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษาข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโรงงาน ข้อมูลเครื่องจักร และหลักฐานต่างๆ ของหน่วยงานซ่อมบำรุง และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงสภาพปัจจุบัน และปัญหาเกี่ยวกับเครื่องจักรซีเอ็นซี

2) รวบรวมสถิติการเสียของเครื่องจักร ตำแหน่ง สาเหตุ วันที่เสีย และระยะเวลาที่เสีย ระยะเวลาทำงานของเครื่องจักร

3) หาค่า MTBF, MTTR และ Machine Availability

4) วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา ใช้แผนภูมิพาเรโตเพื่อคัดเลือกสาเหตุหลักของปัญหาที่ส่งผลให้เวลาหยุดของเครื่องจักรรวม 80% ของเวลาหยุดทั้งหมด [8] ในแต่ละประเด็นปัญหาได้ปรึกษาผู้เกี่ยวข้องรวมถึงพิจารณาแผนการบำรุงรักษาเดิมของโรงงานเพื่อปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา

5) นำแผนการบำรุงรักษาที่ปรับปรุงไปทดลองใช้

6) หาค่า MTBF, MTTR และ Machine Availability เปรียบเทียบกับก่อนการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

### 3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาระบบการบำรุงรักษาเครื่องซีเอ็นซีในงานผลิตชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์ กรณีศึกษา บริษัท โฟล-เทค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure; MTBF) หาค่าได้จาก

MTBF = เวลาที่เครื่องจักรทำงาน / จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเสีย

2) ระยะเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (Mean Time to Repair; MTTR) หาค่าได้จาก

MTTR = เวลาที่เครื่องจักรเสีย / จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเสีย

3) เปอร์เซ็นต์ความพร้อมใช้งานเครื่องจักร (Percent of Machine Availability) หาค่าได้จาก

Percent of Machine Availability = [เวลาที่เครื่องจักรทำงาน/(เวลาที่เครื่องจักรทำงาน + เวลาที่เครื่องจักรเสีย)] x100

## 4. ผลการวิจัย

### 4.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากใบตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน ใบแจ้งซ่อม และใบงานการบำรุงรักษาเครื่องจักรของเครื่อง CNC จำนวน 1 เครื่องและลักษณะในกระบวนการผลิตตั้งแต่วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึง 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2567 ข้อมูลที่วิเคราะห์มีข้อค้นพบดังนี้

จำนวนเดือนที่ผลิต = 70 เดือน
เวลาเดินเครื่องเฉลี่ยต่อเดือน = 130 ชั่วโมง
จำนวนชั่วโมงผลิตทั้งหมด = 9,100 ชั่วโมง
จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม = 44 ครั้ง
เวลาที่หยุดซ่อม = 136 ชั่วโมง 35 นาที
จำนวนครั้งที่หยุดซ่อมรวมป้องกัน = 60 ครั้ง
เวลาที่หยุดซ่อมรวมป้องกัน = 152 ชั่วโมง 35 นาที

จากข้อมูลข้างต้นจะคำนวณค่าประสิทธิภาพของเครื่องจักรได้ดังนี้

MTBF = เวลาที่เครื่องจักรทำงาน / จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเสีย

= 9100 ชั่วโมง / 44 = 206 ชั่วโมง 49 นาที 5 วินาที

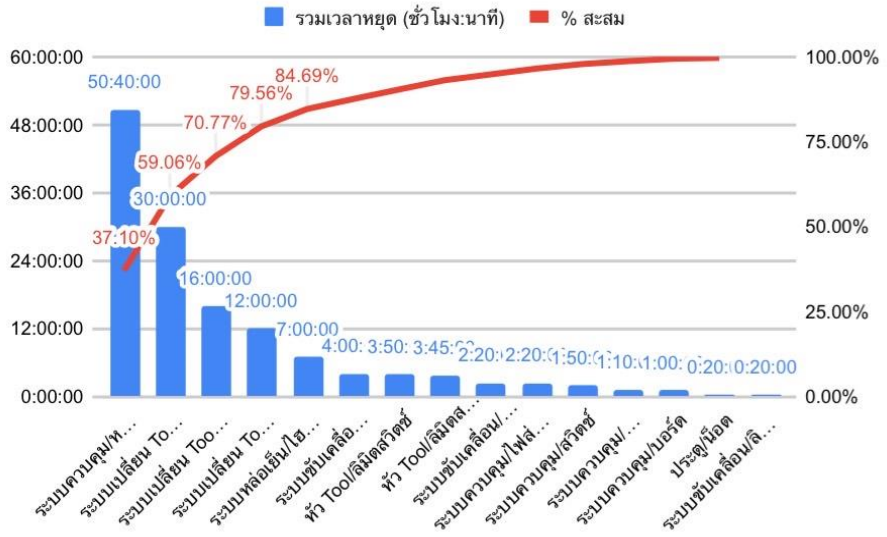
MTTR = เวลาที่ใช้ซ่อมรวมทั้งหมด / จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเสีย

= 136 ชั่วโมง 35 นาที / 44 = 2 ชั่วโมง 16 นาที 35 วินาที

Percent of Machine Availability = [เวลาที่เครื่องจักรทำงาน/(เวลาที่เครื่องจักรทำงาน +เวลาที่เครื่องจักรหยุด)] x100

= [9100 ชั่วโมง / (9100 ชั่วโมง + 152 ชั่วโมง 35 นาที)] x100 = 98.35 %

ได้สรุปข้อมูลการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรดังตารางที่ 1 โดยเรียงตามเวลาที่เครื่องจักรหยุด และแผนภูมิพาเรโตแสดงในรูปที่ 1




**รูปที่ 1** แผนภูมิพาเรโต

ตารางที่ 1 การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

| ลำดับ | ระบบที่เกิดปัญหา | รวมเวลาหยุด (ชั่วโมง:นาที) | % เวลาหยุด | % เวลาหยุดสะสม | จำนวนครั้งที่เกิด |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ระบบควบคุม/หน้าจอ | 50:40 | 37.19% | 37.19% | 5 |
| 2 | ระบบเปลี่ยน Tool/นิวแมติกส์ | 30:00 | 22.02% | 59.20% | 9 |
| 3 | ระบบเปลี่ยน Tool/ลิมิตสวิตช์ | 16:00 | 11.74% | 70.95% | 4 |
| 4 | ระบบเปลี่ยน Tool/เบรค ไฟฟ้า และมอเตอร์ | 12:00 | 8.81% | 79.76% | 2 |
| 5 | ระบบหล่อเย็น/ไฮดรอลิกส์ | 7:00 | 5.14% | 84.89% | 1 |
| 6 | ระบบขับเคลื่อน/แบตเตอรี่ Servo Motor | 4:00 | 2.94% | 87.83% | 8 |
| 7 | หัว Tool/ลิมิตสวิตช์ | 3:50 | 2.81% | 90.64% | 2 |
| 8 | หัว Tool/ลิมิตสวิตช์+โซลีนอยด์ | 3:45 | 2.75% | 93.39% | 1 |
| 9 | ระบบขับเคลื่อน/ระบบไฟฟ้ามอเตอร์ | 2:20 | 1.71% | 95.11% | 1 |
| 10 | ระบบควบคุม/ไฟส่องสว่าง | 2:20 | 1.71% | 96.82% | 4 |
| 11 | ระบบควบคุม/สวิตช์ | 1:50 | 1.35% | 98.17% | 2 |
| 12 | ระบบควบคุม/ไฟแสดงสถานะ | 1:10 | 0.86% | 99.02% | 2 |

| ลำดับ | ระบบที่เกิดปัญหา | รวมเวลาหยุด (ชั่วโมง:นาที) | % เวลาหยุด | % เวลาหยุดสะสม | จำนวนครั้งที่เกิด |
|---|---|---|---|---|---|
| 13 | ระบบควบคุม/บอร์ด | 1:00 | 0.73% | 99.76% | 1 |
| 14 | ประตู/น็อต | 0:20 | 0.24% | 100.00% | 1 |
| 15 | ระบบขับเคลื่อน/ลิมิตสวิตช์ | 0:20 | 0.24% | 100.00% | 1 |
| | **รวม** | **136:35:00** | **100.00%** | | **44** |

**4.2 การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร**

จากตารางที่ 4.3 และแผนภูมิพาเรโตในรูปที่ 4.1 พบว่า ปัญหาด้านระบบควบคุม/หน้าจอและระบบเปลี่ยน Tool มีเวลาหยุดสะสมรวมมากกว่า 80% ของเวลาหยุดทั้งหมด ดังนั้นจึงมีแนวทางการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่อง CNC 5 แกน ดังนี้

1) ออกแบบแผนการใช้หน้าจอสำรองมากรณีที่เกิดการชำรุด เพื่อให้การผลิตสามารถดำเนินต่อได้ในขณะที่นำหน้าจอไปส่งซ่อม

2) วิเคราะห์บันทึกการเปลี่ยนสายลมและข้อต่อลมของระบบเปลี่ยน Tool เพื่อหารอบการเปลี่ยนที่เหมาะสมไม่ให้กระทบกับชั่วโมงการผลิต รวมถึงแก้ไขจุดยากลำบากในการบำรุงรักษา

3) ค้นหาสาเหตุการชำรุดของลิมิตสวิตช์ของระบบเปลี่ยน Tool โดยใช้ผังก้างปลา

**4.2.1 การวางแผนการใช้หน้าจอสำรอง**

พบว่าหน้าจอมีรูปแบบการเชื่อมต่อโดยใช้สายแพแบบไม่ต้องเซตค่า ระบบสามารถตรวจจับหน้าจอที่เชื่อมต่ออัตโนมัติ หากสายแพมีการชำรุด ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ทั้งหมด ดังนั้นการแก้ปัญหาจึงทำได้โดยการจัดเตรียมอะไหล่หน้าจอสำรองให้พร้อมเมื่อเกิดปัญหา เพื่อให้พร้อมใช้งานตลอดเวลา แล้วอะไหล่หน้าจอควรเป็นรุ่นเดียวกันหรือสามารถใช้งานร่วมกันได้กับหน้าจอหลักโดยไม่ต้องปรับแต่ง เพื่อลดเวลาหยุดชะงักในการทำงานและรองรับสถานการณ์ฉุกเฉินที่หน้าจอเสียได้อย่างรวดเร็ว

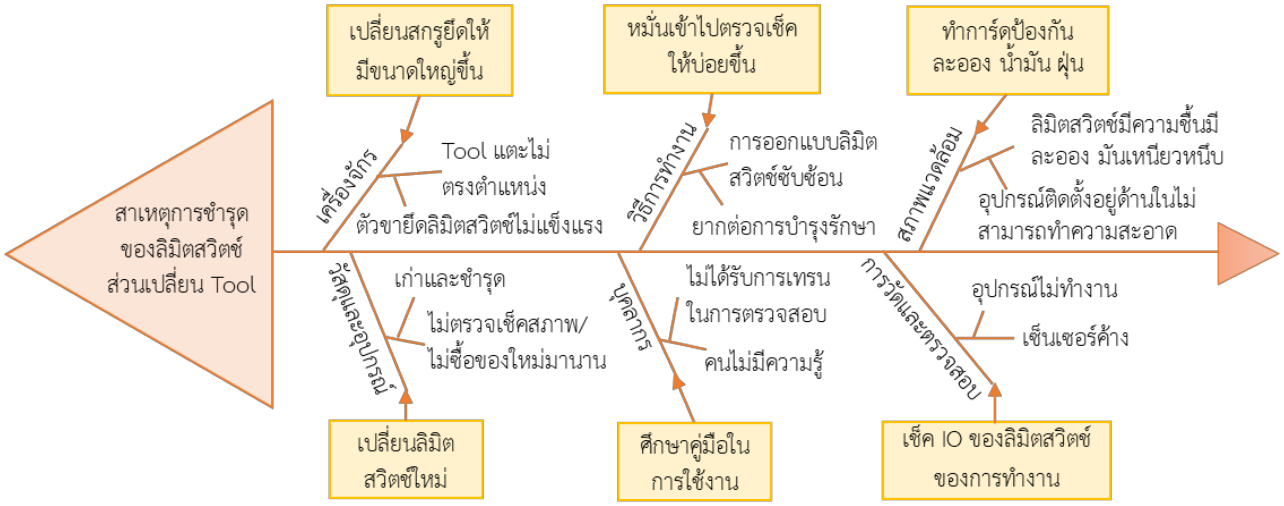
**4.2.2 หารอบการเปลี่ยนสายลมและข้อต่อลมที่เหมาะสมและแก้ไขจุดยากลำบาก**

พบว่ารูปแบบการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ใช้อยู่ในปัจจุบันไม่ครอบคลุมจุดที่เกิดการชำรุดเสียหายบ่อย โดยการตรวจสอบประจำวันที่เกี่ยวกับระบบลมจะทำที่อุปกรณ์ปลายทางอย่างเช่นปืนลมเท่านั้น จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นพบว่าอัตราการเกิดความเสียหายพบได้ทุก ๆ 206 ชั่วโมง หากพิจารณาชั่วโมงการผลิตเฉลี่ย 130 ชั่วโมงต่อเดือน ดังนั้นจึงได้ทำการปรับรอบการตรวจสอบจุดที่เกิดการชำรุดเสียหายบ่อยเป็นทุก ๆ 1 เดือน หรือเมื่อเกิดการชำรุดเสียหาย เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหา

นอกจากนั้นยังพบว่าจุดที่เกิดการชำรุดเสียหายอยู่บริเวณที่เข้าถึงได้ยากเนื่องจากมีโต๊ะล้างชิ้นงานวางขวางอยู่ จึงได้ทำการปรับปรุงจุดยากลำบากในการบำรุงรักษานี้โดยการเคลื่อนย้ายโต๊ะล้างชิ้นงานเพื่อเปิดทางให้สามารถเข้าถึงระบบลมที่อยู่ด้านหลังได้

**4.2.3 การค้นหาสาเหตุการชำรุดของลิมิตสวิตช์ส่วนเปลี่ยน Tool**

ผู้วิจัยได้ใช้ผังก้างปลาในการวิเคราะห์สาเหตุการชำรุดของลิมิตสวิตช์ส่วนเปลี่ยน Tool โดยมีผู้ร่วมให้ข้อมูลประกอบไปด้วยพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงจำนวน 2 คน ซึ่งมีประสบการณ์และความรู้เกี่ยวกับการซ่อมบำรุงเครื่องซีเอ็นซี ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ทำให้ลิมิตสวิตช์ส่วนเปลี่ยน Tool ชำรุด




รูปที่ 2 ผังก้างปลา

### 4.3 การติดตามผลการใช้แผนการบำรุงรักษา

แผนการบำรุงรักษาที่ออกแบบได้นำไปใช้รวมระยะเวลา 2 เดือน โดยหลังจากใช้แผนการบำรุงรักษาแล้วได้มีการบันทึกข้อมูลการผลิตและการหยุดของเครื่องจักร พบว่าเครื่องจักรมีการหยุดเล็กน้อยเป็นเวลา 30 นาทีเนื่องจากการเปลี่ยนแบตเตอรี่ Servo motor (รายการที่ 6 ในตารางที่ 1) โดยไม่มีการหยุดแบบ Breakdown อื่น ๆ

## 5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) สำหรับเครื่อง CNC ที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนไฮดรอลิกส์ของบริษัทโฟล-เทค เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด โดยทำการเก็บข้อมูลบันทึกการบำรุงรักษาและบันทึกการชำรุดเสียหาย เช่น เวลาหยุดเครื่อง เวลาซ่อม ฯลฯ โดยวัดค่าด้วยดัชนีสำคัญ ได้แก่ MTBF, MTTR, และ Machine Availability

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบประเด็นการชำรุดเสียหายหลักประกอบไปด้วยการชำรุดของหน้าจอเครื่องควบคุม และระบบเปลี่ยน Tool ซึ่งได้นำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาโดยมีเป้าหมายหลักเพื่อลดการชำรุดเสียหายแบบ Breakdown โดยการพัฒนาแผนประกอบไปด้วยการวางแผนการใช้หน้าจอสำรอง การกำหนดรอบการตรวจสอบและเปลี่ยนอุปกรณ์ลมของระบบเปลี่ยน Tool ประกอบกับการแก้ไขจุดยากลำบาก และการค้นหาสาเหตุการชำรุดของลิมิตสวิตช์ส่วนเปลี่ยน Tool จากผลการทดลองใช้แผนพบว่าสามารถลดปัญหาการหยุดในลักษณะ Breakdown ได้

อย่างไรก็ตามขอบเขตจำกัดอยู่ที่เครื่องจักรเพียง 1 เครื่อง ทำให้ผลลัพธ์อาจไม่สามารถสะท้อนภาพรวมของทุกประเภทเครื่องจักรในโรงงานได้ รวมถึงช่วงเวลาทดลองค่อนข้างสั้นทำให้ยากต่อการประเมินประสิทธิภาพในระยะยาว นอกจากนั้นการบันทึกข้อมูลโดยมนุษย์มีโอกาสคลาดเคลื่อน (Human Error) ทั้งนี้อาจประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ [9] เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

[1] สมบัติ ชิวหา. พื้นฐานเทคโนโลยีซีเอ็นซี, พิมพ์ครั้งที่ 5, สำนักพิมพ์สกายบุ๊กส์, 2555.

[2] บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์, ภูมิจาตุ นิตานนท์ และ วรวุฒิ กังหัน. 2564. “การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน กรณีศึกษา: บริษัทผลิตเบาะรถยนต์”. Sau Journal of Science & Technology, ปีที่ 7, ฉบับที่ 1: 1-14.

[3] สามชัย จิระภัทรศิลปะ, ภีมพัฒน์ สมประเสริฐ, พัชราภรณ์ ณ สุวรรณ และยุทธภูมิ สิงค์ทอง. 2561. “การวางแผนงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรเชิงป้องกัน กรณีศึกษา โรงงานผลิตเบเกอรี่”. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), ปีที่ 2, ฉบับที่ 1: 1-8.

[4] ภานุเดช แสนทวีสุข. การลดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในการผลิตมาสเตอร์แบตช์. วิทยานิพนธ์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559.

[5] อภิชาติ นาควิมล. การพัฒนาระบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มประสิทธิผลในสายการผลิต. วิทยานิพนธ์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2560.

[6] พงษ์ศกร วงษ์ชัย, เกียรติศักดิ์ เบ็ญเจิด และณัฐพนธ์ ชิณวงษ์. แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องกลึงและเครื่องไส กรณีศึกษา: บริษัท เอส.เค.บัสชิท แอนท์สตีล จำกัด. วิทยานิพนธ์, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2565.

[7] Rossi, J., A. Bianchini, S. Cortesi, P. Naisson, and S. Atieh. 2021. "Implementation of a maintenance management system for CNC machines. “Summer School Francesco Turco. Proceedings: 1-7.

[8] ธัญลักษณ์ โคตะมี, พรรณทิภา อติชาติ และ วรรณพร จันโทภาส. การใช้แผนภูมิพาเรโตสำหรับการควบคุมคุณภาพในโรงงานอุตสาหกรรม, ข้อมูลจาก http://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/01_13_.pdf (วันที่สืบค้นข้อมูล 1 พฤษภาคม 2568)

[9] Kim, Hyungjung, Woo-Kyun Jung, In-Gyu Choi, and Sung-Hoon Ahn. 2019. "A low-cost vision-based monitoring of computer numerical control (CNC) machine tools for small and medium-sized enterprises (SMEs)." Sensors, Vol. 19 (20): 4506.

# การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร

# A Study of the Relationship of Factors Affecting Farmers' Choice of Selling Sources for Para Rubber Latex

เกียรติศักดิ์ ขวัญทอง[1] นัศรุน รอดเสน[1] ชนิการ์ รัตนศิริ[1] กันต์ธมน สุขกระจ่าง[1*] ธนะรัตน์ รัตนกูล[1] อรสา แนมใส[1] และ วีระชัย มัฐารักษ์[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Kiattisak Khwanthong[1] Nassaroon rodsen [1] Chanika Rattanasiri[1] Kantamon Sukkrajang[*1] Tanarat Rattanakool[1]
Aurasa Namsai[1] and Weerachai Madtharak[1]
[1]Faculty of Industrial Technology, Songkhla Rajabhat University

E-mail: kantamon.su@skru.ac.th[*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร รวมถึงศึกษาระดับปัจจัยและระดับความคิดเห็นต่อการใช้บริการของเกษตรกร ในพื้นที่ตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล กลุ่มตัวอย่างคือ เกษตรกรผู้ปลูกยางพาราจำนวน 104 ราย ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนาและการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า โดยภาพรวมเกษตรกรมีความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการ ที่ค่าเฉลี่ย 3.308 และมีความคิดเห็นต่อการใช้บริการ ที่ค่าเฉลี่ย 3.348 ซึ่งทั้งสองส่วนอยู่ในระดับปานกลาง ปัจจัยที่เกษตรกรให้ความพึงพอใจในระดับมาก ได้แก่ การมีพื้นที่จอดรถอย่างเพียงพอ ด้วยค่าเฉลี่ย 3.606 สถานที่บริการมีความสะอาดเรียบร้อย ด้วยค่าเฉลี่ย 3.644 และความน่าเชื่อถือของพนักงาน ด้วยค่าเฉลี่ย 3.510 นอกจากนี้ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพารามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดเห็นต่อการใช้บริการของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ .612 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญและส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร

**คำสำคัญ:** ปัจจัยการเลือกแหล่งขายน้ำยางพารา ความพึงพอใจในการบริการ ความสัมพันธ์ของปัจจัย

## Abstract

This research aimed to study the relationship of factors affecting farmers' choice of para rubber latex selling sources, as well as to examine the levels of these factors and farmers' opinions on service usage in La-ngu sub-district, La-ngu district, Satun province. The sample consisted of 104 para rubber farmers selected through purposive sampling. A questionnaire was used as the research instrument. Data were analyzed using descriptive statistics and Pearson's product-moment correlation coefficient. The findings revealed that, overall, farmers' satisfaction with service quality, with a mean of 3.308, and their opinions on service usage, with a mean of 3.348, were at a moderate level. Factors with high satisfaction levels included sufficient parking space, with a mean of 3.606, cleanliness of the service location, with a mean of 3.644, and staff reliability, with a mean of 3.510. Furthermore, factors affecting the choice of para rubber latex selling sources had a significant positive correlation

with farmers' opinions on service usage at the .01 level, with a correlation coefficient of .612. This indicates the importance of these factors in farmers' decision-making processes for selecting latex selling sources.

**Keywords:** Factors for choosing para rubber latex selling sources, Service satisfaction, Factor relationship

## 1. บทนำ

ยางพาราถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกหลักและสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรจำนวนมหาศาล[1] [2] ข้อมูลจากสำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2567) ระบุว่าจังหวัดสตูลเป็นหนึ่งในจังหวัดภาคใต้ที่มีการเพาะปลูกยางพาราอย่างแพร่หลาย โดยมีพื้นที่ปลูกยางพาราถึง 4.35 แสนไร่ และมีพื้นที่กรีดยาง 3.63 แสนไร่[3] เกษตรกรในพื้นที่จำเป็นต้องพึ่งพาแหล่งรับซื้อน้ำยางพาราเพื่อจำหน่ายผลผลิต อันเป็นขั้นตอนสำคัญในห่วงโซ่อุปทานและส่งผลโดยตรงต่อรายได้และความเป็นอยู่ของครัวเรือนเกษตรกร [2] การตัดสินใจเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกรเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายประการ ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยด้านราคาที่ได้รับ ความสะดวกในการเข้าถึงบริการ คุณภาพการบริการ ความน่าเชื่อถือ และความสัมพันธ์อันดีกับผู้รับซื้อ [4] การศึกษาของ เสาวนีย์ เฉิดฉิ้ม (255X) เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจขายผลผลิตยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยาง ในอำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา พบว่าอุปสรรคสำคัญของเกษตรกรที่ขายน้ำยางสดคือการคิดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งซึ่งผู้รับซื้อมักเป็นผู้กำหนดฝ่ายเดียว ขณะที่เกษตรกรที่ขายยางแผ่นดิบประสบปัญหาการตกลงราคาและจัดชั้นคุณภาพยาง[4] นอกจากนี้ งานวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการลานรับซื้อน้ำยางพาราของเกษตรกรในอำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดโดยรวมมีผลต่อการตัดสินใจของเกษตรกรในระดับมากที่สุด [5]

ในพื้นที่ตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราจำนวนมาก การมีแหล่งขายน้ำยางพาราที่หลากหลายย่อมทำให้เกษตรกรมีทางเลือกมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็อาจสร้างความสับสนในการตัดสินใจได้เช่นกัน การศึกษาของ บัญชา สมบูรณ์สุข และ ปุรวิชญ์ พิทยาภินันท์ (2564) เกี่ยวกับการดำรงชีพของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางในอำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล ชี้ให้เห็นว่าราคายางพาราที่ไม่แน่นอนส่งผลกระทบต่อครัวเรือนเกษตรกร ทำให้ต้องมีการปรับตัวและวางกลยุทธ์การดำรงชีพที่เหมาะสม [6] การทำความเข้าใจถึงปัจจัยที่เกษตรกรให้ความสำคัญในการเลือกใช้บริการแหล่งขายน้ำยางพาราจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง แม้ว่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยการเลือกแหล่งรับซื้อผลผลิตทางการเกษตรโดยทั่วไป [7][8] แต่การศึกษาที่มุ่งเน้นเฉพาะเจาะจงในบริบทของเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในพื้นที่ตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล ซึ่งอาจมีลักษณะเฉพาะทางสังคมเศรษฐกิจและเงื่อนไขของตลาดที่แตกต่างออกไป ยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกรในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยสำคัญที่เกษตรกรพิจารณา

การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพารา จะช่วยให้เห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้นว่าปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลร่วมกัน หรือปัจจัยใดเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปัจจัยอื่นๆ ในการตัดสินใจของเกษตรกร ความเข้าใจในเชิงลึกนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาดของผู้ประกอบการแหล่งรับซื้อน้ำยางพาราให้สามารถตอบสนองความต้องการของเกษตรกรได้อย่างตรงจุด อีกทั้งยังเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับหน่วยงานภาครัฐและผู้ที่เกี่ยวข้องในการกำหนดนโยบายส่งเสริมและพัฒนาการตลาดยางพาราให้มีประสิทธิภาพ สร้างความเป็นธรรม และนำไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในพื้นที่อย่างยั่งยืนผลการศึกษาที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อหลายภาคส่วน ทั้งตัวเกษตรกรเองในการพิจารณาเลือกแหล่งขายที่ตอบสนองความต้องการและให้ผลประโยชน์สูงสุด ผู้ประกอบการแหล่งรับซื้อน้ำยางพาราในการปรับปรุงพัฒนากลยุทธ์และคุณภาพการบริการให้สามารถดึงดูดและรักษาฐานลูกค้าเกษตรกรไว้ได้ ตลอดจนหน่วยงานภาครัฐและผู้ที่เกี่ยวข้องในการกำหนดนโยบายและมาตรการส่งเสริมและพัฒนาการตลาดน้ำยางพาราให้มีประสิทธิภาพและเป็นธรรม[4] อันจะนำไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร[9] และความยั่งยืนของอุตสาหกรรมยางพาราในพื้นที่ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร
2. เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นต่อการใช้บริการของเกษตรกร
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

### 3.1 ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา คือ มุ่งศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร มีลำดับขันตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. สำรวจเอกสารงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการวิจัย เพื่อสร้างแบบสอบถาม
2. เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
3. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

2. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรผู้ปลูกยางพาราในตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล จำนวน 104 ราย ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากต้องการศึกษาเฉพาะกลุ่มเกษตรกรที่มีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไข โดยเป็นผู้ปลูกยางพาราและมีการจำหน่ายผลผลิตในพื้นที่ศึกษาจริง

**3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** ประกอบด้วย แบบสอบถาม จำนวน 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร จะหาค่าจำนวนและค่าร้อยละ

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นต่อการใช้บริการของเกษตรกร

โดยแบบสอบถามตอนที่ 2 และ 3 จะใช้มาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert, R., 1967) 5 ระดับ มีการให้คะแนนและแปลความหมายของระดับคะแนน โดยการประเมินระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพารา และความคิดเห็นต่อการใช้บริการของเกษตรกร ใช้คะแนนเฉลี่ยโดยอาศัยเกณฑ์การให้คะแนนเฉลี่ยดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง ระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง ระดับน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

และมีเกณฑ์การแปลความหมายตามทฤษฎีของ Bloom (Bloom, 1968) โดยกำหนดช่วงชั้น ดังนี้

4.21 – 5.00 มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด

3.41 – 4.20 มีความคิดเห็นในระดับมาก

2.61 – 3.40 มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง

1.81 – 2.60 มีความคิดเห็นในระดับน้อยที่สุด

1.00 – 1.80 มีความคิดเห็นในระดับน้อย

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอื่น ๆ

### 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร โดยใช้สถิติพรรณนาแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ

2. การวิเคราะห์ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร และวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นต่อการใช้บริการของเกษตรกร โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

## 4. ผลการวิจัย

การศึกษาเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนและค่าร้อยละของข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร (n=104)

| ตัวแปร | | ความถี่ | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| เพศ | | | |
| | ชาย | 71 | 68.3 |
| | หญิง | 33 | 31.7 |
| อายุ | | | |
| | 31-40 ปี | 13 | 12.5 |
| | 41-50 ปี | 56 | 53.8 |
| | 50 ปีขึ้นไป | 35 | 33.7 |
| ระดับการศึกษา | | | |
| | ประถมศึกษา | 51 | 49.0 |
| | มัธยมศึกษา/กศน./ปวช. | 37 | 35.6 |
| | ปริญญาตรี/อนุปริญญา | 16 | 15.4 |
| รายได้ต่อเดือน | | | |
| | น้อยกว่า 15,000 บาท | 4 | 3.8 |
| | 15,000 บาทขึ้นไป ถึง 30,000 บาท | 95 | 91.3 |
| | 30,000 บาทขึ้นไป ถึง 60,000 บาท | 5 | 4.8 |
| จำนวนพื้นที่ปลูกยางพารา | | | |
| | น้อยกว่า 20 ไร่ | 99 | 95.2 |
| | 21 ไร่-50 ไร่ | 5 | 4.8 |

จากตารางที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็น เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 68.3 โดยมีช่วงอายุมากที่สุดคือ 41-50 ปี (ร้อยละ 53.8) รองลงมาคือกลุ่มอายุ 50 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 33.7) ซึ่งสะท้อนว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีวัยวุฒิ ในด้านระดับการศึกษา เกือบครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างมีการศึกษาระดับ ประถมศึกษา (ร้อยละ 49.0) สำหรับสถานะทางเศรษฐกิจ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เกือบทั้งหมดมี รายได้ต่อเดือนระหว่าง 15,000 ถึง 30,000 บาท (ร้อยละ 91.3) และมีพื้นที่ในการปลูกยางพาราน้อยกว่า 20 ไร่ (ร้อยละ 95.2)

ตารางที่ 2 ระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร

| ปัจจัย | | $\overline{X}$ | S.D. | ระดับ |
|---|---|---|---|---|
| ด้านความเป็นรูปธรรมของบริการ | | | | |
| - | มีพื้นที่ในการจอดรถอย่างเพียงพอ | 3.606 | 0.565 | มาก |
| - | ทำเลที่ตั้งเหมาะแก่การมาใช้บริการ | 3.096 | 0.600 | ปานกลาง |
| - | มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกครบครัน เช่น ที่นั่ง น้ำดื่ม | 3.346 | 0.604 | ปานกลาง |
| ด้านความเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ | | | | |
| - | พนักงานมีความน่าเชื่อถือ | 3.510 | 0.638 | มาก |
| - | พนักงานคิดบัญชี ทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ | 3.163 | 0.625 | ปานกลาง |
| ด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ | | | | |
| - | พนักงานมีอัธยาศัยในการต้อนรับดี | 3.192 | 0.669 | ปานกลาง |
| - | พนักงานมีความกระตือรือร้นในการบริการ | 3.250 | 0.619 | ปานกลาง |
| ด้านการใช้ความมั่นใจแก่ผู้บริการ | | | | |
| - | มีหลักเกณฑ์ในการตัดสินราคา | 3.327 | 0.689 | ปานกลาง |
| - | ตราชั่งที่ใช้ในการบริการมีความเที่ยงตรงตรวจสอบได้ | 3.288 | 0.649 | ปานกลาง |
| - | พนักงานให้คำแนะนำและตอบข้อคำถามได้อย่างชัดเจน | 3.260 | 0.607 | ปานกลาง |
| ด้านความเข้าใจและเห็นอกเห็นใจในผู้รับบริการ | | | | |
| - | ผู้มาใช้บริการสามารถติดต่อสอบถามได้ตลอดเวลา | 3.404 | 0.616 | ปานกลาง |
| - | พนักงานยินดีรับฟังคำแนะนำหรือข้อคิดเห็นจากผู้มาใช้บริการ | 3.260 | 0.668 | ปานกลาง |
| โดยภาพรวม | | 3.308 | 0.295 | ปานกลาง |

จากตารางที่ 2 พบว่า โดยภาพรวมผู้รับบริการมีความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.308) เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน สามารถสรุปรายละเอียด ดังนี้

ด้านความเป็นรูปธรรมของบริการ ผู้รับบริการมีความพึงพอใจในระดับ มาก ในประเด็น การมีพื้นที่ในการจอดรถอย่างเพียงพอ (ค่าเฉลี่ย 3.606) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ได้รับคะแนนสูงสุดในทุกรายการ ส่วนปัจจัยด้านทำเลที่ตั้งและอุปกรณ์อำนวยความสะดวกอยู่ในระดับปานกลาง

ด้านความเชื่อถือไว้วางใจในการบริการ ผู้รับบริการมีความพึงพอใจในระดับมาก ต่อความน่าเชื่อถือของพนักงาน(ค่าเฉลี่ย 3.510) อย่างไรก็ตาม ความพึงพอใจต่อความถูกต้องและแม่นยำในการคิดบัญชีและการทำงานของพนักงานอยู่ในระดับปานกลาง

ด้านการตอบสนองต่อผู้รับบริการ ความพึงพอใจในด้านนี้อยู่ในระดับปานกลางทั้งสองรายการ โดยผู้รับบริการมองว่าพนักงานมีความกระตือรือร้นในการบริการ (ค่าเฉลี่ย 3.250) และมีอัธยาศัยดีในการต้อนรับ (ค่าเฉลี่ย 3.192)

ด้านการใช้ความมั่นใจแก่ผู้บริการความพึงพอใจในทุกรายการของด้านนี้อยู่ในระดับปานกลาง โดยประเด็นที่มีคะแนนสูงสุดคือ การมีหลักเกณฑ์ในการตัดสินราคา (ค่าเฉลี่ย 3.327)

ด้านความเข้าใจและเห็นอกเห็นใจในผู้รับบริการความพึงพอใจในด้านนี้อยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน โดยผู้รับบริการรู้สึกว่าสามารถติดต่อสอบถามได้ตลอดเวลา (ค่าเฉลี่ย 3.404) ซึ่งเป็นประเด็นที่ได้รับความพึงพอใจค่อนข้างสูงในกลุ่มระดับปานกลาง

ตารางที่ 3 ระดับความคิดเห็นต่อการใช้บริการของเกษตรกร

| ปัจจัย | $\overline{X}$ | S.D. | ระดับ |
|---|---|---|---|
| สถานที่บริการมีความสะอาดเรียบร้อย | 3.644 | 0.556 | มาก |
| พนักงานให้ความช่วยเหลือ เพื่อให้ท่านได้รับความสะดวกที่สุด | 3.337 | 0.677 | ปานกลาง |
| ป้ายบอกราคามีความชัดเจน สามารถมองเห็นและเข้าใจง่าย | 3.269 | 0.627 | ปานกลาง |
| พนักงานสามารถสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริการ | 3.288 | 0.678 | ปานกลาง |
| พนักงานบริการผู้มาใช้บริการอย่างเท่าเทียม | 3.202 | 0.674 | ปานกลาง |
| โดยภาพรวม | 3.348 | 0.350 | ปานกลาง |

จากตารางที่ 3 พบว่า ในภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.348) โดยมีรายละเอียดในแต่ละปัจจัยดังนี้ปัจจัยที่ผู้รับบริการมีความพึงพอใจมากที่สุด และเป็นปัจจัยเดียวที่อยู่ใน ระดับมาก คือ "สถานที่บริการมีความสะอาดเรียบร้อย" (ค่าเฉลี่ย 3.644) ซึ่งถือเป็นจุดแข็งที่โดดเด่นของการบริการ สำหรับปัจจัยอื่นๆ นั้น ผู้รับบริการมีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับปานกลาง ทั้งหมด โดยเรียงลำดับจากคะแนนมากไปน้อย คือ พนักงานให้ความช่วยเหลือเพื่อให้ได้รับความสะดวกที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.337) พนักงานสามารถสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริการ (ค่าเฉลี่ย 3.288) และป้ายบอกราคามีความชัดเจนและเข้าใจง่าย (ค่าเฉลี่ย 3.269) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกร

| **ตัวแปร** | $\overline{X}$ | **S.D.** | $X_1$ | $Y_1$ |
|---|---|---|---|---|
| ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพารา | 3.308 | 0.295 | - | .612** |
| ความคิดเห็นต่อการใช้บริการของเกษตรกร | 3.348 | 0.350 | | - |

** P < .01 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราและความคิดเห็นต่อการใช้บริการของเกษตรกร มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

## 5. สรุป

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 104 คน สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็น เกษตรกรชาย (ร้อยละ 68.3) อยู่ใน ช่วงอายุ 41-50 ปี (ร้อยละ 53.8) รองลงมาคือกลุ่มอายุ 50 ปีขึ้นไป ซึ่งสะท้อนว่าเป็นกลุ่มผู้มีวัยวุฒิและประสบการณ์ ด้านการศึกษา เกือบครึ่งหนึ่งจบ ระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 49.0) ในด้านสถานะทางเศรษฐกิจ เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย โดยมี รายได้ต่อเดือนระหว่าง 15,000 - 30,000 บาท (ร้อยละ 91.3) และมีพื้นที่ปลูกยางพาราน้อยกว่า 20 ไร่ (ร้อยละ 95.2)

2. ระดับความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการ โดยภาพรวม เกษตรกรมีความพึงพอใจต่อคุณภาพและการใช้บริการใน ระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.308 และ 3.348) เมื่อพิจารณาในรายละเอียด พบว่า ปัจจัยที่เกษตรกรมีความพึงพอใจมากที่สุด มี 3 ประการ ได้แก่ สถานที่บริการมีความสะอาดเรียบร้อย (ค่าเฉลี่ย 3.644) มีพื้นที่ในการจอดรถอย่างเพียงพอ (ค่าเฉลี่ย 3.606) พนักงานมีความน่าเชื่อถือ (ค่าเฉลี่ย 3.510)

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราและความคิดเห็นต่อการใช้บริการของเกษตรกร พบว่า ความคิดเห็นหรือความพึงพอใจต่อการบริการ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายน้ำยางพารา อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าสหสัมพันธ์ = .612) ซึ่งค่าดังกล่าวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูง หมายความว่า เมื่อเกษตรกรรับรู้ถึงคุณภาพบริการที่ดีขึ้นในปัจจัยด้านต่าง ๆ ก็มีแนวโน้มอย่างยิ่งที่จะส่งผลให้ความพึงพอใจโดยรวมและการตัดสินใจเลือกใช้บริการแหล่งขายนั้นสูงขึ้นตามไปด้วยอย่างชัดเจน

## 6. อภิปรายผล

ผลการศึกษาปัจจัยการเลือกแหล่งขายน้ำยางพาราของเกษตรกรในตำบลละงู จังหวัดสตูล ชี้ว่าความพึงพอใจโดยรวมต่อคุณภาพการบริการและค่าเฉลี่ยความคิดเห็นต่อการใช้บริการอยู่ในระดับปานกลางที่ประมาณ 3.3 ซึ่งบ่งชี้ถึงโอกาสในการพัฒนาบริการให้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ปัจจัยด้านความเป็นรูปธรรม เช่น ความสะอาดของสถานที่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 3.64 พื้นที่จอดรถที่เพียงพอด้วยค่าเฉลี่ยประมาณ 3.61 และความน่าเชื่อถือของพนักงาน ที่มีค่าเฉลี่ยประมาณ 3.51 ได้รับการประเมินในระดับสูง สะท้อนความสำคัญขององค์ประกอบทางกายภาพและความไว้วางใจ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดคุณภาพบริการของ Parasuraman และคณะ [10] ประเด็นสำคัญ คือ พบความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ค่าสหสัมพันธ์ 0.612 ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกแหล่งขายกับความพึงพอใจในการใช้บริการ แสดงว่าเมื่อเกษตรกรรับรู้คุณภาพบริการที่ดีในมิติต่างๆ ย่อมส่งผลโดยตรงต่อความพึงพอใจและการตัดสินใจเลือกใช้บริการ ดังที่ Spreng และ Mackoy [11] ชี้ว่าคุณภาพบริการนำไปสู่ความพึงพอใจ ดังนั้น ผู้ประกอบการควรพัฒนากลยุทธ์บริการแบบองค์รวม ไม่เพียงเน้นราคา แต่รวมถึงการตอบสนองความต้องการของเกษตรกรอย่างครอบคลุม โดยคำนึงถึงลักษณะเฉพาะของเกษตรกร [12] และแนวโน้มที่เกษตรกรให้ความสำคัญกับคุณภาพบริการและความสัมพันธ์ที่ดี [6] เพื่อสร้างความภักดีในระยะยาว

## 7.ข้อเสนอแนะ

7.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการปฏิบัติ จากผลการวิจัยสามารถนำเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการปฏิบัติสำหรับผู้ประกอบการแหล่งรับซื้อน้ำยางพารา โดยควรให้ความสำคัญกับการลงทุนเพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพของสถานประกอบการ เช่น การดูแลรักษาความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ และการจัดสรรพื้นที่จอดรถให้เพียงพอและสะดวกสบาย ตลอดจนการพัฒนาศักยภาพบุคลากรผ่านการจัดอบรมอย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งเน้นการสร้างความน่าเชื่อถือและความโปร่งใสในการให้บริการขณะเดียวกัน หน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเข้ามามีบทบาทในการส่งเสริมและกำหนดมาตรฐานคุณภาพการบริการของแหล่งรับซื้อผลผลิตทางการเกษตร เพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันและสร้างความเป็นธรรมในห่วงโซ่อุปทาน

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาเชิงคุณภาพ เช่น การสัมภาษณ์เชิงลึกหรือการจัดสนทนากลุ่ม เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์และเหตุผลเบื้องหลังการตัดสินใจของเกษตรกรให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยในพื้นที่อื่นที่มีบริบททางเศรษฐกิจและสังคมแตกต่างกัน เพื่อตรวจสอบความเหมือนหรือความแตกต่างของปัจจัยที่มีนัยสำคัญ อันจะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่สามารถสรุปอ้างอิงได้ในวงกว้าง ตลอดจนการวิจัยในระยะยาวเพื่อติดตามพลวัตการเปลี่ยนแปลงของความพึงพอใจและความภักดีของเกษตรกร ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจผลกระทบของกลยุทธ์การบริการในระยะยาวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณข้อมูลจากเกษตรกร ในพื้นที่อำเภอตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล จำนวน 104 ราย ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล และขอขอบคุณอาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่คอยให้คำแนะนำในการเขียนบทความฉบับนี้

## เอกสารอ้างอิง

[1] รัฐสภา, พระราชบัญญัติยางพารา พ.ศ. ๒๕๔๒, ข้อมูลจาก https://old.parliament.go.th/ewtadmin/ewt/elaw_parcy/

ewt_dl_link.php?nid=1799 (วันที่สืบค้นข้อมูล 27 พฤษภาคม 2568).

[2] สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). 2566. “สถานการณ์ยางพาราของไทย ปี 2565 และแนวโน้ม ปี 2566” สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). ข้อมูลจาก https://www.arda.or.th/detail/6582 (วันที่สืบค้นข้อมูล 27 พฤษภาคม 2568).

[3] อัจฉรา จอมสวี อรพิน จันทร์เจริญสุข จุฑามาศ พรหมมาศ อนุรักษ์ อุปรา ดุจดวงใจ สมิทจิตร์ ลักษมี ชัยเจริญวิมลกุล, มรกต น้อยวัฒน์ วัชรีพร ทัศนภักดี วรวรรณ คำรักษ์ และกนิษฐา กิ่งมาลา. 2566. ทดสอบเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมของยางพาราในพื้นที่จังหวัดสตูล.กรมวิชาการเกษตร. ข้อมูลจาก https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2023/08/2131.2-ทดสอบเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมของยางพาราในพื้นที่จังหวัดสตูล.pdf (วันที่สืบค้นข้อมูล 27 พฤษภาคม 2568)

[4] เสาวนีย์ เฉิดฉิ้ม. 2557. “ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจขายผลผลิตยางพาราของเกษตรกรชาวสวนยาง ในอำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา”. การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติ และนานาชาติ ครั้งที่ 5, 10-11 กรกฎาคม 2557, สงขลา, ประเทศไทย: 1284-1295.

[5] สิริวรรณ พรหมมาก. 2565. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการลานรับซื้อน้ำยางพาราของเกษตรกร อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. สารนิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรามคำแหง. ข้อมูลจาก https://mmm.ru.ac.th/MMM/IS/twin11/6514154187.pdf (วันที่สืบค้นข้อมูล 27 พฤษภาคม 2568).

[6] บัญชา สมบูรณ์สุข และปุรวิชญ์ พิทยาภินันท์. 2564. “การดำรงชีพของครัวเรือนเกษตรกรชาวสวนยางภายใต้ระบบการผลิตยางพาราและไม้ผลในชุมชนทุ่งน้ย อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล”. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, ปีที่ 13, ฉบับที่ 2. 134-155.

[7] นัจนันท์ อุปนันท์ และนิติพล ภูตะโชติ. 2566. “พฤติกรรมและปัจจัยส่วนประสมการตลาดในการตัดสินใจขายยางก้อนถ้วยของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา และหัวหน้ากลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา”. วารสารพัฒนาการเรียนรู้สมัยใหม่ (Journal of Modern Learning Development), ปีที่ 8, ฉบับที่ 2: 63-77.

[8] ภาคภูมิ พิชญ์หาญณรงค์ และอภิชาต ดะลุณเพธย์. 2559. “ความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อเงื่อนไขในสัญญาการขายสับปะรดโรงงานในจังหวัดระยอง”. วารสารเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ, ปีที่ 7, ฉบับที่ 13: 1-19.

[9] ลัทธพร รัตนวรารักษ์โสมรัศมิ์ จันทรัตน์ชนกานต์ ฤทธินนท์บุญธิดา เสงี่ยมเนตรอุกฤษ อุณหเลขกะรัสรินทร์ ชินโชติธีรนันท์ และกัมพล ปั้นตะกั่ว. 2562. “Digital technology กับการยกระดับคุณภาพชีวิตเกษตรกรไทย”. สถาบันวิจัยเศรษฐกิจป๋วย อึ๊งภากรณ์ (PIER abridged). ข้อมูลจาก https://www.pier.or.th/abridged/2019/19/ (วันที่สืบค้นข้อมูล 27 พฤษภาคม 2568).

[10] A. Parasuraman, V.A. Zeithaml and L.L. Berry. 1988. "SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality". *Journal of Retailing*, Vol. 64 (1): 12-40.

[11] R.A. Spreng and R.D. Mackoy. 1996. "An empirical examination of a model of perceived service quality and satisfaction". *Journal of Retailing*, Vol. 72 (2): 201-214.

[12] O. Sori and M. Adugna. 2022. "Determinants of groundnut producers’ market channel choice in Western Oromia region, Ethiopia". *Journal of Agriculture and Food Research*, Vol. 7: 100277.

# การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติสำหรับเครื่องสาวไหมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพเส้นไหมในชุมชนท้องถิ่น

# Development of Automated Temperature Control System for Silk Reeling Machines: Improving Production Efficiency and Thread Quality in Local Communities

นนทิพัฒน์ ไวยวารี[1] วันวิสา เลิบไธสง[1] กีรดิษ สายพัทลุง[1*] และ ธงชัย ทองอยู่[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Nontipat Vaivaree[1*] Wanwisa Lerbthaisong[1] Keeradit Saipattalung[1] and Thongchai Thongyoo[1]
[1]Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University

E-mail: keeradit@pnru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติสำหรับเครื่องสาวไหมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพเส้นไหมในชุมชนท้องถิ่น เพื่อแก้ไขปัญหาการควบคุมอุณหภูมิที่ไม่แม่นยำในกระบวนการสาวไหมแบบดั้งเดิมที่ใช้การเผาไม้เป็นหลัก ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 70 องศาเซลเซียส เส้นไหมจะแข็งและไม่สุก หากสูงเกินไปจะทำให้เส้นไหมเละและสาวไม่ออก ส่งผลให้ผู้สาวไหมสามารถสาวไหมได้เพียง 2 กระด้งต่อวัน จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบที่สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยอาศัยหม้อต้มไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับขับเคลื่อนอักสาวไหม ระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติด้วยโซลินอยด์วาล์วและลูกลอย เซนเซอร์ตรวจจับการขาดเส้นไหม และจอแสดงผลการทำงาน โดยการทดสอบจะใช้รังไหม จำนวน 100 รัง ผลการทดสอบพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการสาวไหมอยู่ที่ 81.9 ถึง 90.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ค่าเฉลี่ย 84.2 องศาเซลเซียส ซึ่งลดเวลาการสาวไหมจาก 6.8 นาทีของการสาวไหมด้วยมือเหลือ 6 นาทีต่อ 100 รัง ซึ่งสามารถสาวไหมได้ 1 กระด้ง (800 ถึง 1,000 รัง) ในเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง โดยระบบสามารถสาวเส้นไหมได้ความยาวเฉลี่ย 848 เซนติเมตรต่อนาที ที่ความเร็วรอบเฉลี่ย 37 รอบ ซึ่งระบบจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดแรงงานคน รักษาคุณภาพเส้นไหมให้สม่ำเสมอ

**คำสำคัญ:** เครื่องสาวไหม ไมโครคอนโทรลเลอร์ การควบคุมอุณหภูมิ ภูมิปัญญาท้องถิ่น ประสิทธิภาพการผลิต

## Abstract

This research aimed to develop an automatic temperature control system for silk reeling machines to enhance production efficiency and silk thread quality in local communities. The objective was to address the inaccurate temperature control problems in traditional silk reeling processes that primarily relied on wood burning, resulting in temperature control issues. When the temperature fell below 70°C, silk threads became hard and undercooked, while excessive heat caused the threads to become mushy and impossible to reel. Consequently, silk reelers could only process 2 skeins per day. The researchers developed a system that utilized an electric pot with temperature control capability, a DC electric motor for driving the silk reeling mechanism, an automatic water

supply system with solenoid valves and float switches, sensors for detecting silk thread breakage, and a display screen for monitoring operations. The testing was conducted using 100 cocoons. The test results revealed that the optimal temperature range for silk reeling was 81.9 to 90.4°C, with an average temperature of 84.2°C. This reduced the reeling time from 6.8 minutes for manual reeling to 6 minutes per 100 cocoons, enabling the processing of 1 skein (800 to 1,000 cocoons) in approximately 1 hour. The system was able to reel silk threads at an average length of 848 centimeters per minute at an average speed of 37 revolutions per minute. The system helped increase production efficiency, reduced manual labor, and maintained consistent silk thread quality.

**Keywords:** Silk Reeling Machine, Temperature Control, Local Wisdom, Production Efficiency

## 1. บทนำ

การเลี้ยงไหมและการสาวไหมเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีการสั่งสมองค์ความรู้มากกว่า 2,500 ถึง 3,500 ปี [1-2] โดยเส้นไหมได้รับการยอมรับว่าเป็นเส้นใยธรรมชาติที่มีคุณสมบัติเป็นเลิศที่สุดในโลก เนื่องจากมีความยาวมาก ความหนาสม่ำเสมอ และความเหนียวสูง อย่างไรก็ตาม ปัญหาหลักของการสาวไหมแบบดั้งเดิมไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 70 องศาเซลเซียส เส้นไหมจะแข็งและไม่สุก หากสูงเกินไปจะทำให้เส้นไหมเละและสาวไม่ออก โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมควรอยู่ที่ 80 ถึง 90 องศาเซลเซียส [3] จากการสำรวจพบว่าชาวบ้านสามารถสาวไหมได้เพียง 2 กระด้งต่อวัน ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในกระบวนการสาวไหมแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน ประกอบด้วย ปัญหาด้านกระบวนการสาวที่มีขั้นตอนซับซ้อนและใช้เวลามาก ตั้งแต่การเตรียมรังไหม การต้ม การสาว การกรอเข้าอัก การบิดเกลียว และการทำใจไหม ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตต่ำและไม่สามารถตอบสนองความต้องการตลาดได้เพียงพอ และปัญหาด้านการควบคุมอุณหภูมิโดยการใช้ไม้เป็นเชื้อเพลิงในการต้มไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างแม่นยำและสม่ำเสมอ เมื่ออุณหภูมิสูงเกินไปเส้นไหมจะขาด หากต่ำเกินไปรังไหมจะติดตามเส้นไหมทำให้ขาดเช่นกัน อีกทั้งผู้สาวไหมส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ ไม่สามารถนั่งสาวไหมในระยะเวลานานได้ อีกทั้งในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีอัตโนมัติมาใช้ในงานด้านศิลปวัฒนธรรม [4-5] การเกษตร [6] อย่างกว้างขวง ดังนั้นการพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติสำหรับเครื่องสาวไหมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพเส้นไหมในชุมชนท้องถิ่น เพื่อเพิ่มกำลังการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพ โดยนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้กับภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อควบคุมอุณหภูมิ และการปั่นเส้นไหมแบบอัตโนมัติโดยใช้หม้อต้มไฟฟ้าซึ่งปรับอุณหภูมิได้ และนำมอเตอร์กระแสตรงเข้ามาเป็นตัวปั่นอักสาวไหม ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และผลกระทบด้านสุขภาพของผู้สาวไหมที่ต้องนั่งสาวเป็นระยะเวลานาน

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การเลี้ยงไหมและการสาวไหม

รังไหมเป็นผลผลิตที่เกิดจากวงจรชีวิตของหนอนไหม 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และผีเสื้อไหม เมื่อผีเสื้อผสมพันธุ์จะวางไข่ได้ 400 ถึง 500 ฟองภายใน 1 ถึง 4 วัน หลังจากนั้น 10 วัน ไข่จะฟักเป็นหนอนไหม ระยะที่เป็นตัวหนอนจะเจริญเติบโตผ่าน 5 ระยะ โดยในแต่ละระยะจะมีการลอกคราบเพื่อขยายขนาดของตัวไหม ใช้เวลาการลอกคราบครั้งละ 24 ชั่วโมง [7-9] ดังรูปที่ 1(ก)






(ก) (ข)

**รูปที่ 1** วงจรชีวิตของตัวไหม และการสาวไยไหม

ที่มา : https://qsds.go.th/newqssckri/วงจรชีวิตของตัวไหม/

จากรูปที่ 1(ข) กระบวนการสาวไหม เป็นกระบวนการดึงเส้นใยออกจากรังไหม โดยกระบวนการต้มเพื่อทำลายกาวที่ผนึกเส้นใยให้แยกออกจากกัน ซึ่งน้ำที่ใช้ต้มควรเป็นน้ำสะอาดมีความเป็นกรด-ด่างที่ 7 เช่น น้ำฝนหรือน้ำประปาที่เก็บไว้นานนำมาต้มที่อุณหภูมิ 82 ถึง 89 องศาเซลเซียส โดยต้มให้ร้อนแต่ไม่เดือด จากนั้นนำรังไหม 120 ถึง 150 รัง ลงต้มในหม้อ ใช้ไม้คีบกดรังไหมให้จมน้ำ 4 ถึง 5 ครั้ง เป็นเวลา 1 ถึง 2 นาที เมื่อปมเส้นไหมหลุดจากรังไหมติดกับไม้คีบ ให้รวบเส้นไหมสอดผ่านรูตรงกลางพวงสาว พันกับลูกรอก 1 รอบ แล้วพันเกลียวเส้นไหม 7 ถึง 9 รอบ จากนั้นดึงเส้นไหมผ่านพวงสาวลงภาชนะที่มีวัสดุถ่วงน้ำหนัก เช่น เมล็ดนุ่น ข้าวสาร เพื่อป้องกันเส้นไหมพันกัน เมื่อสาวไหมเปลือกนอกหมดแล้ว จะเห็นเส้นไหมมีลักษณะละเอียด สม่ำเสมอ

**2.2 อุปกรณ์ในการสาวไหม**

การสาวไหมต้องอาศัยอุปกรณ์หลายชนิดที่ใช้ในกระบวนการผลิตเส้นไหมให้มีคุณภาพ โดยแต่ละชิ้นมีบทบาทเฉพาะที่ช่วยให้การสาวไหมมีประสิทธิภาพ โดยอุปกรณ์ พวงสาว รูปที่ 2(ก) ทำจากไม้เนื้ออ่อน สำหรับพันเกลียวเส้นไหม หม้อต้มสาวไหม มี 2 ชนิด คือ หม้อดินรักษาอุณหภูมิสม่ำเสมอ ส่วนหม้ออลูมิเนียมความร้อนขึ้นลงเร็ว ไม้คีบเกลี่ยรังไหม ใช้เกลี่ยรังไหมและควบคุมเส้นไหม และอีกอุปกรณ์ที่มีความสำคัญคือ อักสาวไหม รูปที่ 2(ข) ใช้สำหรับคัดไหมแยกเป็นตอน และอุปกรณ์สุดท้ายคือ เหล่ง ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ เหล่งตามมาตรฐาน มกษ.8000-2555 [10] ที่มีแขนสวิงและอุปกรณ์นับรอบ จัดเรียงเส้นไหมแบบไดมอนด์ครอส และเหล่งแบบพื้นบ้านที่มีลักษณะเป็นไม้ 2 อันไขว้เป็นกากบาด หมุนได้ 360 องศา เรียงเส้นไหมแบบขนาน อุปกรณ์เหล่านี้ล้วนมีความสำคัญต่อการสืบทอดภูมิปัญญาการสาวไหมของไทยและการได้เส้นไหมคุณภาพดี



(ก)



(ข)

**รูปที่ 2** พวงสาว และอักสาวไหม

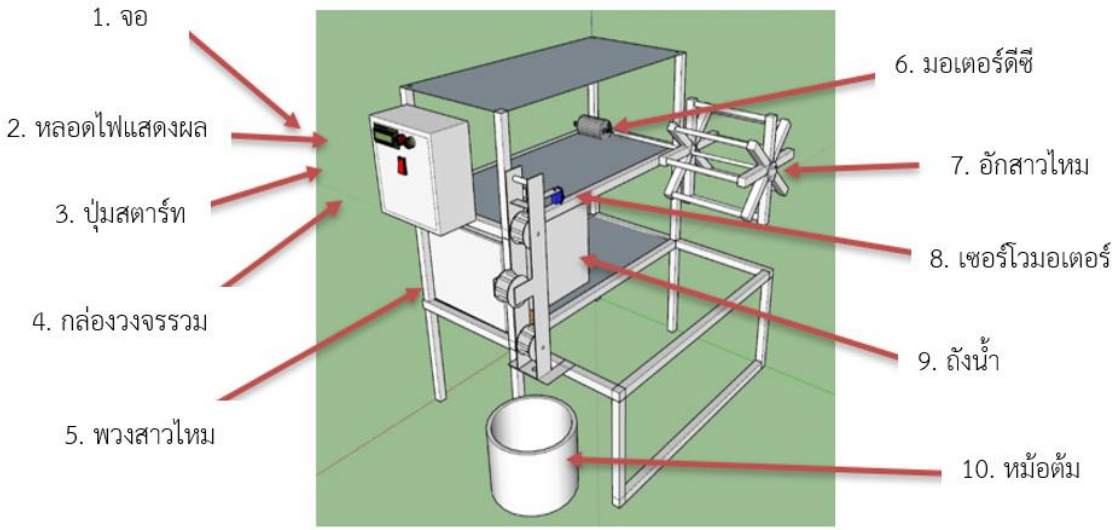
ที่มา : https:// thaiunique.wordpress.com/คลังคำศัพท์/อักษร-ห-ฮ/

## 3. การดำเนินงานและการออกแบบ

การออกแบบการทำงานของเครื่องสาวไหม มีแผนการดำเนินงานการออกแบบด้านฮาร์ดแวร์ การออกแบบด้านซอฟต์แวร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

### 3.1 โครงสร้างหลักของเครื่องสาวไหม

โครงสร้างของเครื่องสาวไหมจะใช้เหล็กกล่องขนาด 1x1 นิ้ว ฐานวางถังน้ำสำรองและฐานยึดมอเตอร์ดีซี จะใช้เป็นแผ่นเหล็กความหนา 3 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 3



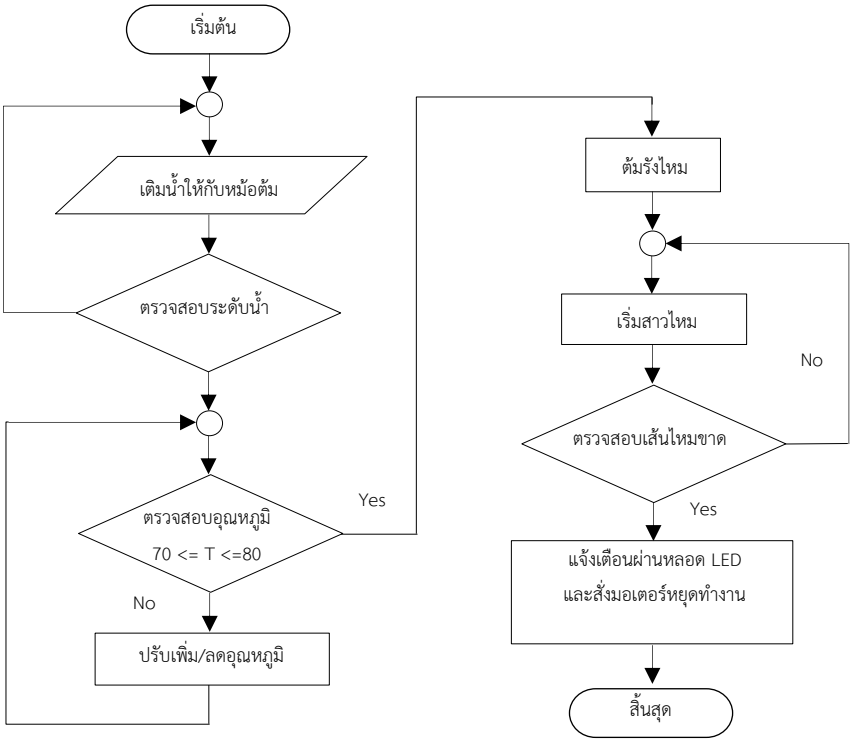

**รูปที่ 3** โครงสร้างขนาดออกแบบของเครื่องสาวไหมควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 3 โครงสร้างหลักของเครื่องสาวไหมควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยโครงสร้างจะใช้เหล็กกล่อง สูง 75 เซนติเมตร x กว้าง 65 เซนติเมตร x ยาว 60 เซนติเมตร ซึ่งองค์ประกอบโดยรวมของตัวเครื่องสาวไหม ประกอบด้วย 1. จอแอลซีดี ทำหน้าที่แสดงการทำงาน 2. ไฟแอลอีดี ทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานของเครื่อง 3. ปุ่มสตาร์ท ทำหน้าที่เริ่มการทำงาน 4. กล่องวงจรรวม 5. พวงสาวไหม ใช้สำหรับพันเกลียวเส้นไหมทำให้เส้นไหมรวมตัวกันขณะสาวไหม 6. มอเตอร์ดีซี ใช้สำหรับหมุนอักสาวไหม 7. อักสาวไหม

เป็นเครื่องมือสำหรับคัดด้ายหรือไหม 8. เซอร์โวมอเตอร์ ใช้สำหรับกระจายเส้นไหม 9. ถังน้ำ ใช้สำหรับบรรจุน้ำที่เติมลงในหม้อต้ม 10. หม้อต้ม ใช้สำหรับต้มรังไหม

**3.2 การออกแบบด้านซอฟต์แวร์**

การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบเครื่องสาวไหมควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนการทำงาน ดังรูปที่ 4

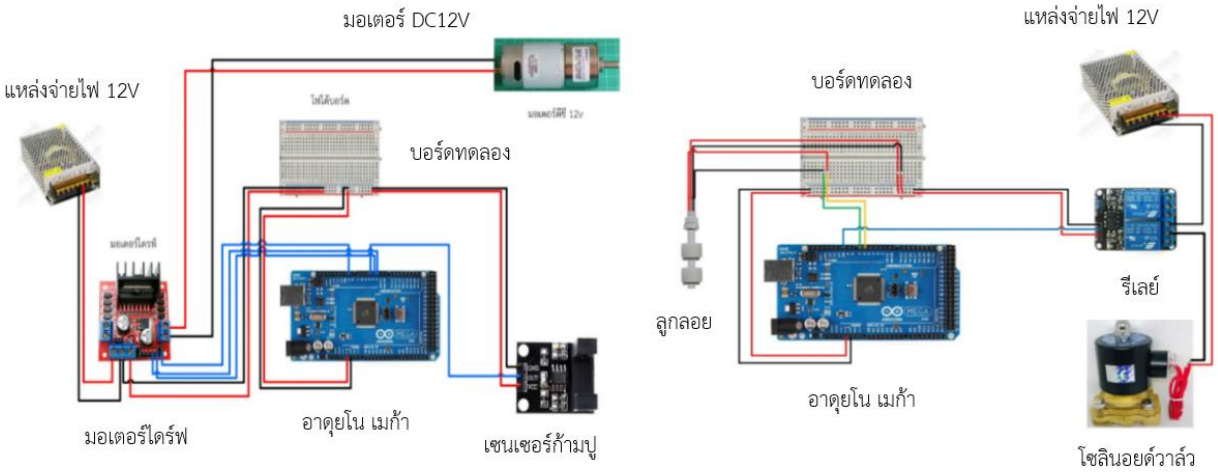



**รูปที่ 4** ระบบการทำงานซอฟต์แวร์ของเครื่องสาวไหมควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 4 ระบบจะเติมน้ำลงในหม้อต้ม จากนั้นตรวจสอบระดับน้ำด้วยลูกลอย เมื่อน้ำอยู่ในระดับที่ต้องการ ระบบจะเริ่มการต้ม โดยควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 70 ถึง 80 องศาเซลเซียส ใส่รังไหมลงในหม้อต้ม หาไหมเส้นแรกผูกกับอักสาวไหม เริ่มสาวไหม ขณะสาวไหมถ้าเส้นไหมขาดมอเตอร์จะหยุดทำงาน และแจ้งเตือนผ่านหลอด LED

**3.3 การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์**

การออกแบบการเชื่อมต่อเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ดีซี และเซนเซอร์ก้ามปู หมุนอักและตรวจสอบเส้นไหมผ่านการควบคุมด้วยบอร์ดอาดุยโน่เมก้า ดังรูปที่ 5(ก) และการออกแบบการเชื่อมต่อเพื่อควบคุมการทำงานของโซลินอยวาล์ว รีเลย์ และลูกลอย ให้ทำงานตามที่กำหนดไว้ตามที่ป้อนคำสั่งให้ บอร์ดอาดุยโน่เมก้า ดังรูปที่ 5(ข)




(ก) (ข)

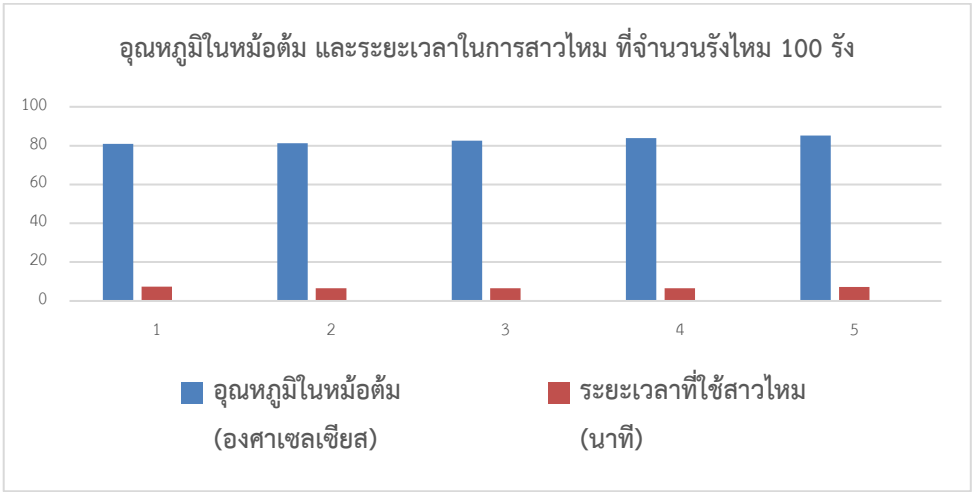
**รูปที่ 5** การออกแบบการเชื่อมต่อมอเตอร์ และการเชื่อมต่อโซลินอยด์วาล์ว

จากรูปที่ 5(ก) การเชื่อมต่อของมอเตอร์ดีซี 12 โวลต์ จะต่อเข้าบอร์ดขับมอเตอร์ที่ขา 2 3 9 ตามลำดับ และเซนเซอร์ก้ามปูจะต่อเข้ากับ ขา 4 ของบอร์ดอาดุยโน่เมก้า เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ให้หยุดหมุนเมื่อเส้นไหมขาด และจากรูปที่ 5(ข) การเชื่อมต่อของโซลินอยด์วาล์ว จะต่อเข้ากับรีเลย์ และสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย รีเลย์ที่ขา 10 ของบอร์ดอาดุยโนเมก้า ลูกลอยต่อที่ขา 6 7 ของบอร์ดอาดุยโนเมก้า เพื่อให้ควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์วสำหรับการควบคุมปริมาณน้ำ

## 4. วิจารณ์ผลการทดสอบ

### 4.1 การทดสอบระยะเวลาการสาวไหมด้วยมือ

การทดสอบระยะเวลาการสาวไหมด้วยมือ ได้ทำการทดสอบโดยการใช้รังไหมพันธุ์น้อยพื้นบ้าน เพื่อทดสอบหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสาวไหม ดังรูปที่ 6




**รูปที่ 6** อุณหภูมิในหม้อต้ม และระยะเวลาในการสาวไหม ที่จำนวนรังไหม 100 รัง ด้วยมือ

จากรูปที่ 6 ผลการทดสอบระยะเวลาในการสาวไหมด้วยมือทั้งหมด 5 ครั้ง จะได้เวลาที่ใกล้เคียงกันและสามารถสาวไหมได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามต้องการ โดยอุณหภูมิในหม้อต้มอยู่ระหว่าง 80.9 องศาเซลเซียส ถึง 85.2 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการสาวไหมอยู่ระหว่าง 6.47 นาที ถึง 7.44 นาที

**4.2 ผลการทดลองหาเวลาที่ใช้ในการต้มรังไหม**

การทดลองหาเวลาที่ใช้ในการต้มรังไหม ได้ทำการทดสอบโดยการใช้รังไหมพันธุ์น้อยพื้นบ้าน เพื่อทดสอบว่าการต้มน้ำให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการใช้ระยะเวลาเท่าไหร่ เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะเวลาการต้มรังไหม

| จำนวนรังไหม (รัง) | เวลาต้มรังไหม (นาที) | อุณหภูมิในหม้อต้ม (องศาเซลเซียส) | ผลการทดลอง | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 5 | 60.8 | สาวไม่ได้ | ใยไหมไม่ออก |
| 100 | 10 | 65.1 | สาวไม่ได้ | ใยไหมไม่ออก |
| 100 | 15 | 70.3 | สาวไม่ได้ | ใยไหมออกน้อย |
| 100 | 20 | 75.1 | สาวไม่ได้ | ใยไหมออกน้อย |
| 100 | 25 | 81.9 | สาวได้ | ใยไหมออก |
| 100 | 30 | 84.5 | สาวได้ | ใยไหมออก |
| 100 | 35 | 86.7 | สาวได้ | ใยไหมออก |
| 100 | 40 | 87.2 | สาวได้ | ใยไหมออก |
| 100 | 45 | 90.4 | สาวได้ | ใยไหมออก |
| 100 | 50 | 92.3 | สาวไม่ได้ | ใยไหมเปื่อย |

จากตารางที่ 1 การทดสอบระยะเวลาในการต้มรังไหม พบว่า อุณหภูมิที่อยู่ในช่วงระหว่าง 60.8 ถึง 68.1 องศาเซลเซียส ไม่เหมาะต่อการสาวไหม เพราะใยไหมไม่ออกจากรังไหม และอุณหภูมิที่ 70.3 ถึง 75.1 ใยไหมออกน้อย ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสาวไหมพันธุ์น้อยพื้นบ้านอยู่ที่ 81.9 ถึง 90.4 องศาเซลเซียส สามารถดึงเส้นใยไหม ออกจากรังไหมได้ และอุณหภูมิที่ 92.3 องศาเซลเซียส ใยไหมเปื่อย

**4.3 ผลการทดสอบหาความยาวเส้นไหม**

ทดสอบการหาความยาวของเส้นไหม โดยใช้รังไหมพันธุ์น้อยพื้นบ้าน จำนวนครั้งละ 100 รัง โดยใช้ระยะเวลาที่เท่ากันเพื่อหาความยาวของเส้นไหมที่สาวได้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบหาความยาวเส้นไหม

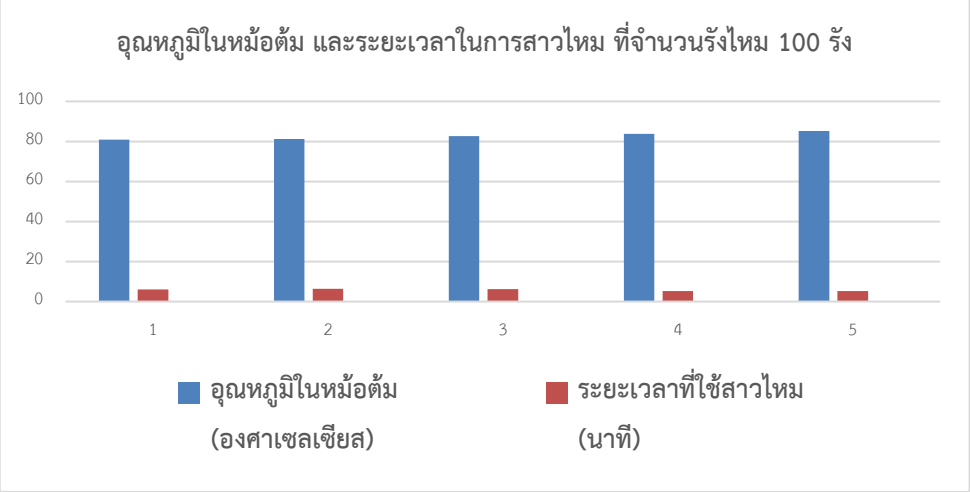
| ครั้งที่ | รอบที่ออกจอแอลซีดี (รอบ) | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | เวลาที่ใช้สาวไหม (นาที) | ความยาวเส้นไหม (เซนติเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 30 | 81.9 | 1 | 780 |
| 2 | 34 | 84.5 | 1 | 884 |
| 3 | 33 | 86.7 | 1 | 858 |
| 4 | 37 | 87.2 | 1 | 962 |
| 5 | 41 | 90.4 | 1 | 1066 |
| 6 | 39 | 89.7 | 1 | 1014 |

| ครั้งที่ | รอบที่ออกจอแอลซีดี (รอบ) | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | เวลาที่ใช้สาวไหม (นาที) | ความยาวเส้นไหม (เซนติเมตร) |
|---|---|---|---|---|
| 7 | 32 | 88.5 | 1 | 832 |
| 8 | 44 | 90.2 | 1 | 1144 |
| 9 | 36 | 87.7 | 1 | 936 |
| 10 | 40 | 89.1 | 1 | 1040 |

จากตารางที่ 2 จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสาวไหมในช่วงเวลา 1 นาที พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องแปรผันตามความเร็วรอบ โดยที่ความเร็วรอบต่ำสุด 30 รอบ ให้ผลผลิตไหม 780 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 81.9 องศาเซลเซียส ในขณะที่ความเร็วรอบสูงสุด 44 รอบ ให้ผลผลิตสูงสุด 1,144 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 90.2℃ เมื่อทำการปรับความเร็วรอบที่ความเร็วต่าง ๆ พบว่า เมื่อความเร็วรอบเพิ่มขึ้น อุณหภูมิและความยาวไหมที่สาวได้จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

**4.4 การทดสอบระยะเวลาการสาวไหมด้วยเครื่อง**

การทดสอบระยะเวลาการสาวไหมด้วยเครื่อง ได้ทำการทดสอบโดยการใช้รังไหมพันธุ์น้อยพื้นบ้าน เพื่อทดสอบหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการสาวไหม ดังรูปที่ 7




**รูปที่ 7** อุณหภูมิในหม้อต้ม และระยะเวลาในการสาวไหม ที่จำนวนรังไหม 100 รัง ด้วยเครื่อง

จากรูปที่ 7 ผลการทดสอบระยะเวลาในการสาวไหมด้วยมือทั้งหมด 5 ครั้ง จะได้เวลาที่ใกล้เคียงกันและสามารถสาวไหมได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามต้องการ โดยอุณหภูมิในหม้อต้มอยู่ระหว่าง 80.9 องศาเซลเซียส ถึง 85.2 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการสาวไหมอยู่ระหว่าง 5.21 นาที ถึง 6.39 นาที

## 5. อภิปรายผลการดำเนินการ

จากการทดลองเครื่องสาวไหมควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน การทดสอบการทำงานของเครื่อง และการทดสอบการวัดอุณหภูมิเทียบกับอุณหภูมิที่ใช้สาวไหมตามค่ามาตรฐาน เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง จากการทดลองจึงสรุปผลได้ ดังนี้

1. การทดสอบการสาวสามารถสาวไหมด้วยมือจำนวน 100 รัง จะใช้เวลาในการสาวเฉลี่ยอยู่ที่ 6.8 นาที อุณหภูมิเฉลี่ย 82.7 องศาเซลเซียส

2. การทดสอบระยะเวลาการสาวไหมด้วยมือ เพื่อทดสอบระยะเวลาในการสาวไหมด้วยมือทั้งหมด 5 ครั้ง จะได้เวลาที่ใกล้เคียงกันและสามารถสาวไหมได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามต้องการ โดยอุณหภูมิในหม้อต้มอยู่ระหว่าง 80.9 องศาเซลเซียส ถึง 85.2 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการสาวไหมอยู่ระหว่าง 6.47 นาที ถึง 7.44 นาที

3. การทดสอบหาเวลาที่ใช้ในการต้มรังไหม เพื่อทดสอบว่าการต้มน้ำให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการใช้ระยะเวลาเท่าไหร่ เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสม ดังตารางที่ 4.2 การทดสอบระยะเวลาในการต้มรังไหม พบว่า อุณหภูมิที่อยู่ในช่วงระหว่าง 60.8 ถึง 68.1 องศาเซลเซียส ไม่เหมาะต่อการสาวไหม เพราะใยไหมไม่ออกจากรังไหม และอุณหภูมิที่ 70.3 ถึง 75.1 ใยไหมออกน้อย ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสาวไหมพันธุ์น้อยพื้นบ้านอยู่ที่ 81.9 ถึง 90.4 องศาเซลเซียส สามารถดึงเส้นใยไหม ออกจากรังไหมได้ และอุณหภูมิที่ 92.3 องศาเซลเซียส ใยไหมเปื่อย

4. การทดสอบการหาความยาวของเส้นไหม โดยใช้รังไหมจำนวนครั้งละ 100 รัง โดยใช้ระยะเวลาที่เท่ากันเพื่อหาความยาวของเส้นไหมที่สาวได้ ดังตารางที่ 4.5 พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องสาวไหมที่ใช้สาว 1 นาที ที่ความเร็วรอบ 30 รอบ สามารถสาวไหมได้ที่อุณหภูมิ 81.9 องศาเซลเซียส สาวได้ 780 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบ 34 รอบ สามารถสาวไหมได้ที่อุณหภูมิ 84.5 องศาเซลเซียส สาวได้ 884 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบ 33 รอบ สามารถสาวไหมได้ที่อุณหภูมิ 86.7 องศาเซลเซียส สาวได้ 858 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบ 37 รอบ สามารถสาวไหมได้ที่อุณหภูมิ 87.2 องศาเซลเซียส สาวได้ 962 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบ 41 รอบ สามารถสาวไหมได้ที่อุณหภูมิ 90.4 องศาเซลเซียส สาวได้ 1,066 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบ 39 รอบ สามารถสาวไหมได้ที่อุณหภูมิ 89.7 องศาเซลเซียส สาวได้ 1014 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบ 32 รอบ สามารถสาวไหมได้ที่อุณหภูมิ 88.5 องศาเซลเซียส สาวได้ 832 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบ 44 รอบ สามารถสาวไหมได้ที่อุณหภูมิ 90.2 องศาเซลเซียส สาวได้ 1,144 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบ 36 รอบ สามารถสาวไหมได้ที่อุณหภูมิ 87.7 องศาเซลเซียส สาวได้ 936 เซนติเมตร ที่ความเร็วรอบ 40 รอบ สามารถสาวไหมได้ที่อุณหภูมิ 89.1 องศาเซลเซียส สาวได้ 1,040 เซนติเมตร โดยค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ที่ 87.6 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 นาที เส้นไหมที่สาวได้ ความยาวเฉลี่ย 848 เซนติเมตร

5. การทดสอบระยะเวลาการสาวไหมด้วยเครื่อง เพื่อทดสอบระยะเวลาในการสาวไหมด้วยมือทั้งหมด 5 ครั้ง จะได้เวลาที่ใกล้เคียงกันและสามารถสาวไหมได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามต้องการ โดยอุณหภูมิในหม้อต้มอยู่ระหว่าง 80.9 องศาเซลเซียส ถึง 85.2 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการสาวไหมอยู่ระหว่าง 5.21 นาที ถึง 6.39 นาที

## 6. สรุป

การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติสำหรับเครื่องสาวไหมด้วยเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อแก้ไขปัญหาการควบคุมอุณหภูมิในกระบวนการสาวไหมแบบดั้งเดิม ซึ่งระบบที่พัฒนาประกอบด้วยโครงสร้างสาวไหมขนาดกว้าง 75 × ยาว 65 × สูง 60 เซนติเมตร พร้อมติดตั้งหม้อต้มไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับขับเคลื่อนอักสาวไหม ระบบจ่ายน้ำอัตโนมัติ และเซนเซอร์ตรวจจับการขาดเส้นไหม ซึ่งระบบสามารถรักษาอุณหภูมิในช่วงที่เหมาะสม 81.9 องศาเซลเซียส ถึง 90.4 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 84.2 องศาเซลเซียส โดยระบบสามารถสาวไหม 100 รังที่ 6 นาที ซึ่งน้อยกว่าใช้วิธีเดิมที่ใช้เวลา 6.8 นาที ซึ่งทำให้สามารถสาวไหมได้ 1 กระด้ง ในเวลาไม่ถึง 1 ชั่วโมง นอกจากนี้ระบบยังให้เส้นไหมที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ ความยาวเฉลี่ย 848 เซนติเมตรต่อนาที ช่วยลดแรงงานคน เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะและคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่สนับสนุน สถานที่ที่ใช้ในการทดลอง

## เอกสารอ้างอิง

[1] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดช, วิทยาศาสตร์เส้นใย. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[2] อัจฉราพร ไศลสูต, คความรู้เรื่องผ้า. กรุงเทพฯ: ต้นไทรการพิมพ์, 2539.

[3] ชูชาติ พยอม, การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องสาวไหมแบบกึ่งอัตโนมัติ, วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 5(2), หน้า 77-88, ก.ค.-ธ.ค. 2555.

[4] วิภวานี เชิดฉาย, เทียมยศ ปะสาวะโน และธิปัตย์ โสตถิวรรณ์, การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่องพระอัจฉริยภาพด้านศิลปวัฒนธรรมของรัชกาลที่ 9 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3, วารสารมหาจุฬาวิชาการ, 9(3), หน้า 162-173, 2565.

[5] กุลรภัส เทียมทิพร และสุทธิกร แก้วทอง, การพัฒนาระบบสารสนเทศประวัติศาสตร์ ศิลปะ วัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ในจังหวัดนครสวรรค์, วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ, 13(1), หน้า 69-81, 2566.

[6] พรทิพย์ กัญญา, ฐิติรัตน์ สีสมาน, กฤตนัย เจียมเกาะ, ปฏิพัทธ์ สีคำแสน, ปภาณไชย สงคราม, พิพัทน์ ไกลมณี และอุมาพร บ่อพิมาย, การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะ, Industrial Technology Journal, 7(1), หน้า 33-45, ม.ค.-มิ.ย. 2565.

[7] สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.), คู่มือหม่อนพันธุ์สกลนครและไหมพันธุ์นางตุ่ย, บริษัท มูฟเม้นท์ เจน ทรี จำกัด, 2555.

[8] ณุกานดา เชิดชูธีรกุล, การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ของกลุ่มผู้ผลิตและธุรกิจค้าไหมในจังหวัดนครราชสีมา, วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2562.

[9] สมหญิง ชูประยูร, พรทิพย์ สุคนธสิงห์ และอัญชลี พัดมีเทศ, การตีราคารังไหม, สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[10] นภัส เหมะธร และสุกัลยา เชิญขวัญ, ความต้องการการส่งเสริมการผลิตเส้นไหมไทยสาวมือตามมาตรฐาน มกษ. 8000-2555 ของเกษตรกรในจังหวัดชัยภูมิ, แก่นเกษตร 50 ฉบับที่ 3: 690-702(2565). doi:10.14456/kaj.2022.59.

# การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลา กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ

# Increasing the Efficiency of the Fish Cracker Production Process: A Case Study of Ban Na Thap Seafood Processing Community Enterprise

ศรายุทธ หลีดินชุด[1] ณัฐวุฒิ นิลพันธ์[1] ณัฐพงษ์ สูงใหญ่[1] ศุภชัย ชัยณรงค์[1*] และ กุลยุทธ บุญเซ่ง[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Sarayut Leedinsud[1] Natthawut Ninphan[1] Nattapong Soongyai[1] Suppachai Chainarong[1*]
and Kulyuth Boonseng[1]
[1] Department of Logistics Engineering, Faculty of Industrial Technology, Songkhla Rajabhat University

E-mail: suppachai.ch@skru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดของเสียในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลาของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสตรีแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ จังหวัดสงขลา จากการดำเนินงานวิจัยโดยการเก็บข้อมูลภาคสนามและวิเคราะห์กระบวนการทำงานเดิม พบว่าปัญหาหลักคือของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการหั่นและการทอด ซึ่งมีปริมาณสูงถึง 600 กรัมต่อรอบการผลิต เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำหลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ เช่น การออกแบบเครื่องหั่นเพื่อให้ได้ขนาดชิ้นที่สม่ำเสมอ การใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิเพื่อควบคุมความร้อนของน้ำมันในการทอด และการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันความชื้นและการแตกหัก ผลการวิจัยพบว่าการปรับปรุงกระบวนการสามารถลดปริมาณของเสียได้ทั้งหมด คิดเป็น 100% ส่งผลให้รายได้เพิ่มขึ้น 120 บาทต่อรอบการผลิต หรือคิดเป็น 25% อีกทั้งยังสามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตลงได้ 61.21 นาที จากเดิม 314.46 นาที เหลือเพียง 253.25 นาทีต่อรอบการผลิต คิดเป็น 19.47%

**คำสำคัญ:** ข้าวเกรียบปลา ของเสีย เพิ่มประสิทธิภาพ

## Abstract

This research aims to increase efficiency and reduce waste in the fish cracker production process of the Ban Na Thap Seafood Processing Women's Community Enterprise in Songkhla Province. Based on field data collection and analysis of the original work process, the main problem identified was the waste generated during the slicing and frying stages, amounting to 600 grams per production round. To address this issue, the researchers applied the ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) principle to improve the process, such as designing a slicer for uniform piece sizes, using a thermometer to control the oil temperature during frying, and improving packaging to prevent moisture and breakage. The research results showed that the process improvements completely eliminated waste, a 100% reduction. This resulted in an income increase of 120 Baht per production round, or 25%. Furthermore, the production time was reduced by 61.21 minutes, from 314.46 minutes to only 253.25 minutes per production round, a decrease of 19.47%.

**Keywords:** Fish Cracker, Waste, Increase Efficiency

## 1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีทรัพยากรทางทะเลอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งภาคใต้ ซึ่งมีระบบนิเวศที่เอื้อต่อความหลากหลายทางชีวภาพ และเป็นแหล่งประมงที่สำคัญของประเทศ [1] ประชาชนจำนวนมากในพื้นที่เหล่านี้ยังคงดำรงชีวิตด้วยอาชีพประมงพื้นบ้านที่สืบทอดกันมาอย่างยาวนาน โดยเฉพาะในชุมชนชายฝั่งที่พึ่งพาทรัพยากรทางทะเลเพื่อการยังชีพและสร้างรายได้อย่างยั่งยืน หนึ่งในชุมชนที่มีความเข้มแข็งและมีการปรับตัวต่อสถานการณ์ได้อย่างน่าสนใจ คือ ชุมชนบ้านนาทับ อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ซึ่งได้มีการรวมกลุ่มของสตรีในชุมชนจัดตั้งเป็น “กลุ่มสตรีแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ” เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบอาหารทะเลที่ได้จากเรือประมงพื้นบ้าน กลุ่มนี้เริ่มต้นจากความพยายามในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นอย่างคุ้มค่า โดยเฉพาะในช่วงที่ประเทศไทยต้องเผชิญกับสถานการณ์แพร่ระบาดของโควิด–19 ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจโดยรวม รวมถึงภาคประมงที่ประสบกับปัญหาทั้งในด้านราคาผลผลิตที่ตกต่ำ การหดตัวของตลาดขาย และข้อจำกัดด้านการขนส่ง [2,3] แม้ในภาวะวิกฤตกลุ่มสตรีแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับกลับสามารถใช้โอกาสนี้ในการรวมกลุ่มเพื่อสร้างกิจกรรมทางเศรษฐกิจ โดยนำวัตถุดิบที่ได้จากเรือประมงพื้นบ้าน เช่น ปลาอินทรี ปลาหลังเขียว กุ้งฝอย รวมทั้งรับข้าวเกรียบปลาที่ผลิตในท้องถิ่น มาแปรรูปและจำหน่าย การรวมกลุ่มของผู้หญิงในครั้งนี้เกิดจากข้อจำกัดทางกายภาพและบทบาททางสังคมที่ไม่เอื้อต่อการทำประมงในทะเลโดยตรง ผู้หญิงจึงหันมาใช้ทักษะด้านการแปรรูปอาหารทะเลที่สืบทอดมาจากครอบครัวเพื่อเพิ่มคุณค่าของวัตถุดิบ ลดการสูญเสีย และสร้างรายได้ในครัวเรือน [4] สมาชิกกลุ่มส่วนใหญ่เป็นผู้สูงวัยที่ได้รับผลกระทบจากการขาดรายได้และโอกาสการจ้างงานในช่วงวิกฤต การรวมกลุ่มจึงไม่เพียงแต่ตอบโจทย์ด้านเศรษฐกิจเท่านั้น แต่ยังเป็นกระบวนการที่ช่วยเสริมพลังทางสังคมให้กับผู้หญิงและผู้สูงวัยในชุมชน [5]

นอกจากนี้ กลุ่มยังได้ริเริ่มการดำเนินงานเพื่อชุมชนโดยการจัดสรรกำไรบางส่วนจากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไปใช้ในกิจกรรมสาธารณะ เช่น การสร้างแหล่งอาศัยสัตว์น้ำ (บ้านปลา) เพื่อฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งที่เสื่อมโทรม ซึ่งแสดงถึงการตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืนในระดับรากหญ้า [6] แม้จะมีความเข้มแข็งในระดับหนึ่ง กลุ่มยังคงเผชิญกับความท้าทายหลายประการ โดยเฉพาะในเรื่องของมาตรฐานกระบวนการผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดสมัยใหม่ ข้าวเกรียบปลานับเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพสูง แต่กระบวนการผลิตยังขาดการควบคุมอุณหภูมิ การแปรรูปที่สะอาดปลอดภัย และบรรจุภัณฑ์ที่มีความทันสมัย [7] นอกจากนี้ กลุ่มยังมีข้อจำกัดด้านองค์ความรู้ทางการตลาด การเข้าถึงช่องทางจำหน่ายออนไลน์ และการสร้างแบรนด์อย่างมืออาชีพ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการยกระดับผลิตภัณฑ์ในยุคดิจิทัล

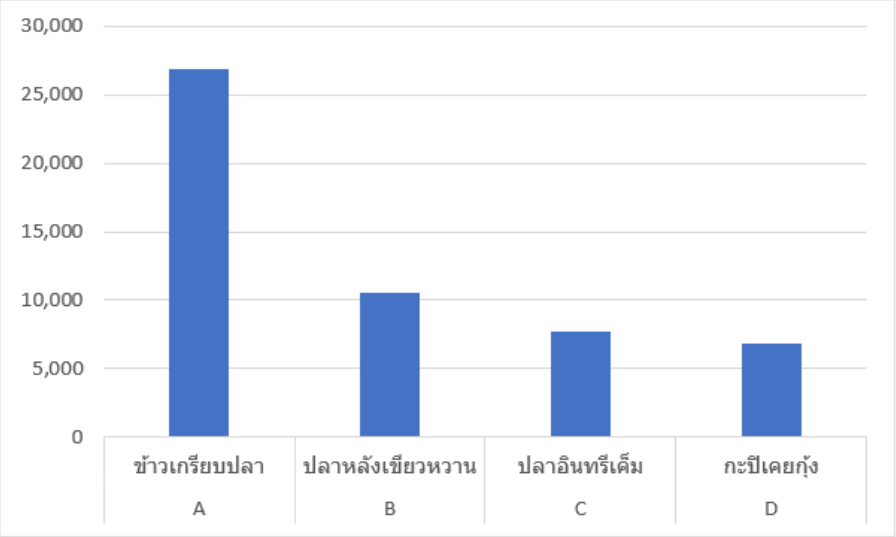
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดความสูญเสียของกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลาของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ โดยนำหลักการทางวิศวกรรมมาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุ รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหา ซึ่งจะส่งผลให้วิสาหกิจชุมชนแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับใช้เวลาในการผลิตที่ลดลง อีกทั้งสามารถทำให้มีกำไรที่เพิ่มขึ้น ยังส่งผลไปถึง การลดต้นทุน เพิ่มมูลค่า และส่งเสริมเศรษฐกิจฐานรากอย่างยั่งยืนในชุมชนประมงชายฝั่ง

## 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลา กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ
2. เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลา กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ

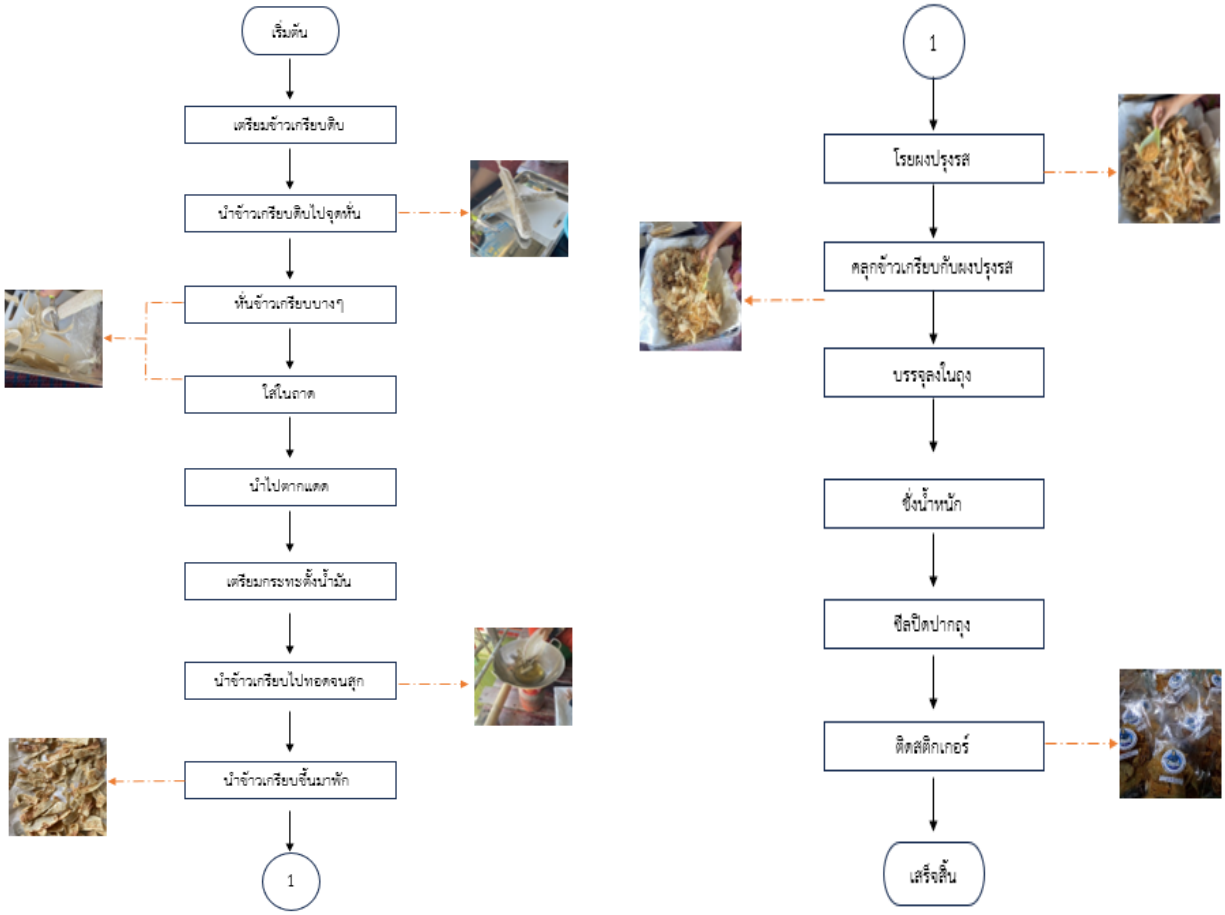
## 3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาการวิเคราะห์กระบวนการผลิตของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสตรีแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ พบว่ามีผลิตภัณฑ์ได้แก่ ข้าวเกรียบปลา ปลาอินทรีเค็ม กะปิเคยกุ้ง ปลาหลังเขียวหวาน ผลจากการเก็บข อมูลย้อนหลังตลอดระยะเวลาหนึ่งปีของวิสาหกิจชุมชน สามารถแสดงดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1** ยอดขายสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มสตรีแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ

จากรูปที่ 1 พบว่า "ข้าวเกรียบปลา A" มีมูลค่ายอดขายสูงสุดอยู่ที่ 26,880 บาท รองลงมาคือ ปลาหลังเขียวหวาน B และสินค้าอื่น ๆ ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสินค้า A ควรได้รับการพิจารณาเป็นสินค้าหลักในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในอนาคต ในการศึกษาวิจัยกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม (Field Research) ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ โดยใช้เครื่องมือวิจัยหลักคือการสังเกตการณ์ (Observation) เพื่อศึกษาขั้นตอนและกระบวนการทำงานจริงในทุกกิจกรรมการผลิตควบคู่กับการใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) กับประธานกลุ่มและสมาชิกผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจำนวน 7 คน จากข้อมูลบริบทการผลิตพบว่า ในแต่ละรอบสามารถผลิตข้าวเกรียบปลาได้ 48 ถุง โดยบรรจุถุงละ 50 กรัม และกำหนดราคาจำหน่ายถุงละ 10 บาท สามารถเขียนผังการทำงาน(Flow Chart) ดังรูปที่ 2



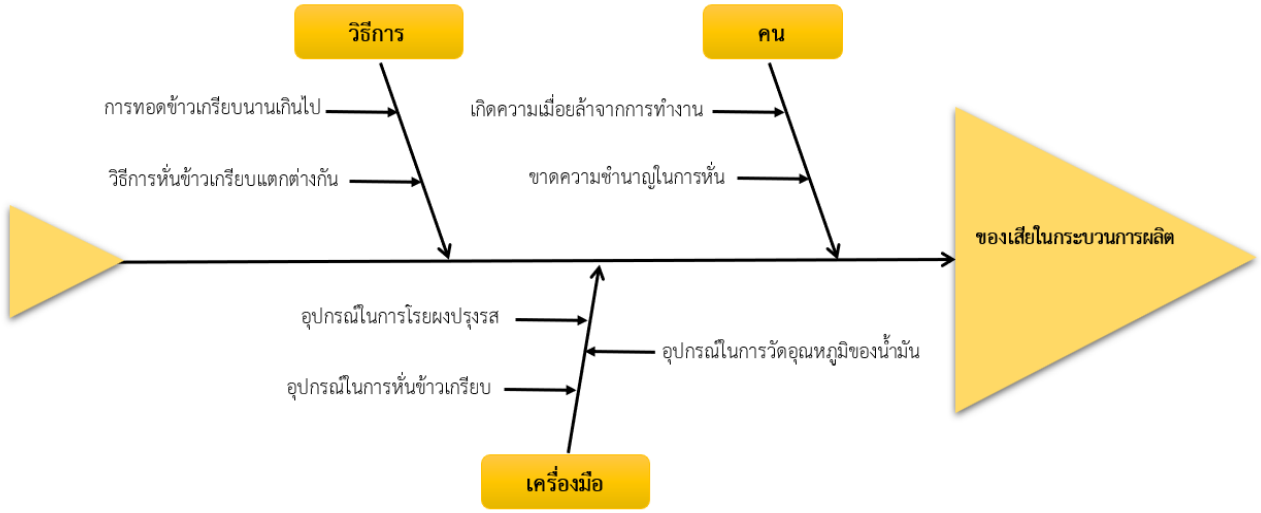

**รูปที่ 2** ผังกระบวนการทำงานของข้าวเกรียบปลา

คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาการทำงานแต่ละกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์วงรอบเวลา เพื่อความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูล ในการเก็บข้อมูลแต่ละงานย่อย ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกข้อมูลจำนวน 10 ครั้ง เพื่อเพิ่มความแม่นยำและรองรับการตรวจสอบความน่าเชื่อถือและความคลาดเคลื่อนของข้อมูล โดยจะใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล กำหนดช่วงระดับความเชื่อมั่นที่ 95% และ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ ±5% และสามารถเขียนแผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนกระบวนการผลิต(Flow Process Chart) ของข้าวเกรียบปลาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนกระบวนการผลิตของข้าวเกรียบปลา(ก่อนปรับปรุง)

| DESCRIBTION | DISTANCE (m) | TIME (min) | SYMBOL | | | | | REMAKE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ○ | ⇨ | D | □ | ▽ | |
| 1. เตรียมข้าวเกรียบดิบ | 0 | 61.29 | | | | | | |
| 2. นำข้าวเกรียบไปที่จุดหั่น | 6 | 0.81 | | | | | | |
| 3. หั่นข้าวเกรียบเป็นแผ่นบาง | 0 | 56.24 | | | | | | |
| 4. ย้ายข้าวเกรียบไปที่จุดตาก | 2 | 0.52 | | | | | | |
| 5. ตากข้าวเกรียบ | 0 | 4.04 | | | | | | |
| 6. รอข้าวเกรียบที่ตาก | 0 | 30.04 | | | | | | |
| 7. เตรียมอุปกรณ์ ตั้งกระทะ | 0 | 2.45 | | | | | | |
| 8. ใส่น้ำมันลงในกระทะ | 0 | 0.30 | | | | | | |
| 9. รอน้ำมันให้ร้อนได้ที่ | 0 | 3.67 | | | | | | |
| 10. นำข้าวเกรียบลงไปทอดในกระทะ | 0 | 6.25 | | | | | | |
| 11. รอข้าวเกรียบสุก | 0 | 56.31 | | | | | | |
| 12. ตักข้าวเกรียบขึ้นมาสะเด็ดน้ำมัน | 0 | 6.48 | | | | | | |
| 13. ย้ายข้าวเกรียบไปยังจุดพัก | 3 | 0.44 | | | | | | |
| 14. พักข้าวเกรียบ | 0 | 4.10 | | | | | | |
| 15. โรยผงปรุงรสให้ทั่วข้าวเกรียบ | 0 | 2.04 | | | | | | |
| 16. คลุกผงให้เข้ากัน | 0 | 2.34 | | | | | | |
| 17. บรรจุลงถุง | 0 | 51.2 | | | | | | |
| 18. ชั่งน้ำหนัก | 0 | 12.05 | | | | | | |
| 19. เปิดเครื่องซีลปิดปากถุง | 0 | 0.51 | | | | | | |
| 20. รอเครื่องซีลร้อน | 0 | 3.26 | | | | | | |
| 21. ซีลปิดปากถุง | 0 | 6.28 | | | | | | |
| 22. ติดสติกเกอร์ | 0 | 3.84 | | | | | | |
| **รวม** | 11 | 314.46 | 13 | 3 | 5 | 1 | | |

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตของข้าวเกรียบปลา เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลาทั้งหมด 314.46 นาทีต่อรอบการผลิต กำลังการผลิตเท่ากับ 3 กิโลกรัมต่อรอบการผลิต โดยมีของเสีย 600 กรัมต่อรอบการผลิต ซึ่งคิดเป็น 20% สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุจากแผนผังก้างปลา(Fishbone Diagram) ดังรูปที่ 3




**รูปที่ 3** แผนผังก้างปลา

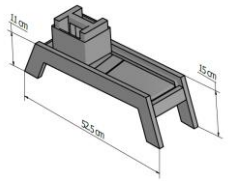
จากการวิเคราะห์เชิงลึกพบว่า ทางผู้วิจัยแบ่งกระบวนการผลิตออกเป็น 5 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการรับข้าวเกรียบ กระบวนการหั่นข้าวเกรียบ กระบวนการทอดข้าวเกรียบ กระบวนการโรยผงปรุงรส และกระบวนการบรรจุลงถุง ซึ่งพบว่าสาเหตุที่เกิดของเสียมาจากกระบวนการหั่น และกระบวนการทอด สามารถวิเคราะห์ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย

| กระบวนการ | วิธีการทำงาน | ผลที่เกิด | ของเสียที่เกิดขึ้น (กรัม) | มูลค่าความสูญเสีย (บาท) |
|---|---|---|---|---|
| กระบวนการหั่น | 1.วิธีการหั่นข้าวเกรียบของพนักงานแต่ละคนไม่เหมือนกัน<br>2.ข้าวเกรียบแต่ละชิ้นหลังจากการหั่นมีขนาดไม่เท่ากัน | มีเศษที่เหลือของข้าวเกรียบที่ไม่สามารถนำไปทอดขายได้ | 200 | 40 |
| กระบวนการทอด | 1.ไม่มีอุณหภูมิที่แน่นอนในการทอด<br>2.เวลาที่ใช้ทอดไม่เท่ากันในแต่ละกระทะ | ข้าวเกรียบปลาบางชิ้นสุกบางชิ้นไม่สุก รวมไปถึงมีการไหม้ของข้าวเกรียบปลาส่งผลให้ขายไม่ได้ | 400 | 80 |

หลังจากวิเคราะห์หาสาเหตุที่ก่อให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต ทางผู้วิจัยได้นำหลักการ ECRS มาช่วยในการแก้ไขสาเหตุที่เกิดขึ้นของกระบวนการผลิตทั้งในกระบวนการหั่น และกระบวนการทอด รวมถึงนำไปปรับปรุงกระบวนการโรยผงปรุงรส และกระบวนการบรรจุลงถุง ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 นำหลักการ ECRS มาใช้ในการแก้ปัญหา

| **กระบวนการ** | **วิธีการทำงานแบบเก่า** | | **หลักการ ECRS** | **วิธีการทำงานแบบใหม่** | |
|---|---|---|---|---|---|
| กระบวนการหั่น | ใช้มีดปอกผลไม้ในการหั่นข้าวเกรียบทำให้มีขนาดไม่เท่ากัน |  | ทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) | ออกแบบเครื่องหั่นเพื่อทำให้การหั่นแต่ละชิ้นมีขนาดที่เท่ากันและมีความรวดเร็วในการหั่นขึ้น |  |
| กระบวนการทอด | พนักงานใช้การกะความแรงของไฟด้วยสายตา ซึ่งไม่รู้อุณหภูมิความร้อนของน้ำมัน |  | ทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) | นำอุปกรณ์เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิมาใช้ในการวัดอุณหภูมิความร้อนของน้ำมัน เพื่อให้ได้ความร้อนที่เหมาะสม |  |
| กระบวนการโรยผงปรุงรส | ใช้ทัพพีในการตักผงปรุงรส และกะปริมาณด้วยสายตา จึงทำให้ผงปรุงรสที่โรยไปไม่ทั่วถึง |  | ทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) | เปลี่ยนเครื่องมือในการโรยผงปรุงรส เพื่อให้ผงมีการกระจายสม่ำเสมอยิ่งขึ้น |  |
| กระบวนการบรรจุ | ใช้ถุงพลาสติกใสและนำไปซีล แต่ถุงไม่ป้องกันความชื้น รวมถึงสินค้าแตกหักง่ายในการขนส่ง |  | ทำให้ง่ายขึ้น (Simplify) | เปลี่ยนมาใช้ถุงซิป เพื่อป้องกันความชื้น และช่วยป้องกันการแตกหักของสินค้าในการขนส่ง |  |

หลังจากนำหลักการ ECRS มาใช้ในการแก้ไขสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องของเสีย พบว่าปริมาณของเสียลดลง 100% ทำให้ไม่มีของเสียในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลา อีกทั้งส่งผลให้มีรายได้เพิ่มขึ้น 120 บาทต่อรอบการผลิต รวมถึงส่งผลต่อเวลาการผลิตที่ลดลงเหลือ 253.25 นาที เมื่อแก้ไขและปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ แสดงดังตารางที่ 4 อีกทั้งทางผู้วิจัยได้นำหลักการ R(rearrange) มาใช้ในการปรับกิจกรรมงานย่อยของกิจกรรมการหั่นข้าวเกรียบปลาเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของกิจกรรมการหั่น

ตารางที่ 4 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนกระบวนการผลิตของข้าวเกรียบปลา(หลังปรับปรุง)

| DESCRIBTION | DISTANCE (m) | TIME (min) | SYMBOL | | | | | REMAKE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ○ | ⇨ | D | □ | ▽ | |
| 1. เตรียมข้าวเกรียบดิบ | 0 | 61.29 | | | | | | |
| 2. นำข้าวเกรียบไปที่จุดหั่น | 6 | 0.81 | | | | | | |
| 3.ตัดข้าวเกรียบแท่งละ 3 ชิ้น ก่อนหั่น | 0 | 0.67 | | | | | | |
| 4. หั่นข้าวเกรียบเป็นแผ่นบาง | 0 | 28.28 | | | | | | |
| 5 ย้ายข้าวเกรียบไปที่จุดตาก | 2 | 0.52 | | | | | | |
| 6. ตากข้าวเกรียบ | 0 | 4.04 | | | | | | |
| 7. รอข้าวเกรียบที่ตาก | 0 | 30.04 | | | | | | |
| 8. เตรียมอุปกรณ์ ตั้งกระทะ | 0 | 2.45 | | | | | | |
| 9. ใส่น้ำมันลงในกระทะ | 0 | 0.30 | | | | | | |
| 10. รอน้ำมันให้ร้อนได้ที่ | 0 | 3.67 | | | | | | |
| 11.วัดอุณหภูมิความร้อนก่อนทอด | 0 | 0.08 | | | | | | |
| 12. นำข้าวเกรียบลงไปทอดในกระทะ | 0 | 6.25 | | | | | | |
| 13. รอข้าวเกรียบสุก | 0 | 44.45 | | | | | | |
| 14. ตักข้าวเกรียบขึ้นมาสะเด็ดน้ำมัน | 0 | 6.48 | | | | | | |
| 15. ย้ายข้าวเกรียบไปยังจุดพัก | 3 | 0.44 | | | | | | |
| 16. พักข้าวเกรียบ | 0 | 4.10 | | | | | | |
| 17. โรยผงปรุงรสให้ทั่วข้าวเกรียบ | 0 | 1.73 | | | | | | |
| 18. คลุกผงให้เข้ากัน | 0 | 2.34 | | | | | | |
| 19. บรรจุลงถุง | 0 | 38.4 | | | | | | |
| 20. ชั่งน้ำหนัก | 0 | 10.31 | | | | | | |
| 21. ปิดถุงซิบ | 0 | 4.13 | | | | | | |
| 22. ติดสติกเกอร์ | 0 | 2.47 | | | | | | |
| **รวม** | 11 | 253.25 | 14 | 3 | 4 | 1 | | |

## 4. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลา วิสาหกิจชุมชนแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ จังหวัดสงขลา โดยการนำหลักการ ECRS ทั้งการทำให้ง่ายขึ้น และการจัดเรียงใหม่ มาใช้ในการแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตข้าวเกรียบปลา ในส่วนของกระบวนการหั่น 200 กรัม และกระบวนการทอด 400 กรัม ส่งผลให้ของเสียเหลือ 0 กรัม คิดเป็น 100% รวมถึงก่อให้เกิดรายได้เพิ่มขึ้น 120 บาท เป็น 600 บาทต่อรอบการผลิต คิดเป็น 25% อีกทั้งในส่วนของระยะเวลาการผลิตลดลงจาก 314.46 นาทีต่อรอบการผลิต เป็น 253.25 นาทีต่อรอบการผลิต ลดลง 61.21 นาที คิดเป็น 19.47% ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า การนำแนวทางการจัดการอย่างมีระบบเข้ามาประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิต ลดต้นทุนต่อหน่วย และเพิ่มกำไรให้แก่กลุ่มได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังสามารถนำไปเป็นต้นแบบในการเรียนรู้และพัฒนาอย่างยั่งยืนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในระยะยาว นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการศึกษาและปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเตาอั้งโล่ [8] โดยใช้หลักการ ECRS ในการลด

ความสูญเสียของกระบวนการผลิต และพนักงานสามารถทำงานได้มากขึ้น ลดของเสียจากกระบวนการผลิต และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ในส่วนของกระบวนการบรรจุสามารถนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเป็นการลดต้นทุนในอนาคต

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโอกาสในการดำเนินงานวิจัยที่ได้รับจาก วิสาหกิจชุมชนแปรรูปอาหารทะเลบ้านนาทับ อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา ได้ให้ความกรุณาในการเข้าศึกษาและดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วง และสาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ที่เปิดโอกาสในการเรียนรู้และพัฒนาทางวิชาการเป็นอย่างสูง

## เอกสารอ้างอิง

[1] กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2564. รายงานสถานภาพทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งประเทศไทย. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

[2] FAO. 2021. Impact of COVID-19 on fisheries and aquaculture in Asia. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

[3] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. ผลกระทบจากสถานการณ์โควิด-19 ต่อภาคเกษตรกรรมไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[4] นงเยาว์ อุสาโท. 2563. บทบาทของกลุ่มสตรีในการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต, 8(1), 45–56.

[5] UN Women. 2021. Empowering women in community-based response and recovery from COVID-19. Bangkok: United Nations Entity for Gender Equality and the Empowerment of Women.

[6] สำนักงานพัฒนาชุมชน. 2565. คู่มือการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ OTOP และการยกระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. กรมการพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย.

[7] มูลนิธิสืบนาคะเสถียร. 2562. แนวทางการฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่งผ่านกิจกรรมชุมชน. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสืบนาคะเสถียร.

[8] อมรรัตน์ ปิ่นชัยมูล, วรพจน์ ศิริรักษ์, ณัฐพล ศิริรักษ์, กิตติชัย จินะไชย ศุภกาล ตุ้ยเต็มวงศ์. 2567. การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเตาอั้งโล่ โดยการลดความสูญเปล่า. วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย, 67-77.

# การศึกษาการสร้างแบบจำลองการรวมและหักเหแสงเลเซอร์ผ่านอุปกรณ์รวมลำแสงโดยโปรแกรม COMSOL Multiphysics

# The Study of Laser Light Integration and Refraction Model Through Beam Combiner by Using COMSOL Multiphysics Software

วรเมธ จันทร์ประวัติ[1*] และ ชนะ รักษ์ศิริ[2]
[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Voramet Chanprawat[1*] and Chana Raksiri[2]
[1]Faculty of Engineering, Industrial Production Technology, Kasetsart University

E-mail: voramet.ch@ku.th[1*]

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อสร้างแบบจำลองการรวมและการหักเหแสงเลเซอร์เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบหรือพัฒนาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีการใช้หลักการรวมและหักเหของแสงเลเซอร์ (Laser beam) เพื่อเพิ่มกำลังของแสงเลเซอร์ให้สูงยิ่งขึ้นเพื่อนำไปใช้ในหลายจุดประสงค์ โดยการศึกษานี้ใช้โปรแกรม COMSOL Multiphysics ในการจำลองโดยการออกแบบเลนส์กระจกหนา (Thick Lenses) ทั้งเลนส์นูน (Convex Lens) และเลนส์เว้า (Concave Lens) แล้วนำมาประกอบกันเพื่อทำการรวมลำแสงเลเซอร์ให้อยู่ในตำแหน่งเดียวกันในจุดที่ต้องการ ผลการศึกษาพบว่า โปรแกรม COMSOL Multiphysics สามารถจำลองการรวมและการหักเหของแสงเลเซอร์ได้ และจากการตรวจสอบความแม่นยำในการจำลองโดยการเทียบกับสมการของเลนส์เมคเคอร์ (Lensmaker's Equation) พบว่ามีความคลาดเคลื่อนที่ประมาณ 1.78% และสามารถตรวจสอบว่ากำลังของแสงเลเซอร์ถูกลดทอนจากการส่องผ่านและหักเหจากเลนส์กระจกหนา โดยขึ้นอยู่กับวัสดุของเลนส์กระจก ซึ่งสามารถนำไปศึกษาต่อเพื่อออกแบบและพัฒนาการสร้างชุดเลนส์กระจกในอุปกรณ์ผลิตลำแสงเลเซอร์กำลังสูงได้

**คำสำคัญ**: การรวมแสง เลนส์กระจกหนา สมการของเลนส์เมคเคอร์ เลเซอร์กำลังสูง

## Abstract

This research has objective to create a laser beam integration and refraction model for the design and development of machine or devices that utilize the principles of laser beam integration and refraction to enhance laser power for various applications. This research used COMSOL Multiphysics to simulate for design Thick Lenses, including both convex and concave lenses to integrate laser beam at desired point. Result from the research, indicate COMSOL Multiphysics can simulate integration and refraction of laser beam. A comparison results from COMSOL Multiphysics with Lensmaker's Equation showed a difference is 1.78% and can verified that laser beam's power is attenuated when it passes through and refracts from thick lenses with depending on the lens material. This research can be extended to design and develop lens sets for high-power laser beam generator devices.

**Keywords**: light integration, Thick Lenses, Lensmaker's Equation, High Power Laser

## 1. บทนำ

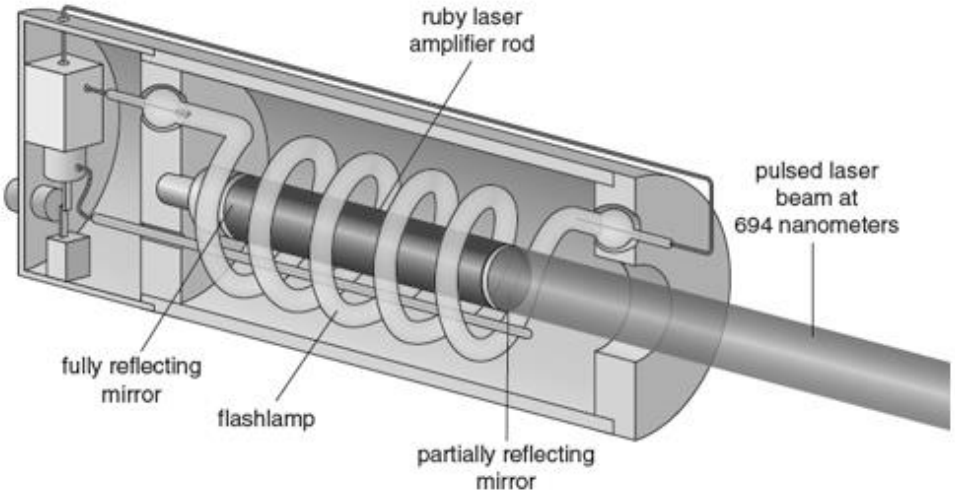
เลเซอร์ (Laser : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) เป็นเทคโนโลยีที่ถูกคิดค้นเมื่อปี ค.ศ. 1960 โดย Theodore H. Maiman [1] โดยแสงเลเซอร์เกิดจากการขยายแสงโดยการกระตุ้นการปลดปล่อยรังสี ซึ่งแตกต่างจากแสงที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงทั่วไป โดยเลเซอร์มีลักษณะเฉพาะคือ

1) ความเป็นระเบียบสูง (High Coherence) แสงเลเซอร์จะมีเฟส (phase) ที่สอดคล้องกันตลอดเวลาและตลอดพื้นที่ ซึ่งทำให้ได้ลำแสงที่มีความเข้มข้นสูงและสามารถโฟกัสจุดขนาดเล็กมากได้

2) ความเป็นลำแสงขนาน (High Collimation) แสงเลเซอร์มีการกระจายตัวน้อยมากเมื่อเทียบกับแสงจากแหล่งกำเนิดทั่วไป

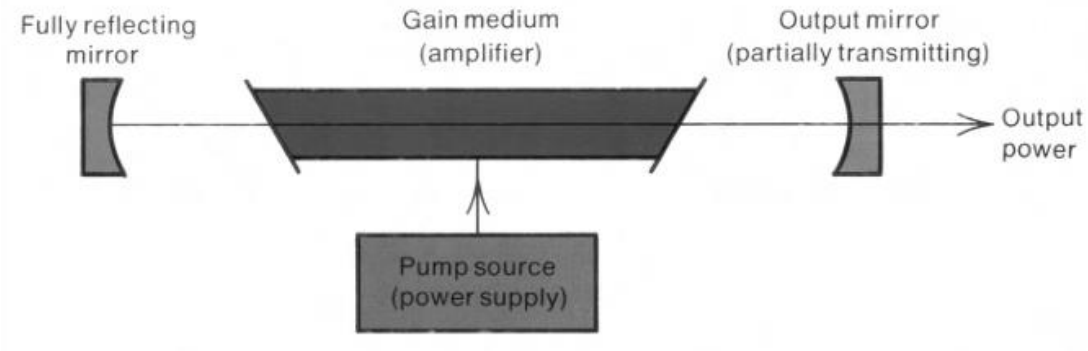
3) ความเป็นเอกรงค์ (Monochromaticity) การที่แสงเลเซอร์มีความยาวคลื่นเดียว หรืออยู่ในช่วงความยาวคลื่นที่แคบมาก ซึ่งทำให้แสงเลเซอร์มีสีเดียว

4) ความเข้มข้นของพลังงานสูง (High Intensity) เนื่องจากแสงเลเซอร์มีการกระจายตัวน้อยและโฟกัสจุดขนาดเล็กได้ ทำให้มีความเข้มข้นของพลังงานสูง



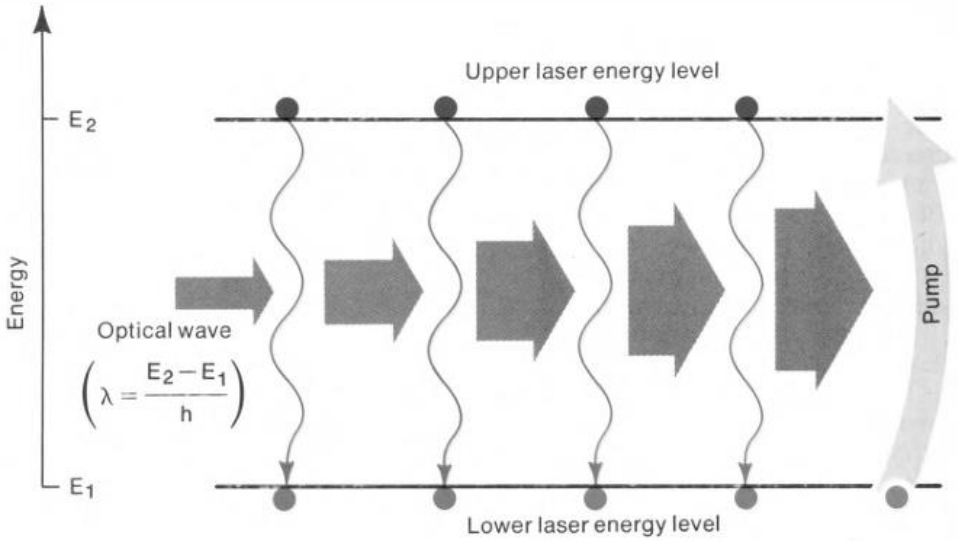

**รูปที่ 1** โครงสร้างเครื่องสร้างแสงเลเซอร์ของ Theodore H. Maiman [2]

องค์ประกอบหลักในการสร้างแสงเลเซอร์ขึ้นมา จะมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ แหล่งกำเนิดพลังงาน (Energy Pump), ตัวกลางเลเซอร์ (Gain Medium) และ เรโซเนเตอร์แบบแสง (Optical Resonator) หรือ โพรงเรโซแนนซ์ (Resonant Cavity) ซึ่งประกอบด้วยกระจกสะท้อนแสงสองบานวางขนานกัน โดยบานหนึ่งจะทำหน้าที่สะท้อนแสงได้เกือบ 100 เปอร์เซนต์ และอีกบานหนึ่งจะสะท้อนแสงได้เพียงบางส่วน และยอมให้แสงบางส่วนเล็ดลอดออกมาเป็นลำแสงเลเซอร์




**รูปที่ 2** แผนภาพองค์ประกอบหลักในการแสงเลเซอร์

กระบวนการกำเนิดแสงเลเซอร์เริ่มต้นโดยแหล่งกำเนิดพลังงานส่งพลังงานไปยังตัวกลางเลเซอร์ อะตอมหรือโมเลกุลในตัวกลางจะดูดกลืนพลังงานและถูกกระตุ้นให้ขึ้นไปอยู่ในระดับพลังงานสูง (Excited State) แต่สถานะนี้จะไม่เสถียร ทำให้อะตอมจะกลับสู่ระดับพลังงานที่ต่ำกว่าและจะทำการปลดปล่อยโฟตอนออกมาแบบสุ่ม ดังรูปที่ 2 โฟตอนเหล่านี้มีทิศทาง เฟส และความถี่ที่หลากหลาย ซึ่งแหล่งกำเนิดพลังงานจะทำหน้าที่ส่งพลังงานอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีจำนวนอะตอมที่อยู่ในระดับพลังงานสูงมากกว่าจำนวนอะตอมในระดับพลังงานต่ำเพื่อให้เกิดการขยายแสงแบบเลเซอร์ ซึ่งเรียกสภาวะนี้ว่า ภาวะผกผันประชากร (Population Inversion) ซึ่งเป็นเงื่อนไขสำคัญในการเกิดเลเซอร์ และเมื่อโฟตอนที่ถูกปล่อยออกมากระทบกับอะตอมที่อยู่ในระดับพลังงานสูง อะตอมนั้นจะถูกกระตุ้นให้ปลดปล่อยโฟตอนอีกตัวหนึ่งออกมา ซึ่งจะมีทิศทาง เฟส และความยาวคลื่นเหมือนกับกันโฟตอนที่ไปกระทบ ทำให้เกิดการขยายแสงแบบทวีคูณ โฟตอนที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกสะท้อนไปมาระหว่างกระจกสองบานในโพรงเรโซแนนซ์ ทำให้เกิดการกระตุ้นการปลดปล่อยรังสีอย่างต่อเนื่องและเกิดการขยายแสงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเมื่อความเข้มของแสงภายในโพรงเรโซแนนซ์ถึงจุดที่เพียงพอ แสงบางส่วนจะทะลุผ่านกระจกสะท้อนแสงออกมาบางส่วน และกลายเป็นลำแสงเลเซอร์ที่มีคุณสมบัติตามที่กล่าวมาข้างต้น




**รูปที่ 3** อะตอมหรือโมเลกุลถูกกระตุ้นให้ขึ้นไปอยู่ในระดับพลังงานสูงแต่ไม่เสถียร จึงเกิดการปลดปล่อยโฟตอนออกมาเพื่อกลับมาสู่ระดับพลังงานต่ำแต่เสถียร

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีเลเซอร์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดเลเซอร์ประเภทใหม่ ที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัว และนำไปสู่การประยุกต์ใช้ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่น

1) เลเซอร์ไฟเบอร์ (Fiber Lasers) เป็นเลเซอร์ที่ใช้ใยแก้วนำแสงเป็นตัวกลางเลเซอร์ มีข้อดีคือมีประสิทธิภาพสูง ขนาดกะทัดรัด ทนทานต่อการสั่นสะเทือน และสามารถให้กำลังแสงที่สูงมากได้ เหมาะสำหรับการใช้งานในอุตสาหกรรมการตัด เชื่อม และทำเครื่องหมาย รวมถึงการสื่อสารโทรคมนาคม [3]

2) เลเซอร์ไดโอด (Diode Lasers) เป็นเลเซอร์ที่ใช้ไดโอด (Diode) หรือสารกึ่งตัวนำเป็นตัวกลางเลเซอร์ มีขนาดเล็ก ประหยัดพลังงาน มีประสิทธิภาพสูง และมีอายุการใช้งานยาวนาน ถูกนำมาใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์, เครื่องพิมพ์เลเซอร์ และทางการแพทย์ เป็นต้น

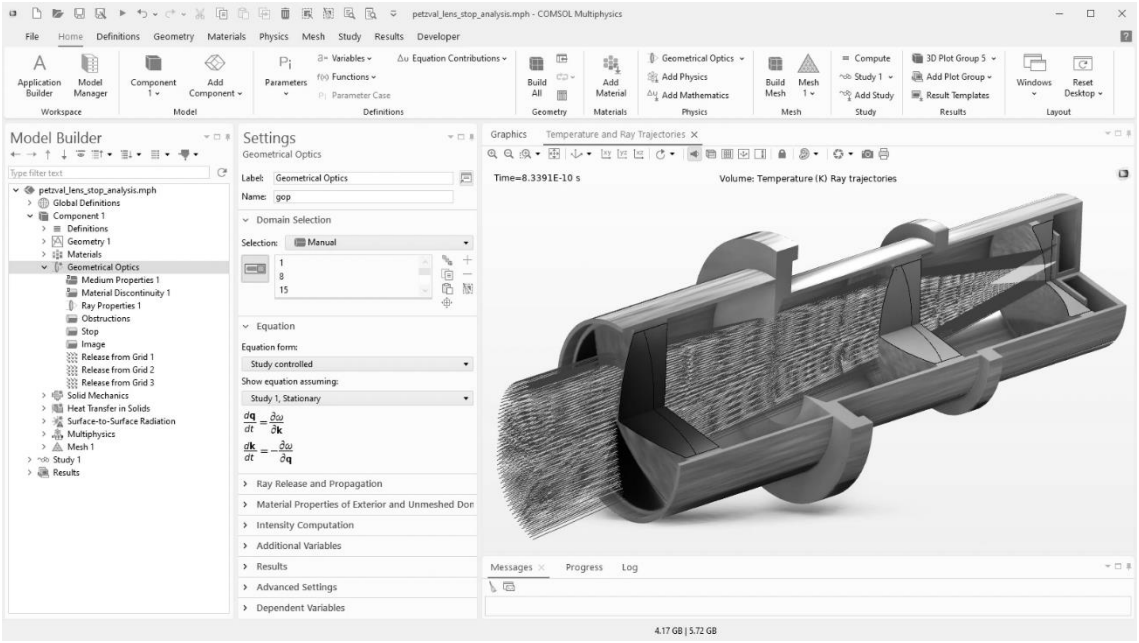
3) เลเซอร์เฟมโตวินาที (Femtosecond Lasers) เป็นเลเซอร์ที่ใช้พัลส์ (Pulse) แสงที่มีช่วงเวลาสั้นในระดับเฟมโตวินาที (10-15 วินาที) โดยมีความสามารถในการส่งพลังงานสูงในช่วงเวลาสั้นๆ ทำให้เหมาะกับงานที่ต้องการความแม่นยำสูงและไม่เกิดความเสียหายจากความร้อน เช่น การผ่าตัดกระจกตา (LASIK, Laser In Situ Keratomileusis) การผ่าตัดเนื้อเยื่อ [4] เป็นต้น

การประยุกต์ใช้เลเซอร์ในปัจจุบันมีความหลากหลายและครอบคลุมทั้งในชีวิตประจำวัน งานด้านความบันเทิงและศิลปะ การแพทย์และการผ่าตัด อุตสาหกรรมการผลิต การสื่อสารโทรคมนาคม ระบบนำทางและสำรวจ รวมถึงการป้องกันประเทศและความมั่นคง สำหรับในภาคอุตสาหกรรม มีความต้องการเครื่องยิงเลเซอร์กำลังสูง (High-Power Laser System) ที่สามารถสร้างแสงเลเซอร์กำลังสูงมากสำหรับการตัด เชื่อม และแปรรูปวัสดุหนา

สำหรับเลเซอร์กำลังสูงนั้น ปัจจุบันมีการใช้งานในหลายแขนง และหลายรูปแบบ เช่น การแปรรูปวัสดุ (การตัด, การเชื่อม, การเจาะ, การทำเครื่องหมาย, การเสริมความแข็ง), การแพทย์และการผ่าตัด (ผ่าตัดเนื้อเยื่ออ่อน, การผ่าตัดตา, การทำลายเซลล์มะเร็ง, การสลายนิ่ว), การป้องกันประเทศและความมั่นคง (อาวุธเลเซอร์, ระบบป้องกันขีปนาวุธ, การส่องเป้าหมาย, การตรวจจับระยะไกล) เป็นต้น แต่ในปัจจุบันนี้ ภายในประเทศไทย ยังไม่มีผู้ผลิตแหล่งกำเนิดเลเซอร์ในระดับอุตสาหกรรม จะยังเป็นเพียงการประกอบและติดตั้งระบบเลเซอร์ หรือผลิตส่วนประกอบบางอย่าง รวมถึงการบริหารและบำรุงรักษาอุปกรณ์หรือเครื่องจักรเลเซอร์ที่นำเข้ามาเท่านั้น

จากข้อมูลที่กล่าวมา ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการจำลองการรวมและการหักเหของแสงเลเซอร์ในเลนส์กระจกหนา ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในระบบนำส่งลำแสง เพื่อเพิ่มศักยภาพในการออกแบบอุปกรณ์ชิ้นส่วนในการผลิตเครื่องจักรยิงลำแสงเลเซอร์กำลังสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องจักรยิงเลเซอร์กำลังสูงมีราคาสูง ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงโอกาสในการพัฒนาอุปกรณ์ชิ้นส่วนขึ้นมาเองภายในประเทศ เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มทางเลือกในการใช้เครื่องจักรภายในประเทศมากขึ้น รวมถึงเพิ่มศักยภาพการผลิตเครื่องคุณภาพสูงภายในประเทศไทย โดยการออกแบบอุปกรณ์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นและความผิดพลาดน้อยลงถ้าหากสามารถจำลองการรวมและการหักเหของแสงได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

COMSOL Multiphysics [5] เป็นซอฟต์แวร์จำลอง (Simulation) ที่คำนวณด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method - FEM) ที่เป็นที่นิยมใช้งานทั้งในด้านวิศวกรรม กระบวนการผลิตและวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถจำลองได้ในหลายฟังก์ชั่น ไม่ว่าจะเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โครงสร้างทางกล คลื่นเสียง การไหลของของเหลว การถ่ายเทความร้อน และวิศวกรรมทางเคมี โดยมีความโดดเด่นที่สามารถคำนวณเชิงฟิสิกส์ในปรากฏการณ์เดี่ยว (Single-physics) และปรากฏการณ์ควบคู่กัน (Multiphysics) ได้ โดยผลลัพธ์จากการที่สามารถจำลองปรากฏการณ์ควบคู่กันจะได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกับการจำลองปรากฏการณ์เดี่ยว




**รูปที่ 4** ซอฟต์แวร์ COMSOL Multiphysics

## 2. วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาการใช้งานโปรแกรม COMSOL Multiphysics ในการจำลองการรวมและหักเหของแสง
2) เพื่อศึกษาการหักเหของแสงของเลนส์กระจกหนา
3) เพื่อศึกษาความคลาดเคลื่อนระหว่างการจำลองผ่านโปรแกรม และการคำนวนโดยสูตรสมการ

## 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

J. Gary Eden (1985) ได้อธิบายภาพรวมของทฤษฎีและหลักการทำงานของเลเซอร์ ที่ส่วนสำคัญของกระบวนการคือ การปลดปล่อยรังสีแบบถูกกระตุ้น ซึ่งทำให้อะตอมอยู่ในสถานะพลังงานสูง และอะตอมที่อยู่ในสถานะพลังงานสูงจะถูกกระตุ้นให้ปลดปล่อยโฟตอนที่มีเฟสและทิศทางเดียวกับโฟตอนที่มากระตุ้นทำให้เกิดการขยายแสง ซึ่งระบุว่าสภาวะสำคัญที่ต้องสร้างขึ้นคือภาวะผกผันประชากร ซึ่งหมายถึงสภาวะที่มีจำนวนอะตอมในระดับพลังงานสูงมากกว่าอะตอมระดับพลังงานต่ำ พร้อมทั้งการประยุกต์ใช้ในหลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, การแพทย์, การแปรรูปวัสดุ รวมถึงสะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเลเซอร์นับตั้งแต่ค้นพบเมื่อปี ค.ศ. 1960 ด้วย

Martin J. C. van Gemert, A. J. Welch (1989) ได้นำเสนอภาพรวมเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เลเซอร์ทางการแพทย์ โดยการวิจัยความสัมพันธ์ระหว่างเลเซอร์กับเนื้อเยื่อ มีกลไกหลัก 5 อย่างที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กลไกการใช้ความร้อนจากแสง (Photothermal), กลไกปฏิกิริยาเคมีจากแสง (Photochemical), กลไกเสียงจากแสง (Photoacoustical), กลไกการระเหยด้วยแสง (Photoablative) และกลไกการกระตุ้นทางชีวภาพด้วยแสง (Photobiostimulation) ซึ่งกลไกเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น, กำลัง และระยะเวลาพัลส์ของเลเซอร์ ความลึกของการทะลุผ่านของแสงเลเซอร์ในเนื้อเยื่อนั้นเกิดจากกลไกการดูดซึมแสงที่ต่างกัน เช่น การดูดซึมน้ำของโปรตีนและน้ำในย่านแสง UV, การดูดซึมของสารสีในย่านแสงที่มองไม่เห็นและใกล้กับแสงอินฟราเรด และการดูดซึมของน้ำในย่านอินฟราเรดไกลและเลือดก็มีอิทธิพลต่อการดูดซึมแสงเช่นกัน

Hemani Kaushal, Georges Kaddoum (2017) ได้นำเสนอการศึกษาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเลเซอร์ในภารกิจทางทหาร โดยมุ่งเน้นไปที่การใช้งานทางยุทธวิธีบนภาคพื้นดินและภาพอากาศ ซึ่งมีประยุกต์ในหลายด้าน เช่น การสื่อสาร ที่เปลี่ยนจากการสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุที่ถูกรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าได้ มาเป็นการสื่อสารผ่านเลเซอร์แทน ทำให้การสื่อสารมีความปลอดภัยสูงมาก

ขึ้น มีความคุ้มค่าด้านต้นทุน ประหยัดพลังงาน ความเร็วสูง และมีความยืดหยุ่นทางความยาวคลื่น, การตรวจจับระยะไกล เป็นการตรวจจับระยะไกลเพื่อใช้ในการสร้างภาพสามมิติและการทำแผนที่ ซึ่งคล้ายเรดาร์ แต่ให้ความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นในการวัดระยะทาง ความเร็ว และการกระจัดเชิงมุม, อาวุธเลเซอร์พลังงานสูง (High-Energy Laser – HEL) เป็นต้น

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อจำลองการรวมและหักเหของแสงแสงเลเซอร์ผ่านเลนส์กระจกหนา และทำการตรวจสอบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองมีความถูกต้องและความแม่นยำ จึงต้องมีการศึกษาสูตรคำนวนตามหลักการทางทฤษฎี เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์จากการจำลองโดยซอฟต์แวร์ COMSOL Multiphysics

### 4.1 การหักเหในเลนส์หนา

ในการศึกษานี้ ใช้วิธีการรวมลำแสงเลเซอร์หลายแหล่งกำเนิดเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดลำแสงเลเซอร์กำลังสูง โดยการรวมลำแสงนั้นใช้หลักการหักเหของแสงให้รวมอยู่ในจุดเดียวกันในระยะที่ต้องการ โดยทั่วไปจะทำการคำนวนโดยละเว้นความหนาของเลนส์เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวน แต่ในการศึกษานี้จะพิจารณาความหนาของเลนส์ด้วยโดยใช้สมการของเลนส์เมคเคอร์ดังสมการที่ 1 [6]

$$\frac{1}{f} = (n_1 - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) + \frac{(n_1 - 1)^2 d}{n_1 R_1 R_2} \tag{1}$$

โดย

สมมุติให้ดัชนีหักเหของบรรยากาศภายนอกรอบเลนส์มีค่าเท่ากับ 1

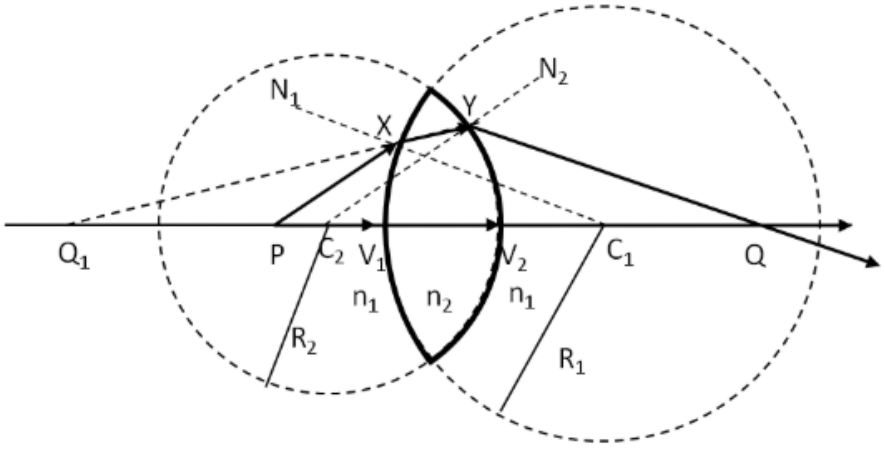
$f$ ระยะโฟกัสของภาพ

$n_1$ ดัชนีหักเหของเลนส์

$R_1$ รัศมีความโค้งของผิวกระจกหน้า (ค่าเป็นบวกสำหรับเลนส์นูน เมื่อมองจากด้านหน้าเลนส์เข้าหาเลนส์ และค่าเป็นลบสำหรับเลนส์เว้า)

$R_2$ รัศมีความโค้งของผิวกระจกหลัง (ค่าเป็นบวกสำหรับเลนส์เว้า เมื่อมองจากด้านหลังเลนส์เข้าหาเลนส์ และค่าเป็นลบสำหรับเลนส์เว้า)

$d$ ความหน้าของเลนส์



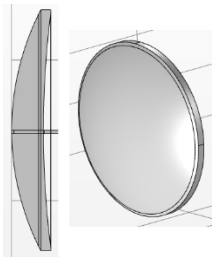

**รูปที่ 5** การหักเหของแสงในเลนส์กระจกหนา

### 4.2 การจำลองโดยซอฟต์แวร์ COMSOL Multiphysics

ในการศึกษานี้ จำลองการหักเหของแสงในซอฟต์แวร์ COMSOL Multiphysics โดยใช้การจำลอง Geometrical Optics (gop) ที่เป็นการจำลองเพื่อคำนวนเกี่ยวกับลำแสง ทั้งความเข้ม เฟส และเส้นทาง ซึ่งในการศึกษานี้จะสนใจเส้นทางของแสงเป็นหลัก และใช้การสร้างเลนส์กระจกโดยใช้รูปทรงวัตถุสำเร็จรูป โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังนี้

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ของเลนส์กระจก

| พารามิเตอร์ | ความหมาย | ค่าที่กำหนด |
|---|---|---|
| R1 | รัศมีความโค้งของผิวกระจกหน้า | 75.05 mm. |
| R2 | รัศมีความโค้งของผิวกระจกหลัง | 270.7 mm. |
| Tc | ความหนาของเลนส์ ณ จุดกลาง | 9 mm. |
| d0 | ขนาดเต็มเส้นผ่าศูนย์กลางเลนส์ | 68.5 mm. |
| d1 | ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพื้นผิว 1 | 0 mm. |
| d2 | ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพื้นผิว 2 | 67.5 mm. |
| d1_clear | ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูรับแสง 1 | 66 mm. |
| d2_clear | ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูรับแสง 2 | 66 mm. |
| nix | ทิศทางเลนส์แกน x | 0 |
| niy | ทิศทางเลนส์แกน y | 0 |
| niz | ทิศทางเลนส์แกน z | 1 |
| n_extra_r | จำนวนจุดรัศมีเพิ่มเติม | 0 |
| n_extra_a | จำนวนจุดแนวราบเพิ่มเติม | 0 |



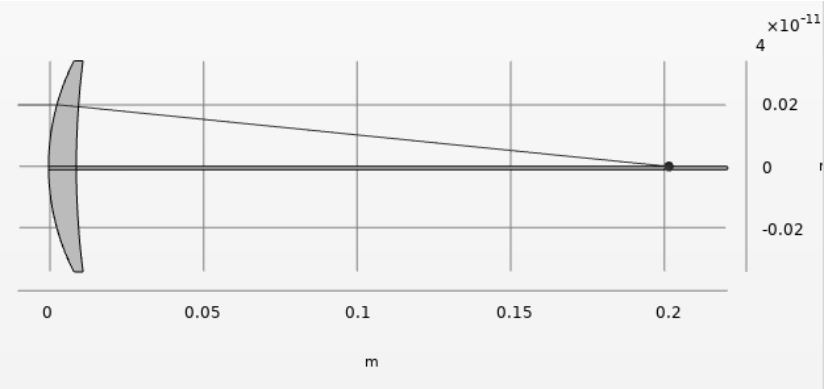
**รูปที่ 6** เลนส์กระจกที่ถูกสร้างจากพารามิเตอร์ตามตารางที่ 1

ในการศึกษานี้ กำหนดวัสดุของเลนส์กระจกเป็น Ohara S-LAM 3 Glass และกำหนดตำแหน่งของจุดกำเนิดแสงโดยการเพิ่มวัตถุ Point และกำหนดพารามิเตอร์ดังนี้

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ของจุดกำเนิดแสง

| พารามิเตอร์ | ค่าที่กำหนด |
|---|---|
| x | 0 mm. |
| y | 20 mm. |
| z | -10 mm. |

โดยเมื่อทำการคำนวนผลลัพธ์การจำลอง จะสามารถมองเห็นทิศทางการหักเหของแสงและตำแหน่งที่ตัดกับแนวแกน ซึ่งคือจุดโฟกัสของเลนส์หนา




**รูปที่ 7** ทิศทางและจุดตัดกับแนวแกนของแสงที่หักเหจากเลนส์หนา

### 4.3 เปรียบเทียบผลลัพธ์

จากการจำลอง จะพบว่าจุดตัดกับแนวแกนที่ตำแหน่ง 200.897 mm. และเมื่อนำค่าที่ใช้ในการจำลองมาคำนวนกับสมการที่ (1) จะได้ผลลัพธ์ว่าจุดโฟกัสมีค่าเท่ากับ 204.541 mm. ซึ่งมีความแตกต่างกันเท่ากับ 3.644 mm. เทียบเป็น 1.78 เปอร์เซนต์เมื่อเทียบกับค่าจุดโฟกัสที่ได้จากการคำนวนโดยสมการที่ (1)

## 5. สรุป

จากการศึกษาพบว่า ซอฟต์แวร์ COMSOL Multiphysics สามารถสร้างแบบจำลองการหักเหของแสงผ่านเลนส์กระจกหนาได้ และผลลัพธ์ระยะจุดโฟกัสที่ได้จากการคำนวนและการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งความแตกต่างที่มีนั้นสามารถศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้มากขึ้นเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองที่ใกล้เคียงกับการคำนวนโดยสมการของเลนส์เมคเคอร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งในการศึกษาถัดไปอาจจะเป็นการจำลองที่สนใจกำลังของจุดกำเนิดแสงแทน เพื่อจำลองการลดทอนกำลังของแสงที่เกิดจากการสะท้อนกลับของแสงจากเลนส์กระจก และนำกำลังที่เหลืออยู่หลังจากแสงเคลื่อนที่ผ่านเลนส์ทั้งหมด มาทำการจำลองการเสียรูปของวัตถุปลายทาง

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและการเรียบเรียงบทความนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความกรุณาและช่วยเหลือของ รองศาสตราจารย์ ดร. ชนะ รักษ์ศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และคณาจารย์ทุกๆท่านของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ซึ่งได้เสียสละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษาแนะนำเอกสารเชิงวิชาการ และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่มีประโยชน์และเป็นแนวทางในการศึกษาครั้งนี้ ข้าพเจ้าจึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา สมาชิกในครอบครัว รวมถึงญาติพี่น้อง ที่ให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้าตลอดการศึกษาปริญญาโท และการทำการศึกษาในครั้งนี้ ประโยชน์อันใดที่เกิดจากการนำการศึกษานี้ไปใช้ ข้าพเจ้าขอยกคุณงามความดีแด่ผู้มีพระคุณที่กล่าวถึงทุกท่าน และหากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขออภัยมา ณ โอกาสนี้ และขอรับผิดชอบด้วยความเต็มใจเป็นอย่างยิ่ง

## เอกสารอ้างอิง

[1] J. G. Eden, "Laser technology: Theory and operating principles: Application of the principles of quantum electronics has yielded hundreds of lasers whose wavelengths span from the infrared to the X-ray region of the spectrum", IEEE Potentials, vol. 4, no. 2, pp. 7-12, 12 May 1985.

[2] T. DITMIRE, "High-power Lasers," American Scientist, Volume 98, Number 5, p. 394, September-October 2010.

[3] H. Kaushal and G. Kaddoum, "Applications of Lasers for Tactical Military Operations," IEEE Access, vol. Vol. 5, no. 2017, pp. 20736-20753, 2017.

[4] M. J. C. v. G. a. A. J. Welch, "Clinical Use of Laser - Tissue Interactions", IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY MAGAZINE, pp. 10-13, December 1989.

[5] COMSOL, Inc., ข้อมูลจาก https://www.comsol.com/comsol-multiphysics. (วันที่สืบค้นข้อมูล 11 มิถุนายน 2568).

[6] S. J. Ling, "Physics Bootcamp", ข้อมูลจาก https://www.physicsbootcamp.org/section-thin-lens-equation.html. (วันที่สืบค้นข้อมูล 12 มิถุนายน 2568).

# การปรับปรุงระบบคลังสินค้าและสินค้าคงคลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการในสวนสัตว์อุบลราชธานี

# IMPROVING WAREHOUSE AND INVENTORY MANAGEMENT SYSTEMS IN UBON RATCHATANI ZOO

อัสชรากรณ์ วงศ์สา[1] จุฑารัตน์ รูปใหญ่[1] วิภาทิพย์ คำใบ[1] ปวิณญดา บุญรมย์[1*] และนัทธพงศ์ นันทสำเริง[2]
[1]สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
[2]สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Atcharakorn Wongsa[1] Jutarat Rupyai[1] Vipatip Kumbai[1] Pawinyada Boonrom[1*] and Natthapong Nanthasamroeng[2]
[1]Department of Logistics Management, Faculty of Industrial Technology
[2]Department of Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology
Ubon Ratchatani Rajabhat University

E-mail: pawinyada.b@ubru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและหาแนวทางในการปรับปรุงระบบคลังสินค้าและสินค้าคงคลังอาหารสัตว์ของสวนสัตว์อุบลราชธานี โดยมุ่งเน้นการลดความสูญเสียอาหาร เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บ และเพิ่มความแม่นยำในการควบคุมสินค้าคงคลัง กระบวนการวิจัยประกอบด้วยการศึกษาสภาพการจัดการคลังสินค้าเดิม ผ่านการสัมภาษณ์ การสังเกตการณ์ และการวิเคราะห์ปัญหาหน้างาน จากนั้นจึงทำการออกแบบแนวทางการพัฒนาระบบบริหารจัดการคลังสินค้าใหม่ พร้อมกับการจำลองการใช้งานระบบ Odoo ซึ่งเป็นระบบ ERP แบบโอเพ่นซอร์ส เพื่อทดสอบความเหมาะสมในการนำมาใช้จริงในอนาคตผลการศึกษาจากการจำลองระบบและการปรับปรุงผังพื้นที่คลังสินค้า พบว่าแนวทางที่เสนอสามารถลดระยะเวลาเฉลี่ยในการหยิบอาหารสัตว์จาก 11.12 นาที เหลือ 8.73 นาที ลดลงร้อยละ 21.50 และลดอัตราการสูญเสียอาหารสดจากร้อยละ 7 เหลือเพียงร้อยละ 3.80 โดยมีการจัดกลุ่มอาหารสัตว์ตามประเภทและจัดวางตามหลัก FIFO ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการสินค้าคงคลังอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ ระบบจำลองยังแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการติดตามข้อมูลสินค้าคงคลังแบบเรียลไทม์ และช่วยให้สามารถวางแผนการจัดซื้อได้แม่นยำขึ้นการวิจัยนี้เสนอให้มีการนำผลการจำลองไปเป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบจริงในอนาคต รวมถึงขยายผลไปยังสวนสัตว์แห่งอื่นที่อยู่ภายใต้การดูแลขององค์การสวนสัตว์แห่งประเทศไทย และควรศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพิ่มเติม เช่น RFID หรือ IoT เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการบริหารจัดการคลังสินค้าในระยะยาว

**คำสำคัญ:** ระบบคลังสินค้า สินค้าคงคลัง Odoo อาหารสัตว์ สวนสัตว์อุบลราชธานี

## Abstract

This study aimed to explore and develop improvement strategies for the warehouse and inventory system of animal feed at Ubon Ratchathani Zoo, focusing on reducing food loss, increasing storage efficiency, and enhancing inventory accuracy. The methodology included situation analysis through interviews, field observation,

and problem identification. A new warehouse management system design was proposed and tested using a simulation of Odoo, an open-source ERP system, to assess its feasibility for future real-world implementation. Findings from the simulation and layout redesign indicated that the proposed system could reduce average feed picking time from 11.12 minutes to 8.73 minutes, a decrease of 21.50%. The food loss rate also dropped from 7% to 3.80 % through the categorization of animal feed by type and application of FIFO principles. The simulated system demonstrated the potential for real-time inventory tracking and improved procurement planning accuracy. It is recommended that this simulated model be considered as a prototype for real system development and extended to other zoos under the Zoological Park Organization of Thailand. Future studies should examine the integration of technologies such as RFID and IoT to enhance accuracy and operational efficiency in long-term warehouse management.

**Keywords:** Warehouse management System, inventory, Odoo, Animal feed, Ubon ratchathani zoo.

## 1. บทนำ

การจัดการโลจิสติกส์และสินค้าคงคลังเป็นหัวใจสำคัญของการบริหารทรัพยากรในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะในองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์สัตว์และสิ่งแวดล้อม เช่น สวนสัตว์ ซึ่งจำเป็นต้องบริหารจัดการอาหารสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสนับสนุนสุขภาพสัตว์ ลดความสูญเสีย และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม องค์การสวนสัตว์และพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำระหว่างประเทศ (WAZA) ได้กำหนดให้การจัดการอาหารสัตว์อย่างยั่งยืนเป็นหนึ่งในเป้าหมายหลักของการดำเนินงาน โดยข้อมูลในปี 2566 ระบุว่า สวนสัตว์ขนาดใหญ่ทั่วโลกใช้อาหารสัตว์มากกว่า 50 ตันต่อเดือน และมีค่าใช้จ่ายรวมถึง 10 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี

ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง การจัดการอาหารสัตว์ในสวนสัตว์มีความซับซ้อนและท้าทาย เช่น สวนสัตว์ในมาเลเซียต้องจัดการอาหารกว่า 200 ชนิด และใช้งบประมาณสูงถึง 5 ล้านริงกิตต่อปี ส่วนในประเทศไทย องค์การสวนสัตว์แห่งประเทศไทยดูแลสวนสัตว์ 7 แห่ง ใช้งบประมาณรวมกว่า 500 ล้านบาทต่อปี โดยมีการใช้อาหารสัตว์มากกว่า 300 ตัน ซึ่งแบ่งเป็นอาหารเม็ด หญ้าแห้ง เนื้อสัตว์ และผลไม้สด

สวนสัตว์อุบลราชธานี ซึ่งเป็นศูนย์กลางการอนุรักษ์สัตว์ป่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่กว่า 1,200 ไร่ และดูแลสัตว์มากกว่า 300 สายพันธุ์ พบว่ามีการใช้ทรัพยากรอาหารสัตว์เฉลี่ย 20–25 ตันต่อเดือน แต่ยังประสบปัญหาการสูญเสียอาหารสดสูงถึงร้อยละ 7 ต่อปี โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนที่แหล่งจัดหาไม่แน่นอน ส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์และเพิ่มต้นทุนการจัดซื้อ รายงานของ UNEP ยังชี้ว่าร้อยละ 14 ของอาหารที่ผลิตทั่วโลกสูญเสียไปในกระบวนการจัดการและขนส่ง ซึ่งรวมถึงภาคการเกษตรและสวนสัตว์

อย่างไรก็ตาม แม้จะมีการศึกษาเกี่ยวกับระบบคลังสินค้าและ ERP อย่างแพร่หลาย แต่ยังขาดงานวิจัยเชิงลึกที่มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ระบบ ERP แบบโอเพ่นซอร์สอย่าง Odoo ในองค์กรภาครัฐเฉพาะทาง เช่น สวนสัตว์ ซึ่งมีลักษณะการจัดเก็บเฉพาะด้าน รวมถึงยังขาดการศึกษาในบริบทของสวนสัตว์ภูมิภาคในประเทศไทยที่มีข้อจำกัดเชิงงบประมาณ โครงสร้างการจัดการ และทรัพยากรบุคคล นอกจากนี้ ยังไม่มีการเชื่อมโยงผลลัพธ์ของการปรับปรุงระบบคลังอาหารสัตว์กับแนวคิดด้านการจัดการโซ่อุปทาน (SCM), ระบบบริหารจัดการคลังสินค้า (WMS) และการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล (Digital Transformation) อย่างเป็นระบบ ซึ่งงานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว

## 2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการโลจิสติกส์

การจัดการโซ่อุปทาน เป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นการบริหารจัดการทรัพยากรและกระบวนการทั้งหมดในห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่การจัดหาวัตถุดิบจากซัพพลายเออร์ การผลิตสินค้า การจัดเก็บสินค้าคงคลัง และการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าหรือผู้ใช้บริการปลายทาง โดยมี

เป้าหมายหลักคือการเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ลดความสูญเสียในกระบวนการ และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันขององค์กรการบริหารโซ่อุปทานมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่ 1) การจัดหาและการจัดซื้อจัดจ้าง (procurement & sourcing) – เป็นกระบวนการคัดเลือกและจัดหาวัตถุดิบหรือสินค้าจากซัพพลายเออร์ที่มีคุณภาพและต้นทุนที่เหมาะสม 2)การผลิตและการดำเนินงาน (production & operations) – เป็นกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพและต้นทุน 3) การบริหารสินค้าคงคลัง (inventory management) – เป็นการควบคุมระดับสินค้าคงคลังให้มีความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน เพื่อป้องกันปัญหาการขาดแคลนหรือสินค้าคงคลังมากเกินไป 4) การจัดเก็บและการกระจายสินค้า (warehousing & distribution) – เป็นกระบวนการบริหารจัดการคลังสินค้าและการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพ 5) การบริหารความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationship Management: CRM) – เป็นการสร้างและรักษาความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างองค์กรกับลูกค้า เพื่อเพิ่มความพึงพอใจและความภักดีต่อสินค้าและบริการ แนวคิดของการจัดการโซ่อุปทานช่วยให้เกิด การไหลเวียนของสินค้าและข้อมูลที่เป็นระบบ ช่วยลดต้นทุนการดำเนินงาน ปรับปรุงคุณภาพของสินค้าและบริการ และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในระยะยาว Digital Transformation ในภาครัฐ คือการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความโปร่งใสในการทำงานของหน่วยงานภาครัฐ รวมถึงการใช้ ERP และ WMS ในการจัดการคลังสินค้าเพื่อให้เกิด Smart Warehouse ที่สามารถควบคุมสินค้าคงคลังได้แบบเรียลไทม์

**2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับระบบ Odoo**

Odoo เป็นซอฟต์แวร์ประเภท Enterprise Resource Planning (ERP) ที่ถูกพัฒนาเพื่อช่วยบริหารจัดการธุรกิจในทุกด้านภายในแพลตฟอร์มเดียว โดยครอบคลุมตั้งแต่การจัดการสินค้าคงคลัง การขาย การบัญชี การเงิน การจัดซื้อ การบริหารทรัพยากรมนุษย์ ไปจนถึงการตลาดดิจิทัล Odoo เป็นซอฟต์แวร์ โอเพ่นซอร์ส (open source) ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถปรับแต่งและขยายฟังก์ชันการทำงานได้อย่างอิสระ ทำให้เหมาะสมกับทุกขนาดขององค์กร ตั้งแต่ธุรกิจขนาดเล็กไปจนถึงองค์กรขนาดใหญ่ Odoo ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั่วโลก เนื่องจากเป็นแพลตฟอร์มที่สามารถทำงานร่วมกับโมดูล ได้หลากหลาย ทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานได้ตามความต้องการ นอกจากนี้ Odoo ยังสามารถใช้งานได้ทั้งบนระบบ cloud และ on-premise ซึ่งช่วยให้ธุรกิจมีความยืดหยุ่นในการปรับใช้ระบบได้อย่างเหมาะสม Odoo สามารถเลือกใช้งานโมดูลได้ตามความต้องการขององค์กร

**2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

กรกมล แสนสุข และคณะ [1] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงระบบการจัดการคลังสินค้าวัตถุดิบและการพัฒนาคำสั่งซื้อ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการสินค้าคงคลังของบริษัท และ พัฒนาประสิทธิภาพด้านการจัดการคำสั่งซื้อวัตถุดิบ การศึกษานี้ดำเนินการโดยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ รวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและทดลองใช้งานโปรแกรมช่วยคำนวณเพื่อปรับปรุงคำสั่งซื้อ ผลการศึกษาพบว่า การใช้โปรแกรมช่วยคำนวณสามารถลดข้อผิดพลาดในกระบวนการสั่งซื้อ และช่วยลดรอบการเดินรถไปรับวัตถุดิบได้อย่างมีนัยสำคัญ ด้านการจัดการสินค้าคงคลังพบว่า การใช้ระบบ First In First Out (FIFO) และการวิเคราะห์แบบ ABC analysis ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บและลดระยะเวลาในการหยิบวัตถุดิบลง ร้อยละ 36.43 ซึ่งทำให้กระบวนการทำงานรวดเร็วและเป็นระเบียบมากขึ้น

ณัฐวุฒิ วงษ์วรรณ ณัฏภัทรญา เศรษฐโชติสมบัติ และ ณัฐพัชร อารีรัชกุลกานต์ [2] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าโรงงานทูน่ากระป๋อง ด้วยระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาการใช้คลังสินค้าแบบเดิม พัฒนาระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ และเปรียบเทียบผลระหว่างการใช้คลังสินค้าแบบเดิมกับคลังสินค้าอัตโนมัติ การศึกษาดำเนินการโดยใช้วิธีการวิจัยแบบผสมที่รวมการทดลอง การวิเคราะห์เชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาระบบคลังสินค้าอัตโนมัติสามารถลดต้นทุนสินค้าจัดเก็บได้ ร้อยละ 72.63 ลดพื้นที่จัดเก็บได้ ร้อยละ 79.31 และลดเวลาจัดเก็บได้ ร้อยละ 100 ทั้งยังเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการรายงานสถานะสินค้าด้วยการแสดงผลแบบเรียลไทม์ โดยระบบคลังสินค้าอัตโนมัติช่วยปรับปรุงการทำงานในหลายฟังก์ชัน เช่น การรับ การขนย้าย การรายงานสถานะ และการจัดเก็บสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ

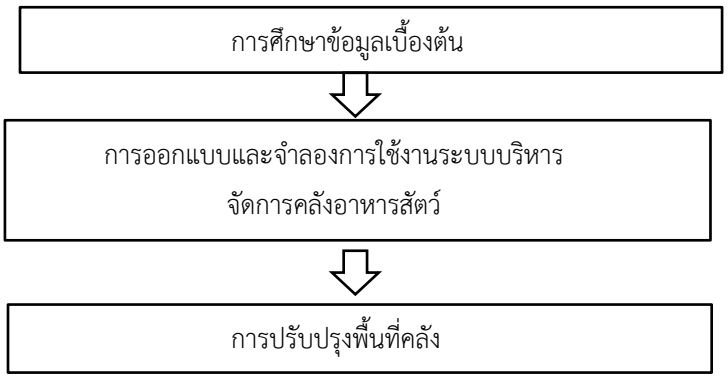
สริตา รุ่งโรจน์ และ ทวีป พรหมอยู่ [3] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้แอปพลิเคชันการจัดการสินค้าคงคลังของบริษัท เจ็ทชั่น โซล่า (ประเทศไทย) จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการยอมรับและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับ

การใช้งานแอปพลิเคชั่นดังกล่าวดำเนินการโดยใช้การวิจัยเชิงปริมาณ เก็บข้อมูลจากพนักงานของบริษัทจำนวน 219 คน ผ่านแบบสอบถามที่ได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรง และใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ เช่น ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยการยอมรับเทคโนโลยีส่งผลต่อการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตัวแปรด้านการรับรู้ว่ามีประโยชน์ต่อการใช้งานมีอิทธิพลสูงสุด รองลงมาคือ ด้านการรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้งาน ทัศนคติต่อการใช้งาน และพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งาน ตามลำดับ โดยสามารถอธิบายการยอมรับการใช้งานแอปพลิเคชันได้ในระดับร้อยละ 63

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าองค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการคลังสินค้าและสินค้าคงคลัง เช่น การใช้หลัก FIFO การจำลองระบบด้วย ERP และการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ปัญหา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการในหลากหลายอุตสาหกรรม ซึ่งแนวคิดเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในบริบทของสวนสัตว์อุบลราชธานี โดยเฉพาะการใช้ระบบ Odoo ERP ที่ช่วยวางแผนและควบคุมปริมาณอาหารสัตว์ให้มีความเหมาะสม ลดความสูญเสีย และเพิ่มความแม่นยำในการดำเนินงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

## 3. วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานของการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดทำมาตรฐานระบบคลังสินค้าของสวนสัตว์อุบลราชธานี ซึ่งครอบคลุมกระบวนการตั้งแต่การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น การออกแบบมาตรฐาน การนำไปทดลองใช้ และการประเมินผล โดยมีรายละเอียด ดังนี้




**รูปที่ 1** ขั้นตอนการวางแผนการปรับปรุงระบบคลังสินค้าและสินค้าคงคลังอาหารสัตว์

ขั้นตอนประกอบด้วย (1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น โดยการสัมภาษณ์ สังเกตการณ์ และวิเคราะห์เอกสาร เพื่อระบุปัญหาในระบบเดิม (2) การออกแบบและจำลองระบบ Odoo ERP สำหรับจัดการคลังอาหารสัตว์ด้วยโมดูลที่เกี่ยวข้องและจำลองขั้นตอนการทำงานจริง (3) การปรับปรุงพื้นที่คลังอาหารสัตว์ให้เป็นระบบ โดยแยกประเภทอาหาร จัดเส้นทางเดิน และออกแบบผังการจัดวาง เพื่อลดความผิดพลาดและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการคลังสินค้า

### 3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

การศึกษานี้เริ่มต้นด้วยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบคลังสินค้าและสินค้าคงคลังอาหารสัตว์ของสวนสัตว์อุบลราชธานี โดยใช้วิธีการศึกษาทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ การเก็บข้อมูลจะดำเนินการผ่าน การสัมภาษณ์เชิงลึกกับเจ้าหน้าที่ฝ่ายคลังสินค้าและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงในกระบวนการรับ จัดเก็บ และแจกจ่ายอาหารสัตว์ การสังเกตการณ์ (Observation) เพื่อศึกษาลำดับขั้นตอนการทำงานจริงในแต่ละวัน รวมถึงพฤติกรรมการจัดเก็บ การเบิกจ่าย และการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ และการวิเคราะห์เอกสาร (Document Analysis) เช่น รายงานสินค้าคงคลัง รายงานค่าใช้จ่ายอาหารสัตว์ และแผนการจัดซื้อที่หน่วยงานใช้อยู่ ข้อมูลที่ได้รับจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อระบุปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระบบปัจจุบัน รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการจัดการคลังสินค้า

เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของระบบคลังสินค้าภายในสวนสัตว์อุบลราชธานี วิเคราะห์ข้อจำกัดและปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดการคลังสินค้าและเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบ Odoo มาใช้ในการบริหารจัดการคลังสินค้า

การเก็บข้อมูลในการวิจัยนี้ประกอบด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึกจำนวน 3 ราย ได้แก่ หัวหน้าฝ่ายคลังสินค้า หัวหน้างานโภชนาการและสัตวแพทย์ โดยใช้แนวคำถามกึ่งโครงสร้าง พร้อมบันทึกเสียงและจดบันทึก การสังเกตการณ์ลักษณะการจัดเก็บและกระบวนการทำงานรายวัน รวมถึงการวิเคราะห์เอกสาร เช่น รายงานสินค้าคงคลัง และแผนการจัดซื้อ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและวางแนวทางพัฒนา

การวิจัยนี้มีการเก็บข้อมูลจากมนุษย์ จึงได้ดำเนินการขออนุมัติผ่านคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (IRB) ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

**3.2 การออกแบบและจำลองการใช้งานระบบบริหารจัดการคลังอาหารสัตว์**

การออกแบบระบบสำหรับคลังอาหารสัตว์นี้ จะเน้นไปที่โมดูลที่เกี่ยวข้องกับการรับสินค้า การจัดเก็บ การจัดการสินค้าคงคลัง การกระจายอาหาร รวมถึงการจัดการเมนูอาหารของสัตว์แต่ละชนิด เพื่อให้สามารถควบคุมการจัดการวัตถุดิบและอาหารสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นระบบ และติดตามได้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบที่ออกแบบขึ้น ทีมวิจัยจึงได้ดำเนินการ จำลองการใช้งานระบบ Odoo ERP ในสภาพแวดล้อมเสมือน (Simulation Environment) โดยมีขั้นตอนสำคัญที่เกี่ยวข้องตั้งแต่การเตรียมข้อมูล การดำเนินการจำลอง ไปจนถึงการสรุปผลการดำเนินงานในขั้นตอนการจำลอง ทีมวิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น เจ้าหน้าที่ฝ่ายคลังสินค้า ฝ่ายสัตวแพทย์ และฝ่ายจัดซื้อ โดยรวบรวมข้อมูลวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้จริงในแต่ละวัน รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับซัพพลายเออร์ ราคาต่อหน่วย วิธีเก็บรักษา และสูตรอาหารของสัตว์แต่ละชนิด เพื่อบันทึกและตั้งค่าในระบบให้ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากที่สุด นอกจากนี้ยังได้มีการกำหนดระดับสินค้าคงคลังเริ่มต้น และระดับขั้นต่ำในระบบ เพื่อรองรับการแจ้งเตือนเมื่อวัตถุดิบเริ่มขาดแคลนการจำลองใช้งานได้ดำเนินการโดยอ้างอิงกระบวนการทำงานจริงของคลังอาหารสัตว์ เช่น การรับสินค้าเข้าสู่ระบบ การตรวจสอบรายการสินค้า การจัดเก็บตามประเภทอาหาร (แห้ง สด แช่แข็ง) และการเบิกจ่ายตามสูตรอาหารของสัตว์ ระบบจะทำการหักสต็อกโดยอัตโนมัติเมื่อมีการเบิก และสามารถบันทึกประวัติการใช้งานได้อย่างครบถ้วน ทั้งยังจำลองกรณีที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง เช่น การแจ้งเตือนสินค้าใกล้หมดอายุ หรือวัตถุดิบต่ำกว่าระดับขั้นต่ำที่ตั้งไว้

**3.3 การปรับปรุงพื้นที่คลัง**

การออกแบบพื้นที่คลังใหม่จึงมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงให้การไหลเวียนของวัตถุดิบเป็นไปอย่างมีลำดับขั้นตอน โดยจัดให้มีทางเดินที่ชัดเจน การจัดวางสินค้าให้เหมาะสมกับประเภทของวัตถุดิบ และกำหนดจุดรับ-จ่ายสินค้าแยกจากกันอย่างชัดเจน เพื่อลดการปะปนกันระหว่างวัตถุดิบเข้าใหม่กับวัตถุดิบที่รอการใช้งาน รวมทั้งพิจารณาความเหมาะสมในด้านสุขอนามัย อุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเก็บรักษาอาหารสัตว์แต่ละประเภท เช่น จัดห้องอาหารพิเศษใหม่สำหรับสัตว์บางประเภท จัดเรียงพาเลทใหม่ให้เป็นระเบียบและง่ายต่อการหยิบใช้งาน พ่นสีบนกล่องเบิกจ่ายเพื่อระบุชนิดของอาหารอย่างชัดเจน จัดตู้เย็นแยกสารเคมี ยา วิตามิน และอาหารสดออกจากกันอย่างเหมาะสมในการจำลองการปรับปรุงพื้นที่ ได้มีการจัดทำแบบแปลนพื้นที่คลังโดยใช้เครื่องมือการออกแบบเบื้องต้น เช่น โปรแกรมเขียนแปลน 2 มิติ หรือการใช้สัญลักษณ์จำลองการไหลของวัตถุดิบ (Material Flow Simulation) เพื่อศึกษาความเหมาะสมของการจัดผังภายใน ทั้งในด้านประสิทธิภาพการจัดเก็บ ความสะดวกในการทำงานของเจ้าหน้าที่ และความปลอดภัยของอาหารสัตว์ โดยแบบแปลนที่จัดทำขึ้นนี้จะถูกนำไปใช้ประกอบการจำลองการทำงาน เพื่อให้การดำเนินงานของทั้ง “ระบบดิจิทัล” และ “ระบบกายภาพ” มีความสอดคล้องกันอย่างเหมาะสม

## 4. ผลการศึกษา

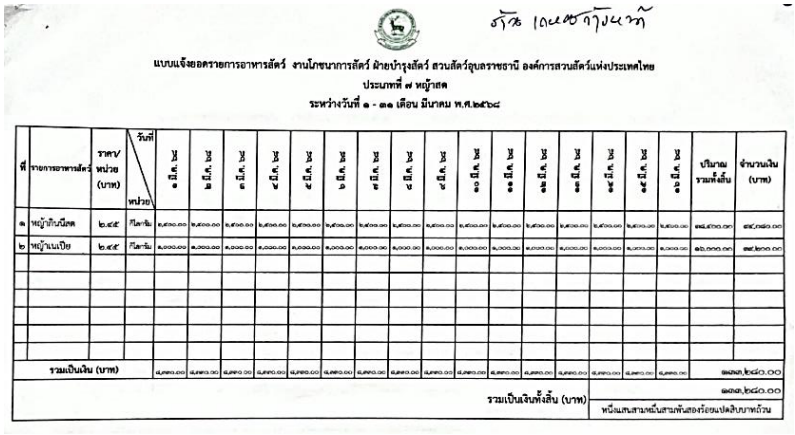
**4.1 ผลการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น**

ผลการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ดำเนินการกับเจ้าหน้าที่ฝ่ายคลังสินค้าและผู้เกี่ยวข้องโดยตรง เพื่อทำความเข้าใจปัญหา ข้อจำกัด และความต้องการในการพัฒนาระบบจัดการคลังอาหารสัตว์ เจ้าหน้าที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการรับ จัดเก็บ และ

เบิกจ่ายอาหาร รวมถึงแนวทางปฏิบัติที่ใช้ในปัจจุบันและปัญหาที่พบ เช่น ความล่าช้า ความผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูลด้วยมือ และการขาดระบบแจ้งเตือนสำหรับสินค้าคงคลังต่ำหรือสินค้าใกล้หมดอายุ

ผลการสังเกตการณ์ (Observation) ใช้เพื่อศึกษาพฤติกรรมการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในแต่ละขั้นตอนของระบบงาน ตั้งแต่การรับวัตถุดิบเข้าสู่คลัง การจัดวางในพื้นที่จัดเก็บ การควบคุมคุณภาพ และการเบิกจ่ายอาหารสัตว์จริงในแต่ละวัน ผลการสังเกตพบว่าการจัดวางวัตถุดิบในพื้นที่จัดเก็บยังไม่มีมาตรฐานชัดเจน ไม่มีการแยกประเภทอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการค้นหาหรือเบิกจ่ายวัตถุดิบ การวางของภายในห้องเก็บอาหารพิเศษจะเห็นว่ามีถุงอาหารที่วางอยู่บนถังใส่อาหารและมีถังว่าไว้ข้างกระสอบซึ่งไม่มีการวางและแบ่งอย่างเป็นสัดส่วนที่ชัดเจน

ผลการวิเคราะห์เอกสาร (Document Analysis) ดำเนินการจากรายงานสินค้าคงคลัง รายงานค่าใช้จ่ายอาหารสัตว์ และแผนการจัดซื้อในรอบเดือนของหน่วยงาน พบว่าระบบเดิมขาดการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างแผนการจัดซื้อกับปริมาณการใช้งานจริง ไม่มีระบบแจ้งเตือนจุดสั่งซื้อใหม่ และไม่สามารถตรวจสอบประวัติการใช้งานย้อนหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ



แบบแจ้งยอดรายการอาหารสัตว์ งานโภชนาการสัตว์ ฝ่ายบำรุงสัตว์ สวนสัตว์อุบลราชธานี องค์การสวนสัตว์แห่งประเทศไทย
ประเภทที่ ๗ หญ้าสด
ระหว่างวันที่ ๑ - ๓๑ เดือน มีนาคม พ.ศ.๒๕๖๘

| ที่ | รายการอาหารสัตว์ | ราคา/หน่วย (บาท) | วันที่ / หน่วย | ๑ มี.ค. ๖๘ | ๒ มี.ค. ๖๘ | ๓ มี.ค. ๖๘ | ๔ มี.ค. ๖๘ | ๕ มี.ค. ๖๘ | ๖ มี.ค. ๖๘ | ๗ มี.ค. ๖๘ | ๘ มี.ค. ๖๘ | ๙ มี.ค. ๖๘ | ๑๐ มี.ค. ๖๘ | ๑๑ มี.ค. ๖๘ | ๑๒ มี.ค. ๖๘ | ๑๓ มี.ค. ๖๘ | ๑๔ มี.ค. ๖๘ | ๑๕ มี.ค. ๖๘ | ๑๖ มี.ค. ๖๘ | ๑๗ มี.ค. ๖๘ | ปริมาณรวมทั้งสิ้น | จำนวนเงิน (บาท) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ๑ | หญ้ากินนีสด | ๒.๕๕ | กิโลกรัม | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๑,๗๐๐.๐๐ | ๓๔,๐๐๐.๐๐ | ๘๗,๐๘๐.๐๐ |
| ๒ | หญ้าแป้ | ๒.๕๕ | กิโลกรัม | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๑,๐๐๐.๐๐ | ๒๐,๐๐๐.๐๐ | ๕๑,๒๐๐.๐๐ |
| รวมเป็นเงิน (บาท) | | | | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | ๒,๗๐๐.๐๐ | | ๑๓๓,๒๘๐.๐๐ |
| รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (บาท) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ๑๓๓,๒๘๐.๐๐ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | หนึ่งแสนสามหมื่นสามพันสองร้อยแปดสิบบาทถ้วน |

**รูปที่ 2** ตัวอย่างใบสั่งซื้อของสวนสัตว์อุบลราชธานี

### 4.2 ผลการออกแบบและจำลองการใช้งานระบบบริหารจัดการคลังอาหารสัตว์

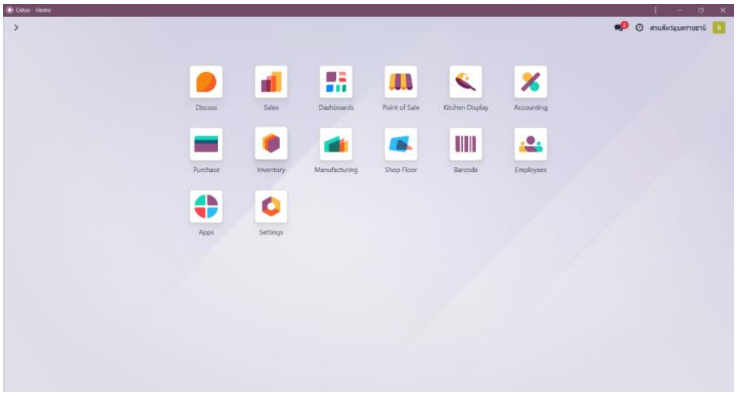
จากการศึกษาสภาพปัญหาของระบบคลังสินค้าอาหารสัตว์เดิมของสวนสัตว์อุบลราชธานี พบว่ามีข้อจำกัดหลายประการ เช่น การจัดเก็บที่ไม่เป็นระบบ การตรวจสอบปริมาณอาหารที่ไม่แม่นยำ และไม่มีระบบติดตามวัตถุดิบอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการเบิกจ่ายอาหารและการสูญเสียจากอาหารที่เน่าเสียหรือหมดอายุ จากปัญหาดังกล่าว จึงได้ดำเนินการออกแบบระบบใหม่โดยใช้แอปพลิเคชัน Odoo ร่วมกับการปรับปรุงสภาพคลังสินค้าเดิมให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ระบบที่จำลองขึ้นเน้นใช้หลักการ FIFO โดยจัดประเภทอาหารสัตว์และจัดวางตามลักษณะการเก็บรักษา พร้อมการตั้งค่าระดับสต็อกขั้นต่ำ (Reorder Point) เพื่อแจ้งเตือนเมื่ออาหารใกล้หมด ทั้งนี้ระบบ Odoo สามารถบันทึกการใช้งานย้อนหลัง ตรวจสอบสถานะสินค้าคงคลังแบบเรียลไทม์ และแสดงข้อมูลการสั่งซื้อย้อนหลังได้อย่างครบถ้วน

#### 4.2.1 การออกแบบระบบใหม่ด้วย Odoo ERP

เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาระบบคลังสินค้าใหม่ เนื่องจากสามารถบูรณาการกระบวนการโลจิสติกส์ได้แบบครบวงจร ช่วยให้กระบวนการรับเข้า เบิกจ่าย จัดเก็บ และตรวจสอบอาหารสัตว์มีความแม่นยำ โปร่งใส และตรวจสอบย้อนหลังได้ง่าย โดยในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบให้ครอบคลุมโมดูลสำคัญ ได้แก่: 1 ) Inventory Management: ใช้สำหรับลงทะเบียนสินค้าอาหารสัตว์ ตรวจสอบจำนวนคงคลังแบบเรียลไทม์ และติดตามวันหมดอายุสินค้า โดยใช้แนวคิด FIFO ในการจัดเก็บ 2) Purchase Management: ใช้บันทึกคำสั่งซื้อจากซัพพลายเออร์ พร้อมระบบแจ้งเตือนเมื่อปริมาณสินค้าต่ำกว่าระดับที่กำหนด 3) Bill of Materials (BOM): บันทึก

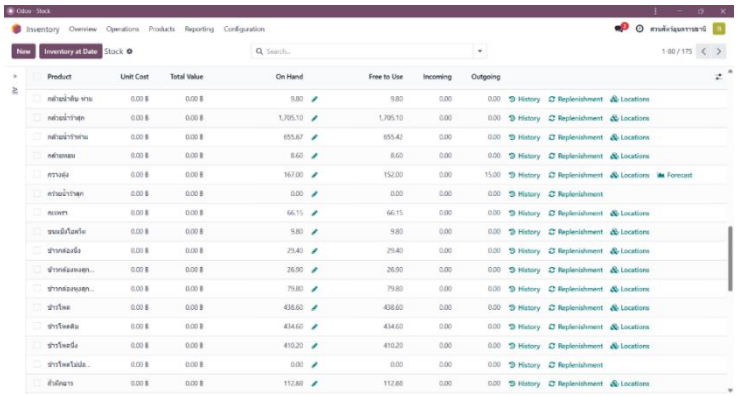
เมนูอาหารสัตว์แต่ละชนิด เพื่อคำนวณปริมาณวัตถุดิบที่ต้องใช้ในแต่ละวัน 4) Reporting: สามารถสร้างรายงานการใช้วัตถุดิบ สรุปปริมาณอาหารคงเหลือ และวางแผนการสั่งซื้อ



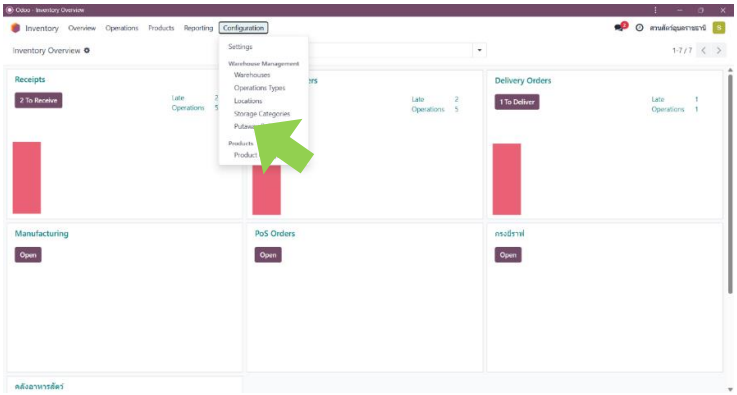

**รูปที่ 3** หน้าแรกของระบบ Odoo ERP

### 4.2.2 การจำลองใช้งานระบบใหม่

การนำระบบ Odoo ERP ในกระบวนการจัดเก็บและกระจายสินค้า



**รูปที่ 4** รายการสินค้าคงคลังปัจจุบันในระบบ Odoo




**รูปที่ 5** กำหนดโซนจัดเก็บภายในคลัง

### 4.3 ผลการปรับปรุงพื้นที่คลัง

การปรับปรุงพื้นที่คลังอาหารสัตว์ของสวนสัตว์อุบลราชธานีมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บ ควบคุมสินค้าคงคลัง และกระจายอาหารอย่างเป็นระบบ โดยมีการดำเนินการสำคัญ ได้แก่ การจัดห้องเก็บอาหารพิเศษใหม่ให้เป็นระบบด้วยการวางพาเลทและติดป้ายชื่อชัดเจน การปรับผังวางพาเลทอาหารหลักให้มีช่องทางเดินเหมาะสมและปลอดภัย การปรับกล่องบรรจุอาหารด้วยการพ่นสีและรหัสเมนูเพื่อลดข้อผิดพลาด และการจัดระเบียบตู้เย็นใหม่โดยแยกวิตามิน อาหารเสริม และสารเคมีออกจากกันอย่างชัดเจน ทั้งนี้มีการวัดผลจากการเปรียบเทียบ “ตารางเวลาในการหยิบอาหารก่อนและหลังการปรับปรุง” พบว่าระยะเวลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และการวัดพื้นที่จัดเก็บพบว่าสามารถใช้พื้นที่ได้อย่างคุ้มค่ามากขึ้น ช่วยลดความผิดพลาด เพิ่มความปลอดภัย และส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการคลังอย่างเป็นระบบ



**รูปที่ 6** ภาพห้องอาหารพิเศษก่อนปรับปรุง
มีพื้นที่ทางเดิน กว้าง 0.9 เมตร ยาว 2.5 เมตร



**รูปที่ 7** ภาพห้องอาหารพิเศษหลังปรับปรุง
มีพื้นที่ทางเดินเหลือ กว้าง 1.5 เมตร ยาว 2.5 เมตร

## 5. สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและพัฒนาระบบจัดการคลังอาหารสัตว์ของสวนสัตว์อุบลราชธานีโดยการใช้ Odoo ERP เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดความสูญเสีย และลดต้นทุน โดยใช้ระยะเวลาดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2567 ถึงมิถุนายน 2568 กระบวนการดำเนินงานประกอบด้วย การสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตการณ์ และการวิเคราะห์เอกสารเพื่อประเมินปัญหาเดิม ก่อนดำเนินการออกแบบระบบใหม่โดยใช้แนวคิดโลจิสติกส์ Supply Chain Management (SCM), Warehouse Management System (WMS) และ Lean Logistics ร่วมกับการจำลองระบบด้วย Odoo ERP

ระบบ Odoo ERP ที่นำมาใช้ประกอบด้วยโมดูลหลัก ได้แก่ Inventory, Purchase และ Reporting โดยเริ่มจาก การขึ้น Master Data ของอาหารสัตว์, การสร้าง Workflow การรับเข้า–จัดเก็บ–เบิกจ่าย, การตรวจสอบ FIFO เพื่อให้ใช้วัตถุดิบตามลำดับวันหมดอายุ, และการตั้งค่า Reorder Point เพื่อแจ้งเตือนอัตโนมัติเมื่อปริมาณอาหารต่ำกว่ากำหนด ผลการจำลองพบว่าสามารถลดเวลาในการหยิบอาหารลงได้ร้อยละ 21.50 ลดอัตราการสูญเสียอาหารสดจากร้อยละ 7 เหลือร้อยละ 3.80 เพิ่มความแม่นยำในการจัดเก็บและติดตามสินค้าคงคลังได้แบบเรียลไทม์ ลดข้อผิดพลาดและลดความซ้ำซ้อนในการจัดการงาน

การจัดหมวดหมู่ตามประเภทและการใช้ FIFO ช่วยลดการเน่าเสีย ลดของเสียจากการจัดการที่ไม่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Lean Logistics ที่เน้นการลด Waste, FIFO ลด Spoilage และการใช้ Digital WMS ช่วยเพิ่ม Visibility ในการติดตามข้อมูลสินค้าคงคลังได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ระบบยังช่วยให้การวางแผนจัดซื้อแม่นยำขึ้น ลดงบประมาณ ลดการสั่งซื้อซ้ำซ้อน และเพิ่มสุขภาพสัตว์จากการได้รับอาหารที่สดใหม่ตรงเวลา การประสานงานระหว่างฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายคลัง และฝ่ายโภชนาการที่เดิมทำงานแบบแยกกันถูกเชื่อมโยงด้วยระบบกลางของ Odoo ทำให้การทำงานรวดเร็ว ลดข้อผิดพลาดและลดภาระงาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด SCM ในการบูรณาการการทำงานของหน่วยงานภายใน

นอกจากนี้ การลดอัตราการสูญเสียอาหารยังช่วยลดปริมาณขยะอินทรีย์ ลดภาระการจัดการขยะของสวนสัตว์ และสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG 12) ในเรื่องการบริโภคและการผลิตอย่างยั่งยืน ทั้งนี้ แม้งานวิจัยจะประสบผลสำเร็จในระดับการจำลองระบบ แต่ยังต้องดำเนินการปรับพื้นที่จริงและฝึกอบรมบุคลากรเพื่อให้เกิดการใช้งานอย่างยั่งยืนสรุปได้ว่า การบูรณาการ Odoo ERP กับหลักการโลจิสติกส์และ WMS สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังอาหารสัตว์ได้ในทุกมิติ ทั้งการลดเวลา ลดของเสีย เพิ่มความแม่นยำ และเพิ่มความโปร่งใส สามารถต่อยอดเป็นต้นแบบให้สวนสัตว์อื่นหรือหน่วยงานที่มีลักษณะคลังสินค้าใกล้เคียงกันได้ในอนาคต

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อนและหลังการปรับปรุงระบบคลังสินค้าอาหารสัตว์

| ตัวชี้วัด (KPIs) | ก่อนปรับปรุง | หลังปรับปรุง | เปลี่ยนแปลง | คิดเป็นร้อยละ |
|---|---|---|---|---|
| 1. เวลาเฉลี่ยในการหยิบอาหาร (นาทีต่อรอบ) | 11.12 นาที | 8.73 นาที | ลดลง 2.39 นาที | ลดลง ร้อยละ 21.50 |
| 2.อัตราการสูญเสียของอาหารสด (%) | ร้อยละ 7.00 | ร้อยละ 3.80 | ลดลงร้อยละ 3.20 | ลดลง ร้อยละ 45.71 |
| 3.ความแม่นยำของการจัดเก็บตามหมวดหมู่และ FIFO | ต่ำ (ไม่เป็นระบบ) | สูง (เป็นระบบ) | มีการปรับรูปแบบ | เพิ่มความชัดเจนและลดความผิดพลาด |
| 4. การเข้าถึงข้อมูลสินค้าคงคลัง | ไม่มีระบบ | แบบเรียลไทม์ผ่าน Odoo | เพิ่มระบบ ERP | เพิ่มความโปร่งใสและแม่นยำ |
| 5.การประสานงานระหว่างฝ่ายที่เกี่ยวข้อง | แยกระบบ เอกสารกระดาษ | เชื่อมโยงผ่านระบบ Odoo | รวมศูนย์ข้อมูล | ลดความซ้ำซ้อน และเพิ่มความรวดเร็ว |

## 6. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

เพื่อให้ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรมีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคลังสินค้า เช่น เจ้าหน้าที่คลัง ฝ่ายจัดซื้อ และบัญชี ให้สามารถใช้งานระบบ Odoo ได้อย่างคล่องตัว เข้าใจฟังก์ชันการบันทึก ตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูล พร้อมทั้งควรจัดทำคู่มือการใช้งานภายในหน่วยงาน และวางแผนการบำรุงรักษาระบบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของบุคลากรในอนาคต

ในด้านการจัดเก็บอาหาร ควรกำหนดมาตรฐานการแยกพื้นที่จัดเก็บตามประเภทอาหาร เช่น อาหารสดควรเก็บในห้องเย็น อาหารแห้งในที่แห้งและอากาศถ่ายเท ส่วนอาหารพิเศษต้องเก็บแยกเฉพาะพร้อมติดป้ายชัดเจน วิธีการเหล่านี้จะช่วยรักษาคุณภาพอาหารและลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อน

นอกจากนี้ ควรติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมสภาพแวดล้อมภายในคลัง เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสง พร้อมระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ เพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบและแก้ไขปัญหาได้ทันที ซึ่งจะช่วยลดอัตราการเสื่อมสภาพของอาหาร และยืดอายุการจัดเก็บได้มากขึ้นควรมีการจัดทำรายงานสถานะสินค้าคงคลังอย่างสม่ำเสมอ เช่น รายเดือนหรือรายไตรมาส เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนจัดซื้อ ประเมินการหมุนเวียนของสินค้า และป้องกันภาวะสินค้าขาดหรือเกินความจำเป็น

## 7. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรขยายขอบเขตของการวิจัยไปยังสวนสัตว์อื่น ๆ ที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลขององค์การสวนสัตว์แห่งประเทศไทย เช่น สวนสัตว์เชียงใหม่ สวนสัตว์นครราชสีมา และสวนสัตว์สงขลา เพื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของระบบการจัดการคลังสินค้าในแต่ละพื้นที่ ซึ่งอาจมีข้อจำกัดด้านภูมิอากาศ ลักษณะสัตว์ อาหารที่ใช้ หรือโครงสร้างองค์กรแตกต่างกัน โดยการศึกษานี้จะช่วยให้สามารถ

จัดทำแนวทางหรือมาตรฐานกลาง (Standard Operating Procedures: SOPs) สำหรับการบริหารคลังสินค้าอาหารสัตว์ในระดับประเทศ อันจะนำไปสู่การดูแลสุขภาพสัตว์ได้อย่างทั่วถึงและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รวมถึงสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดสรรงบประมาณและทรัพยากรได้อย่างเป็นระบบในอนาคต

## กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณคุณหมอวิชิต กองคำ, คุณณัฐนนท์ กลมเกลียว, คุณพิจิตร์ แดงเจริญ และเจ้าหน้าที่ฝ่ายบำรุงสัตว์คลังอาหารสัตว์สวนสัตว์อุบลราชธานีทุกท่าน ซึ่งได้ให้ข้อมูลให้ความช่วยเหลือ แนะนำวิธีแก้ปัญหาและอำนวยความสะดวกตั้งแต่เริ่มเก็บข้อมูลตลอดจนสามารถระบุปัญหาและแก้ไขปัญหาได้อย่างลุล่วงสำเร็จ

## เอกสารอ้างอิง

[1] กรกมล แสนสุข, ธวัลรัตน์ แพพิพัฒน์, ศุภกร เจริญประสิทธิ์ และ สมชาย เปรียงพรหม. 2567. การปรับปรุงระบบการจัดการคลังสินค้าวัตถุดิบและการพัฒนาคำสั่งซื้อ. วารสารพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม, 4(1), 17-30.

[2] ณัฐวุฒิ วงษ์วรรณ, ณัฏฏภัทรศญา เศรษฐโชติสมบัติ และ ณัฐพัชร อารีรัชกุลกานต์. 2564. การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าโรงงานทูน่าปลากระป๋องด้วยระบบอัตโนมัติ. วารสารวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน, 7(1), 126-140.

[3] สริตา รุ่งโรจน์ และ ทวีป พรหมอยู่. 2563. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้แอปพลิเคชันการจัดการสินค้าคงคลัง. บริษัท เจ็ท ชั่น โซล่า (ประเทศไทย) จำกัด. วารสารนวัตกรรมและการจัดการ, 5,57-70.

[4] กิตติพงษ์ สุวรรณรัตน์. การบริหารจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2563.

[5] กระทรวงพาณิชย์. แนวทางการพัฒนาโลจิสติกส์เพื่อการค้าในประเทศไทย. สืบค้นจาก https://www.moc.go.th, 2566.

[6] จารุวรรณ พิทักษ์ธรรม. การจัดการคลังสินค้าและสินค้าคงคลัง. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ด, 2564

[7] จิรวดี อินทกาญจน์, กวิน พินสำราญ, ณัฐปภัสษ์ จุ้ยเจริญ และ สุพรรณรัตน์ มาศรัตน์. 2566. การพัฒนารูปแบบการจัดการคลังสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์สีทาอาคารด้วยเทคนิค ABC Classification Analysis: กรณีศึกษา บริษัท XYZ จำกัด. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยธนบุรี, 18(2), 70-81.

[8] ธเนศวร ปานสมุท และ ณัฐพัชร อารีรัชกุลกานต์. 2566. การตัดสินใจเลือกใช้ระบบการจัดการคลังสินค้าของบริษัท เอบีซี จำกัด. วารสารวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน, 9(1), 115-128.

[9] ธรรมศักดิ์ ค้วยเทศ, สิริรักษ์ ชูเชิด และ นราทิพย์ ปงใจ. 2565. การบริหารจัดการสินค้าคงคลัง: ด้วยนโยบายและกลยุทธ์ซัพพลายเชน. วารสารวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน, 8(2), 65-79.

[10] ธีรศักดิ์ มณีวรรณ และ กาญจนา สุขสม. 2563. แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพคลังสินค้าโดยใช้ระบบ WMS. วารสารการจัดการโลจิสติกส์, 10(2), 85-99.

[11] พิชญ์สินี จันทร์โอชา. 2565. การประยุกต์ใช้ระบบ ERP เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารคลังสินค้าในอุตสาหกรรมอาหาร. วารสารบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ, 12(1), 45-60.

[12] Odoo. Warehouse Management System Overview. สืบค้นจาก https://www.odoo.com (สืบค้นข้อมูลเมื่อวันที่ 23 มกราคม 2568)

# การออกแบบระบบโลจิสติกส์ที่ยั่งยืนในการเดินทางท่องเที่ยวสู่สวนสัตว์อุบลราชธานี

# Designing a Sustainable Logistics System for Tourism Travel to Ubon Ratchathani Zoo

ตวิษา ฉวีรักษ์[1] กัญญรัตน์ บุญสิงห์[1] นัฐกาล สมจิตร์[1] ปวิณญดา บุญรมย์[1*] และ นัทธพงศ์ นันทสำเริง[2]
[1]สาขาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
[2]สาขาการเทคโนโลยีวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Tavisa Chaweerak [1] Kanyarat Boonsing [2] Nattakan Somchit [3] Pawinyada Boonrom[1*] and Natthapong Nanthasamroeng[2]
[1]Department of Logistics Management, Faculty of Industrial Technology
[2]Department of Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology
Ubon Ratchatani Rajabhat University

E-mail: pawinyada.b@ubru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและเปรียบเทียบตัวเลือกระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมสำหรับการเดินทางเข้าสู่สวนสัตว์อุบลราชธานี โดยพิจารณาจากจุดเริ่มต้นและปลายทางที่เชื่อมต่อกับระบบขนส่งสาธารณะของเมือง ซึ่งตั้งอยู่ในเขตชานเมืองที่ไม่มีระบบขนส่งสาธารณะรองรับอย่างทั่วถึง การวิจัยใช้วิธีวิจัยเชิงสำรวจ เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวจำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พร้อมทั้งใช้โปรแกรม VRPSolver ในการออกแบบเส้นทางและจุดจอดรถสาธารณะที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยพิจารณาจากระยะทาง เวลาในการเดินทาง ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ต้นทุนการดำเนินงาน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมผลการวิจัยพบว่า นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ ร้อยละ 96 ใช้รถยนต์ส่วนตัวในการเดินทาง แต่มีความต้องการใช้บริการขนส่งสาธารณะหากมีให้บริการ ร้อยละ 79 โดยช่วงเวลาที่นิยมเดินทางมากที่สุดคือ 10.31–12.30 น. จุดจอดที่ได้รับความพึงพอใจสูงสุดคือเซ็นทรัลอุบลราชธานี รองลงมาคือสถานีขนส่งอุบลราชธานี เมื่อเปรียบเทียบเส้นทางที่ออกแบบ พบว่าเส้นทางที่มี 8 จุดจอด เป็นเส้นทางที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในด้านระยะทางและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยรถยนต์ไฟฟ้าปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียง 1.02 กิโลกรัมต่อเที่ยว ขณะที่รถยนต์ดีเซลปล่อยถึง 4.53 กิโลกรัมต่อเที่ยว ในระยะทาง 20.03 กิโลเมตร

**คำสำคัญ:** ระบบขนส่งสาธารณะ การออกแบบโลจิสติกส์ ความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม สวนสัตว์อุบลราชธานี

## Abstract

This research aims to design and compare appropriate public transportation options for traveling to Ubon Ratchathani Zoo, considering starting and ending points connected to the city's public transportation system. The zoo is located in a suburban area with limited public transport coverage. The research uses a survey method, collecting data from a sample of 100 tourists through a questionnaire reviewed by three experts. The VRPSolver program was used to design the most efficient routes and public transportation stops, considering factors such as distance, travel time, user satisfaction, operational costs, and environmental impact. The findings reveal that most

tourists, 96%, use private cars for transportation but 79% are willing to use public transportation if available. The most popular travel time is between 10:31 AM and 12:30 PM. The most preferred stop is Central Ubon Ratchathani, followed by Ubon Ratchathani Bus Station. When comparing the designed routes, the one with eight stops proved to be the most efficient in terms of distance and environmental impact. The electric vehicle releases only 1.02 kilograms of CO2 per trip, while a diesel vehicle releases 4.53 kilograms of CO2 per trip over a distance of 20.03 kilometers.

**Keywords:** Public Transportation, Logistics Design, Environmental Sustainability, Ubon Ratchathani Zoo

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวถือเป็นกลไกสำคัญที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจทั้งในระดับประเทศและระดับโลก โดยประเทศไทยเองก็มีการเติบโตในอุตสาหกรรมนี้อย่างต่อเนื่องในทุกภูมิภาค และกลายเป็นหนึ่งในแหล่งรายได้หลักที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับประเทศได้อย่างมหาศาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางธรรมชาติ วัฒนธรรม และเอกลักษณ์ที่น่าสนใจ เช่น จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งเป็นหนึ่งในจังหวัดสำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีชื่อเสียงด้านแหล่งท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติและวัฒนธรรมที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

สวนสัตว์อุบลราชธานี ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ชนบทห่างจากตัวเมืองอุบลราชธานี เป็นหนึ่งในจุดหมายปลายทางการท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยม ทั้งจากนักท่องเที่ยวในประเทศและต่างประเทศ ด้วยความหลากหลายของสัตว์ป่าและกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ที่เหมาะสำหรับทุกกลุ่มเป้าหมาย สวนสัตว์แห่งนี้มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศและการเรียนรู้ในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อย่างไรก็ตามแม้ว่าสวนสัตว์อุบลราชธานีจะเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีศักยภาพสูง แต่การเข้าถึงสวนสัตว์ยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญ เนื่องจากไม่มีระบบขนส่งสาธารณะที่ให้บริการเชื่อมโยงโดยตรง ทำให้นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ต้องพึ่งพารถยนต์ส่วนตัวหรือบริการรถรับจ้าง ซึ่งอาจมีต้นทุนการเดินทางสูง และไม่สะดวกสำหรับนักท่องเที่ยวบางกลุ่ม เช่น ครอบครัวที่ไม่มีรถยนต์ส่วนตัว นักเรียน นักศึกษา หรือนักท่องเที่ยวต่างชาติ

นอกจากนี้ การขาดระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพยังส่งผลกระทบต่อจำนวนผู้เข้าชมและประสบการณ์การท่องเที่ยวโดยรวม ปัญหาดังกล่าวอาจลดความพึงพอใจและกีดขวางโอกาสในการดึงดูดนักท่องเที่ยวกลุ่มใหม่ ๆ ที่มองหาการเดินทางที่สะดวกและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ยิ่งไปกว่านั้นการเพิ่มจำนวนรถยนต์ส่วนตัวในการเดินทางยังส่งผลให้เกิดปัญหาด้านการจราจรในพื้นที่ขยายการปล่อยมลพิษ และเพิ่มภาระให้กับพื้นที่จอดรถ ซึ่งทั้งหมดนี้ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของแหล่งท่องเที่ยวในระยะยาว

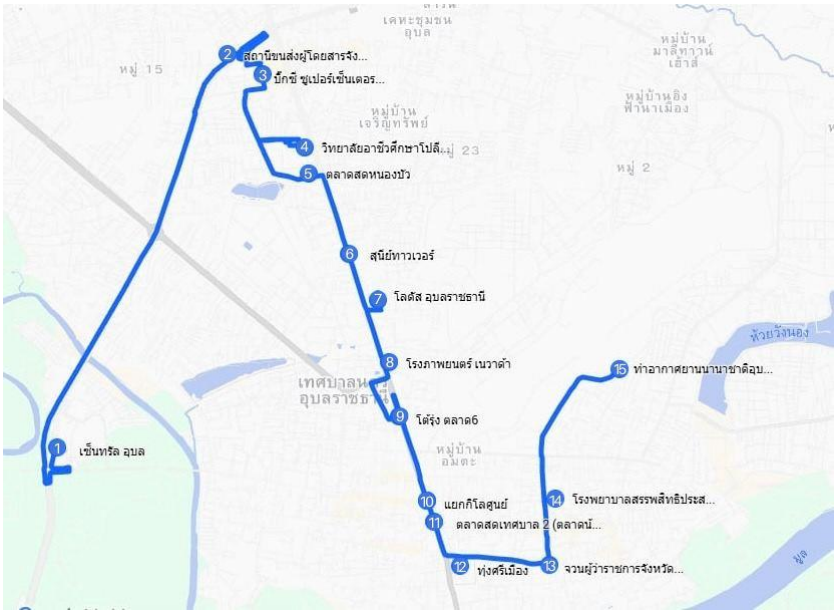
ดังนั้น การออกแบบระบบโลจิสติกส์ที่ตอบโจทย์ความต้องการของนักท่องเที่ยว พร้อมทั้งคำนึงถึงความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมและสังคม จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง การจัดให้มีระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสม เช่น รถบัสไฟฟ้าหรือรถรางนำเที่ยว สามารถเชื่อมต่อจุดสำคัญในเมือง เช่น เซ็นทรัลอุบล สถานีขนส่ง หรือจุดเชื่อมต่อขนส่งสาธารณะอื่น ๆ กับสวนสัตว์ได้ จะช่วยลดอุปสรรคในการเข้าถึงสวนสัตว์ เพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการจราจร และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภาพรวม

การศึกษานี้ยังมีเป้าหมายในการเปรียบเทียบตัวเลือกจุดเริ่มต้นและปลายทางของระบบขนส่ง เพื่อตอบคำถามสำคัญเกี่ยวกับจุดที่เหมาะสมที่สุดในเชิงต้นทุน ประสิทธิภาพ ความสะดวกสบาย และผลกระทบต่อชุมชนในพื้นที่ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เช่น ระบบ GPS และแอปพลิเคชันการจัดการเส้นทางจะถูกนำมาช่วยในการออกแบบและพัฒนาระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้ยานพาหนะที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น รถไฟฟ้าหรือรถราง เพื่อช่วยลดการปล่อยมลพิษและเพิ่มความคุ้มค่าในการดำเนินการ

การพัฒนาระบบโลจิสติกส์สำหรับการเดินทางท่องเที่ยวนี้ไม่เพียงแต่สนับสนุนการท่องเที่ยวในระดับท้องถิ่น แต่ยังเป็นส่วนหนึ่งของการสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) เช่น การส่งเสริมเศรษฐกิจท้องถิ่น การลด

ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และการเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงแหล่งทรัพยากรและบริการอย่างทั่วถึง การออกแบบระบบที่มีประสิทธิภาพจะนำไปสู่การเติบโตของการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน และยังสามารถเป็นต้นแบบสำหรับแหล่งท่องเที่ยวอื่น ๆ ในประเทศไทย

ด้วยเหตุนี้ การออกแบบระบบโลจิสติกส์สำหรับการเดินทางเข้าสู่สวนสัตว์อุบลราชธานีจึงไม่ใช่เพียงแค่การแก้ไขปัญหาเรื่องการขนส่ง แต่ยังเป็นการสนับสนุนให้เกิดการท่องเที่ยวที่สะดวก ปลอดภัย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังมีประสบการณ์ที่ดีและความประทับใจให้แก่นักท่องเที่ยวที่มาเยือน พร้อมทั้งกระตุ้นเศรษฐกิจท้องถิ่น และส่งเสริมให้สวนสัตว์อุบลราชธานีกลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญในระดับภูมิภาคและระดับประเทศได้ในระยะยาว




**รูปที่ 1** เส้นทางรถโดยสารอุบลซิตี้บัส

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบและเปรียบเทียบตัวเลือกระบบขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมสำหรับการเดินทางเข้าสู่สวนสัตว์อุบลราชธานี โดยพิจารณาจากจุดเริ่มต้นและปลายทางที่เชื่อมต่อกับระบบขนส่งสาธารณะของเมือง

## 3. ทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบโลจิสติกส์ทางการท่องเที่ยว แนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน และพฤติกรรมการเดินทางของนักท่องเที่ยว ซึ่งมีความเชื่อมโยงกันทั้งในเชิงโครงสร้างระบบขนส่งและการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้บริการ โดยแนวคิดหลักที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

แนวคิดโลจิสติกส์การท่องเที่ยว กล่าวถึงการบริหารจัดการการไหลเวียนของนักท่องเที่ยวตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงแหล่งท่องเที่ยว โดยรวมถึงการจัดการข้อมูล การขนส่ง และการบริการต่าง ๆ เพื่อให้เกิดประสบการณ์ที่ดีและต่อเนื่องอย่างมีประสิทธิภาพ (Lumsdon & Page, 2004; คมสัน สุริยะ, 2551)

แนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน จากรายงาน *Our Common Future* (1987) ของสหประชาชาติ ได้เน้นการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล เพื่อสร้างความยั่งยืนในระยะยาว โดยแนวคิดนี้นำไปสู่การกำหนดเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ซึ่งรวมถึงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการคมนาคม (สุรเมศร์ พิริยะวัฒน์, 2551)

ทฤษฎีพฤติกรรมการเดินทางของนักท่องเที่ยว พฤติกรรมการเดินทางของนักท่องเที่ยวเป็นผลจากการมีปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และจิตวิทยา (สุรีรัตน์ เตชะทวีวรรณ, 2545) โดยพฤติกรรมนี้เกี่ยวข้องกับการรับรู้ข้อมูล แรงจูงใจ การวางแผนเดินทาง การตัดสินใจเลือกเส้นทาง และประสบการณ์หลังการเดินทาง บุญเลิศ จิตตั้งวัฒนา (2548) ได้นำเสนอ 9 ขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจของนักท่องเที่ยว ตั้งแต่การรับข้อมูลข่าวสาร ความต้องการเดินทาง การจูงใจ การวางแผนค่าใช้จ่าย การเตรียมตัว และการประเมินประสบการณ์ ซึ่งมีผลต่อทัศนคติและความภักดีต่อแหล่งท่องเที่ยวนั้น ๆ

แนวคิดการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรเป็นเครื่องมือสำคัญในการวัดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมภายในองค์กร รวมถึงระบบขนส่ง โดยองค์กรจะต้องระบุแหล่งปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก และเลือกวิธีการคำนวณอย่างเหมาะสม เช่น การตรวจวัดโดยตรง การใช้สมการทางคณิตศาสตร์ หรือการใช้ข้อมูลกิจกรรมคูณกับค่าการปล่อยที่ได้รับการรับรอง (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563)

## 4. วิธีดำเนินการ

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ผู้เยี่ยมชมสวนสัตว์อุบลราชธานีที่เดินทางมาท่องเที่ยวในช่วงวันหยุด ซึ่งเป็นช่วงที่มีจำนวนผู้เยี่ยมชมสวนสัตว์ค่อนข้างสูงจากสถิติของสวนสัตว์อุบลราชธานีในปี 2567 ที่ผ่านมา มีจำนวนประชากร 500,000 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ใช้วิธีโดยการสุ่มตัวอย่าง จากผู้เยี่ยมชมสวนสัตว์อุบลราชธานี จำนวน 100 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลายทั้งในด้านเพศและอายุ กลุ่มตัวอย่าง 100 คน จากประชากรทั้งหมด 500,000 คนได้รับการสุ่มอย่างเหมาะสม โดยระดับความเชื่อมั่นที่ ร้อยละ 95 และค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ ±8%

3. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักท่องเที่ยวที่เดินทางมายังสวนสัตว์อุบลราชธานี โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือหลักในการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 100 คน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนความคิดเห็น ความพึงพอใจ และพฤติกรรมการเดินทางของนักท่องเที่ยวที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนและออกแบบระบบโลจิสติกส์ที่มีความยั่งยืนได้อย่างเหมาะสม

4. เก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยตนเองและเก็บแบบสอบถามคืนทุกฉบับ

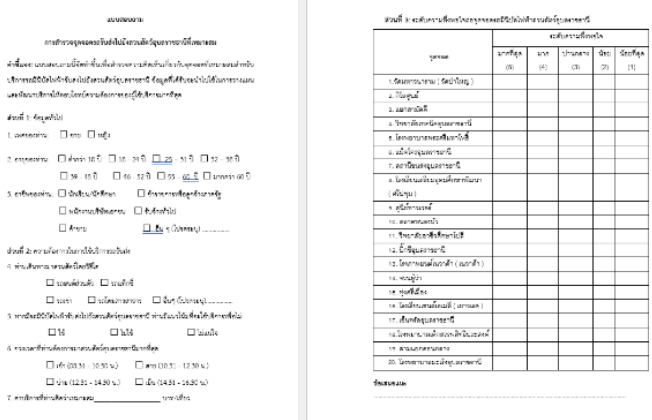
5. การวิจัยนี้มีการเก็บข้อมูลจากมนุษย์ จึงได้ดำเนินการขออนุมัติผ่านคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (IRB) ของมหาลัยราชภัฏอุบลราชธานีเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

**4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 3 ข้อ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 4 ข้อ

ส่วนที่ 3 ระดับความพึงพอใจของจุดจอดรถมินิบัสไฟฟ้าสวนสัตว์อุบลราชธานี จำนวน 20 ข้อ



**รูปที่ 2** แบบสอบถาม

**4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล** การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้บริการรถมินิบัสไฟฟ้า ซึ่งเป็นแบบตรวจสอบรายการ ทำการวิเคราะห์ โดยการหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย

2.วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของจุดจอดรถมินิบัสไฟฟ้าสวนสัตว์อุบลราชธานี ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า ทำการวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย $(\bar{x})$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามหลักเกณฑ์การตีความของ ประคอง กรรณสูตร (2538) โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง ความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

จากนั้นได้นำแบบสอบถามไปทำการตรวจสอบความเหมาะสมและความตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยใช้วิธี Index of Item-Objective Congruence (IOC) ซึ่งได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการโลจิสติกส์ 3 ท่าน เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือมีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้ในการเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีคะแนนเฉลี่ย 0.89 ซึ่งหากเทียบตามเกณฑ์วัดค่า IOC มีค่ามากกว่า 0.60 ถือว่า แบบทดสอบมีค่าความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ได้

## 5. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเชิงปริมาณ แบ่งผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

**ส่วนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ร้อยละ 64 เป็นผู้หญิง มีช่วงอายุ 18– 24 ปี มากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 27 รองลงมาคืออายุอยู่ในช่วง 32 – 38 ปี ร้อยละ 21 นอกจากนี้ยังพบว่าอาชีพส่วนใหญ่คือ นักเรียน นักศึกษา ร้อยละ 34 รองลงมาข้าราชการหรือลูกจ้างภาครัฐ ร้อยละ 21 ตามลำดับ

**ส่วนที่ 2** ความต้องการในการใช้บริการรถรับส่ง พบว่า ส่วนใหญ่ร้อยละ 96 เดินทางโดยรถส่วนตัว รองลงมาคือการใช้บริการรถแท็กซี่ ร้อยละ 4 และหากมีบริการรถมินิบัสไฟฟ้ารับส่งไปยังสวนสัตว์อุบลราชธานี ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 79 ระบุว่าอาจจะใช้บริการ ร้อยละ 19 ไม่แน่ใจ และร้อยละ 2 ระบุว่าจะไม่ใช้บริการ ในส่วนของช่วงเวลาที่ต้องการเดินทางมาสวนสัตว์มากที่สุด ร้อยละ 42 คือ ช่วงเวลา 10.31-12.30 น. รองลงมาคือช่วงเวลา 12.31-14.30 น. ร้อยละ 16 และจากการคำนวณพบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าบริการที่ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นว่าเหมาะสมในการใช้บริการรถมินิบัสไฟฟ้าคือ เฉลี่ย 42 บาทต่อเที่ยว

**ส่วนที่ 3** ระดับความพึงพอใจต่อจุดจอดรถมินิบัสไฟฟ้าสวนสัตว์อุบลราชธานี พบว่า จุดจอดที่มีคะแนนสูงสุดคือ เซ็นทรัลอุบลราชธานี คะแนนอยู่ที่ 4.39 รองลงมาสถานีขนส่งอุบลราชธานี คะแนนอยู่ที่ 3.94 ตามลำดับ

**5.1 ผลการออกแบบจุดจอดและเส้นทางการเดินรถ**

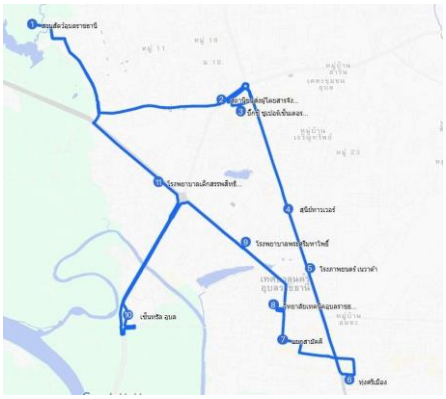
ผลการออกแบบจุดจอดและเส้นทางการเดินรถจะใช้โปรแกรม VRPSolver ในการคำนวณเส้นทาง โดยจะพิจารณาจากจุดจอดที่มีคะแนนเริ่มต้น 3.50 จำนวน 15 จุด โดยแบ่งจุดจอดที่มีคะแนนเริ่มต้น 3.60 จำนวน 11 จุด และจุดจอดที่มีคะแนนเริ่มต้น 3.70 จำนวน 8 จุด

**จุดจอดที่มีคะแนนเริ่มต้น 3.50 มีจำนวน 15 จุด** เริ่มต้นจากสวนสัตว์อุบลราชธานี โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนา (ศรีปทุม) แม็คโครอุบลราชธานี สถานีขนส่งอุบลราชธานี บิ๊กซีอุบลราชธานี สุนีย์ทาวเวอร์ โรงภาพยนต์เนวาด้า วัดมหาวนาราม (วัดป่าใหญ่) ทุ่งศรีเมืองอุบลราชธานี กิโลศูนย์ แยกสามัคคี วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี โรงพยาบาลพระศรีมหาโพธิ์ เซ็นทรัลอุบลราชธานี โรงพยาบาลเด็กสรรพสิทธิประสงค์ และสิ้นสุดที่สวนสัตว์อุบลราชธานี



**รูปที่ 3** จุดจอดที่มีคะแนนเริ่มต้น 3.50

**จุดจอดที่มีคะแนนเริ่มต้น มีจำนวน 11 จุด** เริ่มต้นจากสวนสัตว์อุบลราชธานี สถานีขนส่งอุบลราชธานี บิ๊กซีอุบลราชธานี สุนีย์ทาวเวอร์ โรงภาพยนต์เนวาด้า ทุ่งศรีเมืองอุบลราชธานี แยกสามัคคี วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี โรงพยาบาลพระศรีมหาโพธิ์ เซ็นทรัลอุบลราชธานี โรงพยาบาลเด็กสรรพสิทธิประสงค์ และสิ้นสุดที่สวนสัตว์อุบลราชธานี



**รูปที่ 4** จุดจอดที่มีคะแนนเริ่มต้น 3.60

**จุดจอดที่มีคะแนนเริ่มต้น 3.70 มีจำนวน 8 จุด** เริ่มต้นจากสวนสัตว์อุบลราชธานี สถานีขนส่งอุบลราชธานี บิ๊กซีอุบลราชธานี สุนีย์ทาวเวอร์ โรงภาพยนต์เนวาด้า วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี โรงพยาบาลพระศรีมหาโพธิ์ เซ็นทรัลอุบลราชธานี โรงพยาบาลเด็กสรรพสิทธิประสงค์ และสิ้นสุดที่สวนสัตว์อุบลราชธานี



**รูปที่ 5** จุดจอดที่มีคะแนนเริ่มต้น 3.60

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดของเส้นทางที่เปรียบเทียบตามจำนวนจุดจอดรถ 3 เส้นทาง

| จำนวนจุดจอด | ระยะทาง (กิโลเมตร) | เวลาเดินทาง (นาที) | เวลาจอด (นาที) | เวลารวม (นาที) |
|---|---|---|---|---|
| 1. 15 จุดจอด | 29.20 | 71.00 | 2.03 | 73.03 |
| 2. 11 จุดจอด | 23.65 | 57.00 | 1.48 | 58.48 |
| 3. 8 จุดจอด | 20.30 | 50.00 | 1.08 | 51.08 |

จากตาราง 1 แสดงรายละเอียดของเส้นทางที่เปรียบเทียบตามจำนวนจุดจอดรถ 3 เส้นทาง โดยเส้นทางที่มีจำนวนจุดจอดมากที่สุด คือ 15 จุด ระยะทางรวม 29.20 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทางประมาณ 71 นาที หรือ 1 ชั่วโมง 11 นาที และเวลารวมในการเดินทางพร้อมเวลาจอดรถทั้งหมดอยู่ที่ 73.03 นาที หรือ 1 ชั่วโมง 13 นาที สำหรับเส้นทางที่มีจุดจอด 11 จุด มีระยะทางรวม 23.65 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทาง 57 นาที และเวลารวมทั้งสิ้น 58.48 นาที ส่วนเส้นทางที่มีจุดจอดน้อยที่สุด คือ 8 จุด ระยะทางรวม 20.30 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทาง 50 นาที และเวลารวม 51.08 นาที

จากข้อมูลข้างต้น พบว่า เส้นทางที่มีจำนวนจุดจอดรถน้อยจะมีระยะทางและใช้เวลาเดินทางรวมที่สั้นกว่าเส้นทางที่มีจุดจอดมาก ซึ่งสอดคล้องกับความคาดหมายว่า จุดจอดรถที่มากขึ้นส่งผลให้ระยะทางและเวลารวมในการเดินทางเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถยนต์น้ำมันดีเซลและรถไฟฟ้าในเส้นทางเดินรถตามจำนวนจุดจอดและระยะทาง

| ทางเลือก | ระยะทาง | อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อเที่ยว (กิโลกรัม) | |
|---|---|---|---|
| | | น้ำมันดีเซล | รถไฟฟ้า |
| 1. 15 จุด | 29.20 | 6.51 | 1.46 |
| 2. 11 จุด | 23.65 | 5.27 | 1.18 |
| 3. 8 จุด | 20.03 | 4.53 | 1.02 |

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างรถยนต์น้ำมันดีเซลและรถไฟฟ้าในเส้นทางเดินรถที่มีจำนวนจุดจอดและระยะทางต่างกัน พบว่า รถยนต์น้ำมันดีเซลมีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เฉลี่ยอยู่ที่ 0.223 กิโลกรัมต่อกิโลเมตร ส่งผลให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมตลอดเส้นทางสูงกว่ารถไฟฟ้า โดยในเส้นทาง 15 จุด ระยะทาง 29.20 กิโลเมตร รถยนต์น้ำมันดีเซลปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวม 6.51 กิโลกรัม สำหรับเส้นทาง 11 จุด ระยะทาง 23.65 กิโลเมตร รถยนต์น้ำมันดีเซลปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวม 5.27 กิโลกรัม และในเส้นทาง 8 จุด ระยะทาง 20.03 กิโลเมตร รถยนต์น้ำมันดีเซลปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวม 4.53 กิโลกรัม ส่วนรถไฟฟ้ามีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่า เฉลี่ยอยู่ที่ 0.05 กิโลกรัมต่อกิโลเมตร ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมตลอดเส้นทางอยู่ที่ 1.46 กิโลกรัม 1.18 กิโลกรัม และ 1.02 กิโลกรัม ตามลำดับสำหรับแต่ละเส้นทางเดียวกัน

จากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการใช้รถไฟฟ้าสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปแบบคาร์บอนไดออกไซด์ ได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ที่ใช้น้ำมันดีเซล ซึ่งเป็นการสนับสนุนแนวทางการพัฒนาและส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศในระยะยาว

## 6. สรุปและอภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและเปรียบเทียบระบบขนส่งสาธารณะที่ยั่งยืนในการเดินทางท่องเที่ยวสู่สวนสัตว์อุบลราชธานี โดยพิจารณาความเหมาะสมของจุดเริ่มต้น-ปลายทางที่เชื่อมโยงกับระบบขนส่งของเมือง ข้อมูลภาคสนามชี้ให้เห็นว่าสวนสัตว์ตั้งอยู่ในพื้นที่ห่างไกล ไม่มีระบบขนส่งสาธารณะรองรับ ส่งผลให้นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ต้องพึ่งพารถยนต์ส่วนตัว ซึ่งก่อให้เกิดภาระด้านค่าใช้จ่าย ปัญหาจราจร และมลพิษ

จากการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง 100 คน พบว่า ร้อยละ 96 เดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว และร้อยละ 79 แสดงความสนใจใช้ระบบขนส่งสาธารณะหากมีให้บริการ โดยมีช่วงเวลาที่ต้องการเดินทางคือ 10.31–12.30 น. และจุดจอดที่ได้รับความพึงพอใจสูงสุดคือเซ็นทรัลอุบลราชธานี และสถานีขนส่งอุบลราชธานี

การวิเคราะห์เส้นทางด้วยโปรแกรม VRPSolver พบว่า เส้นทางที่มีจุดจอด 8 จุด มีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในแง่ระยะทาง ความคุ้มค่า และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยรถไฟฟ้าในเส้นทางนี้ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียง 1.02 กิโลกรัมต่อเที่ยว ขณะที่รถยนต์ดีเซลปล่อยถึง 4.53 กิโลกรัมต่อเที่ยว จึงเสนอให้ใช้รถโดยสารไฟฟ้าเป็นทางเลือกที่เหมาะสมต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาความพร้อมของระบบสนับสนุน เช่น สถานีชาร์จไฟ ต้นทุน และแหล่งพลังงานที่ใช้ประกอบการตัดสินใจ

ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะเพื่อรองรับนักท่องเที่ยวที่เดินทางไปยังสวนสัตว์อุบลราชธานี โดยเฉพาะกลุ่มที่ไม่มีรถยนต์ส่วนตัว ซึ่งประเด็นนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาวดี วัฒนโชติ (2564) ที่พบว่าการขาดแคลนระบบขนส่งที่สะดวกมีผลต่อการตัดสินใจเดินทางของนักท่องเที่ยว และยังสะท้อนถึงความต้องการแฝงในการใช้บริการขนส่งสาธารณะอย่างมีประสิทธิภาพ

ด้านสิ่งแวดล้อม การเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างรถไฟฟ้าและรถยนต์ดีเซล แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของรถไฟฟ้าในการลดมลพิษ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนในเป้าหมาย SDGs โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 11 (เมืองและชุมชนที่ยั่งยืน) และ 13 (การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ) อย่างไรก็ตาม การใช้รถไฟฟ้ายังต้องอาศัยการวางแผนระบบโครงสร้างพื้นฐานอย่างรอบด้าน

ในด้านพฤติกรรมผู้บริโภค นักท่องเที่ยวให้ความสำคัญกับความสะดวก ความปลอดภัย และความคุ้มค่า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสุรีรัตน์ เตชะทวีวรรณ (2545) ที่กล่าวถึงปัจจัยด้านแรงจูงใจและประสบการณ์หลังการเดินทางว่าเป็นตัวกำหนดการกลับมาใช้บริการซ้ำ นอกจากนี้ยังสนับสนุนข้อค้นพบของธนเดช กังสวัสดิ์ (2567) และสมพล ทุ่งหว้า (2565) ว่าระบบขนส่งที่ดีส่งผลต่อภาพลักษณ์และความภักดีของนักท่องเที่ยว

สรุปได้ว่า การออกแบบระบบโลจิสติกส์ที่มีประสิทธิภาพ ไม่เพียงตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการในระยะสั้น ผ่านความสะดวกและความคุ้มค่า แต่ยังมีบทบาทสำคัญในเชิงทฤษฎี โดยยืนยันแนวคิดของระบบการท่องเที่ยว และการตลาดบริการ อีกทั้งยังส่งเสริมการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนตามแนวคิด การพัฒนาที่ยั่งยืนในทางปฏิบัติ ผลลัพธ์นี้สามารถนำไปใช้วางแผนนโยบายคมนาคมท่องเที่ยว ปรับปรุงประสบการณ์นักท่องเที่ยว ลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม และสร้างแบรนด์ท่องเที่ยวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับอุตสาหกรรมท่องเที่ยวในระยะยาว

## 7. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การศึกษาความพึงพอใจและพฤติกรรมการใช้บริการเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงและพัฒนาระบบขนส่งสาธารณะ โดยเฉพาะในการเข้าใจปัจจัยที่ทำให้ผู้โดยสารตัดสินใจเลือกใช้หรือหลีกเลี่ยงการใช้บริการ

2. การศึกษาความพึงพอใจและพฤติกรรมการใช้บริการจะช่วยให้ผู้บริหารสามารถเข้าใจความต้องการและปัญหาของผู้ใช้บริการจริง เช่น ความสะดวกสบายของการเดินทาง หรือปัญหาด้านความปลอดภัย เพื่อปรับปรุงบริการให้ตอบสนองความต้องการของผู้โดยสาร

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาและประเมินผลกระทบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของรถไฟฟ้าในภาพรวมที่รวมทั้งกระบวนการผลิตไฟฟ้าและการใช้งานจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและแม่นยำยิ่งขึ้น

2. ควรศึกษาความพึงพอใจและพฤติกรรมการใช้บริการของผู้โดยสารรถไฟฟ้า เพื่อช่วยปรับปรุงระบบและวางแผนนโยบายที่ตอบโจทย์ผู้ใช้จริง

## เอกสารอ้างอิง

[1] กิ่งแก้ว บังศรี ภัทรภรณ์ บุญเซ่ง เมษ์ธาวิน พลโยธี และกรรณการ์ เกิดสวัสดิ์.2565.การออกแบบเส้นทางท่องเที่ยวสำหรับนักท่องเที่ยวที่ต้องการลดการใช้สื่อโซเชียลมีเดียภายในอำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.*วารสารบัณฑิตศึกษา มหาลัยราชภัฏสวนสุนันทา,15*(1), 49-67.

[2] ชลิต เฉียบพิมาย นิสากร นครเก่า พีรวิชญ์ สิงฆาฬะ และนรุตม์ชัย สมใจ.2567.การออกแบบเส้นทางท่องเที่ยวเชิงสุขภาพเขตดุสิต กรุงเทพมหานคร.*วารสาร มทร.อีสาน ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์,11*(2), 25-32.

[3] ดวงรัตน์ ด่านไทยนำ.2565.การออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมเส้นทางการท่องเที่ยวในจังหวัดระยอง.*วารสารดีไซน์เอคโค ,3*(1), 2-11

[4] ทวีศักดิ์ เทพพิทักษ์.2563.พัฒนาการท่องเที่ยวภาคตะวันออกอย่างยั่งยืนโดยใช้กลยุทธ์โลจิสติกส์เพื่อการท่องเที่ยว.*วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย,15*(2), 164-181.

[5] ธนเดช กังสวัสดิ์.2567.ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวต่อโลจิสติกส์ เพื่อการท่องเที่ยว จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.*วารสารวิชาการสถาบันวิทยาการจัดการแห่งแปซิฟิค,10*(3), 1-9.

[6] เบญจพร แก้วอุไทย กนกวรรณ แก้วอุไทย และสุทธินี พรพันธุ์ไพบูล.2566.การพัฒนาเส้นทางศึกษาธรรมชาติเขาหมักโครงจังหวัดพังงา โดยกระบวนการร่วมออกแบบ.*วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์,29*(4), 95-111.

[7] ระชัย ยมกิต และวินิจ ผาเจริญ.2565.กระบวนการออกแบบเส้นทางท่องเที่ยวของชุมชนบ้านภูดิน ตำบลแม่หอ พระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่.*วารสารภูมินิเวศพัฒนาอย่างยั่งยืน,3*(1), 2-8.

[8] วฐูสิริ ปานงาม และบวรวิทย์ โรจนุวรรณ.2566.การจัดการโลจิสติกส์การท่องเที่ยวในอำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี.*วารสารการบริการและนวัฒกรรมท้องถิ่น,5*(3), 857-873.

[9] สมพล ทุ่งหว้า.2565.รูปแบบการพัฒนาการจัดการโลจิสติกส์การท่องเที่ยว ในเมืองเก่าสตูล ประเทศไทย.คณะบริหารธุรกิจมหาวิทยาลัยรามคำแหง,(4)1, 14-29.

[10] อดิศัย วรรธนะภูติจันทนา แสนสุข จันทิมา บุญอนันต์วงค์ และอัจฉราพร โชตน์วรกาญจน์.2563.การจัดการโลจิสติกส์เพื่อการท่องเที่ยวส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดการโลจิสติกส์และความภักดีของนักท่องเที่ยวในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา.*วารสารการจัดการสมัยใหม่,18*(2), 2-8

# การวิเคราะห์โครงสร้างบุ้งกี๋แบบร่องตะแกรงสำหรับรถตักมันสำปะหลัง

# Structural Analysis of a Grating Bucket for a Cassava Loader

ศิรวิทย์ หมายทวี[1*] และ วิเชียร โสมณวัฒน์[2]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Sirawit Maitawee[1*] and Wichain Sommanawat[2]
[1]Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University

E-mail: Sirawit.mg67@ubru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ และนวัตกรรมการออกแบบโครงสร้างของบุ้งกี๋แบบร่องตะแกรงสำหรับรถตักมันสำปะหลัง โดยมีเป้าหมายในการลดสิ่งเจือปน เช่น ดินและเปลือกแห้ง ออกจากหัวมันสำปะหลังก่อนการขนส่งเข้าสู่โรงงานแปรรูป การลดสิ่งเจือปนดังกล่าวจะช่วยลดภาระด้านการจัดการภายในโรงงานและต้นทุนการผลิตแป้งมันสำปะหลังอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญ โดยได้ทำการเก็บข้อมูลจากลานรับซื้อมันสำปะหลังอินทรีย์เพื่อนำมาวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ของการใช้บุ้งกี๋แบบตะแกรง จากการประเมินโดยใช้ตัวชี้วัด “อัตราผลตอบแทนภายใน” (Internal Rate of Return: IRR) พบว่า การลงทุนในอุปกรณ์ดังกล่าวมี IRR สูงถึงร้อยละ 93 ซึ่งแสดงถึงความคุ้มค่าทางการเงินที่โดดเด่น นอกจากนั้น ในเชิงวิศวกรรม ได้มีการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของโครงสร้างของบุ้งกี๋เพื่อเตรียมที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEM) สำหรับใช้ในการประเมินค่าการเสียรูปและหน่วยแรงที่เกิดขึ้นต่อไป อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ยังไม่รวมถึงการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

**คำสำคัญ:** มันสำปะหลังอินทรีย์ บุ้งกี๋แบบตะแกรง อัตราผลตอบแทนภายใน แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์

## Abstract

This study presents an economic feasibility analysis and an innovative structural design of a slotted grating-type bucket for cassava loaders. The primary objective is to reduce foreign matters, such as soil and dry cassava peels, from the roots before transportation to processing facilities. Reducing these impurities can significantly lower operational burdens and production costs in organic cassava starch manufacturing. Data collected from Cassava procurement stations was used to assess the financial viability of adopting the grating-type bucket. The evaluation, based on the Internal Rate of Return (IRR), indicated a high IRR of 93 percent, demonstrating strong economic potential. From an engineering perspective, a computer-based structural model of the bucket was developed as a preliminary step for future analysis using the Finite Element Method (FEM), aiming to evaluate deformation and stress distribution. However, this study does not include a full FEM-based structural analysis.

**Keywords:** Organic cassava, Grating-type bucket, Internal Rate of Return (IRR), Finite Element Modeling

## 1. บทนำ

การปลูกมันสำปะหลังเป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ซึ่งมีการส่งเสริมการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์อย่างกว้างขวาง ปัจจุบัน พื้นที่การปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ในแขวงจำปาสัก สาละวัน และปทุมพร มีจำนวนกว่า 50,000 ไร่ มีการขนส่งหัวมันสำปะหลังอินทรีย์กลับมาผลิตเป็นแป้งมันสำปะหลังในโรงงานจังหวัดอุบลราชธานีประมาณ 1,000-1,500 ตันต่อวัน อย่างไรก็ตาม พบปัญหาสิ่งเจือปน เช่น ดินและหินขนาดเล็กปะปนมากับหัวมันสำปะหลังระหว่างการขนส่ง ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนและประสิทธิภาพในการผลิต [1]

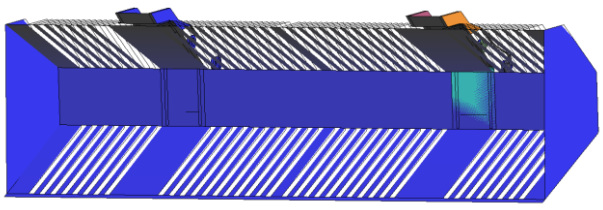



**รูปที่ 1** ปัญหาสิ่งเจือปนที่ไม่สามารถคัดแยกได้จากบุ้งกี๋แบบทึบในการตักมันสำปะหลัง

จากการลงพื้นที่ตรวจสอบกระบวนการขนส่งพบว่า ปัญหานี้เกิดจากการใช้บุ้งกี๋แบบทึบในการตักหัวมันสำปะหลัง ซึ่งไม่สามารถคัดแยกสิ่งเจือปนก่อนที่จะถูกขนขึ้นรถบรรทุกได้ ดังนั้น ได้มีการออกแบบบุ้งกี๋แบบตะแกรงเพื่อช่วยร่อนดินและหินขนาดเล็กก่อนตักขึ้นรถบรรทุก ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการลดสิ่งเจือปนที่ปะปนมากับหัวมันสำปะหลัง




**รูปที่ 2** แสดงภาพลักษณะ ของบุ้งกี๋แบบทึบที่ใช้ตักมันสำปะหลังในปัจจุบัน



**รูปที่ 3** บุ้งกี๋แบบร่องตะแกรงที่ออกแบบใหม่ที่สร้างโดยใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์

ในการศึกษาและออกแบบโครงสร้างบุ้งกี๋แบบตะแกรงสำหรับมันสำปะหลัง มีความคาดหวังสำหรับการออกแบบครั้งนี้ให้สามารถคัดแยกและลดสิ่งเจือปนขนาดเล็ก เช่น ดิน เศษเปลือกมันสำปะหลัง ให้ได้ 1-3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะส่งผลให้ลดการขนส่งวัตถุดิบอื่นๆ ที่ไม่ใช้หัวมันสำปะหลังสดจากลานรับซื้อไปยังโรงงาน และลดภาระงานของโรงงานสำหรับงานคัดแยกสิ่งเจือปนตลอดจนค่าบริหารจัดการสิ่งเจือปน ทำให้ส่งผลต่อต้นทุนผลิตแป้งมันสำปะหลังอินทรีย์ที่จะลดลง และในการออกแบบโครงสร้างบุ้งกี๋แบบตะแกรงสำหรับ

มันสำปะหลัง และเพื่อตรวจสอบความคุ้มค่าเชิงเศรษฐกิจของการลงทุนในอุปกรณ์บุ้งกี๋แบบตะแกรง จึงได้มีการวิเคราะห์ทางการเงินโดยใช้ตัวชี้วัด “อัตราผลตอบแทนภายใน” (Internal Rate of Return: IRR) ซึ่งเป็นวิธีการประเมินผลตอบแทนจากโครงการลงทุนที่ได้รับความนิยมในภาคเกษตรและอุตสาหกรรม IRR เป็นอัตราส่วนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) เท่ากับศูนย์ โดยค่าที่ได้จะนำไปเปรียบเทียบกับอัตราคิดลดหรืออัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ยอมรับได้ หากค่า IRR สูงกว่าอัตราคิดลดดังกล่าว โครงการจะถือว่ามีความคุ้มค่าทางการเงิน การใช้ IRR ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อประเมินว่าการลงทุนในกระบวนการออกแบบและสร้างบุ้งกี๋แบบตะแกรงสามารถสร้างผลตอบแทนในระดับที่เหมาะสมหรือไม่[2] โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาควบคู่กับต้นทุนที่ลดลงจากการขนส่งสิ่งเจือปนและการจัดการภายในโรงงาน ในส่วนงานวิศวกรรมจะใช้การวิเคราะห์โครงสร้างเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยประเมินความแข็งแรงและความคงทนของการออกแบบภายใต้การใช้งานจริง วิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method: FEM) ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้าง ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณเชิงตัวเลขที่มีความแม่นยำและเป็นที่ยอมรับในทางวิศวกรรม FEM ช่วยให้สามารถแบ่งโครงสร้างทางจักรกลออกเป็นองค์ประกอบขนาดเล็ก (finite elements) ทำให้การวิเคราะห์การกระจายของแรง ความเค้น และการเปลี่ยนรูปภายในโครงสร้างสามารถทำได้อย่างละเอียด แม่นยำ และครอบคลุม [3]

ในด้านจักรกลทางการเกษตร FEM ได้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบและวิเคราะห์อุปกรณ์ที่ต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เช่น การศึกษาความเค้นของโครงแชสซีของรถบรรทุกโดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบจำกัด (Finite Element Analysis - FEA) สี่ประเภท ผ่านซอฟต์แวร์ ANSYS ทำให้สามารถหาแนวทางแก้ไขได้อย่างรวดเร็วเกี่ยวกับการพัฒนาโครงแชสซีของรถบรรทุกในปัจจุบันโดยใช้ FEA [4] การวิเคราะห์ความแข็งแรงและความแข็งตึงของโครงสร้างหลักรถบรรทุกใช้งานเกษตรกรรมด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยเลือกรถบรรทุกใช้งานเกษตรกรรมสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของโครงฐานบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ทาง โดยเลือกใช้เอลิเมนต์แบบคานที่มีจุดเชื่อมต่อยืดหยุ่นและภาระที่กระทำต่อโครงสร้างเป็นภาระพื้นฐาน 4 รูปแบบ ได้แก่ ภาระการดัด ภาระการบิด ภาระกระทำในแนวยาวและภาระกระทำในแนวด้านข้าง การวิเคราะห์ความแข็งแรงของบุ้งกี๋ที่ต้องรองรับน้ำหนักของหัวมันสำปะหลังและแรงกระแทกจากการทำงานในพื้นที่เกษตร การวิเคราะห์ FEM จะช่วยประเมินว่าโครงสร้างของบุ้งกี๋แบบตะแกรงสามารถรับแรงที่เกิดขึ้นและลดความเสี่ยงของการเสียหายระหว่างการใช้งานหรือไม่ ซึ่งการทดสอบดังกล่าวจะช่วยให้สามารถออกแบบโครงสร้างที่มีประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้สภาวะการใช้งานจริง [5]

บทความนี้จึงมุ่งเน้นการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนในการลงทุนบุ้งกี๋แบบตะแกรง โดยการจำลองการลดสิ่งเจือปนของมันสำปะหลังที่ 1-3% มาใช้ในการคำนวน IRR และสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อจะนำแบบจำลองนี้ตรวจสอบความแข็งแรงในการรับน้ำหนักการตักหัวมันสำปะหลังสด โดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์โดยใช้การวิเคราะห์แบบชิ้นส่วนเปลือกบาง (Shell element) รูปสามเหลี่ยม ซึ่งได้มีการสร้างแบบจำลองของโครงสร้างบุ้งกี๋แบบตะแกรงโดยออกแบบระยะห่างสำหรับใช้สำหรับตักหัวมันสำปะหลังสดได้ ซึ่งจะสามารถลดสิ่งเจือปนที่ปะปนมา เช่น ดิน เศษหิน ที่ปะปนมากับหัวมันสำปะหลังอย่างมีประสิทธิภาพ ให้สามารถนำผลวิเคราะห์นี้ไปสร้างบุ้งกี๋แบบตะแกรงและนำไปใช้งานได้มีความแข็งแรงและปลอดภัยตามจุดประสงค์ของผู้ออกแบบ

## 2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

### 2.1 การหาผลกระทบของสิ่งเจือปนและจุดคุ้มทุนของการสร้างบุ้งกี๋แบบตะแกรง

1. เก็บข้อมูลสิ่งเจือปน (ดิน,เปลือกมันแห้ง) ในการรับซื้อมันสำปะหลังอินทรีย์ ของลานรับซื้อตัวอย่าง

2. นำข้อมูลจากจากลานตัวอย่างมาวิเคราะห์และศึกษาเพิ่มเติมถึงผลกระทบจากปริมาณสิ่งเจือปน (ดิน,เปลือกแห้ง) ในระบบผลิตแป้งมันสำปะหลัง

3. นำมาวิเคราะห์หามูลค่าที่ได้จากการลดสิ่งเจือปน (ดิน,เปลือกมันแห้ง) และจุดคุ้มทุนสำหรับการสร้าง บุ้งกี๋แบบตะแกรงสำหรับมันสำปะหลัง

**2.2 การออกแบบและการสร้าง Model บุ้งกี๋แบบตะแกรง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์**

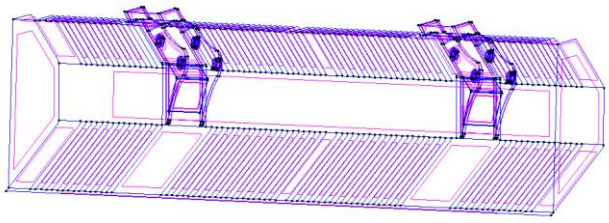
1. ใช้โครงสร้างมุมองสาของบุ้งกี๋ จากแบบที่ได้รับในรูปแบบ Solid work มาแยกชิ้นส่วนและแปลงไฟล์ให้อยู่ในรูปแบบ .IGES เพื่อให้สามารถแก้ไขดัดแปลงโดยใช้ โปรแกรมทางด้านคอมพิวเตอร์

2. ศึกษาแบบและขนาดของโครงสร้างบุ้งกี๋แบบทึบที่ใช้ โดยบุ้งกี๋ที่นำมาศึกษาครั้งนี้ คือ บุ้งกี๋ ขนาด กว้าง 4.20 เมตร สูง 2.1 เมตร ลึก 1.5 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งบุ้งกี๋รุ่นดังกล่าวนี้มีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุก 1,500 kg

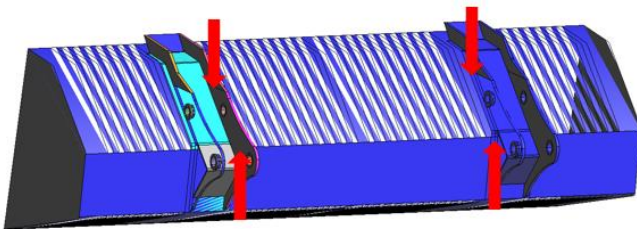



**รูปที่ 4** บุ้งกี๋แบบทึบที่นำมาเป็นต้นแบบสำหรับปรับปรุงและออกแบบใหม่

3. สร้างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ของโครงสร้างบุ้งกี๋ โดยใช้การวัดจากขนาดจริงการสร้างแบบจำลองบุ้งกี๋แบบตะแกรง เพื่อเตรียมสำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEM) โดยใช้โปรแกรม GID เลือก Function Mesh > ระบบจะสร้างโครงข่ายพร้อมทั้งแสดงโหนดและองค์ประกอบที่ได้ แบบจำลองที่สร้างขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยลักษณะของแบบจำลองจะเลือกใช้การวิเคราะห์ แบบชิ้นส่วนเปลือกบาง (Shell element) รูปสามเหลี่ยม ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างบุ้งกี๋ มีความหนาเพียง 10 มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อเทียบกับความยาวของโครงสร้างจะพบว่าบางมาก



**รูปที่ 5** แบบจำลองโครงสร้างบุ้งกี๋ ที่สร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างความแข็งแรง



**รูปที่ 6** แสดงจุดรองรับน้ำหนักและโครงสร้างของบุ้งกี๋

4. คุณสมบัติเชิงกลที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ได้แก่ มอดูลัสของยัง (Young's Modulus) มีค่าเท่ากับ $2.04 \times 10^{10}$ kg/m² ใช้ในการระบุความแข็งหรือความต้านทานของวัสดุต่อการเปลี่ยนรูปภายใต้แรงดึงหรือแรงอัด ค่าความเค้นคราก (Yield Stress) มีค่าเท่ากับ $2.548 \times 10^{7}$ kg/m² ใช้เป็นตัวชี้วัดจุดเริ่มต้นของการเสียรูปแบบถาวรของวัสดุ อัตราส่วนของปัวซอง (Poisson's Ratio) ที่มีค่า 0.26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในแนวแกนแรงกับแนวตั้งฉาก และความหนาแน่นของวัสดุ

(Density) มีค่าเท่ากับ 7,850 kg/m³ การคำนวณน้ำหนักของชิ้นส่วน จากแรงโน้มถ่วงและแรงเฉื่อยในกรณีที่พิจารณาภาวะโหลดแบบไดนามิก

5. การกระจายน้ำหนักที่ใช้ในการวิเคราะห์ จะให้น้ำหนักทั้งหมดที่กระทำกับบุ้งกี๋ซึ่งได้แก่ น้ำหนักตัวบุ้งกี๋และพิกัดน้ำหนักบรรทุกจะกระจายไปที่ส่วนกลาง ร้อยละ 60 และ ส่วนของข้าง ร้อยละ 40

6. จุดรองรับของโครงสร้างบุ้งกี๋ทั้งหมดจะอยู่ที่บริเวณจุดยึดต่อสลักแขนยกรถตักทั้ง 2 ข้าง จำนวนทั้งหมด 4 จุด ดังรูปที่ 6

## 3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### 3.1 ผลการหาผลกระทบของสิ่งเจือปนและจุดคุ้มทุนของการสร้างบุ้งกี๋แบบตะแกรง

เพื่อประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบุ้งกี๋แบบตะแกรง ได้มีการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนการผลิตบุ้งกี๋กับมูลค่าที่สามารถสร้างได้จากการลดปริมาณสิ่งเจือปนในมันสำปะหลัง โดยจากการเก็บข้อมูลจากลานรับซื้อตัวอย่าง พบว่ามีการรับซื้อผลผลิตมันสำปะหลังอินทรีย์ ปริมาณ 10,000 ตันต่อฤดูกาลต่อ 1 ลานรับซื้อ และราคารับซื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 3.00 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งคิดเป็นมูลค่ารวมทั้งฤดูกาลเท่ากับ 30,000,000 บาท

หากการใช้บุ้งกี๋แบบตะแกรงสามารถลดปริมาณสิ่งเจือปนได้ในช่วง 1–3% จะทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มจากปริมาณหัวมันสำปะหลังที่มีคุณภาพสูงขึ้น โดยคำนวณได้ดังนี้:

กรณีลดสิ่งเจือปนได้ 1% = 10,000 ตัน × 1% = 100 ตัน = 100,000 กิโลกรัม

: จะเป็นมูลค่าที่สามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อหัวมันสำปะหลังสดได้ = 100,000 กก. × 3 บาท = 300,000 บาท

กรณีลดสิ่งเจือปนได้ 3% = 10,000 ตัน × 3% = 300 ตัน = 300,000 กิโลกรัม

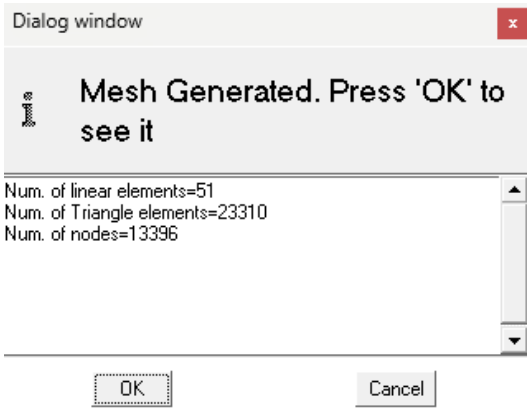
: จะเป็นมูลค่าที่สามารถลดค่าใช้จ่ายในการซื้อหัวมันสำปะหลังสดได้ = 300,000 กก. × 3 บาท = 900,000 บาท

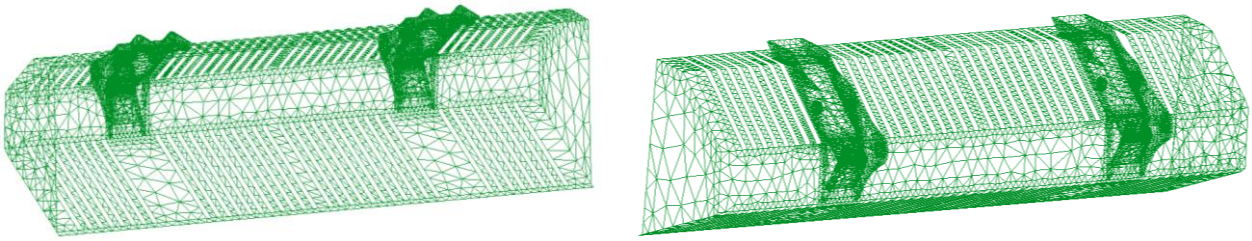
ในขณะที่ต้นทุนในการผลิตและติดตั้งบุ้งกี๋แบบตะแกรงต่อหนึ่งชุด ประมาณอยู่ที่ ไม่เกิน 250,000 บาท ซึ่งเมื่อเทียบกับมูลค่าที่เพิ่มขึ้นจากการลดสิ่งเจือปนในช่วง 1–3% และใช้การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายใน **IRR (Internal Rate of Return)** จะเห็นได้ว่า จุดคุ้มทุนสามารถเกิดขึ้นได้ภายในฤดูกาลแรกของการใช้งาน **Payback Period** เท่ากับ **1.03** และจะก่อให้เกิดผลตอบแทนสุทธิ (Net Benefit) อย่างมีนัยสำคัญในฤดูกาลถัดไป

ตารางที่ 1 แสดงผลการคำนวณอัตราผลตอบแทน (IRR)

| อัตราผลตอบแทน (IRR) | ค่าแสดงผล |
|---|---:|
| Discount Factor | 9.50% |
| NPV | 679,209.53 |
| IRR | 93% |
| Payback Period | 1.03 |
| Profitability Index | 3.72 |

### 3.2 ผลการออกแบบและการสร้าง Model บุ้งกี๋แบบตะแกรง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



**รูปที่ 7** แสดงโครงข่ายของโครงสร้างในการหาความแข็งแรงโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

แบบจำลองโครงข่ายตรวจสอบความแข็งแรงของบุ้งกี๋แบบตะแกรง ดังรูปที่ 7 แสดงโครงข่ายของโครงสร้างในการหาความแข็งแรงโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่าแบบจำลองโครงข่ายตรวจสอบความแข็งแรงของบุ้งกี๋แบบตะแกรง ที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยจุดต่อทั้งหมด 13,396 จุดต่อ และชิ้นส่วนย่อยจำนวน 23,310 ชิ้นส่วนย่อย

## 4. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการออกแบบบุ้งกี๋แบบตะแกรง อัตราผลตอบแทนภายใน สรุปได้ดังนี้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 679,209.53 บาท แสดงว่าโครงการสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผู้ลงทุนได้อย่างชัดเจน โดยมีมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสูงกว่ามูลค่าการลงทุน ,อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 93% ซึ่งสูงกว่าอัตราคิดลดอย่างมาก แสดงว่าโครงการสามารถให้ผลตอบแทนที่สูงเกินความคาดหวัง จึงมีความน่าสนใจในการลงทุน ,ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) เท่ากับ 1.03 ปี แสดงว่าโครงการสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงจากการลงทุน ,ดัชนีความสามารถในการทำกำไร (Profitability Index) เท่ากับ 3.72 หมายความว่า ทุกการลงทุน 1 บาท จะให้ผลตอบแทนเป็นมูลค่าปัจจุบันเท่ากับ 3.72 บาท จึงเหมาะสมแก่การพิจารณาเพื่อดำเนินการลงทุนต่อไป

การสร้างแบบจำลองโครงข่ายตรวจสอบความแข็งแรงของบุ้งกี๋แบบตะแกรงประกอบด้วยจุดต่อทั้งหมด 13,396 จุดต่อ และชิ้นส่วนย่อยจำนวน 23,310 ชิ้นส่วนย่อย ทั้งนี้เนื่องจากจุดรองรับน้ำหนักส่วนหน้าและส่วนหลังนั้นมี 4 ตำแหน่ง แบบจำลองดังกล่าวจะถูกนำมาใช้เพื่อการคำนวณด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ต่อไป โดยค่าหน่วยแรงที่คำนวณได้นั้นต้องน้อยกว่ากำลังคราก (Yield Stress) ของเหล็กที่นำมาสร้างโครงสร้างบุ้งกี๋แบบตะแกรง จึงถือได้ว่าโครงสร้างบุ้งกี๋แบบตะแกรงที่ออกแบบ มีความปลอดภัย

## 5. ข้อเสนอแนะ

จากผลการประเมินอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ที่มีค่าสูงถึงร้อยละ 93 และอัตราPayback Period 1.03 แสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าและอัตราคืนทุนสามารถเกิดขึ้นได้ภายใน 1 ฤดูกาล ในการลงทุนผลิตบุ้งกี๋แบบตะแกรง และการสร้างแบบจำลองโครงสร้างด้วยคอมพิวเตอร์ได้แสดงให้เห็นรูปแบบและองค์ประกอบทางโครงสร้างที่สามารถรองรับการใช้งานได้ในเบื้องต้น อย่างไรก็ตาม แบบจำลองดังกล่าวยังไม่ได้ถูกนำไปวิเคราะห์เชิงกลโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEM) ซึ่งจะดำเนินการในขั้นตอนถัดไป เพื่อประเมินค่าหน่วยแรง ความเครียด และการเสียรูปของโครงสร้างอย่างละเอียด โดยเฉพาะในกรณีที่มีการปรับเปลี่ยนระยะห่างของร่องตะแกรงหรือลดน้ำหนักรวมของบุ้งกี๋ การวิเคราะห์ดังกล่าวจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของการออกแบบ ลดต้นทุนการใช้วัสดุ การกระแทกของหัวมันสำปะหลังสดและยืดอายุการใช้งานของระบบไฮดรอลิกในรถตัก

## เอกสารอ้างอิง

[1] โสภิตา สมคิด และคณะ. การพัฒนาระบบการผลิตแป้งมันสำปะหลังอินทรีย์ตลอดห่วงโซ่การผลิตของเกษตรกรในจังหวัดอุบลราชธานี. วารสารวิชาการเกษตร ปีที่ 39 ฉบับ 1 (2021):73-86

[2] นราธิป พูนอรุณโรจน์ และ ธิดารัตน์ อินทร์เมือง, การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของธุรกิจผลิตภัณฑ์คอนกรีตอัดแรง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2561.

[3] O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, and J. Z. Zhu, *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*, 6th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2005.

[4] M D Vijayakumar, et al (2020) Finite Element Analysis of Automotive Truck Chassis, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 988, International Conference on Recent Developments in Material Science and Applications (ICRDMSA 2020)

[5] จักรี วิชัยระหัด และคณะ การวิเคราะห์ความแข็งแรงและความแข็งตึงของโครงฐานรถบรรทุกใช้งานเกษตรกรรมด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอเลเมนต์โดยเอเลเมนต์แบบคานที่มีจุดเชื่อมต่อแบบยืดหยุ่น. วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ. January –June 2019 ; 5(1) : 35-48

[6] R. D. Cook, D. S. Malkus, M. E. Plesha, and R. J. Witt, *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 2001.

[7] Silva, E. , Silva, F. and Magalhães, R. (2014) Application of Finite Elements Method for Structural Analysis in a Coffee Harvester. *Engineering*, **6**, 138-147.

# การลดความสูญเปล่าด้วยการบริหารจัดการวัสดุคงคลัง กรณีศึกษา บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

# Reducing Waste by Inventory Management: A case study of an automotive parts manufacturing company

พิมพร เทศแก้ว[1*] และ สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล[2]
[1]ศูนย์พัฒนาผลิตภาพอุตสาหกรรม สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[2]ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Pimporn Thaetkaw[1*] and Sittichai Kaewkuekool[2]
[1] Center for Industrial Productivity Development, Institute for Scientific and Technological Research and Services, KMUTT
[2] Department of Production Technology Education Faculty of Industrial Education and Technology, KMUTT

E-mail: pimporn.tha@kmutt.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและลดต้นทุนวัสดุคงคลัง โดยปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารจัดการวัสดุคงคลัง โดยนำทฤษฎี 3 จริง ทฤษฎีแผนผังแสดงเหตุและผลมาใช้วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ซึ่งปัญหาที่พบคือ ปริมาณวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหวมีจำนวนมาก และการจัดซื้อมากเกินความจำเป็น จากการศึกษาและเก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุงมีวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหวจำนวน 4,854,149 ชิ้น เป้าหมายลดวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหวลง 10% ดำเนินการแก้ไขปัญหา ได้แก่ ลดจำนวนวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหว โดยออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ขายให้กับบริษัทรับรีไซเคิล และนำไปทำลายทิ้ง พบว่าก่อนการดำเนินการปรับปรุงมีวัสดุไม่เคลื่อนไหว 4,854,149 ชิ้น หลังการดำเนินการปรับปรุงมีวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหว 3,632,438 ชิ้น ลดลงไป 25% การลดการจัดซื้อวัสดุ โดยเลื่อนการจัดส่งในเดือนถัดไป และคำนวณการสั่งซื้อใหม่ พบว่า วัสดุก่อนการปรับปรุงการจัดซื้อมีจำนวน 21,860,000 ชิ้น และหลังการปรับปรุงการจัดซื้อ มีจำนวน 9,121,899 ชิ้น ลดลง 58% และการลดการจัดเก็บวัสดุ เนื่องจากได้มีการลดจำนวนภายในคลัง และลดการสั่งซื้อวัสดุเข้าในคลัง จึงทำให้ปริมาณวัสดุคงคลังลดลง พบว่า ก่อนการปรับปรุงมีการจัดเก็บวัสดุคงคลังอยู่ที่ 41,775,972 ชิ้น และหลังปรับปรุงบันทมีการจัดเก็บวัสดุคง คลัง จำนวน 36,733,751 ชิ้น ลดลง 10%

**คำสำคัญ:** การจัดซื้อ การบริหารจัดการ วัสดุคงคลัง วัสดุไม่เคลื่อนไหว

## Abstract

The purpose of this research is to study inventory issues and reduce inventory costs by improving inventory management performance using the 3 GEN theory. The cause-and-effect diagram was applied to analyze the root cause of the problem. It was found that there was a large amount of inactive inventory and purchasing beyond necessity. From the study and data collection before the improvement, there were 4,854,149 pieces of inactive materials. The goal was to reduce inactive materials by 10%. The solution involved reducing deadstock by redesigning products, selling them to a recycling company, and disposing of the rest. After implementing these changes, the amount of deadstock was reduced by 25%, from 4,854,149 pieces to 3,632,438 pieces. Additionally,

material purchases were reduced by postponing shipments to next month and recalculating orders. Before the adjustments, the purchasing volume was 21,860,000 pieces, and after the adjustments, it was reduced by 58%, to 9,121,899 pieces. Inventory storage also decreased due to the reduction in deadstock and purchasing. As a result, total inventory decreased. Before the adjustments, the total inventory was 41,775,972 pieces. After the adjustments, recorded on March 31, 2024, the remaining inventory was 36,733,751 pieces, reflecting a 10% reduction.

**Keywords:** Orders, Management, Inventory, deadstock

## 1. บทนำ

สภาวะเศรษฐกิจไทยที่แนวโน้มทางธุรกิจ มีการพัฒนาระบบการจัดการ และเกิดการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วเพราะมีการเปิดตัวเสรีทางการค้าเพิ่มมากขึ้น มีการเปิดตัวบริษัทรถยนต์ไฟฟ้า ทำให้เกิดสภาวะการแข่งขันสูงขึ้น อุตสาหกรรมผู้ผลิตประกอบชุดสายไฟในกลุ่มอุตสาหกรรมรถยนต์และรถจักรยานยนต์ประเภท OEM Part (Original Equipment Manufacturer) เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้ในประเทศ ในสภาวะการแข่งขันที่เพิ่มขึ้นของการบริหารจัดการธุรกิจหรืออุตสาหกรรม มีกลยุทธ์การบริหารเป็นกลไกสำคัญ ดังนั้น การนำกลยุทธ์การบริหารจัดการมาใช้ในสภาวะที่มีการแข่งขันสูงจึงจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้มีการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ของธุรกิจการบริหารงานในระบบการบริหารจัดการวัสดุคงคลัง [1]

การศึกษาสภาพปัจจุบันทาง บริษัท ไทยคาร์โชว์ ออโตโมทีฟ โปรดักส์ จำกัด ผลิตชุดสายไฟรถยนต์ รถจักรยานยนต์ และชุดสายไฟประเภทอื่น ๆ ซึ่งมีรายการวัสดุมากกว่า 10,000 รายการ ทำให้ประสบกับปัญหาวัสดุคงคลังมีปริมาณมาก เนื่องจากการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ผิดพลาด รวมถึงการบริหารจัดการสายการผลิตที่มีผลกระทบต่อคลังสินค้า เพราะฝ่ายการผลิตได้มีการฝากของ ทำให้ปริมาณวัสดุคงคลังไม่ตรงกับยอดในระบบ นอกจากนี้เกิดระบบการจัดการที่ไม่เป็น ระเบียบ ใช้พื้นที่การจัดเก็บได้ไม่คุ้มค่า มีของวางบริเวณทางเดิน ไม่สะดวกต่อการจัดเตรียม และการเก็บวัตถุดิบแบบไม่ถูกวิธี ทำให้วัตถุดิบเกิดความเสียหาย และพบสินค้าที่ไม่เคลื่อนไหวจำนวนมาก

ดังนั้นทางบริษัท ฯ ต้องมีการปรับปรุงการบริหารจัดการวัสดุคงคลัง เปรียบเสมือนการบริหารเงินและต้นทุนของบริษัท ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีผลกระทบโดยตรงต่อธุรกิจ โดยการสำรวจตามหลัก 3 จริง วิเคราะห์ปัญหาภายในคลังสินค้า แผนภาพก้างปลา (Fishbone Diagram) [2] พบว่าปัญหา เกิดจากการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ผิดพลาด ทำให้สิ่งที่สั่งซื้อมาถูกเก็บเป็นวัตถุดิบที่ไม่เคลื่อนไหว (Dead Stock) [3] ไว้ในคลังสินค้า ไม่ได้ถูกผลิต จึงเกิดปัญหาวัสดุล้นคลัง ดังนั้น จึงมีการเสนอแนวทางการแก้ไข โดยวิธีการ 5ส และทฤษฎีการเข้าก่อน- ออกก่อน (FIFO) [4] มาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บวัสดุให้มีการพัฒนาการทำงานที่ดีมากขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษารูปแบบและปัญหาการบริหารจัดการวัสดุคงคลัง
2. ลดความสูญเปล่าด้วยการบริหารจัดการวัสดุคงคลัง

## 3. วิธีวิจัย

3.1 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลวัสดุคงคลังโดยใช้ทฤษฎีหลักการ 3 GEN หรือ 3 จริง คือ หลักการที่ใช้ในการบริหารจัดการเพื่อให้สามารถเห็นปัญหา และความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจริง ณ สถานที่ทำงานจริง ภายใต้สถานการณ์การทำงานจริง ด้วยตนเอง รับฟัง

ข้อมูลปัญหาจากคนหน้างาน เพื่อนำมาสู่การวิเคราะห์ปัญหาด้วยข้อเท็จจริงที่ได้รับ อันจะนำไปสู่การตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ทั้งนี้หลักการ 3 GEN หรือ 3 จริง ประกอบไปด้วย

1. GENBA (เก็นบะ) คือ สถานที่จริง การลงพื้นที่ เพื่อไปทำความเข้าใจถึงปัญหา และความสูญเปล่า ณ สถานที่จริงด้วยตัวเอง

2. GENBUTSU (เก็นบุสึ) คือ ของจริง การลงไปดูให้เห็นของจริง เพื่อทำความเข้าใจถึงปัญหา และความสูญเปล่า ด้วยตัวเอง

3. GENJITSU (เก็นจิสึ) คือ สถานการณ์จริง การเข้าไปอยู่ในสถานการณ์จริง ซึ่งเป็นสถานการณ์เดียวกันกับพนักงาน เพื่อทำความเข้าใจถึงปัญหา ความท้าทาย และความสูญเปล่า ที่ผู้ปฏิบัติงานได้พบเจอ ด้วยตนเอง

3.2 วิเคราะห์ความสูญเปล่าเพื่อดำเนินการปรับปรุงแก้ไขด้วยทฤษฎีความสูญเสีย 7 ประการ (7 wastes) คือแนวคิดที่ใช้ในการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตหรือการทำงาน โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และปรับปรุงคุณภาพของสินค้าและบริการ ความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่:

1. การผลิตมากเกินความจำเป็น (Overproduction): การผลิตสินค้าหรือบริการมากเกินความต้องการของลูกค้า ทำให้เกิดการเก็บสินค้าคงคลังที่มากเกินความจำเป็น

2. การเก็บสินค้าคงคลัง (Inventory): การมีสินค้าคงคลังจำนวนมากเกินความจำเป็น ทำให้เกิดต้นทุนในการจัดเก็บ และอาจทำให้สินค้าเสื่อมสภาพหรือล้าสมัยได้

3. การขนส่ง (Transportation): การขนส่งที่ไม่จำเป็น หรือการขนส่งที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่าย

4. การเคลื่อนไหว (Motion): การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของพนักงานหรืออุปกรณ์ ทำให้เสียเวลาและแรงงาน

5. กระบวนการผลิตที่มากเกินความจำเป็น (Processing): การใช้กระบวนการผลิตที่มากเกินความจำเป็น หรือการทำงานที่ไม่จำเป็น ทำให้เสียเวลาและทรัพยากร

6. การรอคอย (Waiting): การรอคอยวัตถุดิบ เครื่องจักร หรือข้อมูล ทำให้เสียเวลาและลดประสิทธิภาพในการทำงาน

7. ของเสีย (Defects): การผลิตสินค้าที่มีข้อบกพร่อง ทำให้เสียเวลาและวัตถุดิบในการแก้ไข หรือต้องผลิตสินค้าใหม่

การลดความสูญเสีย 7 ประการนี้ จะช่วยให้องค์กรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดต้นทุน และส่งมอบสินค้าและบริการที่มีคุณภาพให้กับลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น

3.3 การวิเคราะห์สภาพปัญหาโดยการการระดมสมอง (Brainstorming) คือ กระบวนการที่กลุ่มคนร่วมกันเสนอแนวคิดและไอเดียต่างๆ อย่างอิสระ เพื่อหาทางออกหรือแนวทางแก้ไขปัญหา หรือเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ โดยเน้นที่ปริมาณของไอเดียที่หลากหลาย โดยไม่มีการตัดสินหรือวิพากษ์วิจารณ์ไอเดียในระหว่างการระดมสมอง

3.4 หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้ แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) หรือแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) คือ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาโดยการระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาหนึ่งปัญหา โดยมีลักษณะคล้ายกับโครงร่างของปลา โดยส่วนหัวของปลาเป็นตัวแทนของปัญหา และก้างปลาแต่ละซี่แสดงถึงสาเหตุที่เป็นไปได้ และเทคนิค Why Why Analysis หรือ 5 Whys คือ เทคนิคการวิเคราะห์ปัญหาที่ใช้การถามคำถาม "ทำไม" (Why) ซ้ำๆ เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา (Root Cause) โดยปกติจะถามอย่างน้อย 5 ครั้ง แต่บางครั้งอาจต้องถามมากกว่าหรือน้อยกว่า 5 ครั้ง ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา

3.5 ดำเนินการปรับปรุง ได้แก่ การลดวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหว (Dead Stock) การลดการจัดซื้อ และการลดการจัดเก็บ

## 4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลวัสดุคงคลังโดยใช้ทฤษฎีหลักการ 3 GEN และการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ปัญหาหลัก คือ วัสดุล้นคลัง มีสาเหตุ ดังนี้

1. มีสินค้า Dead Stock ไม่ได้ถูกผลิตจำนวนมาก

2. มีของวางบริเวณทางเดิน และไม่เป็นระเบียบ

3. วัตถุดิบเกิดความเสียหาย เนื่องจากการจัดเก็บไม่ถูกวิธี

4. ปริมาณวัตถุดิบไม่ตรงกับยอดในระบบ ฝ่ายผลิตมีการฝากไว้ที่ฝ่ายคลังสินค้า

ผลการวิเคราะห์ความสูญเสีย 7 ประการ (7 wastes) พบว่า สถานประกอบกิจการมีความสูญเสียด้านการเก็บสินค้าคงคลัง (Inventory): มีสินค้าคงคลังจำนวนมากเกินความจำเป็น ทำให้เกิดต้นทุนในการจัดเก็บ และอาจทำให้สินค้าเสื่อมสภาพหรือล้าสมัยได้

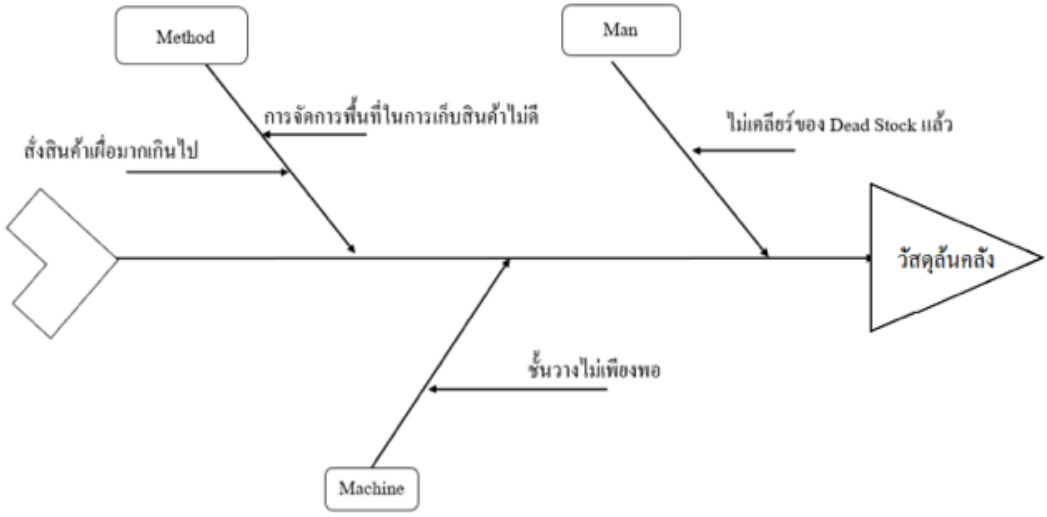
4.2 ผลการวิเคราะห์สภาพปัญหาโดยการ Brian Storming และใช้แผนผังก้างปลาหรือแผนผังแสดงเหตุและผล ส่วนปัญหา คือ วัสดุล้นคลัง ส่วนสาเหตุ พบปัจจัยและสาเหตุหลักของปัญหา ดังรูปที่ 1

1. Man ไม่มีการกำจัดวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหว (Dead Stock)

2. Method การจัดการพื้นที่ในการจัดเก็บวัสดุไม่ดี และการสั่งวัสดุมากเกินความจำเป็น

3. Machine ชั้นวางวัสดุไม่เพียงพอ

และใช้ทฤษฎี Why Why Analysis เพื่อช่วยหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นภายในคลัง รูปที่ 2 พบสาเหตุหลักด้วยกัน 3 ประการ คือ มีปริมาณวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหว (Dead Stock) จำนวนมาก การจัดซื้อที่ไม่สัมพันธ์กับการผลิต การจัดเก็บวัสดุคงคลังเป็นจำนวนมาก



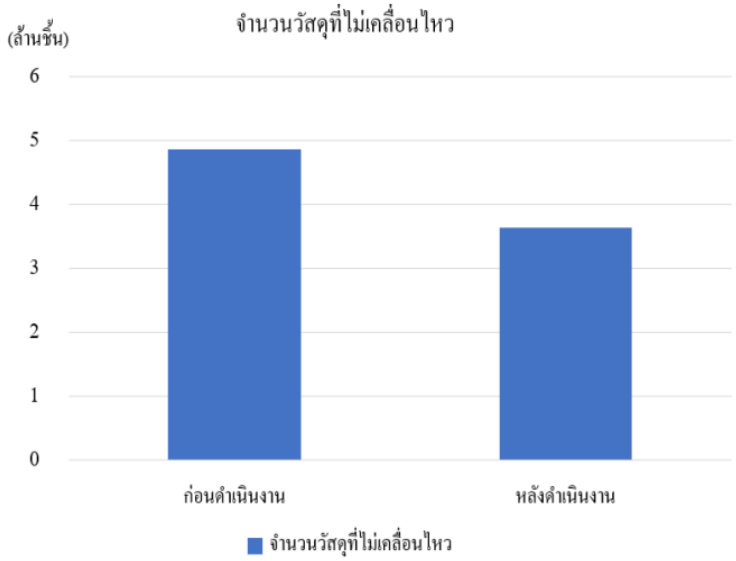

**รูปที่ 1** วิเคราะห์สภาพปัญหาวัสดุล้นคลังด้วยแผนผังก้างปลา

| ปัญหาหลัก | WHY 1 | WHY 2 | WHY 3 | WHY 4 |
|---|---|---|---|---|
| วัสดุล้นคลัง | กักตุนสินค้ามากเกินไป | การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าผิดพลาด | ความต้องการของลูกค้าลดลง | |
| | | กลัวสินค้าขาดแคลน | ในสภาวะโควิด-19 | |
| | ไม่เคลียร์สินค้า | ผู้บริหารเสียดาย | มีมูลค่าสูง | ต้นทุนการผลิตสูง |
| | | | อาจมีโอกาสได้ใช้ | อาจจะมีการสั่งซื้อเข้ามาเพิ่ม |
| | ฝ่ายการผลิตปิด | เคอร์ฟิว | โควิด-19 | |

**รูปที่ 2** สาเหตุของปัจจัยที่เป็นสาเหตุให้เกิดวัสดุล้นคลังด้วย Why Why Analysis

4.3 ผลการดำเนินการปรับปรุง

1. การปรับปรุงการลดจำนวนวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหว (Dead Stock) โดยขออนุมัติใช้วัตถุดิบที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ขายให้กับบริษัทรับรีไซเคิล และนำไปทำลายทิ้ง พบว่าก่อนการดำเนินการปรับปรุงมีวัสดุไม่เคลื่อนไหว 4,854,149 ชิ้น หลังการดำเนินการปรับปรุงมีวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหว 3,632,438 ชิ้น ลดลงไป 25% ดังรูปที่ 3

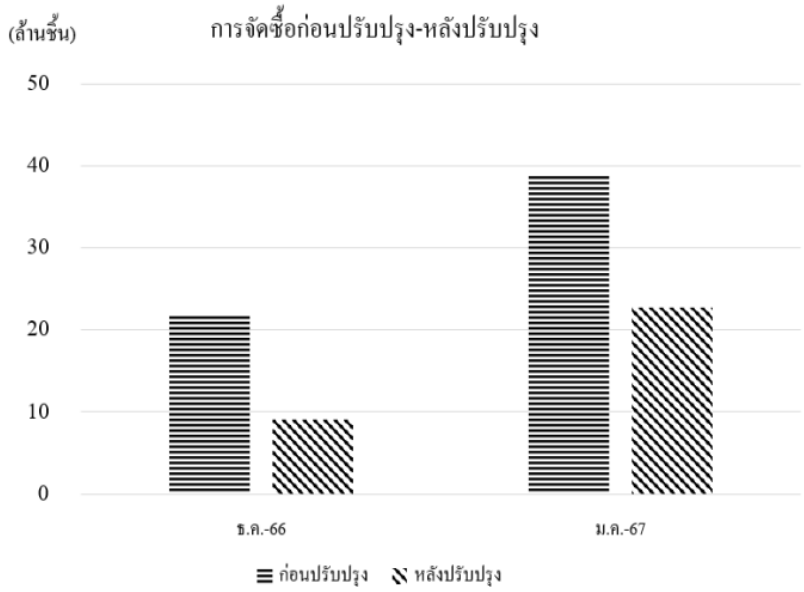



**รูปที่ 3** เปรียบเทียบจำนวนวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหวก่อน-หลังปรับปรุง

2. การลดการจัดซื้อวัสดุ เนื่องจากทางบริษัทได้มีการจัดซื้อเกินความจำเป็นและไม่สามารถยกเลิกคำสั่งซื้อได้ จึงได้มีการเจรจากับทางผู้จำหน่ายให้เลื่อนการจัดส่ง (Postpone Shipping) ในเดือนถัดไป และนอกจากนี้ได้มีการคำนวณการสั่งซื้อใหม่ โดยใช้สูตร จุดคำสั่งซื้อใหม่ = อัตราการใช้งาน x ระยะเวลาในการสั่งซื้อ โดยยึดฐานการเฉลี่ยจากวันทำงานของลูกค้า คือ 22 วัน และใช้ระยะเวลาในการรอคอยสินค้าโดยยึดจากการทำงานของบริษัทที่ 90 วัน ดำเนินการกับวัสดุ 133 รายการ ผลการดำเนินการดังตารางที่ 1 และ รูปที่ 4 พบว่า วัสดุก่อนการปรับปรุงการจัดซื้อมีจำนวน 21,860,000 ชิ้น และหลังการปรับปรุงการจัดซื้อ มีจำนวน 9,121,899 ชิ้น ลดลง 58%

ตารางที่ 1 ข้อมูลเปรียบเทียบประเมินผลระหว่างแผนจัดซื้อเดิม – แผนจัดซื้อใหม่

| รายละเอียด | 12/2566 | 01/2567 |
|---|---|---|
| | จำนวน (ชิ้น) | จำนวน (ชิ้น) |
| แผนจัดซื้อเดิม | 21,860,000 | 38,909,220 |
| แผนจัดซื้อใหม่ | 9,121,899 | 22,770,929 |
| ประเมินผล% | 42% | 59% |




**รูปที่ 4** เปรียบเทียบประเมินผลระหว่างแผนจัดซื้อเดิม – แผนจัดซื้อใหม่

3. การลดการจัดเก็บวัสดุ เนื่องจากได้มีการลดจำนวน Dead Stock ภายในคลัง และลดการสั่งซื้อวัสดุเข้าในคลัง จึงทำให้ปริมาณวัสดุคงคลังลดลง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลการประเมินในเดือน ตุลาคม 2566 ถึง เดือน มีนาคม 2567

| วันที่อ้างอิงข้อมูล | จำนวนวัสดุคงคลัง | ส่วนต่าง | ประเมินผล% |
|---|---|---|---|
| 31/10/2566 | 41,775,973 | 0 | 100.00% |
| 30/11/2566 | 45,231,130 | 3,455,158 | 108.27% |
| 28/12/2566 | 43,562,381 | -1,668,749 | 96.31% |
| 31/1/2567 | 41,694,920 | -1,867,462 | 95.71% |
| 22/2/2567 | 41,423,141 | -271,779 | 99.35% |
| 29/2/2567 | 40,854,234 | -568,908 | 98.63% |
| 31/3/2567 | 36,733,752 | -4,120,482 | 89.91% |

ผลจากการปรับปรุงปัญหาวัสดุล้นคลัง พบว่า มกราคม ถึง มีนาคม พ.ศ. 2567 จำนวนวัสดุคงคลังมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบกันใน ตุลาคม ถึง ธันวาคม 2566 มีจำนวนวัสดุที่ยังลดลงไม่มากเนื่องจากได้มีการสั่งซื้อวัสดุเข้ามาแล้วและไม่สามารถยกเลิกได้ ทำให้ปริมาณการจัดเก็บวัสดุเพิ่มขึ้นใน พฤศจิกายน พ.ศ.2566 จากรูปที่ 5 ผลจากการปรับปรุง พบว่า ก่อนการปรับปรุง มีการจัดเก็บวัสดุคงคลัง อยู่ที่ 41,775,972 ชิ้น และหลังปรับปรุงบันทึกผลในวันที่ 31มีนาคม พ.ศ. 2567 มีการจัดเก็บวัสดุคง คลัง จำนวน 36,733,751 ชิ้น ลดลง 10%

## 5. อภิปรายและสรุป

จากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการบริหารจัดการวัสดุคงคลังด้วยวิธี 3 GEN พบว่า ภายในคลังมีปัญหาสินค้าถูกเก็บเป็น Dead Stock ไว้ในคลังสินค้า ไม่ได้ถูกผลิตจึงเกิดปัญหาสินค้าล้นคลัง มีของวางบริเวณทางเดิน ไม่เป็นระเบียบ และไม่สะดวกต่อการจัดเตรียมวัตถุดิบเกิดความเสียหาย เนื่องจากการจัดเก็บไม่ถูกวิธี ปริมาณวัตถุดิบไม่ตรงกับยอดในระบบฝ่ายผลิตมีการฝากไว้ที่ฝ่ายคลังสินค้า

จากนั้นได้มีการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา โดยใช้แผนผังก้างปลาและ Why-Why Analysis โดย สาเหตุทที่ทำให้เกิดปัญหา คือ การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าที่ผิดพลาด มีการหยุดทำงานเนื่องจากสภาวะโควิด-19 และไม่มีการกำจัดวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหว (Dead Stock) เนื่องจากทางผู้บริหารเกิดความเสียดาย จากนั้นดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดังกล่าวดังนี้

1. ลดจำนวนวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหว (Dead Stock) โดยออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ขายให้กับบริษัทรับรีไซเคิล และนำไปทำลายทิ้ง พบว่าก่อนการดำเนินการปรับปรุงมีวัสดุไม่เคลื่อนไหว 4,854,149 ชิ้น หลังการดำเนินการปรับปรุงมีวัสดุที่ไม่เคลื่อนไหว 3,632,438 ชิ้น ลดลงไป 25%

2. การลดการจัดซื้อวัสดุ โดยเลื่อนการจัดส่ง (Postpone Shipping) ในเดือนถัดไป และคำนวณการสั่งซื้อใหม่ พบว่า วัสดุก่อนการปรับปรุงการจัดซื้อมีจำนวน 21,860,000 ชิ้น และหลังการปรับปรุงการจัดซื้อ มีจำนวน 9,121,899 ชิ้น ลดลง 58%

3. การลดการจัดเก็บวัสดุ เนื่องจากได้มีการลดจำนวน Dead Stock ภายในคลัง และลดการสั่งซื้อวัสดุเข้าในคลัง จึงทำให้ปริมาณวัสดุคงคลังลดลง พบว่า ก่อนการปรับปรุง มีการจัดเก็บวัสดุคงคลัง อยู่ที่ 41,775,972 ชิ้น และหลังปรับปรุงบันทึกผลในวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2567 มีการจัดเก็บวัสดุคง คลัง จำนวน 36,733,751 ชิ้น ลดลง 10%

## กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับการสนับสนุนจากบริษัท ไทยคาร์โชว์ ออโตโมทีฟ โปรดักส์ จำกัด สำหรับข้อมูลในการดำเนินการวิจัย บุคลากร และอุปกรณ์สนับสนุนต่าง ๆ และศูนย์พัฒนาผลิตภาพอุตสาหกรรม สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ให้การส่งเสริม สนับสนุน และเปิดโอกาสให้บุคลากรได้สร้างสรรค์ผลงานวิจัยที่มีประโยชน์ต่อภาคอุตสาหกรรมและสร้างศักยภาพในการแข่งขันของประเทศ

## เอกสารอ้างอิง

[1] วิทยา ปั้นคำ และคณะผู้จัดทำ. 2565. “ลดน้ำเชื่อมสูญเสีย จากปัญหาปริมาตรต่ำกว่ามาตรฐานกระบวนการผลิต”. มหาวิทยาลัยธนบุรี, หน้า 3-4

[2] ณัฐวัฒน์ บุญวรรณ์. 2561. “การประยุกต์การจัดการสินค้าคงคลังโดยการเติมเต็มวัตถุดิบ ให้เพียงพอ สำหรับการใช้งาน กรณีศึกษา บริษัท เฟดเดอรัล อีเลคตริค จำกัด”. หน้า 23-27.

[3] ธรรมศักดิ์ ค่วยเทศ, สิริรักษ์ ชูเชิด และ นราทิพย์ ปงใจ. 2564. “การบริหารจัดการสินค้าคงคลัง: ด้วยนโยบาย และกลยุทธ์ซัพพลายเชน”. ภาควิชาอุตสาหกรรมการบริการ คณะบริหารธุรกิจ, หน้า 75.

[4] กีรนันท์ ฉัตรศตายุ และคณะผู้จัดทำ. 2566. “การปรับปรุงระบบและตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าเพื่อลดเวลาในการหาและหยิบสินค้าประเภทบรรจุภัณฑ์ กรณีศึกษา บริษัท ABC จำกัด”. สาขาการจัดการโลจิสติกส์คณะวิทยาการจัดการ, หน้า 7-11.

# การพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยวิธีการฝูงหมาป่าสำหรับการเดินทาของพนักงานขาย

# Develop and improve the Discrete Grey Wolf Optimizer for symmetric travelling salesman problem

กัมปอร์ สามศึก[1] นรีกานต์ ลาหู่นะ[1] นคร ไชยวงค์ศักดา[1] ประเวช อนันเอื้อ[1]
ชยากร พุทธกำเนิด[1] สุภาพร คำเตจา[1] ธนาวุฒิ ธนวาณิชย์[1] วิภพ ใจแข็ง[1]
และ เสกสรรค์ วินยางค์กูล[1*]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Kampor samsrang[1] Nareekan lahuna[1] Nakorn Chaiwongsakda[1] Prawet Anan-uea[1]
Chayakorn Putakamnerd[1] Supaporn Kamtaeja[1] Thanawut Thanavanich[1] and Wipobh Jaikhang[1]
and Seksan Winyangkul[1*]
[1]Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University

E-mail: seksan.win@crru.ac.th[*]

## บทคัดย่อ

การพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยวิธีการฝูงหมาป่า (Discrete Grey Wolf Optimizer: DGWO) สำหรับการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem : TSP) ใช้วิธีการฝูงหมาป่า วัตถุประสงค์หลัก คือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหา TSP โดยมีการแบ่งฝูงหมาป่าออกเป็น 3-4-5 กลุ่ม และขั้นตอนการปรับปรุงใช้เทคนิคการปรับเปลี่ยนเส้นทาง เช่น การสลับตำแหน่งแบบ Swap, Swop, Insertion และการใช้ 2-Opt, 3-Opt และ 23-Opt เพื่อปรับปรุงเส้นทางการเดินทาง นอกจากนี้ยังนำวิธีการ Saving มาใช้ใน การกำหนดค่าเริ่มต้นของประชากร เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการค้นหาคำตอบให้อยู่ใกล้กับ Optimum solution ได้รวดเร็วขึ้น ผลการวิจัยพบว่า GWO42TSPS มีค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุดอยู่ที่ 1.54 เมื่อเทียบกับ GWOแบบเดิม ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 8.92 โดยการปรับปรุงดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน นอกจากนี้ GWOTHREE3TSP และ GWOFOUR3TSP ยังได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า GWO แบบเดิม แต่เหมาะสำหรับปัญหาที่มีขนาดเล็กมากกว่า ส่วนอัลกอริทึมที่มีการใช้ Saving ยังมีข้อจำกัดในการลดค่า Saving การปรับปรุงเพิ่มเติมสามารถทำได้โดยการใช้กลยุทธ์ใหม่ในการสำรวจเส้นทางใหม่ๆ ที่ไม่ซ้ำกัน เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่แม่นยำขึ้น โดยรวมทั้งสามอัลกอริทึมนี้ก็ช่วยปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่เหมาะสมของ TSP เมื่อเทียบกับอัลกอริทึมแบบดั้งเดิม

**คำสำคัญ:** การปรับปรุงประสิทธิภาพ เมต้าฮิวริสติกส์ วิธีการหาค่าที่เหมาะสมของหมาป่าสีเทา ปัญหาการเดินทาของพนักงานขาย

[1] Corresponding Author: Lecturer at Logistic Engineering and Management,
Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University.
Contact Number: 086-604-6288 Email: seksan.win@crru.ac.th

## Abstract

The development and improvement of the efficiency in finding optimal solutions using the Discrete Grey Wolf Optimizer (DGWO) for the Traveling Salesman Problem (TSP) employs the Grey Wolf approach. The main objective is to enhance the efficiency of finding optimal solutions for the TSP by dividing the grey wolf population into 3-4-5 groups. The improvement process utilizes route adjustment techniques, such as Swap, Swop, Insertion and the use of 2-Opt, 3-Opt and 23-Opt to enhance the travel routes. Additionally, the Saving method is applied to determine the initial population values helping to reduce the time required to find solutions that are closer to the optimum solution more quickly. The research findings revealed that GWO42TSPS achieved the best average value of 1.54, compared to the original GWO, which had an average of 8.92. This improvement clearly demonstrates enhanced performance. Additionally, GWOTHREE3TSP and GWOFOUR3TSP also produced better results than the original GWO, but they are more suitable for smaller-scale problems. The algorithm that employs the Saving technique still has limitations in reducing the Saving value. Further improvements can be made by using new strategies to explore unique routes, leading to more accurate solution discovery. Overall, these three algorithms improve and enhance the efficiency of finding suitable solutions for the TSP compared to traditional algorithms.

**Keywords:** Improve Performance, Metaheuristic, Grey Wolf Optimizer: GWO, Travelling Salesman Problem (TSP)

## 1. บทนำ

วิธีการที่นิยมได้แก่วิธีการหมาป่าสีเทา (Grey Wolf Optimizer: GWO) เป็นหนึ่งในอัลกอริทึมระบบปรับปรุงที่กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็วที่สุด ได้รับแรงบันดาลจากการองค์รวมลำดับความสำคัญ และกิจกรรมการล่าของหมาป่าที่มักจะอาศัยอยู่เป็นกลุ่ม อัลกอริทึม GWO ใช้กระบวนการเดียวกันกับหมาป่าในการล่า เขาพิจารณาลำดับความสำคัญสำหรับการจัดองค์กรหน้าที่ต่างๆ ในกลุ่มของหมาป่า สมาชิกของกลุ่ม GWO ถูกจำแนกออกเป็นสี่ประเภทตามชนิดของตำแหน่งของหมาป่าที่ช่วยในกระบวนการล่า แอลฟา, เบต้า, เดลต้า, และโอเมก้า เป็นสี่ระดับ โดยแอลฟาเป็นตัวที่ดีที่สุดในการล่า ในเอกสาร GWO เดิมแบ่งประชากรออกเป็นสี่ชั้นเพื่อแสดงลำดับความสำคัญของหมาป่าสีเทา หน่วยค้นหาเริ่มต้นด้วยการสร้างประชากรของหมาป่าสีเทา และจากนั้นจะจัดตำแหน่ง และระยะทางไปยังเหยื่อเป้าหมาย แต่ละหมาป่าแทนทางเลือกที่เป็นไปได้ซึ่งจะถูกปรับเปลี่ยนเมื่อกระบวนการค้นหาดำเนินไป ดังนั้น GWO ไม่เพียงแต่มีประสิทธิภาพในการสำรวจ solution space อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังมีประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่อย่างมีประสิทธิภาพระหว่างกระบวนการค้นหาด้วย ตั้งแต่ถูกเสนอมา GWO ได้ถูกใช้เรียบร้อยแล้วในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงหลายปัญหาเช่น G.Komaki,V.Kayvanfar(2015)การวางกำหนดการ T. Jayabarathi, T. Raghunathan, B. Adarsh, P.N.(2016)Suganthanการวางแผนเส้นทางขนส่ง N. Jayakumar, S. Subramanian, S. Ganesan, E. Elanchezhian(2016)การส่งเสริมพลังงาน N. Muangkote, K. Sunat, S. Chiewchanwatt(2014)ลดระยะทาง X.Song, L.Tang, S.Zhao, X.Zhang, L.Li, J.Huang, W. Cai(2015) การวางแผนการผลิต P.Hu, J.-S.Pan, S.-C.Chu (2020) การเลือกคุณลักษณะ A. Shaheen, A. Sleit, S. Al-Sharaeh(2017)และอื่นๆอีกมากมาย GWO เดิมได้รับการเสนอเพื่อจัดการกับปัญหาการปรับปรุงตัวเลข แต่ GWO มีศักยภาพในการแก้ปัญหาการจัดกลุ่มอย่างมากด้วย D.S. Sopto, S.I. Ayon, M. Akhand, N. Siddique(2018)นำเสนอ GWO-TSP เพื่อแก้ปัญหา TSP และอัลกอริทึมที่เสนอได้รับการประเมินกับหกปัญหาจาก TSP ทั่วโลก ในการศึกษาอื่นๆ อัลกอริทึมปรับปรุง Grey Wolf ได้รับการเสนอโดย Sop to et al. เพื่อแก้ปัญหา TSP ซึ่งพวกเขาได้ปรับ GWO คลาสสิกโดยใช้ตัวดำเนินการสลับและลำดับสลับ ซึ่งผลที่ได้จะเห็นได้ว่าการประยุกต์ใช้ GWO-TSP นั้นสามารถแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) ซึ่งเป็นหนึ่งในปัญหา optimization ที่มีความซับซ้อน โดยมีเมืองหลายๆ แห่งที่ต้องการเยี่ยมชมในลำดับที่ต่ำที่สุดและกลับมายังเมืองเริ่มต้น ปัจจุบันเทคนิคและวิธีการการหาค่า

คำตอบที่เหมาะสม (Optimization) มีอยู่หลากหลายวิธี S. Mirjalili, S.M. Mirjalili, A. Lewis(2014) โดยในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการนำเสนอ เมต้าฮิวริสติกส์ใหม่ที่เรียกว่า วิธีการฝูงหมาป่า (Discrete Grey Wolf Optimizer: DGWO) ที่มีการปรับปรุงจาก Grey Wolf Optimizer (GWO) ซึ่งเป็นวิธีการค้นหาที่จำลองพฤติกรรมการล่าของหมาป่าสีเทา การปรับปรุงนี้อาจมีการเพิ่มหรือปรับเปลี่ยนวิธีการสร้างคำตอบ วิธีการเลือกสมาชิกในการล่า เป็นหนึ่งในอัลกอริทึมระบบปรับปรุงที่มีประสิทธิภาพที่สุด

ดังนั้นผู้วิจัยได้เล็งเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นจึงใช้วิธีการนำเสนอการพัฒนา และปรับปรุงประสิทธิภาพการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยวิธีการฝูงหมาป่า (Discrete Grey Wolf Optimizer: DGWO) สำหรับการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem : TSP) โดยพิจารณาถึงการแบ่งกลุ่มย่อย (Subgroups) ของฝูงหมาป่าเพื่อสามารถระบุกลุ่มย่อยที่มีความเป็นพันธุกรรมหรือลักษณะที่คล้ายคลึงกันมากขึ้น โดยจะทำการเปรียบเทียบกับหลายด้าน เช่น ลักษณะทางกายภาพ, พฤติกรรม, ลักษณะทางสังคม และพันธุกรรม เพื่อประโยชน์ในการเข้าใจความหลากหลายทางพันธุกรรมและพฤติกรรมของฝูงหมาป่า และช่วยให้เราเข้าใจถึงวิธีที่พวกเขาปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมได้ดียิ่งขึ้น การแบ่งกลุ่มย่อยนี้สามารถช่วยให้เรามีแนวทางในการอนุรักษ์และจัดการฝูงหมาป่าให้มีประสิทธิภาพและเป็นระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด เมต้าฮิวริสติกส์ใหม่ที่เรียกว่า วิธีการฝูงหมาป่า (Discrete Grey Wolf Optimizer: DGWO) ที่ได้รับแรงบันดาลใจจากหมาป่าสีเทา (Canis lupus) แล้วนำเสนอการปรับปรุงเพิ่มฝูงหมาป่า โดยการเพิ่มกลุ่มหมาป่าออกเป็น3-4-5 กลุ่ม จากเดิมเป็นฝูงหมาป่าแค่กลุ่มเดียว เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดและสามารถยอมรับได้

ในการศึกษาการพัฒนา และปรับปรุงประสิทธิภาพการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem : TSP) โดยวิธีการฝูงหมาป่า (Discrete Grey Wolf Optimizer: DGWO) ได้แบ่งผลการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็น

1) การพิจารณาโดยการแบ่งกลุ่มฝูงหมาป่าออกเป็น 3-4-5 กลุ่ม

2) ผลการพิจารณาตัวแบบปัญหาจากตัวแบบมาตรฐานจำนวน 13 ตัวแบบ แบบวัตถุประสงค์เดียวโดยมีปัญหาเป็นแบบ TSP ได้แก่ uly16, ulysses22, Dantzig42, Att48, eil51, berlin52 , st70, pr76, rat99, rd100 ,Lin105 , bier127 และ ch130

## 2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- ปัญหาการดำเนินการในการจัดเส้นทาง การแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการฝูงหมาป่า (Discrete Grey Wolf Optimizer: DGWO) แบบวัตถุประสงค์เดียว(Single Objective)

- การแก้ปัญหาโดยวิธีการฝูงหมาป่า (Discrete Grey Wolf Optimizer: DGWO) แบบวัตถุประสงค์เดียว(Single Objective)

- โดยการเพิ่มกลุ่มหมาป่าออกเป็น3-4-5กลุ่ม จากเดิมเป็นฝูงหมาป่าแค่กลุ่มเดียว เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดและสามารถยอมรับได้

- การตรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้แก่ ปัญหาการดำเนินการในการจัดเส้นทาง

การแก้ปัญหาโดยวิธีการฝูงหมาป่า (Discrete Grey Wolf Optimizer: DGWO) แบบวัตถุประสงค์เดียว (Single Objective) โดยการเพิ่มกลุ่มหมาป่าออกเป็น3-4-5กลุ่ม จากเดิมเป็นฝูงหมาป่าแค่กลุ่มเดียว เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดและสามารถยอมรับได้ และ การตรวจเอกสารงานวิจัย

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเพื่อหาวิธีช่วยแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง

2.3 หนังสือ บทความ งานวิจัย และวารสารเชิงวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์การปรับปรุงการเพิ่มกลุ่มหมาป่าออกเป็น3-4-5 กลุ่ม จากเดิมเป็นฝูงหมาป่าแค่กลุ่มเดียว

## 3. การจัดทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปัญหาแล้วแบ่งลำดับขั้นตอนในการดำเนินงาน คัดแยกข้อมูลที่ไม่มีผลกับงานวิจับออก พิจารณาเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

3.2 ศึกษาขั้นตอนวิธีการฝูงหมาป่า (Discrete Grey Wolf Optimizer: DGWO) แบบวัตถุประสงค์เดียว (Single Objective) ในปัญหาทางการตัดสินใจดำเนินการ ได้แก่ ปัญหาการตัดสินใจโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม การหาเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการเดินรถเพื่อให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุดหรือต้นทุนน้อยสุด และกำไรสูงสุด

3.3 เริ่มประชากรหมาป่า เริ่มต้น a, A และ C คำนวณหาความเหมาะสมของตัวแทนการค้นหาแต่ละราย แบ่งกลุ่มเป็น3-4-5กลุ่ม $\mathrm{X}\alpha(n_{1,2,3,4,5})$ ,$\mathrm{X}\beta\ (n_{1,2,3,4,5})$,$\mathrm{X}\gamma(n_{1,2,3,4,5})$ และ$\mathrm{X}\omega(n_{1,2,3,4,5})$ จำนวนการวนซ้ำสูงสุด อัพเดตตำแหน่งของตัวแทนการค้นหาปัจจุบันตามสมการ อัพเดต a, A และC โดยใช้โปรแกรม MATLAB

3.4 ทำการวิเคราะห์หาผลเฉลยที่เหมาะสมในกรณีต่างๆ ได้แก่

- กรณีประยุกต์ใช้สำหรับการหาค่าเหมาะสมในการดำเนินการทางโลจิสติกส์
- กรณีการปรับปรุงการเปลี่ยนค่าผลเฉลยที่ได้ ร่วมกับวิธีการอื่นๆ ได้แก่
  1. Differential Evolution Algorithms: DEO
  2. Grey Wolf Optimizer: GWO
  3. Simulated Annealing: SA
  4. Genetic Algorithms: GA เป็
  5. Particle Swarm Optimization: PSO
  6. Ant Colony Optimization: ACO
  7. Teaching-Learning-Based Optimization Algorithms: TLBO
  8. Fruit fly Optimization Algorithms: FFOA
  9. Firefly Algorithms: FA
  10. Whale Optimization Algorithms: WOA
- กรณีปัญหาการตัดสินใจโดยใช้วิธีการที่เหมาะสม การหาเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการเดินรถเพื่อให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด

3.5 สรุปผลและเสนอแนะ

## 4. การพิจารณาหาตัวแปรที่เหมาะสมในการตั้งค่าพารามิเตอร์

ในการพิจารณาวิธีการ GWO นั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบสามารถพิจารณาถึง การปรับปรุงในวิธีฝูงหมาป่า 1.ส่วนของการหาคำตอบที่เหมาะสมจากการพิจารณาถึงการแบ่งกลุ่มฝูงหมาป่า 3-4-5 กลุ่ม โดยสามารถแบ่งพิจารณารูปแบบของสมการออกได้เป็น 4 รูปแบบได้แก่

4.1 วิธีการ GWO แบบเดิม

4.2 วิธีการ GWOTHREETSP แบบมีการแบ่งกลุ่มออกเป็น3กลุ่ม (The Group-based Grey Wolf Optimizer (GWO) algorithm with three groups)

4.3 วิธีการ GWOFOURTSP แบบมีการแบ่งกลุ่มออกเป็น4กลุ่ม (The Group-based Grey Wolf Optimizer (GWO) algorithm with four groups)

4.4 วิธีการ GWOFIVETSP แบบมีการแบ่งกลุ่มออกเป็น5กลุ่ม (The Group-based Grey Wolf Optimizer (GWO) algorithm with five groups)

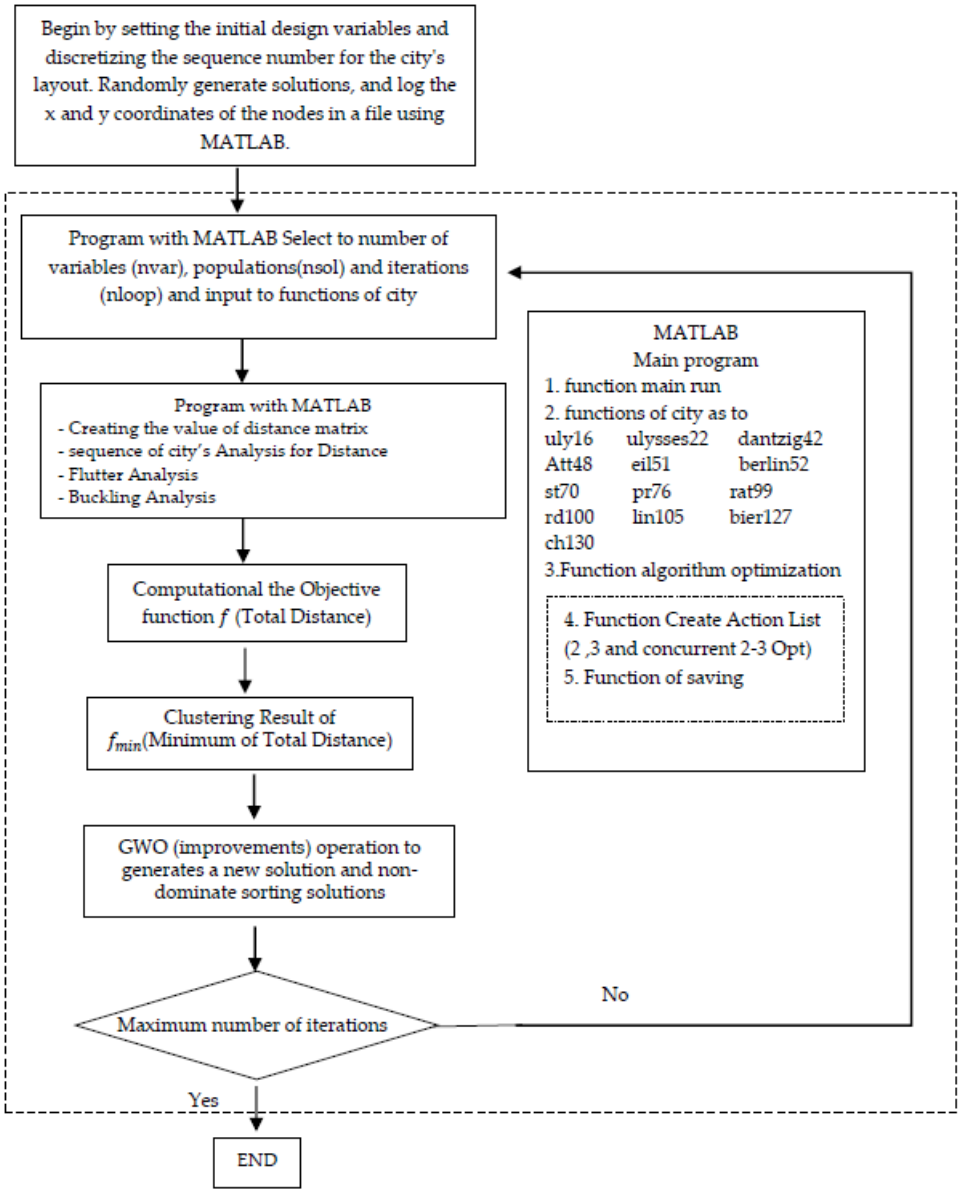
โดยการกำหนดค่าตัวแปรเริ่มต้นได้แก่

n=nsol; Population size (number of fireflies) จำนวนประชากรฝูงหมาป่า ได้แก่ จำนวน 100 ตัว, 200 ตัว และ 50 ตัว

nloop; Maximum number of iterations จำนวนรอบในการวนซ้ำสูงสุด ได้แก่ จำนวน 200 รอบ, 100 รอบ และ 400 รอบ

จำนวนตัวแปรออกแบบ (Number of dimensions or variables) ในรูปแบบของปัญหาเป็นแบบ TSP นั้น จำนวนของตัวแปรจะเท่ากับจำนวนเมืองกำหนดขนาดประชากร (Population Size): เป็นการเลือกจำนวนหมาป่าที่จะใช้ในกระบวนการ ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ยิ่งจำนวนหมาป่ามากขึ้นเท่าใด การค้นหาคำตอบ
อาจละเอียดขึ้นแต่ก็อาจเพิ่มเวลาการคำนวณ

โดยมีกระบวนการในการหาค่าที่เหมาะสมของ GWO ในการหาผลเฉลยของ ตัวแบบปัญหาดังแสดงในรูปที่ 1 และมีกระบวนการในการดำเนินการของ GWO ดังแสดงในตารางที่ 1




**รูปที่ 1** Flow chart of the TSP optimization program

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมฝูงหมาป่า

| |
|---|
| **Algorithm** GWO (improvements) procedure |
| Input: Fun (functions of city), fout (minroot, $x_{min}$, Roots, nfe, Time), nloop, nsol, nvar<br>Initialize to Constance value<br>Step0: SearchAgents_no = nsol<br>Max_iter=nloop;<br>dim=nvar;<br>fobj=Fun;<br>ub = 1, lb = 0 |
| Step0: initialize alpha, beta, and delta positions<br>Set to Alpha_pos and Alpha score as zeros and infinite(inf) to change this to inf for maximization problems<br>Beta pos and Beta score as zeros and infinite(inf) to change this to inf for maximization problems<br>And Delta _pos and Delta score as zeros and infinite(inf) to change this to inf for maximization problems<br>Set Initialize the positions of search agents<br>Positions=initialization (SearchAgents_no, dim, ub, lb); |
| Main loop<br>Step1: Loop counter |
| Step2: Return back the search agents that go beyond the boundaries of the search space and calculate objective function for each search agent<br>fitness1=feval (fobj, Positions1(i, :)');<br>finished Update Alpha, Beta, and Delta |
| Step3: Than Update the Position of search agents including omegas<br>GROUP no1, 2 and 3<br>R1=rand (); % r1 is a random number in [0,1]<br>R2=rand (); % r2 is a random number in [0,1]<br>A1,2,3=2*a*r1-a; % Equation (3.3)<br>C1,2,3=2*r2; % Equation (3.4)<br>D_alpha1=abs(C1*Alpha_pos1(j)-Positions1(i, j)); % Equation (3.5)-part 1<br>X1=Alpha_pos1(j)-A1*D_alpha1; % Equation (3.6)-part 1<br>Positions (i, j) =(X1+X2+X3)/3; % Equation (3.7) |
| Step4: Positions=initialization (SearchAgents_no, dim, ub, lb)<br>If the boundaries of all variables are equal and user enter a single number for both ub and lb If each variable has a different lb and ub<br>Step4.1: From GWO (original)<br>Step4.2: GWOTHREE2-3and23TSP (Three groups with swap swop insertion 2-3-23Opt and use CreateActionList2-3-23)<br>Step4.3: GWOFOUR2-3and23TSP (Four groups with swap swop insertion2-3-23Opt and use CreateActionList2-3-23)<br>Step4.4: GWOFIVE2-3and23TSP (Five groups with swap swop insertion 2-3-23Opt and use CreateActionList2-3-23)<br>Step4.5: GWO3,2-3-23TSPS (Three groups have Saving to help and swap swop insertion 2-3-23Opt and use CreateActionList2-3-23)<br>Step4.6: GWO4,2-3-23TSPS (Four groups have Saving to help and swap swop insertion 23-23-Opt and use CreateActionList2-3-23)<br>Step4.7: GWO5,2-3-23TSPS (Five groups have Saving to help and swap swop insertion 2-3-23Opt and use CreateActionList2-3-23) |
| Step5: End Process<br>When iteration = nloop |

โดยผลการพิจารณาจะทำการเปรียบเทียบผลเฉลยที่ได้กับเวลาที่ทำการวิเคราะห์ ซึ่งจะดำเนินการในการวิเคราะห์ที่จำนวนผลในการประเมินอยู่ที่ 20,000 ครั้ง โดยแบ่งเป็น จำนวนประชากรฝูงหมาป่า ได้แก่ จำนวน 200 ตัว กับจำนวนรอบ 100 รอบ, จำนวน 50 ตัว กับจำนวนรอบ 400 รอบ และ จำนวน 100 ตัว กับจำนวนรอบ 200 รอบ โดยผลที่ได้จากการทดสอบกับ Uly16 จากการทำซ้ำ 25 รอบ มีจำนวนการสุ่มในการหาคำตอบแบ่งเป็น 10% กับ 1%, 20% กับ 2%,30% กับ 3%, 40% กับ 4% และ 50% กับ 5% ซึ่งจำนวน % ดังกล่าวจะใช้ในการทำการสลับ Swap, Swop , และ Insertion position แบบ 23-Opt

## 5. อภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดเส้นทางของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย(TSP) ในการศึกษาในครั้งนี้มีลักษณะตัวแบบของวัตถุประสงค์ (Objective Function) และข้อจำกัดของปัญหา (Constrain) ดังนี้

สมการเป้าหมาย

$$MinZ = \sum_{j=1}^{N}\sum_{i=1}^{N} d_{ij}x_{ij} \quad (1)$$

สมการข้อจำกัด (Constraints)

$$\sum_{j=1}^{N} x_{ij} = 1 \qquad \forall i \in \{1,2,3,\dots,N\} \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{N} x_{ij} = 1 \qquad \forall j \in \{1,2,3,\dots,N\} \quad (3)$$

$$\sum_{i\in S}^{N}\sum_{j\in S}^{N} x_{ij} \leq |S| - 1 \qquad \forall S \in V \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (5)$$

เมื่อกำหนดให้

$i$ = ลำดับของเมืองที่ i โดยที่ $i$ = 1, 2, ..., $N$

$j$ = ลำกับของเมืองที่ j โดยที่ $j$ = 1, 2, ..., $N$

V = เซตของเมืองทั้งหมดที่พิจารณา โดยที่ V = {1, 2, ..., $N$}

S = สับเซตใดๆ ที่เป็นไปได้ทั้งหมดของเซต v : $S \subset V$ โดยที่ $S \neq 0$ , $S \neq V$

|S| เป็นจำนวนสมาชิกของเซต S

ตัวแปรที่ทราบค่า (Parameter)

$d_{ij}$= ระยะทางระหว่างเมืองที่ i ไปยังเมืองที่ j

ฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ที่ (1) ต้องการหาเส้นทางการเดินทางที่มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุด ในการเดินทาง สมการข้อจำกัดที่ (2) และ (3) กำหนดให้พนักงานขายเดินทางให้ครบทุกเมืองและ สามารถเข้าออกแต่ละเมืองได้เพียงครั้งเดียว สมการข้อจำกัดที่ (4) สมการป้องกันการเกิดเส้นทางย่อย (Subtour elimination constraint) สมการข้อจำกัดที่ (5) คือการกำหนดตัวแปรการตัดสินใจ $x_{ij}$ เป็นตัวแบบไบนารี่ ให้เป็นได้สองค่า 0 และ 1

จากการวิเคราะห์ผลลัพธ์เมืองทั้ง 13 เมือง พบว่าเมือง Uly16, Ulysses22 ได้ค่าเท่า Optimum solution ทุกตัวได้ค่าที่เท่ากัน และเมือง Dantzig42 ได้ค่าดีกว่า Optimum และได้ค่า 684.097 ส่วนเมืองอื่นๆได้แก่ Att48, eil51, berlin52 , st70, pr76, rat99, rd100 ,Lin105, bier127, และ Ch130 แบบที่มีการปรับปรุงใช้ saving ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับ Optimum solution แต่ถ้าที่มีการปรับปรุงแบบการเพิ่มกลุ่มเป็น 3-4 กลุ่ม 3-Opt จะได้ค่าที่ไม่เท่า Optimum และยังได้ค่าที่ต่างกัน แต่ก็ได้ค่าดีกว่าอัลกอริทึมแบบเดิมอยู่ จากผลเห็นได้ว่าเมื่อมีการปรับปรุงอัลกอริทึมโดยใช้ saving มาช่วย จะสามารถหาคำตอบได้ค่าใกล้เคียง Optimum มากกว่า

ดังนั้นอัลกอริทึม GWO ที่เราได้ทำการปรับปรุงการเพิ่มกลุ่มกับเพิ่มเทคนิค saving เหมาะกับปัญหาที่มีขนาดเล็กที่ไม่ใหญ่มาก และไม่เกิน 50 เมือง

การปรับปรุงอัลกอริทึม Grey Wolf Optimizer (GWO) ซึ่งเดิมทีเป็นอัลกอริทึมที่ใช้การเลียนแบบพฤติกรรมการล่าของฝูงหมาป่า แต่ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่เหมาะสมและ การปรับปรุงประสิทธิภาพการหาคำตอบการเดินทางของพนักงานขาย ด้วยวิธีการฝูงหมาป่า โดยการแบ่งกลุ่มฝูงหมาป่าออกเป็น 3-4-5 กลุ่ม จากเดิมมีแค่กลุ่มเดียว ในแต่ละกลุ่มของฝูงหมาป่าได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการหาคำตอบที่เหมาะสม เพื่อนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) และมีเพิ่มวิธีการ swap, swop, insertion ในรูปแบบ 2-Opt,3-Opt และ23-Opt เข้าไปในฝูงหมาป่า เพื่อช่วยในการหาคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกเหนือจากวิธีการที่เพิ่มเข้ามาแล้ว ผู้วิจัยยังได้นำการกำหนดค่าเริ่มต้นโดยใช้วิธีการ Saving มาใช้เพื่อช่วยในการหาผลเฉลยที่ดีและใกล้เคียงค่า Optimum solution เทคนิคนี้จะช่วยให้การเลือกเส้นทางหรือการตัดสินใจต่างๆ มีความแม่นยำและประหยัดทรัพยากรมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบ Algorithm ที่ดีที่สุด กับค่า Optimum solution

| CITY | Optimum solution | Fitness | Time (S) | (%) | Algorithm |
|---|---|---|---|---|---|
| Ulysses16 | 73.987 | 73.987 | 21.637 | ได้ Optimum solution | GWOTHREE3TSP |
| Ulysses22 | 75.309 | 75.309 | 57.446 | ได้ Optimum solution | GWOTHREE3TSP |
| Dantzig42 | 699.000 | 684.097 | 210.704 | ลดลง -2.132 | GWO42TSPS |
| att48 | 33,522.000 | 34,097.590 | 302.129 | 1.717 | GWO42TSPS |
| eil51 | 426.000 | 434.251 | 1,372.737 | 1.937 | GWO42TSPS |
| berlin52 | 7,542.000 | 7,818.329 | 1,461.461 | 3.664 | GWO42TSPS |
| st70 | 675.000 | 700.338 | 2,674.521 | 3.754 | GWO42TSPS |
| pr76 | 108,159.000 | 109,669.740 | 3,455.951 | 1.397 | GWO42TSPS |
| rat99 | 1,211.000 | 1,261.038 | 5,295.911 | 4.132 | GWO42TSPS |
| rd100 | 7,910.000 | 8,292.607 | 2,627.478 | 4.837 | GWO42TSPS |
| Lin105 | 14,379.000 | 14,934.562 | 3,231.954 | 3.864 | GWO42TSPS |
| bier127 | 118,282.000 | 122,690.637 | 3,588.765 | 3.727 | GWO42TSPS |
| ch130 | 6,110.000 | 6,299.653 | 6,998.455 | 3.104 | GWO42TSPS |

ในการพิจารณาจากตารางที่ 2 จากการทดสอบตัวแบบเมืองทั้ง 13 ตัวแบบนั้น ผลที่ได้จาก GWO42TSPS สามารถได้คำตอบที่ดีที่สุดจำนวน 11 ตัวแบบ รองลงมาได้แก่ GWOTHREE3TSP จำนวน 2 ตัวแบบ ได้ทำการทดสอบผลที่ได้จากการพิจารณาค่าเฉลี่ย กับการจัดลำดับในการหาคำตอบ และรอบที่เท่ากันเมื่อเทียบกับแบบเดิมนั้นมีความสามารถในการเข้าใกล้ค่า Optimum solution โดยเมืองที่ได้ค่าน้อยกว่า Optimum solution ได้แก่ เมือง Dantzig42 มีค่าลดลง 2.132% เนื่องจากวิธีที่ใช้มีการปรับปรุงการพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ของการสลับตำแหน่ง ในรูปแบบการปรับเปลี่ยนแบบ Swap, Swop และ insertion การสลับในสองตำแหน่ง 2-Opt ได้เลือกใช้การสลับที่ 10% ของค่าที่ได้จากกระบวนการสลับตำแหน่งทั้งหมดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพที่ดีขึ้น และเมืองที่ได้ค่าเท่ากับ Optimum solution ได้แก่ uly16,Ulysses22 ส่วนเมืองที่ได้ค่าใกล้เคียง ได้แก่ Att48, eil51,pr76 คิดเป็น1.717% ,1.937%, 1.397% ที่เหลือมีค่ามากกว่า ได้แก่ berlin52 , st70, rat99, rd100 ,Lin105 , bier127, และเมือง Ch130 คิดเป็น 3.664%, 3.754%, 4.132%, 4.837%, 3.864%, 3.727%, 3.104% ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้ Algorithm GWOTHREE3TSP ได้รับการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา และความสำคัญของการปรับปรุงนี้อยู่ที่การแบ่งกลุ่มของฝูงหมาป่าออกเป็น 4 กลุ่ม ที่มีการปรับเปลี่ยน Swap, Swop, insertion แบบการสลับสามตำแหน่ง3-Opt การพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ของการสลับตำแหน่ง โดยจะเลือกใช้เปอร์เซ็นในการสลับในสามตำแหน่ง(3-Opt)อยู่ที่ 0.1-20% และ การใช้ Algorithm GWO42TSPS ที่มีการปรับเปลี่ยน

Swap, Swopและ insertion แบบการสลับแบบ 2-Opt และใช้เปอร์เซ็นในการสลับอยู่ที่ 5-40% โดยการเลือกค่าที่ได้จากการสุ่มจากผลของการสลับที่สามารถสลับได้และทำการพัฒนาควบคู่ไปกับการนำวิธีการแบบ Saving เข้ามาช่วยในการกำหนดค่าประชากรเริ่มต้น มีทั้งเมืองที่ได้ค่า Optimum solution ที่ดีกว่า เท่ากัน ใกล้เคียงและค่ามากกว่า

การวิเคราะห์ซึ่งพิจารณาตัวแบบปัญหา จำนวน 13 เมือง ได้ทำการทดสอบผลที่ได้จากการพิจารณาค่าเฉลี่ยและการจัดลำดับในการหาคำตอบ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย และการจัดลำดับในการหาคำตอบ

| Algorithm | Mean | Rank |
|---|---|---|
| GWOTHREE3TSP | 5.62 | 6 |
| GWOFOUR3TSP | 5.69 | 7 |
| GWO42TSPS | 1.54 | 1 |
| GWO | 8.92 | 9 |
| DEO | 11.62 | 12 |
| SA | 10.23 | 11 |
| GA | 4.77 | 4 |
| PSO | 8.15 | 8 |
| ACO | 2.38 | 2 |
| TLBO | 4.23 | 3 |
| FFOA | 9.69 | 10 |
| FA | 12.77 | 13 |
| WOA | 5.46 | 5 |

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ลำดับที่ 1 ได้แก่ วิธีการ GWO42TSPS ซึ่งใช้ GWO ที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา และความสำคัญของการปรับปรุงนี้อยู่ที่การแบ่งกลุ่มของฝูงหมาป่าออกเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะทำการค้นหาทางออกที่ดีที่สุดในทิศทางที่แตกต่างกัน การแบ่งกลุ่มหมาป่านี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบโดยการครอบคลุมพื้นที่การค้นหามากขึ้น ภายในแต่ละกลุ่มหมาป่า จะใช้การเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อปรับปรุงเส้นทางที่หมาป่าแต่ละตัวสำรวจอยู่ การเรียนรู้ด้วยตนเองนี้เกิดขึ้นผ่านการปรับเปลี่ยนเส้นทางโดยใช้เทคนิค swap, swop และ insertion ซึ่งเป็นวิธีการสลับตำแหน่งต่างๆในเส้นทาง เพื่อหาวิธีที่ทำให้ระยะทางสั้นลง สำหรับการสลับจะใช้ 2-Opt เพื่อประเมินว่าการสลับตำแหน่งของจุดสองจุดหรือมากกว่านั้นในเส้นทางจะช่วยลดระยะทางทั้งหมดได้หรือไม่ หากพบว่าการสลับไหนได้ระยะทางลดลง จะทำการยอมรับการสลับนั้นเพื่อปรับปรุงเส้นทาง นอกจากนี้ GWO42TSPS ยังได้เพิ่มประสิทธิภาพการค้นหาเส้นทางด้วย การกำหนดค่าเริ่มต้นโดยใช้วิธีการ Saving ซึ่งเป็นการลดระยะทางโดยการรวมเส้นทางที่มีการทับซ้อนกันเข้าด้วยกัน เพื่อช่วยประหยัดระยะทางและเวลา การใช้เทคนิคนี้ควบคู่กับวิธีการปรับเปลี่ยนเส้นทางที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ GWO42TSPS สามารถแก้ปัญหา TSP ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ลดระยะทางที่ใช้ในการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิผล

## 6. อภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยวิธีการฝูงหมาป่า (Discrete Grey Wolf Optimizer: DGWO) สำหรับการเดินทางของพนักงานขาย TSP โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่เหมาะสม และ การปรับปรุงประสิทธิภาพการหาคำตอบการเดินทางของพนักงานขาย ด้วยวิธีการฝูงหมาป่า ซึ่งมีขั้นตอนการเพิ่ม

ประสิทธิภาพฝูงหมาป่า ดังนี้ 1.ทำการแบ่งฝูงหมาป่าออกเป็น 3-4-5 กลุ่ม 2.มีการใช้เทคนิคการปรับเปลี่ยนเส้นทาง เช่น การสลับตำแหน่งแบบ Swap, Swop และ Insertion รวมถึงการใช้ 2-Opt, 3-Opt และ 23-Opt เพื่อปรับปรุงเส้นทางการเดินทางให้ดีขึ้น 3. การนำวิธีการ Saving เข้ามาช่วยกำหนดหาค่าเริ่มต้นของประชากร จากค่าความน่าจะเป็นและช่วยลดระยะเวลาในการหาคำตอบให้เข้าใกล้เส้นที่เป็น Optimal solution ในเบื้องต้น

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 3 พบว่าผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเป็น GWO42TSPS ได้ค่าเฉลี่ยที่ 1.54 ซึ่งนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ของ GWOเดิม ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.92 มีการพัฒนาปรับปรุงที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ส่วน GWOTHREE3TSP กับ GWOFOUR3TSP เมื่อเทียบกับ GWOเดิม ก็ยังได้ค่าที่ดีกว่าอยู่ แต่ก็มีข้อจำกัด คือ สองอัลกอริทึมนี้เหมาะกับการใช้กับปัญหาและเมืองที่มีขนาดเล็กมากกว่า ถึงจะเห็นผลลัพธ์ที่ดีกว่า ส่วนอัลกอริทึมที่มีการนำ Saving มาช่วย ถึงแม้จะได้ผลลัพธ์ที่ดี แต่ได้ค่า Saving ในแต่ละรอบไม่ลดจากค่าเริ่มต้น การปรับปรุงเพิ่มเติมสามารถทำได้โดยการใช้กลยุทธ์ใหม่ เพื่อสำรวจเส้นทางใหม่ๆ ที่ไม่ซ้ำกับเส้นทางเดิมแล้วค่อยๆ เน้นการหาประโยชน์จากพื้นที่ ที่พบว่ามีคำตอบที่ดี จะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมมากกว่า โดยรวมทั้งสามอัลกอริทึมนี้ก็ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการหาคำตอบที่เหมาะสม และการปรับปรุงประสิทธิภาพการหาคำตอบสำหรับการเดินทางของพนักงานขายได้ดีขึ้น เมื่อเทียบกับอัลกอริทึมแบบดั้งเดิม

## 7. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ผสาน GWO กับอัลกอริทึมอื่น เช่น Ant Colony Optimization (ACO) หรือTeaching-Learning-Based Optimization Algorithms (TLBO) เพื่อสร้างอัลกอริทึมแบบลูกผสมที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้น

2. ปรับปรุงวิธีการสร้างสมดุลระหว่างการค้นหาพื้นที่ใหม่ (exploration) และการขัดเกลาพื้นที่เดิม (exploitation) เพื่อลดปัญหาการติดอยู่ใน local optimum

3. การใช้เทคนิคประมวลผลแบบขนาน (Parallel Processing) ใน GWO เพื่อเพิ่มความเร็วในการประมวลผล โดยเฉพาะในปัญหาขนาดใหญ่หรือมีความซับซ้อนสูง

## เอกสารอ้างอิง

[1] G. Komaki, V. Kayvanfar, Grey wolf optimizer algorithm for the two-stage assembly flow shop scheduling problem with release time, J. Comput. Sci. 8 (2015) 109–120.

[2] T. Jayabarathi, T. Raghunathan, B. Adarsh, P.N. Suganthan, Economic dispatch using hybrid grey wolf optimizer, Energy 111 (2016) 630–641.

[3] N. Jayakumar, S. Subramanian, S. Ganesan, E. Elanchezhian, Grey wolf optimization for combined heat and power dispatch with cogeneration systems, Int. J. Electr. Power Energy Syst. 74 (2016) 252–264.

[4] N. Muangkote, K. Sunat, S. Chiewchanwattana, An improved grey wolf optimizer for training q-Gaussian radial basis functional-link nets, in: 2014 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), IEEE, 2014, pp. 209–214.

[5] X. Song, L. Tang, S. Zhao, X. Zhang, L. Li, J. Huang, W. Cai, Grey wolf optimizer for parameter estimation in surface waves, Soil Dyn. Earthq. Eng. 75 (2015) 147–157.

[6] P. Hu, J.-S. Pan, S.-C. Chu, Improved binary grey wolf optimizer and its application for feature selection, Knowl. -Based Syst. 195 (2020) 105746.

[7] A. Shaheen, A. Sleit, S. Al-Sharaeh, A solution for travelling salesman problem using grey wolf optimizer algorithm, J. Theor. Appl. Inf. Technol. 96 (2018) 6256–6266.

[8] D.S. Sopto, S.I. Ayon, M. Akhand, N. Siddique, Modi fied grey wolf optimization to solve traveling salesman problem, in: 2018International Conference on Innovation in Engineering and Technology (ICIET), 2018, pp.14,http://dx.doi.org/10.1109/CIET.2018.8660872.

[9] S. Mirjalili, S.M. Mirjalili, A. Lewis, Grey wolf optimizer, Adv. Eng. Softw. 69 (2014) 46–61.

[10] Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., & Lewis, A. (2014). Grey wolf optimizer. Advances in EngineeringSoftware, 69(2014), 46–61

[11] Boualem, S. M., Meftah, B., & Debbat, F. (2022). Solving Travelling Salesman Problem Using a Modified Grey Wolf Optimizer. In Artificial Intelligence and Heuristics for Smart Energy Efficiency in Smart Cities: Case Study: Tipasa, Algeria (pp. 708-716). Springer International Publishing.

[12] Wang, R., Xia, K., & Sandrine, M. (2020, January). Grey Wolf Optimizer with Multi-Strategy Optimization and Its Application on TSP. In Proceedings of the 2020 International Conference on Internet Computing for Science and Engineering (pp. 52-58).

[13] Sopto, D. S., Ayon, S. I., Akhand, M. A. H., & Siddique, N. (2018, December). Modified grey wolf optimization to solve traveling salesman problem. In 2018 International Conference on Innovation in Engineering and Technology (ICIET) (pp. 1-4). IEEE.

[14] Panwar, K., & Deep, K. (2021). Transformation operators based grey wolf optimizer for travelling salesman problem. Journal of Computational Science, 55, 101454.

[15] Li, J., & Yang, F. (2020). Task assignment strategy for multi-robot based on improved Grey Wolf Optimizer. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 11(12), 6319-6335.

[16] Güngör, B. An Application of TSP Maximization with Grey Wolf Optimizer: Dartboard Design Problem.

[17] Panwar, K., & Deep, K. (2021). Transformation operators based grey wolf optimizer for travelling salesman problem. Journal of Computational Science, 55, 101454.

# การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายระหว่างวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุดกับอัลกอริทึมแบบประหยัด

# A Comparative Study on Solving the Traveling Salesman Problem Using the Nearest Neighbor and the Savings Algorithm

วรพัชชา บุญเป็ง[1] วิเชียร แซ่หาง[1] สุภาพร คำเตจา[1] ประเวช อนันเอื้อ[1] วิภพ ใจแข็ง[1] ชยากร พุทธกำเนิด[1]
ธีรวัชร แก้วเปี้ย[1] และ นคร ไชยวงศ์ศักดา[1*]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Worapatcha Boonpeng[1] Wicaien Saehang[1] Supaporn Kamtaeja [1] Prawet Anan-ue[1] Wipob Jaikang[1]
Chayakorn puttakamnerd[1] Teerawat Kaewpia[1] and Nakorn Chaiwongsakda[1*]
[1]Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University

E-mail: nakorn.cha@crru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (TSP) ระหว่างวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด (Nearest Neighbour Algorithm) กับอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) โดยวิเคราะห์ผลการจัดเส้นทางผ่านตัวแบบปัญหามาตรฐาน 10 ตัวแบบ ที่มีจุดที่จะต้องเดินทางตั้งแต่ 14 ถึง 100 จุด แต่ละตัวแบบปัญหาจะทำการจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล ผลการศึกษาพบว่าอัลกอริทึมแบบประหยัดให้ผลลัพธ์ในการจัดเส้นทางได้ระยะทางสั้นกว่าวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุดทั้ง 10 ตัวอย่าง โดยมีระยะทางสั้นกว่าร้อยละ 9.76 เมื่อเปรียบเทียบกับคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละตัวแบบปัญหาพบว่าวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุดและอัลกอริทึมแบบประหยัดได้ระยะทางที่มากกว่าร้อยละ 13.21 และ 1.89 ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย วิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด อัลกอริทึมแบบประหยัด

## Abstract

This study aims to compare solutions to the Traveling Salesman Problem (TSP) using the Nearest Neighbour Algorithm and the Saving Algorithm. The analysis utilized 10 standard TSP benchmark instances, each comprising between 14 and 100 locations. Each problem instance was solved for route planning using Microsoft Excel. The results revealed that the Saving Algorithm consistently produced shorter travel distances than the Nearest Neighbour Algorithm across all 10 cases, with an average reduction of 9.76%. Compared to the optimal solutions for each benchmark problem, the Nearest Neighbour Algorithm generated routes that were, on average, 13.21% longer, whereas the Saving Algorithm yielded routes only 1.90% longer than the optimal.

**Keywords:** Traveling Salesman Problem, Nearest Neighbor Algorithm, Savings Algorithm

## 1. บทนำ

ปัจจุบันการดำเนินการธุรกิจมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้ธุรกิจต้องมีการปรับตัวให้ทันกับสภาพแวดล้อมทางธุรกิจที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันทางธุรกิจ กลยุทธ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การลดต้นทุนการขนส่งโดยการจัดเส้นทางการขนส่งยานพาหนะให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยที่กิจกรรมการขนส่งมีส่วนช่วยอย่างมากในการดำเนินทางการธุรกิจให้บรรลุเป้าหมาย การดำเนินธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งนั้นต้องมีกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าอยู่ตลอดเวลา โดยที่จะต้องตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจ โดยการขนส่งทางบก (Road or Motor Transportation) จะเป็นกิจกรรมการขนส่งที่มีการขนส่ง แบบ Door to Door ซึ่งเป็นการขนส่งที่เหมาะกับการส่งสินค้าในระยะที่ไม่ไกลมาก ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการได้ดีกว่าการขนส่งประเภทอื่น ในการจัดเส้นทางการขนส่ง ต้องมีการจัดเส้นทางการขนส่งให้มีระยะทางที่สั้นที่สุดและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายเป็นปัญหาในการดำเนินการขนส่ง เป็นการหาลำดับการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้น ไปยังจุดต่างๆ เพียงครั้งเดียว แล้วเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยที่มีวัตถุประสงค์คือ การหาเส้นทางการเดินทางของพนักงานขายที่เดินทางไปยังลูกค้าให้ครบทุกจุดโดยให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุด แต่เมื่อปัญหามีจุดตำแหน่งที่มากขึ้น ทำให้ปัญหามีความซับซ้อนมากขึ้นจนทำให้ไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ในเวลาที่มีอยู่จำกัด วิธีฮิวริสติกส์จึงนิยมนำมาใช้ในการแก้ปัญหานี้ โดยวิธีที่เป็นที่แพร่หลายในการแก้ปัญหา เช่น วิธีการเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm) และอัลกอริทึมแบบประหยัด (Saving Algorithm) ซึ่งเป็นวิธีที่เข้าใจง่าย ได้คำตอบที่เร็ว แต่อาจจะได้คำตอบที่ยังไม่ดีที่สุด ในการศึกษาในครั้งนี้จึงทำการศึกษาเปรียบเทียบการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายโดย 2 วิธีนี้กับตัวแบบมาตรฐานที่ทราบค่าเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด

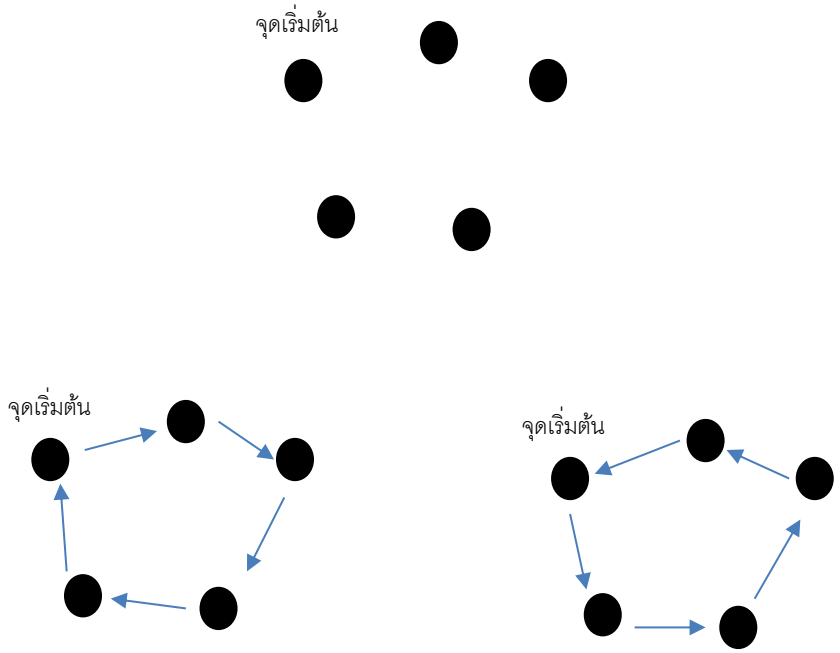
## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบวิธีในการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายระหว่างวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุดกับอัลกอริทึมแบบประหยัด และเปรียบเทียบกับระยะทางที่ดีที่สุดของแต่ละตัวอย่างที่เป็นตัวแบบปัญหา

## 3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problems: TSP) เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีในการดำเนินการแก้ปัญหาการขนส่ง ที่มีวัตถุประสงค์คือ ต้องการหาเส้นทางในการเดินทางไปยังลูกค้า ให้ได้ระยะทางที่สั้นที่สุดและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด เป็นการหาลำดับการเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้น ไปยังจุดต่างๆเพียงครั้งเดียว แล้วเดินทางกลับมายังจุดเริ่มต้น โดยมีเงื่อนไขว่าต้องเดินทางไปให้ครบทุกเมืองหรือหาเส้นทางวงปิด แต่ละจุดสามารถเดินทางผ่านได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น ดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1** ตัวอย่างการจัดเส้นทางของพนักงานขาย

ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายสามารถแยกออกเป็นแบบไม่สมมาตร (asymmetric) และแบบสมมาตร (symmetric) ในการสร้างแบบจำลองของ TSP แบบไม่สมมาตร มีจำนวน m เมือง จะสามารถกำหนดตัวแปรแบบศูนย์หนึ่ง (zero-one variable) ดังนี้

$x_{ij}$ = 1 ถ้ามีการเดินทางจากเมืองหรือจุด i ไป j

$x_{ij}$ = 0 ในกรณีอื่น

และเนื่องจากว่าในทุกจุดจะต้องมีการเดินทางเข้า 1 ครั้ง และเดินทางออก 1 ครั้ง ทำให้ได้ปัญหาการจัดสรรงานแบบดั้งเดิม (Assignment Problem) แต่เงื่อนไขเหล่านี้ไม่เพียงพอ เพราะการกำหนดแบบนี้จะเปิดโอกาสให้เกิด “subtours” หรือการเดินทางย่อยที่ไม่เชื่อมต่อกันทั้งหมดได้ ดังนั้นการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมของปัญหา TSP แบบไม่สมมาตรต้องตัดการเดินทางย่อยเหล่านี้ออกไป โดยการเพิ่มข้อจำกัดที่เรียกว่า “Subtour Elimination Constraints”

ปัญหาจึงถูกนิยามเป็นรูปแบบต่อไปนี้

$$\min \quad \sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{m} c_{ij}\, x_{ij} \tag{1}$$

subject to:

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = 1 \qquad \text{สำหรับ i = 1, ..., m} \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1 \qquad \text{สำหรับ j = 1, ..., m} \tag{3}$$

$$\sum_{i\in K}\sum_{j\in K} x_{ij} \le |K| - 1 \qquad \text{สำหรับทุก K} \subset \{1, ..., m\} \tag{4}$$

โดยที่ k เป็นเซตย่อยที่ไม่ว่างของเมือง 1 ถึง m

ค่าต้นทุน $c_{ij}$ สามารถต่างจาก $c_{ji}$ ได้ และจะมีตัวแปรแบบ 0 หรือ 1 ทั้งหมด m(m - 1) ตัวในแบบจำลองนี้ สำหรับการสร้างแบบจำลองของ TSP แบบสมมาตร ซึ่งถือว่าทิศทางของการเดินไม่มีผล ดังนั้น $c_{ij} = c_{ji}$ [1]

**3.2 วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด**

เป็นวิธีในการหาเส้นทางที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย เพราะเป็นวิธีที่ง่ายในการหาคำตอบ แม้ว่าวิธีนี้จะไม่สามารถรับประกันว่าคำตอบที่หาได้จะเป็นคำตอบที่ดีที่สุด วิธีอัลกอริทึมประหยัดสามารถนำไปใช้ร่วมกับวิธีฮิวริสติกส์มาตรฐานอื่นๆ เช่น วิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm), วิธีทาบู (Tabu Search) (Clarke and Wright, 1964) [2] โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ให้เลือกจุดต้นทางการขนส่งจากคลังสินค้า 1 จุดและจะได้เส้นทางไปยังจุดต่าง ๆ เท่ากับจุดของลูกค้าทุกทั้งหมด
2. คำนวณหาค่าของระยะเวลาการขนส่งค่าระยะทางการขนส่งและค่าใช้จ่าย ในการขนส่งที่ประหยัด (Saving cost)

$$S_{ab} = \mathrm{C}_{Da} + \mathrm{C}_{bD} - \mathrm{C}_{ab} \tag{5}$$

โดยให้ a, b แทนลูกค้า และ D แทนคลังสินค้า

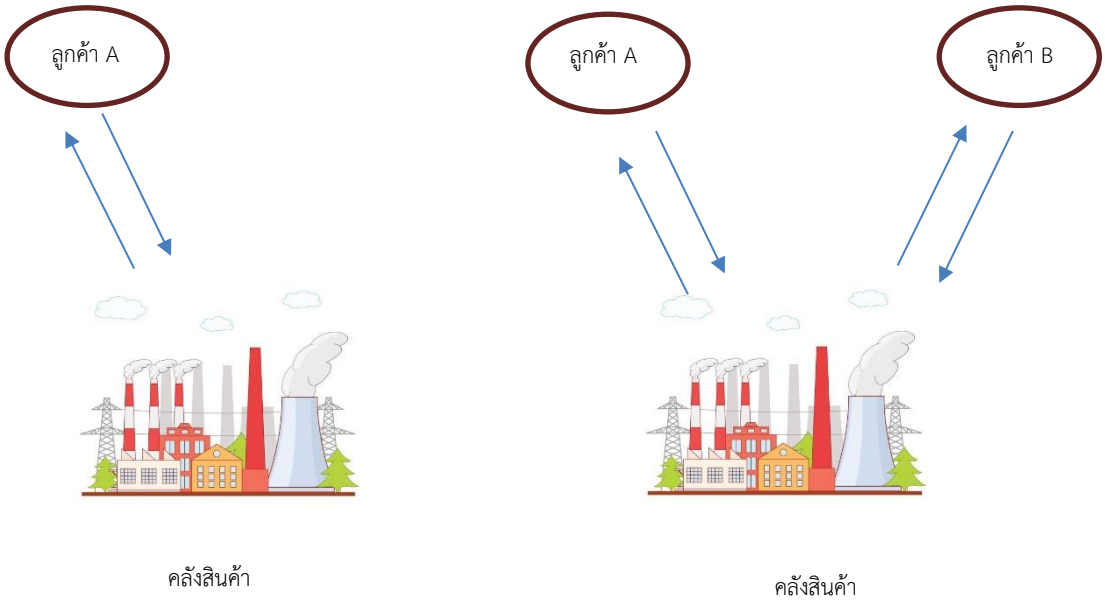
$S_{ab}$ หมายถึงระยะทางที่ใช้ขนส่งสินค้าที่ประหยัดเมื่อรวมระยะทางขนส่งของลูกค้า a และลูกค้า b

$\mathrm{C}_{Da}$ หมายถึงระยะทางขนส่งจากคลังสินค้าไปยังลูกค้า a

$\mathrm{C}_{bD}$ หมายถึงระยะทางขนส่งจากลูกค้า b ไปยังคลังสินค้า

$\mathrm{C}_{ab}$ หมายถึงระยะทางขนส่งจากลูกค้า a ไปยังลูกค้า b

3. เรียงลำดับของค่า $S_{ab}$ จากค่ามากไปหาค่าน้อย
4. กำหนดเส้นทางของยานพาหนะจากลูกค้า a และลูกค้า b ที่มีค่า $S_{ab}$ มากที่สุด
5. ทำกระบวนการเดิมซ้ำ จนกว่าจะได้เส้นทางการขนส่งครบทุกเส้นทาง ซึ่งมีเงื่อนไขและข้อจำกัดในการเดินทาง การขนส่งของแต่ละยานพาหนะจะไม่บรรทุกสินค้าเกินความจุของยานพาหนะและต้องใช้เวลาในการขนส่งสินค้าไม่เกินระยะเวลาที่แผนได้กำหนด วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดเป็นทฤษฎีที่ใช้จัดการปัญหาการขนส่งสินค้าโดยใช้รถในการขนส่ง ดังรูปที่ 2




**รูปที่ 2** แบบจำลองการขนส่งสินค้า 1 เที่ยวต่อ 1 ลูกค้า

### 3.3 วิธีการเพื่อนบ้านที่ใกล้สุด

เป็นการหาคำตอบเพื่อทำการจัดลำดับเส้นทางการขนส่ง เริ่มต้นจากการเลือกจุดที่ใกล้ที่สุด และหลังจากนั้นเลือกเอาจุดส่งที่อยู่ใกล้จุดส่งล่าสุดมากที่สุด โดยการทำซ้ำให้ครบทุกจุด โดยพิจารณาไม่ให้ปริมาณสินค้าเกินความจุของ ยานพาหนะ ถ้าหากเกินความจุก็จะแบ่งวิธีการพิจารณาออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีเน้นระยะทาง ถ้าหาก เกินความจุของยานพาหนะก็จะหันไปใช้รถคันใหม่ทันที และวิธีเน้นบรรทุกเต็มคัน ถ้าหากเกิน ความจุของยานพาหนะก็จะพิจารณาจุดส่งที่มีระยะทางใกล้รองลงมาเรื่อยๆ จนกว่าจะไม่พบจุดส่งสินค้าที่สามารถบรรทุกได้ หรือเหลืออยู่จึงจะใช้รถคันใหม่ [3]

วิธีการเพื่อนบ้านใกล้สุดโดยเริ่มต้นกำหนดลูกค้าเพียง 1 ราย เข้าในเส้นทางเดียวกัน โดยพยายามหาลูกค้าในกลุ่มแทรกเข้ามาจนกว่าจะเต็มความจุของยานพาหนะ [4] ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 จัดเส้นทางจากคลังสินค้าไปยังร้านค้าต่างๆ โดยเริ่มต้นจากคลังสินค้าแล้วเลือกเดินทางไปยังร้านค้าที่มีระยะทางใกล้ที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาร้านค้าที่ยังไม่ได้ถูกจัดเข้ามาในเส้นทางนั้น และมีระยะทางสั้นที่สุด ใกล้กลับร้านค้าก่อนหน้าที่เลือก

ขั้นตอนที่ 3 ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2 จนกว่าลูกค้าทุกรายจะจัดเข้ามาในเส้นทางที่มีความต้องการไม่เกินความจุของยานพาหนะ ถ้าหากเกินความจุของก็ให้ยุดเลือกแล้วกลับไปยังคลังสินค้า

ขั้นตอนที่ 4 ทำซ้ำในขั้นตอนที่ 1, 2, 3 ไปเรื่อยๆ จนกว่าร้านค้าทุกร้านจะถูกจัดเข้าใน เส้นทางเดียวกัน

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดเส้นทางโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัดและเพื่อนบ้านที่ใกล้สุด ทั้ง 2 วิธีสามารถช่วยให้ได้เส้นทางที่ดีขึ้น โดยวิธีมูลค่าประหยัดจะให้เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นกว่า เช่น การจัดเส้นทางโดยใช้อัลกอริทึมแบบประหยัดในการจัดเส้นทางยานพาหนะ เพื่อจัดเก็บขยะมูลฝอยภายในเขตเทศบาลนครไกสอนพมวิหาน แขวงสะหวันนะเขต ทำให้ระยะทางลดลงร้อยละ 37.82 ในขณะที่วิธีการเพื่อนบ้านใกล้สุด ระยะทางลดลงร้อยละ 36.67 [5] การวิจัยการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้า โดยใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด ซึ่งสามารถลดระยะทางลงได้ร้อยละ 6.1 ในหนึ่งปี [6] และการจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักเรียน ที่ใช้อัลกอริทึมแบบประหยัดโดยผลวิเคราะห์พบว่าสามารถลดต้นทุนต่อเดือนได้ 134,817 บาท [7] นอกจากนี้ยังมีการพัฒนากระบวนการขั้นตอนฮิวริสติกส์สองชุดโดยปรับปรุงจากอัลกอริทึมเพื่อนบ้านที่ใกล้สุดและอัลกอริทึมแบบประหยัดในการจัดเส้นทางการกระจายสินค้าของโรงงานอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าพบว่ากระบวนการทางฮิวริสติกส์ซึ่งปรับปรุงจากอัลกอริทึมแบบประหยัดให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด สามารถลดค่าใช้จ่ายลงถึง 18.6% เมื่อเปรียบเทียบ กับวิธีปฏิบัติงานเดิม และกระบวนการทางฮิวริสติกส์ซึ่งปรับปรุงจากอัลกอริทึมเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุดสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ 13.1% [8]

## 4 วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 จากข้อมูลพิกัด (x , y) จากตัวแบบปัญหาจากตัวแบบมาตรฐานจำนวน 10 ตัวแบบ คือ burma14, uly16, uly22, att48, eil51, berlin52, st70, pr76, rat99 และ kroa100 [9] โดยตัวเลขด้านหลังแสดงจำนวนโหนดหรือจุด ทำการหาระยะทางระหว่างจุดทั้งหมด หลังจากนั้นแต่ละตัวแบบปัญหาจะถูกจัดเส้นทางโดยใช้วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดและวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุดโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลช่วยในการวิเคราะห์ผล

4.2 เปรียบเทียบค่าระยะทางที่ได้ในแต่ละวิธีของแต่ละตัวแบบปัญหา และเปรียบเทียบกับเส้นทางที่สั้นที่สุด

ตารางที่ 1 พิกัดของตัวอย่าง Burma14 ที่มีจำนวน 14 จุด

| จุดที่ | X | Y |
|---|---|---|
| 1 | 16.47 | 96.1 |
| 2 | 16.47 | 94.44 |
| 3 | 20.09 | 92.54 |

| จุดที่ | X | Y |
|---|---|---|
| 4 | 22.39 | 93.37 |
| 5 | 25.23 | 97.24 |
| 6 | 22 | 96.05 |
| 7 | 20.47 | 97.02 |
| 8 | 17.2 | 96.29 |
| 9 | 16.3 | 97.38 |
| 10 | 14.05 | 98.12 |
| 11 | 16.53 | 97.38 |
| 12 | 21.52 | 95.59 |
| 13 | 19.41 | 97.13 |
| 14 | 20.09 | 94.55 |

## 5. ผลการศึกษา

จากการจัดเส้นทางของตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายจำนวน 10 ตัวแบบ โดยวิธีวิธีเพื่อนบ้านที่ใกล้สุดและอัลกอริทึมประหยัด โดยเปรียบเทียบกับคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละปัญหา ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระยะทางที่ได้จากวิธีเพื่อนบ้านที่ใกล้สุด อัลกอริทึมประหยัด และระยะทางที่สั้นที่สุดของแต่ละตัวแบบปัญหา

| ตัวแบบปัญหา | เพื่อนบ้าน ใกล้สุด | อัลกอริทึม ประหยัด | ระยะทาง ที่สั้นที่สุด [9] |
|---|---|---|---|
| 1. burma14 | 31.88 | 30.87 | 30.87 |
| 2. uly16 | 77.13 | 74.31 | 73.98 |
| 3. uly22 | 86.91 | 75.51 | 75.30 |
| 4. att48 | 39,236.8 | 34,098 | 33,522 |
| 5. eil51 | 513.61 | 434.25 | 426 |
| 6. berlin52 | 8,181.9 | 7818.3 | 7,542 |
| 7. st70 | 761.68 | 700.33 | 675 |
| 8. pr76 | 130,921 | 109,670 | 108,159 |
| 9. rat99 | 1,369.53 | 1,261 | 1,211 |
| 10. kroa100 | 24,698.39 | 21,627 | 21,282 |

จากตารางที่ 2 พบว่าวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดได้คำตอบที่มีระยะทางสั้นกว่าวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดทั้ง 10 ตัวแบบ โดยวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุดไม่ได้คำตอบที่ดีที่สุดในทุกตัวแบบปัญหา ในขณะที่วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดได้คำตอบที่สั้นที่สุด 1 ตัวแบบ และอีก 9 ตัวแบบปัญหาได้คำตอบที่ระยะทางมากกว่าคำตอบที่ดีที่สุด นอกจากนี้จากตารางจะเห็นว่าเมื่อขนาดของจุดเดินทางที่มากขึ้นระยะทางที่ได้จากทั้งวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุดและอัลกอริทึมแบบประหยัด เมื่อเปรียบเทียบกับระยะทางที่สั้นที่สุดจะมีแนวโน้มที่แตกต่างกันมากขึ้นโดยเฉพาะวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด

## 6. สรุปและอภิปรายผล

การเปรียบเทียบการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายโดยวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดและเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด กับระยะทางที่สั้นที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ร้อยละของระยะทางที่ลดลงจากการเปรียบเทียบระหว่างวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด วิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด และคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละตัวแบบปัญหา

| ตัวแบบปัญหา | ร้อยละของระยะทางที่ลดลง | | |
|---|---|---|---|
| | วิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดเปรียบเทียบกับวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุด | คำตอบที่ดีที่สุดเปรียบเทียบกับวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด | คำตอบที่ดีที่สุดเปรียบเทียบกับวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด |
| 1. burma14 | 3.17 | 3.27 | 0.00 |
| 2. uly16 | 3.66 | 4.26 | 0.45 |
| 3. uly22 | 13.12 | 15.42 | 0.28 |
| 4. att48 | 13.10 | 17.05 | 1.72 |
| 5. eil51 | 15.45 | 20.57 | 1.94 |
| 6. berlin52 | 4.44 | 8.48 | 3.66 |
| 7. st70 | 8.05 | 12.84 | 3.75 |
| 8. pr76 | 16.23 | 21.04 | 1.40 |
| 9. rat99 | 7.92 | 13.09 | 4.13 |
| 10. kroa100 | 12.44 | 16.05 | 1.62 |
| ค่าเฉลี่ย | 9.76 | 13.21 | 1.89 |

จากตารางที่ 3 สรุปได้ว่าวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัดได้ระยะทางที่ดีกว่าวิธีเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดทุกตัวอย่าง โดยมีระยะทางที่น้อยกว่าเฉลี่ยร้อยละ 9.76 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย [3, 6] เมื่อทำการเปรียบเทียบกับคำตอบที่ดีที่สุดของแต่ละตัวแบบปัญหากับแต่ละวิธีพบว่าคำตอบที่ดีที่สุดได้คำตอบที่มีระยะทางสั้นกว่าวิธีเพื่อนบ้านใกล้สุดเฉลี่ยร้อยละ 13.21 ในขณะที่เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด คำตอบที่ดีที่สุดได้คำตอบที่มีระยะทางสั้นกว่าเฉลี่ยร้อยละ 1.89

## 7. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีการใช้ตัวอย่างที่ในการวิเคราะห์ผลน้อยเพียง 10 ตัวอย่าง อาจทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นควรเพิ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์ผลให้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรทำการเปรียบเทียบกับวิธีฮิวริสติกส์อื่นๆ โดยเฉพาะวิธีเมตาฮิวริสติกส์ที่มีความแพร่หลาย เช่น วิธีทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm : GA) วิธีการจำลองการอบเหนียว (Simulated Annealing : SA) วิธีฝูงมด (Ant Colony Optimization : ACO) และวิธีหาค่าเหมาะสมแบบกลุ่มอนุภาค (Particle Swarm Optimization : PSO) เป็นต้น ซึ่งวิธีเมตาฮิวริสติกส์จะช่วยทำให้ได้ค่าที่ดีกว่าวิธีอัลกอริทึมแบบประหยัด [10-11] และช่วยให้ได้คำตอบที่ใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุดมากยิ่งขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

[1] Hoffman, K. L., Padberg, M., & Rinaldi, G. 2013. “Traveling salesman problem”. Encyclopedia of operations research and management science, Vol 1: 1573-1578.

[2] G. Clarke and J.V. Wright. 1964. “Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points”. Operations Research, Vol. 12: 568–581.

[3] ยลพัชร อังกูรสิทธิ์. 2560. “การประยุกต์ใช้วิธีการประหยัด เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะ ในรูปแบบที่มีการรับ และส่งสินค้าพร้อมกัน”. วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ. ปีที่ 6, ฉบับที่ 2: 175-188.

[4] ปฏิพัทธ์ หงษ์สุวรรณ, วิชัย จันทรักษา และสรรวิทย์ เชื้อพิสุทธิ์กุล. การศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งน้ำดื่มจังหวัดสมุทรสงคราม, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม, 2556.

[5] Souban Oudonemexay. การจัดเส้นทางยานพาหนะในการจัดเก็บขยะมูลฝอย ภายในเขตเทศบาลนครไกสอนพมวิหาน แขวงสะหวันนะเขต สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว, คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2564.

[6] ชัยวัฒน์ สุขไมตรี. การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าโดยวิธีมูลค่าประหยัด, คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 2550.

[7] ปัญญวัฒน์ จันทร์ชัยภักดิ์. การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถรับส่งนักเรียน: กรณีศึกษาโรงเรียนประสิทธิ์ศึกษาสงเคราะห์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2561.

[8] นฤมล ไชยโคตร, ภรปภากร อธิชญานันท์, รติรัตน์ กิตติปัญญาพัฒน์ และสิรเดช ชาตินิยม. 2560. “การศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการฮิวริสติกส์ในการจัดการการขนส่งสำหรับโรงงานกรณีศึกษาโรงงานจำหน่ายอุปกรณ์ระบบงานไฟฟ้า”. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ปีที่ 12, ฉบับที่ 2: 168-177.

[9] Panwar, K., & Deep, K. 2021. Transformation operators based grey wolf optimizer for travelling salesman problem. Journal of Computational Science, vol 55: 1-12.

[10] ปารณัท กัญวิมล และ สราวุธ จันทร์สุวรรณ. 2564. “การศึกษาเพื่อจัดเส้นทางเดินรถขนส่งรูปแบบมิลค์รันและการจัดการกำหนดการรับสินค้า กรณีศึกษา การส่งชิ้นส่วนโรงงานประกอบรถยนต์แบบทันเวลาพอดี ABC”. วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน. ปีที่ 9 ฉบับที่ 2: 1-11.

[11] ณัฐณิชา รุ่งโรจน์ชัชวาล, อินทุอร ศรีสว่าง และวนัฐณพงษ์ คงแก้ว. การประยุกต์ใช้ปัญหาการจัดเส้นทางการเดินรถสำหรับการเก็บขนขยะมูลฝอย กรณีศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน. ปีที่ 4 ฉบับที่ 2: 18-31.

# การจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา ร้านวรศิลป์วัสดุ

# Inventory Management: A Case Study of Worasin Building Materials Store

มาลัย จันแปงเงิน[1] พิมลรัตน์ หมั่นพัฒนาการ[1] จักรกฤษณ์ จันทร์บาล[1] นคร ไชยวงค์ศักดา[1] เสกสรรค์ วินยางค์กูล[1]
สุภาพร คำเตจา[1] ชยากร พุทธกำเนิด[1] ธีรวัชร แก้วเปี้ย[1] วิภพ ใจแข็ง[1]และ ประเวช อนันเอื้อ[1*]
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Malai Janpangngoen[1] Phimonrat Manphattanakarn[1] Chakkrikrit Chanban[1] Nakorn Chaiwongsakda[1]
Seksan Winyangkul[1] Supaporn Kamtaeja [1] Chayakorn puttakamnerd[1] Teerawat Kaewpia[1] Wipob Jaikang[1]
and Prawet Anan-aue [1*]
[1]Faculty of Industrial Technology, Chiang Rai Rajabhat University

E-mail: prawet.ana@crru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง โดยเน้นการสั่งซื้อสินค้าในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดต้นทุน และลดความคลาดเคลื่อนในการคาดการณ์ปริมาณความต้องการสินค้า ขั้นตอนการศึกษาเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลการสั่งซื้อและการขายในปี พ.ศ. 2565 และนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการจำแนกกลุ่มสินค้าตามความสำคัญ (ABC Classification) เพื่อจัดกลุ่มสินค้าออกเป็น 3 ระดับความสำคัญ จากนั้นจึงเลือกศึกษาสินค้ากลุ่ม A ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีมูลค่าหรือความสำคัญสูงสุด ต่อมาได้นำวิธีการพยากรณ์แบบถัวเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) มาใช้ในการคาดการณ์ปริมาณความต้องการในอนาคต และคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมโดยวิธีการประมาณแบบ Fixed Heuristic และกำหนดระดับสินค้าคงคลังเผื่อความปลอดภัย (Safety Stock) เพื่อให้สามารถวางแผนการจัดซื้อและจัดเก็บสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาพบว่า สินค้ากลุ่ม A มีจำนวน 20 รายการ จากสินค้าทั้งหมด 95 รายการ และมีต้นทุนรวมในการจัดการสินค้าคงคลังประมาณ 109,466.51 บาทต่อปีแสดงให้เห็นว่า การนำหลักการวิเคราะห์และเทคนิคทางสถิติมาใช้ในการบริหารสินค้าคงคลังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และส่งเสริมการวางแผนที่แม่นยำมากยิ่งขึ้น

**คำสำคัญ:** การจัดการสินค้าคงคลัง การแบ่งกลุ่มสินค้าตามความสำคัญ ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด วิธีการประมาณ Fixed EOQ

## Abstract

This research aims to enhance the efficiency of inventory management by focusing on ordering the appropriate quantity of products to reduce costs and minimize forecasting errors. The study began with collecting purchase and sales data from 2022 and analyzing product importance using the ABC Classification method to classify inventory items into three levels of priority. Group A products, which are the most critical, were selected for further study. The moving average method was used to forecast future product demand. The Fixed EOQ Heuristic was then applied to determine the optimal ordering quantity and calculating the appropriate safety stock level to ensure effective purchasing and storage planning. The results indicated that Group A consisted of 20 out of 95 total products and implementing the improved inventory control with total inventory costs by approximately

109,466.51 baht per year. The findings demonstrate that applying analytical and statistical methods to inventory management can significantly improve operational efficiency, reduce costs, and enhance planning accuracy.

**Keywords**: Inventory Management, ABC Classification, Economic Order Quantity (EOQ), Fixed EOQ Heuristic

## 1. บทนำ

สินค้าคงคลังเป็นองค์ประกอบสำคัญในระบบโลจิสติกส์และการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งมีหน้าที่ในการเก็บรักษาสินค้าระหว่างกระบวนการผลิต สั่งซื้อ และจำหน่าย เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ การบริหารจัดการคลังสินค้าอย่างไม่เป็นระบบ ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการให้บริการ ต้นทุนที่เพิ่มขึ้น และการสูญเสียโอกาสในการดำเนินธุรกิจ สินค้าคงคลังจัดเป็นสินทรัพย์หมุนเวียนที่มีบทบาทสำคัญในการดำเนินธุรกิจ หากมีปริมาณมากเกินความจำเป็นจะทำให้เกิดต้นทุนในการจัดเก็บ ขณะที่หากมีปริมาณไม่เพียงพอจะส่งผลให้ไม่สามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อได้ทันที และอาจทำให้ธุรกิจหยุดชะงัก

ร้านวรศิลป์วัสดุ ตั้งอยู่ที่ตำบลยางฮอม อำเภอขุนตาล จังหวัดเชียงราย ซึ่งจำหน่ายสีทาบ้านและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งสิ้น 95 รายการ ได้แก่ สีทาบ้าน 49 รายการ ทินเนอร์ 12 รายการ น้ำยา 7 รายการ และอุปกรณ์ทาสี 27 รายการ จากการเก็บข้อมูลพบว่าระบบบริหารสินค้าคงคลังในปัจจุบันยังไม่มีการใช้หลักการในการจัดการสินค้าคงคลังใช้กำหนดปริมาณการสั่งซื้อ โดยอาศัยเพียงการประเมินจากปริมาณสินค้าที่เหลืออยู่ หากยังเหลือมากกว่า 30% จะยังไม่ดำเนินการสั่งซื้อ ซึ่งส่งผลให้บางช่วงเวลามีสินค้าไม่เพียงพอ และบางช่วงมีสินค้าค้างสต๊อกนานจนเกิดความเสียหาย จากปัญหาดังกล่าว จึงมีความจำเป็นในการพัฒนาระบบบริหารสินค้าคงคลังให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มความสามารถในการให้บริการ ลดความสูญเสีย และใช้ทรัพยากรของกิจการให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีเป้าหมายในการปรับปรุงกระบวนการจัดการสินค้าคงคลัง ด้วยการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการขายในอดีต เพื่อวางแผนการสั่งซื้อที่เหมาะสม ในการศึกษานี้กำหนดให้ความต้องการของสินค้าในอนาคตมีลักษณะไม่แน่นอน (Probabilistic Demand)

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้เพื่อปรุงประสิทธิภาพในด้านการจัดการสินค้าคงคลังของร้าน วรศิลป์วัสดุ ขอบเขตของการศึกษาในครั้งนี้จะจำกัดอยู่เฉพาะสินค้าประเภทสีทาบ้านและอุปกรณ์ทาสีบ้านเท่านั้น โดยทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2566 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2567 และวางแผนการจัดการสินค้าคงคลังในอนาคตออกไปเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

## 2. ทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การจัดการสินค้าคงคลัง

หลักการในการจัดการสินค้าคงคลังคือกระบวนการในการตัดสินใจเพื่อพิจารณาว่าจะทำการสั่งซื้อสินค้าในปริมาณเท่าไหร่และเมื่อไหร่เพื่อให้ต้นทุนในการจัดการสินค้าคงคลังซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) ต้นทุนในการถือครอง (Carrying Cost) และต้นทุนเนื่องจากของขาด (Shortage Cost) ตลอดจนรักษาระดับการให้บริการ (Service Level) ให้มีความเหมาะสม ในการจัดการสินค้าคงคลังในกรณีที่คลังสินค้าที่รายการสินค้า (Stock Keeping Units) จำนวนมาก อาจจะมีการแยกแยะสินค้าที่มีความสำคัญเพื่อนำมาจัดการอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ ABC Classification การจัดการสินค้าคงคลังคือการวางแผนสินค้าเพื่อตอบสนองความต้องการในอนาคต ดังนั้นจึงต้องมีการคาดการณ์ความต้องการในอนาคตโดยใช้เทคนิคในการพยากรณ์ (Forecasting Techniques) โดยต้องพิจารณาตัวแบบในการพยากรณ์ที่เหมาะสม เมื่อได้แผนความต้องการของสินค้าแล้วต้องพิจารณาว่าลักษณะความต้องการมีความแน่นอน (Deterministic Demand) หรือมีความไม่แน่นอน (Probabilistic Demand) และรูปแบบการกระจายตัวความต้องการว่าเป็นรูปแบบคงที่ (Constant Demand Pattern) หรือมีความผันแปรในแต่ละช่วงเวลา (Time Varying Demand Pattern) ซึ่งจะใช้ในการหาขนาดการสั่งซื้อในแต่ละครั้งที่เหมาะสม (Economic Lot Sizing) โดยถ้ารูปแบบการกระจายตัวความต้องการเป็นรูปแบบคงที่ (Constant Demand Pattern) ก็สามารถใช้ตัวแบบขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity) แต่ถ้าความต้องการมีความผันแปรในแต่ละช่วงเวลา (Time Varying Demand Pattern) ก็จะเป็นข้อจำกัดของตัวแบบ

ขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด ซึ่งก็ต้องใช้วิธีการประมาณ (Heuristic) และการคัดเลือกวิธีการประมาณที่เหมาะสมจะใช้สัมประสิทธิ์ความผันแปร (Coefficient of Variability) โดยค่า $VC = \sigma / \mu$

เป็นแนวทางในการเลือกวิธีการประมาณ และถ้าลักษณะความต้องการมีความไม่แน่นอน (Probabilistic Demand) ก็ต้องวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าผิดพลาดในการพยากรณ์ความต้องการในระยะเวลานำ ($\sigma_L$) เพื่อนำไปกำหนดสินค้าคงคลังเผื่อความปลอดภัย (Safety Stock) ที่เหมาะสม

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

### 3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมโดยผู้ทำวิจัยเองโดยใช้เครื่องมือใน การศึกษา คือ การสัมภาษณ์ การขอข้อมูลปริมาณการจัดเก็บสินค้า ต้นทุน และปริมาณการขายสินค้า

3.1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การจัดกลุ่มสินค้าตามความสำคัญ (ABC Classification) สมมติฐานของต้นทุนการจัดการสินค้าคงคลัง การพยากรณ์ความต้องการขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ: Economic Order Quantity) การคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความผิดพลาดในการพยากรณ์ในระยะเวลานำ การหาระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock)

### 3.3 วิธีดำเนินงานวิจัย

เก็บข้อมูลการสั่งซื้อ-ขายสินค้าตามผลิตภัณฑ์มาจัดกลุ่มแยกตามความสำคัญ หาต้นทุนในการจัดการสินค้าคงคลัง เก็บข้อมูลความต้องการของลูกค้าเพื่อนำมาพยากรณ์และเปรียบเทียบความต้องการที่เกิดขึ้นจริงกับค่าพยากรณ์เพื่อวัดประสิทธิภาพในการพยากรณ์เพื่อเลือกตัวแบบในการพยากรณ์ และเมื่อได้แผนความต้องการของสินค้าหาขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดและคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าผิดพลาดของการพยากรณ์ความต้องการในระยะเวลานำเพื่อนำมากำหนดระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) เหมาะสม และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดการสินค้าคงคลังแบบเดิมกับแบบที่นำเสนอ

### 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลดังนี้ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสอบถามเก็บบันทึกข้อมูลจากฝ่ายขาย ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการขายของของทางร้านวรศิลป์วัสดุ

### 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการจัดการสินค้าคงคลัง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา โดยรวบรวมข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่ได้จากการ สัมภาษณ์และนำมาวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบกับแนวคิดระบบการจัดการเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง (Inventory Management System) แนวคิดการกำหนดสินค้าที่มีเพื่อไว้ว่ามีความแตกต่างกัน อย่างไร ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการจัดการสินค้าคงคลังตามวิธีของ ร้านวรศิลป์วัสดุ เป็นอย่างไร และ แนวทางการปรับปรุงแก้ไขควรเป็นอย่างไร

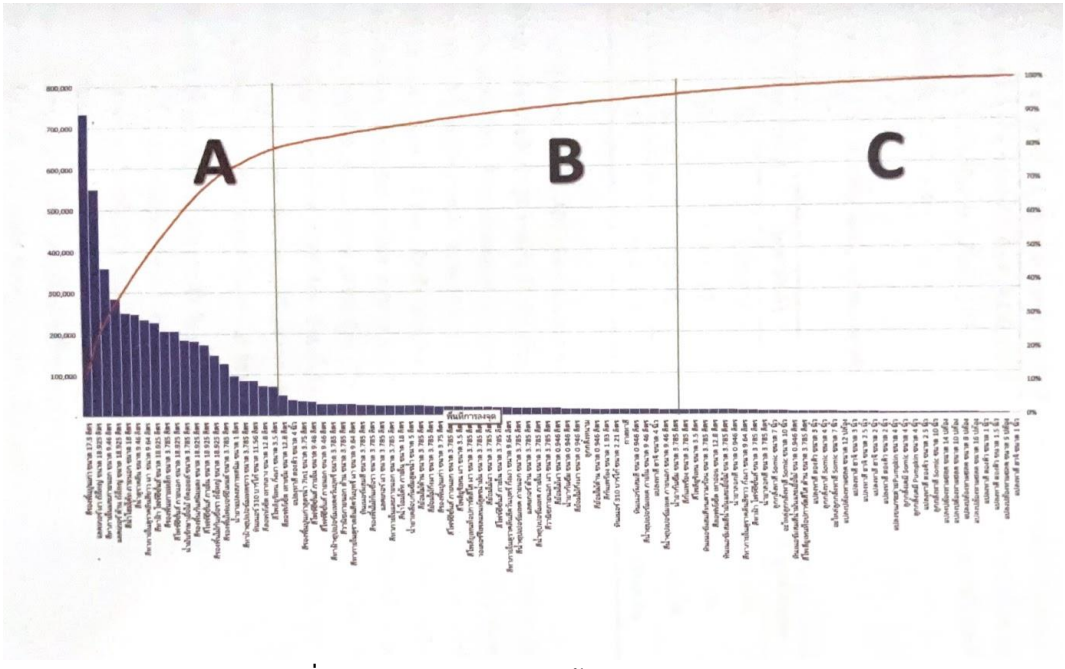
3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นการประมวลผลและสรุปผลข้อมูลที่ได้จากการเก็บ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าคงคลังของ ร้านวรศิลป์วัสดุ มาช่วยในการตัดสินใจโดยเน้นให้มีการจัดการสินค้าคงคลังที่เป็นระบบ

## 4. ผลการวิจัย

ในการเก็บข้อมูลการขายในอดีตโดยใช้ของข้อมูลปี 2565 เพื่อทำการจัดกลุ่มสินค้าคามความสำคัญ (ABC Classification) เพื่อแยกแยะสินค้าในกลุ่มที่มีความสำคัญที่สุดมาทำการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ

ตาราง 4.1 จำแนกสินค้าออกเป็นกลุ่มตามหลัก ABC Classification

| ลำดับ | รายการสินค้า | % รายการสะสม | ราคาขายต่อหน่วย (บาท) | จำนวนสินค้าที่ขาย (หน่วย/ปี) | มูลค่าสินค้า (บาท/ปี) | % มูลค่าสินค้า | % มูลค่าสะสม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | สีรองพื้นปูนเก่า ขนาด 17.5 ลิตร | 1.05% | 1,896 | 387 | 733,752 | 13.01% | 13.01% |
| 2. | แลคเกอร์ เงา ถังใหญ่ ขนาด 18.925 ลิตร | 2.11% | 4,265 | 129 | 550,185 | 9.75% | 22.76% |
| 3. | สีทาภายในและภายนอก ขนาด 9.46 ลิตร | 3.16% | 1,560 | 230 | 358,800 | 6.36% | 29.12% |
| .. | ..... | .. | .. | .. | .. | .. | .. |
| 95 | แปลงทาสี ฮาจิ ขนาด 1นิ้ว | 100% | 25 | 49 | 1,225 | 0.02% | 100.00% |
| | **รวม** | | **79,447** | **6,393** | **5,641,128** | **100.00%** | **100.00%** |




**รูปที่ 2** การจำแนกประเภทสินค้าแบบ ABC Classification

ผลการจากการวิเคราะห์ ABC Classification แสดงตามผลในตาราง 4.3 โดยสินค้ากลุ่ม A มีเพียง 20 รายการ คิดเป็น 21% แต่มีมูลค่า (ต้นทุน) ประมาณ 80% ของสินค้าที่จำหน่ายทั้งหมด

ตาราง 4.2 ตารางการจำแนกแบ่งประเภทสินค้า

| กลุ่ม | จำนวนรายการ | มูลค่าสินค้า | % ของมูลค่าสินค้า | % มูลค่าสะสม |
|---|---|---|---|---|
| A | 20 | 4,538,213 | 80.45% | 80.45% |
| B | 41 | 876,145 | 15.53% | 95.98% |
| C | 34 | 226,770 | 4.02% | 100.00% |
| **รวม** | **95** | **5,641,128** | **100.00%** | **100.00%** |

**4.1 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการ**

กรณีศึกษาครั้งนี้จะใช้การพยากรณ์ 3 วิธีเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดเพื่อที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์ ได้แก่

1. Moving Average
2. Weighted Moving Average
3. Exponential smoothing

โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2566 (ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 4 เดือน ) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบในการพยากรณ์ทั้ง 3 แบบ ผลเป็นดังนี้

ตาราง 4.3 การพยากรณ์ด้วยวิธีการ Moving Average ช่วงเวลาที่ใช้คือ 4 สัปดาห์ โดยใช้ค่าความต้องการในอดีตของ 1 กันยายน ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2566 (16 สัปดาห์ )

| เดือน | สัปดาห์ที่ | Time Period | ความต้องการ | ค่าพยากรณ์ (4 สัปดาห์) |
|---|---|---|---|---|
| **กันยายน** | 1 | 1 | 4 | - |
| | .. | .. | .. | .. |
| | 4 | 4 | 2 | - |
| **ตุลาคม** | 1 | 5 | 10 | 7 |
| | .. | 13 | 1 | 9 |
| **ธันวาคม** | 1 | 13 | 1 | 9 |
| | .. | .. | .. | .. |
| | 4 | 16 | 2 | 11 |
| | **MAPE** | | | **17%** |

ตาราง 4.4 การพยากรณ์ด้วยวิธีการ Weighted moving average โดยใช้ค่าความต้องการในอดีตของ 1 กันยายน ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2566 (16 สัปดาห์)

| เดือน | สัปดาห์ที่ | Time Period | ความต้องการ | ค่าพยากรณ์ (4 สัปดาห์) |
|---|---|---|---|---|
| กันยายน | 1 | 1 | 4 | - |
| | .. | .. | .. | .. |
| | 4 | 4 | 2 | - |
| ตุลาคม | 1 | 5 | 10 | 7 |
| | .. | .. | .. | .. |
| ธันวาคม | 1 | 13 | 1 | 9 |
| | .. | .. | .. | .. |
| | 4 | 16 | 2 | 11 |
| | **MAPE** | | | **22%** |

ตาราง 4.5 การพยากรณ์ด้วยวิธีการ Exponential smoothing โดยกำหนดค่า alpha=1 โดยใช้ค่าความต้องการในอดีตของ 1 กันยายน ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2565 (16 สัปดาห์)

| เดือน | สัปดาห์ที่ | Time Period | ความต้องการ | ค่าพยากรณ์ (4 สัปดาห์) |
|---|---|---|---|---|
| กันยายน | 1 | 1 | 4 | 4 |
| | .. | .. | .. | .. |
| | 4 | 4 | 2 | 9 |
| ตุลาคม | 1 | 5 | 10 | 2 |
| | .. | .. | .. | .. |
| ธันวาคม | 1 | 13 | 1 | 21 |
| | .. | .. | .. | .. |
| | 4 | 16 | 2 | 18 |
| | **MAPE** | | | **34%** |

เมื่อได้ตัวแบบในการพยากรณ์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการพยากรณ์เพื่อหาความต้องการของสีรองพื้นปูนเก่า ขนาด 17.5 ลิตร ซึ่งเป็นตัวอย่างของสินค้าในกลุ่ม A เป็นดังต่อไปนี้

ตาราง 4.6 แสดงการพยากรณ์ความต้องการของเดือน มกราคม-มีนาคม 2566 ของตัวอย่างสินค้าในกลุ่ม A

| **เดือน** | **มกราคม** | | | | **กุมภาพันธ์** | | | | **มีนาคม** | | | | **รวม** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **สัปดาห์ที่** | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| **ความต้องการ** | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 95 |

การตรวจสอบข้อจำกัดของการใช้ตัวแบบปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) ข้อจำกัดของการใช้ตัวแบบปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) ที่สามารถใช้ได้เมื่อความต้องการสินค้ามีลักษณะคงที่สม่ำเสมอ ซึ่งพิจารณาว่าความต้องการมี ความแน่นอนและคงที่เพียงพอที่จะใช้ตัวแบบปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) หรือไม่ โดยวใช้การวัดสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Variability Coefficient: VC) โดยค่า VC = $\sigma / \mu$

การพิจารณาว่า EOQ จะมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ได้ต่อเมื่อ

1) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (VC) ที่คำนวณได้ มีค่าน้อยกว่า 0.2 แสดงว่าระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะคงที่ สามารถใช้ EOQ ในการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อได้

2) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (VC) ที่คำนวณได้ มีค่ามากกว่า 0.2 แสดงว่าระดับความต้องการสินค้ามีลักษณะไม่คงที่ ควรใช้วิธีการประมาณ (Heuristics) ในการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อ

การหาสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของปริมาณความต้องการของสีรองพื้นปูนเก่า ขนาด 17.5 ลิตร พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.02 จึงพิจารณาใช้วิธีการประมาณแบบ Fixed EOQ

และการวิเคราะห์องค์ประกอบต้นทุนสินค้าคงคลังของสีรองพื้นปูนเก่า ขนาด 17.5 ลิตร (ตัวอย่างสินค้าในกลุ่ม A) ประกอบด้วย

1. ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย (V) เท่ากับ ราคาสินค้าต่อหน่อยสีรองพื้นปูนเก่า ขนาด 17.5 ลิตร 1896 บาท/ถัง

2. ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ (Ordering cost) ค่าขนส่ง-น้ำมัน 300 บาท/รอบ รวมค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ 300 รอบ

3. ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Holding cost) ประกอบด้วยค่าจ้างพนักงานดูแลคลังสินค้า 75,600 / ปี มูลค่าสินค้าคงคลังรวม 5,641,128 บาทอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ (MLR) เท่ากับ 4 % ต่อปี

ดังนั้นต้นทุนในการเก็บรักษา เท่ากับ 0.13 เปอร์เซ็นต์ต่อปี รวมกับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ 4 เปอร์เซ็นต์ต่อปีหรือเท่ากับ 4.13 เปอร์เซ็นต์ต่อปี หรือคิดเป็นอัตราดอกเบี้ย 0.00263 เปอร์เซ็นต์ต่อสัปดาห์

การคำนวณค่า Fixed EOQ

**วิเคราะห์การสั่งซื้อที่ประหยัด**

**วิธีการสั่งซื้อที่ประหยัดโดยวิธีการ** *Fixed EOQ*

$$Q = \sqrt{\frac{2A\bar{D}}{vr}}$$

$Q = 31$ ถัง

โดยการคำนวณขนาดการสั่งซื้อในแต่ละครั้ง จะหาความต้องการสะสมของคาบเวลาที่มีค่าใกล้เคียงกับค่า Fixed EOQ ที่คำนวณได้

ตาราง 4.7 แผนการสั่งซื้อ สีรองพื้นปูนเก่า ขนาด 17.5 ลิตร มกราคม-มีนาคม 2566

| สัปดาห์ที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สินค้าต้นงวด | - | 24 | 16 | 7 | 0 | 24 | 16 | 8 | 0 | 24 | 16 | 8 |
| ปริมาณสั่งซื้อ | 31 | - | - | - | 32 | - | - | - | 32 | - | - | - |
| ความต้องการ | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| SS | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 24 | 16 | 7 | 0 | 24 | 16 | 8 | 0 | 24 | 16 | 8 | 0 |

จำนวนรอบในการสั่งซื้อ = 3 ครั้ง

จำนวนสินค้าคงคลัง = 143 ถัง

สินค้าคงคลังเพื่อความปอดภัย = 24

ตัวอย่างการวิเคราะห์หาสินค้าคงคลังเพื่อความปอดภัยของ สีรองพื้นปูนเก่า ขนาด 17.5 ลิตร โดยต้องทำการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าผิดพลาดการพยากรณ์ความต้องการในระยะเวลานำ

| ความต้องการจริง (Di) | ความต้องการในระยะเวลานำ | $ei$ | $(e_i - \bar{e})^2$ |
|---|---|---|---|
| 2 | 7 | -5 | 15.37 |
| 6 | 8 | -2 | 0.85 |
| 8 | 9 | -1 | 0.01 |
| 5 | 7 | -2 | 0.85 |
| 14 | 8 | 6 | 50.13 |
| 3 | 8 | -5 | 15.37 |
| 6 | 8 | -2 | 0.85 |
| 8 | 8 | 0 | 1.17 |
| 9 | 8 | 1 | 4.33 |
| 10 | 8 | 2 | 9.49 |
| 7 | 8 | -1 | 0.01 |
| 4 | 8 | -4 | 8.53 |
| ผลรวม | | -13 | 106.96 |
| ค่าเฉลี่ย | | -1.08 | |

จะได้ $\sigma_L = \sqrt{\frac{106.96}{11}}$

= 3.12

การหาค่า k (ค่า safety factor) ถ้าสินค้าขาดมือหรือไม่มีเพียงพอที่จะใช้ในการผลิต อาจจะเกิดการขนส่งที่ล่าช้าหรือสาเหตุอื่น ๆ ที่จะ ท่าให้ธุรกิจเสียหาย จากการว่างงานของลูกจ้าง คิดเป็น 300 บาทต่อวัน

โดย ขั้นตอนที่ 1 จำนวนค่าการขนาดการสั่งซื้อเฉลี่ย = 31 ถัง/ครั้ง

$B_2$ =ความเสียหายต่อหน่วย/ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย

มูลค่าความเสียหายต่อหน่วย = 70

ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย = 1,896

จากสมการ $Q_r / DB_2 < ?$

=31+0.0026/7.92+0.037

= 0.2782 < 1

$P_u(k) = 0.2782$

k = 0.59|

จะได้ค่า k = 0.59

ขั้นตอนที่ 2 จากสมการ SS = $k\sigma_L$

$\sigma_L$ = 3.12

k= 0.59

จะได้ SS = 0.59x3.12 = 1.8

ดังนั้น ปริมาณสินค้าต้องสำรองไว้อยู่ที่ 2 ถัง

ขั้นตอนที่ 3 หาจุดสั่งซื้อใหม่ (Re-Order Point , ROP)

R = จุดสั่งซื้อใหม่

D = อัตราความต้องการสินค้าคงคลัง

LT = เวลานำ (เวลา)

SS = Safety stock

โดยร้านวรศิลป์วัสดุก่อสร้างได้ทำการสั่งซื้อจากทางบริษัทใหญ่แล้วใช้ระยะเวลาขนส่งรวม 3 วัน และได้ทำการหยุดทำการขาทุก ๆ วันอาทิตย์ หรือ แล้วแต่วันที่จะหยุดรวมวันหยุดทั้งสิ้น 52 วัน

เมื่อเวลารอคอย (LT) = 3 วัน

จะได้ อัตราความต้องการสินค้าคงคลัง (D) =95/12= 7.92/7 = 1.13 ถัง/วัน

จากการ ROP = D x LT + SS

ROP = (1.13 x 3) + 2

ROP = 5.39

ดังนั้น จุดสั่งซื้อใหม่หรือรอบการสั่งซื้อใหม่ของร้านจะทำการสั่งซื้อเมื่อระดับสินค้าในสต็อกเหลือ 5 ถัง จึงจะพอในระหว่างที่รอคอยสินค้าที่ทำการสั่ง

สรุปต้นทุนการจัดการสินค้าคงคลังประกอบด้วย

ได้นำข้อมูลจากตาราง4.7 มาคำนวณหาต้นทุนรวมคำนวณหาต้นทุนรวม

จะได้ ต้นทุนการสั่งซื้อรวม = รอบการสั่งซื้อ x ต้นทุนการสั่งซื้อ

= 3 x 1,896

= 5,688 บาท

ต้นทุนในการถือครองรวม = (สินค้าคงคลัง + Safety stock) x ราคาสินค้า x อัตราการถือครองสินค้า

= (143+24) x 1,896 x 0.00263

= 832.74 บาท

ดังนั้น ต้นทุนรวมในการจัดการสินค้าคงคลัง สีรองพื้นปูนเก่า ขนาด 17.5 ลิตร คือ 6,520.74 บาท

## 5. สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผล การศึกษานี้ได้นำข้อมูลสินค้าจำนวน 95 รายการมาวิเคราะห์ด้วยวิธี ABC Classification พบว่าสินค้ากลุ่ม A มีมูลค่าสูงที่สุดจึงเลือกมาศึกษา โดยใช้วิธีพยากรณ์ 3 วิธี และพบว่า Moving Average แบบ 4 สัปดาห์ มีความแม่นยำสูงสุด จากนั้นจึงคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด โดยวิธีประมาณแบบ Fixed EOQ คำนวณสินค้าคงคลังเผื่อความปลอดภัย (Safety Stock) จุดสั่งซื้อใหม่ (ROP) ได้ต้นทุนรวมในการจัดการสินค้าคงคลังช่วง 3 เดือน เท่ากับ 109,466.51 บาท เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจของผู้ประกอบการเพื่อเพิ่มศักยภาพและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานที่มีลักษณะเดียวกัน

5.2 อภิปรายผล การวางแผนจัดการสินค้าคงคลังของร้านวรศิลป์วัสดุใช้ข้อมูลยอดขายช่วง ก.ย.–ธ.ค. 2565 เพื่อวิเคราะห์ความต้องการสินค้าในช่วง ม.ค.–มี.ค. 2566 โดยแบ่งกลุ่มสินค้าตามความสำคัญ และเลือกกลุ่ม A มาคำนวณหาขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด พบว่าสินค้าคงคลังกลุ่ม A คือกลุ่มที่มีมูลค่าสูง 20 % แรกมีมูลค่าถึง 80% ของมูลค่าทั้งหมด ซึ่งปกติทั่วไปจะมีมูลค่าประมาณ 50% ของมูลค่าทั้งหมด ซึ่งการจัดการสินค้าคงคลังในกรณีร้านวรศิลป์วัสดุสามารถจัดการได้ง่ายกว่ากรณีทั่วไป

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาสินค้ากลุ่ม B และ C เพิ่มเติมเพื่อประหยัดต้นทุนรวม

2. ควรทบทวนความแม่นยำของการพยากรณ์เพื่อลดความผิดพลาดในการพยากรณ์ ซึ่งจะทำให้มีสินค้าคงคลังเผื่อความปลอดภัยน้อยลง

## เอกสารอ้างอิง

[1] Edward A. Silver, David F. Pyke and Rein Peterson. (1998). Inventory Management and Production Planning and Scheduling 3th Edition. John Wiley & Son, Inc.

[2] ฆนกรณ์ อนุพันธ์. (2564). การปรับปรุงการจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษา ร้านนทีทองวัสดุก่อสร้าง (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.

[3] พงษ์ดนัย คำแสน. (2542). การประยุกต์ใช้ระบบเอบีซีในการควบคุมคุณภาพคงคลังของสถานบริการสุขภาพพิเศษ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. คลังปัญญาออนไลน์ มช.

# การพัฒนาสื่อประกอบการเรียน 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือ โดยใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส

# Development of 3D Learning Media for Northern Musical Instruments using metaverse technology

นครินทร์ ปาระมี[1] ภานุพันธ์ จิตคำ[2] และ คมกฤช จิระบุตร[3]
[1]คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Nakharin Parami[1] Panuphan Jitkham[2] and Khomkrit Jiraboot[3]
[1] Faculty of Digital Technology, Chiang Rai Rajabhat University

E-mail: 631768027@crru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะเครื่องดนตรีภาคเหนือ 2) เพื่อออกแบบสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้เทคโนโลยี metaverse spatial.io 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจการออกแบบสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เพื่ออนุรักษ์และให้ความรู้เครื่องดนตรีภาคเหนือใช้เทคโนโลยี metaverse spatial.io โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย และ กลุ่มชมรมดนตรีล้านนา จำนวน 100 คน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจแบบ (Purposive Sampling) คือ วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ดุลพินิจในการคัดเลือกบุคคลหรือกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา การเลือกแบบสุ่ม โดยอ้างอิงจาก Krejcie & Morgan

ผลการวิจัยพบว่า การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อ สื่อประกอบการเรียน 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส โดยรวมพบว่าอยู่ในระดับ "มากที่สุด" ($\bar{X}$ = 4.58) โดยพิจารณาจาก 4 ด้าน ได้แก่ ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 4.62) การใช้งานและประสบการณ์ของผู้เรียน ($\bar{X}$ = 4.60) ความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส ($\bar{X}$ = 4.54) และความเข้าใจในเนื้อหาด้านดนตรีภาคเหนือ ($\bar{X}$ = 4.54) ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** โมเดล 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือ สื่อการเรียนรู้ เมตาเวิร์ส

## Abstract

This research aimed to 1) study and analyze the characteristics of northern musical instruments 2) design 3D learning media of northern musical instruments using metaverse spatial.io technology 3) assess the satisfaction of designing 3D learning media to conserve and provide knowledge of northern musical instruments using metaverse spatial.io technology. The sample group was 100 high school students and Lanna music clubs using the satisfaction assessment form (Purposive Sampling), which is a method of selecting samples in which the researcher uses discretion to select individuals or groups with specific characteristics that are consistent with the objectives of the study instead of random selection, referring to Krejcie & Morgan.

The research results found that the satisfaction assessment of the sample group towards the 3D learning media on northern musical instruments using metaverse technology was found to be at the "highest" level overall ($\bar{X}$ = 4.58), considering 4 aspects: satisfaction with learning media ($\bar{X}$ = 4.62), learner use and experience ($\bar{X}$ = 4.60),

appropriateness of using metaverse technology ($\bar{x}$ = 4.54), and understanding of northern music content ($\bar{x}$ = 4.54), respectively.

**Keywords:** 3D models, Northern musical instruments, learning media, metaverse

## 1. บทนำ

ในยุคปัจจุบัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีดิจิทัลส่งผลให้วิธีการเรียนรู้และการอนุรักษ์วัฒนธรรมได้รับการปรับเปลี่ยนอย่างมีนัยสำคัญ การนำเทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส (Metaverse) มาใช้เพื่อการศึกษาและการอนุรักษ์วัฒนธรรมท้องถิ่นได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในประเทศไทย ซึ่งมีมรดกทางวัฒนธรรมที่หลากหลายและทรงคุณค่า หนึ่งในนั้นคือ "เครื่องดนตรีภาคเหนือ" หรือที่รู้จักกันในนามเครื่องดนตรีล้านนา ซึ่งเป็นตัวแทนสำคัญของศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นที่สะท้อนถึงความเชื่อ วิถีชีวิต และเอกลักษณ์ทางดนตรีของภาคเหนือด้วยกระแสโลกาภิวัตน์และการเปลี่ยนแปลงของค่านิยมในสังคมปัจจุบัน เครื่องดนตรีล้านนาเริ่มเลือนหายไปจากความสนใจของคนรุ่นใหม่ ชี้ให้เห็นว่า แม้ยังคงมีผู้คนที่สนใจในดนตรีล้านนา แต่การเข้าถึงข้อมูลและประสบการณ์เกี่ยวกับเครื่องดนตรีเหล่านี้กลับมีข้อจำกัด เช่น การขาดแคลนสื่อการเรียนรู้ที่ทันสมัยและน่าสนใจ อีกทั้งเครื่องดนตรีดั้งเดิมที่ทำจากวัสดุธรรมชาติยังเสี่ยงต่อการเสื่อมสลายตามกาลเวลาและการใช้งาน การอนุรักษ์ในรูปแบบดิจิทัลจึงเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยลดปัญหาดังกล่าว

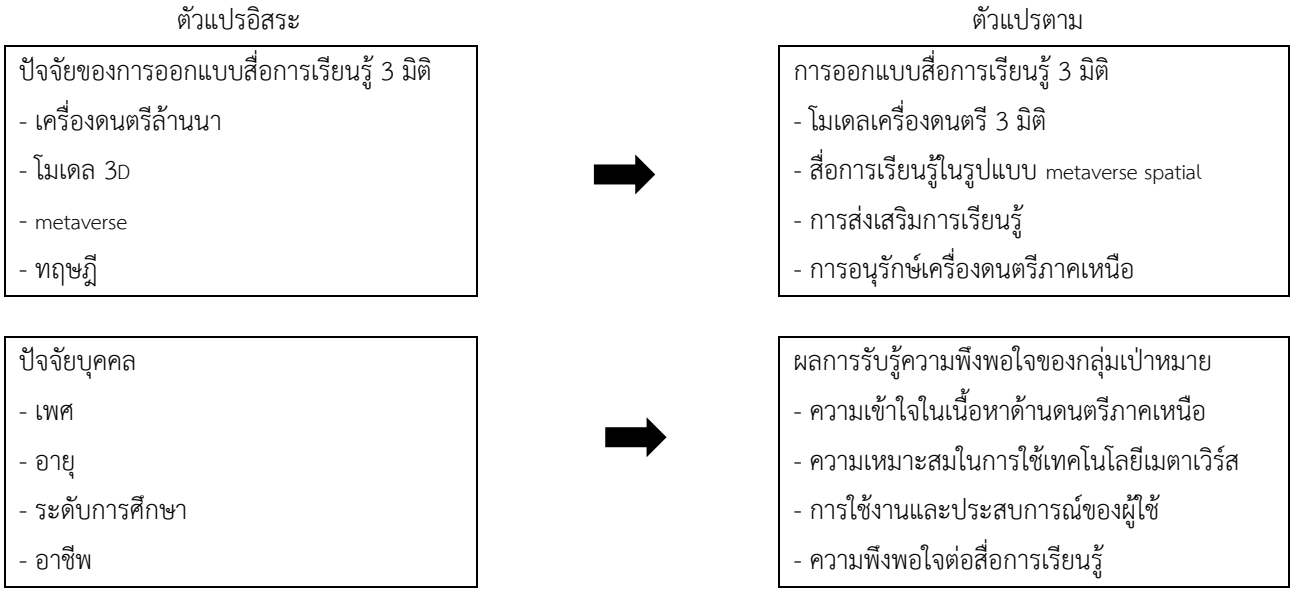
การพัฒนาสื่อประกอบการเรียน 3 มิติสำหรับเครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส ถือเป็นนวัตกรรมที่ช่วยเชื่อมโยงระหว่างมรดกทางวัฒนธรรมกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ระบุว่า การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) และความเป็นจริงเสมือน (VR) ในการออกแบบสื่อการเรียนรู้ช่วยเพิ่มความสนใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนสามารถสัมผัสประสบการณ์ที่สมจริงจากการสำรวจเครื่องดนตรีในรูปแบบ 3 มิติ พร้อมเสียงบรรเลงเพลงและการหมุนดูในทุกมุมมอง

ดังนั้น การพัฒนาสื่อประกอบการเรียนรู้ 3 มิติของเครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์สจึงมีศักยภาพในการช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมของประเทศไทยได้อย่างยั่งยืน ไม่เพียงแต่จะช่วยเพิ่มความสนใจในเครื่องดนตรีล้านนาแก่คนรุ่นใหม่ แต่ยังช่วยเสริมสร้างความภาคภูมิใจในมรดกทางวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ของชาติ

## 2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะ เครื่องดนตรีภาคเหนือ
2. เพื่อออกแบบสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้เทคโนโลยี metaverse spatial.io
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจการออกแบบสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เพื่ออนุรักษ์และให้ความรู้เครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้เทคโนโลยี metaverse spatial.io

## 3. กรอบแนวคิดการวิจัย




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดการวิจัย

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

### 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ระดับชั้น ม.4 - ม.6 โรงเรียนแม่จันวิทยาคม ในจังหวัดเชียงราย
2. กลุ่มชมรมดนตรีล้านนา ในอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องดนตรีภาคเหนือ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ระดับชั้น ม.4 - ม.6 โรงเรียนแม่จันวิทยาคม ในจังหวัดเชียงราย และ กลุ่มในอำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย จำนวน 100 คน โดยมีกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ดุลพินิจในการคัดเลือกบุคคลหรือกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา แทนที่จะเลือกแบบสุ่ม โดยอ้างอิงจาก Krejcie & Morgan

### 4.2 เครื่องมือการวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้เทคโนโลยี metaverse spatial.io
2. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้เทคโนโลยี metaverse spatial.io

### 4.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1.1 ศึกษาประวัติและความสำคัญของเครื่องดนตรีภาคเหนือ

1.2 ศึกษาลักษณะของเครื่องดนตรีภาคเหนือแต่ละประเภท รวมถึงกระบวนการใช้งานการเล่น เสียงบรรเลง และการสร้างเครื่องดนตรี โน๊ตเพลงดนตรีพื้นเมือง

1.3 ศึกษาแนวทางการออกแบบสื่อการเรียนรู้และการนำเทคโนโลยี metaverse มาใช้ในการเรียนรู้

2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

2.1 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องดนตรีภาคเหนือ

2.2 การลงพื้นที่ศึกษาเครื่องดนตรีภาคเหนือแบบของจริง

2.3 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเครื่องดนตรีถึงวิธีการเล่นการเกิดเสียงของเครื่องดนตรี

3. การออกแบบและพัฒนาเนื้อหา

3.1 การออกแบบสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

3.2 การสร้างสื่อให้ความรู้ เครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้ซอฟต์แวร์ Adobe Illustrator และ Adobe Premiere

3.3 การสร้างโมเดล 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้ซอฟต์แวร์ Blender

3.4 การพัฒนาเทคโนโลยี metaverse และกำหนดรูปแบบการแสดงผลผ่านแพลตฟอร์ม metaverse spatial.io

3.5 การออกแบบปุ่มการใช้งาน โดยใช้ซอฟต์แวร์ unity

4. การทดสอบใช้งานและประเมินความพึงพอใจ

4.1 การเผยแพร่สื่อการเรียนรู้ให้กลุ่มเป่าหมายได้ทดลองใช้งาน metaverse

4.2 การเก็บรวบรวมความคิดเห็นและความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายผ่านแบบความพึงพอใจ

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.4 การวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

**4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล**

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์ประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด 2545:131-134) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51-5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51-4.50 หมายความว่า ระดับมาก

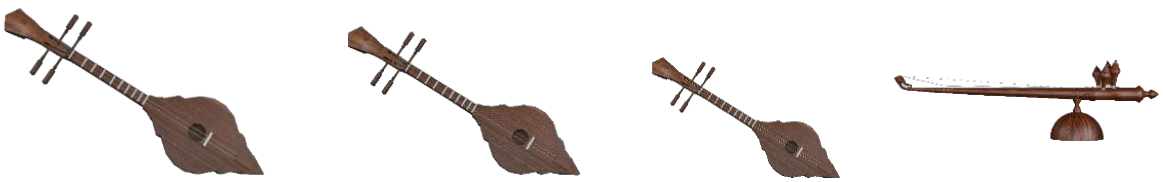
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51-3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51-2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.51-1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

## 5. ผลการวิจัย

ผลการออกแบบโมเดลเครื่องดนตรี 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือจำแนกได้แก่เครื่อง ดีด สี ตี เป่า โดยพิจารณาจากวิธีการทำให้เกิดเสียงมีเครื่องดนตรีทั้งหมด 10 ประเภทรวมทั้งหมด 18 ชิ้น ดังนี้



**รูปที่ 2** งานออกแบบประเภทเครื่องดีด ซึงหลวง ซึงกลาง ซึงน้อย พิณเปี๊ยะ หรือ พิณเพียะ



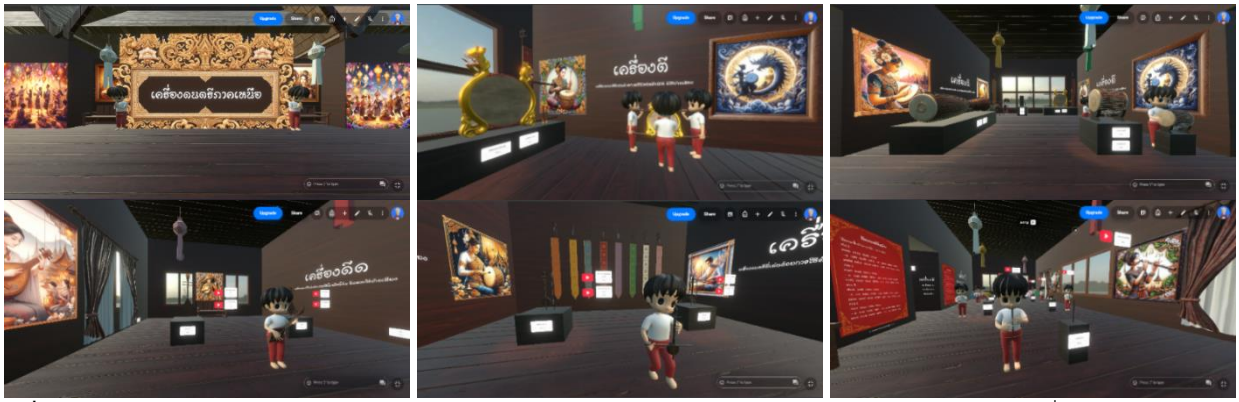
**รูปที่ 3** งานออกแบบประเภทเครื่องสี สะล้อหลวง สะล้อกลาง สะล้อเล็ก



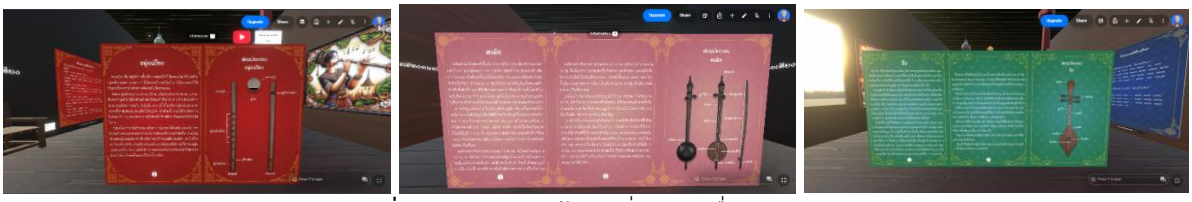
**รูปที่ 4** งานออกแบบประเภทเครื่องตี กลองเต่งถิ้ง กลองตึ่งโนง ตะหลดปด หรือ มะหลดปด กลองสะบัดชัย



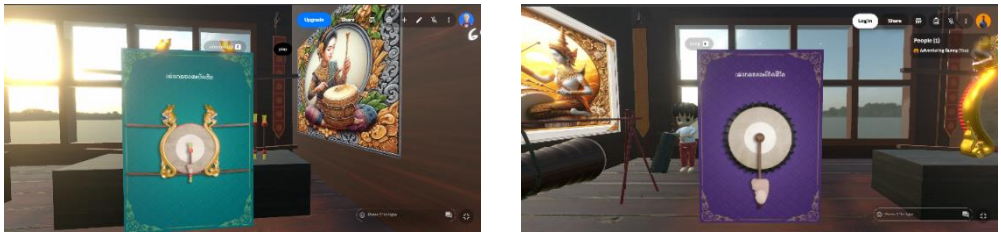
**รูปที่ 5** งานออกแบบประเภทเครื่องเป่า ขลุ่ยเมือง ปี่แนหลวง ปี่แนน้อย ปี่แม่ ปี่กลาง ปี่ก้อย ปี่ตัด




**รูปที่ 6** งานออกแบบห้องเรียนเมตาเวิร์ส ดีไซน์ให้มีความเป็นล้านนาภาคเหนือมีตัวอย่างงานออกแบบโมเดลเครื่องดนตรี 3 มิติ และแอนิเมชั่นการเล่นเครื่องดนตรี



**รูปที่ 7** งานออกแบบข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องดนตรี



**รูปที่ 8** งานออกแบบการเล่น



**รูปที่ 9** งานออกแบบการกดไล่ระดับเสียงเครื่องดนตรี



**รูปที่ 10** งานออกแบบโน๊ตเพลง

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา และอาชีพ ดังนี้

| เพศ | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ชาย | 66 | 66 |
| หญิง | 34 | 34 |
| **รวม** | **100** | **100** |

จากตารางที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 66 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 34 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอายุ

| อายุ | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ต่ำกว่า 15 ปี | 1 | 1 |
| 15-19 ปี | 52 | 52 |
| 20-24 ปี | 33 | 33 |
| 25 ปีขึ้นไป | 14 | 14 |
| **รวม** | **100** | **100** |

จากตารางที่ 2 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 15 – 19 ปี คิดเป็นร้อยละ 52 ในช่วง 20 – 24 ปี คิดเป็นร้อยละ 33 ในช่วง 25 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 14 และในช่วงอายุต่ำกว่า 15 ปี คิดเป็นร้อยละ 1

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามการศึกษา

| ระดับการศึกษา | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ต่ำกว่าปริญญาตรี | 67 | 67 |
| ปริญญาตรี | 33 | 33 |
| สูงกว่าปริญญาตรี | 0 | 0 |
| **รวม** | **100** | **100** |

จากตารางที่ 3 พบว่ากลุ่มตัวอย่างระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรีเป็นส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 67 และระดับมากกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 33

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพ

| อาชีพ | จำนวน (คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| นักเรียน/นักศึกษา | 71 | 71 |
| รับราชการ | 3 | 3 |
| รับจ้างทั่วไป | 15 | 15 |
| ธุรกิจส่วนตัว | 11 | 11 |
| **รวม** | **100** | **100** |

จากตารางที่ 4 พบว่ากลุ่มตัวอย่างอาชีพส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 71 รับจ้างทั่วไปคิดเป็นร้อยละ 15 ธุรกิจส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 11 รับราชการ คิดเป็นร้อยละ 3

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจโดยรวมทั้งหมด

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ความเข้าใจในเนื้อหาด้านดนตรีภาคเหนือ | 4.54 | 0.61 | มากที่สุด |
| 2. | ความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส | 4.54 | 0.63 | มากที่สุด |
| 3. | การใช้งานและประสบการณ์ของผู้เรียน | 4.60 | 0.61 | มากที่สุด |
| 4. | ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ | 4.62 | 0.59 | มากที่สุด |
| | **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.58** | **0.61** | **มากที่สุด** |

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมทั้งหมด อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$=4.58, S.D = 0.61) เมื่อพิจารณาตามลำดับ พบว่า ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ มีความพึงพอใจในอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x}$=4.62, S.D =0.59) อันดับรองลงมา การใช้งานและประสบการณ์ของผู้เรียน มีความพึงพอใจในอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x}$=4.60, S.D =0.61) อันดับที่สาม ความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส มีความพึงพอใจในอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x}$=4.54, S.D =0.63) อันดับที่สี่ ความเข้าใจในเนื้อหาด้านดนตรีภาคเหนือ มีความพึงพอใจในอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x}$=4.54, S.D =0.61)

## 6. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. ขยายกลุ่มเป้าหมายให้หลากหลายขึ้น ควรศึกษาเพิ่มเติมกับกลุ่มเป้าหมายที่หลากหลาย เช่น นักศึกษามหาวิทยาลัย ครู อาจารย์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและสามารถพัฒนาเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้ใช้ที่แตกต่างกัน

2. รองรับอุปกรณ์ที่หลากหลายขึ้น ควรพัฒนาให้สื่อการเรียนรู้สามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้นบนอุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ที่มีสเปกต่ำ เพื่อลดข้อจำกัดในการเข้าถึงของผู้ใช้

3. ศึกษาประสบการณ์การใช้งานและปรับปรุง User Experience (UX) ควรศึกษาประสบการณ์การใช้งานของผู้ใช้เพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงการออกแบบอินเทอร์เฟซให้ใช้งานง่ายขึ้น เช่น ปรับปรุงระบบนำทาง การแสดงผลข้อมูล และวิธีการโต้ตอบกับโมเดล 3 มิติให้เป็นธรรมชาติและสะดวกต่อผู้ใช้มากขึ้น

4. ทดลองใช้ร่วมกับระบบการศึกษาและหลักสูตรการเรียนการสอน ควรศึกษาความเป็นไปได้ในการบูรณาการสื่อการเรียนรู้ 3 มิติเข้ากับหลักสูตรการเรียนการสอนดนตรีไทยในโรงเรียนหรือมหาวิทยาลัย เพื่อดูว่าการใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์สสามารถช่วยพัฒนาการศึกษาในระดับสถาบันได้อย่างไร

## 7. สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง "การพัฒนาสื่อประกอบการเรียน 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือ โดยใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส" มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะของเครื่องดนตรีภาคเหนือ ออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์สผ่านแพลตฟอร์ม Spatial.io รวมถึงประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่า การผสานเทคโนโลยีเมตาเวิร์สและความจริงเสมือน (VR) เข้ากับสื่อประกอบการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและเข้าใจข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องดนตรีภาคเหนือได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุ 3 มิติในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่แปลกใหม่และน่าสนใจ

เพื่อออกแบบสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้เทคโนโลยี metaverse spatial.io การออกแบบสื่อสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือโดยใช้เทคโนโลยี metaverse spatial.io มุ่งเน้นการสร้างสื่อข้อมูลพื้นฐานของเครื่องดนตรี ที่มี แอนิเมชั่นการเล่นเครื่องดนตรี เสียงบรรเลงเพลง และข้อมูลประกอบเกี่ยวกับเครื่องดนตรีแต่ละชนิด การออกแบบห้องเรียนเน้นบรรยากาศความเป็นล้านนาภาคเหนือ เพื่อช่วยเพิ่มความน่าสนใจและเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริงและมีส่วนร่วม การผสมผสานเทคโนโลยี การจำลองวัตถุ ในรูปแบบ 3 มิติ ทำให้ผู้ชมสามารถโต้ตอบและเรียนรู้รายละเอียดของเครื่องดนตรีได้อย่างสมจริง

เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อประกอบการเรียน 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือ โดยใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.58) โดยจำแนกได้ดังนี้: ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 4.62) การใช้งานและประสบการณ์ของผู้เรียน ($\bar{X}$ = 4.60) ความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส ($\bar{X}$ = 4.54) ความเข้าใจในเนื้อหาด้านดนตรีภาคเหนือ ($\bar{X}$ = 4.54) ผู้เรียนรู้สึกว่าการใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์สช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ กระตุ้นความสนใจ และช่วยจดจำลักษณะการใช้งานของเครื่องดนตรีได้ดีขึ้น การใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์สในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ สำหรับเครื่องดนตรีภาคเหนือช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากจะกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนแล้ว ยังช่วยส่งเสริมการอนุรักษ์วัฒนธรรมเครื่องดนตรีภาคเหนือในยุคดิจิทัลได้อย่างยั่งยืน

จากการศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อประกอบการเรียน 3 มิติ เครื่องดนตรีภาคเหนือ โดยใช้เทคโนโลยีเมตาเวิร์ส พบว่า ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและสื่อ 3 มิติ มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนเครื่องดนตรีภาคเหนือ ซึ่งช่วยเพิ่มความเข้าใจและสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริงและมีความน่าสนใจมากขึ้น การใช้งานสื่อ 3 มิติดังกล่าวได้ผลตอบรับที่ดีจากผู้ใช้และผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมวัฒนธรรม (สวธ.), กระทรวงวัฒนธรรม. (ไม่มีปี). *เครื่องดนตรีภาคเหนือ.* สืบค้นเมื่อ 21 มกราคม 2567 จาก https://www.culture.go.th/culture_th/musical/html/th_north.html

[2] ชัยณรงค์ บุญชื่น, ธีรศักดิ์ เชื้อหนองควาย และ ศิริกรณ์ กันขัติ์ (2566) *การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ ผ่านเมตาเวิร์ส กรณีศึกษาคลองแม่ข่า* สืบค้นเมื่อ 21 มกราคม 2567 จาก https://li02.tci-thaijo.org/index.php/STC/article/view/536/323

[3] ชาญชัย ศุภอรรถกร ไชยเชษฐา ยังมีสุข (2561) *การพัฒนาหนังสือเครื่องดนตรีไทยพื้นบ้านสามมิติด้วยเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์* สืบค้นเมื่อ 21 มกราคม 2567 จาก https://li01.tci-thaijo.org/index.php/sci_ubu/article/view/182619/132985

[4] จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2565). *Metaverse อนาคตการศึกษาข้ามพรมแดนการเรียนรู้จากโลกจริงสู่โลกเสมือน.* สืบค้นเมื่อ 21 มกราคม 2567 จาก https://www.chula.ac.th/highlight/64690/

[5] ดุสิต ขาวเหลือง อภิชาติ อนุกูลเวช (2562) *การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน* สืบค้นเมื่อ 21 มกราคม 2567 จาก https://so02.tci-thaijo.org/index.php/edubuu/article/view/244286/165581

[6] สำนักศิลปะและวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. (2560). *นิทรรศการเครื่องดนตรีล้านนา.* สืบค้นเมื่อ 21 มกราคม 2567 จาก https://www.culture.cmru.ac.th/web60/learningcenter/นิทรรศการเครื่องดนตรี/

[7] อุทยานการเรียนรู้ (TK park). (ม.ป.ป.). *เครื่องดนตรีไทย.* สืบค้นเมื่อ 21 มกราคม 2567 จาก http://tkapp.tkpark.or.th/category.php?category=37&parent=37

# การพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา

# Development of Virtual Tourism Promotion Media in Phu Sang District, Phayao Province with 360 Degree Panoramic Images

สวิสต์ แซ่ซ้ง[1] และ ภานุพันธ์ จิตคำ[2]
[1]คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิยาลัยราชภัฏเชียงราย

Sawit Saesong[1] and Panuphan Jitkham[2]
[1]Faculty of Digital Technology Chiang Rai Rajabhat University

E-mail: 641768050@crru.ac.th

## บทคัดย่อ

วิจัยในครั้งนี้ ผู้ทำวิจัยมีวัตถุประสงค์คือ 1. เพื่อศึกษาแหล่งท่องเที่ยวใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา 2. เพื่อออกแบบส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา 3. เพื่อประเมินผลความพึงพอใจการใช้งานสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา โดยมีประชากรนักท่องเที่ยวจำนวน 100 คน และกลุ่มตัวอย่าง 80 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย ผลการศึกษาพบว่า สถานที่ท่องเที่ยวที่โดดเด่นในอำเภอภูซาง มี 4 สถานที่ ดังนี้1.น้ำตกภูซาง 2.ด่านพรมแดนบ้านฮวก 3.วัดพระธาตุภูซาง 4.วัดพระธาตุขุนบง ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริง โดยสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงมีองค์ประกอบคือ ระบบนำเที่ยวเสมือนจริงเว็บไซต์และแผ่นพับ ที่ได้รับแรงบันดาลใจมากจากแนวคิดการท่องเที่ยวแบบ New Normal ที่เน้นช่วยเพิ่มประสบการณ์การรับชมแหล่งท่องเที่ยว และสามารถใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการดึงดูดนักท่องเที่ยว รวมถึงช่วยให้นักท่องเที่ยวได้วางแผนการเดินทางได้สะดวกขึ้น ผลการประเมินความพึงพอใจ พบว่า นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.08, S.D. = 0.78) สรุปได้ว่าสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงสามารถเป็นสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวที่เหมาะนักท่องเที่ยวในยุคปัจจุบันนี้ได้อย่างเหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้บริโภคยุคดิจิทัล

**ความสำคัญ:** เทคโนโลยีเสมือนจริง ภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา การท่องเที่ยวแบบเสมือนจริง

## Abstract

Research this time The objective of the researcher is 1. To study tourist attractions in Phu Sang District, Phayao Province 2. To design and promote virtual tourism in Phu Sang District, Phayao Province with a 360 degree panorama 3. To evaluate satisfaction with the use of virtual tourism promotion media in Phu Sang District, Phayao Province with a 360 degree panorama, with a tourist population of 100 people and a sample of 80 people using a simple random method. The results of the study found that There are 4 outstanding tourist attractions in Phu Sang District Location as follows:1. Phu Sang Waterfall 2. Ban Huak Border Checkpoint 3. Wat Phra That Phu Sang 4. Wat Phra That Khun Bong which is an important element in developing media to promote virtual tourism The media promoting virtual tourism has elements. Virtual tour system, websites and brochures It is very inspired by the New

Normal tourism concept that focuses on increasing the experience of viewing tourist attractions and can be used as an important tool in attracting tourists Including helping tourists plan their travel more conveniently. The results of the satisfaction assessment found that tourists were satisfied at a high level ($\bar{X}$= 4.08, S.D. = 0.78) It can be concluded that virtual tourism promotion media can be a tourism promotion media that is suitable for tourists in this modern era, appropriate to the behavior of consumers in the digital age

**Keyword:** Virtual technology, 360 degree panoramic photo, Virtual travel

## 1. บทนำ

อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว เป็นแหล่งรายได้สำคัญของประเทศไทย และมีแนวโน้มเติบโตต่อเนื่อง โดยการท่องเที่ยวเริ่มกระจายจากเมืองใหญ่สู่ชุมชนมากขึ้น ส่งผลให้เศรษฐกิจท้องถิ่นและคุณภาพชีวิตของคนในชุมชนได้รับการพัฒนา (องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน(องค์การมหาชน), 2561) ซึ่งสถานการณ์การท่องเที่ยวปัจจุบันเข้าสู่ยุค New Normal สู่ Smart Tourism โดยเน้นการใช้ เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น Digital Platform, AR และ VR เพื่ออำนวยความสะดวก และสร้างประสบการณ์ท่องเที่ยวรูปแบบใหม่ที่ทันสมัยและน่าสนใจยิ่งขึ้น (ณัฐกุล อาชาเทวัญกพันธุ์, 2565) เทคโนโลยี VR (Virtual Reality) คือเทคโนโลยีที่สร้างสภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual Environment) ทำให้ผู้ใช้รู้สึกเหมือนอยู่ในโลกอีกใบที่แตกต่างจากโลกจริง ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับสิ่งแวดล้อมและวัตถุในโลกเสมือนนี้ได้อย่างสมจริง เทคโนโลยี VR ยังมีบทบาทสำคัญในด้านการท่องเที่ยว เช่น การจำลองสถานที่ท่องเที่ยว (Virtual Tour) ที่ช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางล่วงหน้าเพื่อสำรวจสถานที่ต่าง ๆ ผ่านอุปกรณ์ VR หรือสมาร์ทโฟน ช่วยให้เห็นภาพบรรยากาศจริงก่อนตัดสินใจเดินทาง นอกจากนี้ยังส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบไร้พรมแดน ทำให้ผู้ที่ไม่สามารถเดินทางจริง เช่น ผู้สูงอายุ หรือผู้พิการ สามารถสัมผัสประสบการณ์การท่องเที่ยวได้จากที่บ้าน (นพพล อนุกูลวิทยา, 2561)

อำเภอภูซาง เป็นอำเภอหนึ่งของจังหวัดพะเยาซึ่งประกอบไปด้วย 5 ตำบล มีประชากรประมาณที่ 24,414 คน (รายงานสถิติจำนวนประชากรจังหวัดพะเยา, 2559) อำเภอภูซาง เป็นอำเภอหนึ่งที่มีความหลากหลายทางธรรมชาติและวัฒนธรรมในจังหวัดพะเยา ซึ่งประกอบไปด้วยผืนป่าธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ของอุทยานแห่งชาติภูซางและความหลากหลายทางวัฒนธรรมของชาติพันธุ์ต่างๆ อีกทั้งยังเป็นประตูสู่สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวอีกด้วย โดยอำเภอ ภูซางมีแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นจุดเด่น ได้แก่ น้ำตกภูซาง, ด่านพรมแดนบ้านฮวก, วัดพระธาตุภูซาง, วัดพระธาตุขุนบง ที่ค่อยเป็นเหมือนจุดดึงดูดนักท่องเที่ยวให้มาเยี่ยมชม (สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอภูซาง, 2565) แต่อย่างไรก็ตามอำเภอภูซางยังไม่มีสื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวในยุคปัจจุบันนี้ ซึ่งในยุคปัจจุบันจะเป็นการท่องเที่ยวแบบ New Normal สู่ Smart Tourism เป็นการปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสร้างประสบการณ์การท่องเที่ยวรูปแบบใหม่ โดยเน้นการใช้ เทคโนโลยีดิจิทัลมาช่วยในการอำนวยความสะดวกในการท่องเที่ยว (ณัฐกุล อาชาเทวัญกพันธุ์, 2565)

จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษารูปแบบของสื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวในปัจจุบันนี้ พบว่าสื่อการท่องเที่ยวที่เหมาะสมกับปัจจุบันคือ ระบบนำเที่ยวเสมือนจริงหรือว่า Virtual Tours เป็นการจำลองสถานที่ท่องเที่ยวโดยการใช้เทคโนโลยี Virtual Reality (VR) เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมจากโลกจริงผ่านการใช้ภาพสามมิติ 360 องศา พร้อมข้อมูลประกอบทำให้นักท่องเที่ยวสัมผัสประสบการณ์เสมือนอยู่ในสถานที่จริง ผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และแพลตฟอร์มออนไลน์ (สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน), 2564)

ดังนั้นในวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวใน อำเภอภูซาง ด้วยเทคโนโลยี VR โดยการพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวจะเลือกใช้เป็นสื่อของระบบนำเที่ยวเสมือนจริงหรือว่า Virtual Tours ที่จำลองสถานที่ในรูปแบบของเทคโนโลยีเสมือนจริง ที่ช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางล่วงหน้าเพื่อสำรวจสถานที่ต่างๆและช่วยให้เห็นภาพบรรยากาศจริงก่อนการตัดสินใจออกเดินทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยวจริง

## 2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์แหล่งท่องเที่ยวใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา
2. เพื่อออกแบบสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา
3. เพื่อประเมินผลความพึงพอใจการใช้งานสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา

## 3. ทฤษฎีวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว

1. สำนักอุทยานแห่งชาติ (2558) ได้ให้ข้อมูลของน้ำตกภูซางไว้ว่า น้ำตกภูซาง ตั้งอยู่ที่ ตำบลภูซาง อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา เป็นน้ำตกขนาดเล็กมีน้ำไหลสม่ำเสมอตลอดปี สูงประมาณ 25 เมตร จุดเด่นของน้ำตกภูซางอยู่ตรงที่เป็นกระแสน้ำอุ่น อุณหภูมิประมาณ 35 องศาเซลเซียส น้ำใส สามารถอาบน้ำหรือเล่นน้ำได้และบริเวณด้านหน้าของ น้ำตกภูซาง จะเป็นพื้นที่ของสนามหญ้ากว้างขวาง และมีร่มเงาจากต้นไม้ ทำให้ร่มรื่นสามารถนั่งพักผ่อนได้หรือสามารถนั่งรับประทานอาหารได้

2. นพพร ทาทาน (2567) ได้ให้ข้อมูลของด่านพรมแดนบ้านฮวกไว้ว่า ด่านพรมแดนบ้านฮวก ตั้งอยู่ที่อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ติดกับแขวงไชยะบุรี สปป.ลาว เดิมเป็นด่านผ่อนปรนเพื่อส่งเสริมความสัมพันธ์และการค้าท้องถิ่นตั้งแต่ปี 2536 ต่อมาด้วยเหตุผลด้านการค้า การลงทุน และการท่องเที่ยว จึงได้รับการยกระดับเป็น จุดผ่านแดนถาวร ตามมติ ครม. เมื่อปี 2561 เพื่อเชื่อมโยงเศรษฐกิจในอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขง นอกจากนี้ยังมีตลาดนัดชายแดนไทย–ลาว ที่เปิดเฉพาะวันที่ 10 และ 30 ของทุกเดือน สำหรับซื้อขายสินค้าท้องถิ่น เช่น เสื้อผ้าและของใช้

3. องค์การบริหารส่วนตำบลภูซาง (2564) ได้ให้ข้อมูลของวัดพระธาตุภูซางไว้ว่า วัดพระธาตุภูซาง ตั้งอยู่ในอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา เป็นพระธาตุเก่าแก่บนยอดดอย สร้างราวปี พ.ศ. 1800 และเป็นมรดกทางวัฒนธรรมของล้านนาตะวันออก ค้นพบโดย "นายก้อน" ชาวน่าน เมื่อปี พ.ศ. 2390 ตามตำนานเชื่อมโยงกับพุทธตำนานว่า พระพุทธเจ้าเคยเสด็จมาสรงน้ำที่น้ำตกภูซาง ก่อนขึ้นดอยเพื่อประดิษฐานพระเกศาธาตุและพระธาตุส่วนแขนซ้ายไว้ในถ้ำใต้ดอย ซึ่งต่อมามีการสร้างพระเจดีย์บูรณะต่อเนื่องตามพุทธพยากรณ์

4. วัดพระธาตุขุนบง (2564) ได้ให้ข้อมูลของวัดพระธาตุขุนบงไว้ว่า วัดพระธาตุขุนบง เดิมชื่อ “พระธาตุห้วยบง” สร้างขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2432 โดยชาวบ้านประมาณ 10 ครัวเรือน รวบรวมทรัพย์มาสร้างองค์เจดีย์ดิน ต่อมามีพระภิกษุและครูบาหลายรูปเข้ามาพัฒนาเรื่อยมา เช่น ครูบาคำหล้า สังวโร (พ.ศ. 2500) และพระอาจารย์กิ่ง ชวนปัญโญ วัดเคยถูกปล่อยร้างและมีการลักลอบขุดหาสมบัติ ต่อมาได้รับการบูรณะใหม่โดยพระธงชัย วิจักขโณ ในปี พ.ศ. 2544 พัฒนาเป็นสถานที่ปฏิบัติธรรมจนถึงปัจจุบัน ทั้งยังมีเรื่องเล่าถึงปรากฏการณ์ลูกแก้วแผ่แสงก่อนวันขึ้น 15 ค่ำ ใกล้ต้นเปาข้างองค์พระธาตุ

### 3.2 แนวคิดการท่องเที่ยวแบบ New Normal

ณัฐกุล อาชาเทวัญกพันธุ์ (2565)ได้อธิบายไว้ว่า การท่องเที่ยวแบบ New Normal เป็นการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการให้บริการ เช่น แพลตฟอร์มดิจิทัล, AR/VR และระบบไร้สัมผัส (Contactless) เพื่อเพิ่มความสะดวกและสร้างประสบการณ์ใหม่ให้กับนักท่องเที่ยว พร้อมทั้งช่วยให้ธุรกิจปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีได้ทัน

### 3.3 เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality)

กรมประชาสัมพันธ์ (2563) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีเสมือนจริงหรือ (Virtual Reality) ไว้ว่า เป็นการจำลองสภาพแวดล้อมด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเน้นการมองเห็นผ่านหน้าจอหรืออุปกรณ์แสดงผลสามมิติ ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับโลกเสมือนผ่านอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เมาส์หรือคีย์บอร์ด ซึ่งสภาพแวดล้อมนั้นอาจเหมือนจริง

### 3.4 ภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา

กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2562) ได้ให้ความหมายของภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา ไว้ว่า การถ่ายภาพหลายภาพแล้วนำมาต่อกัน เพื่อให้ได้ภาพที่มีมุมมองกว้างและรายละเอียดมากกว่าภาพปกติ โดยแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ คือ

1) พาโนรามาแบบระนาบ (Planar Panorama) มุมมองไม่เกิน 180 องศา ภาพแทบไม่บิดเบี้ยว

2) พาโนรามาแบบทรงกระบอก (Cylindrical Panorama) มุมมอง 360 องศาแนวนอน เหมือนอยู่ในถังทรงกระบอก

3) พาโนรามาแบบทรงกลม (Spherical Panorama) มุมมอง 360 องศาแนวนอน และ 180 องศาแนวตั้ง เหมือนอยู่ในทรงกลม แสดงผลแบบ Equirectangular (อัตราส่วน 2:1)

4) พาโนรามาแบบลูกบาศก์ (Cubic Panorama) มุมมองเหมือนแบบทรงกลม แต่ภาพเหมือนมองจากภายในกล่องลูกบาศก์ 6 ด้าน

**3.5 ระบบนำเที่ยวเสมือนจริง (Virtual Tours)**

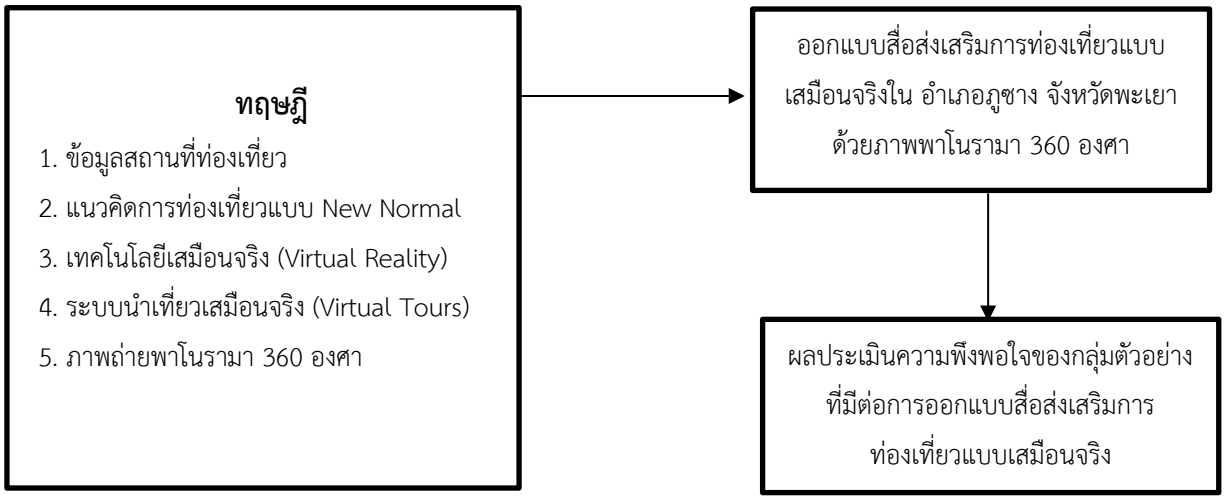
Marketing HSTN (2568) ได้ให้ความหมายของระบบนำเที่ยวเสมือนจริง (Virtual Tours) ไว้ว่า เป็นการจำลองสถานที่โดยการใช้เทคโนโลยี Virtual Reality (VR) เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมจากโลกจริงผ่านการใช้ภาพ 360 องศา พร้อมข้อมูลประกอบผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และแพลตฟอร์มออนไลน์

## 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภูสิตา เห็นประเสริฐ, ดวงพร ศรีหาตา, และ ทนันยา ค้าคุ้ม (2566) ได้ศึกษาและพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ด้วย เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR) เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยววิถีชุมชนคนภูไท ที่บ้านหนองห้าง ต.หนองห้าง อ.กุฉินารายณ์ จ.กาฬสินธุ์ โดยใช้โปรแกรม Sony Vegas Pro 16, Artivive และ Canva ในการสร้างสื่อ ผ่านแอปพลิเคชันสำหรับการนำเสนอ กลุ่มเป้าหมายคือ คณะ อบต.,กำนัน และผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่ ผลการวิจัยพบว่า สื่อที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถใช้ประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดลพร ศรีฟ้า (2567) ได้ศึกษาเรื่อง “การสร้างสื่อเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเกาะพะงัน” โดยออกแบบและผลิตวีดีโอแบบ Virtual Reality (VR) ตามขั้นตอนการผลิตสื่อ (Pre, Pro, Post) พร้อมถ่ายทำด้วยการตั้งกล้องนิ่งและเคลื่อนกล้อง เพื่อสร้างภาพ 360 องศาในสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญของเกาะพะงัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักท่องเที่ยวอายุ 15–45 ปี ในกรุงเทพฯ จำนวน 400 คน ทั้งที่เคยและไม่เคยไปเกาะพะงัน ผลการวิจัยพบว่า ผู้ชมสนใจสื่อ VR ใช้งานง่ายผ่านสมาร์ทโฟน และมีความต้องการชมภาพเสมือนจริงจากสถานที่อื่นเพิ่มเติม รวมถึงสถานที่ในต่างประเทศ

## 5. กรอบแนวคิดการวิจัย




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดการวิจัย

## 6. วิธีดำเนินการวิจัย

### 6.1 กลุ่มเป้าหมาย

ประชากรเป้าหมายในการวิจัย คือ นักท่องเที่ยวในจังหวัดพะเยา จำนวนทั้งหมด 100 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักท่องเที่ยวในจังหวัดพะเยา โดยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยอ้างอิงจากตารางสำเร็จรูปของ Krejcie & Morgan ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% และระดับความเชื่อมั่น 95%

### 6.2 เครื่องมือในการวิจัย

1. แบบสอบถามผู้ดูแลสถานที่ท่องเที่ยว
2. แบบประเมินการพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงโดยผู้เชี่ยวชาญ
3. แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริง

### 6.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงในอำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานที่ชัดเจนและเป็นระบบ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ได้ดังนี้

**1. ระยะการศึกษาข้อมูลและวางแผน** มีขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของอำเภอภูซาง รวมถึงวัฒนธรรม และทรัพยากรการท่องเที่ยว

1.2 ศึกษาและคัดเลือกแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญในอำเภอภูซาง เพื่อใช้เป็นสถานที่สำหรับจัดทำสื่อ ส่งเสริมการท่องเที่ยว ผู้วิจัยได้ทำการเลือกแหล่งท่องเที่ยวที่โดดเด่นใน อำเภอภูซาง ด้วยกแนะนำ จากสำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอภูซางและอาจารย์ที่ปรึกษา จำนวน 4 แห่ง ดังนี้ 1. น้ำตกภูซาง 2. ด่านพรมแดนบ้านฮวก 3. วัดพระธาตุภูซาง 4. วัดพระธาตุขุนบง

1.3 ศึกษาข้อมูลของระบบนำเที่ยวเสมือนจริง

1.4 วางแผนและกำหนดจุดสำหรับการถ่ายภาพพาโนรามา 360 องศา

**2. ระยะการเก็บข้อมูลและสร้างสื่อ** มีขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ลงพื้นที่สำรวจและเก็บภาพพาโนรามา 360 องศาของแหล่งท่องเที่ยวที่คัดเลือก

2.2 ปรับแต่งและรีทัชภาพเพื่อให้ได้คุณภาพที่เหมาะสม

2.3 พัฒนาและจัดทำสื่อระบบนำเที่ยวเสมือนจริงโดยใช้โปรแกรม 3DVista

2.4 ออกแบบองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง เช่น เว็บไซต์ และแผ่นพับ

**3. ระยะการทดสอบและปรับปรุง** มีขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ตรวจสอบรายละเอียดของสื่อทั้งหมด เพื่อตรวจสอบความครบถ้วนและคุณภาพของระบบนำเที่ยวเสมือนจริง

3.2 นำสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงไปทดลองใช้งาน และทดสอบการเข้าถึงผ่านแพลตฟอร์มลออนไลน์

3.3 ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อสื่อระบบนำเที่ยวเสมือนจริง โดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและแบบการประเมินความพึงพอใจ

**4. ระยะสรุปผลและเผยแพร่** มีขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจและข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้ใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์ประเมิน โดย บุญชม ศรีสะอาด (2545) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51-5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51-4.50 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51-3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51-2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.51-1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

4.2 ปรับปรุงสื่อให้เหมาะสมตามข้อเสนอแนะที่ได้รับ

4.3 เผยแพร่สื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงผ่านช่องทาง เว็บไซต์

4.4 สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล

## 6. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยาด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา สรุปผลการวิจัยแบ่งออกตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้ดังนี้

**1) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวแหล่งท่องเที่ยวใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา**

1.1 สถานที่ท่องเที่ยวที่โดดเด่นใน อำเภอภูซาง

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยวที่โดดเด่นใน อำเภอภูซาง พบว่า มีสถานที่ท่องเที่ยวที่โดดเด่นจำนวน 4 สถานที่ ดังนี้

1. น้ำตกภูซาง
2. ด่านพรมแดนบ้านฮวก
3. วัดพระธาตุภูซาง
4. วัดพระธาตุขุนบง

1.2 ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว

จากการศึกษาและทำแบบสอบถามผู้ดูแลสถานที่ท่องเที่ยว พบว่า ข้อมูลจากแบบสอบถามผู้ดูแลสถานที่ท่องเที่ยวตรงกับข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ทั้งนี้จากแบบสอบถามผู้ดูแลสถานที่ท่องเที่ยวมีข้อมูลของน้ำตกภูซางที่มีการเพิ่มเติม โดยที่จะเป็นข้อมูลเกี่ย วเส้นทางการศึกษาธรรมชาติ ซึ่งกำลังปิดปรับปรุง โดยไม่มีกำหนดการ

**2) เพื่อการพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา**

ผลงานการการพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา สรุปได้ดังนี้

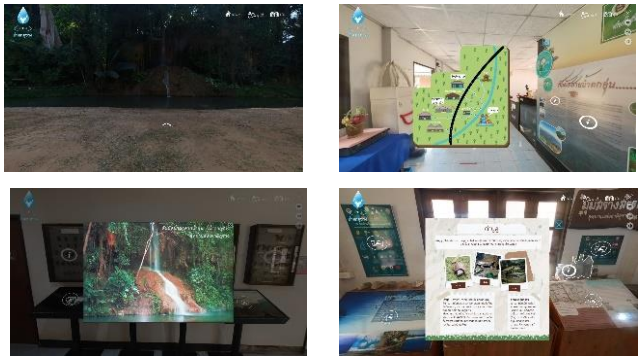
2.1 การเก็บภาพถ่าย 360 องศา ของสถานที่ท่องเที่ยวในอำเภอภูซาง ทั้ง 4 สถานที่



**รูปที่ 2** ภาพพาโนรามา 360 องศา สถานที่ท่องเที่ยวที่โดดเด่นในอำเภอภูซาง

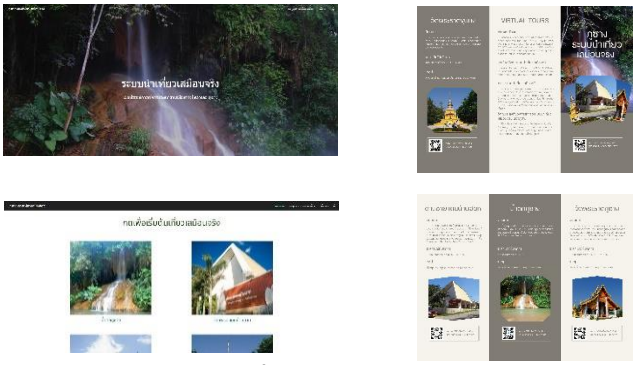
2.2 การพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงผ่านโปแกรม 3dvista virtual tour จำนวน 4 สถานที่ พร้อมกับการให้ข้อมูลประกอบที่สำคัญของสถานที่ทั้ง 4 สถานที่ เช่น ประวัติความเป็นมา จุดเด่นของสถานที่ท่องเที่ยว ข้อควรปฏิบัติ อีกทั้งยังได้ทำ

การออกแบบโลโก้ โดยการออกแบบโลโก้จะดึงเอาเอกลักษณ์ของแต่ล่ะสถานที่มาใช้ในโลโก้ พร้อมกับการออกแบบแผนที่โดยรวม ด้วยการแสดงจุดสำคัญของสถานที่ท่องเที่ยวเป็นหลัก และยังทำการออกแบบอินโฟกราฟิกมาช่วยเสริมในการนำเสนอข้อมูลต่างๆ



**รูปที่ 3** ระบบนำเที่ยวเสมือนจริง

2.3 การออกแบบเว็บไซต์สำหรับสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงและแผ่นพับ



**รูปที่ 4** เว็บไซต์และแผ่นพับ

**3) เพื่อประเมินผลความพึงพอใจการใช้งานสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา**

ผลการประเมินความพึงพอใจของสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงมีทั้งหมด 2 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน**

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบนำเที่ยวเสมือนจริง จำนวน 3 ท่าน

| รายการการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|
| 1. ความเหมาะสมในการจัดวางจุดเดิน | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 2. การนำเสนอรูปภาพและข้อมูลต่างๆ | 4.00 | 1.00 | มาก |
| 3. การใช้ในเสียงพากย์และเสียงเพลงประกอบ | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 4. ความน่าสนใจของระบบนำเที่ยวเสมือนจริง | 3.67 | 0.58 | มาก |
| 5. ความสะดวกสบายในการใช้งาน | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 6. ความเหมาะสมของการจัดวางโลโก้และเครื่องมือต่างๆ | 3.67 | 0.58 | มาก |
| 7. ระบบนำเที่ยวเสมือนจริงสามารถนำไปใช้งานได้จริง | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 8. ระบบนำเที่ยวเสมือนจริงสามารถนำไปใช้ในสื่อต่าง ๆ ได้หลากหลาย | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.25** | **0.49** | **มาก** |

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเว็บไซต์

| รายการการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|
| 1. ความสวยงามของเว็บไซต์ | 3.67 | 0.58 | มาก |
| 2. ความเหมาะสมของการใช้ font | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 3. ความเหมาะสมของการจัดวางองค์ประกอบต่างๆ | 3.67 | 0.58 | มาก |
| 4. ความน่าสนใจของของเว็บไซต์ | 3.67 | 0.58 | มาก |
| 5. ความสะดวกสบายในการใช้งาน | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 6. เว็บไซต์สามารถนำไปใช้งานได้จริง | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **3.94** | **0.38** | **มาก** |

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบแผ่นพับ

| รายการการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|
| 1. ความสวยงามของแผ่นพับ | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 2. ความน่าสนใจของแผ่นพับ | 4.00 | 1.00 | มาก |
| 3. ความเหมาะสมของการใช้ font | 3.67 | 0.58 | มาก |
| 4. ความเหมาะสมของการใช้สี | 3.67 | 0.58 | มาก |
| 5. ความเหมาะสมของการจัดวางองค์ประกอบต่างๆ | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 6. แผ่นพับสามารถนำไปใช้งานได้จริง | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.11** | **0.46** | **มาก** |

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญรวมทุกด้าน

| รายการการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|
| 1. ด้านการพัฒนาระบบนำเที่ยวเสมือนจริง | 4.25 | 0.49 | มาก |
| 2. ด้านการออกแบบเว็บไซต์ | 3.94 | 0.38 | มาก |
| 3. ด้านการออกแบบแผ่นพับ | 4.11 | 0.46 | มาก |
| **ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน** | **4.10** | **0.44** | **มาก** |

**ตอนที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน**

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจในด้านระบบนำเที่ยวเสมือนจริง

| รายการการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|
| 1. ความน่าสนใจของระบบนำเที่ยวเสมือนจริง | 4.19 | 0.71 | มาก |
| 2. ความสะดวกสบายในการใช้งาน | 4.11 | 0.71 | มาก |
| 3. ความสวยงามของระบบนำเที่ยวเสมือนจริง | 4.16 | 0.86 | มาก |
| 4. ความชอบของท่านที่มีต่อระบบนำเที่ยวเสมือนจริง | 4.01 | 0.75 | มาก |
| 5. ระบบนำเที่ยวเสมือนจริงเหมาะสมกับการนำเสนอแหล่งท่องเที่ยวในอำเภอภูซาง | 4.05 | 0.78 | มาก |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.11** | **0.76** | **มาก** |

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจในด้านเว็บไซต์

| รายการการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|
| 1. ความน่าสนใจของเว็บไซต์ | 4.11 | 0.81 | มาก |
| 2. ตัวอักษรอ่านง่าย | 4.08 | 0.79 | มาก |
| 3. ความสะดวกสบายในการใช้งาน | 4.08 | 0.78 | มาก |
| 4. ความน่าสนใจของเว็บไซต์ | 4.05 | 0.83 | มาก |
| 5. ความชอบของท่านที่มาต่อเว็บไซต์ | 3.90 | 0.81 | มาก |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.04** | **0.80** | **มาก** |

ตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจในด้านการออกแบบแผ่นพับ

| รายการการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|
| 1. แผ่นพับมีความน่าสนใจ | 4.26 | 0.81 | มาก |
| 2. ความสวยงามของแผ่นพับ | 4.19 | 0.71 | มาก |
| 3. ตัวอักษรในแผ่นพับอ่านง่าย | 4.01 | 0.83 | มาก |
| 4. การจัดองค์ประกอบและภาพรวมของแผ่นพับ | 4.01 | 0.77 | มาก |
| 5. แผ่นพับเหมาะสมกับการนำเสนอแหล่งท่องเที่ยวในอำเภอภูซาง | 4.10 | 0.85 | มาก |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.12** | **0.80** | **มาก** |

ตารางที่ 8 ผลการประเมินความพึงพอใจรวมทุกด้าน

| รายการการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|
| 1. ด้านระบบนำเที่ยวเสมือนจริง | 4.11 | 0.76 | มาก |
| 2. ด้านเว็บไซต์ | 4.04 | 0.80 | มาก |
| 3. ด้านการออกแบบแผ่นพับ | 4.12 | 0.80 | มาก |
| **ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน** | **4.08** | **0.78** | **มาก** |

## 7. อภิปรายผล

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา ซึ่งจากผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์แหล่งท่องเที่ยวใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ผลการศึกษาพบว่า อำเภอภูซาง เป็นอำเภอหนึ่งที่มีความหลากหลายทางธรรมชาติและวัฒนธรรมในจังหวัดพะเยาและทรัพยากรการท่องเที่ยวในรูปแบบ การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์วัฒนธรรมและการท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ สถานที่ท่องเที่ยวที่โดดเด่นใน อำเภอภูซาง มีจำนวน 4 สถานที่ ดังนี้ 1. น้ำตกภูซาง 2. ด่านพรมแดนบ้านฮวก 3. วัดพระธาตุภูซาง 4. วัดพระธาตุขุนบง สอดคล้องกับแนวคิดของ (องค์การการท่องเที่ยวโลกแห่งสหประชาชาติ)และกรมการท่องเที่ยว (2546) ที่ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์วัฒนธรรม และการท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติของประเทศไทย

2. ออกแบบสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา ออกแบบการโดยใช้ระบบนำเที่ยวเสมือนจริงหรือ (Virtual Tours) เป็นการจำลองสถานที่โดยการใช้เทคโนโลยี Virtual Reality (VR) เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมจากโลกจริงผ่านการใช้ภาพ 360 องศา พร้อมข้อมูลประกอบผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และแพลตฟอร์มออนไลน์ โดยการออกแบบผ่านโปรแกรม 3DVista พร้อมกับการการออกแบบเว็บไซต์และแผ่นพับเสริมสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงโดยสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงสอดคล้องกับ ภูสิตา เห็นประเสริฐ, ดวงพร ศรีหาตา, และ ทนันยา ค้าคุ้ม (2566) ที่ระบุว่า สื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริง มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการประชาสัมพันธ์ด้านการท่องเที่ยวให้กับนักท่องเที่ยวในยุคปัจจุบันนี้ ที่เป็นยุคของเทคโนโลยี

3. ประเมินผลความพึงพอใจการใช้งานสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงใน อำเภอภูซาง จังหวัดพะเยา ด้วยภาพพาโนรามา 360 องศา โดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวจำนวน 80 คนพบว่า มีระดับความพึงพอใจโดยรวมมาก ($\bar{X}$ = 4.08, S.D. = 0.78) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงสามารถเป็นสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวที่เหมาะนักท่องเที่ยวในยุคปัจจุบันนี้ได้อย่างเหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้บริโภคยุคดิจิทัล โดยมีจุดเด่นหลักในด้านการออกแบบแผ่นพับ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.12, S.D. = 0.80) แสดงให้เห็นว่ากราฟิกช่วยดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้านการออกแบบระบบนำเที่ยวเสมือนจริงอยู่ในระดับมาก มาก ($\bar{X}$ = 4.11, S.D. = 0.76) แสดงให้เห็นว่า สื่อเสมือนจริงช่วยเพิ่มประสบการณ์การรับชมแหล่งท่องเที่ยว และสามารถใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการดึงดูดนักท่องเที่ยว รวมถึงช่วยให้นักท่องเที่ยวได้วางแผนการเดินทางได้สะดวกขึ้น นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงยังเป็นแนวทางที่ทันสมัยและเหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้บริโภคยุคดิจิทัล ด้านการออกแบบเว็บไซต์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.04, S.D. = 0.80) แสดงให้เห็นว่าเว็บไซต์สามารถเป็นสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวที่เหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้บริโภคยุคดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดลพร ศรีฟ้า (2567) ที่พบว่านักท่องเที่ยวรู้สึกว่า สื่อมีความน่าสนใจ รับชมง่าย สามารถใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟนในการรับชมได้ และมีความสนใจที่อยากไปดูภาพเสมือนจริงแบบ 360 องศาในสถานที่อื่น ๆ เพิ่มเติม

## 8. ข้อเสนอแนะ

1. ปรับปรุงสื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวแบบเสมือนจริงให้มีแหล่งท่องเที่ยวที่หลากหลายมากขึ้น
2. ขยายกลุ่มเป้าหมายไปยังนักท่องเที่ยวต่างชาติ โดยอาจพัฒนาเวอร์ชั่นภาษาอังกฤษหรือภาษาจีน

## เอกสารอ้างอิง

[1] กรมประชาสัมพันธ์ (2563). *ความหมายของเทคโนโลยีเสมือนจริงหรือ (virtual reality)*. สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568, จาก https://personal.prd.go.th/th/content/category/detail/id/1830/iid/100252

[2] ดลพร ศรีฟ้า (2024). *การสร้างสื่อเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเกาะพะงัน*. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 9(1), 41–56 สืบค้น จาก https://so05.tci-thaijo.org/index.php/rmutphuso/article/view/268868

[3] ณัฐกุล อาชาเทวัญกพันธุ์ (2565). *การท่องเที่ยวแบบ New Normal*. สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568, จาก https://www.depa.or.th/th/article-view/digital-platform-new-normal-smart-tourism

[4] นพพร ทาทาน (2024). *ข้อมูลของด่านพรมแดนบ้านฮวก.* สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568, จาก https://thecitizen.plus/node/103363

[5] ภูสิตา เห็นประเสริฐ, ดวงพร ศรีหาตา, และ ทนันยา ค้าคุ้ม (2023). *การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์เทคโนโลยีความจริงเสริม การท่องเที่ยววิถีชุมชนคนภูไท จังหวัดกาฬสินธุ์*. วารสารวิจัยและพัฒนาอนุภมิภาคลุ่มน้ำโขง, 2(1), 23–31 สืบค้น จาก https://so14.tci-thaijo.org/index.php/RDGMSJournal/article/view/203

[6] รายงานสถิติจำนวนประชากรจังหวัดพะเยา (2559). *จำนวนประชากรในอำเภอภูซาง*. สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568, จาก http://www.phayao.go.th/pyoinfo7.pdf

[7] สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน) (2564). *ระบบนำเที่ยวเสมือนจริง*. สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568, จาก https://www.okmd.or.th/okmd-kratooktomkit/4112/

[8] สำนักงานพัฒนาชุมชนอำเภอภูซาง (2565). *ข้อมูลของอำเภอภูซาง*. สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568, จาก https://district.cdd.go.th/phusang/about-us/ประวัติความเป็นมา/

[9] สำนักอุทยานแห่งชาติ (2015). *ข้อมูลของน้ำตกภูซาง.* สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568, จาก https://portal.dnp.go.th/Content/nationalpark?contentId=3362

[10] องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน(องค์การมหาชน)(2561). *อุตสาหกรรม ท่องเที่ยว.* สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568, จาก https://tatreviewmagazine.com/article/community-based-tourism/

[11] องค์การบริหารส่วนตำบลภูซาง (2564). *ข้อมูลของวัดพระธาตุภูซาง.* สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568, จาก https://www.phusang.go.th/gallery-detail.php?id=30

[12] กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย (2562). *ความหมายของภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา*. สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568,จาก https://touchpoint.in.th/panorama-part1/#google_vignette

[13] วัดพระธาตุขุนบง (2564). *ข้อมูลของวัดพระธาตุขุนบง.* สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568, จาก https://sites.google.com/chiangkham.ac.th/wat-khunbong

[14] Marketing HSTN (2568). *ความหมายของระบบนำเที่ยวเสมือนจริง.* สืบค้นเมื่อ 3 มีนาคม 2568, จาก https://www.depa.or.th/th/article-view/digital-platform-new-normal-smart-tourism

# การพัฒนาการประชาสัมพันธ์เทศกาลสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 ด้วยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

# The Development of Public Relations for the 11 th Colours of Doi Tung Festival Using Virtual Reality Technology

ณัฐพงศ์ ชัยวงค์[1] และ ภานุพันธ์ จิตคำ[2]
คณะเทคโนโลยีดิจิทัล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

Natthaphong Chaiwong[1] and Panuphan Jitkham[2]
[1]Faculty of Digital Technology Chiang Rai Rajabhat University

E-mail 641768022@crru.ac.th

## บทคัดย่อ

วิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาการออกแบบแผ่นพับและการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงบน Smart Device ในระบบเว็บไซต์โดยการใช้สื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา 2) เพื่อออกแบบเว็บไซต์ส่งเสริมการท่องเที่ยวในกิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา3) เพื่อประเมินผลความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแผ่นพับร่วมกับสื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา เพื่อประชาสัมพันธ์เทศกาลสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 วิธีการดำเนินการวิจัย คือ นักท่องเที่ยว เพศ ชาย-หญิง ที่อายุ 18-40 ปี ที่พบในพื้นที่สีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 จำนวน 83 คนกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยผู้วิจัยจะใช้ดุลยพินิจในการคัดเลือกบุคคลหรือกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยเครื่องมือในการวิจัย 1) แบบสอบถามสื่อแผ่นพับเพื่องานวิจัยเรื่องกิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 ในรูปแบบการท่องเที่ยวเสมือน 2) แบบประเมินประสิทธิภาพของการท่องเที่ยวในรูปแบบการท่องเที่ยวเสมือนจริง 3) ความพึงพอใจที่มีต่อการท่องเที่ยวในรูปแบบการท่องเที่ยวเสมือนจริง

ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างการพัฒนาการประชาสัมพันธ์เทศกาลสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 ด้วยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง จำนวน 100 คน มีค่าเฉลี่ยรวมด้านการออกแบบแผ่นพับอยู่ที่ ($\bar{X}$=4.50, S.D.=0.62) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าด้านการออกแบบแผ่นพับ ($\bar{X}$=4.48, S.D.=0.62) อยู่ในระดับมาก รองลงมาคือด้านการใช้งาน Virtual Tour อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.45,S.D.= 0.64) รองลงมาคือด้านการออกแบบ Virtual Tour อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.54,S.D.= 0.61) ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** สื่อแผ่นพับ กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 การท่องเที่ยวแบบเสมือนจริง

## Abstract

The objectives of this research are threefold: to study the design of brochures and the application of virtual reality technology on smart devices via a website platform using 360-degree panoramic photography; to design a tourism promotion website for the 11th Colours of Doi Tung Festival utilizing virtual reality and 360-degree panoramic images; and to evaluate user satisfaction with the combined use of brochures and 360-degree panoramic imagery as promotional tools for the festival. The research was conducted with a purposive sampling method, targeting 83 male and female tourists aged between 18 and 40 years who attended the 11th Colours of Doi Tung

Festival. These participants were selected based on the researcher's judgment to ensure that they met specific criteria relevant to the research objectives. The research instruments included a questionnaire focused on the brochure developed for the virtual tourism experience of the festival, an evaluation form measuring the effectiveness of the virtual tourism platform, and a satisfaction survey assessing the participants' responses to the integration of virtual tourism and panoramic photography.

The satisfaction evaluation of a sample group of 100 participants regarding the development of public relations for the 11th Colors of Doi Tung Festival using virtual reality technology revealed an overall high level of satisfaction in terms of brochure design ($\bar{x}$ = 4.50, S.D. = 0.62). When considering each aspect individually, the brochure design aspect scored an average of 4.48 (S.D. = 0.62), indicating a high level of satisfaction. This was followed by the use of the Virtual Tour, which also received a high satisfaction level ($\bar{x}$ = 4.45, S.D. = 0.64). The highest satisfaction level was found in the design of the Virtual Tour, with an average score of 4.54 (S.D. = 0.61) respectively

**Keywords**: Brochure media,The 11th Colors of Doi Tung Festival , photography,Virtual tourism

## 1. บทนำ

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ในรูปแบบดิจิทัล เปลี่ยน จากการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนไปยังผู้เรียน เป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน ให้เข้าถึงสารสนเทศและ ประสบการณ์จากกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้สถาบันอุดมศึกษาต้องปรับกระบวนการเรียนการสอน จัด สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับโลกดิจิทัล ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษาในฐานะที่เป็นแหล่งสารสนเทศเพื่อ การศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนการให้บริการเช่นกัน สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีวิสัยทัศน์ที่จะเป็น "ศูนย์การเรียนรู้สำหรับทุกคน" (Learning Center for all) เพื่อสนับสนุนวิสัยทัศน์ของ มหาวิทยาลัยขอนแก่นในการเป็นมหาวิทยาลัยวิจัยและพัฒนาชั้นนำระดับโลก (A world-leading research and development university) จึงได้กำหนดพันธกิจที่เป็นแหล่งรวบรวมองค์ความรู้ ข้อมูลข่าวสาร ทรัพยากร สารสนเทศ เครื่องมือและอุปกรณ์การศึกษา และบริการวิชาการหลากหลายรูปแบบ ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ อย่างเสมอภาค และมีประสิทธิภาพ (Access and inclusiveness for education resources) (สำนักหอสมุด, 2565)

การท่องเที่ยวถือเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและอนุรักษ์วัฒนธรรมของแต่ละประเทศ ซึ่งการประชาสัมพันธ์มีบทบาทสำคัญในการสร้างการรับรู้และกระตุ้นความสนใจของนักท่องเที่ยว โดยเฉพาะในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีมีอิทธิพลต่อการสื่อสารข้อมูล เทศกาลสีสันแห่งดอยตุงเป็นหนึ่งในเทศกาลที่มีศักยภาพในการส่งเสริมการท่องเที่ยว ซึ่งจัดขึ้นเป็นประจำทุกปีที่จังหวัดประจำทุกปีในจังหวัดเชียงราย มีจุดมุ่งหมายเพื่อเผยแพร่วัฒนธรรม ศิลปะ และวิถีชีวิตของชุมชนในพื้นที่

อย่างไรก็ตาม แม้ว่างานเทศกาลนี้จะถูกจัดมาอย่างต่อเนื่อง แต่ยังคงมีนักท่องเที่ยวจำนวนไม่น้อยที่ไม่ได้รับข้อมูลเกี่ยวกับงานนี้อย่างทั่วถึง แผ่นพับประชาสัมพันธ์จึงเป็นสื่อสำคัญที่ช่วยเผยแพร่รายละเอียดของเทศกาลไปยังกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ การนำเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) มาผสานเข้ากับสื่อสิ่งพิมพ์ช่วยเพิ่มความน่าสนใจและสร้างประสบการณ์เชิงโต้ตอบให้กับผู้รับสาร

งานศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การออกแบบแผ่นพับเพื่อประชาสัมพันธ์เทศกาลสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 โดยให้ความสำคัญกับองค์ประกอบด้านกราฟิก เนื้อหา และการใช้เทคโนโลยี เพื่อช่วยดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยว

การศึกษาครั้งนี้มีเป้าหมายในการพัฒนาแผ่นพับประชาสัมพันธ์ที่สามารถสร้างการรับรู้เกี่ยวกับกิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเป็นเครื่องมือเสริม เพื่อเพิ่มความน่าสนใจและสร้างประสบการณ์ที่ดียิ่งขึ้นให้กับนักท่องเที่ยว ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวของจังหวัดเชียงรายในระยะยาว

## 2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาแนวทางสื่อประชาสัมพันธ์และการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงบน Smart Device ในระบบเว็บไซต์โดยใช้สื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา

2. เพื่อออกแบบเว็บไซต์ส่งเสริมการท่องเที่ยวในกิจกรรมสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา

3. เพื่อประเมินผลความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแผ่นพับร่วมกับสื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา เพื่อประชาสัมพันธ์เทศกาลสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11

## 3. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาการประชาสัมพันธ์เทศกาลสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 ด้วยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**1. กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 ในจังหวัดเชียงราย**

ศิลปินป๊อปอาร์ตรุ่นใหม่อย่าง “NEWYEAR” มาร่วมสร้างสรรค์งานศิลปะที่ได้แรงบันดาลใจมาจากสัตว์หายากบนดอยตุง อาทิ แมวดาว นางอาย ตัวตุ่น นกโพระดก เป็นต้นซึ่งสะท้อนถึงความหลากหลายทางชีวภาพที่เริ่มกลับมาอุดมสมบูรณ์ผลจาก การดูแลป่าดอยตุงมากว่า 36 ปีออกแบบเป็นตัวการ์ตูนคาแรคเตอร์สุดน่ารักกระจายอยู่ทั่วสวนดอกไม้บนดอย ให้ตามเช็คอินถ่ายรูปเก็บความประทับใจกลับบ้านที่จะทำให้ทุกการเดินทางของคุณเต็มไปด้วยสีสัน ความสุข และแรงบันดาลใจ (ปภากร ศรีกัลป์ยกร , 2567)

**2. เทคโนโลยีเสมือนจริง**

คือทัศนียภาพรอบทิศทางที่สร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ จำลองและถ่ายทอดความรู้สึกและประสบการณ์ดั่งอยู่ในโลกเสมือนจริง การรับชมความเป็นจริงเสมือนจำเป็นต้องมีอุปกรณ์รับชมซึ่งรับสัญญาณมาจากคอมพิวเตอร์โดยปกติแล้วจะมีฮาร์ดแวร์ที่ป้อนตรงต่อประสาทสัมผัสด้านการมองเห็น (วิกิพีเดีย, 2567)

**3.การออกแบบแผ่นพับ**

แผ่นพับคือ สื่อสิ่งพิมพ์ประเภทหนึ่ง ที่มีการพิมพ์ภาพ ข้อความ โลโก้ ภาพสินค้า และองค์ประกอบอื่นๆลงไป เพื่อใช้ในการเผยแพร่ข้อมูล ข่าวสาร โฆษณา ประชาสัมพันธ์ หรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆการออกแบบแผ่นพับ จะมีหน้าในการนำเสนอข้อมูลหลายหน้า และเรียงลำดับเนื้อหน้าตามลำดับการเปิดแผ่นพับด้วย (PaiPrint.com , 2561)

**4.การออกแบบเว็บไซต์**

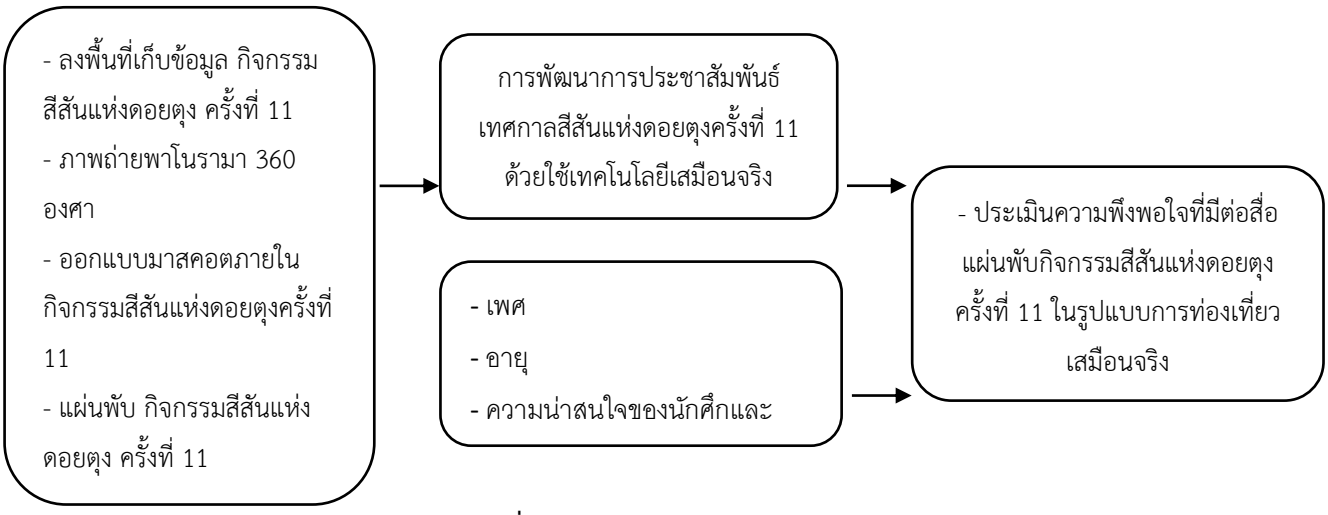
10 เทคนิค ออกแบบเว็บไซต์ ให้ดูดี **ใครที่กำลังมองหา** แนวทางออกแบบเว็บไซต์ (Website design) **ให้ออกมาดูดีและทันสมัยต่อไปนี้คือ 10 เทคนิคที่เราแนะนำ ให้นำไปใช้กับงานออกแบบเว็บไซต์ปี 2024 นี้** 1. ออกแบบให้เรียบง่าย (Simplicity) **ยุคนี้ที่ผู้คนมีช่วงความสนใจสั้นลง (Short attention span)** 2. เลือกใช้สีที่เข้ากันได้ลงตัว (Color Scheme) **การเลือกใช้สี อีกหนึ่งองค์ประกอบสำคัญของงานออกแบบเว็บไซต์ (Web design)** 3. เลือกฟอนต์ที่อ่านง่าย (Readable Fonts) **ตัวอักษร (Font) กับการจัดวางข้อความ** 4. ใช้พื้นที่ว่าง (White Space) ให้เหมาะสม **White space หรือพื้นที่ว่าง** 5. ออกแบบเว็บไซต์ ให้รองรับการใช้งาน**บนอุปกรณ์พกพา** 6.ใช้ Visual Content ตกแต่งเว็บไซต์ **Visual Content อย่างรูปภาพ ไอคอน อินโฟกราฟิก วิดีโอ ฯลฯ** 7. วางตำแหน่งเนื้อหาหลักให้เห็นได้ชัดเจน (Highlight Key Content) **หนึ่งในเทคนิคออกแบบเว็บไซต์ (Web design) ให้ดูดี** 8. มีระบบนำทางเว็บไซต์ (Navigation) **การออกแบบระบบนำทางหรือเมนูให้ใช้งานง่าย ถือเป็นหัวใจสำคัญของงานออกแบบเว็บไซต์ (Website design** 9. ใส่ Call-to-Action **Call-to-Action (CTA) องค์ประกอบบนเว็บไซต์ที่ออกแบบมาเพื่อกระตุ้นให้ผู้ใช้ทำตามที่เราต้องการ** 10. ทดสอบปรับปรุง Website Design อยู่เสมอ **งานออกแบบเว็บไซต์ (Website design) เป็นกระบวนการที่ไม่มีสิ้นสุด (Foxbith,2024)**

**5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

เกรียงศกดิ์ โยธาภักดี กฤษณะ ศรีบุตรตา (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง สื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา ผ่านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ มีวัตถุประสงค์เพื่อนศึกษาและพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว โดยอาศัยความรู้ ด้านการถ่ายภาพนิ่งมุมสูงด้วยเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับเพื่อนำมาสร้างเป็นโมเดล 3 มิติ ด้วยซอฟต์แวร์ Agisoft PhotoScan และความรู้ด้านการพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ในรูปแบบความจริงเสมือน ผ่านซอฟต์แวร์ Unity 3D และ Vuforia™

ณัฐพงษ์ พระลับรักษา (2562) การพัฒนาสื่อในรูปแบบมุมมอง 360 องศาเพื่อประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม บน Google Street View การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อมัลติมีเดียมุมมอง 360 องศา เพื่อประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม บน Google Street view และ 2) ศึกษาความพึงพอใจต่อสื่อมัลติมีเดียมุมมอง 360 องศา เพื่อประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามบน Google Street View

## 4. กรอบแนวคิดการวิจัย




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดในการดำเนินวิจัย

## 5. วิธีดำเนินการวิจัย

**5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มประชากร คือ นักท่องเที่ยวและนักศึกษา 100 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักท่องเที่ยวและนักศึกษา เพศ ชาย-หญิง ที่อายุ 18-40 ปี ที่พบในบริเวณกิจกรรมสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 จำนวน 83 คน โดยมีกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยผู้วิจัยจะใช้ดุลยพินิจในการคัดเลือกบุคคลหรือกลุ่มที่มีคุณสมบัติเฉพาะตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา แทนที่จะเลือกแบบสุ่ม โดยอ้างอิงจาก Patton, M. Q. (2002)

**5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามสื่อแผ่นพับเพื่องานวิจัยเรื่องกิจกรรมสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 ในรูปแบบการท่องเที่ยวเสมือนจริง

ส่วนที่ 2 แบบประเมินประสิทธิภาพของการท่องเที่ยวในรูปแบบการท่องเที่ยวเสมือนจริง

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจที่มีต่อการท่องเที่ยวในรูปแบบการท่องเที่ยวเสมือนจริง

**5.3 วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนของการเก็บข้อมูลไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลจากงานวิจัยและเอกสารทีเกี่ยวข้องรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 ได้แก่ มาสคอตที่เป็นไฮไลต์ เช่น นางอาย ตัวตุ่น แมวดาว นกโพระดก ผีเสื้อหางยาวตาเดียว พี่ตัวโต เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบมาสคอต

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาการออกแบบเว็บไซต์ (Google sites) และรวบรวมข้อมูลต่างๆเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบภายในเว็บไซต์

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาเรื่องการออกแบบแผ่นพับให้เข้ากับธีมกิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11โดยใช้สีเขียวเป็นหลักในการออกแบบ

ขั้นตอนที่ 4 ลงพื้นที่บันทึกรูปภาพด้วยกล้อง 360 องศา ภายในสถานที่กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 พร้อมเก็บข้อมูลต่างๆที่จำเป็นเพื่อนำมาใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขั้นตอนที่ 5 นำภาพที่ได้จากกล้อง 360 องศามารีทัศ ลบสิ่งที่ไม่จำเป็นออก โดยใช้โปรแกรม (Adobe photoshop)

ขั้นตอนที่ 6 นำภาพที่ได้จาก Adobe photoshop และ Adobe Illustrator มาใส่ข้อมูล ภาพ เสียง และการเคลื่อนไหวต่างๆ โดยใช้โปรแกรม (3D Vista)

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบประสิทธิภาพระบบเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ขั้นตอนที่ 8 ออกแบบเว็บไซต์การท่องเที่ยวกิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 ในรูปแบบการท่องเที่ยวเสมือนจริง ขั้นตอนที่ 9 ออกแบบแผ่นพับให้เข้ากับธีม กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11

ขั้นตอนที่ 10 ปรับแก้ การเคลื่อนไหวและภาพองค์ประกอบข้อมูลต่างๆ ใน (3D Vista)

ขั้นตอนที่ 11 ทดลองใช้งานพร้อมปรับปรุงแก้ไขประสิทธิภาพระบบเทคโนโลยีความจริงเสมือนพร้อมเก็บรายละเอียดชิ้นงานทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 12 ประเมินความพึงพอใจต่อแผ่นพับ กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

ขั้นตอนที่ 13 วิเคราะห์ผลและสรุปผลการวิจัย โดยผู้ศึกษาได้ดำเนินการสอบถามและวิเคราะห์สรุปผลโดยใช้การ หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $\bar{x}$ และ S.D. และบรรยายในลักษณะความเรียง

ขั้นตอนที่ 14 อภิปรายผล และข้อเสนอแนะในการวิจัย

**5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล**

โดยสถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์ประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด 2545) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

## 6. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการประชาสัมพันธ์เทศกาลสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 ด้วยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง สรุปผลการวิจัยแบ่งออกตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

**1. ศึกษาแนวทางสื่อประชาสัมพันธ์และการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงบน Smart Device ในระบบเว็บไซต์โดยใช้สื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา**

1.1 การเก็บข้อมูลภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา

ผู้วิจัยได้เดินทางไปเก็บข้อมูลภาพถ่ายพาโนรามา 360 ด้วยตอนเองเพื่อที่จะเก็บภาพถ่าย พาโนรามา 360 องศา เพื่อที่จะนำมาใช้งานในโปรแกรม 3D vista ได้ 3 ประเภท ได้แก่ 1) ภาพถ่ายพาโนรามา 360 2) ภาพถ่ายข้อมูลของ ตัวมาสคอต 3) ภาพถ่ายป้ายในสถานที่กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง

**ภาพถ่ายพาโนรามา 360** จำนวน 205 ภาพ

**ภาพถ่ายข้อมูลของ ตัวมาสคอต** จำนวน 6 ตัว ประกอบด้วย 1) แมวดาว 2) ตัวตุ่น 3) นางอาย 4) นกโพระดก 5) พี่ตัวโต 6) ผีเสื้อหางยาวตาเดียว

**ภาพถ่ายป้ายในสถานที่กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง จำนวน 9 สถานที่ ประกอบด้วย** 1) ป้ายดอยตุงลอดจ์ 2) ป้ายที่วางอาหารและเครื่องดื่ม 3) ป้ายทางเข้า 4) ป้ายเรือนเพาะชำกล้าไม้ 5) ป้ายจำหน่ายบัตร 6) ป้ายทางขึ้นพระตำหนัก 7) ป้ายสวนแม่ฟ้าหลวง 8) ประชาสัมพันธ์ 9) ร้านต้นไม้

**2) เพื่อออกแบบเว็บไซต์ส่งเสริมการท่องเที่ยวในกิจกรรมสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา**

ผู้วิจัยได้ออกแบบแผ่นพับโดยใช้เทคนิคการใช้สีเขียวที่สื่อถึงธรรมชาติบนภูเขา ซึ่งตรงกับงานวิจัยกิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 เพื่อสะท้อนบรรยากาศของความเป็นดอยตุง ใช้เทคนิคที่เรียบง่าย ไม่ซับซ้อนมาก

2.1 ตราสัญลักษณ์ (Logo)




**รูปที่ 2** โลโก้กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11



**รูปที่ 3** แผ่นพับกิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง 11



**รูปที่ 4** โปสเตอร์มาสคอต

2.2 ผลงานการพัฒนาสื่อความจริงเสมือน

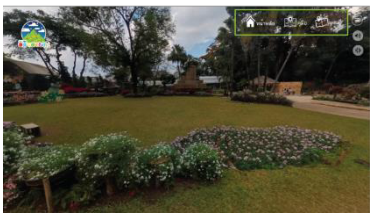
การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนผู้พัฒนาได้ใช้โปรแกรม 3Dvista ในการพัฒนาโดยการนำไฟล์ภาพพาโนรามา 360 องศามาผนวกเข้ากับเทคโนโลยี VR โดยที่สื่อจะออกมาในรูปแบบ การท่องเที่ยวแบบจำลอง (Virtual Tour) ที่สามารถให้ผู้ใช้งานเดินหน้า ถอยหลัง ตามที่ผู้ชมต้องการโดยการคลิกปุ่มเคลื่อนที่ตามจุดต่างๆ



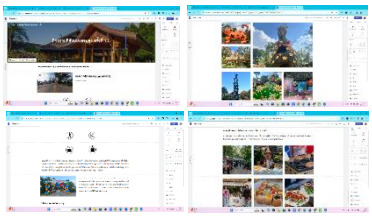
**รูปที่ 5** ภาพแสดงการเคลื่อนที่ไปอีกจุดหนึ่ง



**รูปที่ 6** ภาพแสดงถึงปุ่มการควบคุม เว็บไซต์ คู่มือ แผนที่



**รูปที่ 7** ภาพแสดงแผนที่



**รูปที่ 8** ภาพแสดงข้อมูลต่างๆในเว็ปไซน์

**ขั้นตอนการใช้งาน**

1 สแกนคิวอาโค้ดบนแผนพับ จะเข้าสู่ระบบเว็ปไซน์ กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11

2 กดคำว่าคลิกที่ด้านล่าง จะมีรูปภาพหน้าเว็ปไซน์เพื่อเข้าสู่การเดินทัวร์

**3) เพื่อประเมินผลความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแผ่นพับร่วมกับสื่อภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา เพื่อประชาสัมพันธ์เทศกาลสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11**

ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการออกแบบแผ่นพับร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อสื่อประชาสัมพันธ์จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการพัฒนาระบบนำเที่ยวเสมือนจริง (Virtual Tours) ด้านการออกแบบแผ่นพับ และด้านการออกแบบเว็บไซต์ จำนวน 3 ท่าน

ตารางที่ 1 ระดับความพึงพอใจ ด้านการพัฒนาระบบนำเที่ยวเสมือนจริง (Virtual Tours)

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | คุณภาพของภาพ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 2. | ประสบการณ์การใช้งาน | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 3. | ความสมจริงและการโต้ตอบ | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 4. | ความครบถ้วนของข้อมูลนำเที่ยว | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 5. | ประสิทธิภาพของระบบ | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 6. | ความน่าสนใจและความดึงดูดของเนื้อหา | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 7. | ความสามารถในการสนับสนุนการท่องเที่ยวจริง | 4.00 | 0.00 | มาก |
| | **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.29** | **0.33** | **มาก** |

ตารางที่ 2 ระดับความพึงพอใจ ด้านการออกแบบแผ่นพับ

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ความสวยงามของการออกแบบโดยรวม | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 2. | ความชัดเจนของข้อมูลและเนื้อหา | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 3. | การเลือกใช้ตัวอักษรและขนาดตัวอักษร | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 4. | ความเหมาะสมของสีและภาพประกอบ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 5. | ความน่าสนใจและดึงดูดความสนใจของแผ่นพับ | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 6. | ความเหมาะสมของแผ่นพับกับกลุ่มเป้าหมาย | 4.33 | 0.58 | มาก |
| | **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.33** | **0.48** | **มาก** |

ตารางที่ 3 ระดับความพึงพอใจ ด้านการออกแบบเว็บไซต์

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ความสวยงามของการออกแบบโดยรวม | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด |
| 2. | ความง่ายในการใช้งาน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3. | ความเหมาะสมของการออกแบบ | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 4. | ความสามารถในการตอบสนองบนอุปกรณ์ต่างๆ | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 5. | คุณภาพของเนื้อหาและการนำเสนอข้อมูล | 4.33 | 0.58 | มาก |
| 6. | ความปลอดภัยของเว็บไซต์ | 4.00 | 0.00 | มาก |
| | **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.33** | **0.19** | **มาก** |
| | **ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน** | **4.32** | **0.33** | **มาก** |

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยผู้เชี่ยวชาญรวมทั้ง 3 ด้าน

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ด้านการพัฒนาระบบนำเที่ยวเสมือนจริง (Virtual Tours) | 4.29 | 0.33 | มาก |
| 2. | ด้านการออกแบบแผ่นพับ | 4.33 | 0.48 | มาก |
| 3. | ด้านการออกแบบเว็บไซต์ | 4.33 | 0.19 | มาก |
| | **ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน** | **4.32** | **0.33** | **มาก** |

ตารางที่ 5 ระดับความพึงพอใจ ด้านการออกแบบแผ่นพับ

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ความสวยงามของการออกแบบแผ่นพับ | 4.40 | 0.64 | มาก |
| 2. | ความเหมาะสมของสี วัสดุ และข้อมูล | 4.36 | 0.66 | มาก |
| 3. | การสื่อความหมายของภาพ | 4.53 | 0.68 | มากที่สุด |
| 4. | ความคมชัดของภาพ | 4.59 | 0.68 | มากที่สุด |
| 5. | ความสอดคล้องของเทศกาลกาลสีสันดอยตุง | 4.56 | 0.50 | มากที่สุด |
| 6. | ความสามารถในการเชื่อมโยงแผ่นพับกับเทศกาลกาลสีสันดอยตุง | 4.34 | 0.65 | มาก |
| 7. | แบบอักษรอ่านง่ายและเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย | 4.56 | 0.50 | มากที่สุด |
| 8. | การจัดวางเนื้อหาให้เข้าใจง่ายขึ้น | 4.50 | 0.64 | มาก |
| | **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.48** | **0.62** | **มาก** |

ตารางที่ 6 ระดับความพึงพอใจ ด้านการใช้งาน virtual tour การท่องเที่ยวเสมือนจริง

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ความสะดวกในการใช้งาน | 4.38 | 0.66 | มาก |
| 2. | ความสมจริงของ Virtual Tour | 4.42 | 0.70 | มาก |
| 3. | ความง่ายในการใช้งานและการเข้าถึงโลกเสมือน | 4.34 | 0.71 | มาก |
| 4. | ความเหมาะสมของภาพและองค์ประกอบใน Virtual Tour | 4.52 | 0.67 | มากที่สุด |
| 5. | ความสอดคล้องกับเอกลักษณ์ภายในเทศกาลกาลสีสันดอยตุง | 4.60 | 0.49 | มากที่สุด |
| | **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.45** | **0.64** | **มาก** |

ตารางที่ 7 ระดับความพึงพอใจ ด้านการออกแบบ virtual tour การท่องเที่ยวเสมือนจริง

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ด้านความสวยงามของภาพคมชัด | 4.60 | 0.57 | มากที่สุด |
| 2. | มีความทันสมัย | 4.56 | 0.57 | มากที่สุด |
| 3. | การใช้สีและองค์ประกอบกราฟิกเหมาะสม | 4.48 | 0.61 | มาก |
| 4. | การแบ่งเนื้อหามีความชัดเจนและอ่านง่าย | 4.64 | 0.59 | มากที่สุด |
| 5. | กราฟิกและไอคอนช่วยเสริมความเข้าใจของเนื้อหา | 4.58 | 0.54 | มากที่สุด |
| 6. | แบบอักษรอ่านง่ายและเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย | 4.48 | 0.61 | มาก |
| 7. | ระบบนำทางใช้งานง่ายและไม่ซับซ้อน | 4.46 | 0.67 | มาก |
| | **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.54** | **0.61** | **มากที่สุด** |
| | **ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน** | **4.50** | **0.62** | **มาก** |

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน

| ลำดับ | รายการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D | ระดับเกณฑ์ |
|---|---|---|---|---|
| 1. | ด้านการออกแบบแผ่นพับ | 4.48 | 0.62 | มาก |
| 2. | ด้านการใช้งาน virtual tour การท่องเที่ยวเสมือนจริง | 4.45 | 0.64 | มาก |
| 3. | ด้านการออกแบบ virtual tour การท่องเที่ยวเสมือนจริง | 4.54 | 0.61 | มากที่สุด |
| | **ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน** | **4.50** | **0.62** | **มาก** |

## 7. อภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อการออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา บนระบบเว็บไซต์ เพื่อส่งเสริมและประชาสัมพันธ์เทศกาลสีสันแห่งดอยตุง ครั้งที่ 11 รวมถึงการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อสื่อประชาสัมพันธ์ดังกล่าว

ผลการศึกษาและลงพื้นที่พบว่ากิจกรรมสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีเอกลักษณ์ด้านการท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก โดยมีชนเผ่าที่มาร่วมกิจกรรมทั้งหมด 6 ชนเผ่า ได้แก่ อาข่า ลาหู่ ไทลื้อ ไทใหญ่ ไทลัวะ และจีนยูนนาน อาทิและยังมีทั้งด้านอาหาร การเต้น มีความเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละชนเผ่า ข้อมูลเหล่านี้ถูกเป็นแนวทางในการออกแบบเป็นสถานที่ กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุงครั้งที่ 11 ในรูปแบบการท่องเที่ยวเสมือนจริง เพื่อให้สามารถถ่ายทอดอัตลักษณ์ของพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ผลการศึกษาหลักการออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงผ่านภาพถ่ายพาโนรามา 360 องศา ช่วยให้การสร้างภาพกราฟิกมีทันสมัยนำไปประยุกต์ใช้กับสื่อประชาสัมพันธ์ประเภทต่างๆ ได้ สอดคล้องกับ เกรียงศักดิ์ โยธาภักดี และกฤษณะ ศรีบุตร ตา. (2564) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง สื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา ผ่านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ

ผลการออกแบบสามารถสรุปได้ว่า การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงร่วมกับสื่อสิ่งพิมพ์ เช่น แผ่นพับ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประชาสัมพันธ์ของท่องเที่ยวได้อย่างมาก ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวกขึ้น สร้างประสบการณ์ที่น่าสนใจ และเพิ่มโอกาสในการดึงดูดนักท่องเที่ยวให้มาเยี่ยมชมสถานที่จริงในอนาคตได้ สอดคล้องกับ ณัฐพงษ์ พระลับรักษา (2562) ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อในรูปแบบมุมมอง 360 องศาเพื่อประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม บน Google Street View ที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง

ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 100 คน พบว่า โดยรวมแล้วความพึงพอใจอยู่ในระดับ "มาก" ถึง "มากที่สุด" โดยสามารถสรุปได้ดังนี้ การออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์แผ่นพับเพื่อประชาสัมพันธ์นักศึกษาและนักท่องเที่ยว “กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง”ในจังหวัดเชียงราย เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว จำนวน 100 คน พบว่า ภาพรวมผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อ การออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์แผ่นพับเพื่อประชาสัมพันธ์นักศึกษาและนักท่องเที่ยว “กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง”ในจังหวัดเชียงราย เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว ได้แก่ ด้านการออกแบบแผ่นพับค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ ($\bar{X}$=4.50, S.D.=0.62) ด้านการออกแบบแผ่นพับ ($\bar{X}$=4.48, S.D.=0.62) อยู่ในระดับมาก ด้านการใช้งาน Virtual Tour อยู่ในระดับมาก **(**$\bar{X}$= 4.45,S.D.= 0.64) ด้านการออกแบบ Virtual Tour อยู่ในระดับมากที่สุด **(**$\bar{X}$= 4.54,S.D.= 0.61) ตามลำดับ

## 8. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการศึกษาวิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อยอดโครงการดังนี้

**1. ปรับปรุงประสิทธิภาพของ Virtual Tour** ควรปรับขนาดของไฟล์ภาพพาโนรามาให้เหมาะสม เพื่อช่วยให้การโหลดหน้าเว็บไซต์ทำได้รวดเร็วขึ้น เพิ่มระบบนำทาง หรือคำอธิบายที่ชัดเจนเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานใช้งานได้ง่ายขึ้น

**2. พัฒนาแอปพลิเคชันเพิ่มเติม**ควรพัฒนา **Mobile Application** สำหรับเทศกาลสีสันดอยตุงโดยเฉพาะ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวกขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

ปภากร ศรีกัลป์ยกร. (2567*). กิจกรรมสีสันแห่งดอยตุง การฟื้นฟูวัฒนธรรมและการท่องเที่ยว. วารสารการท่องเที่ยวและวัฒนธรรมไทย*, 15(2), 100-120. https://www.doitung.com/colorsofdoitung-no11/

ณัฐพงษ์ พระลับรักษา. (2562). *การพัฒนาสื่อในรูปแบบมุมมอง 360 องศาเพื่อประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม บน Google Street View*. ThaiLIS Digital Collection, 20 Jan. 2563, https://tdc.thailis.or.th/tdc/browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=530247

PaiPrint.com. (2561*). การออกแบบแผ่นพับ เทคนิคและแนวทางพัฒนา. วารสารการออกแบบและสื่อสิ่งพิมพ์*, 10(2), 45-60.

เกรียงศักดิ์ โยธาภักดี และกฤษณะ ศรีบุตรตา. (2564). *สื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา ผ่านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ* (PUBLIC RELATION MEDIA IN AUGMENTED REALITY OF UNSEEN MUANG-LOEI ATTRACTIONS WITH BIRD EYE VIEW VIA DRONE TECHNOLOGY). *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 13*(26, July-December), 1–13. Retrieved from https://ejournals.swu.ac.th/index.php/SWUJournal/article/view/14107

Foxbith. (2024). *Website design | รวม 10 เทคนิคออกแบบเว็บไซต์ให้ดูดี ในปี 2024*. *Foxbith Blog*. https://www.foxbith.com/blog/trick-of-website-design

จักรกฤช ใจรัศมี และพงษ์พิพัฒน์ สายทอง. (2566). *แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม. วารสารวิจัยนวัตกรรมการท่องเที่ยวและเทคโนโลยี*, 12(3), 45-60.

เกวลี ผาใต้, พิเชนทร์ จันทร์ปุ่ม และอภิวัฒน์ วัฒนะสุระ. (2566). *การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม. วารสารวิจัยการท่องเที่ยวและเทคโนโลยี*, 15(2), 80-95.

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2565). แผนปฏิบัติการและการถ่ายทอด OKR/KRL ประจำปี 2565. สำนักหอสมุด. Creating a Virtual Visit to KKU Archive with 3D Vista Virtual Tour. *PULINET Journal*, *10*(1), 160–168. retrieved from https://so14.tci-thaijo.org/index.php/PJ/article/view/151

วิกิพีเดีย. (2567). *ความเป็นจริงเสมือน*. Wikipedia. https://shorturl.at/bkzJWnon.nakorn39@gmail.com

# การพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืน กรณีศึกษา กลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านหัวทาง จังหวัดสตูล

# Development of Community Tourism Media Innovation Based on Local Identity for Sustainable Community Strengthening: A Case Study of Ban Hua Thang Community Tourism Enterprise, Satun Province

อนัญญา ลาวัลย์[2] จีรภาส สีหัด[1] ชัยพัฒน์ เพ็ญจันทร์[1]
ประยนชัย แสงทอง[1] สิรวิทญ์ ทองได้หนู[1] และชลลดา แสงมณี ศิริสาธิตกิจ[3]
หลักสูตรการบริหารและพัฒนาชุมชน คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

Ananya Lawan[1] Jeerapas Seehad[1] Chaiphat Penchan[1] Prayonchai Sangthong[1] Sirawit Thongdainu[1] and Chonlada Saengmanee Sirisathitkit
Community Management and Development Program Faculty of Humanities and Social Sciences, Thaksin University

## บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาการท่องเที่ยวชุมชนบ้านหัวทาง จังหวัดสตูล 2) เพื่อศึกษาสภาพทั่วไป และการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการท่องเที่ยวบ้านหัวทาง จังหวัดสตูล และ 3) เพื่อพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านหัวทาง จังหวัดสตูล เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพที่เน้นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่า ชุมชนบ้านหัวทางตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มติดชายฝั่งทะเลอันดามัน มีลำคลองสำคัญไหลตัดผ่านชุมชนและมีป่าโกงกางล้อมรอบลำคลอง ชุมชนมีการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนให้เกิดความคุ้มค่าและคงอนุรักษ์ไว้ โดยการจัดตั้งกลุ่มการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ชุมชนบ้านหัวทาง ซึ่งจะเป็นการท่องเที่ยวที่เน้นรูปแบบของการให้นักท่องเที่ยวได้สัมผัสถึงความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ วิถีชุมชน ภูมิปัญญาท้องถิ่น และการนำเสนอคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีกิจกรรมให้นักท่องเที่ยวได้ทำร่วมกันส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมที่เน้นการส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรในชุมชน สำหรับการพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบ้านหัวทางบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืนที่ได้ดำเนินการร่วมกับกลุ่ม ได้แก่ 1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 2) เว็บไซต์ 3) แผ่นพับ 4) โปสเตอร์ และ 5) แผนที่ท่องเที่ยวชุมชน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อประชาสัมพันธ์และส่งเสริมการท่องเที่ยวชุมชน ตลอดจนสร้างการรับรู้เกี่ยวกับอัตลักษณ์ของชุมชนบ้านหัวทาง บนฐานการมีส่วนร่วมเพื่อเสริมสร้างศักยภาพของชุมชนในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวด้วยตนเอง และมุ่งเน้นการพัฒนาอย่างต่อเนื่องบนฐานทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรมเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืน

**คำสำคัญ:** การพัฒนาการท่องเที่ยว อัตลักษณ์ท้องถิ่น ความเข้มแข็ง วิสาหกิจชุมชน การพัฒนาที่ยั่งยืน

[2] นิสิตหลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต หลักสูตรการบริหารและพัฒนาชุมชน คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

[3] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., อาจารย์ที่ปรึกษา หลักสูตรการบริหารและพัฒนาชุมชน คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

## Abstract

This research article aims to: 1) study community-based tourism in the Ban Hua Thang, Satun Province, 2) study the general conditions and operations of the Ban Hua Thang Community Tourism Enterprise Group, and 3) develop community tourism media innovation based on local identity to strengthen the community sustainably. This is a qualitative research study that focuses on action research. The results show that the Ban Hua Thang community is located in a lowland area by the Andaman Sea, with an important canal flowing through the village and mangrove forests surrounding it. The community manages its natural resources efficiently and preserves them through the establishment of the Ban Hua Thang Ecotourism Group. This type of tourism allows visitors to experience the richness of natural resources, local life, traditional knowledge, and the value of nature. Moreover, activities for tourists mostly support resource conservation in the community. For the development of community tourism media innovation of the Ban Hua Thang based on local identity for sustainable community strengthening, which was developed in collaboration with the group includes: 1) an electronic book, 2) a website, 3) brochures, 4) posters, and 5) a community tourism map. The purpose is to publicize and promote community tourism, as well as to create awareness about the identity of the Ban Hua Thang community based on participation, to build the community's capacity to manage tourism by themselves, and to focus on continuous development based on natural and cultural resources for sustainable community strength.

**Keywords:** Tourism development, Local identity, Strengthening, Community enterprise, Sustainable development

## 1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติจำนวนมากเดินทางท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่อง ตลอดทั้งปี เนื่องจากประเทศไทยมีสถานที่ท่องเที่ยวที่หลากหลาย ทั้งทางธรรมชาติ วัฒนธรรม และประวัติศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นชายหาด ภูเขา น้ำตก และแหล่งมรดกโลก ตลอดจนแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรและชุมชน ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวได้ในหลากหลายรูปแบบ โดยประเทศไทยมีการท่องเที่ยวที่น่าสนใจในแต่ละภาค และมีเสน่ห์ของแหล่งท่องเที่ยวแตกต่างกันออกไปทั้ง 6 ภาค ได้แก่ 1) ภาคเหนือ เป็นพื้นที่สูง มีภูเขาสูงใหญ่มากมาย และเป็นแหล่งต้นกำเนิดแม่น้ำหลายสาย จุดสูงสุดของประเทศไทยอยู่ที่ดอยอินทนนท์ ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวยอดนิยม 2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่สูงหรือที่ราบสูง มีภูเขาอยู่ทั่วไป มีแม่น้ำสำคัญ คือ แม่น้ำโขง และมีแหล่งท่องเที่ยวริมฝั่งแม่น้ำโขง 3) ภาคกลาง มีพื้นที่เป็นที่ราบลุ่ม เป็นแหล่งปลูกข้าวและพืชอื่น ๆ โดยมีแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นแหล่งน้ำสำคัญ สถานที่ท่องเที่ยวน่าสนใจสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาส่วนใหญ่จะเป็นวัดเก่าแก่ 4) ภาคตะวันออก มีพื้นที่ด้านหนึ่งเป็นภูเขา อีกด้านหนึ่งเป็นทะเล แม้จะมีไม่กี่จังหวัด แต่ก็มีแหล่งท่องเที่ยวยอดนิยมไม่แพ้ภาคอื่น 5) ภาคตะวันตก มีภูมิประเทศที่โดดเด่นด้วยภูเขาสูงชัน ป่าเขียวชอุ่ม และน้ำตกงดงาม นอกจากนี้ยังมีสถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ และ 6) ภาคใต้ มีชายหาดและหมู่เกาะที่สวยงามทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน สถานที่ท่องเที่ยวยอดนิยมส่วนใหญ่เป็นเกาะหรือหาดทรายต่าง ๆ (การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, 2564)

จังหวัดสตูลเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคใต้ที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางทรัพยากรธรรมชาติที่รายล้อมไปด้วยป่าไม้ ลำคลอง ทะเล และน้ำตก ด้วยเหตุนี้จังหวัดสตูลจึงมีการท่องเที่ยวหลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่การท่องเที่ยวแบบผจญภัย ล่องแก่ง เดินถ้ำ เส้นทางธรรมชาติ เส้นทางทะเล และการท่องเที่ยวในรูปแบบเชิงนิเวศ ซึ่งจะมีการจัดการท่องเที่ยวโดยบริษัททัวร์หรือการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน สำหรับชุมชนบ้านหัวทาง เป็นชุมชนหนึ่งที่ตั้งอยู่ในตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล มีสภาพแวดล้อมที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยทรัพยากรธรรมชาติ มีลำคลองสายสำคัญไหลตัดผ่านชุมชนที่สามารถเชื่อมออกไปสู่ทะเลใหญ่ได้ อีกทั้งยังมีป่าโกงกางที่อุดมสมบูรณ์

โดยชุมชนมีการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดความคุ้มค่าและคงอนุรักษ์ไว้ โดยการจัดตั้งกลุ่มการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ชุมชนบ้านหัวทาง ซึ่งการท่องเที่ยวจะเน้นในรูปแบบของการให้นักท่องเที่ยวได้สัมผัสถึงความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ วิถีชุมชน ภูมิปัญญาท้องถิ่น และการนำเสนอถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีกิจกรรมให้ทำร่วมกันเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรในชุมชน

อย่างไรก็ตามแม้ชุมชนบ้านหัวทางเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายในจังหวัดสตูล แต่ในพื้นที่อื่น ๆ ชุมชนบ้านหัวทางยังไม่เป็นที่รู้จักและไม่มีช่องทางการติดตามข้อมูลข่าวสารที่หลากหลายโดยเฉพาะข้อมูลข่าวสารด้านการท่องเที่ยว ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านหัวทาง จึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบนฐาน อัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืน ซึ่งเป็นสื่อการท่องเที่ยวที่สร้างสรรค์และสามารถสื่อสารถึงคุณค่าและอัตลักษณ์ของชุมชน ตลอดจนการแข่งขันในตลาดการท่องเที่ยวในปัจจุบันที่จำเป็นต้องมีการทำการตลาดที่เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้อย่างตรงจุดและหลากหลาย ดังนั้นการพัฒนานวัตกรรมสื่อที่มีความทันสมัยและน่าสนใจจะช่วยดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เข้ามาเยี่ยมชมและสร้างความประทับใจผ่านสื่อที่สามารถแสดงออกถึงความเป็นตัวตนของชุมชนได้ดีอันจะนำไปสู่การยกระดับเศรษฐกิจฐานรากเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืนอีกแนวทางหนึ่ง

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการท่องเที่ยวของชุมชนบ้านหัวทาง จังหวัดสตูล
2. เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปและการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการท่องเที่ยวบ้านหัวทาง จังหวัดสตูล
3. เพื่อพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านหัวทาง จังหวัดสตูล

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านหัวทาง ตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล เนื่องจากกลุ่มมีบทบาทในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวของชุมชนบ้านหัวทาง รวมถึงแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ในชุมชนบ้านหัวทาง ตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) ได้แก่ สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านหัวทาง ตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล จำนวน 8 คน ประกอบด้วย ประธานกลุ่ม จำนวน 1 คน รองประธานกลุ่ม จำนวน 1 คน คณะกรรมการ จำนวน 3 คน และสมาชิกกลุ่ม จำนวน 3 คน ซึ่งเป็นจำนวนที่เพียงพอในการให้ข้อมูลและลงมือปฏิบัติการที่สามารถตอบวัตถุประสงค์การวิจัยได้อย่างครอบคลุม

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ที่เน้นการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของเคมมิส และแมกทากาด (Kemmis and McTaggart, 1990) หรือ PAOR ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (Plan) โดยการร่วมพูดคุยและปรึกษาหารือกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านหัวทางเกี่ยวกับการท่องเที่ยวชุมชนบ้านหัวทาง สภาพทั่วไปและการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการท่องเที่ยวบ้านหัวทาง และการพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืน

2. การปฏิบัติ (Action) โดยการดำเนินการพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืนร่วมกับกลุ่ม ได้แก่ 1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) 2) เว็บไซต์ (Website) 3) แผ่นพับ 4) โปสเตอร์ (Poster) และ 5) แผนที่ท่องเที่ยวชุมชน

3. การสังเกต (Observe) โดยการสังเกตการดำเนินการพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืน เพื่อเก็บข้อมูลและปัญหาที่เกิดขึ้นอันจะนำไปสู่การนำข้อมูลที่ไปไปสู่การสะท้อนผลการดำเนินงาน

4. การสะท้อนผล (Reflect) โดยการสะท้อนผลการดำเนินงานผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อนำผลที่ได้ไปสู่การพัฒนาและปรับปรุงการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ การสังเกต (Observation) ทั้งการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) และไม่มีส่วนร่วม (Non-participant observation) การสัมภาษณ์ (Interview) โดยเน้นการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ที่ใช้คำถามปลายเปิดในการสัมภาษณ์เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลสามารถตอบหรือเล่าข้อมูลได้อย่างอิสระ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล และการสนทนากลุ่ม (Focus group) เป็นการสนทนากับผู้ให้ข้อมูลหลายๆ คนพร้อมกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลตรงตามวัตถุประสงค์การวิจัย ตลอดจนเป็นการตรวจทานข้อมูลไปพร้อม ๆ กับการเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล สำหรับข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จะนำมาสู่การวิเคราะห์ข้อมูล โดยเน้นการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) หลังจากนั้นนำเสนอข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยในรูปของการบรรยาย

## 4. สรุปผลการวิจัย

**1. การท่องเที่ยวของชุมชนบ้านหัวทาง จังหวัดสตูล**

ชุมชนบ้านหัวทาง ตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มติดชายฝั่งทะเลอันดามัน โดยมีภูเขาสลับซับซ้อนโอบล้อมอยู่โดยรอบ ประกอบกับป่าชายเลนอันอุดมสมบูรณ์ที่ยังคงรักษาความหลากหลายทางชีวภาพไว้ได้เป็นอย่างดี ลักษณะทางภูมิศาสตร์ทำให้ชุมชนมีความได้เปรียบด้านทรัพยากรธรรมชาติ และเหมาะสมกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนบนฐานของสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวย พื้นที่ชุมชนถูกหล่อเลี้ยงด้วยลำคลองละงู ซึ่งเป็นลำคลองสายสำคัญ มีต้นน้ำอยู่ในเขตจังหวัดสตูล คลองละงูไม่เพียงแต่มีบทบาทในการเกษตรและการประมงเท่านั้น แต่ยังเป็นแหล่งน้ำที่หล่อเลี้ยงระบบนิเวศชายฝั่งอีกด้วย หนึ่งในความโดดเด่นของชุมชนบ้านหัวทาง คือ ป่าลำพูที่ตั้งอยู่ติดกับลำคลอง ซึ่งในเวลากลางคืนจะกลายเป็นแหล่งชมหิ่งห้อยที่สำคัญ แสงระยิบระยับจากหิ่งห้อยที่ส่องสว่างตลอดระยะทางกว่า 2 กิโลเมตร กลายเป็นภาพที่งดงามและหาชมได้ยากในปัจจุบัน จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการส่งเสริมเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ นอกจากนี้ชุมชนยังมีป่าโกงกาง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศป่าชายเลนที่ช่วยป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง และเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำขนาดเล็ก ก่อนที่จะเติบโตและออกสู่ทะเล จึงถือเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อระบบนิเวศและชุมชน ด้านอาชีพชาวบ้านส่วนใหญ่ประกอบอาชีพประมงพื้นบ้าน ที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยสัตว์น้ำเศรษฐกิจสำคัญของชุมชน ได้แก่ ปูนิ่ม ซึ่งเพาะเลี้ยงในกระชังริมฝั่งทะเลอันดามัน การเพาะเลี้ยงปูนิ่มไม่เพียงแต่สร้างรายได้หลักให้กับชาวบ้านในชุมชน แต่ยังเป็นอัตลักษณ์เฉพาะของชุมชนที่สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปหรือกิจกรรมท่องเที่ยวเชิงเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ด้วยภูมิทัศน์ที่หลากหลาย ทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ และวิถีชีวิตที่ยังคงรักษาความเป็นชุมชนดั้งเดิม ชุมชนบ้านหัวทางจึงเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างยั่งยืน ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

ชุมชนบ้านหัวทางมีการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชนให้เกิดความคุ้มค่าและคงอนุรักษ์ไว้โดยการจัดตั้งกลุ่มการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ชุมชนบ้านหัวทาง ซึ่งการท่องเที่ยวจะเน้นในรูปแบบของการให้นักท่องเที่ยวได้สัมผัสถึงความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ วิถีชุมชน ภูมิปัญญาท้องถิ่น และการนำเสนอถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ โดยมีกิจกรรมให้ทำร่วมกันเพื่อเป็นการส่งเสริมอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้คงอยู่ต่อไป

**2. สภาพทั่วไปและการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการท่องเที่ยวบ้านหัวทาง จังหวัดสตูล**

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนการท่องเที่ยวบ้านหัวทาง ตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล เป็นองค์กรภาคประชาชนที่จัดตั้งขึ้นเพื่อบริหารจัดการการท่องเที่ยวของชุมชนอย่างเป็นระบบ โดยมีบทบาทสำคัญในการวางแผน ประสานงาน และดำเนินกิจกรรมการท่องเที่ยวที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนในทุกมิติ ทั้งด้านทรัพยากรธรรมชาติ วัฒนธรรม และสังคม โดยกลุ่มมีโครงสร้างการบริหารงานที่ชัดเจนและดำเนินงานโดยยึดหลักการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนของชุมชน จึงส่งผลให้การท่องเที่ยวของบ้านหัวทางมีทิศทางที่มั่นคงและสามารถสร้างรายได้หมุนเวียนให้เกิดขึ้นภายในชุมชน

การท่องเที่ยวโดยชุมชนของบ้านหัวทางเน้นแนวทาง “การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์” เป็นแกนหลัก โดยมุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างรู้คุณค่า การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ตลอดจนการถ่ายทอดองค์ความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นไปสู่ผู้มาเยือน ด้วยวิถีชีวิตที่เรียบง่ายที่เป็นอัตลักษณ์ ชุมชนสามารถสร้างประสบการณ์การท่องเที่ยวที่แตกต่างและน่าประทับใจ กิจกรรมท่องเที่ยวไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือในการสร้างรายได้ แต่ยังเป็นกระบวนการฟื้นฟูและธำรงไว้ซึ่งอัตลักษณ์ท้องถิ่น สร้างความภาคภูมิใจแก่คนในชุมชน และเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนในระยะยาว

กระบวนการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการท่องเที่ยวบ้านหัวทาง ได้มีการบูรณาการความร่วมมือจากกลุ่มภาคีภายในชุมชนอย่างหลากหลาย ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มต่าง ๆ ที่มีบทบาทหน้าที่เฉพาะด้าน เช่น กลุ่มเรือนำเที่ยวที่รับผิดชอบในการพานักท่องเที่ยวล่องเรือชมธรรมชาติและป่าชายเลน กลุ่มแม่บ้านที่จัดเตรียมอาหารพื้นบ้านและของที่ระลึก กลุ่มเยาวชนที่ทำหน้าที่เป็นมัคคุเทศก์น้อย กลุ่มผู้สูงอายุที่ถ่ายทอดเรื่องเล่าประวัติศาสตร์และภูมิปัญญา กลุ่มจักสานที่สร้างผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ กลุ่มปราชญ์ชุมชนที่ให้ความรู้ในเชิงวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม กลุ่มเลี้ยงปลากระชังที่เปิดโอกาสให้นักท่องเที่ยวเรียนรู้กระบวนการเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบธรรมชาติ กลุ่มอาชีพประมงพื้นบ้านที่สาธิตการจับสัตว์น้ำแบบดั้งเดิมและกลุ่มเศรษฐกิจพอเพียงที่เผยแพร่แนวคิดการดำรงชีวิตตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของในหลวง รัชกาลที่ 9

นอกจากการจัดการภายในแล้ว ชุมชนบ้านหัวทางยังมีความร่วมมือกับชุมชนใกล้เคียงในการส่งต่อนักท่องเที่ยวเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้มาเยือนได้สัมผัสวิถีชีวิต วัฒนธรรม และภูมิปัญญาที่หลากหลาย ซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ความร่วมมือเช่นนี้เป็นการพัฒนาการท่องเที่ยวในลักษณะเครือข่าย (Cluster-based Tourism Development) ที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน สร้างความเชื่อมโยงของการท่องเที่ยวในระดับพื้นที่ และกระตุ้นให้เกิดการหมุนเวียนรายได้ในหลายระดับ อันเป็นการส่งเสริมเศรษฐกิจฐานรากให้เข้มแข็ง

**3. การพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบ้านหัวทางบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืน**

จากการลงพื้นที่สำรวจและศึกษาข้อมูลร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการท่องเที่ยวบ้านหัวทาง ตลอดจนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน จึงนำมาสู่การวางแผน ออกแบบ และพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบ้านหัวทางบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืน ได้แก่ 1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 2) เว็บไซต์ 3) แผ่นพับ 4) โปสเตอร์ และ 5) แผนที่ท่องเที่ยวชุมชน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

การออกแบบและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หรือ E-book การท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทาง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการประชาสัมพันธ์ ส่งเสริมการเรียนรู้ และนำเสนอเรื่องราวของชุมชนในรูปแบบที่เข้ากับบริบทของเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์การท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทาง พัฒนาขึ้นจากฐานข้อมูลของชุมชน โดยเนื้อหาภายในประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับประวัติความเป็นมา แผนที่ท่องเที่ยวชุมชน โปรแกรมการท่องเที่ยว ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว รวมถึงการแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก ร้านอาหารและคาเฟ่ พร้อมรูปภาพประกอบ และคิวอาร์โค้ด (QR Code) สำหรับเชื่อมต่อไปยังร้านค้าต่าง ๆ

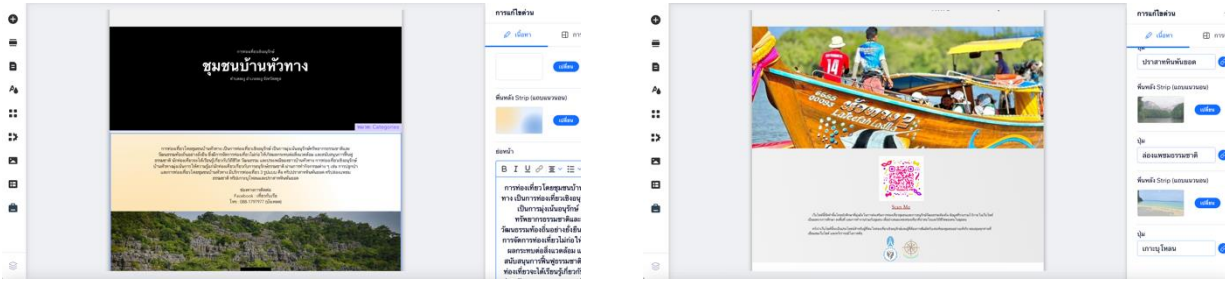
โดยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์การท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทาง สามารถเข้าถึงได้ง่ายผ่านสมาร์ทโฟน (Smartphone) แท็บเล็ต (Tablet) หรือคอมพิวเตอร์ (Computer) รองรับการใช้งานในหลากหลายแพลตฟอร์ม (Platform) ไม่ต้องใช้ต้นทุนในการพิมพ์กระดาษ และสามารถปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมเนื้อหาได้อย่างสะดวกเมื่อมีข้อมูลใหม่ ๆ เกี่ยวกับข่าวสารการท่องเที่ยวของชุมชน ทั้งยังช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์และการพัฒนาที่ยั่งยืน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์การท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทางสามารถเป็นสื่อกลางในการสร้างการรับรู้ในวงกว้าง ไม่ว่าจะเป็นการเผยแพร่ผ่านโซเชียลมีเดีย (Social media) เว็บไซต์ หรือ คิวอาร์โค้ดตามจุดต่าง ๆ ในพื้นที่ชุมชน เพื่อให้นักท่องเที่ยวสามารถศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อวางแผนการเดินทาง หรือใช้เป็นคู่มือระหว่างท่องเที่ยวได้อย่างสะดวก หนังสืออิเล็กทรอนิกส์การท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทางไม่ใช่เป็นเพียงสื่อประชาสัมพันธ์เท่านั้น หากแต่เป็นเครื่องมือที่เชื่อมโยง “เนื้อหา” กับ “อัตลักษณ์ชุมชน” ให้เกิดคุณค่าในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยยังคงรักษารากฐานของความเป็นท้องถิ่นไว้ อีกทั้งยังช่วยสร้างความภาคภูมิใจให้กับคนในชุมชน และเป็นต้นแบบที่สามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้กับชุมชนท่องเที่ยวอื่น ๆ ได้อีกด้วย โดยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถเข้าถึงได้จาก https://anyflip.com/fvrqr/dipr




**รูปที่ 1-2** หนังสืออิเล็กทรอนิกส์การท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทาง
ที่มา: ชัยพัฒน์ เพ็ญจันทร์, 30 กันยายน 2567

2. เว็บไซต์

เว็บไซต์การท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทางเป็นสื่อดิจิทัลที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อความสะดวกในการค้นหาข้อมูล โดยทำหน้าที่เป็นแหล่งรวมข้อมูลที่ครบถ้วนและเข้าถึงได้ง่ายสำหรับผู้ใช้งาน ภายในเว็บไซต์จะมีการนำเสนอข้อมูลที่หลากหลายเกี่ยวกับการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทาง โดยเฉพาะสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญ นอกจากนี้เว็บไซต์ยังมีการบรรจุหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นสื่อที่นักท่องเที่ยวสามารถเปิดอ่านได้ทันที เพื่อศึกษาข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับการท่องเที่ยวชุมชนบ้านหัวทาง และกิจกรรมการท่องเที่ยว รวมถึงคำแนะนำในการท่องเที่ยว ซึ่งเว็บไซต์รองรับทั้งอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน ทำให้ผู้เยี่ยมชมสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้ทุกที่ทุกเวลา นวัตกรรมเว็บไซต์นี้จึงไม่เพียงแต่ทำหน้าที่เป็นแหล่งข้อมูลที่ครอบคลุม แต่ยังเป็นช่องทางสำคัญในการสื่อสารประชาสัมพันธ์และเสริมสร้างภาพลักษณ์ของการท่องเที่ยวโดยชุมชนให้มีความน่าสนใจและเข้าถึงได้ง่ายขึ้น โดยเว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้จาก https://ananyalawan39.wixsite.com/my-site-1




**รูปที่ 3-4** เว็บไซต์การท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทาง
ที่มา: ประยนชัย แสงทอง, 30 กันยายน 2567

3. แผ่นพับ

แผ่นพับการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทางออกแบบด้วยการใช้ภาพถ่ายจริงที่สะท้อนวิถีชีวิต วัฒนธรรม และธรรมชาติที่งดงามของชุมชน พร้อมทั้งเลือกใช้สีที่สื่อถึงความเป็นธรรมชาติ เช่น สีเขียวของป่าชายเลน สีน้ำเงินของท้องฟ้า และสีเหลืองของหิ่งห้อยในยามค่ำคืน เป็นต้น นอกจากการให้ข้อมูลแล้ว แผ่นพับยังเป็นเครื่องมือในการสร้างความประทับใจให้แก่นักท่องเที่ยวได้อีกด้วย

แผ่นพับมีความสำคัญในการประชาสัมพันธ์และส่งเสริมการท่องเที่ยวชุมชนบ้านหัวทาง เนื่องจากเป็นสื่อที่พกพาสะดวก แจกจ่ายได้ง่าย และสามารถนำไปใช้ได้ในหลายสถานที่ หรือใช้วางไว้ในจุดบริการนักท่องเที่ยว ทั้งนี้การออกแบบแผ่นพับให้มีเนื้อหาที่ครบถ้วนและภาพประกอบที่น่าสนใจ ยังช่วยสร้างความภาคภูมิใจในอัตลักษณ์ของชุมชนให้กับคนในพื้นที่ และเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี







**รูปที่ 5-6** แผ่นผับการท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทาง
ที่มา: จีรภาส สีหัด, 30 กันยายน 2567

4. โปสเตอร์

โปสเตอร์การท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทางมีบทบาทสำคัญในการประชาสัมพันธ์และสร้างการรับรู้เกี่ยวกับการท่องเที่ยวชุมชนของบ้านหัวทาง โปสเตอร์ที่พัฒนาขึ้นได้รับการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ โดยมีจุดเด่นในการนำเสนอข้อมูลที่ครบถ้วน เข้าใจง่าย และน่าสนใจ ทั้งนี้เนื้อหาที่ปรากฏบนโปสเตอร์ประกอบไปด้วยข้อมูลสำคัญ ๆ เกี่ยวกับการท่องเที่ยวชุมชนบ้านหัวทาง รายละเอียดแพ็กเกจการท่องเที่ยว โปรแกรมการท่องเที่ยวที่เป็นระบบ การนำเสนอสิทธิประโยชน์และบริการ และช่องทางการติดต่อและจองทริป โดยการออกแบบโปสเตอร์ใช้สีสันที่สื่อถึงความงามของธรรมชาติ










**รูปที่ 7-9** โปสเตอร์การท่องเที่ยวโดยชุมชนบ้านหัวทาง
ที่มา: สิรวิทญ์ ทองได้หนู, 30 กันยายน 2567

5. แผนที่ท่องเที่ยวชุมชน

แผนที่ท่องเที่ยวชุมชนบ้านหัวทางเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถทำความเข้าใจพื้นที่ได้อย่างชัดเจน สะดวกในการวางแผนการเดินทาง และสามารถสำรวจแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง แผนที่ท่องเที่ยวชุมชนมีบทบาทในการนำเสนอข้อมูลที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชน พร้อมกับเชื่อมโยงไปยังสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ โดยมีภาพประกอบของสถานที่ต่าง ๆ และมีสัญลักษณ์แสดงไว้บนแผนที่ ซึ่งแผนที่ท่องเที่ยวชุมชนมีลักษณะเป็นโปสเตอร์ใช้สำหรับแจกให้กับนักท่องเที่ยว อีกทั้งสามารถเข้าถึงแผนที่ได้จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ https://anyflip.com/fvrqr/dipr อีกช่องทางหนึ่ง




**รูปที่ 10** แผนที่ท่องเที่ยวชุมชนบ้านหัวทาง
ที่มา: สิรวิทญ์ ทองได้หนู, 30 กันยายน 2567

โดยสรุปสำหรับการพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านหัวทางในครั้งนี้ ให้ความสำคัญกับผลลัพธ์ที่จะนำไปสู่ความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืนโดย อาศัยการท่องเที่ยวชุมชนบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเป็นสำคัญ

## 5. อภิปรายผลการวิจัย

ชุมชนบ้านหัวทางตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งป่าชายเลน ป่าลำพู ลำคลองละงู และทะเลอันดามัน ลักษณะภูมิประเทศที่มีทั้งภูเขาและลำคลองทำให้ชุมชนมีความหลากหลายทางชีวภาพ จึงกลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่มีชื่อเสียง ชาวบ้านส่วนใหญ่ประกอบอาชีพประมงพื้นบ้าน โดยชุมชนได้จัดตั้งกลุ่มการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์เพื่อบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชน เน้นให้นักท่องเที่ยวได้สัมผัสวิถีชุมชน สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น พร้อมร่วมกิจกรรมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน สอดคล้องกับงานของภัทร์ธนกัลย์ เตี่ยไพบูลย์ (2557) ที่พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน พบปัจจัยด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น วิถีชีวิต วัฒนธรรมประเพณีและศิลปะพื้นบ้านของชุมชน โดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนการท่องเที่ยวบ้านหัวทางเป็นองค์กรภาคประชาชนที่บริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยเน้นแนวทางการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่คำนึงถึงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างรู้คุณค่า การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นให้แก่นักท่องเที่ยว กลุ่มมีการบริหารงานบนฐานการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนของชุมชน เช่น กลุ่มเรือนำเที่ยว กลุ่มแม่บ้าน กลุ่มเยาวชน กลุ่มผู้สูงอายุ และกลุ่มปราชญ์ชุมชน เป็นต้น สอดคล้องกับงานของอนุวัฒน์ ชมภูปัญญา และธนัสถา โรจนตระกูล (2565) ที่พบว่า ปัจจัยที่ทำให้การท่องเที่ยวโดยชุมชนประสบความสำเร็จและสามารถพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากในชุมชนให้เข้มแข็งได้ต้องอาศัยการมีส่วนร่วม การอนุรักษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างคนในชุมชนกับทรัพยากรธรรมชาติในรูปแบบการท่องเที่ยวควบคู่กับการพัฒนาชุมชนท้องถิ่นให้มีความเข้มแข็งผ่านกระบวนการพัฒนาศักยภาพอย่างมีส่วนร่วมของคนในชุมชน

สำหรับการพัฒนานวัตกรรมสื่อท่องเที่ยวชุมชนบนฐานอัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนอย่างยั่งยืน ซึ่งประกอบด้วย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เว็บไซต์ แผ่นพับ โปสเตอร์ และแผนที่ท่องเที่ยวชุมชน ซึ่งสื่อแต่ละประเภทมีความโดดเด่นและบทบาทเฉพาะในการประชาสัมพันธ์และสื่อสารข้อมูลการท่องเที่ยวของชุมชนแตกต่างกันออกไป อีกทั้งสามารถแก้ไขข้อมูลให้เป็นปัจจุบันได้เสมอ สอดคล้องกับงานของภากรณ์ โพธะ (2564) ที่พบว่า จุดเด่นของสื่อออนไลน์ คือ มีความยืดหยุ่นของข้อมูลสามารถปรับแก้ไขเนื้อหาได้อย่างเป็นปัจจุบัน ตลอดจนสามารถเพิ่มเติมเนื้อหาส่วนขยายได้ตามที่ต้องการ โดย 1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อดิจิทัลที่รวบรวม

ข้อมูลสำคัญของชุมชนบ้านหัวทาง ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ง่ายผ่านสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ โดยไม่ต้องใช้กระดาษ เป็นสื่อที่มีประโยชน์ สอดคล้องกับงานของอุดม จันทิมา, กรรณิการ์ ขาวเงิน และวิไลพร อุ่นเจ้าบ้าน (2567) ที่พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อประชาสัมพันธ์ที่เป็นประโยชน์และได้รับความสนใจ 2) เว็บไซต์ทำหน้าที่เป็นแหล่งข้อมูลกลางที่นักท่องเที่ยวสามารถเข้าถึงได้ตลอดเวลา โดยเว็บไซต์มีข้อมูลที่เข้าใจง่ายเกี่ยวกับสถานที่ท่องเที่ยว กิจกรรมท่องเที่ยว โปรแกรมการท่องเที่ยว และรูปภาพประกอบ สอดคล้องกับงานของนารีรัตน์ โสติถิมานนท์ (2556) ที่พบว่า เว็บไซต์ต้องมีเนื้อหาในการนำเสนอที่กระชับ เข้าใจง่าย และมีรูปภาพประกอบ เว็บไซต์ต้องรองรับทั้งการใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์และสมาร์ทโฟน ซึ่งจะทำให้นักท่องเที่ยวสามารถวางแผนการเดินทางได้อย่างสะดวก 3) แผ่นพับและโปสเตอร์ เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ที่ใช้ในการประชาสัมพันธ์ มีความโดดเด่นด้านการดึงดูดความสนใจ ที่ออกแบบด้วยภาพถ่ายจริงและสีสันที่สะท้อนความงามของชุมชน เช่น สีเขียวของป่าชายเลน สีน้ำเงินของท้องฟ้า และสีเหลืองของหิ่งห้อย เป็นต้น แผ่นพับนำเสนอข้อมูลการท่องเที่ยว ใช้สำหรับแจกจ่ายแก่นักท่องเที่ยวหรือวางไว้ตามจุดบริการต่าง ๆ เพื่อสร้างความรู้และกระตุ้นความสนใจให้กับนักท่องเที่ยว สอดคล้องกับงานของบุษยา หมีเงิน และกุลกนิษฐ์ ทองเงา (2566) ที่พบว่า สื่อสิ่งพิมพ์ในรูปแบบแผ่นพับและโปสเตอร์ผสมผสานร่วมกับคิวอาร์โค้ด และสื่อวีดิโอทัศน์จะช่วยส่งเสริมประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว และ 4) แผนที่ท่องเที่ยวชุมชน เป็นสื่อที่ช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถทำความเข้าใจพื้นที่ได้อย่างชัดเจน ภายในแผนที่มีข้อมูลเส้นทางท่องเที่ยว สถานที่สำคัญ จุดชมวิว และสถานที่ทำกิจกรรมต่าง ๆ แผนที่ท่องเที่ยวชุมชนจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถวางแผนการเดินทางได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานของจิดาภา หวันกะเหร็ม (2558) ที่พบว่า แผนที่สื่อความหมาย มีความน่าสนใจ และสามารถให้ความรู้ความเข้าใจได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตามสำหรับนวัตกรรมสื่อที่พัฒนาขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ไม่เพียงแต่ทำหน้าที่ในการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวของชุมชนบ้านหัวทางเท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือที่เชื่อมโยงอัตลักษณ์ท้องถิ่นเข้ากับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวที่ยั่งยืนตลอดจนช่วยเสริมสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม บนฐานการมีส่วนร่วมของชุมชนอีกด้วย

## 6. ข้อเสนอแนะ

**1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย**

- ควรเพิ่มช่องทางเผยแพร่นวัตกรรมสื่อในหลายแพลตฟอร์ม เช่น เฟซบุ๊ก (Facebook) อินสตาแกรม (Instagram) ติ๊กต็อก (TikTok) และบัญชีทางการของไลน์ (Line Official Account) เป็นต้น เพื่อการเข้าถึงกลุ่มนักท่องเที่ยวได้หลากหลายและกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

- ควรพัฒนาเนื้อหาเว็บไซต์ให้มีความหลากหลายและสามารถโต้ตอบได้ โดยการเพิ่มฟังก์ชันในเว็บไซต์ เช่น ระบบจองทริปออนไลน์ แชทบอท (*Chatbot*) ให้ข้อมูลอัตโนมัติ และการรีวิว (*Review*) จากนักท่องเที่ยว เป็นต้น เพื่อสร้างความน่าสนใจและเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน

**2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป**

- ควรศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสื่อแต่ละประเภทในการส่งเสริมการท่องเที่ยวชุมชน เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการประชาสัมพันธ์ข้อมูลเพื่อดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เดินทางมาท่องเที่ยว

- ควรศึกษาความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวเกี่ยวกับการใช้งานสื่อแต่ละประเภท เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาสื่อให้สอดคล้องและตรงกับความต้องการของนักเที่ยวมากยิ่งขึ้น อันจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านหัวทาง และชุมชนบ้านหัวทาง ตำบลละงู อำเภอละงู จังหวัดสตูล สำหรับข้อมูลและการให้ความร่วมมือด้วยดีเสมอมา ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ชลลดา แสงมณี ศิริสาธิตกิจ อาจารย์ที่ปรึกษา ตลอดจนหลักสูตรการ

บริหารและพัฒนาชุมชน คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่มีส่วนช่วยให้งานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. (2564). **Amazing Thailand, Amazing New Chapters.** เข้าถึงเมื่อ 30 มิถุนายน 2567. จาก https://thai.tourismthailand.org/Articles/amazingthailandamazingnewchapters.

จิดาภา หวันกะเหร็ม. (2558). **การพัฒนาแผนที่แสดงจุดศึกษาธรรมชาติบนเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเขาเจ็ดยอด จังหวัดพัทลุงและจังหวัดตรัง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นารีรัตน์ โสติถิมานนท์. (2556). **การศึกษาแนวทางเพื่อพัฒนาเว็บไซต์ในการประชาสัมพันธ์ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา**. การค้นคว้าแบบอิสระ สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บุษยา หมีเงิน และกุลกนิษฐ์ ทองเงา. (2566). การพัฒนาสื่อสิ่งพิมพ์ในรูปแบบแผ่นพับและโปสเตอร์ผสมผสานร่วมกับ QR Code และสื่อวีดิทัศน์ เพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวในเขตเทศบาล ตำบลบางพลี อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ, ใน **Journal of Roi Kaensarn Academi.** 8(2). 251-263.

ภัทร์ธนกัลย์ เตี่ยไพบูลย์. (2557). **ศักยภาพแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศโดยชุมชน บ้านหัวนอนวัด ตำบลแม่ทอม อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ภากรณ์ โพธะ. (2564). **การพัฒนาชุดสื่อประชาสัมพันธ์สำหรับการท่องเที่ยวในชุมชนจังหวัดชุมพร**. ปริญญานิพนธ์หลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการออกแบบเพื่อธุรกิจ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อนุวัฒน์ ชมภูปัญญา และธนัสถา โรจนตระกูล. (2565). การพัฒนาศักยภาพชุมชนแบบมีส่วนร่วมสู่ชุมชนท่องเที่ยวที่ยั่งยืน, ใน **Journal of Modern Learning Development**. 7(8). 414-430.

อุดม จันทิมา, กรรณิการ์ ขาวเงิน และวิไลพร อุ่นเจ้าบ้าน. (2567). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการท่องเที่ยววิถีพุทธในเมืองหลัก 15 จังหวัดของประเทศไทย, ใน **วารสาร มจร บาฬีศึกษาพุทธโฆสปริทรรศน์.** 10(1). 97-111.

Kemmis, S. and McTaggart, R. (1990). **The Action Research Planner**. Geelong: Deakin University Press.

# มุมมองของผู้เข้าร่วมงานกีฬาเกี่ยวกับการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 และผลกระทบต่อการตัดสินใจของธุรกิจในการจัดงาน

# Perspective of Sports Event Participants on PM2.5 Management and Its Impact on Business Decision-Making in Event Organization

วรัทยา วโรทัย[1]
1 อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการพัฒนากีฬา คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Varutthaya Varoth[1]
1 Lecturer in the Department of Sports Science and Sports Development Faculty of Allied Health Sciences Thammasat University

Corresponding Author E-mail: varutthaya.v@allied.tu.ac.th [1]

## บทคัดย่อ

บทความนี้ศึกษาการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬาเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความพึงพอใจและการตัดสินใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรม โดยเฉพาะในกรณีของกิจกรรมที่มีผู้คนหนาแน่นและการสัมผัสกับมลพิษทางอากาศ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมักมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยจากฝุ่น PM2.5 ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว การจัดการฝุ่น PM2.5 อย่างมีประสิทธิภาพสามารถช่วยลดความเสี่ยงด้านสุขภาพและสร้างความมั่นใจให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรม โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการตรวจวัดฝุ่นและการติดตั้งเครื่องกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพในการลดระดับฝุ่นในพื้นที่จัดงาน ผลจากการศึกษาพบว่า ความโปร่งใสในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการฝุ่น PM2.5 ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรม การที่ผู้จัดงานสามารถสื่อสารมาตรการที่ชัดเจนและโปร่งใสจะทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมรู้สึกมั่นใจในการเข้าร่วมและเพิ่มความไว้วางใจต่อธุรกิจที่จัดงาน การรักษาภาพลักษณ์ที่ดีของธุรกิจผ่านการจัดการฝุ่นที่มีประสิทธิภาพสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ยั่งยืนกับผู้บริโภคได้ ผลกระทบที่เกิดจากการจัดการฝุ่น PM2.5 ไม่เพียงแต่ส่งผลต่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมกิจกรรม แต่ยังส่งผลต่อความน่าเชื่อถือและการตัดสินใจทางธุรกิจในการจัดงานกีฬา ซึ่งเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าในระยะยาวสำหรับธุรกิจในอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูง

**คำสำคัญ**: การออกแบบพื้นที่จัดงาน, การสื่อสาร, เทคโนโลยีการกรองอากาศ, สุขภาพผู้เข้าร่วมกิจกรรม

## Abstract

This article explores the management of PM2.5 in sports events is a critical factor that directly impacts participant satisfaction and decision-making, especially in events with large crowds and exposure to air pollution. Participants often express concerns about the safety risks associated with PM2.5, which can have long-term health effects. Effective management of PM2.5 can reduce health risks and instill confidence in participants, particularly through the use of modern technology for dust measurement and the installation of efficient air filtration systems. Studies indicate that transparency in communicating PM2.5 management measures significantly affects participant decisions. When event organizers clearly communicate their dust management measures, participants feel more confident and are more likely to attend future events. Maintaining a strong business image through effective dust

management not only ensures participant safety but also strengthens long-term relationships with consumers. The impact of PM2.5 management goes beyond just safeguarding participants' health; it also influences business credibility and decision-making in organizing sports events, proving to be a valuable investment for businesses in highly competitive industries.

**Keywords**: impact on decision-making, business event organization

## บทนำ

ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน หรือ PM2.5 ถือเป็นหนึ่งในปัญหาสิ่งแวดล้อมที่มีความรุนแรงและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนทั่วโลก ทั้งในด้านร่างกายและจิตใจ เนื่องจากฝุ่น PM2.5 มีขนาดเล็กเกินกว่าจะมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่สามารถแทรกซึมเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจและกระแสเลือดได้ โดยเฉพาะในพื้นที่เมืองที่มีการจราจรหนาแน่นและการเผาไหม้จากอุตสาหกรรมหรือพลังงานฟอสซิล (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) ในบริบทของการจัดกิจกรรมกีฬา ฝุ่น PM2.5 กลายเป็นปัจจัยที่ผู้จัดงานต้องคำนึงถึงอย่างจริงจัง เนื่องจากไม่เพียงส่งผลต่อสุขภาพผู้เข้าร่วม แต่ยังส่งผลต่อประสบการณ์ ความสะดวกสบาย และอาจเป็นเหตุให้ผู้เข้าร่วมบางรายตัดสินใจไม่เข้าร่วมหรือยกเลิกการเข้าร่วมกิจกรรม โดยเฉพาะในกิจกรรมกลางแจ้ง (ภาณุพงศ์ ชัยวิริยะพงศ์, 2566)

การบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬาจึงจำเป็นต้องมีแผนและมาตรการที่เหมาะสม เช่น การใช้เทคโนโลยีตรวจวัดฝุ่นแบบเรียลไทม์เพื่อตรวจจับค่าฝุ่นในอากาศ การติดตั้งเครื่องกรองอากาศในพื้นที่หนาแน่น และการสื่อสารมาตรการให้ผู้เข้าร่วมทราบอย่างชัดเจน (Kaplan & Norton, 2022; Lang, Gao, & Jiang, 2024) ผู้จัดงานไม่เพียงต้องดูแลด้านความปลอดภัยจากอุบัติเหตุเท่านั้น แต่ยังต้องรับผิดชอบด้านคุณภาพอากาศเพื่อให้ผู้เข้าร่วมรู้สึกมั่นใจว่าพวกเขาจะได้รับความปลอดภัยด้านสุขภาพในระยะยาว

การแสดงออกถึงความรับผิดชอบต่อการควบคุมฝุ่น PM2.5 อย่างเหมาะสมจะช่วยสร้างความเชื่อมั่นและเพิ่มระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วม (Huang, 2023) ขณะเดียวกัน การประสานความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ก็เป็นอีกหนึ่งแนวทางในการยกระดับประสิทธิภาพของมาตรการจัดการฝุ่นในอนาคต บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬา พร้อมวิเคราะห์ผลกระทบจากการรับรู้ของผู้เข้าร่วมกิจกรรม เพื่อเสนอแนวทางที่สามารถนำไปใช้จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยสำหรับทุกฝ่าย

## เนื้อหา

### 1 มุมมองและความสำคัญของการจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬา

ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน หรือ PM2.5 เป็นประเด็นสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงและส่งผลกระทบต่อสุขภาพทั่วโลก ทั้งในด้านร่างกายและจิตใจ โดยเฉพาะในพื้นที่เมืองที่มีการจราจรหนาแน่นและการเผาไหม้จากอุตสาหกรรมหรือพลังงานฟอสซิล ซึ่ง PM2.5 มีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่สามารถแทรกซึมเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจและกระแสเลือดได้ (Huang, 2023) ในบริบทของการจัดกิจกรรมกีฬา โดยเฉพาะกิจกรรมกลางแจ้งที่มีผู้คนหนาแน่น PM2.5 กลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้จัดงานต้องพิจารณาอย่างจริงจัง ไม่เพียงแต่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้เข้าร่วม (Granella, 2023) แต่ยังกระทบต่อประสบการณ์ ความสะดวกสบาย และอาจนำไปสู่การตัดสินใจไม่เข้าร่วมหรือยกเลิกกิจกรรมได้ (Granella, 2023) ความกังวลของผู้เข้าร่วมเกี่ยวกับความปลอดภัยจาก PM2.5 ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว เป็นสิ่งที่ผู้จัดงานต้องให้ความสำคัญ (Guo, Lin, & Qiao, 2022) การจัดการ PM2.5 อย่างมีประสิทธิภาพจึงไม่เพียงช่วยลดความเสี่ยงด้านสุขภาพ แต่ยังสร้างความมั่นใจให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรม นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือและการตัดสินใจทางธุรกิจในการจัดงานกีฬาด้วย (Granella, 2023) ในปัจจุบัน ผู้บริโภคมีความตระหนักและให้ความสำคัญกับประเด็นด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งทำให้ความคาดหวังต่อผู้จัดงานกีฬาเพิ่มสูงขึ้นในเรื่องของการจัดการคุณภาพอากาศ

**1.1 มุมมองของผู้เข้าร่วมกิจกรรมกีฬา**

ผู้เข้าร่วมงานกีฬามีมุมมองที่ให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 เป็นอย่างมาก เนื่องจากปัญหาฝุ่น PM2.5 ได้รับความสนใจในระดับสาธารณะและส่งผลกระทบโดยตรงต่อกิจกรรมที่จัดขึ้นในพื้นที่เมืองใหญ่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง งานกีฬาประเภทกลางแจ้งที่มีการรวมตัวของผู้คนจำนวนมากถือเป็นกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูง เพราะฝุ่น PM2.5 สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจและแทรกซึมเข้าสู่กระแสเลือด ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้เข้าร่วมโดยตรง โดยเฉพาะผู้ที่ใช้พลังงานทางกายภาพสูงตลอดกิจกรรม (Huang, 2023) ผลกระทบเหล่านี้ไม่ได้จำกัดเพียงด้านสุขภาพเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อประสบการณ์ของผู้เข้าร่วมในแง่ของความรู้สึกปลอดภัยและความสบายใจ เมื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความกังวลเกี่ยวกับคุณภาพอากาศและผลกระทบระยะยาวที่อาจเกิดขึ้นกับสุขภาพ ความกังวลดังกล่าวสามารถนำไปสู่การตัดสินใจหลีกเลี่ยงหรือไม่เข้าร่วมกิจกรรมกีฬาได้ (Granella, 2023) การรับรู้ของพวกเขาเกี่ยวกับความเสี่ยงจาก PM2.5 มีอิทธิพลอย่างมากต่อการตัดสินใจเข้าร่วมหรือไม่เข้าร่วมงาน (Granella, 2023) ดังนั้น การจัดการ PM2.5 จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความมั่นใจและความพึงพอใจให้กับผู้เข้าร่วม

**1.2 ปัจจัยทางสุขภาพที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ**

ปัจจัยทางสุขภาพเป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมกีฬาในการพิจารณาเข้าร่วมงานท่ามกลางปัญหาฝุ่น PM2.5 ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมักมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยจากฝุ่น PM2.5 ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว (Guo, Lin, & Qiao, 2022) การสัมผัสกับฝุ่น PM2.5 ในปริมาณสูงสามารถก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพได้หลากหลายด้าน เช่น โรคทางเดินหายใจ ปัญหาหัวใจ และแม้แต่การเกิดโรคมะเร็งในระยะยาว (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) ผู้เข้าร่วมที่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหอบหืด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) หรือโรคหัวใจ จะมีความไวต่อคุณภาพอากาศมากกว่ากลุ่มทั่วไป และมีความกังวลเป็นพิเศษต่อการสัมผัสฝุ่น PM2.5 (Huang, 2023) ความกังวลเหล่านี้ส่งผลให้พวกเขามีแนวโน้มที่จะหลีกเลี่ยงการเข้าร่วมกิจกรรมในพื้นที่ที่มีระดับมลพิษทางอากาศสูงหรือไม่ชัดเจนในมาตรการควบคุมฝุ่น (Granella, 2023) การที่ผู้จัดงานสามารถลดความเสี่ยงด้านสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยสร้างความมั่นใจและกระตุ้นการตัดสินใจเข้าร่วมกิจกรรม

**1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ฝุ่นกับความพึงพอใจ**

ความโปร่งใสในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการฝุ่น PM2.5 ส่งผลโดยตรงต่อการตัดสินใจและความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรม (Granella, 2023) เมื่อผู้จัดงานสามารถสื่อสารมาตรการที่ชัดเจนและโปร่งใส ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะรู้สึกมั่นใจในการเข้าร่วมและเพิ่มความไว้วางใจต่อธุรกิจที่จัดงาน (Granella, 2023) การรับรู้ว่าองค์กรมีการจัดการฝุ่นอย่างโปร่งใสและมีมาตรการที่เป็นรูปธรรมจะช่วยเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรม โดยเฉพาะในงานที่มีผู้คนจำนวนมาก การให้ข้อมูลที่ชัดเจนเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีในการตรวจสอบฝุ่น PM2.5 เช่น เครื่องกรองอากาศหรือระบบตรวจวัดแบบเรียลไทม์ จะช่วยเพิ่มความมั่นใจในระดับความปลอดภัยที่ได้รับ (Guo, Lin, & Qiao, 2022) ความมั่นใจนี้ไม่เพียงช่วยให้ผู้เข้าร่วมรู้สึกปลอดภัยขณะเข้าร่วมกิจกรรม แต่ยังช่วยสร้างความเชื่อมั่นในภาพลักษณ์ขององค์กร ซึ่งส่งผลดีในระยะยาว (Kaplan & Norton, 2022) การจัดการฝุ่น PM2.5 อย่างมีประสิทธิภาพและโปร่งใสจะช่วยเพิ่มความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมและสร้างความภักดีต่อผู้จัดงาน (Granella, 2023)

**1.4 บทบาทของฝุ่น PM2.5 ต่อภาพลักษณ์กิจกรรมและองค์กร**

การจัดการฝุ่น PM2.5 ไม่เพียงส่งผลต่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมกิจกรรม แต่ยังส่งผลต่อความน่าเชื่อถือและภาพลักษณ์ทางธุรกิจในการจัดงานกีฬาอย่างมีนัยสำคัญ (Granella, 2023) ในมุมมองของธุรกิจ การมีระดับฝุ่น PM2.5 ในอากาศที่สูงส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริหารองค์กร ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาทั้งปัจจัยด้านความปลอดภัยของผู้เข้าร่วม รวมถึงภาพลักษณ์ของแบรนด์หรือองค์กรที่อาจได้รับผลกระทบ หากไม่สามารถควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมในงานได้อย่างเหมาะสม (Kaplan & Norton, 2022) การรักษาภาพลักษณ์ที่ดีของธุรกิจผ่านการจัดการฝุ่นที่มีประสิทธิภาพสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ยั่งยืนกับผู้บริโภคได้ (Granella, 2023) การแสดงออกถึงความรับผิดชอบต่อการควบคุมฝุ่น PM2.5 อย่างเหมาะสมจะช่วยสร้างความเชื่อมั่นและเพิ่มระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วม (Guo, Lin, & Qiao, 2022) การลงทุนในการจัดการ PM2.5 ถือเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าในระยะยาวสำหรับธุรกิจในอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูง (Kaplan & Norton, 2022) ผู้จัดงานที่สามารถจัดการคุณภาพอากาศอย่างมีประสิทธิภาพจะได้รับการยอมรับในฐานะองค์กรที่ใส่ใจต่อสุขภาพของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และยังช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมได้อีกด้วย

โดยผู้เขียนพอสรุปได้ว่า มุมมองของผู้เข้าร่วมงานกีฬาเกี่ยวกับการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 สะท้อนให้เห็นว่าปัญหา PM2.5 ไม่ใช่เพียงประเด็นด้านสิ่งแวดล้อม แต่เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการตัดสินใจเข้าร่วมกิจกรรมและความพึงพอใจโดยรวม ผู้เข้าร่วมมีความกังวลอย่างมากเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาว และความกังวลนี้มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจของพวกเขา (Granella, 2023) การที่ผู้จัดงานสามารถสื่อสารมาตรการจัดการฝุ่น PM2.5 ได้อย่างชัดเจนและโปร่งใส จะช่วยสร้างความมั่นใจและเพิ่มความไว้วางใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างประสบการณ์ที่ดีและปลอดภัย (Granella, 2023) นอกจากนี้ การจัดการ PM2.5 ยังส่งผลต่อภาพลักษณ์และความน่าเชื่อถือขององค์กรผู้จัดงานในระยะยาว (Kaplan & Norton, 2022) การลงทุนในการจัดการคุณภาพอากาศจึงไม่ใช่แค่การปฏิบัติตามข้อกำหนด แต่เป็นการลงทุนเชิงกลยุทธ์ที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับธุรกิจและสร้างความสัมพันธ์ที่ยั่งยืนกับผู้บริโภคในสังคมที่ให้ความสำคัญกับสุขภาพและความยั่งยืน

**2 แนวคิดและกรอบการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5**

การบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน เนื่องจากไม่เพียงแต่ส่งผลต่อสุขภาพของผู้เข้าร่วมงาน แต่ยังส่งผลกระทบโดยตรงต่อความพึงพอใจและการตัดสินใจเข้าร่วมกิจกรรมของพวกเขา (Granella, 2023) ในอดีต ปัญหาสิ่งแวดล้อมอาจถูกมองเป็นเพียงต้นทุน แต่ในปัจจุบัน ภาคธุรกิจได้ตระหนักถึงบทบาทและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) การจัดการฝุ่น PM2.5 ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารความเสี่ยงและกลยุทธ์ความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร (CSR) ที่เชื่อมโยงกับการรับรู้ของผู้บริโภค (Guo, Lin, & Qiao, 2022) การมีระบบบริหารจัดการฝุ่นที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยลดความเสี่ยงด้านสุขภาพ สร้างความมั่นใจให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรม และเสริมสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับธุรกิจ (Kaplan & Norton, 2022) บทความนี้จะนำเสนอแนวคิดและกรอบการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการบริหารจัดการธุรกิจและนำเสนอแนวทางเชิงกลยุทธ์ที่ครอบคลุมทั้งการป้องกัน การเฝ้าระวัง และการสื่อสารกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

**2.1 การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการบริหารจัดการธุรกิจ**

การนำหลักการจากทฤษฎีการบริหารจัดการธุรกิจมาประยุกต์ใช้กับการจัดการฝุ่น PM2.5 สะท้อนให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงในแนวคิดด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กรธุรกิจสมัยใหม่ ซึ่งไม่ได้มองสิ่งแวดล้อมเป็นเพียงต้นทุน แต่เป็นหนึ่งในเครื่องมือสร้างความน่าเชื่อถือและภาพลักษณ์ทางธุรกิจ (Kaplan & Norton, 2022) การบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 จึงกลายเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารความเสี่ยงและกลยุทธ์ CSR ที่เชื่อมโยงกับการรับรู้ของผู้บริโภค (Guo, Lin, & Qiao, 2022) องค์ประกอบสำคัญในกรอบแนวคิดดังกล่าว ได้แก่ การวางแผนล่วงหน้าในการควบคุมคุณภาพอากาศ การเลือกสถานที่จัดกิจกรรมที่มีการระบายอากาศดี และการออกแบบระบบแจ้งเตือนคุณภาพอากาศร่วมกับการให้ข้อมูลอย่างโปร่งใสต่อผู้เข้าร่วมกิจกรรม (Granella, 2023) นอกจากนี้ การแสดงออกถึงความพร้อมในการตอบสนองต่อปัญหา เช่น การมีมาตรการสำรองเมื่อค่าฝุ่นสูงเกินมาตรฐาน ก็เป็นการสร้างความมั่นใจให้กับผู้เข้าร่วมและลดความเสี่ยงทางชื่อเสียงขององค์กร (Kaplan & Norton, 2022) การบริหารจัดการฝุ่นที่ดีไม่เพียงช่วยลดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้เข้าร่วม แต่ยังเสริมสร้างคุณค่าและภาพลักษณ์ขององค์กรในระยะยาว โดยเฉพาะในยุคที่ความยั่งยืน (sustainability) กลายเป็นเกณฑ์หนึ่งในการตัดสินใจของผู้บริโภค (Guo, Lin, & Qiao, 2022) การจัดงานกีฬาภายใต้สภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ จึงไม่ได้เป็นเพียงหน้าที่ของผู้จัดงาน แต่เป็นกลยุทธ์เชิงรุกในการบริหารจัดการองค์กรที่ทันสมัย

**2.2 กลยุทธ์การควบคุมฝุ่นในพื้นที่จัดกิจกรรม**

กลยุทธ์สำคัญในการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬาคือการออกแบบสถานที่จัดงานที่สามารถควบคุมการไหลของอากาศและมีการกรองอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ (Jiang, Cai, Luo, & Zhang, 2024) ผู้จัดงานควรเลือกสถานที่ที่สามารถจัดการและควบคุมระดับฝุ่นในอากาศได้ดี เช่น การติดตั้งระบบการกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่ที่มีการรวมตัวของผู้เข้าร่วมจำนวนมาก เช่น สนามกีฬาในร่ม ที่อาจต้องมีการกรองอากาศเพื่อรักษาคุณภาพของอากาศภายในพื้นที่จัดงานให้ดีขึ้น (Jiang, Cai, Luo, & Zhang, 2024) การมีระบบกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดระดับฝุ่น PM2.5 ในพื้นที่ที่มีผู้คนหนาแน่น และทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมรู้สึกปลอดภัยและสะดวกสบายมากขึ้น (Guo, Lin, & Qiao, 2022) นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์เพื่อตรวจจับค่าฝุ่นในอากาศ และการติดตั้งเครื่องกรองอากาศในพื้นที่หนาแน่นก็เป็นมาตรการที่เหมาะสม (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) การเข้าถึงข้อมูลคุณภาพอากาศแบบทันทีจะช่วยให้ผู้จัดสามารถตัดสินใจปรับมาตรการหรือย้ายกิจกรรมได้ตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง

งานวิจัยล่าสุดยังชี้ให้เห็นว่า การจัดการฝุ่น PM2.5 โดยใช้เครื่องมือเทคโนโลยี เช่น เซนเซอร์ตรวจวัดฝุ่นอัตโนมัติและระบบปรับคุณภาพอากาศแบบอัจฉริยะ ส่งผลโดยตรงต่อความมั่นใจของผู้เข้าร่วม (Guo, Lin, & Qiao, 2022)

**2.3 การออกแบบพื้นที่และช่วงเวลาให้เหมาะสม**

การออกแบบพื้นที่จัดงานและการเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมเป็นอีกหนึ่งกลยุทธ์สำคัญในการควบคุมฝุ่น PM2.5 การออกแบบสถานที่จัดงานอย่างมีประสิทธิภาพสามารถช่วยลดความเสี่ยงจากฝุ่น PM2.5 ได้อย่างมาก โดยการเลือกพื้นที่ที่สามารถระบายอากาศได้ดีและมีระบบการกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพจะช่วยเพิ่มความปลอดภัยและสุขภาพที่ดีของผู้เข้าร่วมกิจกรรม (Jiang, Cai, Luo, & Zhang, 2024) ควรคำนึงถึงความสะดวกในการระบายอากาศและการติดตั้งระบบกรองอากาศในพื้นที่ที่มีการรวมตัวของผู้เข้าร่วมจำนวนมาก การจัดการด้านโครงสร้างทางกายภาพควรผสานเข้ากับการวางแผนเชิงเวลาในการจัดกิจกรรม การเลือกช่วงเวลาที่ระดับฝุ่นต่ำกว่าค่าเฉลี่ย เช่น ช่วงเช้าหรือช่วงเย็น จะช่วยลดความเสี่ยงที่เกิดจากฝุ่น PM2.5 ที่สะสมในช่วงกลางวัน โดยเฉพาะในพื้นที่เมืองใหญ่ที่มีการจราจรหนาแน่น (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) นอกจากนี้ ควรมีการออกแบบพื้นที่ให้สามารถติดตั้งเครื่องมือวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ได้อย่างสะดวก เพื่อให้สามารถตรวจสอบและรายงานค่าฝุ่นต่อผู้เข้าร่วมได้ทันที (Guo, Lin, & Qiao, 2022) การควบคุมฝุ่นที่ดีไม่เพียงแค่ป้องกันฝุ่นเข้าสู่ร่างกายเท่านั้น แต่ยังหมายถึงการสร้างสภาพแวดล้อมที่ผู้เข้าร่วมรู้สึกมั่นใจและปลอดภัย

**2.4 การสื่อสารเชิงกลยุทธ์กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย**

การสื่อสารที่ชัดเจน โปร่งใส และเข้าถึงได้เกี่ยวกับมาตรการควบคุมฝุ่น PM2.5 เป็นกลไกสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างความมั่นใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมกีฬา (Granella, 2023) ผู้จัดงานควรออกแบบแนวทางการสื่อสารในลักษณะเชิงรุก เช่น การติดป้ายประกาศบริเวณทางเข้าและพื้นที่จัดกิจกรรม การเผยแพร่ข้อมูลผ่านช่องทางดิจิทัล เช่น เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันประจำงาน ตลอดจนการจัดให้มีจุดประชาสัมพันธ์ที่สามารถให้ข้อมูลเชิงเทคนิคเกี่ยวกับค่าฝุ่นและมาตรการป้องกัน (Guo, Lin, & Qiao, 2022) เนื้อหาที่สื่อสารควรครอบคลุมทั้งมาตรการก่อน ระหว่าง และหลังการจัดกิจกรรม เช่น การตรวจสอบคุณภาพอากาศก่อนวันงาน การใช้เครื่องวัดฝุ่นแบบเรียลไทม์ระหว่างงาน และการทำความสะอาดพื้นที่หลังจบกิจกรรม เพื่อสร้างภาพรวมของการบริหารจัดการอย่างครบวงจร (Jiang, Cai, Luo, & Zhang, 2024) ความชัดเจนของข้อมูลยังช่วยลดความวิตกกังวลของผู้เข้าร่วม โดยเฉพาะผู้ที่มีโรคประจำตัว (Huang, 2023) การเปิดเผยข้อมูลอย่างตรงไปตรงมาไม่เพียงแค่สร้างความสบายใจให้กับผู้เข้าร่วม แต่ยังแสดงถึงความโปร่งใสของผู้จัดงาน ซึ่งส่งผลต่อการสร้างภาพลักษณ์ในเชิงบวก และส่งเสริมความสัมพันธ์ในระยะยาวระหว่างผู้จัดงานกับผู้บริโภค (Granella, 2023) ในแง่นี้ ความน่าเชื่อถือที่เกิดจากการสื่อสารที่ดีจะกลายเป็นสินทรัพย์ทางกลยุทธ์ที่องค์กรสามารถใช้ในการสร้างความภักดีของลูกค้าในอนาคต (Kaplan & Norton, 2022)

โดยผู้เขียนพอสรุปได้ว่า แนวคิดและกรอบการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬาเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องอาศัยการบูรณาการองค์ความรู้จากทฤษฎีการบริหารจัดการธุรกิจเข้ากับการปฏิบัติจริง (Kaplan & Norton, 2022) การจัดการฝุ่น PM2.5 ได้ยกระดับจากการเป็นเพียงหน้าที่สู่การเป็นกลยุทธ์เชิงรุกที่สร้างมูลค่าเพิ่มและภาพลักษณ์ที่ดีให้กับองค์กร (Guo, Lin, & Qiao, 2022) กรอบแนวคิดสำคัญประกอบด้วยการวางแผนล่วงหน้า การเลือกใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการตรวจวัดและกรองอากาศ (Jiang, Cai, Luo, & Zhang, 2024) การออกแบบพื้นที่และช่วงเวลาจัดกิจกรรมที่เหมาะสม และที่สำคัญคือการสื่อสารที่โปร่งใสและชัดเจนกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Granella, 2023) การนำแนวทางเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้จะช่วยสร้างความมั่นใจให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรม ลดความเสี่ยงด้านสุขภาพ และเสริมสร้างความน่าเชื่อถือให้กับธุรกิจในระยะยาว การจัดการฝุ่น PM2.5 จึงไม่ใช่แค่การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า แต่เป็นการวางรากฐานเชิงทฤษฎีและการปฏิบัติเพื่อความยั่งยืนของการจัดงานกีฬาในอนาคต

**3 ผลกระทบต่อองค์กรและการตัดสินใจของผู้บริโภค**

การบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬาไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของผู้เข้าร่วมกิจกรรมเท่านั้น แต่ยังมีความสัมพันธ์อย่างลึกซึ้งกับพฤติกรรมของผู้บริโภคและความน่าเชื่อถือขององค์กรผู้จัดงาน (Granella, 2023) ในยุคที่ผู้บริโภคมีความตระหนักด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ความคาดหวังเกี่ยวกับคุณภาพอากาศและความปลอดภัยในการเข้าร่วมกิจกรรมสาธารณะจึงเพิ่มสูงขึ้น (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) ความไว้วางใจที่ผู้บริโภคมีต่อองค์กรผู้จัดงานนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้จัดงานในการแสดงให้เห็นถึงมาตรการที่มีประสิทธิภาพและความโปร่งใสในการจัดการฝุ่น PM2.5 (Granella, 2023) บทความนี้จะวิเคราะห์

ผลกระทบของการจัดการฝุ่น PM2.5 ที่มีต่อองค์กรและการตัดสินใจของผู้บริโภค โดยเน้นที่การรับรู้และความมั่นใจของผู้เข้าร่วม ภาพลักษณ์องค์กรและความน่าเชื่อถือ ตลอดจนความสัมพันธ์กับความภักดีของผู้บริโภคและการกลับมาซ้ำในอนาคต

**3.1 การรับรู้และความมั่นใจของผู้เข้าร่วม**

การรับรู้เกี่ยวกับการจัดการฝุ่น PM2.5 ที่ผู้จัดงานดำเนินการมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคในการเข้าร่วมกิจกรรมหรือเลือกสนับสนุนธุรกิจนั้นๆ (Granella, 2023) ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมักจะให้ความสำคัญกับสุขภาพของตนเองและความปลอดภัยที่ได้รับจากผู้จัดงาน (Huang, 2023) การรับรู้ว่าองค์กรมีการจัดการฝุ่นอย่างโปร่งใสและมีมาตรการที่เป็นรูปธรรมในการจัดการกับฝุ่น PM2.5 จะช่วยเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานที่มีการรวมตัวของผู้คนจำนวนมากในพื้นที่กลางแจ้งหรือในสถานที่ที่มีการใช้พลังงานสูง (Guo, Lin, & Qiao, 2022) หากผู้จัดงานไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงมาตรการการจัดการฝุ่นที่ชัดเจนหรือไม่มีการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการควบคุมฝุ่นอย่างโปร่งใส อาจทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมรู้สึกไม่ปลอดภัยและมีความวิตกกังวล ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้พวกเขาตัดสินใจไม่เข้าร่วมกิจกรรมหรือหลีกเลี่ยงการสนับสนุนกิจกรรมดังกล่าว (Granella, 2023) ในทางตรงกันข้าม การที่ผู้จัดงานสามารถแสดงให้เห็นถึงความโปร่งใสและการจัดการฝุ่น PM2.5 ที่มีประสิทธิภาพไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรม แต่ยังสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับองค์กร (Kaplan & Norton, 2022) ผู้เข้าร่วมที่รับรู้ว่าผู้จัดงานให้ความสำคัญกับการจัดการฝุ่นอย่างมืออาชีพและโปร่งใสจะรู้สึกว่าผู้จัดงานมีความเอาใจใส่และสามารถให้การดูแลได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นการสร้างความไว้วางใจในองค์กร

**3.2 ภาพลักษณ์องค์กรและความน่าเชื่อถือ**

การจัดการฝุ่น PM2.5 ที่มีประสิทธิภาพส่งผลโดยตรงต่อภาพลักษณ์และความน่าเชื่อถือขององค์กรผู้จัดงานในตลาดที่มีการแข่งขันสูง (Kaplan & Norton, 2022) ธุรกิจที่สามารถจัดการฝุ่น PM2.5 ได้อย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยสร้างความมั่นใจให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรมและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับองค์กร (Guo, Lin, & Qiao, 2022) การเลือกใช้มาตรการการจัดการฝุ่นที่มีประสิทธิภาพมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมมักจะให้ความสำคัญกับสุขภาพและความปลอดภัยที่ได้รับจากผู้จัดงาน (Huang, 2023) ในตลาดที่มีการแข่งขันสูง เช่น อุตสาหกรรมการจัดงานกีฬา การที่ธุรกิจสามารถจัดการฝุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและโปร่งใสจะทำให้ธุรกิจมีความได้เปรียบและสามารถดึงดูดลูกค้าได้มากขึ้น เนื่องจากลูกค้าจะเลือกสนับสนุนธุรกิจที่มีความรับผิดชอบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม (Granella, 2023) การรักษาภาพลักษณ์ที่ดีของธุรกิจผ่านการจัดการฝุ่นที่มีประสิทธิภาพสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ยั่งยืนกับผู้บริโภคได้ (Kaplan & Norton, 2022) การที่ผู้จัดงานมีมาตรการการจัดการฝุ่น PM2.5 ที่มีประสิทธิภาพและโปร่งใส จะทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความมั่นใจในระดับความปลอดภัยที่ได้รับ ความมั่นใจนี้ไม่เพียงแค่ช่วยให้ผู้เข้าร่วมรู้สึกปลอดภัยในขณะเข้าร่วมกิจกรรม แต่ยังช่วยสร้างความเชื่อมั่นในภาพลักษณ์ขององค์กรหรือธุรกิจที่จัดงานได้ดี ซึ่งจะส่งผลดีในระยะยาว

**3.3 ความสัมพันธ์กับความภักดีของผู้บริโภคและการกลับมาซ้ำ**

การจัดการฝุ่น PM2.5 อย่างมีประสิทธิภาพและโปร่งใสมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการสร้างความภักดีของผู้บริโภคและการกลับมาเข้าร่วมกิจกรรมซ้ำในอนาคต (Granella, 2023) ผู้เข้าร่วมกิจกรรมที่รู้สึกว่าองค์กรมีการจัดการฝุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและโปร่งใสจะมีความมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรม และมีแนวโน้มที่จะกลับมาร่วมกิจกรรมในครั้งถัดไป ซึ่งเป็นการเสริมสร้างความสัมพันธ์ที่ยั่งยืนระหว่างธุรกิจและลูกค้า (Guo, Lin, & Qiao, 2022) การสื่อสารที่โปร่งใสยังช่วยรักษาภาพลักษณ์ที่ดีของธุรกิจ ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความพึงพอใจและความภักดีจากผู้บริโภคในระยะยาว (Kaplan & Norton, 2022) เมื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้รับข้อมูลเกี่ยวกับมาตรการการจัดการฝุ่น PM2.5 ที่โปร่งใสและชัดเจน พวกเขาจะรู้สึกมั่นใจในความปลอดภัยที่ได้รับจากผู้จัดงาน ซึ่งจะทำให้พวกเขามีแนวโน้มที่จะกลับมาร่วมกิจกรรมในครั้งถัดไป หรือแนะนำกิจกรรมให้กับผู้อื่น (Granella, 2023) การที่ธุรกิจจัดการฝุ่น PM2.5 ได้ดี ยังช่วยให้ธุรกิจมีความน่าเชื่อถือและสามารถแข่งขันในตลาดได้ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูง (Kaplan & Norton, 2022) ในระยะยาว ภาพลักษณ์ที่ดีที่เกิดจากการจัดการฝุ่นที่ดีจะช่วยให้ธุรกิจสามารถรักษาลูกค้าเดิมไว้ได้และดึงดูดลูกค้าใหม่ได้มากขึ้น

โดยผู้เขียนพอสรุปได้ว่า การบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬามีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อทั้งองค์กรผู้จัดงานและพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้บริโภค ความสามารถในการจัดการฝุ่นอย่างมีประสิทธิภาพและโปร่งใสไม่เพียงแต่สร้างความมั่นใจและความพึงพอใจให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรมเท่านั้น แต่ยังเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างและรักษาภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กร ความน่าเชื่อถือ และความภักดี

ของลูกค้าในระยะยาว (Granella, 2023) การลงทุนในมาตรการป้องกันและควบคุมฝุ่น PM2.5 ตลอดจนการสื่อสารที่ชัดเจน ถือเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าในเชิงธุรกิจ เพราะช่วยสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันและส่งเสริมการเติบโตอย่างยั่งยืนในอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูง (Kaplan & Norton, 2022) ความเชื่อมโยงระหว่างการจัดการฝุ่น PM2.5 กับแบรนด์องค์กรจึงเป็นสิ่งที่ไม่สามารถละเลยได้ และเป็นปัจจัยชี้ขาดความสำเร็จในระยะยาว

**4 แนวทางการปรับใช้ในอนาคต**

ในอนาคต การบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬาจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อรับมือกับความท้าทายใหม่ๆ ในบริบทสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) ผู้บริโภคยุคใหม่มีความคาดหวังที่สูงขึ้นในด้านสุขภาพและความปลอดภัย โดยเฉพาะในกิจกรรมที่มีการรวมตัวของผู้คนจำนวนมาก (Huang, 2023) ดังนั้น การจัดการฝุ่น PM2.5 จึงไม่ใช่แค่การปฏิบัติตามข้อกำหนดพื้นฐาน แต่เป็นความจำเป็นเชิงระบบที่ต้องอาศัยการบูรณาการเทคโนโลยีที่ทันสมัย การวางแผนอย่างรอบคอบ และการสื่อสารข้อมูลอย่างโปร่งใส (Guo, Lin, & Qiao, 2022) การพัฒนาเชิงระบบนี้จะช่วยสร้างความมั่นใจให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรม และส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดีของธุรกิจในระยะยาว (Kaplan & Norton, 2022) บทความนี้จะนำเสนอแนวทางการปรับใช้ในอนาคต โดยเน้นที่การใช้เทคโนโลยีการกรองอากาศและการตรวจวัด การออกแบบช่วงเวลากิจกรรมและสถานที่ที่เหมาะสม และความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

**4.1 การใช้เทคโนโลยีการกรองอากาศและการตรวจวัด**

ในอนาคต ผู้จัดงานควรนำเทคโนโลยีการกรองอากาศที่ทันสมัยมาใช้เพื่อจัดการฝุ่น PM2.5 อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Jiang, Cai, Luo, & Zhang, 2024) การใช้เครื่องกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงในพื้นที่ที่มีการรวมกลุ่มของผู้เข้าร่วมกิจกรรม เช่น สนามกีฬาในร่ม หรือในพื้นที่จัดกิจกรรมกลางแจ้งที่มีฝุ่นสูง จะช่วยลดระดับฝุ่น PM2.5 ในอากาศ และทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมรู้สึกมั่นใจในความปลอดภัยมากขึ้น (Guo, Lin, & Qiao, 2022) เครื่องกรองอากาศที่มีคุณภาพสามารถกรองฝุ่น PM2.5 ได้ดีและช่วยให้บรรยากาศในพื้นที่จัดงานดีขึ้น (Jiang, Cai, Luo, & Zhang, 2024) นอกจากนี้ การติดตั้งเครื่องมือวัดฝุ่น PM2.5 ที่สามารถตรวจสอบได้แบบเรียลไทม์ยังช่วยให้ผู้จัดงานสามารถตรวจสอบระดับฝุ่นในอากาศได้ทันทีและปรับการทำงานของเครื่องกรองอากาศตามความจำเป็น เพื่อให้ระดับฝุ่นในพื้นที่จัดงานอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) เทคโนโลยีเหล่านี้ไม่เพียงแต่ช่วยลดความเสี่ยงด้านสุขภาพ แต่ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เข้าร่วมว่าผู้จัดงานมีความเอาใจใส่และมีการดำเนินการที่เป็นรูปธรรม (Granella, 2023)

**4.2 การออกแบบช่วงเวลากิจกรรมและสถานที่**

อีกหนึ่งแนวทางในการลดผลกระทบจากฝุ่น PM2.5 คือการออกแบบกิจกรรมในช่วงเวลาที่มีฝุ่นต่ำ การเลือกจัดกิจกรรมในช่วงเวลาที่ระดับฝุ่น PM2.5 ต่ำกว่ามาตรฐาน เช่น ช่วงเช้าหรือช่วงเย็นที่ระดับฝุ่นในอากาศมักจะต่ำกว่า สามารถช่วยลดความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่น PM2.5 สำหรับผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้อย่างมีนัยสำคัญ (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) นอกจากนี้ การเลือกสถานที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่สามารถควบคุมฝุ่นได้ดีก็เป็นสิ่งสำคัญ ผู้จัดงานควรพิจารณาสถานที่ที่มีกระแสอากาศที่หมุนเวียนดี หรือสถานที่ที่มีการจัดการมลพิษทางอากาศที่เหมาะสม (Jiang, Cai, Luo, & Zhang, 2024) การเลือกสถานที่จัดงานที่มีการควบคุมการปล่อยมลพิษหรือพื้นที่ที่สามารถใช้เทคโนโลยีการกรองอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะช่วยลดความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่น PM2.5 ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การจัดงานกีฬามีความปลอดภัยและประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น (Guo, Lin, & Qiao, 2022) การวางแผนอย่างรอบคอบเกี่ยวกับช่วงเวลาและสถานที่จึงเป็นกลยุทธ์เชิงรุกในการจัดการฝุ่น PM2.5

**4.3 ความร่วมมือกับหน่วยงานรัฐ เอกชน และภาคประชาสังคม**

การร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เป็นแนวทางสำคัญในการปรับปรุงการจัดการฝุ่น PM2.5 ในอนาคต (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) การประสานงานกับหน่วยงานเหล่านี้จะช่วยให้ผู้จัดงานได้รับข้อมูลเกี่ยวกับมาตรการและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมฝุ่น PM2.5 (ศราวุธ แสงรุ่งเรือง, 2567) นอกจากนี้ หน่วยงานภาครัฐยังสามารถช่วยให้คำแนะนำในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจวัดฝุ่น และวิธีการลดมลพิษที่เหมาะสม (Guo, Lin, & Qiao, 2022) ในขณะที่หน่วยงานเอกชนสามารถช่วยนำเสนอเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการกรองฝุ่นและการตรวจสอบคุณภาพอากาศ (Jiang, Cai, Luo, & Zhang, 2024) การ

ร่วมมือกับหน่วยงานเหล่านี้จะช่วยให้ผู้จัดงานสามารถพัฒนาและปรับปรุงมาตรการการจัดการฝุ่น PM2.5 ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นไปตามมาตรฐานที่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้การจัดกิจกรรมกีฬาในอนาคตสามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและปลอดภัยสำหรับทุกคน การมีส่วนร่วมของภาคประชาสังคมยังเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างความตระหนักและส่งเสริมความร่วมมือจากทุกฝ่ายเพื่อเป้าหมายด้านคุณภาพอากาศที่ดีขึ้น

โดยผู้เขียนพอสรุปได้ว่า แนวทางการปรับใช้ในการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬาในอนาคตต้องอาศัยการผสมผสานระหว่างนวัตกรรมเทคโนโลยี การวางแผนเชิงกลยุทธ์ และความร่วมมือจากหลายภาคส่วน (Kaplan & Norton, 2022) การนำเทคโนโลยีการกรองอากาศและการตรวจวัดแบบเรียลไทม์มาใช้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมฝุ่นและสร้างความมั่นใจให้กับผู้เข้าร่วม (Guo, Lin, & Qiao, 2022) การออกแบบช่วงเวลาและสถานที่จัดกิจกรรมโดยคำนึงถึงระดับฝุ่น PM2.5 จะช่วยลดความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่นได้อย่างมีนัยสำคัญ (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) ที่สำคัญที่สุดคือการสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล พัฒนามาตรการ และปฏิบัติตามมาตรฐานที่เหมาะสม (ศราวุธ แสงรุ่งเรือง, 2567) แนวทางเหล่านี้ไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้จัดงานสามารถจัดการกับปัญหาฝุ่น PM2.5 ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนเท่านั้น แต่ยังเป็นการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยและสร้างประสบการณ์ที่ดีที่สุดให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรมกีฬาในอนาคต ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จและความน่าเชื่อถือของธุรกิจในระยะยาว

## บทสรุป

บทความนี้ได้สำรวจและวิเคราะห์อย่างลึกซึ้งถึงมิติสำคัญของการจัดการฝุ่น PM2.5 ในบริบทของงานกีฬา ตั้งแต่การทำความเข้าใจมุมมองของผู้เข้าร่วมกิจกรรม แนวคิดและกรอบการบริหารจัดการ ผลกระทบที่มีต่อองค์กรและพฤติกรรมของผู้บริโภค ไปจนถึงการนำเสนอแนวทางการปรับใช้ในอนาคตที่ยั่งยืน การสังเคราะห์ประเด็นสำคัญจากแต่ละหัวข้อหลักสะท้อนให้เห็นถึงความซับซ้อนและสำคัญยิ่งของปัญหานี้ต่ออุตสาหกรรมการจัดงานกีฬาในปัจจุบันและอนาคต

ประการแรก มุมมองและความสำคัญของการจัดการฝุ่น PM2.5 ในงานกีฬา ได้ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าฝุ่น PM2.5 ไม่ได้เป็นเพียงแค่ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่มองเห็นได้ด้วยค่าตัวเลขบนจอแสดงผลคุณภาพอากาศเท่านั้น หากแต่เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบโดยตรงและลึกซึ้งต่อสุขภาพกาย สุขภาพจิต ความสะดวกสบาย และที่สำคัญที่สุดคือพฤติกรรมการตัดสินใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมกีฬา (Granella, 2023; Huang, 2023) ผู้เข้าร่วมกิจกรรม โดยเฉพาะกลุ่มที่ต้องใช้พลังงานทางกายภาพสูงและอยู่ในพื้นที่เปิดโล่งเป็นเวลานาน มีความกังวลอย่างยิ่งต่อผลกระทบด้านสุขภาพระยะยาวที่อาจเกิดขึ้นจากการสัมผัสกับฝุ่นละอองขนาดเล็กนี้ ซึ่งอาจนำไปสู่ปัญหาระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด หรือแม้แต่โรคเรื้อรังอื่นๆ (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) ความกังวลเหล่านี้ไม่ได้เป็นเพียงนามธรรม แต่ได้แปรเปลี่ยนเป็นอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อการตัดสินใจเข้าร่วมกิจกรรมของผู้บริโภค โดยผู้ที่มีความกังวลสูงอาจเลือกที่จะหลีกเลี่ยงหรือไม่เข้าร่วมกิจกรรมเลยในสภาวะที่คุณภาพอากาศไม่เหมาะสม การที่ผู้จัดงานสามารถสื่อสารมาตรการจัดการฝุ่นได้อย่างชัดเจน โปร่งใส และน่าเชื่อถือ จึงกลายเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการสร้างความมั่นใจและความพึงพอใจให้กับกลุ่มเป้าหมาย (Granella, 2023) ความมั่นใจที่เกิดขึ้นนี้ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงความรู้สึกปลอดภัยในขณะเข้าร่วมกิจกรรมเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อภาพลักษณ์และความน่าเชื่อถือของผู้จัดงานในระยะยาว ก่อให้เกิดการรับรู้ในเชิงบวกว่าเป็นองค์กรที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมและใส่ใจในสุขภาพของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอย่างแท้จริง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างความภักดีของลูกค้าในยุคที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพมากยิ่งขึ้น

ประการที่สอง แนวคิดและกรอบการบริหารจัดการฝุ่น PM2.5 ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการบริหารจัดการธุรกิจมาสู่การจัดการสิ่งแวดล้อม โดยเน้นย้ำว่าการจัดการฝุ่น PM2.5 ไม่ใช่ภาระหรือต้นทุนที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ หากแต่เป็นส่วนหนึ่งของการบริหารความเสี่ยงและกลยุทธ์ความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร (Corporate Social Responsibility – CSR) ที่ส่งผลโดยตรงต่อการรับรู้และภาพลักษณ์ของแบรนด์ (Kaplan & Norton, 2022) การที่องค์กรแสดงความมุ่งมั่นในการจัดการปัญหา PM2.5 ถือเป็นการลงทุนเชิงกลยุทธ์ที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับธุรกิจในระยะยาวได้ กรอบแนวคิดสำคัญในการบริหารจัดการนี้ประกอบด้วยหลายมิติ ได้แก่

การออกแบบสถานที่จัดกิจกรรมที่เอื้อต่อการควบคุมคุณภาพอากาศ เช่น การเลือกใช้พื้นที่ที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติที่ดี หรือการลงทุนในระบบระบายอากาศและกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่ปิด (Jiang, Cai, Luo, & Zhang, 2024) นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการตรวจวัดและกรองอากาศก็เป็นสิ่งสำคัญ ไม่ว่าจะเป็นเซนเซอร์ตรวจวัดฝุ่นแบบเรียลไทม์ที่สามารถให้ข้อมูลสถานการณ์ปัจจุบันได้ หรือเครื่องกรองอากาศที่ติดตั้งในจุดสำคัญเพื่อลดความเข้มข้นของฝุ่นละออง (Guo, Lin, & Qiao, 2022) ยิ่งไปกว่านั้น การเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรม โดยพิจารณาจากข้อมูลคุณภาพอากาศย้อนหลังและพยากรณ์ล่วงหน้า เพื่อหลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่ค่าฝุ่นมีแนวโน้มสูง ก็เป็นกลยุทธ์เชิงป้องกันที่สำคัญ (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) กลยุทธ์เหล่านี้ล้วนมีส่วนสำคัญในการสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งรับรู้ถึงความพยายามและความใส่ใจของผู้จัดงานในการดูแลสุขภาพและความปลอดภัยของตน และยังช่วยเสริมสร้างภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กรในฐานะผู้จัดงานที่มีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันในตลาด

ประการที่สาม ผลกระทบต่อองค์กรและการตัดสินใจของผู้บริโภค แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงบวกที่ชัดเจนระหว่างการจัดการฝุ่น PM2.5 ที่มีประสิทธิภาพกับองค์กรในหลายมิติ ตั้งแต่ความมั่นใจของผู้เข้าร่วม ภาพลักษณ์องค์กร ไปจนถึงความภักดีของผู้บริโภค (Granella, 2023) เมื่อผู้จัดงานแสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นและความโปร่งใสในการดูแลคุณภาพอากาศ โดยมีมาตรการที่เป็นรูปธรรมและสามารถสื่อสารให้ผู้บริโภครับรู้ได้ ผู้บริโภคจะรู้สึกมั่นใจในการเข้าร่วมกิจกรรมมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ความมั่นใจนี้ไม่ได้เป็นเพียงความรู้สึกชั่วคราว แต่จะฝังลึกอยู่ในทัศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อแบรนด์หรือองค์กรนั้น ๆ ซึ่งจะส่งผลให้ภาพลักษณ์ขององค์กรดูน่าเชื่อถือและมีความรับผิดชอบมากขึ้น (Kaplan & Norton, 2022) การที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้รับประสบการณ์ที่ดีภายใต้สภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยและได้รับการดูแลเอาใจใส่ จะนำไปสู่การเสริมสร้างความสัมพันธ์ที่ยั่งยืนระหว่างผู้จัดงานกับผู้บริโภค ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการสร้างความภักดีของลูกค้า ผู้บริโภคที่มีความภักดีสูงมีแนวโน้มที่จะกลับมาเข้าร่วมกิจกรรมซ้ำในครั้งถัดไป ไม่เพียงเท่านั้น พวกเขายังมีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้บอกต่อและแนะนำกิจกรรมให้กับผู้อื่นในวงกว้าง ซึ่งถือเป็นการตลาดแบบปากต่อปากที่มีประสิทธิภาพสูงสุด (Granella, 2023) การแนะนำกิจกรรมจากประสบการณ์จริงของผู้บริโภคเหล่านี้ไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มฐานลูกค้าใหม่ แต่ยังเป็นการตอกย้ำความน่าเชื่อถือและภาพลักษณ์เชิงบวกขององค์กรในสายตาของสาธารณะ ด้วยเหตุนี้ การลงทุนในการจัดการ PM2.5 ที่มีประสิทธิภาพจึงมิใช่แค่การปฏิบัติตามกฎระเบียบ แต่เป็นการลงทุนเชิงกลยุทธ์ที่สร้างสินทรัพย์ทางธุรกิจที่มีคุณค่าในระยะยาว ทำให้องค์กรสามารถยืนหยัดและเติบโตได้อย่างมั่นคงในอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันสูงและผู้บริโภคมีความตื่นตัวต่อประเด็นด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น

ประการสุดท้าย แนวทางการปรับใช้ในอนาคต ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนาเชิงระบบเพื่อรับมือกับความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะปัญหา PM2.5 ที่มีแนวโน้มรุนแรงขึ้นในบางช่วงเวลา การนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาใช้จะเป็นหัวใจสำคัญในการจัดการฝุ่น PM2.5 อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน (Jiang, Cai, Luo, & Zhang, 2024) อาทิ การติดตั้งเครื่องกรองอากาศประสิทธิภาพสูงในพื้นที่จัดงาน ไม่ว่าจะเป็นอาคารปิดหรือพื้นที่กึ่งเปิด เพื่อลดความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ หรือการใช้ระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบเรียลไทม์ที่สามารถเชื่อมโยงกับแอปพลิเคชันมือถือ เพื่อให้ผู้จัดงานและผู้เข้าร่วมสามารถเข้าถึงข้อมูลค่าฝุ่นได้ตลอดเวลา (Guo, Lin, & Qiao, 2022) นอกจากนี้ การวางแผนเชิงกลยุทธ์ในการเลือกช่วงเวลาและสถานที่จัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับสภาพอากาศและแนวโน้มของค่าฝุ่น PM2.5 ก็เป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้าม โดยอาจพิจารณาการจัดกิจกรรมในช่วงเช้าตรู่หรือช่วงเย็นที่มีค่าฝุ่นต่ำกว่า หรือเลือกสถานที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการระบายอากาศและมีพื้นที่สีเขียวที่ช่วยดูดซับมลพิษ (สมศักดิ์ วัฒนากร, 2565) ที่สำคัญอย่างยิ่งคือการสร้างความร่วมมือที่แข็งแกร่งกับหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม ความร่วมมือนี้ควรครอบคลุมตั้งแต่การแลกเปลี่ยนข้อมูลและองค์ความรู้ การร่วมกันกำหนดมาตรฐานและแนวปฏิบัติที่ชัดเจน การพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ๆ ในการจัดการมลพิษ รวมถึงการสร้างความตระหนักรู้แก่สาธารณชน (ศราวุธ แสงรุ่งเรือง, 2567) แนวทางเหล่านี้ไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้จัดงานสามารถจัดการกับปัญหาฝุ่น PM2.5 ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนเท่านั้น แต่ยังเป็นการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยและสร้างประสบการณ์ที่ดีที่สุดให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรมกีฬาในอนาคต ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จและความน่าเชื่อถือของธุรกิจในระยะยาวในฐานะผู้นำที่ใส่ใจต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม.

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาและบทสรุปข้างต้น มีข้อเสนอแนะสำหรับผู้จัดงานกีฬาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. พัฒนาระบบการประเมินและสื่อสารความเสี่ยง PM2.5 อย่างเป็นรูปธรรม: ควรมีการจัดตั้งคณะทำงานเฉพาะกิจที่รับผิดชอบการติดตามและประเมินสถานการณ์ PM2.5 อย่างใกล้ชิดก่อนและระหว่างการจัดงาน รวมถึงกำหนดเกณฑ์การแจ้งเตือนและการดำเนินการที่ชัดเจน เช่น การประกาศยกเลิกหรือเลื่อนกิจกรรมเมื่อระดับฝุ่นเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้ผู้เข้าร่วมได้รับข้อมูลที่ทันท่วงทีและตัดสินใจได้ตามความเหมาะสม

2. ลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีเพื่อจัดการคุณภาพอากาศ: พิจารณาการลงทุนในระบบการจัดการคุณภาพอากาศแบบบูรณาการ เช่น การติดตั้งเครื่องกรองอากาศขนาดใหญ่ในพื้นที่ปิดหรือพื้นที่รวมตัวผู้คนจำนวนมาก การใช้สเปรย์น้ำเพื่อลดฝุ่นในพื้นที่เปิด หรือการจัดหาห้องปลอดฝุ่นสำหรับผู้เข้าร่วมที่มีความเสี่ยงสูง ควรมีการประเมินประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ

3. ส่งเสริมความร่วมมือและการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้: สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐ เช่น กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงสาธารณสุข และหน่วยงานวิชาการ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด และร่วมวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ นอกจากนี้ ควรส่งเสริมความร่วมมือกับภาคเอกชนผู้ผลิตเทคโนโลยี และภาคประชาสังคมเพื่อสร้างความตระหนักและสนับสนุนการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

4. กำหนดนโยบายและแนวปฏิบัติที่ชัดเจน: ผู้จัดงานควรพัฒนานโยบายและแนวปฏิบัติที่ครอบคลุมการจัดการ PM2.5 ตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผน การเตรียมงาน การดำเนินงาน ไปจนถึงการประเมินผลหลังจบกิจกรรม เพื่อให้การจัดการเป็นไปอย่างมีระบบและมีประสิทธิภาพสูงสุด

5. สร้างความตระหนักและให้ความรู้แก่ผู้เข้าร่วม: นอกจากการแจ้งข้อมูลค่าฝุ่น ควรจัดกิจกรรมหรือช่องทางให้ความรู้แก่ผู้เข้าร่วมเกี่ยวกับผลกระทบของ PM2.5 ต่อสุขภาพ และวิธีการป้องกันตนเองอย่างถูกต้อง เช่น การสวมหน้ากากอนามัย การหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้งเมื่อค่าฝุ่นสูง หรือการสังเกตอาการผิดปกติของตนเอง

การนำข้อเสนอแนะเหล่านี้ไปปฏิบัติอย่างจริงจัง จะช่วยให้การจัดงานกีฬาในอนาคตสามารถดำเนินไปได้อย่างปลอดภัย มีคุณภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น ซึ่งไม่เพียงแต่จะสร้างประสบการณ์ที่ดีให้กับผู้เข้าร่วม แต่ยังเป็นการเสริมสร้างความน่าเชื่อถือและความยั่งยืนให้กับอุตสาหกรรมการจัดงานกีฬาในระยะยาวอีกด้วย

## เอกสารอ้างอิง

จันทนา ภูมิศรี. (2564). *กลยุทธ์การบริหารมลพิษทางอากาศเพื่อสุขภาพประชาชน*. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ณิชาภัทร สุภัคพานิชย์กุล. (2567). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจท่องเที่ยวแบบ Staycation หลังสถานการณ์การแพร่ระบาดของ COVID-19: กรณีศึกษาผู้ที่อาศัยในกรุงเทพมหานคร. *วารสารสังคมศาสตร์ ปัญญาพัฒนา*, *6*(4), 37-50.

ภาณุพงศ์ ชัยวิริยะพงศ์. (2566). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้าร่วมกิจกรรมงานวิ่งในประเทศไทยภายหลังการแพร่ระบาดของ COVID-19. *วารสารสังคมศาสตร์ ปัญญาพัฒนา*, *5*(4), 53-64.

สมศักดิ์ วัฒนากร. (2565). *การจัดการสิ่งแวดล้อมและมลพิษทางอากาศในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศราวุธ แสงรุ่งเรือง. (2567). ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการกระทำทางปกครองขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น: กรณีศึกษาเทศกาลลอยกระทง. ใน *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 7* (เล่มที่ 7, หน้า 264-265). *หมายเหตุ: รายการนี้เดิมอยู่ในชื่อ "วัชร พงษ์สายปิง" แต่ถูกเปลี่ยนเป็น "ศราวุธ แสงรุ่งเรือง" ตามการใช้งานในเนื้อหาที่คุณให้มา*

Guo, Z., Lin, H., & Qiao, Z. (2022). Air pollution detection and sports club environmental responsibility based on the RBF neural network. *Computational Intelligence and Neuroscience*, *20*(4), 251-269.

Granella, F. (2023). Essays in environmental economics and policy: PM2.5 interference with decision-making in sports events. *Environmental Policy Review*, *22*(3), 112-130.

Huang, X. (2023). The impact of PM10 and other airborne particulate matter on the cardiopulmonary and respiratory systems of sports personnel under atmospheric exposure. *Atmosphere*, *14*(11), 1697-1712.

Jiang, S., Cai, W., Luo, C., & Zhang, F. (2024). *The impact of renovation on the air quality in stadiums and prevention of indoor air pollution*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2022). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Cambridge, MA: Harvard Business Review Press.

Lang, M., Gao, J., & Jiang, Y. (2024). Assessing air quality improvements during the 2022 Beijing Winter Olympics: A case for sustainable urban management. *ResearchGate*, *17*(1), 45-62.

Xu, Y., Wang, Y., & Yang, Y. (2024). The impact of air pollution on game outcomes. *Journal of Sports Economics*, *25*(2), 98-115.

# พฤติกรรมตามวัยในการใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับขี่ การใช้ความเร็วเกินกำหนด และการขับขี่ภายใต้ฤทธิ์แอลกอฮอล์และกัญชาของผู้ขับขี่ในพื้นที่ท่องเที่ยว

# Age Differences in Mobile Phone Inattentive Driving, Violating Speed Limit, Drink Driving, and Driving under Cannabis of Drivers in Tourist Areas.

ธาวัน ศรีโยธา[1*], ฆนิศา รุ่งแจ้ง[2] และ พงษ์ศักดิ์ สุริยวนากุล[2]
[1]สาขาวิชาวิศกรรมโครงสร้างพื้นฐานและการบริหาร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
[2]2ภาควิชาวิศกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Thawan Sriyotha[1*] Kanisa Rungjang[2] and Pongsak Suriyawanagul[2]
[1]Infrastructure Engineering and Management Department of Civil Engineering, Kasetsart University
[2]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University

E-mail: thawan.s@ku.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมเสี่ยงของผู้ขับขี่ในพื้นที่ท่องเที่ยว โดยเน้นพฤติกรรมด้านการใช้โทรศัพท์มือถือ ความเร็วเกินกำหนด และการขับขี่ภายใต้อิทธิพลของแอลกอฮอล์และกัญชา จำแนกตามช่วงอายุ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ราย จากจังหวัดภูเก็ต พังงา กระบี่ และตรัง ใช้แบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย t-test และ One-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการวิจัยพบว่า ผู้ขับขี่คาดเข็มขัดนิรภัยเพียงร้อยละ 25.5 โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อขับขี่ระยะไกลหรือใช้ความเร็วสูง เทคโนโลยีแจ้งเตือนมีบทบาทกระตุ้นพฤติกรรมดังกล่าว ผู้ขับขี่ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 39.3 และ 38.3) ใช้ความเร็วเกินกำหนดในบางครั้ง โดยเฉพาะเมื่อจำกัดความเร็วสูง สำหรับการใช้โทรศัพท์ กลุ่มอายุ 18–40 ปีนิยมอ่านข้อความ (ร้อยละ 25.49) และส่งข้อความ (ร้อยละ 20.59) ขณะขับขี่ ส่วนกลุ่มอายุ 40 ปีขึ้นไปนิยมส่งข้อความ (ร้อยละ 25.16) และใช้แฮนด์ฟรี (ร้อยละ 20.59) กลุ่มอายุ 18–40 ปี มีแนวโน้มคาดเข็มขัดนิรภัยน้อยกว่า แม้ขับขี่ด้วยความเร็วต่ำกว่าแต่เสี่ยงต่อการบาดเจ็บรุนแรงสูงกว่า พฤติกรรมหลังดื่มแอลกอฮอล์และกัญชาไม่ต่างกันระหว่างช่วงอายุอย่างมีนัยสำคัญ ข้อเสนอแนะคือการส่งเสริมความปลอดภัยผ่านการอบรม การบังคับใช้กฎหมาย และการใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะ เพื่อช่วยลดอุบัติเหตุในพื้นที่ท่องเที่ยวของไทย

**คำสำคัญ**: พฤติกรรมการขับขี่ ความปลอดภัย การคาดเข็มขัดนิรภัยและการใช้ความเร็ว สิ่งรบกวนขณะขับขี่ พื้นที่ท่องเที่ยว

## Abstract

This study aims to analyze the risky driving behaviors in tourist areas, focusing on mobile phone use, speeding, and driving under the influence of alcohol and cannabis, categorized by age group. A sample of 400 drivers from the provinces of Phuket, Phang Nga, Krabi, and Trang was surveyed using questionnaires. The data were analyzed using t-tests and one-way ANOVA at a 95% confidence level.The results revealed that only 25.5% of drivers consistently wore seat belts, though the tendency increased during long-distance driving or at high speeds. Seat belt reminder technologies played a significant role in encouraging safer behaviors. Most drivers (39.3%

and 38.3%) occasionally exceeded speed limits, especially on roads with higher speed allowances. Among those aged 18–40, reading (25.49%) and texting (20.59%) while driving were common behaviors, whereas drivers aged 40 and above mostly engaged in texting (25.16%) and using hands-free calling (20.59%).Drivers aged 18–40 were less likely to wear seat belts and, despite driving at lower speeds, were at higher risk of severe injury. No statistically significant difference was found in driving behavior after alcohol or cannabis consumption between age groups.The study suggests that promoting safety awareness through training, law enforcement, and the integration of smart technologies can enhance safe driving behaviors and help reduce road accidents in Thailand's tourist destinations.

**Keywords**: Driving Behavior, Safety, Seat Belt and Speeding, Distracted Driving, Tourist Areas

## 1. บทนำ

อุบัติเหตุจราจรบนถนนในพื้นที่ท่องเที่ยวของประเทศไทย ยังคงเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อชีวิต ทรัพย์สิน รวมถึงความเชื่อมั่นด้านความปลอดภัยของนักท่องเที่ยว ทั้งในและต่างประเทศ จากรายงานอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน ปี 2567 ของกรมทางหลวง พบว่าในปีดังกล่าวเกิดอุบัติเหตุรวม 62,891 ครั้ง มีผู้เสียชีวิตจำนวน 5,985 คน และผู้บาดเจ็บจำนวน 59,083 คน (กรมทางหลวง, 2568) โดยในพื้นที่อันดามันเพียงอย่างเดียวพบอุบัติเหตุรวม 3,417 ครั้ง มีผู้เสียชีวิต 168 คน และผู้บาดเจ็บ 3,092 คน (กรมทางหลวง, 2568) ซึ่งถือเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของนักท่องเที่ยวและการสัญจรของยานพาหนะสูงตลอดทั้งปี สาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุส่วนมากยังคงเกิดจากความบกพร่องของผู้ขับขี่โดยตรง คิดเป็นร้อยละ 88.91 ของอุบัติเหตุทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพฤติกรรมการขับรถเร็วเกินอัตราที่กฎหมายกำหนด ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.63 ของอุบัติเหตุทั้งหมด (กรมทางหลวง, 2568) งานวิจัยในอดีตได้ให้ข้อมูลสนับสนุนว่า การคาดเข็มขัดนิรภัยมีผลอย่างมีนัยสำคัญในการลดความรุนแรงของการบาดเจ็บและการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุ (Koushki, 2003; Febres et al., 2020) อย่างไรก็ตาม ผู้ขับขี่จำนวนไม่น้อยยังมีพฤติกรรมเพิกเฉยต่อการคาดเข็มขัดนิรภัย โดยเฉพาะในการขับขี่ระยะสั้นหรือในพื้นที่คุ้นเคย นอกจากนี้ พฤติกรรมการขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวน เช่น การใช้โทรศัพท์มือถือ การรับประทานอาหาร หรือการปรับเครื่องเสียงระหว่างขับขี่ยังคงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อการเกิดอุบัติเหตุในพื้นที่ท่องเที่ยว ซึ่งต้องใช้สมาธิในการขับขี่อย่างสูงเนื่องจากเส้นทางคดเคี้ยวและมีผู้เดินถนนจำนวนมาก (Schroeder, 2018; Stavrinos et al., 2013; Gazder, 2022) อีกทั้ง พฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และการใช้สารเสพติด เช่น กัญชา ก็เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ (Colorado Department of Transportation, 2020; Kochar, 2002; Mann et al., 2010; Richer & Bergeron, 2009; Watson et al., 2019)

พื้นที่จังหวัดอันดามัน ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต พังงา กระบี่ และตรัง ถือเป็นกลุ่มจังหวัดที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจการท่องเที่ยวของประเทศไทย โดยเฉพาะในระดับรายได้จากนักท่องเที่ยวต่างชาติ จากรายงานบัญชีประชาชาติด้านการท่องเที่ยว ปีงบประมาณ 2566 พบว่า ภูเก็ตสร้างรายได้จากการท่องเที่ยวกว่า 204,492 ล้านบาท เป็นอันดับ 1 ของประเทศ รองลงมาคือกระบี่ 79,479 ล้านบาท และตรัง 10,968 ล้านบาท (กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2566) ซึ่งสะท้อนถึงความสำคัญของพื้นที่อันดามันในฐานะแหล่งท่องเที่ยวระดับนานาชาติ อย่างไรก็ตามการขยายตัวของกิจกรรมท่องเที่ยวในพื้นที่ดังกล่าวนำมาซึ่งความหนาแน่นของปริมาณยานพาหนะบนท้องถนน โดยเฉพาะในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสี่ยงด้านความปลอดภัยทางถนนที่เพิ่มขึ้นตามมา กรมทางหลวงจึงให้ความสำคัญต่อการบริหารจัดการความปลอดภัยในโครงข่ายทางหลวงที่รองรับการเดินทางของนักท่องเที่ยว โดยระบุไว้ในแผนปฏิบัติราชการ 5 ปี พ.ศ. 2566–2570 ว่า หนึ่งในยุทธศาสตร์หลักคือการ "ยกระดับความปลอดภัยทางถนนอย่างยั่งยืน" ควบคู่กับการพัฒนาระบบที่เชื่อมต่อ (Connectivity) คล่องตัว (Mobility) และเข้าถึงได้ (Accessibility) อย่างทั่วถึง (สำนักแผนงาน, 2566)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ขับขี่ในพื้นที่จังหวัดอันดามัน โดยมุ่งเน้นพฤติกรรมเสี่ยงที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ เช่น การไม่คาดเข็มขัดนิรภัย การใช้ความเร็วเกินกำหนด และการใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับขี่ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้จากแบบสอบถามผู้ขับขี่จำนวน 400 ตัวอย่าง ซึ่งเก็บรวบรวมจากพื้นที่เป้าหมายทั้ง 4 จังหวัด โดยการวิเคราะห์ข้อมูลใช้หลักการทางสถิติเพื่อประเมินความสัมพันธ์ของพฤติกรรมแต่ละประเภท โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมระหว่างกลุ่มประชากรและเสนอแนะแนวทางในการลดปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลต่อความปลอดภัยทางถนน (กัลยา, 2549)

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ตั้งอยู่บนขอบเขตพื้นที่ศึกษาภายในพื้นที่ท่องเที่ยวจังหวัดภูเก็ต จังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีบทบาทสำคัญทางเศรษฐกิจด้านการท่องเที่ยวของประเทศไทย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้รถใช้ถนนในพื้นที่ท่องเที่ยว โดยใช้การศึกษาเชิงคุณภาพผ่านการสำรวจกลุ่มตัวอย่างตามหลักทางสถิติ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ (1) ประชากร ได้แก่ ประชาชนและนักท่องเที่ยวที่ใช้ถนนในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต จังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง (2) กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการทางสถิติ (3) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม/แบบสำรวจ (Questionnaires) ซึ่งจัดทำขึ้นโดยอ้างอิงจากแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (4) การเก็บรวบรวมข้อมูลจะดำเนินการโดยใช้แบบสอบถาม พร้อมตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้องของข้อมูล (5) นำแบบสอบถามมาแปลผลเป็นรหัสข้อมูล จากนั้นบันทึกข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์สัดส่วนร้อยละ และความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ตามหลักสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS และ Microsoft Office Excel โดยมีรายละเอียด ดังนี้

### 2.1 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างและการเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 2.1.1 การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้กำหนดให้เป็นกลุ่มตัวอย่างของประชากรผู้ใช้ทางหลวงหมายเลข 4 และหมายเลข 402 ใช้ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Annual Daily Traffic, AADT) จากรายงานจัดเก็บข้อมูลและวิเคราะห์การจราจรบนทางหลวงหมายเลข 4 และหมายเลข 402 เท่ากับ 58,433 คันต่อวัน [15] ขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณโดยอ้างถึงทฤษฎีของ ทาโร่ ยามาเน่ (Taro Yamane) [16] เมื่อกำหนดให้ค่า n คือขนาดของกลุ่มตัวอย่าง N คือประชากรทั้งหมด และ d คือระดับความมีนัยสำคัญหรือระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ดั่งสมการที่ (1) ผลการคำนวณได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 398 หรือประมาณ 400 ตัวอย่าง

$$n = \frac{N}{1+Nd^2} = \frac{58{,}433}{1+58{,}433(0.05)^2} = 398 \text{ ตัวอย่าง} \quad (1)$$

*n* = ขนาดของหน่วยตัวอย่างกลุ่มเป้าหมาย

*N* = ประชากรทั้งหมด

*d* = ระดับความมีนัยสำคัญหรือระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

#### 2.1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือหลักในการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัย การใช้ความเร็ว และการขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวน โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม (Socio-economic) ประกอบด้วย เพศ อายุ อาชีพ สถานภาพสมรส รายได้ ระดับการศึกษา และประเภทยานพาหนะ ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการขับขี่ และพฤติกรรมการขับขี่ เช่น การคาดเข็มขัดนิรภัย การใช้ความเร็ว การขับรถขณะมีสิ่งรบกวน รวมถึงการดื่มแอลกอฮอล์และการใช้กัญชา

โดยการเก็บข้อมูลดำเนินการในพื้นที่ท่องเที่ยวของ จังหวัดภูเก็ต จังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลายและครอบคลุมกลุ่มผู้ขับขี่ในพื้นที่อย่างเหมาะสมตามหลักสถิติ ข้อมูลที่ได้รับจากแบบสอบถามจะผ่านกระบวนการตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้อง โดยคัดกรองข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์หรือสูญหายออก จากนั้นจึงทำการเข้ารหัสข้อมูล และแยกประเภทของตัวแปรในแต่ละคำถาม เพื่อบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม SPSS และ Microsoft Excel ในการคำนวณค่าสัดส่วน ร้อยละ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ตามหลักสถิติ ทั้งนี้ การเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดำเนินการระหว่างวันที่ 5 มกราคม ถึง 6 เมษายน พ.ศ. 2568 ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4



**รูปที่ 3** จุดเก็บข้อมูลดำเนินการในพื้นที่ท่องเที่ยว จังหวัดภูเก็ต
ที่มา : ผู้วิจัย พ.ศ.2568




**รูปที่ 4** จุดเก็บข้อมูลดำเนินการในพื้นที่ท่องเที่ยว จังหวัดพังงา
ที่มา : ผู้วิจัย พ.ศ.2568

**2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรม**

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างพฤติกรรมตามวัยในการใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับขี่ การใช้ความเร็วเกินกำหนด และการขับขี่ภายใต้ฤทธิ์แอลกอฮอล์และกัญชาของผู้ขับขี่ในพื้นที่ท่องเที่ยว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความปลอดภัยทางถนน โดยอาศัยหลักการทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ว่าพฤติกรรมเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความแตกต่างของพฤติกรรมเหล่านี้ในกลุ่มตัวอย่างต่างๆ โดยใช้วิธีการทางสถิติ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการทดสอบ t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ 0.05

**2.2.1 สถิติเชิงบรรยายหรือสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)**

เป็นสถิติที่บรรยายคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการศึกษาจากกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งอาจจะเป็นกลุ่มเล็กหรือกลุ่มใหญ่ก็ได้ ผลที่ได้จากการศึกษาไม่สามารถนำไปอ้างอิงถึงกลุ่มประชากร (Population) ได้สถิติที่ใช้ในการบรรยายคุณลักษณะของข้อมูล ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage)

**2.2.2 สถิติเชิงอ้างอิงหรือสถิติอนุมาน (Inferential Statistics)**

เป็นสถิติที่ศึกษาข้อมูลจากกลุ่มิตัวอย่าง (Sample) แล้วนำผลสรุปที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง สรุปอ้างอิงไปยังลักษณะประชากรหรือค่าสถิติ (Statistics) ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสรุปไปยังค่าพารามิเตอร์ (Parameters) ของประชากร การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีความสำคัญยิ่งที่ใช้เป็นตัวแทนของประชากร โดยสถิติที่อ้างอิงจะเกี่ยวกับการประมาณค่า (Estimation)

**2.3 การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ**

การทดสอบสมมติฐานเป็นเทคนิคที่ใช้ในการประเมินหาความแตกต่างระหว่างพารามิเตอร์ของประชากร เช่น ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน หรือสัดส่วน โดยพิจารณาว่าความแตกต่างดังกล่าวของกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่มเกิดจากความบังเอิญหรือเกิดจากปัจจัยอื่นๆที่มีผลกระทบทำให้เกิดความแตกต่างขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงใช้การแจกแจงทางสถิติในการทดสอบสมมติฐานเพื่อคาดการณ์ความน่าจะเป็นที่จะพบข้อมูลในตัวอย่าง ภายใต้สมมติฐานว่าความน่าจะเป็นดังกล่าวควรจะเกิดขึ้น ในการทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยต้องตั้งสมมติฐาน 2 ข้อ ได้แก่

สมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) ใช้สัญลักษณ์ $H_0$ เป็นข้อความยืนยันเกี่ยวกับพารามิเตอร์ของประชากรที่สมมติให้ถูกต้องจนกว่าจะมีหลักฐานทางสถิติที่พอเพียงในการหักล้าง

สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis) ใช้สัญลักษณ์ $H_1$ เป็นข้อความยืนยันสำหรับสถานการณ์อื่นๆนอกเหนือจากที่กล่าวไว้ในสมมติฐานว่าง

วัตถุประสงค์หลักของการทดสอบสมมติฐานก็คือการตรวจสอบว่าควรจะปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธสมมติฐานว่าง ค่าสถิติที่ใช้จะเป็นค่าสถิติของตัวอย่างที่ขึ้นกับการตัดสินใจปฏิเสธ หรือไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานว่างซึ่งโดยทั่วไปค่าสถิติที่ใช้จะตั้งอยู่บนพื้นฐานของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน การแจกแจงแบบ $t$ การแจกแจงแบบ $F$ หรือการแจกแจงแบบไคสแควร์ ทั้งนี้จะต้องคำนึงระดับนัยสำคัญ $\alpha$ เช่นเดียวกันกับการประมาณค่าแบบช่วง ขั้นตอนในการทดสอบสมมติฐานประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. กำหนดสมมติฐานว่าง ($H_0$) ซึ่งจะเป็นสมมติฐานที่จะตรวจสอบและสมมติให้ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเกิดจากความบังเอิญหรือการเปลี่ยนแปรจากการสุ่มตัวอย่าง สมมติฐานว่างสามารถเขียนดั่งสมการที่ (2)

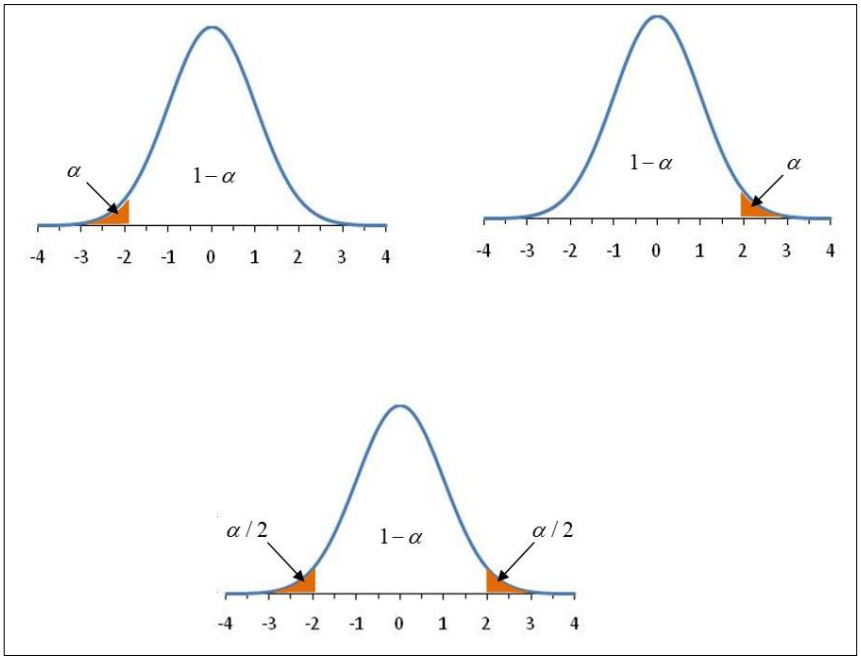
$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0 \qquad (2)$$

2. หาค่าสถิติทดสอบ (Test Statistic) ในกรณีข้างต้นผู้วิจัยสามารถใช้ความแตกต่างระหว่างอัตราเร็วเฉลี่ยที่รวบรวมได้จากตัวอย่างและในการเปรียบเทียบผลต่าง

3. หาการแจกแจงที่สอดคล้องกับค่าสถิติทดสอบ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสมมติฐานของการแจกแจง

4. กำหนดบริเวณปฏิเสธ (Rejection Region) หรือบริเวณวิกฤต (Critical Region) สำหรับค่าสถิติทดสอบ พร้อมทั้งระบุระดับนัยสำคัญ $\alpha$ ของการทดสอบสมมติฐาน ดังรูปที่ 5

5. ตรวจสอบว่าจากข้อมูลที่พบเมื่อคำนวณได้ค่าสถิติทดสอบแล้วค่าดังกล่าวตกอยู่ในช่วงของบริเวณปฏิเสธหรือไม่ ถ้าค่าสถิติทดสอบตกอยู่ในช่วงของบริเวณปฏิเสธจะถือว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังตารางที่ 2




**รูปที่ 5** บริเวณปฏิเสธสำหรับการทดสอบแบบปลายเดียวและสองปลาย
ที่มา : นายปฏิภาณ ไทรงาม พ.ศ.2565

ตารางที่ 2 ค่าวิกฤตของค่าสถิตทดสอบ ที่ระดับนัยสำคัญต่างๆ

| ประเภทของการทดสอบ | ระดับนัยสำคัญ $\alpha$ | | |
|---|---|---|---|
| | 0.10 | 0.05 | 0.01 |
| การทดสอบแบบปลายเดียว (One-Tailed Test) | ± 1.28 | ± 1.645 | ± 2.326 |
| การทดสอบแบบสองปลาย (Two-Tailed Test) | ± 1.645 | ± 1.960 | ± 2.576 |

**2.3.1 การทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร**

ในกรณีที่ทราบค่าความแปรปรวน $\sigma^2$ ของประชากร สถิติทดสอบสำหรับการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากร $\mu$ จะเป็นดั่งสมการที่ (3)

$$Z^* = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \tag{3}$$

เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ แต่ไม่ทราบค่าความแปรปรวน $\sigma^2$ ของประชากร สถิติทดสอบสำหรับการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ยประชากร $\mu$ จะเป็นดั่งสมการที่ (4)

$$t^* = \frac{\bar{X} - \mu}{s / \sqrt{n}} \tag{4}$$

โดยที่ค่าสถิติทดสอบข้างต้นมีการแจกแจงแบบ $t$ ที่องศาอิสระ (Degree of Freedom) เท่ากับ $n-1$

**2.3.2 การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม**

การทดสอบสมมติฐานสามารถประยุกต์ใช้เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง เนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงการทดสอบความแตกต่างสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มาจากประชากร 2 กลุ่ม โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 กรณีได้แก่ การทดสอบความ

แตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่ม กรณีกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกัน และ การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่ม กรณีจับคู่กลุ่มตัวอย่าง

**การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่ม กรณีกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกัน**

ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่ม ผู้วิจัยอาจสนใจสมมติฐานแตกต่างกัน เช่น ทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มหนึ่งมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของประชากรอีกกลุ่มหนึ่งหรือไม่ หรือ ทดสอบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเท่ากันหรือไม่ เป็นต้น

ในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันหรือไม่ สมมติฐานว่างและสมมติฐานทางเลือกสามารถเขียนได้ดังสมการที่ (5)

$$\begin{aligned} H_0 &: \mu_1 - \mu_2 = 0 \\ H_a &: \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \end{aligned} \tag{5}$$

สำหรับกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบว่าค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มหนึ่งมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของประชากรอีกกลุ่มหนึ่งหรือไม่ จะใช้สมมติฐานว่างและสมมติฐานทางเลือกดังสมการที่ (6)

$$\begin{aligned} H_0 &: \mu_1 - \mu_2 \leq 0 \\ H_a &: \mu_1 - \mu_2 > 0 \end{aligned} \tag{6}$$

ในการทดสอบสมมติฐานทั้งสองแบบข้างต้น จะใช้ค่าสถิติทดสอบเดียวกัน ในกรณีที่สมมติให้ตัวอย่างมีขนาดใหญ่พอและมาจากประชากรที่มีการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติ หรือในกรณีที่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่ม ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบได้แก่ ค่า $Z^*$ หาได้ดังสมการที่ (7)

$$Z^* = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \tag{7}$$

โดยที่ $\mu_1 - \mu_2$ ในสมการข้างต้นจะเป็นผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ย $\mu_1$ และ $\mu_2$ ภายใต้สมมติฐานว่าง โดยสมการข้างต้นจะสมมติว่าค่าความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่ม $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ มีค่าไม่เท่ากัน

หากตัวอย่างมีขนาดเล็กและมาจากประชากรที่มีการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติ หรือในกรณีที่ความแปรปรวนของประชากรไม่ทราบค่าและมีค่าไม่เท่ากัน ค่าสถิติทดสอบจะไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติอีกต่อไป แต่จะมีการแจกแจงแบบ $t$ ที่มีค่าองศาอิสระหาได้ดังสมการที่ (8)

$$df = \frac{[(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)]^2}{[(s_1^2/n_1)^2/(n_1-1)] + [(s_2^2/n_2)^2/(n_2-1)]} \tag{8}$$

โดยที่ค่าสถิติ $t$ สามารถหาได้ดังสมการที่ (9)

$$t^* = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \tag{9}$$

ในกรณีที่สมมติให้ความแปรปรวนของประชากรทั้งสองกลุ่ม $\sigma_1^2$ และ $\sigma_2^2$ มีค่าเท่ากันแต่ไม่ทราบค่า การทดสอบสมมติฐานจะใช้การรวมความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างเข้าด้วยกันเป็นความแปรปรวนรวม (Pooled Variance) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (10)

$$s_p^2 = \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \tag{10}$$

เมื่อ $s_1^2$ เป็นความแปรปรวนของตัวอย่างขนาด $n_1$ และ $s_2^2$ เป็นความแปรปรวนของตัวอย่างขนาด $n_2$ ในกรณีดังกล่าวค่าสถิติทดสอบจะได้แก่ ค่า $t^*$ โดยที่สามารถคำนวณได้ดั่งสมการที่ (11)

$$t^* = \frac{(\overline{X}_1 - \overline{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{s_p^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad (11)$$

โดยค่าสถิติข้างต้นจะมีองศาอิสระเท่ากับ $n_1 + n_2 - 2$ ซึ่งเป็นองศาอิสระของการประมาณค่าความแปรปรวนรวมของประชากร

## 3. ผลและวิจารณ์

การศึกษานี้ตั้งอยู่บนการศึกษาเชิงคุณภาพโดยเป็นการสำรวจพฤติกรรมการคาดเข็มนิรภัย การใช้ความเร็ว และการขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวนขณะขับรถ โดยการสำรวจความคิดเห็นโดยใช้แบบสำรวจหรือแบบสอบถามที่ผ่านกระบวนการคิดสังเคราะห์ให้ได้คำตอบหรือผลลัพธ์ในกรอบที่ต้องการศึกษา และสัมภาษณ์หรือประชุมกลุ่มย่อยของผู้ใช้ทาง ทั้งนี้เมื่อดำเนินการออกแบบสำรวจแล้วเสร็จจึงได้ดำเนินการปรับปรุงแบบสอบถาม และดำเนินการรวบรวมสำรวจข้อมูลตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างตามหลักการทางสถิติ เพื่อให้ได้เป็นตัวแทนประชาการหรือผู้ขับขี่ในพื้นที่ท่องเที่ยว ในการศึกษาและนำไปวิเคราะห์ปัจจัยและข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติที่เชื่อถือได้

ในส่วนของบทนี้จะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจะมีขอบเขตการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) และเชิงอนุมาน (Inference Statistics) ในการวิเคราะห์การศึกษาเชิงคุณภาพ เพื่อตอบจุดประสงค์การศึกษาและดำเนินการสรุปผลการศึกษาอย่างสมเหตุสมผล ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจครั้งนี้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติซึ่งได้เลือกสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่อัตราส่วนร้อยละ ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เพื่อวัดค่าเฉลี่ยและการกระจายของข้อมูล และนำเสนอในรูปของตารางพร้อมกับพรรณนาประกอบและใช้สถิติเชิงอนุมาน ในการวิเคราะห์เพื่ออ้างอิงผลการทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างไปยังกลุ่มประชากร ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณลักษณะของประชากรกับพฤติกรรมการขับขี่และข้อมูลต่างๆ ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) โดยวิธีความแปรปรวนทางเดียว และ การทดสอบ t-test ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 (ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95) จากนั้นนำมาแปลผลลัพธ์ให้ตอบจุดประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนามาตรการลดอุบัติเหตุและมาตรการด้านความปลอดภัยของผู้ขับขี่ในพื้นที่ท่องเที่ยว

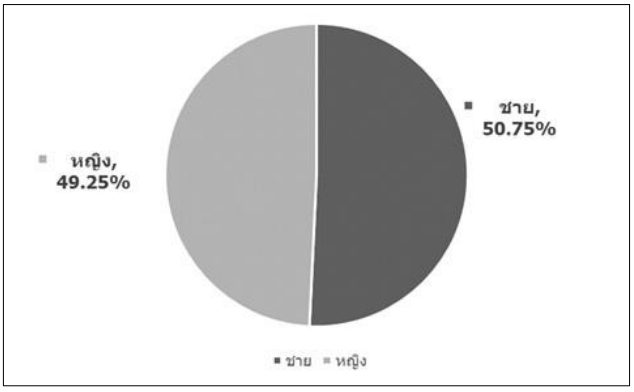
พื้นที่ศึกษาพื้นที่ศึกษาของงานวิจัยนี้ครอบคลุมพื้นที่ท่องเที่ยวสำคัญใน 4 จังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต จังหวัดพังงา จังหวัดกระบี่ และจังหวัดตรัง ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลที่ได้รับความนิยมจากทั้งนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างชาติ ด้วยปริมาณนักท่องเที่ยวที่หนาแน่น โดยเฉพาะในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว ส่งผลให้มีการใช้ยานพาหนะจำนวนมาก รวมถึงพฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ถนนที่หลากหลาย ซึ่งอาจเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุทางถนน

โดยพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นการสำรวจพฤติกรรมของผู้ใช้รถใช้ถนนบริเวณจุดท่องเที่ยวและเส้นทางหลักที่เชื่อมโยงระหว่างจังหวัดต่าง ๆ เช่น เส้นทางระหว่างอำเภอเมืองภูเก็ตกับหาดป่าตอง เส้นทางสายเพชรเกษมที่เชื่อมจังหวัดพังงาและกระบี่ ตลอดจนถนนสายรองที่ใช้สัญจรไปยังสถานที่ท่องเที่ยวสำคัญในจังหวัดตรัง โดยจุดเก็บข้อมูลได้รับการคัดเลือกจากพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่นและมีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมเสี่ยงของผู้ขับขี่ การสำรวจข้อมูลดำเนินการในช่วงเดือนมกราคม ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2568 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการเดินทางท่องเที่ยวสูง โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 400 ราย ตัวอย่างประกอบด้วยข้อมูลลักษณะทั่วไปดังนี้

### 3.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเศรษฐกิจและสังคม (Socio-economy) ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ตัวอย่างโดยจำแนกตามเพศ อายุ ระดับรายได้ ระดับการศึกษา อาชีพ ประเภทยานพาหนะ สถานการณ์สมรส มีดังนี้

**<u>กลุ่มตัวอย่างมีการกระจายตัวด้านเพศ</u>**ใกล้เคียงกัน (ประมาณร้อยละ 50) เทียบเคียงได้กับสัดส่วนของประชากรของประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างเพศชายต่อเพศหญิงเท่ากับร้อยละ 50.75 ต่อ 49.25 ตามลำดับ ดังรูปที่ 6

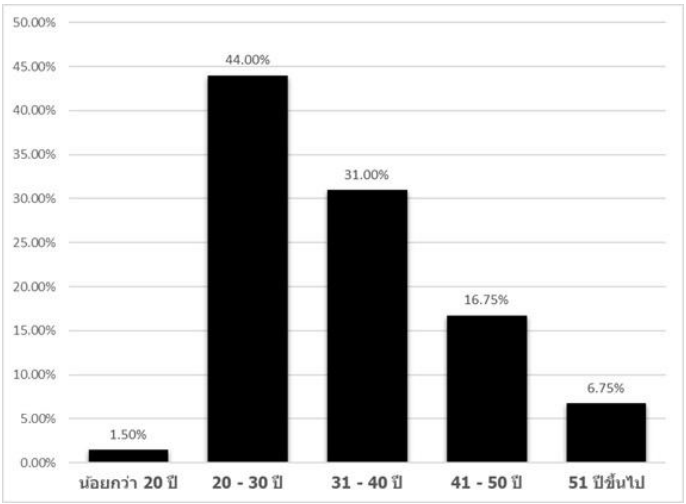



**รูปที่ 6** สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ

ตารางที่ 3 สถานะเพศของกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม

| เพศ | **จำนวน** | **ร้อยละ** |
|---|---|---|
| ชาย | 203 | 50.75 |
| หญิง | 197 | 49.25 |
| **รวม** | **400** | **100** |

**<u>การกระจายตัวด้านอายุของกลุ่มตัวอย่าง</u>** สัดส่วนของกลุ่มวัยรุ่นช่วงอายุ 20-30 ปี และกลุ่มผู้ใหญ่ในช่วงอายุ 31-40 ปี มีสัดส่วนใกล้เคียงกันเท่ากับร้อยละ 44.00 และ 31.00 ตามลำดับ กลุ่มผู้ใหญ่ในช่วงอายุ 41-50 ปี และกลุ่มผู้สูงวัยในช่วงอายุ 51 ขึ้นไป มีสัดส่วนร้อยละ 16.75 และ 6.75 ตามลำดับ และกลุ่มวัยรุ่นในช่วงอายุต่ำกว่า 20 ปี มีสัดส่วนร้อยละ 1.5 ดังรูปที่ 7

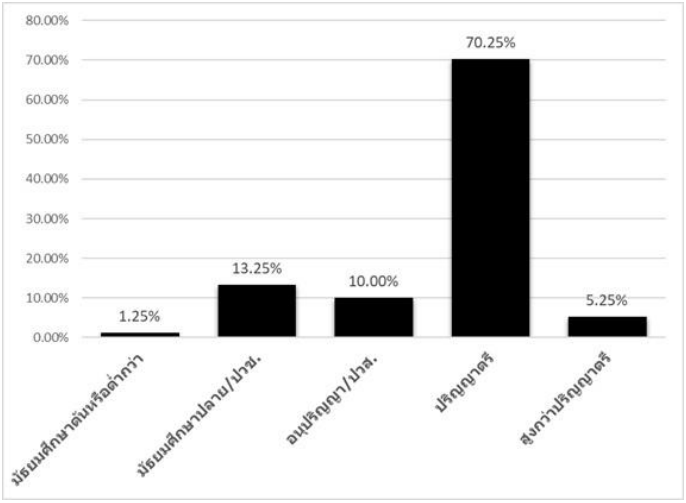



**รูปที่ 7** สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุ

ตารางที่ 4 ช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม

| ช่วงอายุ | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ต่ำกว่า 20 ปี | 6 | 1.50 |
| 20 – 30 ปี | 176 | 44.00 |
| 31 – 40 ปี | 124 | 31.00 |
| 41 – 50 ปี | 67 | 16.75 |
| 51 ปี ขึ้นไป | 27 | 6.75 |
| **รวม** | **400** | **100** |

**<u>การกระจายตัวด้านระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง</u>** ระดับการศึกษาที่พบมากที่สุดคือระดับปริญญาตรี ร้อยละ 70.25 รองลงมาเป็นระดับมัธยมปลาย หรือปวช.ร้อยละ 13.25 ระดับอนุปริญญา หรือปวส.ร้อยละ 10.00 ระดับสูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 5.25 และระดับมัธยมต้นหรือต่ำกว่าร้อยละ 1.25 ดังรูปที่ 8

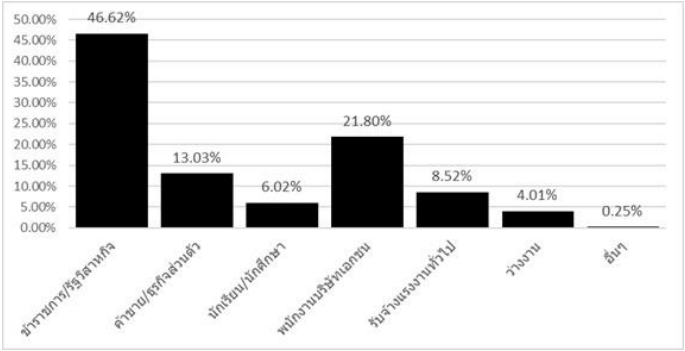



**รูปที่ 8** สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับการศึกษา

ตารางที่ 5 ระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม

| ระดับการศึกษา | จำนวน | **ร้อยละ** |
|---|---|---|
| มัธยมศึกษาต้นหรือต่ำกว่า | 5 | 1.25 |
| มัธยมศึกษาปลาย/ปวช | 53 | 13.25 |
| อนุปริญญา/ปวส. | 40 | 10.00 |
| ปริญญาตรี | 281 | 70.25 |
| สูงกว่าปริญญาตรี | 21 | 5.25 |
| **รวม** | 400 | 100 |

**<u>การกระจายตัวด้านอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง</u>** อาชีพข้าราชการหรือรัฐวิสาหกิจพบมากที่สุดร้อยละ 46.62 รองลงมาเป็นพนักงานบริษัทเอกชนร้อยละ 21.80 อาชีพค้าขายหรือธุรกิจส่วนตัวร้อยละ 13.03 อาชีพรับจ้างทั่วไปร้อยละ 8.52 นักเรียนหรือนักศึกษาร้อยละ 6.02 ว่างงานร้อนละ 4.01 และอื่นๆร้อยละ 0.25 ดังรูปที่ 9

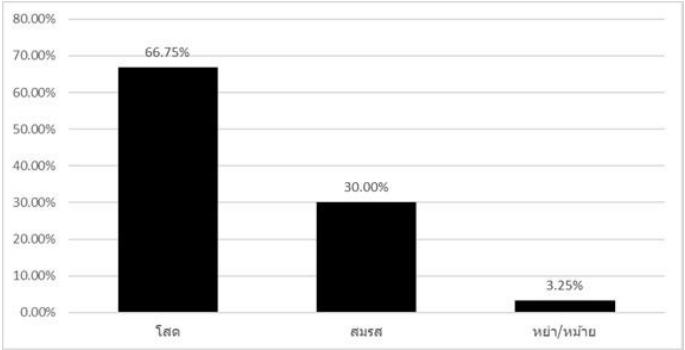



**รูปที่ 9** สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพ

ตารางที่ 6 อาชีพของกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม

| อาชีพ | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ | 186 | 46.62 |
| พนักงานเอกชน | 87 | 21.80 |
| ค้าขาย/ธุจกิจส่วนตัว | 52 | 13.03 |
| รับจ้างทั่วไป/ใช้แรงาน | 34 | 8.52 |
| นักเรียน/นักศึกษา | 24 | 6.02 |
| ว่างงาน | 16 | 4.01 |
| อื่นๆ | 1 | 0.25 |
| **รวม** | **400** | **100** |

**<u>การกระจายตัวด้านสถานภาพการสมรส</u>** สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่พบมากที่สุด คือ โสด ร้อยละ 66.75 รองลงเป็น สมรสแล้ว ร้อยละ 30.00 กลุ่มที่พบได้น้อย คืออ หย่าร้าง/หม้าย ร้อยละ 3.25 ดังรูปที่ 10

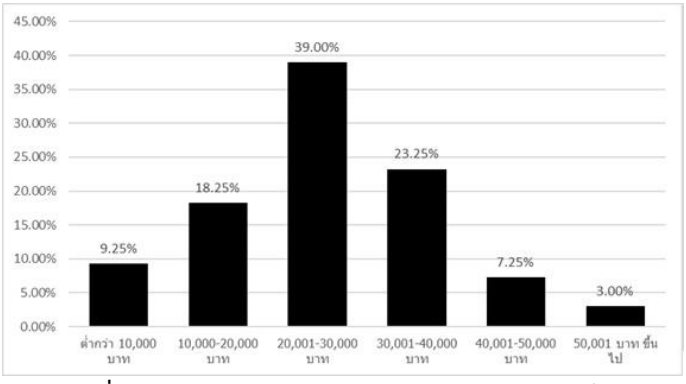



**รูปที่ 10** สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสถานภาพการสมรส

ตารางที่ 7 สถานภาพการสมรสของกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม

| สถานภาพ | **จำนวน** | **ร้อยละ** |
|---|---|---|
| โสด | 267 | 66.75 |
| สมรส | 120 | 30.00 |
| หย่า/หม้าย | 13 | 3.25 |
| **รวม** | **400** | **100** |

**<u>การกระจายตัวด้านระดับรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง</u>** ช่วง 20,001 ถึง 30,000 บาท พบมากที่สุดร้อยละ 39.00 รองลงมาเป็นช่วง 30,001 ถึง 40,000 บาท ร้อยละ 23.25 ช่วง 10,000 ถึง 20,000 บาท ร้อยละ 18.25 ช่วง 40,001 ถึง 50,000 บาท สัดส่วนใกล้เคียงกับ ช่วงต่ำกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 7.25 และ 9.25 ตามลำดับ และช่วง 50,001 บาทขึ้นไป ร้อยละ 3.00 ดังรูปที่ 11

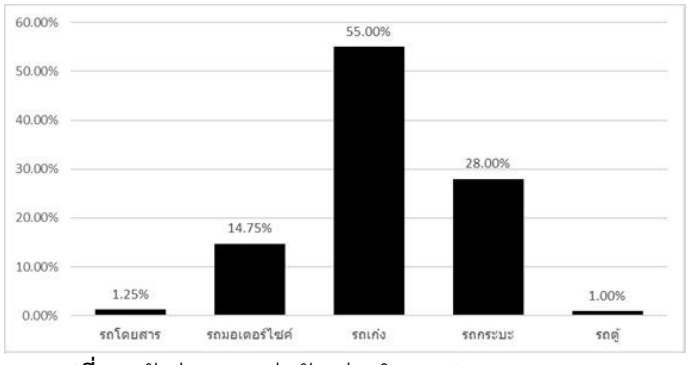



**รูปที่ 11** สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับรายได้

ตารางที่ 8 ระดับรายได้ของกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม

| **ระดับรายได้** | **จำนวน** | **ร้อยละ** |
|---|---|---|
| ต่ำกว่า 10,000 บาท | 37 | 9.25 |
| 10,001 – 20,000 บาท | 73 | 18.25 |
| 20,001 – 30,000 บาท | 156 | 39.00 |
| 30,001 – 40,000 บาท | 93 | 23.25 |
| 40,001 – 50,000 บาท | 29 | 7.25 |
| 50,000 บาท ขึ้นไป | 12 | 3.00 |
| รวม | 400 | 100 |

**<u>กระจายตัวด้านพาหนะของกลุ่มตัวอย่าง</u>** รถเก๋งเป็นพาหนะที่พบมากที่สุดร้อยละ 55.00 รองลงมาเป็นรถกระบะร้อยละ 28.00 รถมอเตอร์ไซค์ร้อยละ 14.75 และรถโดยสารสัดส่วนใกล้เคียงกับรถตู้ ร้อยละ 1.25 และ 1.00 ตามลำดับ ดังรูปที่ 12




**รูปที่ 12** สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างจำแนกประเภทยานพาหนะ

ตารางที่ 9 ประเภทยานพาหนะของกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม

| ประเภทยานพาหนะ | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| รถเก๋ง | 207 | 55.00 |
| รถกระบะ | 129 | 28.00 |
| รถมอเตอร์ไซค์ | 32 | 14.75 |
| รถโดยสาร | 27 | 1.25 |
| รถตู้ | 5 | 1.00 |
| **รวม** | **400** | **100** |

**3.2 พฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัย**

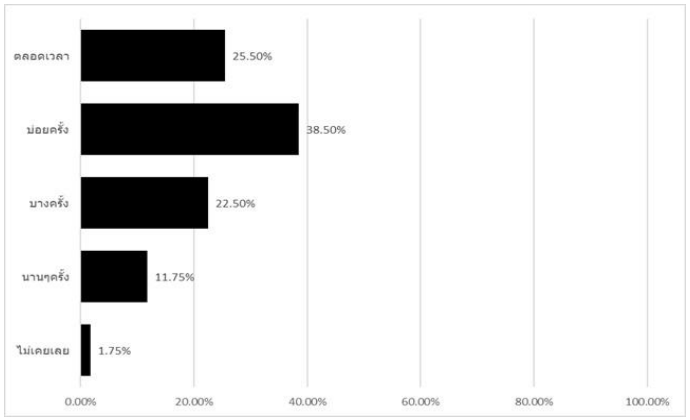
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพฤติกรรมการคาดเข็มนิรภัยของกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

**3.2.1 พฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยตลอดการขับขี่**

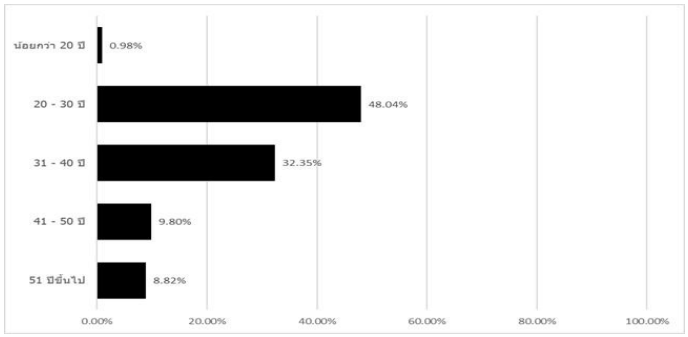
ผลการวิเคราะห์ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด (400 ตัวอย่าง) พบว่า ผู้ขับขี่ที่คาดเข็มขัดนิรภัยตลอดเวลาที่ขับขี่บ่อยครั้ง (จำนวน 154 ตัวอย่าง) คิดเป็นร้อยละ 38.50 ของตัวอย่างทั้งหมด รองลงมาเป็นกลุ่มที่คาดเข็มขัดนิรภัยทุกครั้งตลอดเวลาที่ขับขี่ (จำนวน 102 ตัวอย่าง) คิดเป็นร้อยละ 25.50 ของตัวอย่างทั้งหมด ดังรูปที่ 13

การวิเคราะห์จำแนกตามเพศ พบว่า เพศชาย (50 คน) และเพศหญิง (52 คน) ที่คาดเข็มขัดนิรภัยตลอดเวลาในการขับขี่มีสัดส่วนที่เท่ากัน (ร้อยละ 50 ของกลุ่มที่คาดเข็มขัดนิรภัยตลอดเวลา) แสดงให้เห็นว่าเพศไม่มีผลต่อพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัย

การวิเคราะห์จำแนกตามอายุ พบว่า ผู้ที่คาดเข็มขัดนิรภัยตลอดเวลาส่วนมากมีกลุ่มช่วงอายุ 20-30 ปี (จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 48.04 ของกลุ่มที่คาดเข็มขัดนิรภัยตลอดเวลา) รองลงมาเป็นกลุ่มช่วงอายุ 31-40 ปี (จำนวน 33 คน คิดเป็นร้อยละ 32.35 ของกลุ่มที่คาดเข็มขัดนิรภัยตลอดเวลา) สำหรับกลุ่มช่วงอายุต่ำกว่า 20 ปี ที่คาดเข็มขัดนิรภัยตลอดเวลาในการขับขี่มีเพียงส่วนน้อย (จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.98) เห็นได้ว่าพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยในขณะขับขี่มีแนวโน้มที่จะขึ้นกับปัจจัยด้านอายุ ดังรูปที่ 14




**รูปที่ 13** สัดส่วนพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยตลอดเวลาที่ขับขี่

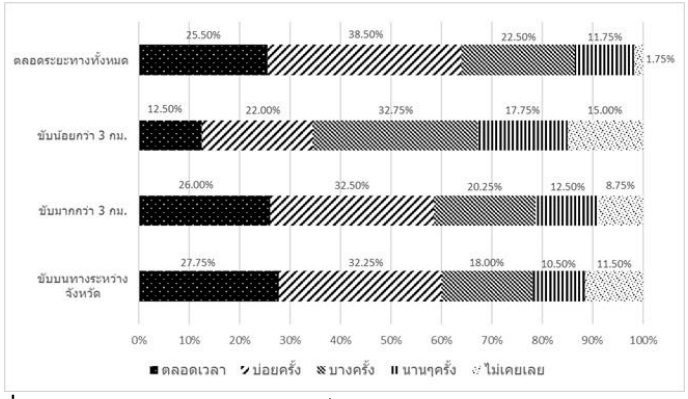



**รูปที่ 14** สัดส่วนพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยตลอดเวลาที่ขับขี่จำแนกตามช่วงอายุ

ผู้ขับขี่ส่วนใหญ่จะมีพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยบ่อยครั้งตลอดระยะทางทั้งหมด (ร้อยละ38.50) รองลงมาจะมีพฤติกรรมการคาดเข็มนิรภัยตลอดเวลาที่ขับขี่ (ร้อยละ 25.50) เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยในการขับขี่ด้วยระยะทางที่น้อยกว่า 3 กิโลเมตร พบว่า ผู้ขับขี่มักจะคาดเข็มขัดนิรภัยเพียงบางครั้ง (ร้อยละ 32.75) รองลงมาผู้ขับขี่ที่คาดเข็มขัดนิรภัยบ่อยครั้ง (ร้อยละ 22.00) สำหรับผู้ขับขี่จำนวนไม่น้อยที่ไม่คาดเข็มขัดนิรภัย (ร้อยละ 15.00) เมื่อขับขี่น้อยกว่า 3 กิโลเมตร

ในทางตรงกันข้ามเมื่อผู้จะขับขี่มากกว่า 3 กิโลเมตรจะมีพฤติกรรมการคาดนิรภัยตลอดเวลาขณะขับขี่มากถึง (ร้อยละ 26.00) และพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยบ่อยครั้งขณะขับขี่ (ร้อยละ 32.50)

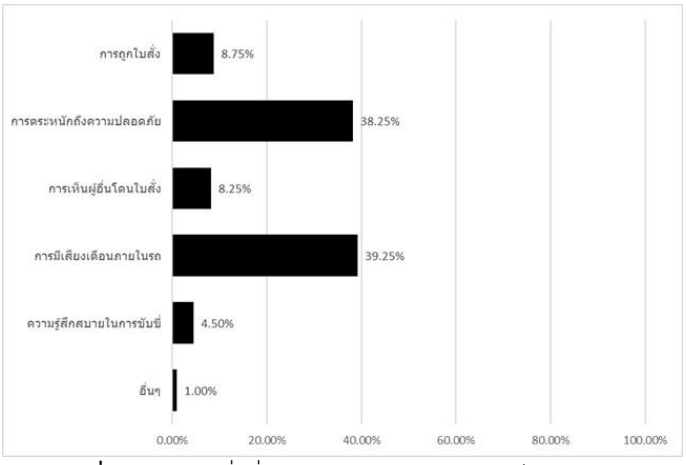
เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยในการขับขี่ทางหลวงระหว่างจังหวัด พบว่าผู้ขับขี่ส่วนใหญ่คาดเข็มขัดนิรภัยบ่อยครั้งขณะขับขี่ (ร้อยละ 32.25) รองลงเป็นกลุ่มที่คาดเข็มนิรภัยตลอดเวลาที่ขับขี่ (ร้อยละ 27.75) ดังรูปที่ 15 จากผลของข้อมูลมีแนวโน้มว่าผู้ขับขี่จะมีพฤติกรรมการคาดเข็มนิรภัยมากกขึ้นเมื่อมีการขับขี่ด้วยระยะทางที่มากขึ้น




**รูปที่ 15** สัดส่วนพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยจำแนกตามระยะทางการขับขี่

**3.2.2 สิ่งที่ทำให้ตระหนักถึงการคาดเข็มขัดนิรภัย**

ผลการวิเคราะห์ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด (400 ตัวอย่าง) พบว่า ผู้ขับขี่ที่ตระหนักถึงการคาดเข็มนิรภัยเพราะมีเสียงตื่นภายในรถ (จำนวน 157 คน คิดเป็นร้อยละ 39.25 ของตัวอย่างทั้งหมด) รองลงมาเป็นกลุ่มที่คาดเข็มขัดนิรภัยเพราะตระหนักถึงความปลอดภัย (จำนวน 153 คน คิดเป็นร้อยละ 38.25 ของตัวอย่างทั้งหมด) สำหรับกลุ่มที่คาดเข็มนิรภัยเพราะตกหนักถึงการถูกใบสั่งและการเห็นผู้อื่นโดนใบสั่ง (จำนวน 35 คนและ 33 คน คิดเป็นร้อยละ 8.75 และ ร้อยละ 8.25 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ตามลำดับ) ดังรูปที่ 16




**รูปที่ 16** สัดส่วนสิ่งที่ทำให้ตระหนักถึงการคาดเข็มขัดนิรภัย

**3.3 พฤติกรรมการใช้ความเร็ว**

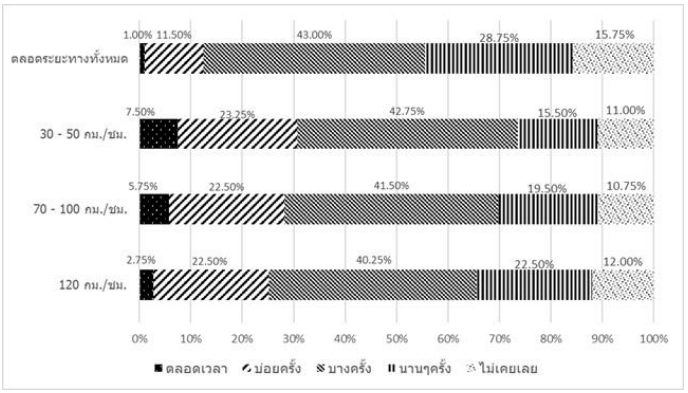
กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีพฤติกรรมการใช้ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 91.60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อแยกพิจารณากลุ่มช่วงอายุ 18-40 ปีใช้ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 90.69 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และกลุ่มช่วงอายุ 40 ขึ้นไปใช้ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 94.57 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด (400 ตัวอย่าง) พบว่า ผู้ตอบแบบสอบขับขี่เร็วเกินที่กำหนดตลอดเส้นทางเป็นบางครั้ง (จำนวน 172 คน คิดเป็นร้อยละ 43.00 ของตัวอย่างทั้งหมด) รองลงมาขับขี่เร็วเกินที่กำหนดนานๆครั้ง (จำนวน 115 คน คิดเป็นร้อยละ 28.75 ของตัวอย่างทั้งหมด)

สำหรับถนนที่มีความเร็วจำกัด 30-50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างที่ขับขี่เร็วเกินกำหนดเป็นบางครั้งเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 42.75) รองลงมาขับขี่เร็วเกินที่กำหนดบ่อยครั้ง (ร้อยละ 23.25)

สำหรับถนนที่มีความเร็วจำกัด 70-100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างที่ขับขี่เร็วเกินกำหนดบางครั้งเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 41.50) รองลงมาขับขี่เร็วเกินที่กำหนดบ่อยครั้ง (ร้อยละ 22.50)

สำหรับถนนทางหลวงระหว่างจังหวัดมีความเร็วจำกัด 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างที่ขับขี่เร็วเกินกำหนดบางครั้งเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 40.25) รองลงมากลุ่มตัวอย่างที่ขับขี่เร็วเกินกำหนดนานๆครั้งและส่วนมากมีสัดส่วนเท่ากัน (ร้อยละ 22.50) ดังรูปที่ 17

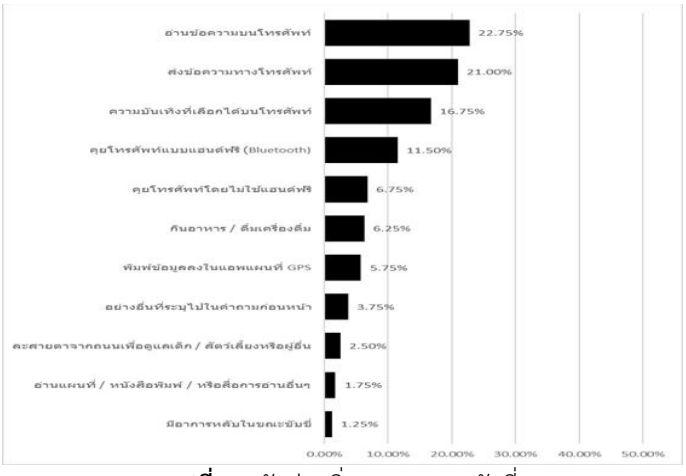



**รูปที่ 17** พฤติกรรมการฝ่าฝืนความเร็วจำแนกตามความเร็วจำกัดของถนน

### 3.4 พฤติกรรมการขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวน

#### 3.4.1 พฤติกรรมการขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวนต่างๆ

สิ่งรบกวนขณะขับขี่ที่พบมากที่สุดได้แก่ การอ่านข้อความบนโทรศัพท์ (ร้อยละ 22.75) รองลงมาเป็นการส่งข้อความทางโทรศัพท์ (ร้อยละ 21.00) และความบันเทิงบนโทรศัพท์ (ร้อยละ 16.75) ดังรูปที่ 18




**รูปที่ 18** สัดส่วนสิ่งรบกวนขณะขับขี่

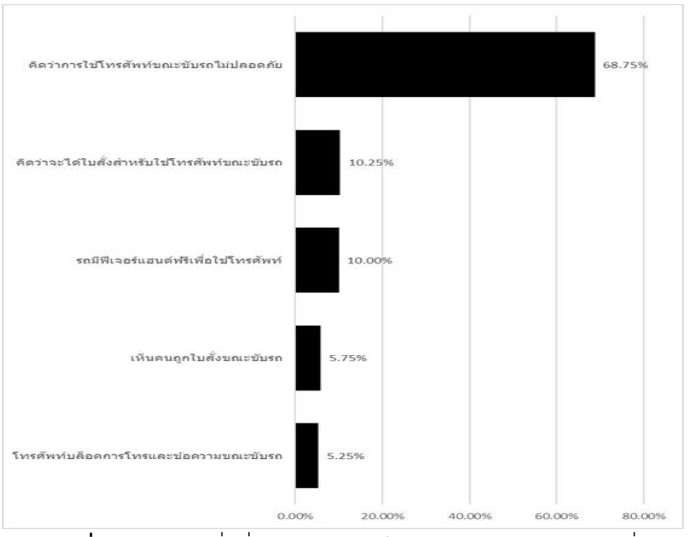
กลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปีที่มีพฤติกรรมการขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวนที่พบมากที่สุดคือ การอ่านข้อความบนโทรศัพท์ (ร้อยละ 25.49) รองลงเป็นการส่งข้อความทางโทรศัพท์ (ร้อยละ 20.59) และความบันเทิงบนโทรศัพท์ (ร้อยละ 17.65)

กลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 40 ขึ้นไป มีพฤติกรรมการขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวนแตกต่างกับกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี ดังนี้ การส่งข้อความทางโทรศัพท์พบมากสุด (ร้อยละ 25.16) รองลงมาเป็นการคุยโทรศัพท์แบบแฮนด์ฟรี (Bluetooth) (ร้อยละ 20.59) และการอ่านข้อความบนโทรศัพท์ (ร้อยละ 17.97)

กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่าสิ่งที่สามารถช่วยเตือนไม่ให้ใช้โทรศัพท์ขณะขับขี่ที่ได้ผลมากที่สุด คือ ตระหนักว่าการใช้โทรศัพท์ขณะขับขี่ไม่ปลอดภัย (ร้อยละ 68.50) รองลงมาคือการตระหนักถึงการโดนใบสั่ง (ร้อยละ 10.00) และรถมีฟีเจอร์แฮนด์ฟรีเพื่อใช้โทรศัพท์ (ร้อยละ 9.75)

#### 3.4.2 สิ่งที่สามารถบังคับไม่ให้ใช้โทรศัพท์ขณะขับขี่

สิ่งที่สามารถบังคับไม่ให้ใช้โทรศัพท์ขณะขับขี่ที่พบมากที่สุดได้แก่การตระหนักว่าการใช้โทรศัพท์ไม่ปลอดภัย (ร้อยละ 68.75) รองลงมาเป็นการที่คิดว่าจะโดนใบสั่ง (ร้อยละ 10.25) ดังรูปที่ 19




**รูปที่ 19** สัดส่วนสิ่งที่สามารถบังคับไม่ให้ใช้โทรศัพท์ขณะขับขี่

กลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปีเห็นว่าสิ่งที่ช่วยเตือนไม่ให้ใช้โทรศัพท์ขณะขับขี่ในสัดส่วนที่มากที่สุด ได้แก่ การตระหนักว่าการใช้โทรศัพท์ขณะขับขี่ไม่ปลอดภัย (ร้อยละ 69.28) รองลงมาการคิดว่าจะโดนใบสั่งเมื่อใช้โทรศัพท์ขณะขับขี่ (ร้อยละ 10.78) ในส่วนกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไปเห็นว่าสิ่งที่ช่วยเตือนไม่ให้ใช้โทรศัพท์ขณะขับในสัดส่วนที่มากที่สุด ได้แก่ การตระหนักว่าการใช้โทรศัพท์ขณะขับขี่ไม่ปลอดภัย (ร้อยละ 67.02) รองลงมาเป็นการที่โทรศัพท์บล็อคการโทรและข้อความขณะขับรถ (ร้อยละ 13.83)

ผลของข้อมูลพบว่า โทรศัพท์ของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีฟังก์ชันการห้ามรบกวนขณะขับขี่ (ร้อยละ 63.50) สำหรับผู้ที่มีฟังก์ชันห้ามรบกวนขณะขับขี่ (ร้อยละ 17.75) โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่เคยใช้ฟังก์ชันห้ามรบกวนขณะขับขี่ (ร้อยละ 64.79) และสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่แน่ใจว่าโทรศัพท์มีฟังก์ชันห้ามรบกวนขณะขับขี่ (ร้อยละ 18.75)

### 3.5 พฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์และการเสพกัญชา

#### 3.5.1 พฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่ (ร้อยละ 67.25) และกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีพฤติกรรมการดื่มแล้วขับขี่ (ร้อยละ 32.75) ดังรูปที่ 20

ผลของข้อมูลพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่สำหรับกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี และกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไป พบว่า ทั้งสองช่วงอายุมีพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่เป็นส่วนใหญ่เกินร้อยละ 50 (ร้อยละ 57.19 และ ร้อยละ 55.32 ตามลำดับ)

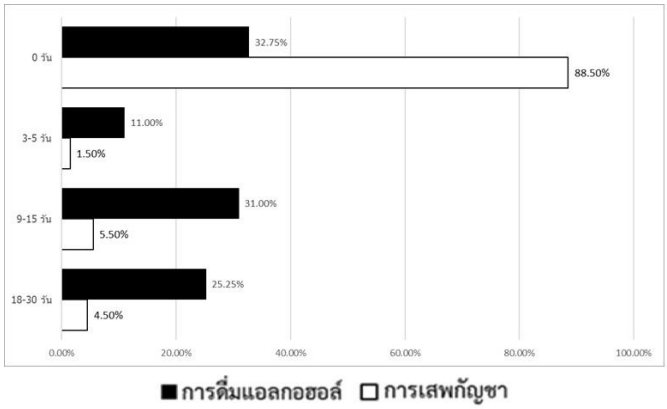
กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่ที่มากกว่า 15 วัน (ร้อยละ 58.90) และกลุ่มตัวอย่างที่มีพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่ที่น้อยกว่า 15 วัน (ร้อยละ 41.10)

#### 3.5.2 พฤติกรรมการเสพกัญชา

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีพฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่ (ร้อยละ 88.50) ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่มีพฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่ (ร้อยละ 11.50) ดังรูปที่ 20

พฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่สำหรับกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18 – 40 ปี กับช่วงอายุ 40 ปีขึ้น มีเพียงส่วนน้อย (ร้อยละ 13.07 และร้อยละ 5.32 ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่ของกลุ่มตัวอย่างที่มากกว่า 15 วัน มีเพียงส่วนน้อย (ร้อยละ 5.00) และพฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่ของกลุ่มตัวอย่างที่น้อยกว่า 15 วัน (ร้อยละ 95.00)




**รูปที่ 20** สัดส่วนการดื่มแอลกอฮอล์และการเสพกัญชาใน 30 วัน

### 3.6 การวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมโดยจำแนกตามกลุ่มอายุ

#### 3.6.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมการคาดเข็มนิรภัย

โดยจะกำหนดสมมุติฐานดังนี้

$H_0$; พฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี = ช่วงอายุ 40 ขึ้นไป

$H_1$; พฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี ≠ ช่วงอายุ 40 ขึ้นไป

ได้ค่า P-Value 0.877 > ($\alpha$ = 0.05) ดังนั้นจึงยอมรับ $H_0$ นั้นคือพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 40 ปีขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

#### 3.6.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการขับขี่

โดยจะกำหนดสมมุติฐานดังนี้

$H_0$; ความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการขับขี่ของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี = ช่วงอายุ 40 ขึ้นไป

$H_1$; ความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการขับขี่ของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี ≠ ช่วงอายุ 40 ขึ้นไป

ได้ค่า P-Value 0.006 < ($\alpha$ = 0.05) ดังนั้นจึงปฏิเสธ H0 นั้นคือความเร็วเฉลี่ยที่ใช้ในการขับขี่ของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี แตกต่างกับกลุ่ม 40 ปีขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

#### 3.6.3 ผลการวิเคราะห์การใช้ความเร็วเฉลี่ยที่ 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

โดยจะกำหนดสมมุติฐานดังนี้

$H_0$; ความเร็วเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ≥ 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

$H_1$; ความเร็วเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด < 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ได้ค่า P-Value 0.000 < ($\alpha$ = 0.05) ดังนั้นจึงปฏิเสธ $H_0$ นั้นคือพฤติกรรมการใช้ความเร็วของกลุ่มตัวอย่างใช้ความเร็วเฉลี่ยน้อยกว่า 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

#### 3.6.4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมการขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวน

กลุ่มตัวอย่างส่วนมากมีสิ่งรบกวนเป็นการอ่านข้อความบนโทรศัพท์โดยจะกำหนดสมมุติฐานดังนี้

$H_0$; พฤติกรรมการอ่านข้อความบนโทรศัพท์ขณะขับขี่ของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี = ช่วงอายุ 40 ขึ้นไป

$H_1$; พฤติกรรมการอ่านข้อความบนโทรศัพท์ขณะขับขี่ของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี ≠ ช่วงอายุ 40 ขึ้นไป

ได้ค่า P-Value 0.001 < ($\alpha$ = 0.05) ดังนั้นจึงปฏิเสธ H0 นั้นคือพฤติกรรมการอ่านข้อความบนโทรศัพท์ขณะขับขี่ของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปีแตกต่างกับกลุ่ม 40 ปีขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

#### 3.6.5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่ใน 30 วัน

โดยจะกำหนดสมมุติฐานดังนี้

$H_0$; พฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่ใน 30 วันของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี = ช่วงอายุ 40 ขึ้นไป

$H_1$; พฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่ใน 30 วันของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี ≠ ช่วงอายุ 40 ขึ้นไป

ได้ค่า P-Value 0.007 < ($\alpha$ = 0.05) ดังนั้นจึงปฏิเสธ H0 นั้นคือพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่ใน 30 วันของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปีแตกต่างกับกลุ่ม 40 ปีขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

**4.6.6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมพฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่ใน 30 วัน**

โดยจะกำหนดสมมุติฐานดังนี้

$H_0$; พฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่ใน 30 วันของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี = ช่วงอายุ 40 ขึ้นไป

$H_1$; พฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่ใน 30 วันของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปี ≠ ช่วงอายุ 40 ขึ้นไป

ได้ค่า P-Value 0.001 < ($\alpha$ = 0.05) ดังนั้นจึงปฏิเสธ H0 นั้นคือพฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่ใน 30 วันของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปีแตกต่างกับกลุ่ม 40 ปีขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้นำเสนอผลการสำรวจพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัย การใช้ความเร็ว การขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวน และการขับขี่ภายใต้ฤทธิ์แอลกอฮอล์และกัญชาบนถนนในพื้นที่ท่องเที่ยว เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นแบบสอบถาม จำนวน 400 ตัวอย่าง ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุตามรายงานข้อมูลสถิติบนถนนในพื้นที่ท่องเที่ยว ซึ่งผู้ขับขี่บางส่วนยังมีพฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัย ไม่คาดเข็มขัด ใช้ความเร็วเกินกำหนด ขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวน และการขับขี่ภายใต้ฤทธิ์แอลกอฮอล์และกัญชา การวิเคราะห์ใช้หลักการทางสถิติ การแจกแจงความถี่ สัดส่วนร้อยละ และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) โดยวิธีความแปรปรวนทางเดียว และ การทดสอบ t-test พบว่า ผู้ขับขี่บางส่วนของกลุ่มตัวอย่างยังมีพฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัยในการขับขี่ ทั้งการไม่คาดเข็มขัดนิรภัย การใช้ความเร็วเกินกำหนด และการขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวน ถึงแม้ว่าจะมีมาตรการ กฎระเบียบและอุปกรณ์เตือนภัยภายในรถ สรุปพฤติกรรมต่างๆดังนี้

พฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยทุกครั้งตลอดเวลาที่ขับขี่ คิดเป็นร้อยละ 25.5 และกลุ่มที่คาดเข็มขัดนิรภัยตลอดเวลาที่ขับขี่บ่อยครั้ง คิดเป็นร้อยละ 38.5 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และสิ่งที่ทำให้ตระหนักถึงการคาดเข็มขัดนิรภัยมากที่สุด ได้แก่การมีเสียงเตือนภายในรถ คิดเป็นร้อยละ 39.3 รองลงมาเป็นการตระหนักถึงความปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 38.3 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ทั้งนี้ผลทดสอบทางสถิติเปรียบเทียบกลุ่มพบว่าพฤติกรรมการคาดเข็มขัดนิรภัยของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปีกับกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 40 ขึ้นไปไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha$ = 0.05)

พฤติกรรมการใช้ความเร็วเกินที่กำหนดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดใช้ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 91.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อพิจารณาช่วงกลุ่มตัวอย่างอายุ 18–40 ปีใช้ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 90.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไป ใช้ความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 94.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทั้งนี้ผลทดสอบทางสถิติเปรียบเทียบกลุ่มพบว่าพฤติกรรมการใช้ความเร็วเกินที่กำหนดของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปีกับกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 40 ขึ้นไปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha$ = 0.05) และ ผลการทดสอบทางสถิติด้านพฤติกรรมการใช้ความเร็วเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมากกว่า 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดใช้ความเร็วเฉลี่ยน้อยกว่า 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha$ = 0.05)

พฤติกรรมการขับขี่ขณะมีสิ่งรบกวนที่มากที่สุดได้แก่ การอ่านข้อความบนโทรศัพท์ คิดเป็นร้อยละ 22.8 รองลงมาเป็นการส่งข้อความทางโทรศัพท์ คิดเป็นร้อยละ 21.0 ทั้งนี้ในกลุ่มช่วงอายุ 18-40 ปี มีสิ่งรบกวนขณะขับขี่มากสุดที่ คือการอ่านข้อความบนโทรศัพท์ คิดเป็นร้อยละ 25.5 แต่สำหรับกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไปมีสิ่งรบกวนขณะขับขี่มากสุดที่ คือ กการส่งข้อความทางโทรศัพท์ คิดเป็นร้อยละ 25.2 ทั้งผลทดสอบทางสถิติเปรียบเทียบกลุ่มพบว่าพฤติกรรมการอ่านข้อความบนโทรศัพท์ขณะขับขี่ของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปีกับกลุ่มช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha$ = 0.05)

พฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์และการเสพกัญชา พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่ คิดเป็นร้อยละ 56.8 และกลุ่มตัวอย่างที่มีพฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่คิดเป็นร้อยละ 11.5 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ทั้งนี้ได้นำพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่ภายใน 30 วันและพฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่ภายใน 30 วันของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปีกับกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไป ผลทดสอบทางสถิติเปรียบเทียบกลุ่มพบว่าพฤติกรรมการดื่มแอลกอฮอล์แล้วขับขี่ภายใน 30 วันและพฤติกรรมการเสพกัญชาแล้วขับขี่ภายใน 30 วันของกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 18-40 ปีกับกลุ่มตัวอย่างช่วงอายุ 40 ปีขึ้นไป ไม่แตกต่างกันที่นัยสำคัญทางสถิติ ($\alpha$ = 0.05)

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างบางส่วนยังมีพฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัย การใช้โทรศัพท์มือถือขณะขับขี่ การใช้ความเร็วเกินกำหนด และการขับขี่ภายใต้ฤทธิ์แอลกอฮอล์และกัญชาของผู้ขับขี่ในพื้นที่ท่องเที่ยว ดังนั้นการกำหนดกฎระเบียบ การบังคับใช้กฎหมายควบคู่ไปกับการใช้เทคโนโลยีอัจฉริยะและอุปกรณ์ความปลอดภัยในรถจะช่วยส่งเสริมพฤติกรรมความปลอดภัยในการขับขี่เพื่อช่วยลดอุบัติเหตุบนท้องถนนในพื้นที่ท่องเที่ยวของประเทศไทยได้

## เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักอำนวยความปลอดภัย. (2568). อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดิน ปี 2567. กรมทางหลวง, กระทรวงคมนาคม.

[2] Parviz Koushki. 2003. Impact of Safety Belt Use on Road Accident Injury and Injury Type in Kuwait, Department of Civil Engineering, Kuwait University.

[3] Juan Diego Febres, et al. 2020. Influence of Seat-Belt Use on The Severity of Injury in Traffic Accidents, European Transport Research Review

[4] Schroeder, P.Wilbur. 2018. National Survey on Distracted Attitudes and Behaviors - 2015, National Highway Traffic Safety Administration.

[5] Despina Stavrinos, et al. 2013. Impact of Distracted Driving on Safety and Traffic Flow, University of Alabama at Birmingham, USA.

[6] Uned Gazder. 2022. Determining Driver Perceptions about Distractions and Modeling Their Effects on Driving Behavior at Different Age Groups, University of Bahrain, Bahrain.

[7] Colorado Department of Transportation. September 2020. Driving Behavior Survey, USA

[8] Kochar Amit. 2002. Road Traffic Accidents and Alcohol: A Prospective Study, Lady Hardinge Medical College, New Delhi, India

[9] Robert E.Mann, et al. 2010. Alcohol and Driving Factors in Collision Risk, Centre for Addiction and Mental Health, Social and Epidemiological Research, Canada.

[10] Isbelle Richer, Jacques Bergeron. 2009. Driving under The Influence of Cannabis: Links with Dangerous Driving, Psychological Predictors, and Accident Involvement, University of Montreal, Canada.

[11] Tara Marie Watson, Robert E. Mann, Christine M. Wickens, Bruna Brands. 2019. “Just a Habit”: Driving Under the Influence of Cannabis as Ordinary, Convenient, and Controllable Experiences According to Drivers in a Remedial Program, Centre for Addiction and Mental Health, Canada.

[12] กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2566). รายงานสรุปการจัดทำบัญชีประชาชาติด้านการท่องเที่ยว ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566. กรุงเทพฯ: สำนักงานปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.

[13] สำนักแผนงาน. (2566). แผนปฏิบัติราชการ 5 ปี กรมทางหลวง (พ.ศ. 2566–2570). กรมทางหลวง, กระทรวงคมนาคม.

[14] กัลยา วานิชย์บัญชา. (2549). หลักสถิติ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

# การออกแบบนวัตกรรมฝายกั้นน้ำแบบพอเพียงโดยใช้กระบวนการวิศวกรสังคมแบบมีส่วนร่วม กรณีศึกษา: ชุมชนบ้านซำหวาย อำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี

# Participatory Design of a Sufficiency-Based Check Dam Innovation through Social Engineering A Case Study of Ban Sam Wai, Nam Yuen District, Ubon Ratchathani Province

รัตน์ชฎาพร ศรีสุระ[1*], สุระเจตน์ อ่อนฤทธิ์[1], ภัทระ เกิดอินทร์[1] สุรศักดิ์ นิยมพานิชพัฒนา[1], ภีม พรประเสริฐ[1] และ อรทัย ปัญญามี[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Ratchadaporn Srisura[1*], Surajate On-Rit[1], Phatthara Kird-In[1], Surasak Niyompanitpattana[1], Peema Pornprasert[1] and Oratai Panyamee[1]
[1]Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University

E-mail: ratchadaporn.s@ubru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนานวัตกรรมฝายกั้นน้ำแบบพอเพียง ที่เหมาะสมกับบริบทของชุมชน โดยประยุกต์ใช้กระบวนการวิศวกรสังคมเป็นกลไกหลักในการออกแบบและดำเนินงานร่วมกับชุมชน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมการบ่มเพาะทักษะด้าน Soft Skills ของนักศึกษาผ่านกิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ (Work-based Learning) ที่บูรณาการองค์ความรู้กับปัญหาท้องถิ่นภายใต้แนวคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงตามแนวพระราชดำริ การดำเนินงานใช้ M.I.C Model (Modify – Improve – Create) ในการออกแบบฝายกั้นน้ำให้มีความมั่นคง แข็งแรง และเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ โดยออกแบบเป็นฝายคอนกรีตเสริมเหล็กแบบกึ่งสำเร็จรูป (Modular Reinforced Concrete Check Dam) ที่สามารถประกอบ ติดตั้ง และบำรุงรักษาได้ง่ายโดยแรงงานในชุมชน อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพในการกักเก็บน้ำสูงกว่ารูปแบบฝายเดิมที่ใช้กระสอบทรายหรือวัสดุธรรมชาติ

ผลการประเมินทักษะด้านวิศวกรสังคมของนักศึกษา พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวม 3.38 (SD = 0.48) โดยแยกเป็นด้านการคิดวิเคราะห์ 3.47 (SD = 0.41) การเป็นนักสื่อสาร 3.35 (SD = 0.38) การเป็นนักประสานงาน 3.39 (SD = 0.57) และการเป็นนักสร้างนวัตกรรม 3.32 (SD = 0.55) ทั้งนี้ การดำเนินงานยังส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงพฤติกรรมในด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเข้าใจตนเองและผู้อื่น การจัดการอารมณ์ และการทำงานเป็นทีม ตลอดจนเกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักศึกษา อาจารย์ และชุมชน นำไปสู่การสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับชุมชนในลักษณะของการพัฒนาอย่างยั่งยืน

**คำสำคัญ:** ฝายกั้นน้ำ การออกแบบเพื่อชุมชน วิศวกรสังคม การมีส่วนร่วมของชุมชน บ้านซำหวาย

## Abstract

This research focuses on the development of a sustainable innovation in the form of a check dam designed to suit the specific context of local communities. The project adopts a social engineering approach as the core mechanism for collaborative design and implementation with community participation. The objective is to cultivate students' soft skills through work-based learning activities that integrate academic knowledge with real-

world local problems, in accordance with the Philosophy of Sufficiency Economy initiated by His Majesty King Bhumibol Adulyadej. The implementation applies the M.I.C Model (Modify – Improve – Create) to design a stable and durable check dam tailored to the geographic and social conditions of the area. The result is a modular reinforced concrete check dam that is easy to assemble, install, and maintain using local labor. This model offers greater efficiency in water retention compared to traditional sandbag or rock-based check dams.

The assessment of students' social engineering competencies showed an overall average score of 3.38 (SD = 0.48), with sub-scores in analytical thinking (3.47, SD = 0.41), communication (3.35, SD = 0.38), coordination (3.39, SD = 0.57), and innovation (3.32, SD = 0.55). Furthermore, the project led to observable behavioral changes among students, particularly in teamwork, emotional regulation, self-awareness, and empathy. It also fostered mutual learning among students, instructors, and local residents, ultimately establishing a sustainable collaborative network between the university and the community.

**Keywords:** Check Dam, Community-Based Design, Social Engineering, Community Participation, Ban Sam Wai

## 1. บทนำ

การจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ป่าชุมชน ถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อความมั่นคงทางสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชาชน โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบท ที่ยังพึ่งพาทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการดำรงชีวิต (Thongchai, 2018) ) รูปแบบการชะลอน้ำที่นิยมใช้ในชุมชน ได้แก่ การวางกระสอบทรายหรือหินกั้นน้ำ ถึงแม้เป็นวิธีที่ต้นทุนต่ำแต่ขาดความมั่นคง แข็งแรง และไม่สามารถรองรับการใช้งานในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Sukprasert & Pattanakiat, 2015) นอกจากนี้ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในชุมชนหลายแห่งยังขาดแนวทางที่สอดคล้องกับบริบททางสังคม วัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในมิติของการมีส่วนร่วมและการพึ่งพาตนเอง แนวคิด “วิศวกรสังคม” (Social Engineering) เป็นกระบวนการบ่มเพาะทักษะ Soft skills นักศึกษาให้มีทักษะด้านนักคิด นักสื่อสาร นักประสานงาน และนักสร้างนวัตกรรม โดยใช้เครื่องมือด้านวิศวกรสังคมทั้ง 5 เครื่องมือ ได้แก่ ฟ้าประทาน นาฬิกาชีวิต Time line พัฒนาการ Time line กระบวนการ และ M.I.C. Model โดยอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการจะทำหน้าที่ Coaching ให้นักศึกษาได้ฝึกฝนนำเครื่องมือไปใช้ในชีวิตประจำวันและชุมชนที่ตนเองอาศัย อยู่หรือชุมชนรอบรั้วมหาวิทยาลัย จนเกิดทักษะด้านวิศวกรสังคม สามารถออกแบบและสร้างนวัตกรรมฝายกั้นน้ำแบบกึ่งสำเร็จรูป (Modular Reinforced Concrete Check Dam) ที่สามารถประกอบ ติดตั้ง และบำรุงรักษาได้โดยใช้แรงงานในชุมชน ผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Learning) และยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงตามแนวพระราชดำริเป็นกรอบแนวคิดหลัก ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นกลยุทธ์สำคัญในการพัฒนาอย่างยั่งยืนในระดับพื้นที่ (Jantarasiri et al., 2020)

จากการศึกษาพื้นที่ ป่าชุมชนบ้านซำหวาย อำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งมีพื้นที่กว่า 2,000 ไร่ พบว่า ชุมชนมีการสร้างฝายชะลอน้ำแบบดั้งเดิมมาก่อน โดยใช้วัสดุในท้องถิ่น เช่น ไม้ไผ่ หิน และกระสอบทรายในการวางกั้นลำน้ำในช่วงฤดูแล้ง อย่างไรก็ตาม ฝายรูปแบบดังกล่าวมีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ความไม่คงทนต่อสภาพน้ำหลากในฤดูฝน โครงสร้างมักพังทลายหรือล้มตัวเมื่อน้ำมีปริมาณมาก และไม่สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ในระยะยาว เมื่อเข้าสู่ฤดูแล้งแหล่งน้ำแห้งขอด ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการเกษตร การเลี้ยงสัตว์ และการอุปโภคบริโภคในครัวเรือน นอกจากนี้ การซ่อมแซมหรือสร้างใหม่ต้องดำเนินการแทบทุกปี ส่งผลให้เกิดภาระต่อแรงงานในชุมชนโดยเฉพาะผู้สูงอายุที่ยังคงมีบทบาทสำคัญในการดูแลทรัพยากรท้องถิ่น

จากปัญหาดังกล่าว จึงเกิดแนวคิดในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมฝายกั้นน้ำแบบพอเพียงโดยใช้กระบวนการวิศวกรสังคมแบบมีส่วนร่วม ที่มีความแข็งแรง คงทน และสามารถถอดประกอบหรือซ่อมแซมได้ง่าย โดยใช้แรงงานในชุมชนเอง ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทพื้นที่และความสามารถของชุมชน และลดภาระในการบำรุงรักษาฝายในระยะยาว

งานวิจัยนี้มุ่งประยุกต์ใช้กระบวนการวิศวกรสังคมในการออกแบบและสร้างนวัตกรรมฝายกั้นน้ำ โดยเน้นการพัฒนา Soft Skills แก่นักศึกษาผ่านกิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ บูรณาการเครื่องมือทางวิศวกรสังคมทั้ง 5 เครื่องมือ และเครื่องมือเสริมอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาปัญหาและออกแบบแนวทางแก้ไขร่วมกับชุมชน งานวิจัยนี้จึงไม่เพียงมุ่งเน้นการพัฒนาโครงสร้างฝายที่เหมาะสมกับพื้นที่เท่านั้น แต่ยังเป็นกระบวนการสร้างการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักศึกษา อาจารย์ และชุมชน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การประสานงาน และการสร้างนวัตกรรม ซึ่งเป็นหัวใจของกระบวนการวิศวกรสังคม โดยใช้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นกรอบแนวคิดสำคัญ ทั้งนี้ งานวิจัยได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนานักศึกษาให้มีทักษะทั้ง 4 ด้านตามแนวคิดของวิศวกรสังคม ได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงระบบ การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการสร้างนวัตกรรม
2. เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือของวิศวกรสังคมในการบูรณาการกับกระบวนการพัฒนาชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ
3. เพื่อออกแบบและพัฒนานวัตกรรมฝายกั้นน้ำที่มีความเหมาะสมกับบริบทของชุมชน และสามารถแก้ไขปัญหาทรัพยากรน้ำได้อย่างยั่งยืน

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา โดยประยุกต์ใช้กระบวนการวิศวกรสังคมแบบมีส่วนร่วม เพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรมฝายกั้นน้ำแบบพอเพียงที่เหมาะสมกับบริบทของชุมชนบ้านซำหวาย อำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานี มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาพื้นที่และการเก็บข้อมูลเบื้องต้น ดำเนินการศึกษาพื้นที่ป่าชุมชนบ้านซำหวาย ซึ่งมีขนาดกว่า 2,000 ไร่ โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ได้แก่ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์กับผู้นำชุมชน ชาวบ้าน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การสนทนากลุ่ม เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการในการจัดการทรัพยากรน้ำ
2. การใช้เครื่องมือทางวิศวกรสังคมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ถ่ายทอดการใช้เครื่องมือวิศวกรสังคม 5 ประเภท เพื่อให้นักศึกษาสามารถวิเคราะห์บริบทชุมชน ได้แก่ ฟ้าประทาน นาฬิกาชีวิต ไทม์ไลน์พัฒนาการ ไทม์ไลน์กระบวนการ M.I.C Model เครื่องมือเหล่านี้ใช้เพื่อระบุปัญหา จุดแข็ง จุดอ่อน และโอกาสในการพัฒนา รวมถึงสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างนักศึกษาและชุมชน
3. การออกแบบนวัตกรรมฝายกั้นน้ำแบบพอเพียงโดยใช้กระบวนการวิศวกรสังคมแบบมีส่วนร่วม จัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการระหว่างนักศึกษา และชาวบ้าน เพื่อพัฒนานวัตกรรมฝายฯ โดยพิจารณาหลักการเศรษฐกิจพอเพียง ความยั่งยืน และความเหมาะสมต่อพื้นที่
4. การสร้างฝายต้นแบบและการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Work-based Learning) ดำเนินการก่อสร้างฝายต้นแบบโดยใช้แรงงานและวัสดุในท้องถิ่น ภายใต้การมีส่วนร่วมของชุมชน
5. การวิเคราะห์และสังเคราะห์ผล แบ่งเป็น

5.1 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ รวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่ม และการสังเกต เพื่อหาแนวโน้ม แนวคิด และบทเรียนจากกระบวนการมีส่วนร่วม

5.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณและสถิติ รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของชุมชน และแบบประเมินทักษะด้าน Soft Skills ของนักศึกษา (ก่อนและหลังการดำเนินโครงการ) จะนำมาวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือทางสถิติ ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ร้อยละ (Percentage) เพื่อสรุปลักษณะข้อมูล

## 4. ผลการวิจัย

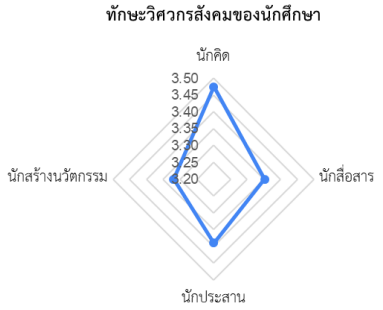
เกณฑ์การพิจารณาค่าเฉลี่ย มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ลักษณะของคำถามเป็นปลายปิดแบบสเกลการให้คะแนน (Rating Scale) โดยกำหนดค่าน้ำหนักของการประเมินเป็น 5 ระดับ ตามแนวคิดของ Likert

1. เกณฑ์การให้คะแนน ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ 5 ระดับ ดังนี้

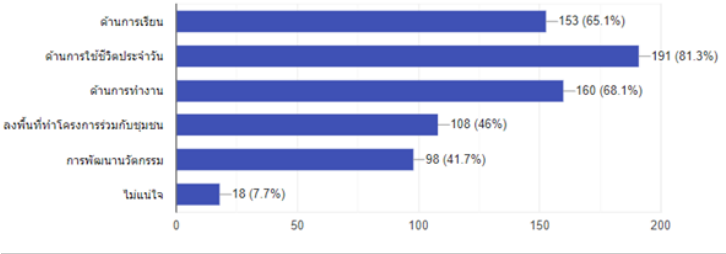
| | | |
|---|---|---|
| 5 คะแนน | หมายถึง | ตรงกับความคิดหรือพฤติกรรมของฉันมากที่สุด |
| 4 คะแนน | หมายถึง | ตรงกับความคิดหรือพฤติกรรมของมากสุด |
| 3 คะแนน | หมายถึง | ค่อนข้างตรงกับความคิดหรือพฤติกรรมของฉัน |
| 2 คะแนน | หมายถึง | ไม่ค่อยตรงกับความคิดหรือพฤติกรรมของฉันเลย |
| 1 คะแนน | หมายถึง | ไม่ตรงกับความคิดหรือพฤติกรรมของฉันเลย |

2. เกณฑ์การแบ่งช่วงคะแนนค่าเฉลี่ย เกณฑ์การแบ่งช่วงคะแนนค่าเฉลี่ยได้กำหนดเกณฑ์ประเมินไว้ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 | หมายถึง | มีความรู้และทักษะด้านวิศวกรสังคมสมบูรณ์มากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 | หมายถึง | มีความรู้และทักษะด้านวิศวกรสังคมสมบูรณ์ |
| ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 | หมายถึง | มีความรู้ด้านวิศวกรสังคมส่งเสริมเพิ่มเติมจะทำได้ดีขึ้น |
| ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 | หมายถึง | พอมีความรู้ด้านวิศวกรสังคมบ้างต้องฝึกฝนมากขึ้น |
| ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 | หมายถึง | ต้องส่งเสริมความรู้และทักษะวิศวกรสังคมให้มาก |




**รูปที่ 1** ผลการประเมินด้านทักษะวิศวกรสังคมของนักศึกษา




**รูปที่ 2** การนำทักษะวิศวกรไปใช้ประโยชน์ของนักศึกษา

จากรูปที่ 1 นักศึกษาที่เข้าร่วมโครงการมีพัฒนาการด้านทักษะวิศวกรสังคมใน 4 ด้าน ในภาพรวม มีค่าเฉลี่ย 3.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 การแปลผล มีความรู้ด้านวิศวกรสังคมส่งเสริมเพิ่มเติมจะทำได้ดีขึ้น ผลการประเมินด้านทักษะวิศวกรสังคม รายด้าน พบว่า มากสุด ด้านทักษะการคิด ค่าเฉลี่ย 3.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.41 รองลงมา ทักษะด้านนักประสานงาน ค่าเฉลี่ย 3.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 ทักษะด้านนักสื่อสาร ค่าเฉลี่ย 3.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38 และทักษะด้านนักสร้างนวัตกรรม ค่าเฉลี่ย 3.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 ตามลำดับ จากรูปที่ 2 ผลการประเมินที่ส่งผลต่อนักศึกษาด้านการนำความรู้และทักษะด้านวิศวกรไปใช้ประโยชน์ จากผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 100 คน ที่มาจากหลากหลายคณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี พบว่า สามารถนำไปประยุกใช้ในชีวิตประจำวัน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 81.30 รองลงมา นำไปใช้ในการทำงาน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 68.10 นำไปใช้ในด้านการเรียน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 65.10 นำไปใช้ในด้านการลงพื้นที่ทำโครงการร่วมกับชุมชน คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 46 นำไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรม คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 41.7 และมีส่วนที่ยังไม่แน่ใจ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 7.70 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบก่อน–หลังสร้างฝายกั้นน้ำแบบพอเพียงโดยใช้กระบวนการวิศวกรสังคม

| ด้านที่ประเมิน | ก่อนดำเนินโครงการ | หลังดำเนินโครงการ | สรุปผล / ข้อค้นพบ |
|---|---|---|---|
| 1. ความสามารถในการกักเก็บน้ำ | - ลำห้วยตื้นเขิน<br>- ฝายเดิมชำรุดทุกปี<br>- ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ในหน้าแล้ง | - ระดับน้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 45–60 ซม.<br>- ดินมีความชื้นเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 15%<br>- ฝายสามารถรองรับน้ำในฤดูฝนได้ | ฝายต้นแบบสามารถชะลอน้ำและเพิ่มความชุ่มชื้นในพื้นที่ ลดความจำเป็นในการซ่อมแซมซ้ำทุกปี |
| 2. การฟื้นฟูระบบนิเวศ | - ไม่มีพืชน้ำและสัตว์น้ำในบางฤดู<br>- พื้นที่แห้งแล้งช่วงหน้าแล้ง | - พบพืชน้ำท้องถิ่น เช่น ผักกูด ผักคอนแคน<br>- พบสัตว์น้ำ สัตว์ป่า และเห็ดมากขึ้น | ระบบนิเวศมีแนวโน้มฟื้นตัว โดยแหล่งน้ำที่เกิดจากฝายส่งผลต่อการกลับมาของพืชและสัตว์ในพื้นที่ |
| 3. ระดับความพึงพอใจของชุมชน | - ชุมชนไม่เชื่อมั่นในโครงสร้างฝายเดิม<br>- ขาดความเข้าใจในหลักการอนุรักษ์น้ำ | - ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ = 4.52 (ระดับมาก)<br>- มีส่วนร่วมในการออกแบบและก่อสร้าง<br>- มีความเข้าใจและยอมรับแนวคิดมากขึ้น | ชุมชนมีส่วนร่วมจริงในทุกขั้นตอน เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของ และพร้อมดูแลฝายร่วมกันในระยะยาว |

## 5. สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกระบวนการบ่มเพาะนักศึกษาในบทบาทของ “วิศวกรสังคม” ผ่านการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Learning) ซึ่งช่วยให้นักศึกษาไม่เพียงได้รับความรู้เชิงทฤษฎี แต่ยังสามารถลงมือปฏิบัติจริง และพัฒนาทักษะทางสังคมและวิศวกรรมอย่างรอบด้าน โดยเฉพาะในกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาเชิงโครงสร้างร่วมกับชุมชน และเสนอแนวทางแก้ไขที่นำไปสู่การออกแบบนวัตกรรมที่ใช้ได้จริง

ในด้านผลลัพธ์จากการออกแบบและติดตั้งนวัตกรรมฝายกั้นน้ำแบบพอเพียง พบว่า สามารถกักเก็บน้ำในช่วงฤดูแล้งได้ดีขึ้นกว่าฝายแบบเดิม โดยรอบได้เฉลี่ย 45–60 เซนติเมตรต่อจุดวัดเมื่อเทียบกับช่วงก่อนติดตั้งฝาย นอกจากนี้ระดับความชื้นของดินในรัศมี 10 เมตรจากตัวฝายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉลี่ยมากกว่า 15% ฝายมีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพน้ำหลาก และสามารถบำรุงรักษาได้ง่ายด้วยแรงงานในชุมชนเอง พบความเปลี่ยนแปลงทางระบบนิเวศในเชิงบวก ได้แก่ การกลับมาของพันธุ์พืชน้ำพื้นถิ่น เช่น ผักกูด ผักคอนแคน หัวพญาไก่เถื่อน รวมถึงการพบเห็นสัตว์น้ำขนาดเล็ก เช่น ปลาอีไท ปลาซิว และกุ้งฝอยในปริมาณมากขึ้นความเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม ถือเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของการพัฒนาอย่างยั่งยืน เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Jantarasiri et al. (2020) และ Pretty (1995) ที่กล่าวถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมในการพัฒนาท้องถิ่น พบว่า งานวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าว โดยชุมชนบ้านซำหวายมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การวิเคราะห์พื้นที่ การให้ข้อมูล การออกแบบ ไปจนถึงการทดลองใช้ฝายต้นแบบ ซึ่งไม่เพียงเสริมสร้างความรู้ให้กับนักศึกษา แต่ยังสร้างความรู้สึกร่วมเป็นเจ้าของโครงการให้กับชุมชนอีกด้วย นอกจากนี้ ผลลัพธ์ยังสนับสนุนแนวคิดของ Kolb (1984) เกี่ยวกับการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential Learning) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้ผ่านการลงมือทำจริง โดยมีชุมชนเป็นบริบทการเรียนรู้ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและยั่งยืนกว่าการเรียนรู้ใน

ห้องเรียนแบบดั้งเดิม นักศึกษาเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงถึงบริบทของปัญหา และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้จากหลายศาสตร์เพื่อพัฒนาแนวทางแก้ไขร่วมกับชุมชน

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงแนวทางที่เป็นรูปธรรมในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะวิศวกรสังคมผ่านการลงมือปฏิบัติโดยใช้ชุมชนเป็นฐาน ควบคู่ไปกับการสร้างนวัตกรรมที่ตอบโจทย์ความต้องการของชุมชน

## 6. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้ ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ควรพิจารณา ได้แก่ ระยะเวลาการติดตามผลด้านสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมนักศึกษาที่ยังอยู่ในช่วงระยะเวลาสั้น ซึ่งอาจไม่สามารถสะท้อนผลกระทบในระยะยาวได้อย่างครอบคลุม นอกจากนี้ กลุ่มตัวอย่างในการประเมินทักษะนักศึกษายังจำกัดเฉพาะผู้เข้าร่วมโครงการโดยตรง และเครื่องมือประเมิน พึ่งพาแบบสอบถามเป็นหลัก ซึ่งอาจมีอคติจากการประเมินตนเอง ดังนั้น ควรมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่องโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์เชิงลึก และการประเมินผลแบบมีส่วนร่วม

ข้อเสนอสำหรับการวิจัยในอนาคต คือ ควรศึกษาผลกระทบเชิงระบบในระยะยาวของนวัตกรรมฝายกั้นน้ำที่พัฒนา นอกจากนี้ควรขยายขอบเขตการวิจัยไปยังพื้นที่อื่นที่มีบริบทต่างกัน เพื่อทดสอบการปรับใช้รูปแบบฝายและกระบวนการวิศวกรสังคมให้เหมาะสมกับท้องถิ่น

## เอกสารอ้างอิง

นงรัตน์ อิสโร. (2564). คู่มือพัฒนานักศึกษาเพื่อการพัฒนาประเทศ แบบฝึก Soft skills จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ฉบับรั้วมหาวิทยาลัย. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

นงรัตน์ อิสโร. (2565). กระบวนการพัฒนา Soft Skills แห่งศตวรรษที่ 21 สำหรับมหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตร Train the trainer รุ่นที่ 1.

Jantarasiri, A., Boonprakob, W., & Laopaiboon, A. (2020). Participatory action learning for sustainable community-based water resource management. Environment and Natural Resources Journal, 18(1), 1–11.

Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice Hall.

Pretty, J. (1995). Participatory learning for sustainable agriculture. World Development, 23(8), 1247–1263.

Sukprasert, P., & Pattanakiat, S. (2015). Evaluation of check dam performance for soil and water conservation in upper watershed area: A case study in the north of Thailand. Kasetsart Journal: Natural Science, 49(4), 587–596.

Thongchai, C. (2018). Community forest management and local livelihoods in the Northeast of Thailand. Journal of Mekong Societies, 14(3), 45–65.

# การพัฒนาศักยภาพนวัตกรสังคมผ่านนวัตกรรมอัตลักษณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ตามแนวทาง M.I.C.โมเดล

# Developing Social Innovators' Potential through Identity-Driven Innovation of Phuket Rajabhat University Using the M.I.C. Model.

อภิธาร ชูค้ำ[1]* นันทวัฒน์ หะหวา[1] อภิชาติ เมฆทันต์[1] ธัญชนก ช่วยชนะ[1] อนุวัฒน์ นาควิจิตร[1] วัลลภา อินทรงค์[1] สมพร รุจิกิตติ อังศุธร[1] ลลิดา ภคเมธาวี[1] และ พรรณวดี ขำจริง[1]
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

Apithan chookam[1]* Nantawat Hawa[1] Anuwat Nakvijit[1] Apichat Maektun[1] Thanchanok Chuaychana[1] Wanlapa Intarong[1] Somporn Rujikittioangsuthon[1] Lalida Pakamaetavee[1] and Panwadee Khumjing[1]
[1]Faculty of Education , Phuket Rajabhat University

E-mail: s6611149109@pkru.ac.th[1*]

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาศักยภาพนวัตกรสังคมผ่านนวัตกรรมอัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โดยประยุกต์ใช้ M.I.C. Model ในพื้นที่ตำบลศรีสุนทรและตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรชุมชนสามารถดำเนินงานตามแนวทางของ M.I.C. Model ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์สถานการณ์ การจัดทำข้อมูล การศึกษาบริบท และการวางแผนร่วมกับชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การมีส่วนร่วมของชุมชนส่งผลให้เกิดพลังขับเคลื่อนการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ การพัฒนาอัตลักษณ์มหาวิทยาลัยในรูปแบบ “จิตอาสา สู้งาน นวัตกรชุมชน” มีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เข้าร่วมโครงการ และส่งผลให้สามารถสร้างนวัตกรรมที่สอดคล้องกับบริบทของพื้นที่กิจกรรมประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดความรู้และพัฒนาศูนย์การเรียนรู้แพทย์แผนไทยโดยชุมชน ช่วยให้เกิดการจัดทำธรรมนูญการดำเนินงาน และสามารถประยุกต์ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมกับแนวคิดการจัดการสมัยใหม่ได้อย่างเหมาะสม ขณะเดียวกัน ศูนย์การเรียนรู้ดังกล่าวยังมีบทบาทในการส่งเสริมอาชีพ สร้างรายได้ และยกระดับเศรษฐกิจฐานราก โดยใช้ทรัพยากรในชุมชน เช่น สมุนไพรและบริการแพทย์แผนไทย การพัฒนาดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงและการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยรวมแล้ว แนวทาง M.I.C. Model และการส่งเสริมอัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัย เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนานวัตกรสังคมและขับเคลื่อนชุมชนอย่างยั่งยืนในทุกมิติ

**คำสำคัญ**: นวัตกรสังคม อัตลักษณ์ M.I.C.โมเดล

## Abstract

This study aimed to develop the potential of social innovators through the identity-based innovation of Phuket Rajabhat University by applying the M.I.C. Model in Srisoonthorn and Choeng Thale Subdistricts, Thalang District, Phuket Province. The findings revealed that community innovators were able to implement the M.I.C. Model effectively, which includes situational analysis, community data collection, contextual study, and participatory planning. Community engagement proved to be a key mechanism for sustainable local development.

The development of the university's identity—"Volunteer Spirit, Diligence, Community Innovation"—played a crucial role in enhancing internal motivation and encouraging the creation of community-based innovations. Workshops enabled knowledge exchange and reflection, leading to the development of Thai traditional medicine learning centers managed by the community. These centers operated under community-led agreements and integrated local wisdom with modern management approaches.In terms of career development, the centers also functioned as platforms for promoting local occupations and increasing income by utilizing available resources such as herbs and traditional healing knowledge. This aligns with the principles of the sufficiency economy and sustainable development, which emphasize the use of social and cultural capital.In conclusion, the integration of the M.I.C. Model and university identity-based innovation effectively enhanced the capacity of social innovators and contributed to sustainable community development in cultural, social, and economic dimensions.

**Keywords**: Social Innovator, Identity ,M.I.C. Model

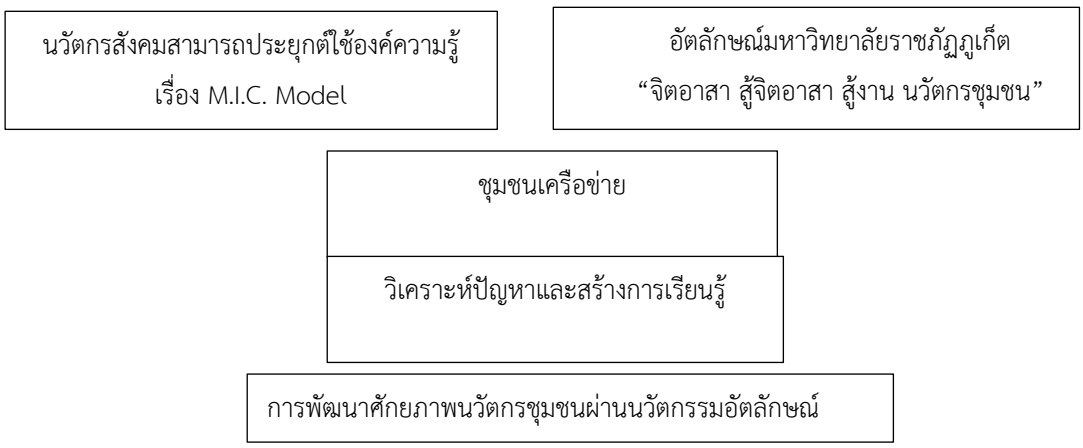
## 1. บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ได้ส่งผลต่อการพัฒนาทุนมนุษย์อย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะในด้านการศึกษาและการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการสร้างพลเมืองที่มีความสามารถในการปรับตัว เป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง และสามารถคิดริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่เพื่อสังคม (สุพัตรา วาณิชย์กุล, 2562) แนวคิดเรื่อง "นวัตกรสังคม" (Social Innovator) จึงกลายเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนานักศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา โดยเฉพาะในบริบทของมหาวิทยาลัยราชภัฏซึ่งมีพันธกิจเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ได้ตระหนักถึงบทบาทในการผลิตบัณฑิตที่ไม่เพียงแต่มีความรู้ทางวิชาการ แต่ยังมีคุณลักษณะเฉพาะที่แสดงออกถึง "อัตลักษณ์มหาวิทยาลัย" อันเป็นรากฐานทางวัฒนธรรม ท้องถิ่น และจิตสำนึกเพื่อสังคม จึงได้พัฒนาแนวทางการสร้าง “นวัตกรรมอัตลักษณ์” โดยมุ่งหวังให้บัณฑิตมีความเป็นนวัตกรสังคมที่สามารถสร้างคุณค่าให้กับชุมชนในรูปแบบที่เป็นรูปธรรม (สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2564) ภายใต้บริบทนี้ การพัฒนาโมเดล M.I.C. ซึ่งย่อมาจาก *Mindset* (กรอบคิด), *Innovation Skill* (ทักษะนวัตกรรม), และ *Community Engagement* (การมีส่วนร่วมกับชุมชน) จึงเป็นกลไกเชิงกลยุทธ์ที่เชื่อมโยงการพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาเข้ากับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม (คณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2563) โดยเฉพาะในยุคที่การเรียนรู้อย่างลึกซึ้งผ่านการปฏิบัติจริง (Experiential Learning) และการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory Learning) ได้กลายเป็นกระแสหลักในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในอนาคต (Kolb, 1984; UNESCO, 2021)แนวทางการพัฒนาศักยภาพนวัตกรสังคมผ่าน M.I.C. โมเดล ยังสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 4 และ 11 ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างการศึกษาเพื่อความเท่าเทียม และการพัฒนาเมืองและชุมชนอย่างยั่งยืน ผ่านกลไกของการสร้างนวัตกรรมเพื่อชุมชน (UNDP, 2020) การศึกษาและวิจัยในครั้งนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการยืนยันถึงศักยภาพของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตในการเป็นศูนย์กลางของการพัฒนานวัตกรสังคม โดยใช้ “นวัตกรรมอัตลักษณ์” เป็นเครื่องมือหลัก ดังนั้น งานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาศักยภาพนวัตกรสังคมผ่านนวัตกรรมอัตลักษณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ตามแนวทาง M.I.C. โมเดล” จึงมีเป้าหมายเพื่อศึกษาและพัฒนาแนวทางในการสร้างศักยภาพนักศึกษาให้สามารถเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงของสังคมได้อย่างสร้างสรรค์และยั่งยืน

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. พัฒนานวัตกรสังคมสามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เรื่อง M.I.C. Model วิเคราะห์สถานการณ์ชุมชน จัดทำข้อมูลชุมชน การศึกษาบริบทชุมชน และวางแผนการดำเนินงานร่วมกับชุมชน
2. พัฒนาอัตลักษณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต เพื่อศักยภาพนวัตกรสังคม

## 3. กรอบแนวคิด




## 4.วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ โดยดำเนินการในตำบลศรีสุนทร และตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต จากการสัมภาษณ์ผู้ที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 10 ราย ใช้หลักการวิเคราะห์บริบทพื้นที่ ให้มี ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการ ชุมชนอย่างยั่งยืน เพื่อเป็นศูนย์การเรียนรู้ให้บริการแพทย์แผนไทย ตลอดจนการออกแบบผลิตภัณฑ์อัตลักษณ์ ท้องถิ่น โดยนวัตกรชุมชนตำบลศีสุนทร และตำบลเชิงทะเล และอาจารย์ที่ปรึกษามหาวิทยาลัย ด้วยการใช้ นวัตกรสังคมสามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เรื่อง M.I.C. Model [4] ใช้วิธีการเก็บข้อมูล จากการลงพื้นที่จริง สำรวจภาคสนาม การสังเกตสถานการณ์ การสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview) โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบสัมภาษณ์เชิงลึก แบบกึ่งโครงสร้าง การสนทนากลุ่ม (focus group) จัดประชุมแบบมีส่วนร่วมให้เข้าการบริหารจัดการการ กับผู้แทนประชาสังคม และหรืออภิปรายกลุ่มจากนั้นใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) เป็นการนำข้อมูล เอกสาร มาวิเคราะห์พรรณนาและอธิบายปรากฏการณ์ที่ เกิดขึ้นจากการสัมภาษณ์เชิงลึก การอภิปรายกลุ่ม จากผู้มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลสำคัญโดย วิเคราะห์ปัญหา เสริมสร้างการเรียนรู้สร้างศักยภาพชุมชนในการจัดการศูนย์การเรียนรู้ให้บริการแพทย์แผนไทย รวมถึงการจัดทำผลิตภัณฑ์อัตลักษณ์ท้องถิ่นเพื่อส่งเสริมสุขภาพคนในท้องถิ่น

## 5. ผลการวิจัย

1. จากการศึกษาพบว่า นวัตกรชุมชนดำเนินการในตำบลศรีสุนทร และตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เรื่อง M.I.C. Model วิเคราะห์สถานการณ์ชุมชน จัดทำข้อมูลชุมชน การศึกษาบริบทชุมชน และวางแผนการดำเนินงานร่วมกับชุมชน

วิศวกรสังคม ผู้สูงอายุ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

เครื่องมือฟ้าประทานสิ่งที่พบเห็นทั้ง 2 พื้นที่

- สมุดไพรอบแห้ง
- ผู้สูงอายุ
- สวนสมุนไพร
- โดคเกี่ยวกับการเดิน
- พื้นที่คับแคบ
- ต้นตีนเป็ด

ตารางที่ 1 เครื่องมือนาฬิกาชีวิตของแพทย์แผนไทยรพสต.ศรีสุนทร

| | | |
|---|---|---|
| 01:00 | พี่โบ็ท | นอนพักผ่อน |
| 02:00 | พี่โบ็ท | นอนพักผ่อน |
| 03:00 | พี่โบ็ท | นอนพักผ่อน |
| 04:00 | พี่โบ็ท | นอนพักผ่อน |
| 05:00 | พี่โบ็ท | นอนพักผ่อน |
| 06:00 | พี่โบ็ท | นอนพักผ่อน |
| 07:00 | พี่โบ็ท | ตื่นนอน |
| 08:00 | พี่โบ็ท | เข้างานที่ รพสต.ศรีสุนทร |
| 09:00 | พี่โบ็ท | ทำงาน |
| 10:00 | พี่โบ็ท | ทำงาน |
| 11:00 | พี่โบ็ท | ทำงาน |
| 12:00 | พี่โบ็ท | ทำงาน |
| 13:00 | พี่โบ็ท | พักเที่ยง |
| 14:00 | พี่โบ็ท | เข้างานช่วงบ่าย |
| 15:00 | พี่โบ็ท | เข้างานช่วงบ่าย |
| 16:00 | พี่โบ็ท | เข้างานช่วงบ่าย |
| 17:00 | พี่โบ็ท | เลิกงาน |
| 18:00 | พี่โบ็ท | รับงานนวดพิเศษ |
| 19:00 | พี่โบ็ท | รับงานนวดพิเศษ |
| 20:00 | พี่โบ็ท | รับงานนวดพิเศษ |
| 21:00 | พี่โบ็ท | รับประทานอาหารมื้อค่ำ |
| 22:00 | พี่โบ็ท | เข้านอน |
| 23:00 | พี่โบ็ท | นอน |
| 24:00 | พี่โบ็ท | นอน |

ตารางที่ 2 เครื่องมือนาฬิกาชีวิตของแพทย์แผนไทยรพสต.เชิงทะเล

| | | |
|---|---|---|
| 01:00 | พี่ตีลา | นอนพักผ่อน |
| 02:00 | พี่ตีลา | นอนพักผ่อน |
| 03:00 | พี่ตีลา | นอนพักผ่อน |
| 04:00 | พี่ตีลา | นอนพักผ่อน |
| 05:00 | พี่ตีลา | นอนพักผ่อน |
| 06:00 | พี่ตีลา | ตื่นส่งลูกไปโรงเรียน |
| 07:00 | พี่ตีลา | เข้างานที่ รพสต.เชิงทะเล |
| 08:00 | พี่ตีลา | ทำงาน |
| 09:00 | พี่ตีลา | ทำงาน |
| 10:00 | พี่ตีลา | ทำงาน |
| 11:00 | พี่ตีลา | ทำงาน |
| 12:00 | พี่ตีลา | พักเที่ยง |
| 13:00 | พี่ตีลา | เข้างานช่วงบ่าย |
| 14:00 | พี่ตีลา | เข้างานช่วงบ่าย |
| 15:00 | พี่ตีลา | รับลูกที่โรงเรียน |
| 16:00 | พี่ตีลา | เลิกงาน |

| | | |
|---|---|---|
| 17:00 | พี่ตีลา | รับงานนวดพิเศษ |
| 18:00 | พี่ตีลา | รับงานนวดพิเศษ |
| 19:00 | พี่ตีลา | รับประทานอาหารมื้อค่ำ |
| 20:00 | พี่ตีลา | เข้านอน |
| 21:00 | พี่ตีลา | นอน |
| 22:00 | พี่ตีลา | นอน |
| 23:00 | พี่ตีลา | นอน |
| 24:00 | พี่ตีลา | นอน |

ตารางที่ 3 Timeline กระบวนการรพสต.แพทย์แผนไทยเชิงทะเล

| | |
|---|---|
| พ.ศ.2500 - 2520 | การก่อตั้งและเริ่มต้นบริการสาธารณสุข |
| พ.ศ.2561 - ปัจจุบัน | ได้รับการคัดเลือกเป็น “พื้นที่ต้นแบบดีเด่นแห่งชาติด้านการแพทย์แผนไทย การแพทย์พื้นบ้าน และการแพทย์ทางเลือก” ระดับประเทศ จากกรมการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก |
| 2568ปัจจุบัน | จำนวนจำนวนผู้ป่วย ต้องการบำบัด การบำบัดด้วยโรคการเดินเพิ่มมากขึ้น |

ตารางที่ 4 Timeline กระบวนการรพสต.แพทย์แผนไทยศรีสุนทร

| | |
|---|---|
| พ.ศ.2555 | เริ่มให้บริการแพทย์แผนไทย ที่ รพสต. ศรีสุนทร |
| พ.ศ.2566 - ปัจจุบัน | รพ.สต.ศรีสุนทร ได้รับคัดเลือกเป็น “พื้นที่ต้นแบบดีเด่นแห่งชาติ ด้านการแพทย์แผนไทย การแพทย์พื้นบ้าน และการแพทย์ทางเลือก” ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 |

**M.I.C พื้นที่ รพสต.ศรีสุนทรสุขเท้าตีนเป็ดรีเล็ก**

**ขั้นตอนการทำ M.I.C**

**วัสดุอุปกรณ์**

-ลูกตีนเป็ดตากแห้ง

-แผ่นไม้หรือพิมพ์ไม้

-ฝาขวดน้ำหรือขวดพลาสติก

**ขั้นตอนการเครียม**

-นำลูกตีนเป็ดตากแห้ง ผ่าแบ่งครึ่งลูกให้มีขนาดเท่าๆกัน

-การหลอมละลายฝาพลาสติก นำฝาขวดน้ำไปละลายด้วยความร้อน

-ขั้นตอนการประกอบลูกตีนเป็ด น้ำฝาขวดน้ำที่หลอมละลายแล้วไปสร้างเป็นตัวฐานไปวางบนแม่พิมพ์และนำลูกตีนเป็ดที่ตากแห้งเสร็จแล้ว วางประกอบเพื่อเป็นตัวชิ้นงาน

**ประโยชน์ของ M.I.C.**

การนวดเท้าด้วยลูกตีนเป็ด (หรือลูกตีนเป็ดน้ำ) เป็นวิธีพื้นบ้านที่ใช้กันมาอย่างยาวนาน โดยมีประโยชน์หลายประการ เช่น

1. กระตุ้นระบบไหลเวียนโลหิต – การกดจุดจากพื้นผิวของลูกตีนเป็ดช่วยให้เลือดไหลเวียนดีขึ้น ลดอาการเท้าชา หรืออาการเหน็บชา

2. ช่วยผ่อนคลายและลดความเครียด – การนวดฝ่าเท้าช่วยให้รู้สึกผ่อนคลาย ลดความเครียดและความเมื่อยล้าจากการเดินหรือยืนเป็นเวลานาน

3. บรรเทาอาการปวดเมื่อย – การนวดช่วยคลายกล้ามเนื้อ ลดอาการปวดเมื่อยบริเวณฝ่าเท้าและขา

4. กระตุ้นการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย – ฝ่าเท้ามีจุดสะท้อนที่เชื่อมโยงกับอวัยวะสำคัญ การกดจุดด้วยลูกตีนเป็ดอาจช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบต่าง ๆ เช่น ระบบย่อยอาหาร ระบบประสาท และระบบไหลเวียนโลหิต

5. ช่วยขจัดสารพิษ – การนวดช่วยให้ร่างกายขับของเสียผ่านระบบไหลเวียนโลหิตและน้ำเหลืองได้ดีขึ้น

**วิธีการใช้งาน**

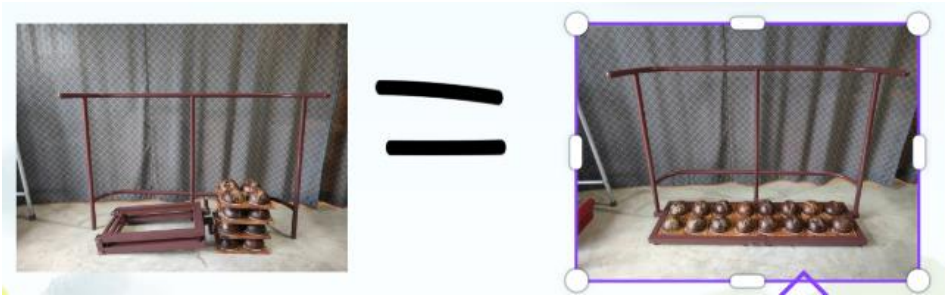
1.เหยียบเต็มอุ้มเท้าและปลายเท้า

2.เหยียบเต็มข้างเท้าด้านในอุ้มเท้าและปลายเท้า

3.เหยียบเต็มข้างด้านนอกอุ้มเท้าและปลายเท้า



**รูปที่ 1** M.I.C model พืนที รพสต.เชิงทะเลลานกะลาสร้างเส้น



**รูปที่ 2** M.I.C modelลานกะลาสร้างเส้นพับเก็บ




**รูปที่ 3** M.i.c model ลานกะลาสร้างเส้น (วิธีพับเก็บ)

**วิศวกรสังคม ผู้สูงอายุ**

ธรรมชาติบำบัด ลานนวดเท้าจากวัสดุธรรมชาติ สำหรับผู้สูงอายุโดยใช้กระบวนการวิศวกรสังคม (Social EngineeringProcess) เป็นการนำแนวคิดของการดูแลสุขภาพและการให้ความสำคัญกับสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ ผ่านการออกแบบระบบการนวดเท้าที่สามารถตอบโจทย์ความต้องการด้านร่างกายและจิตใจได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้กระบวนการวิศวกรสังคมเพื่อให้การนวดเท้าเป็นเครื่องมือที่สามารถสร้างการปรับปรุงในชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุได้

**ประโยชน์ของเครื่องมือ M.I.C**

1.กระตุ้นระบบไหลเวียนโลหิตพื้นผิวของกะลามะพร้าวที่มีความโค้งและแข็งช่วยกระตุ้นจุดสะท้อนต่าง ๆ บนฝ่าเท้า ทำให้เลือดไหลเวียนดีขึ้น ลดอาการเท้าชา และบรรเทาอาการเมื่อยล้า

2. ช่วยผ่อนคลายกล้ามเนื้อการกลิ้งฝ่าเท้าบนกะลามะพร้าวช่วยคลายกล้ามเนื้อ ลดอาการตึงเครียดในบริเวณเท้า ขา และสะโพก โดยเฉพาะผู้ที่ต้องยืนนานหรือเดินเยอะ

3. กระตุ้นจุดสะท้อนเท้า (Reflexology)บนฝ่าเท้ามีจุดสะท้อนที่เชื่อมโยงกับอวัยวะภายใน การนวดเท้าด้วยกะลามะพร้าวช่วยกระตุ้นการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ เช่น ระบบย่อยอาหาร ตับ ไต และหัวใจ

4. ลดอาการปวดและบวมของเท้าเหมาะสำหรับผู้ที่มีอาการเท้าบวม ปวดฝ่าเท้า หรือเป็นรองช้ำ (Plantar Fasciitis) การนวดช่วยให้เส้นเอ็นและกล้ามเนื้อเท้าคลายตัว ลดอาการเจ็บปวด

5. ส่งเสริมสุขภาพเท้าและป้องกันโรคเท้าช่วยขจัดเซลล์ผิวที่ตายแล้ว ลดการสะสมของเชื้อรา และช่วยให้ฝ่าเท้านุ่มขึ้น

6. ทำให้รู้สึกสดชื่นและผ่อนคลายจิตใจการนวดเท้าไม่เพียงช่วยร่างกายแต่ยังช่วยให้จิตใจสงบ ลดความเครียด และทำให้ร่างกายรู้สึกสดชื่นขึ้น

**9 ท่ามาตรฐาน นวดบำบัดฝ่าเท้าเพื่อสุขภาพ**

1.<u>ยืนกึ่งกลางฝ่าเท้าทั้งสองข้าง</u>ช่วยกระตุ้นระบบโต, ต่อมหมวกโต,ศูนย์รวมประสาทช่องท้องถุงน้ำดีตับ,ตับอ่อน,กระเพาะอาหาร, ปอด, ไหล่

2. <u>ยืนเอียงฝ่าเท้าทั้งสองข้าง</u>ช่วยกระตุ้นระบบกล้ามเนื้อบ่า,ปอดและหลอดปอด,ต่อมไทรอยด์,ต่อมพาราไทรอยด์, ต่อมหมวกไต

3. <u>ยืนเขย่งปลายนิ้วทั้งสองข้าง</u>ช่วยกระตุ้นระบบไซนัส,จมูก,ต่อมใต้สมอง,ประสาทส่วนหน้า,สมอง ส่วนหน้าสมองน้อยกระดูกสันหลัง ส่วนคอ หู ตา ท่อลม

4.<u>ยืนสันเท้าทั้งสองข้าง</u>ช่วยระบบรังไข่, อัณฑะ ไส้ติ่ง, กระดูก ก้บกบกระดูกสันหลังใต้กระเบนเหน็บ ลำไส้ใหญ่ลำใส้เล็กกระเพาะปัสสาวะ ทวายหนัก

5. <u>ยืนปลายเท้าลองข้าง</u>ช่วยระบบสมองส่วนหน้า, สมองน้อยกล้ามเนื้อม่า, ปอดและหลอดลมปอดท่อลม,ต่อมไทรอยด์.หู.ตา.จมูก ,คอ,กระดูกสันหลังส่วนคอ/ก้านคอ

6. ยืนให้ข้างฝ่าเท้าชิดช่วยระบบตับอ่อน, ลำไส้เล็กส่วนบนกระเพาะอาหาร, ศูนย์รวมประสาทช่องท้อง

7. ยืนกลางฝ่าเท้าข้างเดียว และใช้ข้างเท้ากดบริเวณหลังเท้าช่วยกระตุ้นการทำงานของศอกแขน,ซี่โครง,เต้านม,ม้าม,หัวใจ,ตับ

8.ยืนกลางฝ่าเท้าข้างเดียว และใช้ส้นเท้ากดบริเวณกึ่งกลางหลังเท้าช่วยต่อมน้ำเหลืองบริเวณท้อง,เชิงกราน,ชาหนีบ,ไต,ต่อมหมวกไต

9. ยืนกลางฝ่าเท้าข้างเดียว และใช้ส้นเท้ากดบริเวณปลายหลังเท้ากระตุ้นการทำงานของต่อมน้ำเหลือง ร่างกายท่อนบน , ท่อน้ำเหลือง ใบหน้า, ฟัน, ไหล่, กระดูกสันหลัง

จากตารางจะเห็นได้ว่า นวัตกรชุมชนดำเนินการในตำบลศรีสุนทร และตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้เรื่อง M.I.C. Model วิเคราะห์สถานการณ์ชุมชน จัดทำข้อมูลชุมชน การศึกษาบริบทชุมชน และวางแผนการดำเนินงานร่วมกับชุมชน

2. การพัฒนาอัตลักษณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต เพื่อศักยภาพนวัตกรสังคม

2.1 พัฒนานวัตกรสังคมให้เป็นตามอัตลักษณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต “จิตอาสา สู้จิตอาสา สู้งาน นวัตกรชุมชน”และถ่ายทอดนวัตกรรมการจัดการชุมชนอย่างยั่งยืนผ่านกิจกรรม ประชุมเชิงปฏิบัติทบทวนและสรุปการพัฒนาและถ่ายทอดนวัตกรรมโดยนวัตกรสังคมโดยชุมชนอย่างยั่งยืน ชุมชนได้รับการทบทวนและสรุปการพัฒนาและถ่ายทอดนวัตกรรมการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่าง ยั่งยืน ผ่านกิจกรรม ประชุมเชิงปฏิบัติการทบทวนและสรุปพัฒนาแผนการการจัดการศูนย์การเรียนรู้ให้บริการแพทย์แผนไทย โดยชุมชน กำหนดธรรมนูญการจัดการศูนย์การเรียนรู้ให้บริการแพทย์แผนไทย โดยชุมชนอย่างยั่งยืน กิจกรรมประชุมเชิง

ปฏิบัติการสรุปและพัฒนา การจัดการศูนย์การเรียนรู้ให้บริการแพทย์แผนไทย ให้มีความพร้อมรองรับการเรียนรู้ให้บริการแพทย์แผนไทย

2.2 การพัฒนาและส่งเสริมอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้จากการการจัดการศูนย์การเรียนรู้ให้บริการแพทย์แผนไทยในท้องถิ่น ผ่านกิจกรรม ประชุมเชิงปฏิบัติการทบทวน สรุปการพัฒนาและส่งเสริมการจัดการศูนย์การเรียนรู้ให้บริการแพทย์แผนไทย ชุมชนได้รับการพัฒนาและถ่ายทอดการการจัดการศูนย์การเรียนรู้ให้บริการแพทย์แผนไทย กิจกรรมการพัฒนาและถ่ายทอดการส่งเสริม การจัดการศูนย์การเรียนรู้ให้บริการแพทย์แผนไทย ผ่าน จากทรัพยากรที่มีอยู่ในชุมชน

## 6. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่อง การพัฒนาศักยภาพนวัตกรสังคมผ่านนวัตกรรมอัตลักษณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ตามแนวทาง M.I.C.โมเดล พื้นที่ในตำบลศรีสุนทร และตำบลเชิงทะเล อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ทำให้นวัตกรสังคม มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ตัดสินใจพัฒนานวัตกรรม และนำไปวางแผนปรับปรุง ธุรกิจให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 7. สรุป

ผลการวิจัยพบว่า การดำเนินงานของนวัตกรชุมชนในตำบลศรีสุนทรและตำบลเชิงทะเล จังหวัดภูเก็ต มีความสอดคล้องกับแนวทางของ M.I.C. Model ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์สถานการณ์ การจัดทำข้อมูล การศึกษาบริบท และการวางแผนร่วมกับชุมชน ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของคณาจารย์และนักวิชาการที่เห็นว่า การมีส่วนร่วมของชุมชนเป็นกลไกสำคัญในการสร้างพลังขับเคลื่อนการพัฒนาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน (Wenger, 1998; Pretty, 2003) นอกจากนี้ การพัฒนาอัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตภายใต้คำขวัญ “จิตอาสา สู้งาน นวัตกรชุมชน” ช่วยผลักดันให้ผู้เข้าร่วมโครงการมีแรงจูงใจภายในในการลงมือปฏิบัติจริง และสร้างสรรค์นวัตกรรมที่ตอบสนองต่อบริบทของชุมชน อัตลักษณ์นี้จึงไม่ใช่เพียงสัญลักษณ์ของมหาวิทยาลัย แต่ยังเป็นกลไกสำคัญที่เสริมสร้างคุณลักษณะของนวัตกรสังคมอย่างมีพลัง (คมสันต์ สินสุวรรณ, 2563) การจัดกิจกรรมประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และสรุปบทเรียนจากการจัดการศูนย์การเรียนรู้บริการแพทย์แผนไทย ส่งผลให้ชุมชนสามารถสร้างธรรมนูญในการดำเนินงานศูนย์ฯ อย่างยั่งยืน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ท้องถิ่น (Local Wisdom) ร่วมกับแนวคิดการจัดการยุคใหม่ ซึ่งตรงกับแนวทางของพานิช (2562) ที่เสนอว่า การจัดการความรู้ในชุมชนต้องเกิดจากการปฏิบัติจริง และเชื่อมโยงกับวัฒนธรรมและทรัพยากรของท้องถิ่น ในด้านการส่งเสริมอาชีพ พบว่า การพัฒนาศูนย์การเรียนรู้ฯ ได้กลายเป็นศูนย์กลางในการยกระดับเศรษฐกิจฐานรากของชุมชน โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่แล้วในท้องถิ่น เช่น สมุนไพร ภูมิปัญญาการแพทย์พื้นบ้าน และบริการชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงและการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่เน้นการใช้ทุนทางสังคมและทุนวัฒนธรรม (UNDP, 2016; ธีรภัทร ประยูรสิทธิ, 2561) กล่าวโดยสรุปผลการวิจัยครั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่า การพัฒนานวัตกรสังคมตามแนวทาง M.I.C. Model ร่วมกับการส่งเสริมอัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัยเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนชุมชนอย่างยั่งยืน ทั้งในด้านวัฒนธรรม สังคม และเศรษฐกิจ

## เอกสารอ้างอิง

[1] คณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2563). *แผนพัฒนาการอุดมศึกษา ฉบับที่ 13*.

[2] ]คมสันต์ สินสุวรรณ. (2563). การพัฒนานวัตกรชุมชนในยุคดิจิทัล. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.

[3] ธีรภัทร ประยูรสิทธิ. (2561). ทุนวัฒนธรรมกับการพัฒนาท้องถิ่น. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[4] พานิช, ว. (2562). การจัดการความรู้แบบมีส่วนร่วมในชุมชน. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ.

[5] สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2564). *รายงานการส่งเสริมอัตลักษณ์มหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น*.

[6] สุพัตรา วาณิชย์กุล. (2562). *การศึกษากับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[7] Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice-Hall.

[8] Pretty, J. (2003). Social capital and the collective management of resources. Science, 302(5652), 1912-1914.

[9] UNDP. (2016). Human Development Report: Human Development for Everyone. New York: United Nations Development Programme.

[10] UNDP. (2020). *The Sustainable Development Goals Report*.

[11 ]UNESCO. (2021). *Futures of Education: Learning to Become*.

[12] Wenger, E. (1998). Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity. Cambridge University Press.

# การจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการเข้าถึงบริการขนส่งของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี

# INFORMATION SYSTEM DEVELOPMENT TO PROMOTE BUS SERVICES ACCESS IN MUEANG UBON RATCHATHANI

ช่อผกามาศ โพธิ์แก้ว[1*], สายธารา บุอ่อน[1], อิทธิพล เมืองอินทร์[1] และ สรายุทธ พรเจริญ[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Chorphakamas Phokaew[1*], Saithara Bu-on[1], Aitthiphol Mueang[1] and Sarayut Phorncharoen[1]
[1]Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University

E-mail: std.66122010206@ubru.ac.th

## บทคัดย่อ

วิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อ 1) เพื่อแก้ไขปัญหาการเข้าถึงข้อมูลการให้บริการของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี, 2) เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลเส้นทางของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี, และ 3) เพื่อจัดทำและประชาสัมพันธ์เว็บไซต์สารสนเทศเกี่ยวกับบริการรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี โดยผู้วิจัยได้เดินทางร่วมกับรถโดยสารประจำทางในเส้นทางหลัก เพื่อจัดทำตารางเดินรถและแผนที่ผ่านแพตฟอร์ม Google My Maps และสร้างเว็บไซต์เพื่อแสดงข้อมูลที่ได้ทำการเรียบเรียงขึ้นมาใหม่ พร้อมประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อออนไลน์ ได้แก่ YouTube และ Facebook รวมถึงป้ายไวนิล ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้ให้ความสนใจในการเข้าถึงแผนที่เส้นทางบนเว็บไซต์เป็นอย่างมาก และเห็นว่าเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการเดินทาง โดยมีข้อเสนอแนะ เช่น การติดตามตำแหน่งรถโดยสารแบบเรียลไทม์ การปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัย ทั้งนี้ควรมีการประชาสัมพันธ์เว็บไซต์อย่างต่อเนื่อง และสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกเพื่อพัฒนาระบบนำทางใน Google Maps หรือระบบติดตามรถโดยสารแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชัน เช่น ViaBus เพื่อยกระดับการขนส่งผู้โดยสารในท้องถิ่นให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

**คำสำคัญ**: ขนส่งผู้โดยสาร รถโดยสารประจำทาง โลจิสติกส์ท่องเที่ยว

## Abstract

This research was conducted to: 1) address the issue of limited access to public bus service information in Mueang Ubon Ratchathani, 2) survey and collect data on local bus routes, and 3) develop and promote a website dedicated to public transportation services in the area. The researcher traveled on major bus routes to create bus timetables and route maps using Google My Maps, and developed a website to present the organized information. Promotion was carried out through online media platforms such as YouTube and Facebook, as well as vinyl banners. The findings show that users expressed strong interest in accessing route maps via the website, considering it highly beneficial for travel planning. Additionally, suggestions were made for further development to enhance local public transportation, such as collaborating with external Thai agencies to integrate navigation systems with Google Maps or implement a real-time bus tracking system through applications like ViaBus.

**Keywords**: Passenger transport Public bus Logistics tourist

## 1. บทนำ

การขนส่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตประจำวัน เนื่องจากต้องเดินทางไปปฏิบัติหน้าที่หรือกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งในระยะใกล้และระยะไกล ไม่ว่าจะเป็นการไปประกอบอาชีพ ท่องเที่ยว หรือไปศึกษาเล่าเรียน ซึ่งจะต้องอาศัยการขนส่งช่วยให้ไปยังจุดเป้าหมายปลายทางที่ต้องการ นอกจากนี้การขนส่งยังมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมในวงกว้างโดยเฉพาะในการผลิตสินค้าและบริการ ซึ่งจะต้องมีการเคลื่อนย้าย ส่งต่อ แลกเปลี่ยนจากต้นทางไปยังปลายทาง [2] สำหรับการขนส่งมวลชนด้วยรถยนต์ที่เป็นรถโดยสารประจำทาง หรือรถโดยสารประจำเส้นทาง ซึ่งเป็นพาหนะหลักในการเดินทางระยะไกลบนภาคพื้นดิน และเป็นพาหนะเดินทางที่มีราคาถูกที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับรถยนต์ส่วนตัว รถไฟ ในระยะทางไกลที่เท่ากันสำหรับการเดินทาง ทั้งนี้เนื่องจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของรถโดยสารประจำทางใช้ในการขนส่งผู้โดยสารนั้นต่ำกว่ายานพาหนะชนิดอื่น ๆ [1]

อำเภอเมืองอุบลราชธานีมีบริการรถโดยสารประจำทางภายในจังหวัด เรียกว่า “รถเมล์หรือรถโดยสารประจำทาง” โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกตัวอย่างหลัก ได้แก่ รถสองแถวประจำทาง หรือ เรียกว่า “รถสาย” และ รถมินิบัสประจำทาง หรือ เรียกว่า “รถอุบลซิตี้บัส (Ubon City Bus)” รถสองแถวประจำทางจะให้บริการในเส้นทางที่แตกต่างกันตามหมายเลขของรถในแต่ละสายระหว่างอำเภอเมือง-อุบลราชธานีและอำเภอวารินชำราบ แต่รถสองแถวประจำทางบางสายและรถมินิบัสประจำทางจะให้บริการในอำเภอเมืองอุบลราชธานีเท่านั้น แม้ว่าการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางสามารถลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้ แต่ผู้ที่เดินทางประจำหรือนักท่องเที่ยวโดยเฉพาะผู้ที่ไม่มีรถส่วนตัวหรือผู้ที่ไม่ต้องการขับรถเองเลือกวิธีการเดินทางด้วยวิธีอื่น เนื่องจากไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางสารธารณะภายในอำเภอเมืองอุบลราชธานีที่เพียงพอต่อการวางแผนการเดินทาง เช่น เส้นทางการเดินรถ เวลาการเดินรถ และค่าโดยสาร เป็นต้น ส่งผลให้ไม่มีความไว้วางใจที่จะใช้บริการ

จากข้อมูลดังกล่าว งานวิจัยนี้ได้มีการมุ่งเน้นในการส่งเสริมการเข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับการให้บริการของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี โดยนำหลักแนวคิดโลจิสติกส์การท่องเที่ยว และการไหลของข้อมูลเพื่อใช้ในการวางแผนการเดินทาง ควบคู่ไปกับการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวกับการให้บริการของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี อีกทั้งสามารถนำผลการวิจัยมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาการให้ข้อมูลข่าวสารการให้บริการขนส่งผู้โดยสารสาธารณะในท้องถิ่นได้อย่างยั่งยืน

## 2. วัตถุประสงค์

1.เพื่อแก้ปัญหาการเข้าถึงข้อมูลการให้บริการของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี
2.เพื่อสำรวจและรวบรวมเส้นทางของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี
3.เพื่อจัดทำและประชาสัมพันธ์เว็บไซต์สารสนเทศเกี่ยวกับการให้บริการของรถโดยสาร-ประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยมีการดำเนินการดังนี้

1. สำรวจข้อมูลเบื้องต้น
   - สำรวจเส้นทางและการให้บริการของรถโดยสารประจำทางจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง
   - การสังเกตพฤติกรรมของผู้ใช้บริการแบบมีส่วนร่วม
2. การดำเนินการแก้ปัญหา
   - ศึกษาการใช้เครื่องมือ Google Sites และ เครื่องมือ Google My Maps
   - สร้างแผนที่รถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานีด้วยเครื่องมือ Google My Maps

- จัดทำตารางเดินรถ และจุดผ่านของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี และนำข้อมูลดังกล่าวอัปโหลดลงในเครื่องมือ Google Sites ภายใต้ชื่อ “BusUbon By LogM UBRU”

- ประชาสัมพันธ์เว็บไซต์ “BusUbon By LogM UBRU” ผ่านสื่อโซเชียลมีเดีย และประชาสัมพันธ์ผ่านป้ายไวนิล

3. วิเคราะห์การวิจัย

- สัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายแบบเฉพาะเจาะจงจำนวน 30 คน โดยกำหนดให้มีชาวต่างชาติไม่ต่ำกว่า 20% ของผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมด เพื่อแสดงถึงประสบการณ์ แนวโน้มความคิดเห็นที่มีต่อรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี รวมถึงข้อเสนอแนะในการพัฒนาเว็บไซต์ โดยกำหนดพื้นที่ในการเลือกกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย ทุ่งศรีเมืองจังหวัดอุบลราชธานี ท่าอากาศยานนานาชาติอุบลราชธานี สถานีรถไฟอุบลราชธานี และสถานีขนส่งผู้โดยสารอุบลราชธานี

- วิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ที่มีต่อเว็บไซต์ “BusUbon By LogM UBRU” โดยการจัดกลุ่มแนวคิด

- วิเคราะห์พฤติการณ์ใช้งานของเว็บไซต์ “BusUbon By LogM UBRU” ด้วยเครื่องมือ Google Analytics

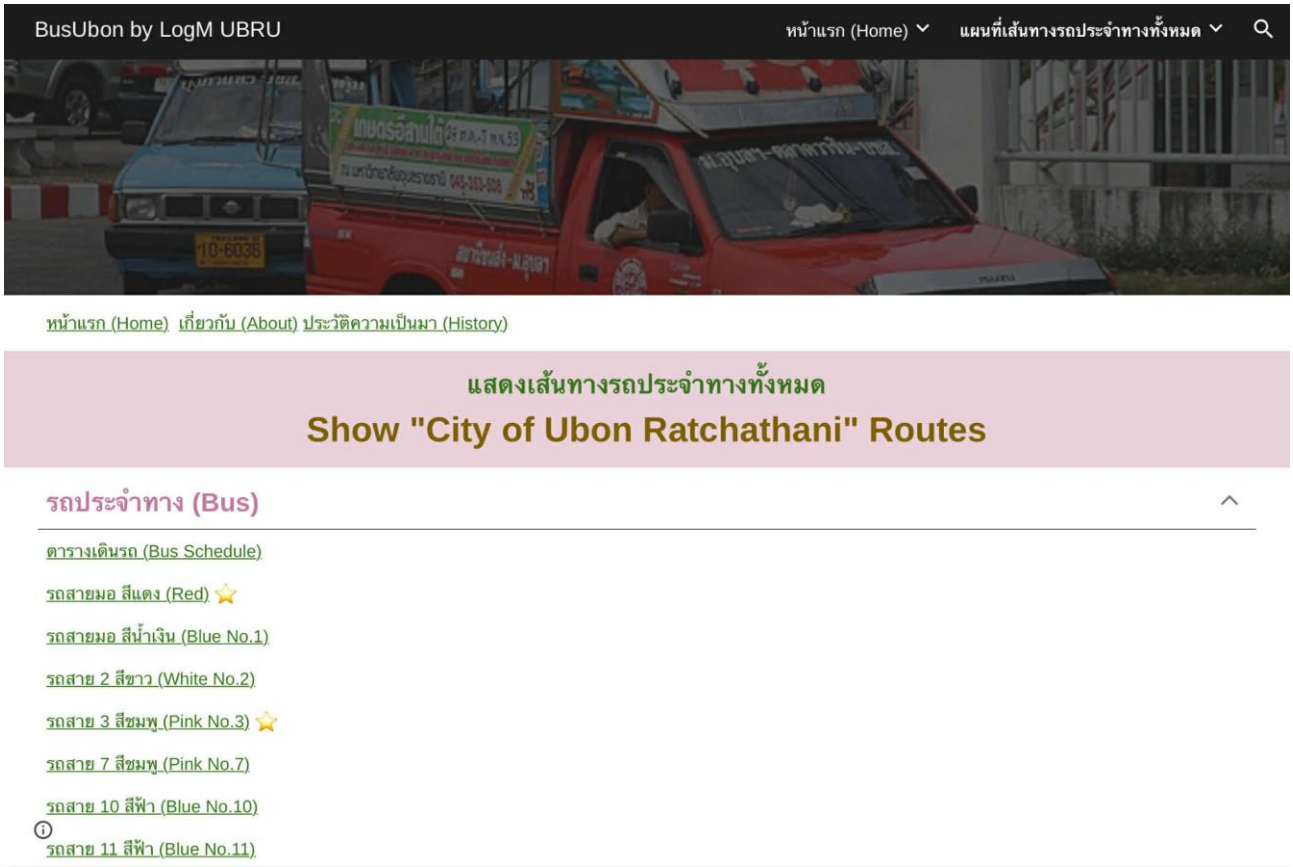
4. สรุปผลการดำเนินการ

## 4. ผลการวิจัย

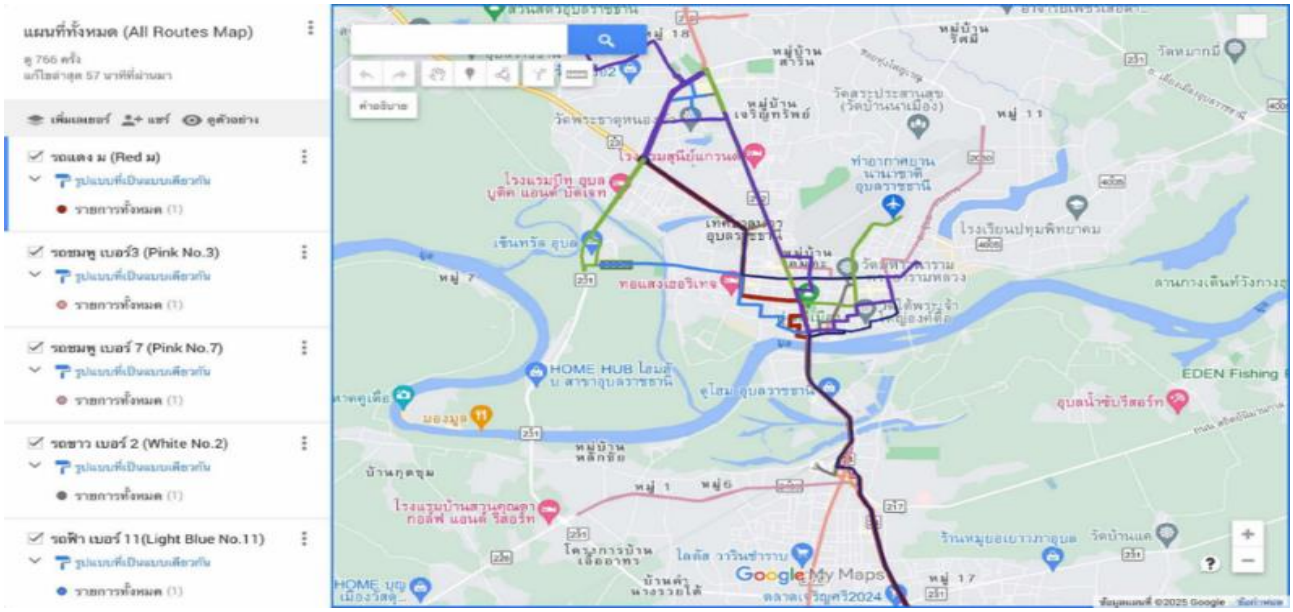
จากการดำเนินการแก้ไขปัญหาการเข้าถึงข้อมูลการให้บริการของรถโดยสารประจำทางด้วยการสร้างเว็บไซต์และประชาสัมพันธ์ มีผลดังนี้

1. รูปแบบเว็บไซต์

เว็บไซต์ “BusUbon By LogM UBRU” เป็นเว็บไซต์ที่ใช้สำหรับการแนะนำการเดินทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานีด้วยรถโดยสารประจำทางหรือเรียกว่า “รถสาย” ซึ่งประกอบด้วยรูปภาพ แผนที่ของรถโดยสารประจำทางออนไลน์ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับแผนที่ใน Google Maps ในโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต ไอแพด เป็นต้น ประกอบด้วยเส้นทางของรถสองแถวประจำทางสาย ม.อุบลฯ สาย 1 สาย 2 สาย 3 สาย 7 สาย 10 สาย 11 และรถมินิบัสประจำทางสาย 15 รวมถึงคู่มือการเดินทางไปยังสถานที่ที่แนะนำด้วยรถโดยสารประจำทาง




**รูปที่ 1** หน้าเว็บไซต์ “BusUbon By LogM UBRU”




**รูปที่ 2** แผนที่เส้นทางรถโดยสารประจำทางอำเภอเมืองอุบลราชธานีที่เชื่อมต่อกับ Google Maps

2. สรุปผลการวิเคราะห์ความเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์

จากการวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มแนวคิดของผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละกลุ่มโดยการการสรุปแนวคิดหลัก (Thematic Summary) จากการสัมภาษณ์โดยการสุ่มแบบไม่เฉพาะเจาะจงในพื้นที่อำเภอเมืองอุบลราชธานี จำนวน 30 คน เป็นคนไทย 23 คน คิดเป็น 76.67% และชาวต่างชาติ 7 คน คิดเป็น 23.33% โดยสามารถสรุปแนวคิดหลักจากการสัมภาษณ์ ดังตาราง 1

ตารางที่ 1 ผลสรุปแนวคิดหลักจากการวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์

| แนวคิดร่วม | กลุ่มที่กล่าวถึง |
|---|---|
| - มีความคุ้นเคยกับรถประจำทางบางสายในอดีต | คนทั่วไป, นักเรียน/นักศึกษา |
| - เคยใช้บริการเป็นประจำ | นักท่องเที่ยว, |
| - รู้จักรถประจำทางในเมือง แต่ไม่เคยใช้บริการ | คนทั่วไป, นักเรียน/นักศึกษา |
| - ไม่ทราบข้อมูลหรือเส้นทางของรถประจำทางเลย | นักท่องเที่ยว, นักเรียน/นักศึกษา |
| - รู้วิธีการใช้งานเว็บไซต์ | คนทั่วไป, นักท่องเที่ยว, นักเรียน/นักศึกษา |
| - เว็บไซต์มีประโยชน์ช่วยให้ข้อมูลหรือใช้งานได้จริง | คนทั่วไป, นักท่องเที่ยว,นักเรียน/นักศึกษา |
| - ต้องการความชัดเจนด้านเวลาการให้บริการและติดตามตำแหน่งได้ | คนทั่วไป, นักเรียน/นักศึกษา |
| - มีอุปสรรคด้านภาษา/ขาดภาษาที่ผู้ใช้เข้าใจ | นักท่องเที่ยว, |
| - เนื้อหาบางส่วนมีความซับซ้อนต้องใช้เวลาในการเรียนรู้การใช้งานเว็บไซต์ | นักเรียน/นักศึกษา |

จากตารางที่ 1 พบว่าก่อนหน้านี้ยังไม่มีการจัดทำระบบสารสนเทศหรือช่องทางให้ข้อมูลที่เป็นรูปธรรมเกี่ยวกับบริการรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานี ส่งผลให้ประชาชนส่วนใหญ่ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลเส้นทางหรือบริการได้อย่างสะดวกแม้บางกลุ่มจะมีความคุ้นเคยกับรถประจำทางบางสายจากประสบการณ์ในอดีต แต่ก็ไม่ได้เป็นการใช้งานเป็นประจำหรืออย่างต่อเนื่อง

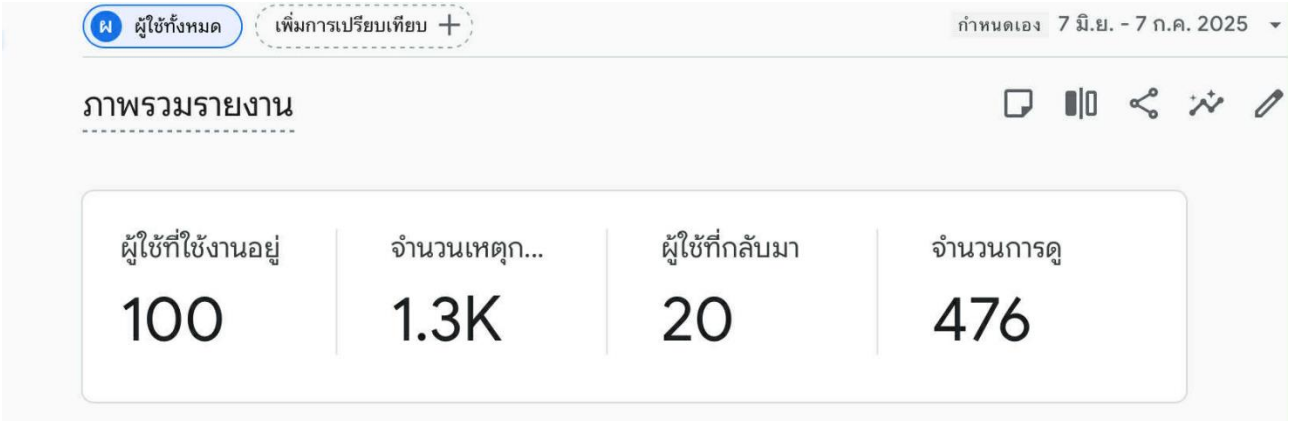
เมื่อมีการจัดทำเว็บไซต์เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางโดยรถโดยสาร ผู้ให้สัมภาษณ์ในทุกกลุ่มได้รับโอกาสในการทดลองใช้งานและให้ข้อคิดเห็น โดยภาพรวมพบว่า

- ทุกกลุ่ม เห็นว่าเว็บไซต์ช่วยอำนวยความสะดวกในการวางแผนการเดินทางและลดความยุ่งยากในการใช้บริการรถประจำทาง
- กลุ่มนักท่องเที่ยว (ชาวต่างชาติ) มีข้อจำกัดเรื่องภาษา เนื่องจากผู้ใช้งานหลายคนไม่ได้ใช้ภาษาอังกฤษหรือภาษาไทยเป็นหลักจึงต้องการให้มีการรองรับหลายภาษาในเว็บไซต์
- กลุ่มนักเรียนนักศึกษา แม้จะมีความสามารถในการเข้าถึงและเรียนรู้การใช้งานเว็บไซต์ แต่บางส่วนยังรู้สึกว่าเนื้อหาซับซ้อนเกินไปจึงต้องใช้เวลาศึกษา
- กลุ่มคนทั่วไป ซึ่งมีประสบการณ์กับรถประจำทางมาก่อน สามารถใช้งานเว็บไซต์ได้ง่ายขึ้น แต่ก็เสนอให้เพิ่มเติมความชัดเจน ในเรื่องตารางเวลาและตำแหน่งรถแบบเรียลไทม์

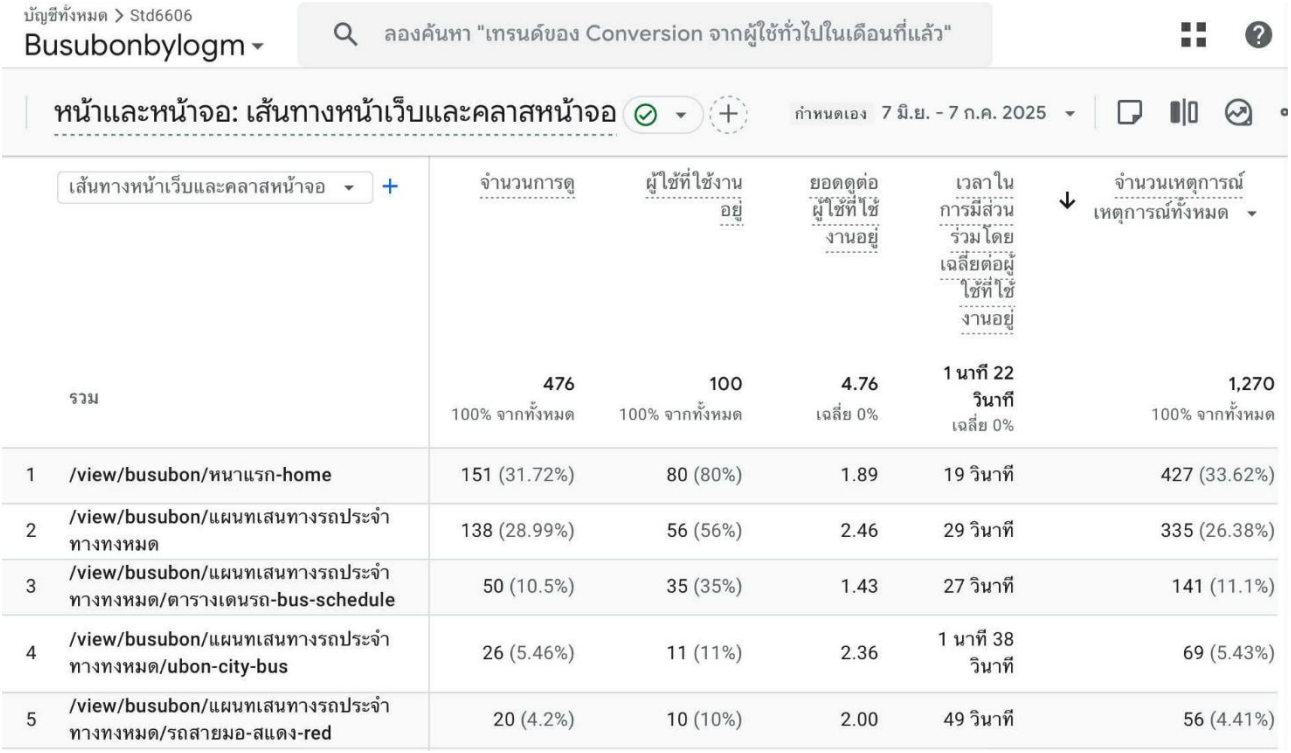
แนวโน้มความคิดเห็นจากทั้งสามกลุ่มจึงสะท้อนให้เห็นว่าการมีเว็บไซต์หรือสารสนเทศออนไลน์ “BusUbon by LogM UBRU” เป็นประโยชน์อย่างมากแต่ยังมีข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาเพิ่มเติมให้เหมาะสมกับผู้ใช้หลากหลายกลุ่มมากยิ่งขึ้น

3. สรุปผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งาน

นอกจากการการวิเคราะห์ความคิดเห็นของกลุ่มป้าหมาย 30 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตามพฤติกรรมการเข้าใช้งานเว็บไซต์เพื่อสนับสนุนแนวโน้มความคิดเห็นของให้สัมภาษณ์ด้วย Google Analytics ตั้งแต่วันที่ 7 มิถุนายน 2568 ถึง วันที่ 7 กรกฎาคม 2568 พบว่ามีผู้เข้าชมเว็บไซต์ทั้งหมด 100 ราย และมีผู้กลับมาใช้ซ้ำ 20 ราย คิดเป็น (20%) และพบว่าผู้ใช้มีแนวโน้มในการใช้งานเพื่อค้นหาข้อมูลเฉพาะทาง เช่น ตารางเดินรถ หรือเส้นทางสายเฉพาะ โดยมีผู้เข้าชมหน้าแสดงแผนที่รถประจำทางทั้งหมด 138 ครั้ง จาก 476 ครั้ง คิดเป็น 29% ซึ่งเป็นกิจกรรมที่นิยมอันดับ 2 จากกิจกรรมทั้งหมดในเว็บไซต์




**รูปที่ 3** ภาพรวมรายงานจำนวนผู้ใช้เว็บไซต์




| | เส้นทางหน้าเว็บและคลาสหน้าจอ | จำนวนการดู | ผู้ใช้ที่ใช้งานอยู่ | ยอดดูต่อผู้ใช้ที่ใช้งานอยู่ | เวลาในการมีส่วนร่วมโดยเฉลี่ยต่อผู้ใช้ที่ใช้งานอยู่ | จำนวนเหตุการณ์ เหตุการณ์ทั้งหมด |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | รวม | 476<br>100% จากทั้งหมด | 100<br>100% จากทั้งหมด | 4.76<br>เฉลี่ย 0% | 1 นาที 22 วินาที<br>เฉลี่ย 0% | 1,270<br>100% จากทั้งหมด |
| 1 | /view/busubon/หนาแรก-home | 151 (31.72%) | 80 (80%) | 1.89 | 19 วินาที | 427 (33.62%) |
| 2 | /view/busubon/แผนทเสนทางรถประจำทางทงหมด | 138 (28.99%) | 56 (56%) | 2.46 | 29 วินาที | 335 (26.38%) |
| 3 | /view/busubon/แผนทเสนทางรถประจำทางทงหมด/ตารางเดนรถ-bus-schedule | 50 (10.5%) | 35 (35%) | 1.43 | 27 วินาที | 141 (11.1%) |
| 4 | /view/busubon/แผนทเสนทางรถประจำทางทงหมด/ubon-city-bus | 26 (5.46%) | 11 (11%) | 2.36 | 1 นาที 38 วินาที | 69 (5.43%) |
| 5 | /view/busubon/แผนทเสนทางรถประจำทางทงหมด/รถสายมอ-สแดง-red | 20 (4.2%) | 10 (10%) | 2.00 | 49 วินาที | 56 (4.41%) |

**รูปที่ 4** หน้าจอยอดนิยมของเว็บไซต์

## 5. สรุปและอภิปรายผล

จากการดำเนินการวิจัยการจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการเข้าถึงบริการขนส่งของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานีที่ได้พัฒนาเว็บไซต์ “BusUbon by LogM UBRU” จากการรวบรวมข้อมูลการให้บริการของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานีทั้งหมด 8 สาย ประกอบด้วย สาย ม.อุบลฯ สาย 1 สาย 2 สาย 3 สาย 7 สาย 10 สาย 11 และสาย 15 ประกอบด้วยตารางเดินรถ ค่าโดยสาร แผนที่เส้นทางรถโดยสารประจำทาง เป็นต้น พบว่าเว็บไซต์ “BusUbon by LogM UBRU” ได้รับการตอบรับที่ดีจากผู้ใช้งานจริงในแง่ของความน่าสนใจ ประโยชน์ในการใช้งาน และความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการด้านข้อมูลการเดินทาง แม้จะยังมีข้อจำกัดในบางด้าน เช่น ภาษาและฟีเจอร์ขั้นสูง แต่โดยรวมแล้วผู้ให้สัมภาษณ์เห็นตรงกันว่าเว็บไซต์นี้เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม และควรได้รับการพัฒนาต่อยอดให้กลายเป็นเครื่องมือที่ช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของคนในท้องถิ่นอย่างแท้จริง

อย่างไรก็ตามการพัฒนาเว็บไซต์มีข้อจำกัดในด้านงบประมาณและการใช้เทคโนโลยี

1) Google My Maps

เป็นเพียงเครื่องมือในการสร้างแผนที่และสามารถส่งต่อข้อมูลให้กับผู้ใช้งานอื่นได้ เช่น การฝังแผนที่บนหน้าเว็บไซต์ในเครื่องมือ Google Sites แต่ยังมีข้อกำกัดในการใช้งาน เช่น ระบบนำทาง เนื่องจากวัตถุประสงค์ของเครื่องมือ Google My Maps ใช้สำหรับการสร้างแผนที่ หรือระบุพิกัดของสถานที่ต่าง ๆ ในรูปแบบเชิงข้อมูลเท่านั้น

2) Google Sites

เป็นระบบสร้างเว็บไซต์แบบสำเร็จรูป แต่การออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ให้ตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะทาง เช่น การฝังแผนที่นำทาง หรือการเชื่อมโยงข้อมูลกับแหล่งภายนอก ยังคงต้องอาศัยความรู้และทักษะเทคนิคเพิ่มเติม ส่งผลให้บางฟังก์ชันของเว็บไซต์ยังอยู่ในช่วงพัฒนาและมีความล่าช้าในการปรับปรุงข้อมูล

ปัจจุบันรถโดยสารประจำทางสาย 15 หรือรถมินิบัสประจำทาง (Ubon City Bus) ได้มีการเข้าร่วมระบบของแอปพลิเคชั่น ViaBus (แชร์ตำแหน่ง, แสดงบนแอป) โดยผู้ประกอบการรถเมล์สามารถยกระดับการให้บริการเพื่อให้ผู้ใช้ขนส่งสาธารณะกว่า 5 ล้านคนทั้งคนไทย และนักท่องเที่ยวเข้าถึงบริการโดยไม่ต้องเสียเงินพัฒนาแอปขึ้นมาใหม่ [3]

จากการวิจัย ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาและต่อยอดระบบสารสนเทศเพื่อส่งเสริมการเข้าถึงบริการขนส่งของรถโดยสารประจำทางในอำเภอเมืองอุบลราชธานีให้มีความทันสมัย และเป็นแนวทางในการยกระดับข้อมูลด้านระบบขนส่งท้องถิ่นให้เข้าถึงได้ง่ายและเกิดประโยชน์ต่อสาธารณะชนอย่างแท้จริงและสามารถนำไปต่อยอดในระดับที่กว้างขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมโดยการร่วมมือกับหน่วยงานภายนอกเพื่อปรับปรุงข้อมูลข่าวสารรวมถึงการนำเทคโนโลยีมาใช้หรือประสานงานไปยังผู้พัฒนาแอปพลิเคชัน ViaBus เพื่อปรับปรุงระบบขนส่งผู้โดยสารสาธารณะในอำเภอเมืองอุบลราชธานี โดยมีเว็บไซต์ “BusUbon by LogM UBRU” เป็นตัวกลางในการประชาสัมพันธ์ โดยมอบหมายให้นักศึกษาสาขาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีเป็นผู้ดูแลระแบบ และปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันและประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง

## เอกสารอ้างอิง

[1] นิคม จารุมณี. (2544). *การท่องเที่ยวและการจัดการอุตสาหกรรมท่องเที่ยว* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์..

[2] เสาวนีย์ ไทยรุ่งโรจน์. (2553). *เศรษฐศาสตร์การขนส่ง.* กรุงเทพฯ: ซิมเปิลเวย์.

[3] ViaBus. (2024,9 เมษายน). *รู้หรือไม่? ผู้ประกอบการรถเมล์ไทยเข้าร่วมบนแอป ViaBus #ฟรี นะ!* [โพสต์ Facebook]. Facebook. https://www.facebook.com/photo/?fbid=1007328944241112&set=a.595270545446956

# การสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพถ่ายโดยใช้เทคนิค Structure from Motion ด้วยโปรแกรม VisualSFM

# Structural Analysis of the Internal Composition of the Giant Statue of YUKKU

คทาวุธ มั่งคั่ง[1*] และ วิเชียร โสมณวัฒน์[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Katawut mungkung[1*] and Wichain Sommanawat[1]
[1*,1]Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University

E-mail: katawut.mg67@ubru.ac.th1*

## บทคัดย่อ

เทคนิคการสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพถ่ายโดยอาศัยกระบวนการ Structure from Motion (SfM) เป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในงานด้านวิศวกรรม โบราณคดี และการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม เนื่องจากสามารถลดข้อจำกัดด้านต้นทุนและอุปกรณ์เฉพาะทาง งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคนิค SfM ร่วมกับโปรแกรม VisualSFM มาใช้ในการสร้างแบบจำลองสามมิติของประติมากรรมขนาดใหญ่ “ยักษ์คุ” ณ อำเภอชานุมาน จังหวัดอำนาจเจริญ ซึ่งมีความสำคัญทั้งในเชิงประวัติศาสตร์ ศิลปวัฒนธรรม และความเชื่อของชุมชน การดำเนินงานประกอบด้วยการเก็บข้อมูลภาพถ่ายจากหลายมุมมองโดยรอบวัตถุ และนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการประมวลผลด้วยโปรแกรม VisualSFM เพื่อสร้างแบบจำลองเชิงโครงสร้างในรูปแบบดิจิทัล ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองที่ได้มีความละเอียดแม่นยำ สามารถถ่ายทอดลักษณะทางกายภาพของวัตถุได้ครบถ้วน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ความมั่นคงของโครงสร้าง ตรวจสอบตำแหน่งที่มีแนวโน้มเสื่อมสภาพ รวมถึงเสนอแนวทางการเสริมกำลังในระยะยาว อันเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนอนุรักษ์เชิงวิศวกรรมควบคู่กับการธำรงคุณค่าทางวัฒนธรรมของท้องถิ่น

**คำสำคัญ:** แบบจำลองสามมิติ ยักษ์คุ Structure from Motion VisualSFM การอนุรักษ์วัตถุทางวัฒนธรรม

## Abstract

This study applies Structure from Motion (SfM) and VisualSFM to reconstruct a 3D model of the “Yak-Ku” statue in Chanuman District, Amnat Charoen Province, a culturally significant monument rooted in local legend. Multi-view photographic data were collected and processed to generate a digital model for structural analysis. The results show that the model is highly accurate and suitable for assessing structural integrity, identifying weaknesses, and proposing reinforcement strategies. This approach demonstrates the effectiveness of low- cost photogrammetric techniques in supporting cultural heritage preservation.

**Keywords:** 3D modeling, Yak-Ku, Structure from Motion, VisualSFM, cultural heritage

## 1. บทนำ

อำเภอชานุมาน จังหวัดอำนาจเจริญเป็นสถานที่ตั้งของ “บ้านยักษ์คุ” (ชาวบ้านออกเสียงว่า “คุ” แปลว่า “คุกเข่า”) ซึ่งมีต้นตอตำนานยาวนานกว่า 100 ปี ตามคำเล่าขานของชาวบ้านว่ามีพญายักษ์ตนหนึ่งนั่งคุกเข่าหันหน้าไปยังพระธาตุเฮือนหิน ริมฝั่งแม่น้ำโขงฝั่งตรงข้ามสะหวันนะเขต ประเทศลาว จนทำให้เกิดเป็นบึงขนาดเล็ก พื้นที่นี้จึงถูกเรียกว่า “บ้านยักษ์คุ” ซึ่งมีทั้งร่องรอยสลักหินและหลักฐานปราสาทโบราณที่ยืนยันความเป็นมาของตำนานท้องถิ่นนั้น ตำนานนี้ได้กลายเป็นรากฐานสำคัญของ “ประเพณีแห่ยักษ์คุ” ซึ่งจัดขึ้นทุกปีในช่วงต้นเมษายน โดยมีขบวนแห่รูปปั้นยักษ์ เป็นกิจกรรมหลักที่ผสมผสานประเพณีพื้นบ้านและการแสดงเชิงวัฒนธรรม จนกลายเป็นอัตลักษณ์ท้องถิ่นที่โดดเด่นเพียงหนึ่งเดียวในโลก ด้วยเหตุนี้ในพื้นที่อำเภอชานุมาน จังหวัดอำนาจเจริญ จึงได้มีแนวคิดที่จะจัดสร้าง ยักษ์คุขนาดใหญ่ สำหรับเป็นอนุสรณ์และเป็นที่นับถือของคนในพื้นที่

รูปปั้นขนาดใหญ่ที่เป็นวัตถุทางวัฒนธรรม เช่น รูปปั้นท้าวเวสสุวรรณ ยักษ์คุ มักเผชิญกับความเสื่อมสภาพทางกายภาพจากปัจจัยแวดล้อม เช่น การกัดกร่อน แรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว และการเปลี่ยนแปลงของวัสดุตามกาลเวลา การวิเคราะห์โครงสร้างภายในของรูปปั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการรักษาสภาพความมั่นคงของวัตถุ วางแผนการสร้างขนาดใหญ่ ตลอดจนยังสามารถจำลองความแข็งแรงและจุดบกพร่องได้

การสร้างแบบจำลองสามมิติจากภาพถ่ายจึงมีบทบาทสำคัญในหลากหลายสาขา อาทิ วิศวกรรม โบราณคดี และการอนุรักษ์วัตถุทางวัฒนธรรม โดยเฉพาะในบริบทที่ต้องการความละเอียดและความแม่นยำสูงโดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัตถุ เทคนิค Structure from Motion (SfM) ถือเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถสร้างแบบจำลองสามมิติจากชุดภาพถ่ายหลายมุมมองได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์สแกนสามมิติที่มีราคาสูง (1) ขณะเดียวกัน โปรแกรม VisualSFM ได้รับการยอมรับในด้านความสามารถในการประมวลผลภาพถ่ายจำนวนมากอย่างรวดเร็วและแม่นยำ ซึ่งเหมาะสมกับการใช้งานภาคสนามและงานอนุรักษ์วัตถุโบราณ (2)

การใช้เทคนิค SfM ร่วมกับแบบจำลองสามมิติจากโปรแกรม VisualSFM ช่วยให้สามารถจำลององค์ประกอบทางโครงสร้างที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิผล ไม่ว่าจะเป็นการกระจายแรง การวิเคราะห์จุดวิกฤต หรือการศึกษาความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างที่ไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิตปกติ เช่น ประติมากรรมและสถาปัตยกรรมโบราณ (4) ด้วยเหตุนี้ การศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับองค์ประกอบภายในของรูปปั้นยักษ์โดยใช้เทคนิคดิจิทัล จึงเป็นแนวทางที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านวิชาการและการอนุรักษ์วัตถุทางวัฒนธรรม

ในด้านวิศวกรรม การประเมินความแข็งแรงของรูปปั้นขนาดใหญ่ซึ่งมีรูปทรงซับซ้อนและไม่เป็นเรขาคณิตมาตรฐานนั้น เป็นเรื่องที่มีความท้าทาย การวิเคราะห์ด้วยวิธีการเชิงกลแบบดั้งเดิมอาจไม่สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกได้อย่างครอบคลุม ดังนั้น จึงมีการนำ วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method: FEM) มาใช้เป็นเครื่องมือหลักในการจำลองพฤติกรรมทางกลของโครงสร้างรูปปั้น FEM เป็นเทคนิคการวิเคราะห์เชิงตัวเลขที่แบ่งโครงสร้างออกเป็นองค์ประกอบย่อย (Elements) ซึ่งสามารถคำนวณการกระจายของแรง ความเค้น (Stress) ความเครียด (Strain) และการเสียรูป (Deformation) ได้อย่างละเอียดแม่นยำการวิเคราะห์รูปปั้นยักษ์คุในงานวิจัยนี้อาศัยเทคนิคหลักใน FEM ได้แก่ 1.การสร้างแบบจำลองเรขาคณิต 3 มิติ จากข้อมูลภาพถ่ายด้วยเทคนิค Structure from Motion (SfM) เพื่อให้ได้รูปร่างที่ใกล้เคียงของจริง 2.การสร้างตาข่ายองค์ประกอบจำกัด (Mesh Generation) โดยใช้แบบจำลอง 3 มิติเข้าไปประมวลผลในซอฟต์แวร์จำลอง เช่น GiD หรือ Abaqus 3.การกำหนดเงื่อนไขเบื้องต้นและแรงกระทำ (Boundary Conditions and Loading) ซึ่งรวมถึงน้ำหนักตัวเองของรูปปั้น แรงลม หรือแรงสั่นสะเทือน 4.การวิเคราะห์เชิงเสถียรภาพ (Static Structural Analysis) เพื่อตรวจสอบค่าความเค้นและตำแหน่งที่อาจเกิดการเสียรูปสูง 5.การวิเคราะห์แบบ Modal Analysis ในกรณีศึกษาผลกระทบจากแรงกระตุ้นภายนอก เช่น การเคลื่อนย้ายหรือแรงสั่นสะเทือน

การประยุกต์ใช้เทคนิคข้างต้นในการวิเคราะห์โครงสร้างของแบบจำลองรูปปั้นยักษ์คุ ช่วยให้สามารถประเมินจุดอ่อนของโครงสร้างและพฤติกรรมภายใต้แรงกระทำต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางการออกแบบฐานรองรับ การเลือกวัสดุก่อสร้าง และการ

วางแผนซ่อมแซมในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพื่อตอบสนองทั้งเป้าหมายด้านความปลอดภัยและการอนุรักษ์คุณค่าทางวัฒนธรรมของชุมชนอย่างยั่งยืน



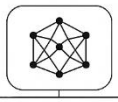
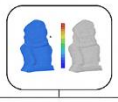
**รูปที่ 1** รูปปั้นยักษ์คุ ต้นแบบในหการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ
ที่ประดิษฐาน ณ อ.ชานุมาน จ.อำนาเจริญ

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

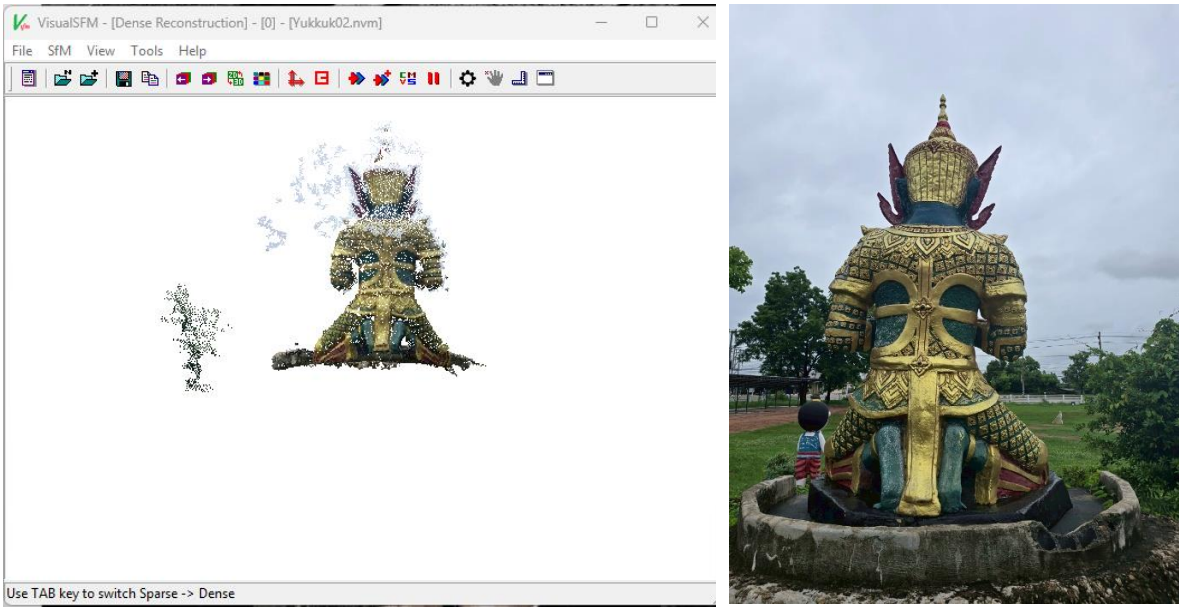
งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยี SfM และโปรแกรม VisualSFM ในการสร้างแบบจำลองสามมิติของรูปปั้นยักษ์คุ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินความแข็งแรงทางโครงสร้างด้วยวิธีระเบียบ Finite Element สำหรับค้นหาจุดอ่อนภายใน และเสนอแนวทางการเสริมความมั่นคงของโครงสร้างในระยะยาว ทั้งนี้เพื่อสนับสนุนการอนุรักษ์อย่างยั่งยืนและรักษาคุณค่าทางวัฒนธรรมของโบราณวัตถุในพื้นที่ของท้องถิ่น

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

เพื่อให้สามารถสร้างโครงสร้างของรูปปั้นยักษ์คุ ในรูปแบบแบบจำลอง 3 มิติ ด้วยโปรแกรม VisualSFM โดยมีวิธีการ ดังนี้ การเก็บภาพถ่ายรอบวัตถุ 360 องศา โดยให้มีความทับซ้อนระหว่างภาพอย่างน้อย 70% นำภาพเข้าสู่โปรแกรม VisualSFM โดยเรียกใช่คำสั่ง Open Multiple Images > Feature Matching > Compute Structure > Bundle Adjustment > Dense Reconstruction ปรับปรุงแบบจำลองด้วยโปรแกรม CloudCompare โดยเปรียบเทียบกับแบบจำลองจากการวัดด้วยมือ เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อน (Error Margin) นำโมเดลที่ได้ไปวิเคราะห์โครงสร้างด้วยซอฟต์แวร์ Finite Element เช่น ANSYS หรือ Elmer FEM เพื่อประเมินค่าความเค้น ความเครียด และจุดเสี่ยงภายใน ของรูปปั้นยักษ์คุ

| ลำดับ | ขั้นตอน | เครื่องมือ | รายละเอียด |
|---|---|---|---|
| 1 | ถ่ายภาพ  | กล้องมือถือ | ถ่ายรอบทิศทาง 360° |
| 2 | สร้างไมเฌล 3 มิติ  | VisualSFM | Feature Matching + BA + Dense Reconstruction |
| 3 | ตรวจสอบความแม่นยำ  | CloudCompare | เปรียบเทียบกับการวัดจริง |
| 4 | วิเคราะห์โครงสร้าง  | Elmer FEM / ANSYS | วิเคราะห์ความแข็งแรง |

**รูปที่ 2** แสดงขั้นตอนการสร้างรูปบบ 3D จำลอง

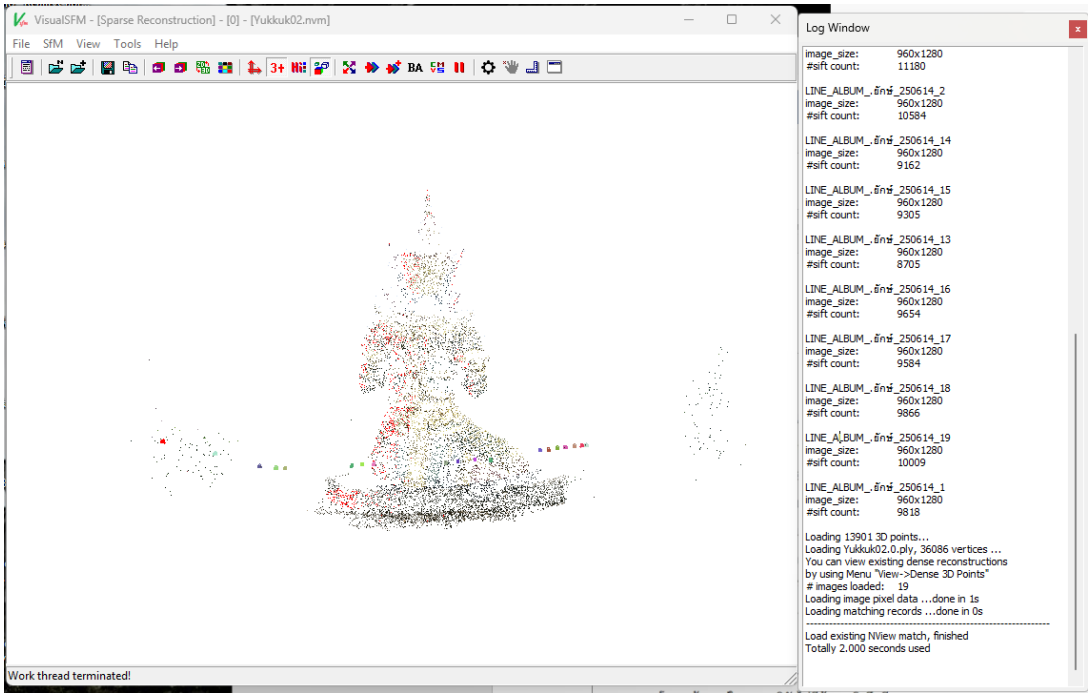



**รูปที่ 3** แสดงรูปปั้นยักษ์คุ ที่ได้จากการประมวลผลของ โปรแกรม VisualSFM

## 4. สรุปผลการวิจัย

การสร้างแบบจำลองสามมิติของรูปปั้นยักษ์ โดยใช้เทคนิค Structure from Motion (SfM), Feature Matching: ใช้ SIFT algorithm กำหนด max features ต่อภาพที่ 10,000 จุด และ Matching threshold, Bundle Adjustment: เลือกใช้แบบ Incremental เพื่อเพิ่มความเสถียรในการจัดวางกล้องและจุด 3 มิติ จำนวนภาพขั้นต่ำ: 20 ภาพขึ้นไปเพื่อความแม่นยำในการประมวลผล ผ่านโปรแกรม VisualSFM จากภาพถ่ายที่ถ่ายรอบวัตถุในหลายมุมมอง ผลการประมวลผลสามารถสร้างแบบจำลองที่แสดงรายละเอียดขององค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ลวดลายเกราะ เครื่องแต่งกาย สีสัน และท่าทางของรูปปั้นได้อย่างครบถ้วนและสมจริง แบบจำลองที่ได้สามารถนำไปใช้ในงานอนุรักษ์ดิจิทัล การจัดแสดงเสมือนจริง หรือเป็นต้นแบบสำหรับการสร้างแบบทดสอบการขยาย

ขนาดสำหรับตรวจสอบความแข็งแรงได้ในรูปแบบ 3D อีกทั้งยังแสดงให้เห็นว่าการใช้เทคนิค SfM เป็นแนวทางที่เข้าถึงง่ายและคุ้มค่าในการเก็บข้อมูลวัตถุทางวัฒนธรรมโดยไม่ทำให้วัตถุเสียหาย




**รูปที่ 4** แสดงรูปปั้นยักษ์คุในลักษณะจุดต่อ ที่ได้จากการประมวลผลของ โปรแกรม VisualSFM

## 5. ข้อเสนอแนะ

1. ควรวางแผนการถ่ายภาพอย่างเป็นระบบ โดยให้มีความทับซ้อนกันระหว่างภาพอย่างน้อย 70% เพื่อให้โปรแกรม SfM ประมวลผลและจับจุดร่วมได้อย่างแม่นยำ โปรแกรม VisualSFM กำหนดให้ใช้รูปภาพมากกว่า 20 ภาพขึ้นไปในการสร้างโมเดล

2. การใช้โปรแกรม SfM ควรควบคู่กับโปรแกรมอื่น ๆ เช่น MeshLab, CloudCompare หรือ Blender เพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบจำลองและเตรียมไฟล์สำหรับการนำไปใช้งาน

3. เสนอให้มีการทดลองนำเทคนิค SfM ไปประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น เช่น การศึกษาโบราณวัตถุในพิพิธภัณฑ์ การอนุรักษ์สถาปัตยกรรม หรือการสำรวจภูมิประเทศ เพื่อต่อยอดงานวิจัยในอนาคต

## เอกสารอ้างอิง

[1] Brandolini, F., & Patrucco, G. (2019). Structure-from-Motion (SfM) Photogrammetry as a Non-Invasive Methodology to Digitalize Historical Documents: A Highly Flexible and Low-Cost Approach? Heritage

[2] Gamez Serna, Et al. (2015). Data Fusion of Objects Using Techniques Such as Laser Scanning, Structured Light and Photogrammetry for Cultural Heritage Applications. arXiv.

[3] Soontranon, N., Et al. (2015). 3D modeling from multi-views images for cultural heritage in Wat-Pho, Thailand. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XL-5/W7, 403–407.

[4] To, T., Nguyen, D., & Tran, G. (2013). Automated 3D architecture reconstruction from photogrammetric structure and motion: A case study of the “One Pilla” pagoda, Hanoi, Vietnam. ISRSE36 Proceedings.

[5] Wu, C. (2011). VisualSFM: A Visual Structure from Motion System. arXiv.

[6] Westoby, M. J., Et al. (2012). Structure-from-Motion photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. Geomorphology.




# THE TECHNOGIST ASSOCIATION CONFERENCE 2025 (TTA CON 2025)

intechcrru @intechcrru 0 5377 6015 www.ind.crru.ac.th