JMMT

The Journal of Manufacturing & Management Technology

วารสารเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ

ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม 2568

ISSN : 2821-9597 (Online)

บทความวิจัย / บทความทางวิชาการ

- **การพัฒนาระบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวัดชิ้นงานด้วยภาพ**
  ดอน แก้วดก กวี บุญสุวรรณ สงคราม เวชการ ภานุภพ ศรีสม และ เทอดศักดิ์ ใจงาม
- **การประยุกต์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพสำหรับออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่าของสถานศึกษา**
  จักรินทร์ กลั่นเงิน อัคค์สัจจา ดวงสุภาสิญจ์ กัญญารัตน์ หนุนดี พิมพ์ชนก วันที และ ณิชาภัทร คุ้มสุข
- **การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะในการขนส่งไข่ไก่สดของร้านทุ่งแพรฟาร์มหาดใหญ่โดยการประยุกต์ใช้วิธีการแบบฮิวริสติก**
  สมศักดิ์ แก้วพลอย เพ็ญนภา สุดชู อูซานา เหย็บหนุด และ สุจิตรา แก้วพลอย
- **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการเพื่อนช่วยเพื่อนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ**
  ชารินี ไชยชนะ จักเรศ เมตตะธำรงค์ และ เพชรไพริน อุปปิง
- **ความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุน กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์**
  รัศมี โชติไธสง นิภาภัทร์ แต่เชื้อสาย สุมาลี วานิชยากร ศุตานันท์ คุขุนทด และ ศิรินิรยา พิละ
- **การพัฒนาแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือทิ้งและวัสดุรีไซเคิลเพื่อการประยุกต์ใช้งานอย่างยั่งยืน**
  ฐิติ หมอรักษา ประจักร จัตกูล จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร และ ธีรวุฒิ เขื่อนแก้ว
- **การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และอินฟราเรด**
  ธณัฏฐ์ยศ สมใจ สุพร หนูคง กฤษฎากร บุดดาจันทร์ อัครวัฒน์ ใบกว้าง ภราดร หนูทอง และ มนตรี ขาวสุข
- **การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด**
  วิทิต เลิศนิมิตมงคล นฤมล มงคลธนวัฒน์ สุรีย์พร บุญนา สรัลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์ และ นิภาพร คังคะวิสุทธิ์
- **การออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ**
  ชนาธิป ศรีวรารักษ์ ธนพร สิงหนาท พิยดา ผาภู และ ภูริพัส แสนพงษ์

วารสารเทคโนโลยีเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ Journal of Manufacturing and Management Technology
ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม 2568 https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jMMT
ISSN 2821-9597 (Online)

การพัฒนาระบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวัดชิ้นงานด้วยภาพ 1
Development of an Automated System to Improve the Efficiency of Vision Measuring Machines
โดย : ดอน แก้วดก กวี บุญสุวรรณ สงคราม เวชการ ภานุภพ ศรีสม และ เทอดศักดิ์ ใจงาม

การประยุกต์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพสำหรับออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่าของสถานศึกษา 11
Applying Quality Functional Deployment Technique to Design an Alumni Information System for Educational Institution
โดย : จักรินทร์ กลั่นเงิน อัคค์สัจจา ดวงสุภาสิญจ์ กัญญารัตน์ หนุนดี พิมพ์ชนก วันที และ ณิชาภัทร คุ้มสุข

การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะในการขนส่งไข่ไก่สดของร้านทุ่งแพรฟาร์มหาดใหญ่ โดยการประยุกต์ใช้วิธีการแบบฮิวริสติก 23
Solving Fresh Egg Transportation Vehicle Routing Problem of Thung Prae Farm Hatyai Shop Using a Heuristic-based Approach
โดย : สมศักดิ์ แก้วพลอย เพ็ญนภา สุดชู อูซานา เหย็บหนุด และ สุจิตรา แก้วพลอย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการเพื่อนช่วยเพื่อนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ 34
The Development of Learning Achievement by Peer-assisted Learning Associated in the Course of Visual and Object Oriented Programming
โดย : ชารินี ไชยชนะ จักเรศ เมตตะธำรงค์ และ เพชรไพริน อุปปิง

ความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุน กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์ 44
Employee Organizational Commitment of Support Staff: A Case Study of the RDC Distribution Center in Buriram
โดย : รัศมี โชติไธสง นิภาภัทร์ แต่เชื้อสาย สุมาลี วานิชยากร ศุตานันท์ คุขุนทด และ ศิรินิรยา พิละ

การพัฒนาแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือทิ้งและวัสดุรีไซเคิลเพื่อการประยุกต์ใช้งานอย่างยั่งยืน 53
Value-Added Particleboard Development Using Waste and Recycled Materials for Sustainable Utilization
โดย : ฐิติ หมอรักษา ประจักร จัตกุล จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร และ ธีรวุฒิ เขื่อนแก้ว

การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และอินฟราเรด 62
Design and Development of Solar and Infrared Dryer
โดย : ธณัฏฐ์ยศ สมใจ สุพร หนูคง กฤษฎากร บุดดาจันทร์ อัครวัฒน์ ใบกว้าง ภราดร หนูทอง และ มนตรี ขาวสุข

การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด 71
The Development of Beverage from Durian mixed Mangosteen
โดย : วิทิต เลิศนิมิตมงคล นฤมล มงคลธนวัฒน์ สุรีย์พร บุญนา สรัลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์ และ นิภาพร คังคะวิสุทธิ์

การออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ 81
Design and Construction of Semi Automatic packing machine for Rolled Rice Noodles
โดย : ชนาธิป ศรีวรารักษ์ ธนพร สิงหนาท พิยดา ผาภู และ ภูริพัส แสนพงษ์

คณะกรรมการจัดทำวารสารเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.อนินท์ มีมนต์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

กองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิศิษฐ์ แสง–ชูโต	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรม์ณชาติ วันแต่ง	คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภเอก ประมูลมาก	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญส่ง จงกลนี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จตุพร ใจดำรงค์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นนทโชติ อุดมศรี	คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิษฐ์ ศรีน้อย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พุทสายัน นราพินิจ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นทีชัย ผัสดี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยิ่งยศ ทิพย์ศรีราช	คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ มูเก็ม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูนธนะ ศรีสระคู	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี แสงสุริยันต์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม
ดร.สุรเชษฐ์ เถื่อนแก้วสิงห์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เลขานุการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ก้าวหน้า จงวัฒนารักษ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Journal of Manufacturing and Mannagement Technology

Editorial Team

Editor–in–Chief

Assoc. Prof. Dr.Anin Memon	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Editorial Board

Asst. Prof. Pisit Sang–Xuto	Faculty of Engineering, Ramkhamhaeng University
Assoc. Prof. Tannachart Wantang	Faculty of Agricultural and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University
Asst. Prof. Supaaek Pramoonmark	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Asst. Prof. Boonsong Chongkolnee	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Asst. Prof. Jatuporn Jaidumrong	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya
Asst. Prof. Dr.Nonthachoti Udomsri	Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
Asst. Prof. Dr.Pisit Srinoi	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin Wang Klai Kang Won Campus
Asst. Prof. Puttasayan Narapinij	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna
Asst. Prof. Nateechai Passadee	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna
Asst. Prof. Yingyos Tipsrirach	Faculty of Integrated Engineering and Tecnology, Rajamangala University of Technology Tawan–Ok Chantaburi Campus
Assoc. Prof. Dr.Niwat Mookam	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin Wang Klai Kang Won Campus
Asst. Prof. Dr.Poontana Sresracoo	Faculty of Industrial Technology, Buriram Rajabhat University
Asst. Prof. Dr.Montri Saengsuriyan	Faculty of Engineering, Nakhon Phanom University
Dr.Surached Thuankaewsing	Faculty of Engineering, Khon Kaen University

Secratary

Asst. Prof. Dr.Kaona Jongwuttanaruk	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

วารสารเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ

บทบรรณาธิการ

วารสารเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ฉบับนี้เป็นการตีพิมพ์ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม ปีพุทธศักราช 2568 จำนวนบทความตีพิมพ์ 9 บทความ โดยวารสารมีวัตถุประสงค์ที่จะรับตีพิมพ์บทความคุณภาพสูงสำหรับนักศึกษาด้านเทคโนโลยี นักวิจัย และผู้ปฏิบัติงาน ให้เข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้ทฤษฎีพัฒนาการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น วารสารรับตีพิมพ์บทความวิจัย บทความวิชาการ และบทความปริทัศน์ทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษซึ่งไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อน โดยทางวารสารตีพิมพ์ 2 ฉบับต่อปี ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคมซึ่งในฉบับนี้มีเนื้อหาทั้งทางด้านวิศวกรรมการผลิต กระบวนการผลิต การจัดการการผลิต และการดำเนินงาน วัสดุศาสตร์และการประยุกต์ใช้งาน และ โซ่อุปทานและโลจิสติกส์

กระบวนการพิจารณาบทความของวารสารเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ บทความทุกบทความจะต้องผ่านการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิอย่างน้อย 3 ท่าน ตามประกาศของ ก.พ.อ เรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ (ฉบับที่ 4) ปีพุทธศักราช 2564 ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่งแต่ละท่านจะไม่มีการเปิดเผยชื่อกันและกันตลอดกระบวนการตรวจสอบบทความ (Double–blind review)

กองบรรณาธิการวารสารเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ขอขอบคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ ผู้เขียน และผู้อ่านทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและบทความฉบับที่สองของทางวารสาร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าทุก ๆ ท่านจะมีสุขภาพ พลานามัยที่แข็งแรง ปลอดภัยจากการแพร่ระบาดของไวรัส COVID–19 รวมถึงปราศจากการโรคภัยต่าง ๆ และยังคงติดตามการเผยแพร่ผลงานของวารสารฯ ต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร.อนินท์ มีมนต์
บรรณาธิการ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฤทธิชัย สังฆทิพย์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดุษฎี บุญธรรม	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ดา คำจันทร์	คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเรขา คำจันทร์	คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐศักดิ์ พรพุฒิศิริ	คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจักร จัตกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี วิทยาเขตจันทบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ดร.ภูริพัส แสนพงษ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย เหลาหา	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนรัญชลา กำไลทอง	คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศาลายา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิรวัฒน์ ณ พัทลุง	สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานนครราชสีมา
อาจารย์ ว่าที่ร้อยเอก ศุภัทร ศิลาลอย	สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนุชิต คงฤทธิ์	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ซูไฮดี สนิ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์ ดร.ธีรวุฒิ เขื่อนแก้ว	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
อาจารย์ ดร.ปรเมศวร์ เบ้าวรรณ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
อาจารย์ ดร.ปฏิภาณ นิลเพ็ชร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาตินักรบ แสงสว่าง	คณะพาณิชยนาวีนานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

Reviewers

Asst. Prof. Ritthichai Sangkhathip	Faculty of Engineering, Pathum Wan Institute of Technology
Asst. Prof. Dr.Dussadee Buntam	Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University
Asst. Prof. Dr.Sakda Khamjan	Faculty of Science and Engineering, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus
Asst. Prof. Dr.Wirekha Khamjan	Faculty of Science and Engineering, Kasetsart University, Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus
Asst. Prof. Dr.Natthasak Pornputsiri	Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Rattanakosin
Asst. Prof. Dr.Prajak Jattakul	Faculty of Integrated Engineering and Tecnology, Rajamangala University of Technology Tawan–Ok Chantaburi Campus
Dr.Puripat Saenpong	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus
Asst. Prof. Dr.Chanchai Laoha	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus
Asst. Prof. Dr.Naranchala Khumlaithong	Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Rattanakosin Salaya Campus
Asst. Prof. Chirawat Na–Badalung	School of Engineering and Innovation, Rajamangala University of Technology Tawan–ok
Assoc. Prof. Dr.Jittiwat Nithikarnjanatharn	Faculty of Engineering and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Nakhon Rachasima Campus
Mr. Supat Silaloy	School of Engineering and Inovation, Rajamangala University of Technology Tawan–ok
Asst. Prof. Anuchit Khongrit	Faculty of Industrial Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University
Asst. Prof. Suhaidee Sani	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya
Dr.Teerawut Khuenkaew	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus

Dr.Paramet Baowan	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus
Dr.Patiparn Ninpetch	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Asst. Prof. Dr.Chatnugrob Sangsawang	Faculty of International Maritime Studies, Kasetsart University Sriracha Campus
Dr.Ponlapath Tipboonsri	Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

การพัฒนาระบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวัดชิ้นงานด้วยภาพ

Development of an Automated System to Improve the Efficiency of Vision Measuring Machines

ดอน แก้วดก[1] กวี บุญสุวรรณ[2] สงคราม เวชการ[2] ภานุภพ ศรีสม[1] และ เทอดศักดิ์ ใจงาม[1*]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติแบบลีน คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น 1771/1 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กทม. 10250
[2]มิตูโตโย ประเทศไทย 2327 ถนนอ่อนนุช แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250
Don Kaewdook[1] Kawee Boonsuwan[2] Songkram Vechkarn[2] Phanuphop Srisom[1] and Therdsak Jaingam[1*]
[1]Robotics and Lean Automation Engineering Program, Faculty of Engineering,
Thai-Nichi Institute of Technology, 1771/1 Pattakarn Rd, Khwaeng Suan Luang, Suan Luang, Bangkok 10250
[2]Mitutoyo (Thailand) Company, 2327 On Nut Rd, Khwaeng Suan Luang, Suan Luang, Bangkok 10250
[*]Corresponding author Email: therdsak@tni.ac.th
(Received: November 15, 2025; Revise: December 22, 2025; Accepted: December 23, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการตรวจวัดชิ้นงานด้วยภาพ โดยประยุกต์ใช้กับ Vision Measuring Machine ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อเสริมศักยภาพภาคอุตสาหกรรมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผ่านการบูรณาการเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อลดการพึ่งพาการทำงานของพนักงาน และแก้ไขปัญหาความล่าช้าและความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานด้วยพนักงาน ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยแอคชูเอเตอร์ไฟฟ้าเชิงเส้นควบคุมด้วย PLC และโปรแกรมเฉพาะทางสำหรับการตรวจวัดชิ้นงานด้วยภาพ ซึ่งสนับสนุนการทำงานแบบเรียลไทม์อย่างมีประสิทธิภาพ ออกแบบโครงสร้างกลไกของระบบด้วยโปรแกรมเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ การพัฒนาโปรแกรมควบคุมใช้โปรแกรมเฉพาะทางเพื่อเชื่อมโยงคำสั่งการทำงานให้กับอุปกรณ์ ผลการทดลองเปรียบเทียบเวลาการทำงานระหว่างการทำงานด้วยพนักงานและระบบอัตโนมัติ พบว่าระบบอัตโนมัติสามารถลดระยะเวลาเฉลี่ยต่อรอบจาก 172 วินาที คงเหลือ 58 วินาที คิดเป็นประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น 66.28% นอกจากนี้ยังสามารถลดต้นทุนการทำงานต่อรอบ 7.56 บาท คืนทุนได้ภายในระยะเวลา 4 เดือน ผลการดำเนินงานสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของระบบอัตโนมัติในการเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนแรงงาน และยกระดับมาตรฐานกระบวนการวัดในภาคอุตสาหกรรม

คำสำคัญ: ระบบอัตโนมัติ การวัดด้วยภาพ การควบคุมแบบเรียลไทม์ และ การเพิ่มประสิทธิภาพ

Abstract

This research presents the development of an automated system for vision-based measurement using the Vision Measuring Machine, an innovative measuring tool for the industrial sector. The goal is to improve the accuracy and efficiency of the measurement process through automated control technologies, thereby reducing labor cost, time delays and errors caused by manual operation. The system includes electric actuators, a PLC control device, and specialized software for component measurements utilizing an imaging system, supporting efficient real-time operation. Apply computer-aided design software to the

mechanical design of the system. The control program's development utilizes specialized software for communicating operating commands to the equipment. The experimental results indicated that the automation system decreased the average cycle time from 172 seconds to 58 seconds, providing a 66.28% increased efficiency compared to manual operation. In addition, it has the potential to decrease the cost of labor per round by approximately 7.56 baht. The analysis showed a four-month return on investment. The performance outcomes demonstrate the capability of automation systems to enhance productivity, diminish labor expenses, and improve measurement process standards in the industrial sector.

Keywords: Automated System, Vision-Based Measurement, PLC Control, and Increased Efficiency

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบันที่อุตสาหกรรมการผลิตมุ่งสู่ระบบอัตโนมัติและการผลิตอัจฉริยะ (Smart Manufacturing) การวัดและตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการควบคุมคุณภาพและการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต [1] อย่างไรก็ตามการดำเนินงานวัดด้วยพนักงานในกระบวนการแบบดั้งเดิมยังคงประสบปัญหาในด้านความแม่นยำ ความสม่ำเสมอ และระยะเวลาที่ใช้ในการวัด ซึ่งส่งผลให้เกิดความสูญเสียทั้งในด้านเวลาและต้นทุน บริษัท มิตูโตโย (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นผู้นำด้านเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม [2] ได้พัฒนาเครื่อง Vision Measuring Machine (VMM) ซึ่งเป็นเครื่องวัดแบบไม่สัมผัสที่อาศัยระบบการมองเห็นด้วยกล้อง โดยสามารถวัดชิ้นงานขนาดเล็กถึงระดับไมครอนได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานจริง การจัดวางชิ้นงานและการเริ่มต้นกระบวนการวัดยังคงต้องอาศัยแรงงานมนุษย์ ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ การบูรณาการระบบควบคุมอัตโนมัติ เข้ากับ VMM โดยใช้แอคชูเอเตอร์ไฟฟ้า, หน่วยควบคุม PLC และซอฟต์แวร์เฉพาะทาง เช่น QVPAK และ QVEio ช่วยให้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของชิ้นงานและเริ่มต้นกระบวนการวัดได้อย่างต่อเนื่องแบบเรียลไทม์ โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาการปฏิบัติงานของพนักงาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนากระบวนการผลิตในยุคอุตสาหกรรม 4.0 [3–5]

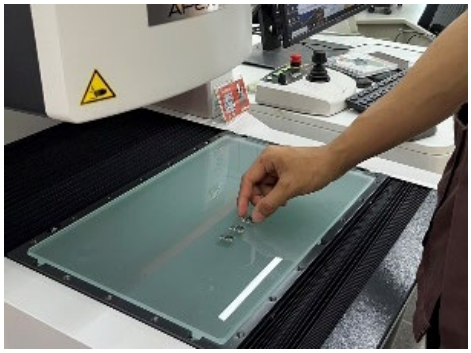
งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาระบบอัตโนมัติที่สามารถเชื่อมโยงกับเครื่อง VMM เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการวัด โดยมีเป้าหมายเพื่อลดระยะเวลาในการทำงาน ต้นทุนต่อรอบ และศึกษาผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมจากการนำระบบอัตโนมัติมาใช้แทนแรงงานมนุษย์ในกระบวนการตรวจวัดชิ้นงาน

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของเครื่องมือวัดแบบใช้ภาพ QMM และระบบควบคุมอัตโนมัติที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการวัด โดยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็นลำดับ ดังนี้

2.1. หลักการทำงานของเครื่อง VMM

เครื่องวัดชิ้นงานด้วยภาพ VMM ดังแสดงในรูปที่ 1a เป็นระบบวัดชิ้นงานที่ใช้เทคโนโลยีการมองเห็นด้วยกล้อง (Vision-Based Measurement) ทำงานโดยอาศัยการประมวลผลภาพถ่ายจากกล้องความละเอียดสูงร่วมกับซอฟต์แวร์ควบคุม เพื่อคำนวณค่าขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง และมุมต่าง ๆ ของชิ้นงาน โดยไม่ต้องสัมผัส กับวัตถุโดยตรง ซึ่งเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการวัดชิ้นส่วนขนาดเล็กที่ต้องการความละเอียดและความแม่นยำสูง [6–7] การทำงานของเครื่อง VMM สามารถตั้งโปรแกรมการทำงานอัตโนมัติแบบ CNC ได้ สามารถวัดงานด้วยความเร็วสูง ปรับโฟกัสภาพอัตโนมัติ มีฟังก์ชัน Point From Focus (PFF) ช่วยให้สามารถวัดชิ้นงาน 3 มิติ ภาพตัดขวางได้หลายภาพที่ความสูงต่างกัน

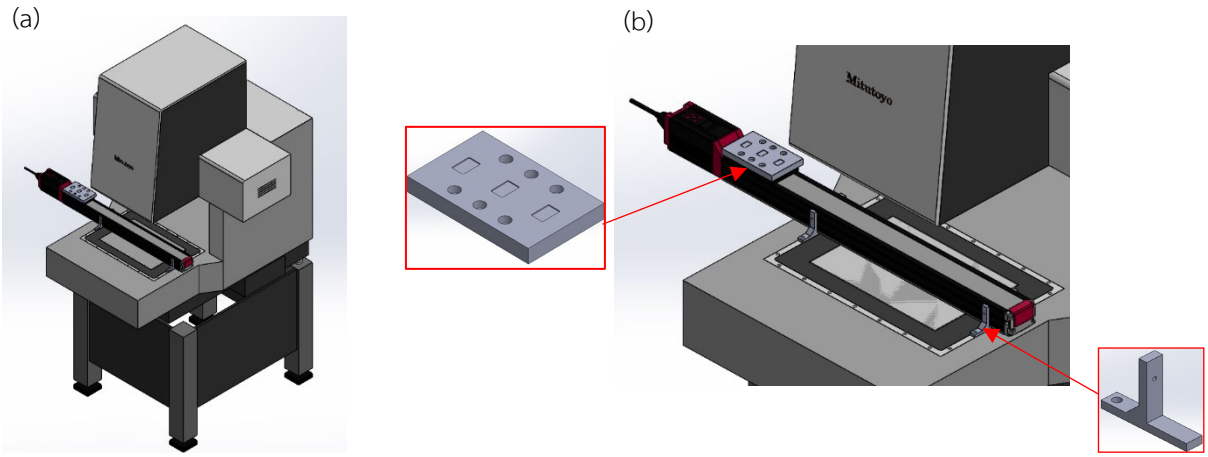


(1) กล้องตรวจวัดภาพ (2) ระบบขับเคลื่อนแกน X-Y-Z
(3) แผงควบคุมการทำงาน (4) ระบบไฟส่องสว่าง
(5) คอมพิวเตอร์ควบคุม (6) ซอฟต์แวร์ตรวจวัด

รูปที่ 1 (a) เครื่องวัด VMM ผลิตโดย บริษัท Mitutoyo และ (b) การวางชิ้นงานในกระบวนการวัด [4]

2.2. การออกแบบระบบอัตโนมัติ

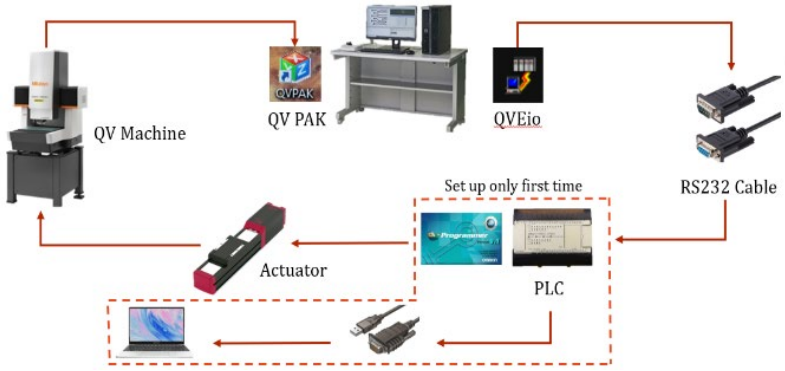
การปฏิบัติงานวัดแบบเดิม พนักงานจะจัดเรียงชิ้นงานบนภาชนะและวางลงบนพื้นผิวโต๊ะดังรูปที่ 1b ซึ่งต้องใช้เวลาในการจัดวางและมีความไม่แน่นอนของตำแหน่งชิ้นงาน [8] เพื่อแก้ปัญหาจึงได้ออกแบบระบบการจัดวางชิ้นงานใหม่ด้วยโปรแกรม SolidWorks ดังแสดงในรูปที่ 2



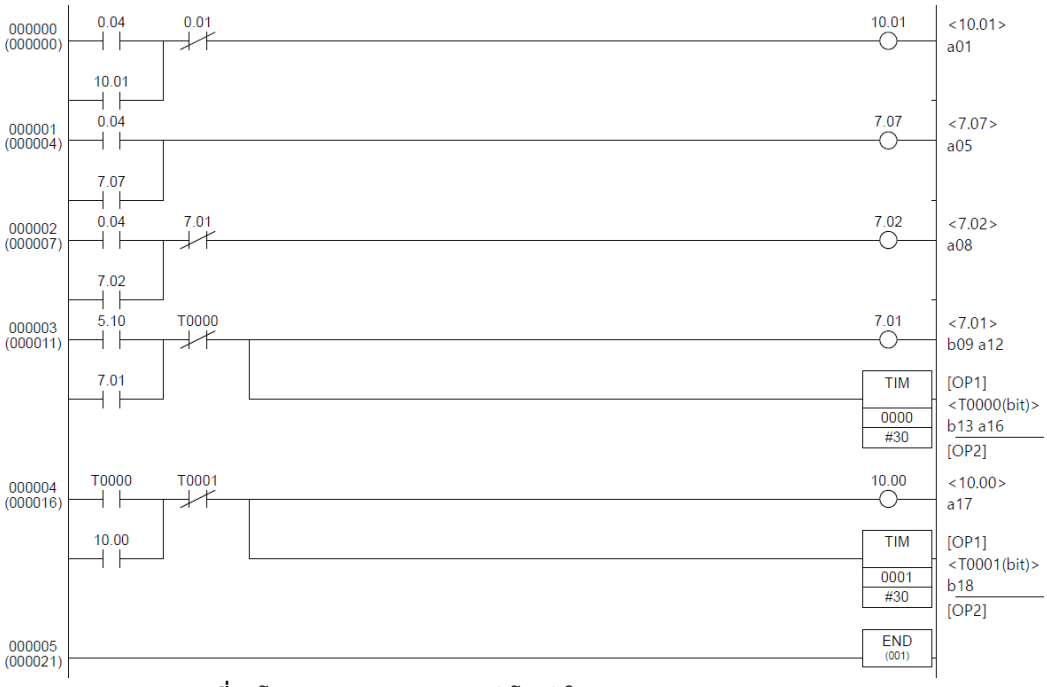
รูปที่ 2 (a) ตำแหน่งติดตั้งระบบอัตโนมัติบนเครื่อง VMM (b) ถาดวางชิ้นงานติดตั้งบนแอคชูเอเตอร์เชิงเส้น

2.3 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

การควบคุมระบบอัตโนมัติ ถูกเขียนโปรแกรมกำหนดลำดับการทำงานและการติดต่อกับแกนแอคชูเอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่เคลื่อนย้ายชิ้นงานแนวเส้นตรงไปยังตำแหน่งที่ต้องการวัดอย่างแม่นยำบนเครื่อง VMM โดยแผนผังการเชื่อมต่อของระบบการทำงานดังรูปที่ 3 โปรแกรมควบคุมระบบโดยใช้ Ladder Diagram เพื่อกำหนดเงื่อนไขการกระตุ้นอุปกรณ์แต่ละชนิด รวมถึงโมดูลอินพุต/เอาต์พุตและตัวตั้งเวลาภายในระบบควบคุม ช่วยให้กระบวนการทำงานเป็นไปตามลำดับที่ออกแบบไว้ โดยมีการหน่วงเวลาเพื่อป้องกันการทำงานผิดลำดับและเพิ่มความปลอดภัยของระบบอัตโนมัติ



รูปที่ 3 แผนผังการเชื่อมโยงการทำงานระบบอัตโนมัติ

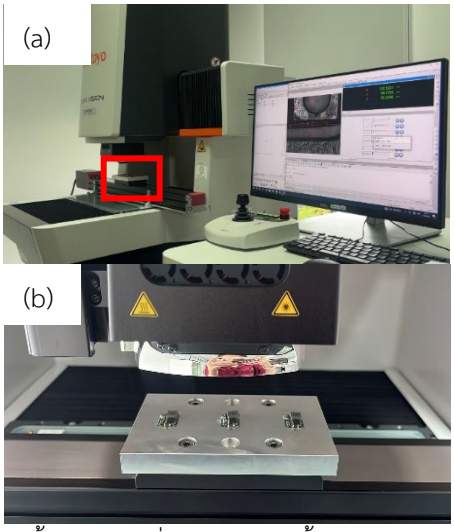


รูปที่ 4 โปรแกรมควบคุมระบบอัตโนมัติในรูปแบบ Ladder Diagram

การควบคุมการทำงาน PLC Omron ใช้โปรแกรม CX-Programmer ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการสั่งการทำงานให้กับอุปกรณ์แอคชูเอเตอร์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการดังแสดงในรูปที่ 4 [9–10]

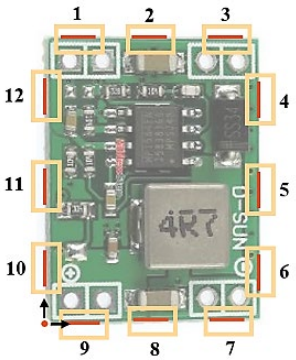
2.4 การติดตั้งและทดสอบระบบ

การประกอบติดตั้งอุปกรณ์ระบบอัตโนมัติที่ออกแบบเข้ากับเครื่อง VMM ดังแสดงในรูปที่ 5 ทำการทดสอบเก็บข้อมูลการทำงานของระบบเปรียบเทียบกับการทำงานของพนักงานในเงื่อนไขเดียวกันทั้งในด้านเวลา ความแม่นยำ และความเสถียรของระบบ การทดสอบประกอบด้วยการจำลองสถานการณ์การวัดชิ้นงานตามกระบวนการที่ใช้จริง โดยระบบอัตโนมัติจะต้องสามารถควบคุมการเคลื่อนย้ายชิ้นงานและเริ่มต้นกระบวนการวัดได้โดยอัตโนมัติ และทำงานได้ต่อเนื่องโดยไม่ต้องพึ่งพาการทำงานของพนักงาน

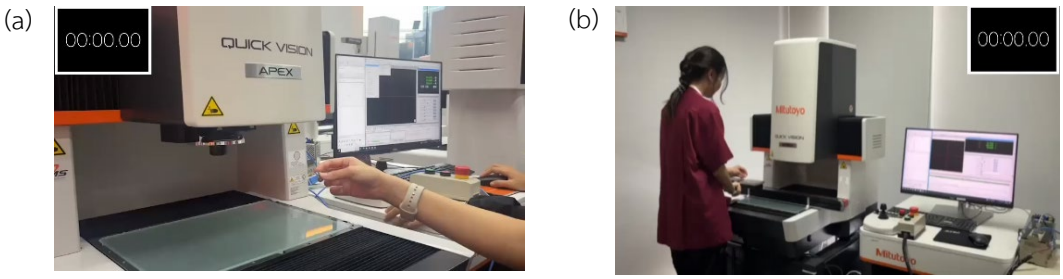


รูปที่ 5 (a) ตำแหน่งหยุดถาดวางชิ้นงานบนเครื่อง VMM (b) ชิ้นงานถูกจัดเรียงเพื่อถ่ายภาพสำหรับตรวจวัด

การทดสอบประสิทธิภาพการวัดใช้ชิ้นงานตัวอย่างเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กดังแสดงในรูปที่ 6 โดยมีตำแหน่งการวัด 12 ตำแหน่งต่อชิ้นงาน ผลจากการทดสอบจะถูกบันทึกอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างระบบอัตโนมัติและการทำงานโดยพนักงาน ซึ่งจะช่วยยืนยันความสามารถของระบบในด้านความรวดเร็วและความคุ้มค่าในการใช้งานในสภาพแวดล้อมจริง ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 6 แผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กสำหรับทดสอบ



รูปที่ 7 เก็บข้อมูลการวัด (a) ชิ้นงานจัดวางด้วยพนักงาน (b) การนำเข้าชิ้นงานด้วยระบบอัตโนมัติ

3. ผลการวิจัย

การทดสอบการทำงานของระบบอัตโนมัติสำหรับเครื่อง VMM พบว่าระบบสามารถทำงานร่วมกับเครื่องมือวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเก็บข้อมูลออกแบบจำนวนการทดลองซ้ำในงานวิจัยนี้อ้างอิงตามหลักของสถิติพรรณนา สำหรับการประเมินค่าเฉลี่ยและแนวโน้มของกระบวนการ [11–12] สำหรับข้อมูลเชิงเปรียบเทียบเบื้องต้น

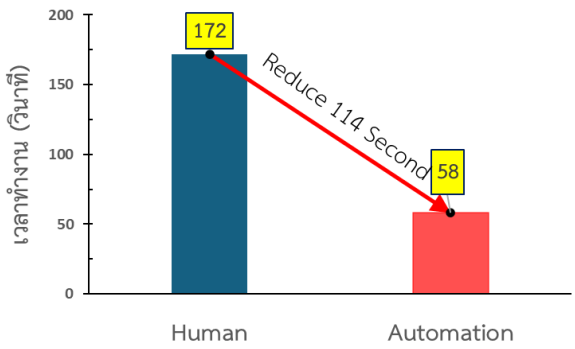
ตารางที่ 1 กิจกรรมการวัดงาน 1 รอบการทำงาน

ลำดับ	กิจกรรมการวัดงาน	เวลาการการวัดด้วยพนักงาน (วินาที)	เวลาการวัดงานด้วยระบบอัตโนมัติ (วินาที)
1	จัดวางชิ้นงานบนเครื่อง VMM	10	3
2	วัดขนาดชิ้นงาน	156	45
3	นำชิ้นงานออกจากเครื่อง	5	3
	เวลารวม	**171**	**58**

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยในการตรวจวัดชิ้นงานระหว่างการทำงานด้วยพนักงานและระบบอัตโนมัติ

รอบการวัดงาน	เวลาการตรวจวัดด้วยพนักงาน (วินาที)	เวลาตรวจวัดด้วยระบบอัตโนมัติ (วินาที)
1	173	57
2	172	59
3	171	59
4	171	60
5	171	60
6	172	57
7	173	57
ค่าเฉลี่ย	**171.857**	**58.429**

ผลการวิเคราะห์พบว่า เวลาเฉลี่ยในการตรวจวัดชิ้นงานด้วยพนักงานเท่ากับ 171.86 วินาที ขณะที่ระบบอัตโนมัติใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 58.43 วินาทีต่อรอบการทำงาน แสดงให้เห็นว่าการใช้ระบบอัตโนมัติสามารถลดเวลาในการตรวจวัดได้ ร้อยละ 66 เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานด้วยพนักงาน ดังแสดงในตารางที่ 1, 2 และรูปที่ 8 นอกจากนี้ค่าความแปรปรวนของเวลาในการตรวจวัดด้วยระบบอัตโนมัติเท่ากับ 1.95 วินาที^{2} สูงกว่าการตรวจวัดงานด้วยพนักงานซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.81 วินาที^{2} โดยระบบอัตโนมัติมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.40 วินาที เมื่อเปรียบเทียบกับ 0.90 วินาที ของการตรวจวัดงานด้วยพนักงาน



รูปที่ 8 ความแตกต่างของเวลาในการทำงานระหว่างพนักงานกับระบบอัตโนมัติ

เมื่อพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์ สำหรับกรณีศึกษาของการทำงาน 1 วัน มีเวลางาน 8 ชั่วโมง หรือ 28,800 วินาที ความแตกต่างของจำนวนชิ้นงานที่ตรวจวัดได้ต่อวันสามารถคำนวณได้ดังนี้

การทำงานด้วยแรงงานพนักงาน

$$\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อวัน} = \frac{T_{total}}{T_{cycle}}$$

$$= \frac{28800 \text{ วินาที}}{172 \text{ วินาที}} = 167 \text{ ชิ้น}$$

การทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ

$$\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อวัน} = \frac{T_{total}}{T_{cycle}}$$

$$= \frac{28800 \text{ วินาที}}{58 \text{ วินาที}} = 496 \text{ ชิ้น}$$

จากผลการทดลองพบว่าการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติทำงานได้มากกว่าการการวัดด้วยพนักงาน 496 – 167 = 329 ชิ้น หรือคิดเป็น 1.97 เท่า ดังนั้นการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติมีประสิทธิภาพสูงกว่าการทำงานด้วยแรงงานมนุษย์ 66.28% ประสิทธิภาพของระบบที่เพิ่มขึ้นสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{Efficiency Imp.}(\%) = \left(\frac{T_{manual} - T_{auto}}{T_{manual}}\right) \times 100$$

T_{manual} = เวลาเฉลี่ยการทำงานต่อรอบของพนักงาน (วินาที)

T_{auto} = เวลาเฉลี่ยการทำงานต่อรอบด้วยระบบอัตโนมัติ (วินาที)

$$\text{Efficiency Imp.}(\%) = \left(\frac{172-58}{172}\right) \times 100$$

กรณีศึกษาเพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ ระบบอัตโนมัติมีต้นทุนค่าอุปกรณ์ ค่าโปรแกรมและการประกอบติดตั้งรวมทั้งหมด 89,763.60 บาท

พิจารณาการทำงานด้วยแรงงานพนักงาน

การทำงาน 1 ปี มีวันทำงาน 220 วัน ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ค่าแรงงานวิศวกร 30,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นต้นทุนค่าแรงงาน 360,000 บาทต่อปี

$$\text{ค่าแรงงาน} = \frac{360{,}000 \text{ บาท}}{220 \text{ วัน}} = 1{,}636.36 \text{ บาทต่อวัน} = 204.54 \text{ บาทต่อชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาการวัดต่อรอบ} = \frac{172 \text{ วินาที}}{3600 \text{ วินาที}} = 0.04 \text{ ชั่วโมง}$$

ดังนั้นพิจารณาต้นทุนการวัดชิ้นงานต่อรอบได้ดังนี้

$$\text{ค่าแรงงานการวัดต่อรอบ} = 204.54 \times 0.04 = 9.77 \text{ บาท}$$

พิจารณาการทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ ระบบที่ติดตั้งจะมีการคิดอายุการใช้งานเพื่อพิจารณาค่าเสื่อมสภาพตามมาตรฐานของหน่วยงานคิดที่ระยะเวลา 10 ปี ดังนั้น จะมีต้นทุนค่าดำเนินการคิดเป็น 8,976.36 บาทต่อปี ทำงาน 1 ปี มีวันทำงาน 220 วัน เวลาที่ใช้ในการวัดชิ้นงานอ้างอิงการทำงานของพนักงานที่ 172 วินาที หรือ 2.87 นาที คิดจำนวนครั้งในการวัดได้เท่ากับ 36740 ครั้ง เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจัดเรียงชิ้นงานสามารถใช้แรงงานทั่วไปทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ค่าแรงงาน 18,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นต้นทุนค่าแรงงาน 216,000 บาทต่อปี

$$\text{ค่าแรงงาน} = \frac{216{,}000 \text{ บาท}}{220 \text{ วัน}} = 981.82 \text{ บาทต่อวัน}$$

$$= 122.73 \text{ บาทต่อชั่วโมง}$$

$$\text{เวลาการวัดต่อรอบ} = \frac{58 \text{ วินาที}}{3600 \text{ วินาที}} = 0.016 \text{ ชั่วโมง}$$

ดังนั้นพิจารณาต้นทุนการวัดชิ้นงานต่อรอบได้ดังนี้

$$\text{ค่าแรงงานการวัดต่อรอบ} = 122.73 \times 0.016 = 1.96 \text{ บาท}$$

$$\text{ต้นทุนค่าระบบอัตโนมัติต่อรอบ} = \frac{8{,}976.36 \text{ บาท}}{36{,}740 \text{ บาท}} = 0.24 \text{ บาท}$$

$$\text{ต้นทุนค่าดำเนินการสุทธิ} = 0.24 + 1.96 = 2.20 \text{ บาท}$$

$$\text{ต้นทุนที่สามารถลดลงได้สุทธิ} = 9.77 - 2.20 = 7.56 \text{ บาท}$$

$$= 277{,}901.36 \text{ บาทต่อปี}$$

พิจารณาระยะเวลาในการคืนทุน (ROI) จากสมการ

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{ต้นทุนระบบอัตโนมัติ}}{(\text{ต้นทุนพนักงาน} - \text{ต้นทุนระบบอัตโนมัติ})} = \frac{89{,}763.60 \text{ บาท}}{277{,}901.36 \text{ บาท}} = 0.323 \text{ ปี}$$

4. อภิปรายผล

จากผลการทดลองพบว่าระบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นสามารถลดระยะเวลาในการวัดชิ้นงานได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ความสามารถในการทำงานต่อเนื่องและความสม่ำเสมอของผลลัพธ์จากการวัดยังสะท้อนถึงประโยชน์ด้านคุณภาพ (Quality) และความแม่นยำ (Accuracy) ที่สูงกว่าการวัดโดยพนักงาน ซึ่งมีความเสี่ยงต่อข้อผิดพลาดจากความเหนื่อยล้า ความไม่สม่ำเสมอของมนุษย์ [13] อย่างไรก็ตามในการใช้งานจริงการติดตั้งและใช้งานระบบอัตโนมัติยังต้องพิจารณาด้านความพร้อมของอุปกรณ์ พื้นที่ และทักษะของผู้ใช้งานประกอบหากมีการวางแผนระบบให้เหมาะสมตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ ก็จะช่วยให้สามารถประยุกต์ใช้ระบบนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในบริบทของโรงงานหรือสายการผลิตที่หลากหลาย

5. สรุปผลวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับเครื่องวัดด้วยภาพ (VMM) โดยใช้แอคชูเอเตอร์ไฟฟ้าเชิงเส้นควบคุมด้วย PLC และซอฟต์แวร์ควบคุมเฉพาะทาง พบว่าระบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานร่วมกับเครื่องมือวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้กระบวนการวัดดำเนินไปอย่างต่อเนื่องแบบเรียลไทม์โดยไม่ต้องพึ่งพาการทำงานของพนักงาน ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่างการทำงานของพนักงานและระบบอัตโนมัติพบว่า ระบบอัตโนมัติสามารถลดระยะเวลาเฉลี่ยในการทำงานจาก 172 วินาที เหลือเพียง 58 วินาทีต่อรอบ คิดเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพถึง 66.28% และสามารถลดต้นทุนต่อรอบการวัดงานได้ 7.56 บาท เมื่อวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์พบว่าการทำงานของระบบอัตโนมัติสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 4 เดือน ระบบที่พัฒนาขึ้นยังแสดงให้เห็นถึงความสม่ำเสมอในการวัดที่ดีกว่าการทำงานโดยพนักงาน ช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ และส่งผลให้การควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ การนำระบบอัตโนมัติมาใช้ยังเป็นการเตรียมความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมต่อการเข้าสู่ยุคการผลิตอัจฉริยะอย่างยั่งยืน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการออกแบบและผลิตขั้นสูง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น และบริษัท มิตูโตโย (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของงานวิจัยนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Sumipol Corporation Co., Ltd., “Factory Automation Solution,” accessed Apr. 12, 2025. [Online]. Available: https://www.sumipol.com/service/factory-automation-solution/. (in Thai)

[2] Mitutoyo, “Mitutoyo Thailand,” 2024, accessed Aug. 5, 2024. [Online]. Available: https://www.mitutoyo.co.th/th-en. (in Thai)

[3] Sumipol, “Quick Vision Hyper QVH4 Pro CNC,” 2024, accessed Apr. 2, 2025. [Online]. Available: https://www.sumipol.com/product/qvh4-pro-cnc/

[4] Mitutoyo Corporation, “CNC Vision Measuring System: Quick Vision Series” (Catalog No. E4317-363), Mitutoyo, 2022. [Online]. Available: https://www.mitutoyo.com

[5] M. Patil, Y. Toporovsky, L. Hmurcik, and T. Sobh, “Integration of Vision System, Intelligent ROBO Actuator, HMI and PLC to Design a Universal Quality Inspection or Control Machine,” *i-manager’s J. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 5–13, 2012.

[6] W. Chen et al., “Deep Learning-Based Dimensional Measurement for Industrial Parts Using a Single Image,” *IEEE Trans. Ind. Informat.*, vol. 19, no. 2, pp. 1024-1033, 2023.

[7] K. Nakamura et al., “High-Speed 3D Surface Measurement System Using Structured Light for Factory Automation,” *Meas. Sci. Technol.*, vol. 34, no. 5, 055401, 2023.

[8] A. Müller et al., “Labor Productivity vs. Automation Costs: A Cross-Industry Study,” *IEEE Trans. Eng. Manage.*, vol. 70, no. 4, pp. 1567-1580, 2023.

[9] T. Yamashita, “Implementation of Automated Optical Inspection at Toyota Production System,” *J. Adv. Manufact. Technol.*, vol. 17, no. 3, pp. 45-62, 2024.

[10] Mitutoyo Technical Report, “Accuracy Improvement Techniques for Quick Vision Machines,” 2023 Edition.

[11] K. Ploypanichcharoen, *Measurement System Analysis (MSA)*. Bangkok, Thailand: Technology Promotion Association (Thailand-Japan), 1999. (in Thai)

[12] P. Suthat Na Ayutthaya and P. Luangphibul, *Engineering Statistics*. Bangkok, Thailand: Top Publishing Co., Ltd., 2016. (in Thai)

[13] M. Tanaka and H. Suzuki, “Cost-Benefit Analysis of Automation in Asian Electronics Manufacturing,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 255, 108663, 2023.

การประยุกต์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพสำหรับออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่าของสถานศึกษา

Applying Quality Functional Deployment Technique to Design an Alumni Information System for Educational Institution

จักรินทร์ กลั่นเงิน[1] อัคค์สัจจา ดวงสุภาสิญจ์[2*] กัญญารัตน์ หนุนดี[1] พิมพ์ชนก วันที[1] และ ณิชาภัทร คุ้มสุข[3]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
199 หมู่ 6 ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
128 ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300
[3]สำนักงานเลขานุการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
199 หมู่ 6 ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230
Jakkarin Klunngien[1] Akksatcha Duangsuphasin[2*] Kunyarat Nundee[1] Pimchanok Wantee[1]
and Nichapat Kumsuk[3]
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering at Sriracha, Kasetsart University
199 Moo 6, Tung Sukla, Sri Racha, Chon Buri, 20230
[2]Division of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna
128, Muang, Chiang Mai, 50300
[3]Secretary Officer, Faculty of Engineering at Sriracha, Kasetsart University
199 Moo 6, Tung Sukla, Sri Racha, Chon Buri, 20230
[*]Corresponding author Email: akksatcha@rmutl.ac.th
(Received: July 5, 2025; Revise: December 22, 2025; Accepted: December 23, 2025)

บทคัดย่อ

การประกันคุณภาพเครือข่ายมหาวิทยาลัยอาเซียนได้ให้ความสำคัญต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังในการออกแบบหลักสูตร ผลลัพธ์การเรียนรู้ต้องสะท้อนถึงความต้องการของผู้มีส่วนได้เสีย โดยผู้มีส่วนได้เสียที่สำคัญ คือ ศิษย์เก่า ระบบสารสนเทศศิษย์เก่ามีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ซึ่งศิษย์เก่าสามารถประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรและความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ต่อความต้องการที่แท้จริงได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่าด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ ผ่านเฟสการวางแผนผลิตภัณฑ์และเฟสการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้มีส่วนได้เสียจำนวน 68 ตัวอย่าง ถูกสำรวจความต้องการในการใช้งานระบบ แบ่งเป็น บุคลากร จำนวน 10 ตัวอย่าง และศิษย์เก่า จำนวน 58 ตัวอย่าง ผลที่ได้คือ ความสำคัญโดยเปรียบเทียบของข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยสำหรับการออกแบบระบบสารสนเทศได้ถูกแปลงเป็นเป้าหมายทางด้านเทคนิค เพื่อใช้สำหรับการออกแบบระบบ โดยระบบสารสนเทศศิษย์เก่าถูกพัฒนาผ่านกูเกิลแพลตฟอร์ม ผลจากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบอยู่ที่ 4.20 คะแนน (เต็ม 5.00 คะแนน)

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศศิษย์เก่า การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ และ กูเกิลแพลตฟอร์ม

Abstract

The Asean University Network Quality Assurance has emphasized the expected learning outcomes in curriculum design. Learning outcomes must reflect the needs of stakeholders, with the most important stakeholders being alumni. Alumni information systems are crucial for improving the quality of education, allowing alumni to assess the effectiveness of courses and the alignment of learning outcomes with actual needs. Therefore, this research aimed to design an alumni information system using the quality functional deployment technique through the product planning phase and the design deployment phase. A sample of 68 stakeholders is surveyed to assess their needs for the system, comprising 10 personnel and 58 alumni. The result is that the relative importance of the subcomponent requirements for information system design is translated into technical goals for use in information system design. The system design is developed through Google Platform. The results of the user satisfaction assessment of the system are 4.20 points (out of 5.00 points).

Keywords: Alumni Information System, Quality Functional Deployment, and Google Platform

1. บทนำ

ในบริบทการประกันคุณภาพเครือข่ายมหาวิทยาลัยอาเซียน (Asean University Network Quality Assurance: AUN–QA) ได้ให้ความสำคัญกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังในการออกแบบหลักสูตร ซึ่งผลลัพธ์การเรียนรู้ต้องสะท้อนถึงความต้องการหรือความคาดหวังของผู้มีส่วนได้เสีย (Stakeholders) โดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หมายถึง บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพการศึกษาระดับอุดมศึกษาในอาเซียน นั่นคือ นักศึกษา อาจารย์ ผู้บริหาร ศิษย์เก่า ภาคอุตสาหกรรม และชุมชน อย่างไรก็ดี ศิษย์เก่าเป็นผู้มีส่วนได้เสียที่สำคัญเนื่องจากประสบการณ์และข้อเสนอแนะของพวกเขาสามารถช่วยประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรและความสอดคล้องของผลการเรียนรู้กับความต้องการที่แท้จริงในทางปฏิบัติได้เป็นอย่างดี [1] การจัดทำระบบสารสนเทศศิษย์เก่าจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในหลายมิติ เช่น การสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ช่องว่างระหว่างการศึกษากับความต้องการตลาดแรงงาน ฯลฯ ระบบสารสนเทศศิษย์เก่าถูกพัฒนาด้วยแนวคิดที่หลากหลาย เช่น การประยุกต์การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ (Customer Relationship Management: CRM) ในการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานระบบ [2] นอกจากนี้ การวิเคราะห์และพัฒนาระบบด้วยวงจรพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ การวิเคราะห์ความต้องการ การออกแบบระบบ การพัฒนา การทดสอบ และการบำรุงรักษา [3–4] จากแนวคิดข้างต้นการวิเคราะห์และประเมินความต้องการของผู้ใช้งานจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์จากการใช้งานในระบบสารสนเทศศิษย์เก่าซึ่งเหมาะสำหรับการพัฒนาระบบมากกว่าการพัฒนาระบบใหม่

ทั้งนี้ แนวคิดสำหรับแปลงความต้องการของผู้ใช้เป็นการออกแบบอีกหนึ่งเทคนิค คือ การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Functional Deployment Technique: QFD) ซึ่งเป็นแนวคิดที่ถูกประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบหรือผลิตภัณฑ์ โดยนำความต้องการของผู้ใช้งานซึ่งไม่จำเป็นต้องมีประสบการณ์ในผลิตภัณฑ์มาก่อน แปลงเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค เพื่อให้สามารถเข้าใจและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน จากนั้น จัดลำดับความสำคัญของคุณลักษณะทางคุณภาพที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้งาน และนำไปพิจารณาเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค และแปลงมาเป็นลักษณะของการบริการ [5–7] อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าวสำหรับการออกแบบระบบสารสนเทศนั้นมีจำกัด ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการ

ประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพสำหรับการออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่าเพื่อเชื่อมโยงความต้องการของผู้ใช้งานกับฟังก์ชันการทำงานของระบบ

2. การดำเนินงานวิจัย

2.1 การกำหนดขนาดตัวอย่าง

เนื่องจากงานวิจัยนี้ไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน จึงทำให้ไม่ทราบค่าสัดส่วนประชากร (p) ที่แน่นอนด้วย ดังนั้น การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้จึงเป็นไปตามสมการที่ 1 [8] โดย n คือ ขนาดตัวอย่าง p คือ สัดส่วนของประชากร Z คือ ระดับความมั่นใจที่กำหนด และ E คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} pq}{E^2} \tag{1}$$

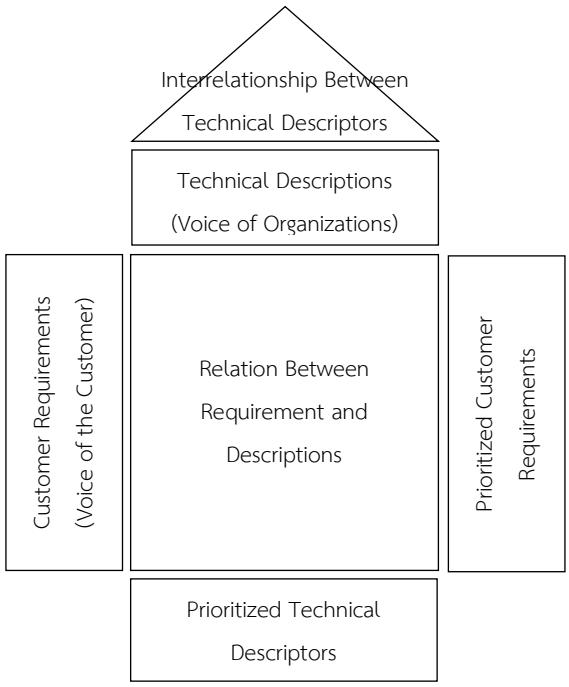
จากสมการที่ 1 งานวิจัยนี้ กำหนดให้ p=0.5 เนื่องจากเป็นกรณีที่ไม่มีข้อมูลมาก่อน ด้วยระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ร้อยละ 10

$$n = \frac{Z^2_{1-0.1/2} \times 0.5 \times (1-0.5)}{0.1^2} = 67.65 \approx 68$$

ดังนั้น ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมของงานวิจัยนี้ คือ 68 ตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น บุคลากรในสถานศึกษา จำนวน 10 ตัวอย่าง และศิษย์เก่าของสถานศึกษาที่สำเร็จการศึกษาตั้งแต่ปีการศึกษา 2564 ถึง 2567 จำนวน 58 ตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้ คือ การสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) ด้วยวิธีการสุ่มแบบสะดวก (Convenience Sampling)

2.2 เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

การประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ ในส่วนของเมทริกซ์การวางแผนผลิตภัณฑ์ (Product Planning) ดังรูปที่ 1 โดยจะนำความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Voice of Customer) มาแปลงเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Requirement) ต่อมาทำการกำหนดทิศทางการปรับปรุงในแต่ละเป้าหมาย และคำนวณค่าคะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้งานและข้อกำหนดทางเทคนิค ซึ่งค่าความสัมพันธ์นี้จะนำไปใช้ต่อไปในเมทริกซ์การออกแบบผลิตภัณฑ์ จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคในแต่ละข้อ และจัดเรียงลำดับความสำคัญข้อกำหนดทางเทคนิค เพื่อให้ทราบถึงระดับความสำคัญของแต่ละข้อกำหนด และกำหนดเป้าหมายทางด้านเทคนิค เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่าต่อไป



รูปที่ 1 โครงสร้างบ้านคุณภาพ [9]

ขั้นตอนการกำหนดรายละเอียดในบ้านคุณภาพมีขั้นตอนดังนี้

1. ความต้องการของผู้ใช้งานระบบถูกรวบรวมผ่านแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ด้วยจำนวน 68 ตัวอย่าง เสียงของผู้ใช้งานจะถูกระบุไว้ที่กำแพงด้านซ้าย

2. ประเมินน้ำหนักความสำคัญจากเสียงผู้ใช้ระบบโดยเฉลี่ย (Importance Weight) ด้วยค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) และจัดลำดับความสำคัญ

3. คุณสมบัติการออกแบบระบบที่สำคัญถูกพิจารณาจากการประยุกต์ใช้แผนภาพแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เพื่อกำหนดคำอธิบายทางเทคนิคในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้

4. กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้งานระบบและเทคนิควิธีการใช้เพื่อตอบสนองความต้องการ โดยงานวิจัยนี้ใช้การระดมสมองร่วมกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อลงความคิดเห็นในการกำหนดคะแนนความสัมพันธ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 1 คือ ความสัมพันธ์เล็กน้อยหรือเป็นไปได้ 3 คือ ความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง และ 9 คือ ความสัมพันธ์มาก

5. คำนวณค่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้งานและเทคนิควิธีการใช้เพื่อตอบสนองความต้องการ ตามสมการที่ 2 [10]

$$\text{SL_ABS}=\sum(\text{value of relationship between customer requirements and technical requirements} \times \text{important ranking value}) \quad (2)$$

6. กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างเทคนิควิธีการใช้เพื่อตอบสนองความต้องการเป็นรายคู่ โดยการระดมสมองร่วมกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อกำหนดความสัมพันธ์ โดย “O” คือ มีความสัมพันธ์กันมาก และ “X” คือ มีความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้

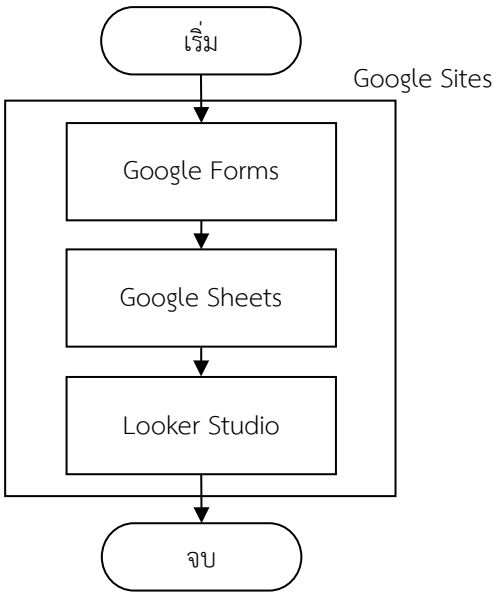
7. ระบุข้อกำหนดทางเทคนิคที่นำไปใช้เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานระบบ ด้วยค่าน้ำหนักสัมบูรณ์ ตามสมการที่ 3 [10]

$$SL_REL=\frac{\text{significance level of absolute technical requirement}\times 100}{\sum(\text{total of significance level of absolute technical requirement})} \quad (3)$$

2.3 การออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่าด้วยกูเกิลแพลตฟอร์ม (Google Platform)

กูเกิลแพลตฟอร์ม คือ ระบบนิเวศคลาวด์สาธารณะ (Google Cloud Platform) ที่ให้บริการครอบคลุมทั้งส่วนโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) แพลตฟอร์ม (Platform) และซอฟต์แวร์ (Software) เพื่อสนับสนุนการประมวลผล การจัดเก็บ และการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยแพลตฟอร์มของกูเกิลถูกประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ดังแสดงในรูปที่ 2 และรายละเอียดดังนี้

1. Google Sites ถูกใช้สำหรับเป็นส่วนติดต่อผู้ใช้งานหลัก (User Interface) โดยเป็นหน้าหลัก เพื่อแสดงรายละเอียด รายงาน รวมถึงเชื่อมโยงไปยังส่วนของแบบสอบถามได้
2. Google Forms ถูกใช้สำหรับเป็นแบบสอบถามเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ
3. Google Sheets ถูกใช้สำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลจากแบบสอบถาม
4. Looker Studio เป็นส่วนการรายงาน ด้วยหน้าจอสรุปข้อมูลสำคัญ (Dashboard)



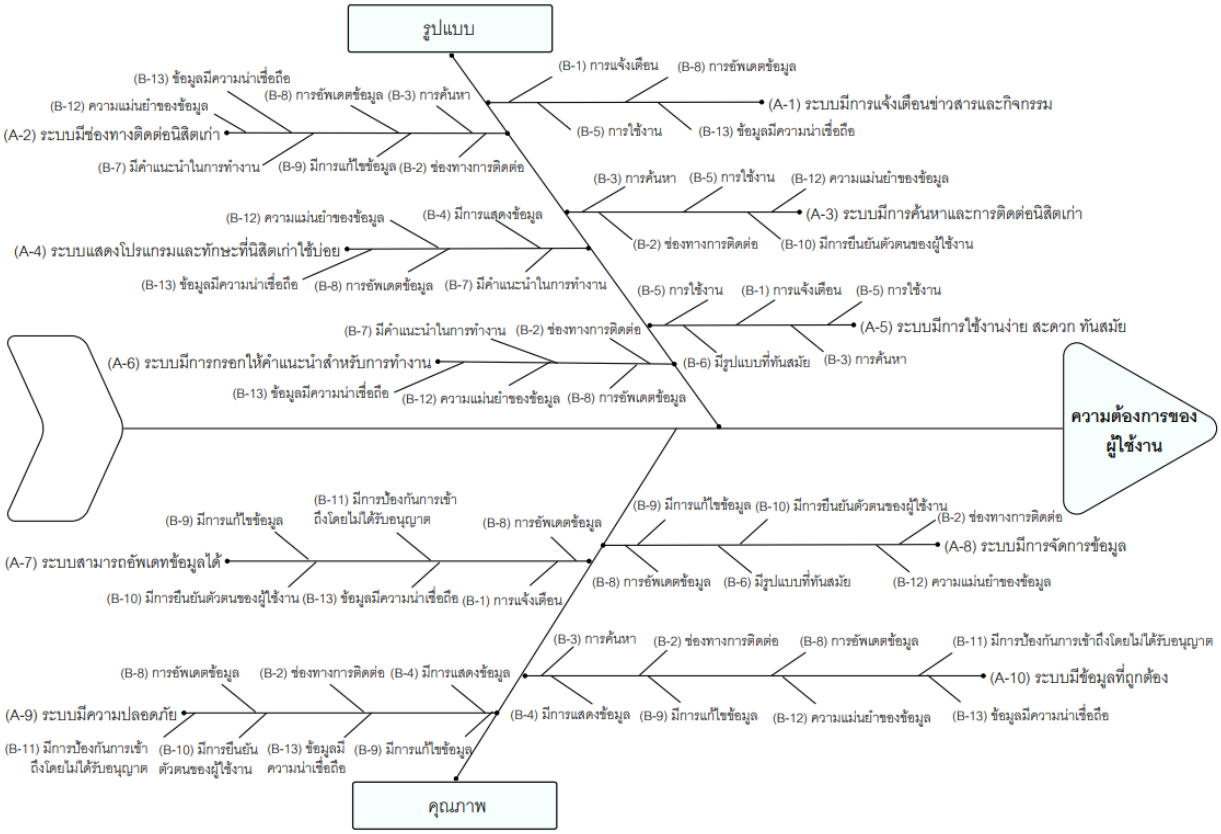
รูปที่ 2 กรอบแนวคิดการออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่าด้วยกูเกิลแพลตฟอร์ม

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพเฟสที่ 1 การวางแผนผลิตภัณฑ์

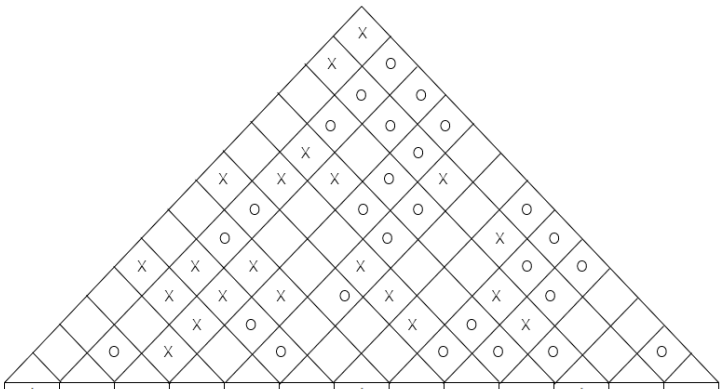
จากการสำรวจความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Voice of Customer) โดยการสัมภาษณ์ตัวต่อตัวและสำรวจจากแบบสอบถาม ด้วยจำนวน 68 ตัวอย่าง โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ บุคลากรและศิษย์เก่าของสถานศึกษา ซึ่งความต้องการที่ได้มาเป็นถ้อยคำจากผู้ใช้งานระบบหรือเสียงของผู้ใช้งานระบบ จากนั้น จัดเรียงถ้อยคำจากความต้องการของผู้ใช้งานระบบใหม่ จากนั้น แบบสอบถามถูกนำมาใช้เพื่อรวบรวมความพึงพอใจต่อปัจจัยที่กำหนดข้างต้น เพื่อประเมินน้ำหนักความสำคัญจากเสียงผู้ใช้ระบบโดยเฉลี่ย (Importance Weight)

แผนภาพแสดงเหตุและผลถูกประยุกต์ใช้สำหรับการระบุข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Requirement) ด้วยการระดมสมองร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ ดังรูปที่ 3 จากนั้น ทำการกำหนดเป้าหมายทางด้านเทคนิคในแต่ละข้อกำหนด และทำการกำหนดค่าการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมายเพื่อให้ทราบถึงทิศทางในการปรับปรุง



รูปที่ 3 แผนผังก้างปลาสรุปข้อกำหนดทางเทคนิคต่อความต้องการของผู้ใช้งานระบบ

โดยรายละเอียดการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของผู้ใช้งานระบบและข้อกำหนดทางเทคนิคถูกใช้เพื่อตอบสนองความต้องการ โดยข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีผลต่อความต้องการของผู้ใช้งานมากสุดถูกสะท้อนด้วยค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสัมบูรณ์ที่มากที่สุดเช่นกัน จากนั้น ข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละตัวจะสะท้อนเป้าหมายทางเทคนิคเพื่อให้ได้แนวทางการออกแบบระบบต่อไป รายละเอียดดังรูปที่ 4



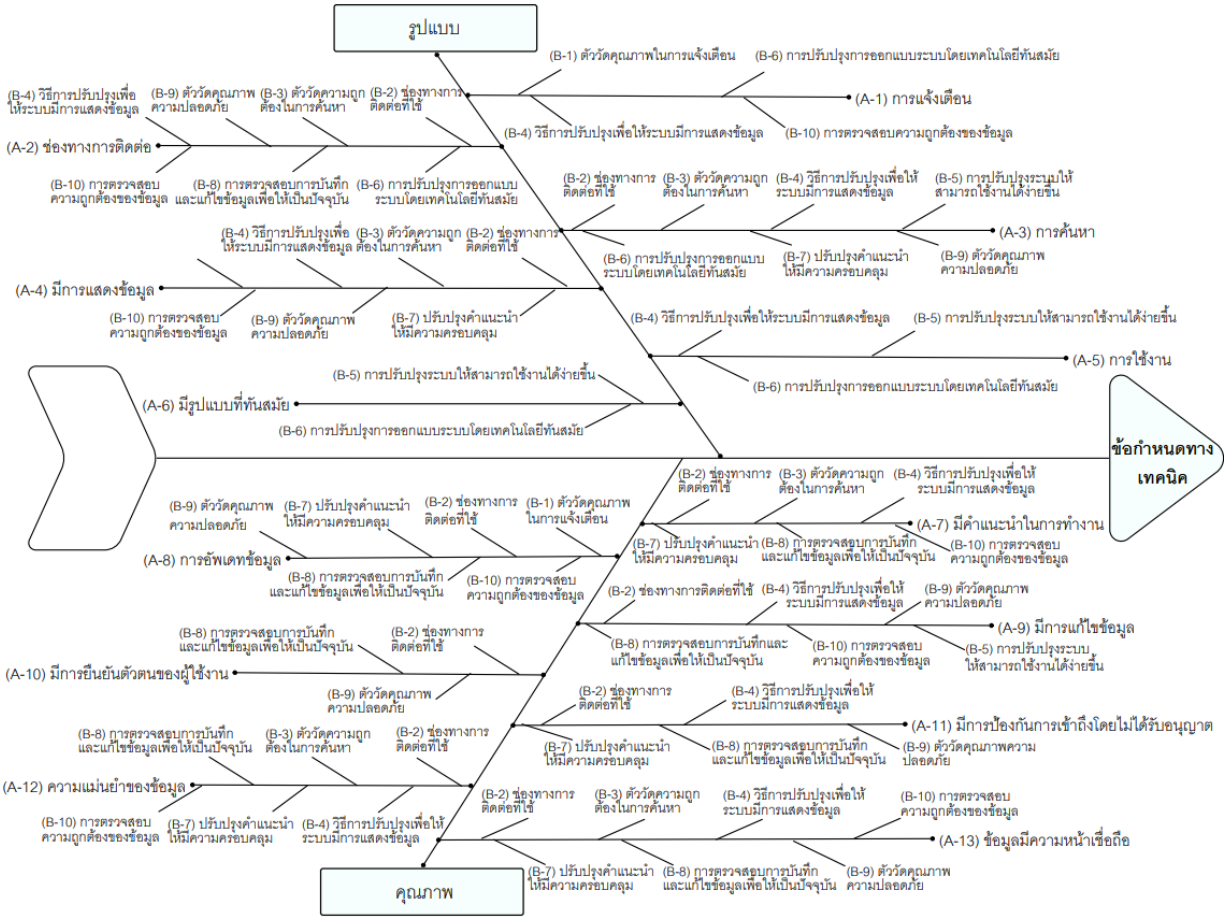
ข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Requirement)		การแจ้งเตือน	ช่องทางการติดต่อ	การค้นหา	มีการแสดงข้อมูล	การใช้งาน	มีรูปแบบที่ทันสมัย	มีคำแนะนำในการทำงาน	การอัพเดทข้อมูล	มีการแก้ไขข้อมูล	มีการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งาน	มีการป้องกันการเข้าถึงโดยไม่ได้รับอนุญาต	ความแม่นยำของข้อมูล	ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ	
		↓	O	↑	O	↑	O	↓	↑	O	O	↓	↑	↑	
ความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement)	IMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
ระบบมีการแจ้งเตือนข่าวสารและกิจกรรม	4.19	9			3				3					3	
ระบบมีช่องทางติดต่อนิสิตเก่า	4.06		9	9	1	3	1	1	9	3		1		3	
ระบบมีการค้นหาและการติดต่อนิสิตเก่า	4.06		9	9	3	3	3	3					9	3	
ระบบแสดงโปรแกรมและทักษะที่นิสิตเก่าใช้บ่อย	3.87			1	9			3	3	3			3	1	
ระบบมีการใช้งานง่าย สะดวก ทันสมัย	4.19	3	3	3		9	9								
ระบบมีการกรอกให้คำแนะนำสำหรับการทำงาน	3.97		9	1				9	3				1	1	
ระบบสามารถอัพเดทข้อมูลได้	4.18	3	9						9	9	9	3		3	
ระบบมีการจัดการข้อมูล	4.18		3				3	1	3	9	3	3	1		
ระบบมีความปลอดภัย	4.35	1	3	3	9	3					9	9		3	
ระบบมีข้อมูลที่ถูกต้อง	4.35	3	9	9	9			3	9	9			9	9	
ลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสัมบูรณ์		10	1	3	4	11	13	9	2	5	8	12	7	6	**รวม**
ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสัมบูรณ์		80.22	223.74	145.69	141.94	75.12	66.49	80.81	161.94	138.18	89.31	68.29	95.45	109.51	1,476.69
ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ		5.43	15.15	9.87	9.61	5.09	4.50	5.47	10.97	9.36	6.05	4.62	6.46	7.42	100.00
เป้าหมายทางเทคนิค		มีการแจ้งเตือนอัพเดทข่าวสารล่าสุด	มีช่องทางการติดต่อหลายช่องทาง	มีการค้นหาที่แม่นยำ และถูกต้อง	ระบบได้แสดงข้อมูลการใช้โปรแกรม และทักษะในการทำงานจริง	สามารถใช้งานระบบได้ง่าย สะดวก	ระบบมีการจัดวางองค์ประกอบได้อย่างทันสมัยและเรียบง่าย	สามารถให้คำแนะนำที่ครอบคลุมต่อความต้องการของผู้ใช้งาน	ข้อมูลมีความเป็นปัจจุบันมากที่สุด	สามารถแก้ไขข้อมูลในระบบได้	ระบบมีการยืนยันตัวตนด้วยรหัสผ่าน	ระบบมีการยืนยันตัวตนแบบสองขั้นตอน	ข้อมูลของนิสิตเก่ามีความถูกต้อง 95 %	สามารถตรวจสอบที่มาของข้อมูลและการเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้	

รูปที่ 4 เฟสที่ 1 การวางแผนผลิตภัณฑ์

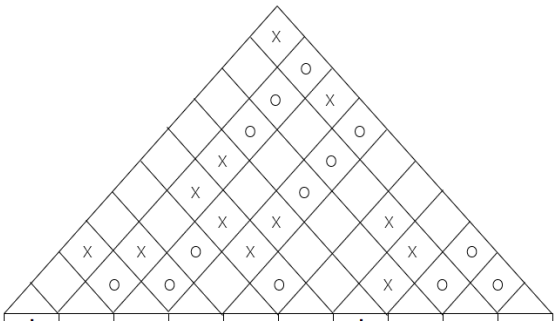
3.2 ผลการประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพเฟสที่ 2 การแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์

ผลลัพธ์จากเฟสการวางแผนผลิตภัณฑ์หรือบ้านคุณภาพ ข้อกำหนดทางเทคนิคที่ได้จะถูกกำหนดให้เป็นผนังด้านซ้ายของเฟสที่ 2 คือ การแปลงการออกแบบ (Design Deployment) การดำเนินการสำหรับเฟสที่ 2 นั้น จะดำเนินการ

เช่นเดียวกับหัวข้อ 3.1 โดยรูปที่ 5 คือ การระดมสมองร่วมกับผู้เชียวชาญเพื่อกำหนดข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย (Part Characteristics) ด้วยแผนภาพแสดงเหตุและผล สำหรับรูปที่ 6 คือ รายละเอียดสำหรับเฟสการแปลงการออกแบบ



รูปที่ 5 แผนผังก้างปลาสรุปข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยต่อข้อกำหนดทางเทคนิค



	ข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย (Part Characteristics)	การแจ้งเตือน	ช่องทางการติดต่อ	การค้นหา	มีการแสดงข้อมูล	การใช้งาน	มีรูปแบบที่ทันสมัย	มีคำแนะนำในการทำงาน	การอัพเดทข้อมูล	มีการแก้ไขข้อมูล	มีการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งาน	
		↓	○	↑	○	↑	○	↓	↑	↑	○	
ข้อกำหนดทาเทคนิค (Technical Requirement)	IMP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
การแจ้งเตือน	5.43	9			3		1				1	
ช่องทางการติดต่อ	15.15		9	9	9		3		9	9	3	
การค้นหา	9.87		9	9	3	9	3	1		3		
มีการแสดงข้อมูล	9.61		3	3	9			3		3	3	
การใช้งาน	5.09				1	9	3					
มีรูปแบบที่ทันสมัย	4.50					3	9					
มีคำแนะนำในการทำงาน	5.47		1	1	3			9	3		1	
การอัพเดทข้อมูล	10.97	9	9					3	9	9	3	
มีการแก้ไขข้อมูล	9.36		9		3	3		3	9	9	3	
มีการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งาน	6.05		3						3	9		
มีการป้องกันการเข้าถึงโดยไม่ได้รับอนุญาต	4.62		9		1			1	9	9		
ความแม่นยำของข้อมูล	6.46		9	9	9			3	9		9	
ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ	7.42		9	3	3			3	9	1	9	
ลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสัมบูรณ์		9	1	5	4	8	10	7	2	3	6	**รวม**
ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสัมบูรณ์		147.60	627.10	339.88	403.34	176.22	136.26	195.18	520.38	481.21	271.09	3,298.26
ค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคโดยเปรียบเทียบ		4.48	19.01	10.30	12.23	5.34	4.13	5.92	15.78	14.59	8.22	100.00
เป้าหมายทางเทคนิค		ส่งการแจ้งเตือนที่ตรงและแม่นยำ	ช่องทางการติดต่อเข้าถึงได้ง่ายกับผู้ใช้งาน และครอบคลุมหลายช่องทาง	การค้นหาให้ผลลัพธ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้	ข้อมูลมีความชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย	ระบบสามารถทำงานได้อย่างสะดวกและใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ ได้ง่าย	ระบบสามารถทำงานได้ดีในทุกอุปกรณ์และขนาดหน้าจอ	ระบบให้คำแนะนำครอบคลุมในประเด็นที่สำคัญ	ระบบสามารถบันทึกและแก้ไขข้อมูลได้	ระบบสามารถตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึง	ระบบสามารถตรวจสอบข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง	

รูปที่ 6 เฟสที่ 2 การแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์

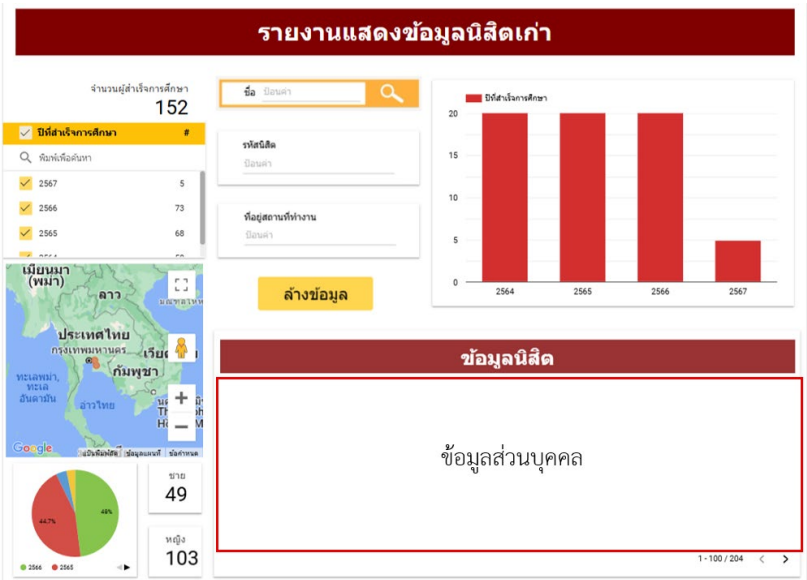
4. อภิปรายผล

4.1 เป้าหมายทางเทคนิคสำหรับระบบสารสนเทศศิษย์เก่า

หลังจากสร้างเมทริกซ์การแปลงการออกแบบผลิตภัณฑ์เสร็จสิ้นแล้วนั้น พิจารณาข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยที่มีความสำคัญจากมากไปหาน้อยตามค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบ จากนั้น กำหนดเป้าหมายทางด้านเทคนิคตามข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 โดยเป้าหมายทางด้านเทคนิคถูกใช้เพื่อออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่าผ่านกูเกิลแพลตฟอร์ม ตามที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.3 ตัวอย่างการรายงานผลผ่าน Looker Studio ดังรูปที่ 7

ตารางที่ 1 ข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยจะส่งผลต่อเป้าหมายทางด้านเทคนิค

ลำดับ	ข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อย	ค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบ	เป้าหมายทางด้านเทคนิค
1.	ช่องทางการติดต่อ	19.11	ช่องทางการติดต่อที่ใช้
2.	การอัพเดทข้อมูล	15.78	การตรวจสอบการบันทึกและแก้ไขข้อมูลเพื่อให้เป็นปัจจุบัน
3.	การค้นหา	14.59	ตัววัดคุณภาพความปลอดภัย
4.	มีการแสดงข้อมูล	12.23	วิธีการปรับปรุงเพื่อให้ระบบมีการแสดงข้อมูล
5.	มีการแก้ไขข้อมูล	10.36	ตัววัดความถูกต้องในการค้นหา
6.	ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ	8.22	การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
7.	ความแม่นยำของข้อมูล	5.92	การปรับปรุงคำแนะนำให้มีความครอบคลุม
8.	มีการยืนยันตัวตนของผู้ใช้งาน	5.34	การปรับปรุงระบบให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น
9.	มีคำแนะนำในการทำงาน	4.48	ตัววัดคุณภาพในการแจ้งเตือน
10.	การแจ้งเตือน	4.13	การปรับปรุงการออกแบบระบบโดยใช้เทคโนโลยีทันสมัย



รูปที่ 7 การรายงานผลผ่านระบบ (ตัวอย่าง)

4.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสารสนเทศศิษย์เก่า

หลังจากออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่าเสร็จสิ้น แบบสอบถามด้วยมาตรวัดประเมินค่า (Rating Scale) แบบมาตรวัดลิเคิรท (Likert Scale) แบบ 5 ระดับ ถูกใช้สำหรับประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยผู้ใช้งาน แบ่งออกเป็น ด้าน

รูปแบบของระบบ ด้านคุณภาพของระบบ และความพึงพอใจโดยรวม รายละเอียดดังตารางที่ 2 ทั้งนี้ ด้านรูปแบบของระบบมีความพึงพอใจเฉลี่ย คือ 4.13 (พึงพอใจมาก) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.45 ด้านคุณภาพของระบบมีความพึงพอใจเฉลี่ย คือ 4.27 (พึงพอใจมากที่สุด) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.83 และความพึงพอใจโดยรวมเฉลี่ย คือ 4.20 คะแนน (พึงพอใจมาก) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 0.84

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยผู้ใช้งาน

ลำดับ	ปัจจัยความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ด้านรูปแบบของระบบ	**4.13**	**0.45**
1.	ช่องทางการติดต่อเข้าถึงได้ง่ายกับผู้ใช้งาน	4.19	0.45
2.	ระบบสามารถบันทึกและแก้ไขข้อมูลได้	4.14	0.47
3.	ระบบมีการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึง	4.06	0.44
	ด้านคุณภาพของระบบ	**4.27**	**0.83**
1.	ข้อมูลมีความชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย	4.28	0.85
2.	การค้นหาให้ผลลัพธ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้	4.27	0.84
3.	สามารถตรวจสอบข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง	4.27	0.81
	ความพึงพอใจโดยรวมต่อระบบ	**4.20**	**0.84**

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่าด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพผ่านเฟสการวางแผนผลิตภัณฑ์และเฟสการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยแปลงเสียงของลูกค้า (Voice of Customer) หรือความต้องการของผู้ใช้งานระบบให้เป็นข้อกำหนดสำหรับการออกแบบ ผลที่ได้คือ ข้อกำหนดของส่วนประกอบย่อยถูกแปลงเป็นเป้าหมายทางด้านเทคนิคเพื่อใช้สำหรับการออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่า ซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาระบบ คือ กูเกิลแพลตฟอร์ม ซึ่งแบ่งออกเป็น ส่วนติดต่อผู้ใช้งานหลัก (User Interface) ส่วนของแบบสอบถาม ส่วนของการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม และส่วนการรายงาน จากนั้น ทำการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบสารสนเทศศิษย์เก่า ซึ่งคะแนนความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับพึงพอใจมาก จุดเด่นของการประยุกต์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในการออกแบบระบบสารสนเทศศิษย์เก่า คือ สามารถวิเคราะห์และเชื่อมโยงความต้องการของผู้ใช้งานกับฟังก์ชันการทำงานของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้การติดตามสถานะของศิษย์เก่ารวมถึงการติดต่อกับศิษย์เก่ามีระบบยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ในด้านการพัฒนาหลักสูตรต่อไป เช่น การพัฒนาหลักสูตรเพื่อมุ่งเน้นไปยังกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมาย ฯลฯ นอกจากนี้ เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพนั้น ไม่จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้ใช้งานสำหรับการประเมินความต้องการ นั่นคือ เหมาะสำหรับการออกแบบระบบใหม่ ซึ่งแตกต่างกับการประยุกต์การจัดการลูกค้าสัมพันธ์ (CRM) ในการประเมินความต้องการของผู้ใช้งานระบบ รวมถึงการวิเคราะห์และพัฒนาระบบด้วยวงจรพัฒนาระบบ (SDLC) จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์จากการใช้งานในระบบมาก่อน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้ ทั้งในส่วนของการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน และการประเมินระบบสารสนเทศศิษย์เก่าที่พัฒนาขึ้น จำกัดเฉพาะศิษย์เก่าของสถานศึกษาหนึ่งเท่านั้น ในอนาคตควรมีการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานให้ครอบคลุมในสถานศึกษาที่หลากหลาย รวมถึงการประยุกต์ใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึม (Heuristic Algorithm) สำหรับการจัดลำดับความสำคัญที่ซับซ้อนขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ASEAN University Network, *ASEAN University Network Quality Assurance Guide to AUN–QA Assessment at Programme Level Version 4.0*, Bangkok, 2020.

[2] N. Somsong, "Alumni Database System Approach to Customer Relationship Management for Higher Education Institutes," *Journal of Vocational and Technical Education*, vol. 5, no. 10, pp. 58–67, 2015. (in Thai)

[3] W. Nilsuk, "Design and Development of an Online Alumni Database System, Southeast Bangkok University," *Journal of Science and Technology, Southeast Bangkok University*, vol. 4, no. 1, pp. 82–95, 2024. (in Thai)

[4] T. Saenkham, S. Jeewattana, and N. Pimklad, "The Development of Buriram Rajabhat University Alumni Website," *Journal of Technology Management Rajabhat Maha Sarakham University*, vol. 4, no. 2, pp. 142–150, 2017. (in Thai)

[5] I. Wiangumphol, "Applying Quality Function Deployment (QFD) on the Modifying of Pickup Truck to Amphibious Vehicle for Transportation in Desaster Situations," Thesis (Master's Degree), Department of Industrial Engineering and Management, Silpakorn University, Nakhon Pathom, 2012. (in Thai)

[6] N. Saenggasanee, "An Application of Quality Function Deployment for Orange Juice Product Development," Thesis (Master's Degree), Prince of Songkla University, Songkla, 2022. (in Thai)

[7] N. Thirathammanukul, "Canteen Quality Improvement in Faculty of Engineering Chulalongkorn University," Thesis (Master's Degree), Chulalongkorn University, Bangkok, 2014. (in Thai)

[8] K. Wanichbancha, *Principle of Statistics*, Chulalongkorn University Book Center, Bangkok, 1941. (in Thai)

[9] S. Kitthao and R. Kanjana, "A Review Using QFD for Curriculum Design," *Journal of Engineering RMUTT*, pp. 1–13, 2014. (in Thai)

[10] C. Homkhiew, T. Ratanawilai, and K. Pochana, "Application of a quality function deployment technique to design and develop furniture products," *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, vol. 34, no. 6, pp. 663–668, 2012.

การแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะในการขนส่งไข่ไก่สดของร้านทุ่งแพรฟาร์มหาดใหญ่โดยการประยุกต์ใช้วิธีการแบบฮิวริสติก

Solving Fresh Egg Transportation Vehicle Routing Problem of Thung Prae Farm Hatyai Shop Using a Heuristic–based Approach

สมศักดิ์ แก้วพลอย[1*] เพ็ญนภา สุดชู[1] อูซานา เหย็บหนุด[1] และ สุจิตรา แก้วพลอย[2]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อ.เมือง จ.สงขลา 90000
[2]บริษัทเอสพลัสเอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ เซอร์วิส จำกัด อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110
Somsak Kaewploy[1*] Phennapha Sutchu[1] Ausana Yebnud[1] and Sujittra Kaewploy[2]
[1]Department of Logistics Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Songkhla Rajabhat University, Maung, Songkhla, 90000
[2]sPlus Engineering & Service Co., Ltd., Hatyai, Songkhla, 90110
[*]Corresponding author Email: somsak.ka@skru.ac.th
(Received: July 17, 2025; Revise: December 20, 2025; Accepted: December 20, 2025)

บทคัดย่อ

การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางขนส่งเป็นกลยุทธ์สำคัญในการบริหารต้นทุนโลจิสติกส์ งานวิจัยนี้มุ่งเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดเส้นทาง 3 รูปแบบ ได้แก่ วิธีปฏิบัติปัจจุบัน (ประสบการณ์) วิธีฮิวริสติกเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด และโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver สำหรับกรณีศึกษาการกระจายสินค้าไข่ไก่ไปยังลูกค้า 56 ราย ผลการศึกษาเชิงประจักษ์พบว่า VRP Spreadsheet Solver มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถลดระยะทางเฉลี่ยจาก 55.49 เหลือ 42.15 กิโลเมตร/ครั้ง ส่งผลให้ต้นทุนเชื้อเพลิงลดลงถึงร้อยละ 24.04 (คิดเป็นมูลค่าการประหยัด 40,664 บาท/ปี) ซึ่งเหนือกว่าวิธีฮิวริสติกที่ลดได้เพียงร้อยละ 5.15 ผลลัพธ์นี้ยืนยันถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้เครื่องมือตัดสินใจเชิงปริมาณเพื่อยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของโซ่อุปทานสินค้าเกษตรได้อย่างเป็นรูปธรรม

คำสำคัญ: การจัดเส้นทางยานพาหนะที่เหมาะสม ปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง และ การขนส่งไข่ไก่สด

Abstract

Efficient transport routing is a critical strategy for minimizing logistics costs. This study compares the performance of three routing methods: current practice (experience–based), Nearest Neighbor Heuristic, and VRP Spreadsheet Solver, for distributing fresh eggs to 56 customers. Empirical results indicate that the VRP Spreadsheet Solver yields the optimal outcome, reducing average distance from 55.49 to 42.15 km/time. This corresponds to a 24.04% reduction in fuel costs (saving 40,664 THB/year), significantly outperforming the heuristic method (5.15% reduction). These findings validate the potential of quantitative decision–making tools in enhancing the competitiveness of the agricultural supply chain.

Keywords: Optimal Vehicle Routing, Vehicle Routing Problem, and Fresh Eggs Transportation

1. บทนำ

การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (Logistics and Supply Chain Management) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมการขนส่ง (Transportation) ไม่ได้เป็นเพียงกิจกรรมสนับสนุน แต่เป็นองค์ประกอบเชิงกลยุทธ์ (Strategic Component) ที่มีบทบาทชี้ขาดในการสร้างและรักษาความได้เปรียบทางการแข่งขัน (Competitive Advantage) ของธุรกิจ [1] การบริหารจัดการการขนส่งที่มีประสิทธิภาพสามารถส่งผลกระทบโดยตรงต่อโครงสร้างต้นทุนและความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานของความสำเร็จในตลาด สำหรับธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับสินค้าเกษตรกรรม เช่น ไข่ไก่สด การขนส่งต้องได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมเพื่อลดความเสียหายของสินค้าและลดต้นทุนการปฏิบัติงาน [2] การพัฒนาแนวทางการจัดเส้นทางขนส่งที่เหมาะสมหรือการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ดีที่สุด (Route Optimization) ถือเป็นกระบวนการตัดสินใจเชิงปริมาณที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ประกอบการด้านการขนส่ง [3] โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อสร้างสมดุลระหว่างประสิทธิภาพด้านเวลา (การส่งมอบที่รวดเร็ว) และประสิทธิภาพด้านต้นทุน (ความคุ้มค่าสูงสุด) ซึ่งเป็นสองปัจจัยที่มักจะขัดแย้งกัน การหาเส้นทางที่เหมาะสมจึงไม่ใช่แค่การเดินทางจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง แต่เป็นการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนเพื่อบูรณาการเข้ากับเป้าหมายทางธุรกิจในภาพรวม [4–5]

ร้านทุ่งแพรฟาร์มหาดใหญ่ ซึ่งตั้งอยู่บนถนนราษฎร์ดำริ ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นผู้ประกอบการรายย่อยที่ดำเนินธุรกิจด้านการจำหน่ายไข่ไก่สด โดยมีตลาดและร้านค้าปลีกในหลายพื้นที่เป็นกลุ่มลูกค้าเป้าหมายหลัก อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าธุรกิจดังกล่าวประสบปัญหาในกระบวนการจัดเส้นทางการขนส่งสินค้า เนื่องจากยังขาดระบบหรือเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวางแผนเส้นทางการกระจายสินค้าอย่างเป็นระบบและชัดเจน [5] ในปัจจุบันการจัดส่งสินค้ายังคงอาศัยประสบการณ์ส่วนบุคคลและความคุ้นเคยของพนักงานขับรถเป็นหลัก ซึ่งนำไปสู่การเลือกเส้นทางที่ไม่มีการวิเคราะห์เชิงระบบ ส่งผลให้ระยะทางในการจัดส่งยาวกว่าความจำเป็น ส่งผลต่อเวลาการขนส่งที่เพิ่มขึ้นและประสิทธิภาพการให้บริการที่ลดลง นอกจากนี้ยังส่งผลให้ต้นทุนด้านพลังงาน โดยเฉพาะค่าน้ำมันเชื้อเพลิงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นโดยไม่จำเป็น [6]

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงได้ทำการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการการจัดเส้นทางยานพาหนะสำหรับการขนส่งไข่ไก่สดไปยังลูกค้าจำนวน 56 ราย ซึ่งในเส้นทางการขนส่งเดิมเกิดต้นทุนเชื้อเพลิงที่ไม่มีประสิทธิภาพ [7] บทความวิจัยนี้จึงนำเทคนิควิธีการแก้ปัญหาเชิงฮิวริสติก (Heuristics) ประกอบด้วย (1) วิธีฮิวริสติกเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristics) และ (2) การประยุกต์ใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solve ด้วยตัวแบบปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่ง (Vehicle Routing Problem; VRP) [8–10] มาวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดในการจัดเส้นทางยานพาหนะในการขนส่งไข่ไก่สดให้มีประสิทธิภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเส้นทางการขนส่งที่มีประสิทธิภาพและสามารถลดต้นทุนทางด้านเชื้อเพลิงของการขนส่งไข่ไก่สดที่คำนึงถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

2. การประยุกต์ใช้วิธีการจัดเส้นทางยานพาหนะ

2.1 วิธีฮิวริสติกเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristics)

เป็นวิธีการค้นหาจุดส่งสินค้าที่อยู่ใกล้กับจุดส่งสินค้าจุดสุดท้ายมากที่สุด โดยมีปริมาณความต้องการสินค้าไม่เกินความจุของรถขนส่งสินค้า โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ [11–13]

1) เริ่มจากกำหนดจุดเริ่มต้นหรือคลังสินค้าเป็นจุดอ้างอิงในการค้นหาเส้นทางการขนส่ง จากนั้นค้นหาจุดส่งสินค้าที่อยู่ใกล้จุดอ้างอิงมากที่สุด

2) เลือกจุดส่งสินค้าที่อยู่ใกล้จุดอ้างอิงมากที่สุด เพื่อทำการรวบเข้าสู่เส้นทางหลัก จากนั้นปรับให้จุดส่งสินค้านั้นเป็นจุดอ้างอิงถัดไป

3) ค้นหาจุดส่งสินค้าที่ยังไม่ถูกจัดเข้าเส้นทางที่อยู่ใกล้จุดอ้างอิงสุดท้ายของเส้นทางมากที่สุด แล้วพิจารณาความ

ต้องการสินค้ารวมของเส้นทางกับจุดส่งสินค้าที่ถูกเลือก ถ้าความต้องการสินค้ารวมไม่เกินความจุของรถบรรทุกให้รวบจุดส่งสินค้าที่ถูกเลือกเข้ากับเส้นทางหลัก แล้วปรับจุดส่งสินค้านั้นเป็นจุดอ้างอิงถัดไป

4) หากความต้องการสินค้ารวมเกินความจุของรถบรรทุกให้ทำการปิดเส้นทางหลักนั้น จากนั้นตรวจสอบว่ายังมีจุดส่งสินค้าใดยังไม่ถูกจัดเข้าเส้นทางหรือไม่ ซึ่งหากยังมีจุดส่งสินค้าที่ยังไม่ถูกจัดเข้าเส้นทาง ทำการวนซ้ำขั้นที่ 1, 2 และ 3 อีกครั้งจนกว่าจุดส่งสินค้าทุกจุดจะถูกจัดเข้าเส้นทาง

2.2 โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

VRP Spreadsheet Solver ถือเป็นเครื่องมือเชิงประยุกต์ที่มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาการกำหนดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) ขั้นพื้นฐาน โดยอิงหลักการจากวิธีการฮิวริสติกส์แบบ Saving Heuristic ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Clarke และ Wright ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1964 [10] วิธีการดังกล่าวมีจุดเด่นที่สามารถลดระยะทางรวมของการเดินรถได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการรวมเส้นทางย่อยที่มีโหนดปลายทางร่วมกันเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม

โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ได้รับการออกแบบมาให้สามารถใช้งานได้สะดวกกับผู้ใช้งาน (user–friendly) โดยเฉพาะผู้ที่มีความรู้พื้นฐานด้านการจัดเส้นทาง ซึ่งสามารถนำโปรแกรมไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนเส้นทางการเดินรถในสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ อาทิ จำนวนพาหนะ ความจุพาหนะ ความต้องการของลูกค้า และข้อจำกัดด้านระยะเวลา โปรแกรมนี้มีจุดเด่นในด้านความยืดหยุ่นและความสามารถในการเข้าถึง เหมาะสำหรับการใช้งานในภาคการศึกษาและภาคปฏิบัติการจริง โดยไม่จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรมหรือการใช้ซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อน [9]

โครงสร้างของระบบการจัดเก็บข้อมูลใน VRP Spreadsheet Solver ได้รับการออกแบบอย่างมีระบบ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นเวิร์กชีต (Worksheet) แต่ละประเภทตามหน้าที่การทำงาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถจัดการและตรวจสอบข้อมูลได้อย่างเป็นระเบียบ เวิร์กชีตหลักของโปรแกรมคือ VRP Solver Console ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการควบคุมการคำนวณและแสดงผลลัพธ์ นอกจากนี้ยังมีเวิร์กชีตรอง ได้แก่ (1) สถานที่ (Locations) สำหรับระบุจุดกระจายสินค้าและลูกค้า (2) ระยะทาง (Distances) สำหรับกำหนดระยะทางหรือเวลาเดินทางระหว่างจุดต่าง ๆ (3) เส้นทาง (Vehicles) สำหรับระบุข้อมูลของยานพาหนะ เช่น จำนวน ความจุ และต้นทุน (4) ข้อแก้ไข (Solution) สำหรับแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ และ (5) การแสดงผล (Visualization) สำหรับแสดงภาพกราฟิกของเส้นทางที่ได้ในรูปแบบแผนที่หรือกราฟเชิงเครือข่าย [9]

ด้วยโครงสร้างการทำงานที่ครอบคลุมและประสิทธิภาพของอัลกอริทึม VRP Spreadsheet Solver จึงเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสูงสำหรับการศึกษาวิจัยและการประยุกต์ใช้งานจริงด้านการจัดเส้นทางในระบบโลจิสติกส์สมัยใหม่

3. วิธีการวิจัย (Methodology)

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษารูปแบบการขนส่งไข่ไก่สดของร้านทุ่งแพรฟาร์ม พบว่าระบบการจัดส่งไข่ไก่สดในปัจจุบันมีฐานลูกค้าทั้งสิ้นจำนวน 56 ราย ซึ่งกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ ของอำเภอหาดใหญ่และพื้นที่ใกล้เคียง โดยการขนส่งสินค้าใช้รถกระบะตู้ทึบจำนวน 2 คัน เป็นยานพาหนะหลักในการดำเนินงานในแต่ละครั้ง

กระบวนการจัดส่งเริ่มต้นจากที่ตั้งของร้านทุ่งแพรฟาร์ม ซึ่งทำหน้าที่เป็นจุดกระจายสินค้า (Depot) ไปยังจุดส่งมอบสินค้าของลูกค้าแต่ละราย โดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายหรือแวะพักสินค้าระหว่างทาง (Direct Distribution) การดำเนินการดังกล่าวเป็นการวางเส้นทางแบบไป–กลับ (Round–Trip) โดยให้รถแต่ละคันทำการจัดส่งให้กับลูกค้าหลายรายภายในรอบการขนส่งหนึ่งรอบ ทั้งนี้การตัดสินใจในการกำหนดลำดับการจัดส่งและการแบ่งลูกค้าระหว่างรถทั้งสองคัน ยังอาศัยความคุ้นเคยของพนักงานเป็นหลัก ซึ่งส่งผลให้เกิดความไม่แน่นอนในด้านประสิทธิภาพของระยะทางและระยะเวลาในการเดินทาง

ด้วยจำนวนลูกค้าที่มากและข้อจำกัดด้านจำนวนพาหนะ การศึกษานี้จึงให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และปรับปรุงรูปแบบการจัดเส้นทางขนส่ง เพื่อให้สามารถลดต้นทุนการดำเนินงาน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิผล

3.2 สมมติฐานและลักษณะของปัญหา

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดเส้นทางการขนส่งไข่ไก่สดของร้านทุ่งแพรฟาร์ม โดยมีการตั้งสมมติฐานและนิยามลักษณะของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบริบทของการดำเนินงานจริง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ข้อมูลตำแหน่งของจุดเริ่มต้นและปลายทางที่ทราบล่วงหน้า การวิเคราะห์ปัญหาการจัดเส้นทางขนส่ง (Vehicle Routing Problem; VRP) ในที่นี้สมมติให้ทราบตำแหน่งพิกัดของร้านทุ่งแพรฟาร์ม ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นและปลายทางของรถขนส่ง (Depot) รวมถึงตำแหน่งของลูกค้าทั้งหมด ซึ่งเป็นจุดปลายทางที่ต้องส่งมอบสินค้า โดยแต่ละตำแหน่งจะถูกระบุด้วยค่าพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinates) หรือพิกัดแบบระนาบ (Cartesian Coordinates) เพื่อใช้ในการคำนวณระยะทางระหว่างโหนด

2) ความต้องการของลูกค้าในลักษณะโหนด (Node–based Demand) ความต้องการไข่ไก่สดของลูกค้าแต่ละรายจะถูกจำแนกออกเป็นจุด (โหนด) รวมทั้งสิ้นจำนวน 56 โหนด โดยแต่ละโหนดแทนจุดส่งมอบที่มีปริมาณความต้องการเฉพาะเจาะจง ทั้งนี้ โหนดทั้งหมดจะใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการสร้างแบบจำลองการจัดเส้นทางเพื่อหาวิธีเดินรถที่เหมาะสม

3) การใช้รถขนส่งประเภทรถกระบะตู้ทึบ 4 ล้อ ความสามารถในการบรรทุกจำกัด การดำเนินการจัดส่งจะใช้รถกระบะตู้ทึบ 4 ล้อ จำนวน 2 คัน โดยแต่ละคันมีความสามารถในการบรรทุกไข่ไก่สดไม่เกิน 1,200 แผงต่อรอบการขนส่ง (Delivery Run)

4) ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาในการส่งมอบสินค้า (No Time Window Constraints) สมมติให้ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงเวลาที่ต้องส่งมอบสินค้าแก่ลูกค้าแต่ละราย กล่าวคือรถขนส่งสามารถเลือกลำดับการจัดส่งได้อย่างอิสระ โดยไม่ต้องคำนึงถึงช่วงเวลารับ–ส่ง หรือเงื่อนไขการมาก่อน–หลัง (Precedence Constraint) ของลูกค้า

5) ข้อจำกัดความสามารถในการบรรทุกสินค้า (Vehicle Capacity Constraint) ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งมีข้อจำกัดความสามารถในการบรรทุกที่แน่นอน กล่าวคือรถแต่ละคันสามารถบรรทุกไข่ไก่สดได้สูงสุดไม่เกิน 1,200 แผง และต้องไม่เกินความจุดังกล่าวในการจัดเส้นทางในแต่ละรอบ

6) ความต้องการของลูกค้าเป็นค่าที่ทราบแน่นอน (Deterministic Demand) ปริมาณความต้องการของลูกค้าแต่ละรายถือเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่ทราบล่วงหน้า (Known Parameter) และไม่มีความไม่แน่นอนหรือการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการวางแผนเส้นทาง

7) ไม่มีข้อจำกัดด้านระยะทางสูงสุดของแต่ละเส้นทาง (Unlimited Route Distance) ในการวางแผนเส้นทางสมมติว่าไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับระยะทางสูงสุดที่รถแต่ละคันสามารถเดินทางได้ กล่าวคือรถสามารถเดินทางได้ทุกระยะทางภายในชุดของโหนดลูกค้าที่ได้รับมอบหมาย โดยไม่ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านระยะทางหรือเวลาการขับขี่ต่อวัน

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การจัดเส้นทางการขนส่งที่มีประสิทธิภาพในระบบโลจิสติกส์ จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์บริบทการดำเนินงานในปัจจุบันอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งสินค้า เพื่อให้สามารถระบุปัญหาและข้อจำกัดที่มีอยู่ ตลอดจนหาแนวทางในการปรับปรุงให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในด้านเวลา ระยะทาง และต้นทุนการขนส่ง

ในการศึกษานี้ ได้ดำเนินการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการจัดเส้นทางขนส่งของร้านทุ่งแพรฟาร์ม ซึ่งเป็นผู้ประกอบการที่ดำเนินธุรกิจจำหน่ายไข่ไก่สดในพื้นที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยมุ่งเน้นการสำรวจและทำความเข้าใจลักษณะของการดำเนินงานจริง รวมถึงปัญหาเชิงปฏิบัติการที่เกิดขึ้นจากการบริหารจัดการเส้นทางขนส่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย (1) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ซึ่งได้มาจากการสัมภาษณ์เชิงลึก (In–Depth Interview)

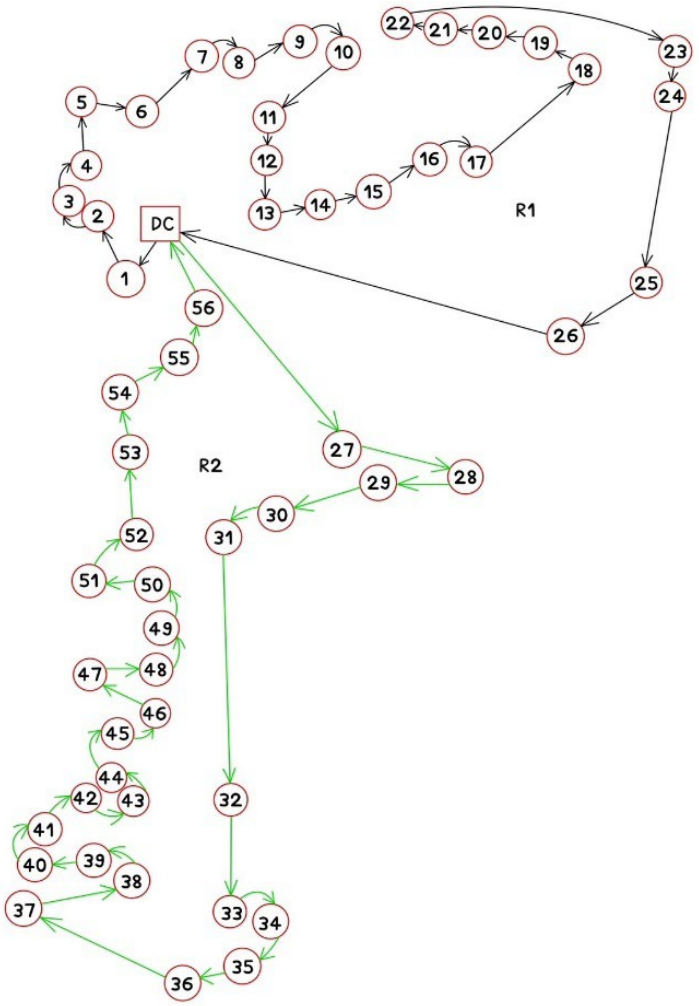
กับเจ้าของกิจการและพนักงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการขนส่งสินค้า และ (2) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ที่ได้จากแหล่งข้อมูลภายในร้านทุ่งแพรฟาร์ม ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสารสนเทศที่มีการบันทึกไว้แล้วในรูปแบบของเอกสาร รายงาน หรือระบบฐานข้อมูลภายใน

1) ตำแหน่งร้านทุ่งแพรฟาร์มที่จะต้องเริ่มต้นและสิ้นสุดการขนส่ง คือร้านทุ่งแพรฟาร์ม ซึ่งอยู่บนพิกัด Google Map ที่ละติจูด 6.99597 และลองติจูด 100.47976

2) กลุ่มลูกค้าที่มีปริมาณการสั่งไข่ไก่สดจำนวน 56 ราย แสดงพิกัดบน Google Map ที่ละติจูด/ลองติจูด และมีเส้นทางการขนส่งไข่ไก่สด ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยมีปริมาณความต้องการไข่ไก่สดในแต่ละครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้งของลูกค้าและความต้องการไข่ไก่สด

ลูกค้าที่	ละติจูด (Latitude)	ลองติจูด (Longitude)	ความต้องการ (แผง)
1	6.99226	100.47714	45
2	6.99642	100.47457	70
3	6.99739	100.47244	40
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
55	6.98316	100.47421	10
56	6.98793	100.47583	15
	รวม		**1,965**



ภาพที่ 1 การจัดเส้นทางการขนส่งไข่ไก่สด (วิธีเดิม)

3) ระยะทางระหว่างลูกค้ากับลูกค้า และลูกค้ากับร้านทุ่งแพรฟาร์ม เพื่อพิจารณาระยะทางขนส่งที่เหมาะสมที่สุดในการขนส่งไข่ไก่สดของร้านทุ่งแพรฟาร์ม ที่ถือเป็นจุดกระจายสินค้า (Distribution Center, DC) โดยแสดงระยะทางระหว่างจุดแต่ละจุด ซึ่งคำนวณระยะทางด้วย Google Map ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เมตริกระยะทางระหว่างลูกค้า (หน่วย: กม.)

i/j	DC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	.....	55	56
DC	0	0.72	1.17	1.41	1.40	1.76	1.84	2.60	2.17	2.12	.....	2.78	2.31
1	0.72	0	0.82	1.06	1.44	1.98	2.07	3.85	3.42	3.37	.....	2.89	1.96
2	1.14	0.77	0.42	0.42	0.80	1.30	1.39	2.57	2.75	2.70	.....	1.76	1.51
3	1.26	1.24	0.69	0	0.52	1.24	1.33	2.69	2.87	2.82	.....	1.99	1.75
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.....	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.....	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.....	.	.
55	2.86	2.21	1.76	1.92	2.40	3.10	3.21	4.29	3.86	3.81	.....	0	0.80
56	2.31	1.96	1.51	1.68	2.16	2.85	2.97	4.82	4.39	4.33	.....	0.80	0

4) พิจารณาต้นทุนการขนส่งเพียงค่าน้ำมันเชื้อเพลิงของร้านทุ่งแพรฟาร์ม โดยใช้ยานพาหนะขนส่งเป็นรถกระบะตู้ทึบ 4 ล้อ ขนาดบรรทุก 2,000 กก. ขับเคลื่อนด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน 8.87 กม./ลิตร สามารถคำนวณได้จากต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/กม.) = ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ลิตร) ÷ อัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน (กม./ลิตร) โดยอ้างอิงน้ำมันเชื้อเพลิง (ดีเซล) ราคา 32.94 บาท/ลิตร เมื่อคำนวณต้นทุนน้ำมันเชื้อเพลิงต่อกิโลเมตร จะมีค่าเท่ากับ 32.94/8.87 = 3.71 บาท/กม.

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการจัดเส้นทางด้วยวิธีเดิม

การจัดเส้นทางการขนส่งไข่ไก่สดที่ได้จากวิธีปัจจุบันหรือวิธีเดิม สามารถแสดงเส้นทางได้ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยเส้นทางที่ 1 มีระยะทาง 22.45 กิโลเมตร และเส้นทางที่ 2 มีระยะทาง 33.04 กิโลเมตร ดังนั้นมีต้นทุนด้านเชื้อเพลิงรวม (55.49 x 3.71) = 205.9 บาท

ตารางที่ 3 เส้นทางการขนส่งด้วยวิธีการแบบเดิม

เส้นทาง	ลูกค้า	จำนวน (แผง)	ระยะทาง (กม.)	ต้นทุน (บาท)
1	0–1–2–3–4–5–6–7–8–9–10–11–12–13–14–15–16–17–18–19–20–21–22–23–24–25–26–0	920	22.45	83.3
2	0–27–28–29–30–31–32–33–34–35–36–37–38–39–40–41–42–43–44–45–46–47–48–49–50–51–52–53–54–55–56–0	1,045	33.04	122.6
	รวม	**1,965**	**55.49**	**205.9**

4.2 ผลการจัดเส้นทางด้วยวิธีฮิวริสติกเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristics)

การจัดเส้นทางการขนส่งที่ได้จากวิธีฮิวริสติกเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด สามารถแสดงเส้นทางได้ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยเส้นทางที่ 1 มีระยะทาง 26.81 กิโลเมตร และเส้นทางที่ 2 มีระยะทาง 25.82 กิโลเมตร ดังนั้นมีต้นทุนด้านเชื้อเพลิงรวม (52.63 x 3.71) = 195.3 บาท

ตารางที่ 4 เส้นทางการขนส่งด้วยวิธีฮิวริสติกเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

เส้นทาง	ลูกค้า	จำนวน (แผง)	ระยะทาง (กม.)	ต้นทุน (บาท)
1	0–2–4–5–6–7–10–9–8–11–14–13–12–22–21–20–19–18–17–16–15–24–23–25–26–1–3–56–55–54–53–52–50–49–48–0	1,130	26.81	99.5
2	0–27–29–30–31–43–42–44–41–40–39–38–37–36–35–34–33–32–46–47–45–51–28–0	835	25.82	95.8
	รวม	**1,965**	**52.63**	**195.3**

4.3 ผลการจัดเส้นทางด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

การจัดเส้นทางการขนส่งที่ได้จากโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver สามารถแสดงเส้นทางได้ดังแสดงในตารางที่ 5 โดยเส้นทางที่ 1 มีระยะทาง 22.22 กิโลเมตร และเส้นทางที่ 2 มีระยะทาง 19.93 กิโลเมตร ดังนั้นมีต้นทุนด้านเชื้อเพลิงรวม (42.15 x 3.71) = 156.4 บาท

ตารางที่ 5 เส้นทางการขนส่งด้วยโปรแกรม VRP Spreadsheet Solver

เส้นทาง	ลูกค้า	จำนวน (แผง)	ระยะทาง (กม.)	ต้นทุน (บาท)
1	0–1–55–29–30–31–27–28–26–25–23–24–17–16–15–18–19–20–21–22–11–7–8–9–10–12–14–13–0	775	22.22	82.4
2	0–54–53–52–50–51–46–43–32–33–34–35–36–37–38–39–40–41–42–44–45–47–48–49–56–3–2–4–5–6–0	1,190	19.93	74.0
	รวม	**1,965**	**42.15**	**156.4**

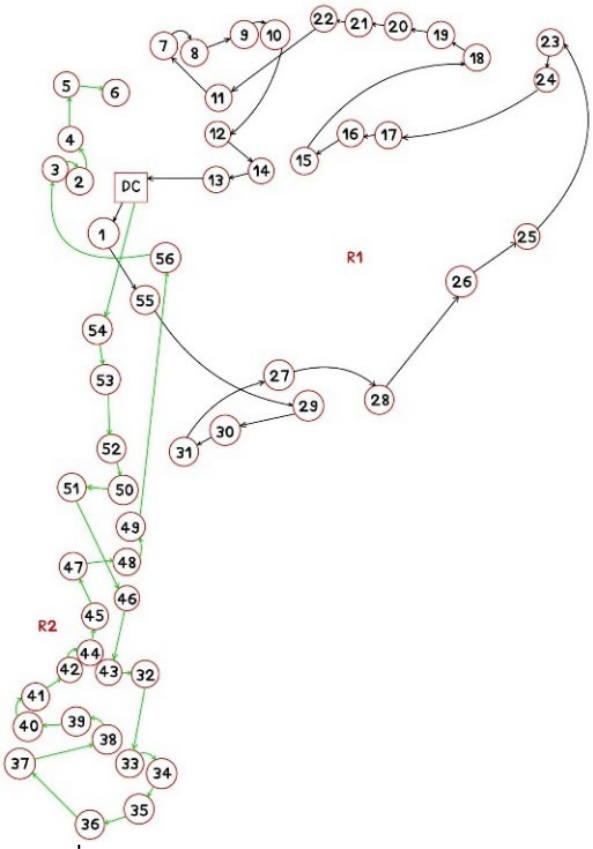
4.4 ผลการเปรียบเทียบวิธีการจัดเส้นทาง

ผลการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะในการขนส่งไข่ไก่สดของฟาร์มไก่ไข่ ด้วยวิธีการจัดเส้นทาง 3 วิธี ได้แก่ วิธีการจัดเส้นทางแบบดั้งเดิมที่ฟาร์มใช้อยู่ในปัจจุบัน วิธีฮิวริสติกเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristics) และการใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งไข่ไก่สดจากฟาร์มไก่ไข่ ผลการเปรียบเทียบระยะทางรวมและต้นทุนการขนส่ง แสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลของการจัดเส้นทางการขนส่งไข่ไก่สดแต่ละวิธี

วิธีการจัดเส้นทาง	ระยะทาง (กม.)		ระยะทางรวม (กม.)	ต้นทุนรวม (บาท)
	เส้นทางที่ 1	เส้นทางที่ 2		
วิธีปัจจุบัน (Current)	22.45	33.04	55.49	205.9
วิธีฮิวริสติกเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (NN)	26.81	25.82	52.63	195.3
VRP Spreadsheet Solver (VRP)	22.22	19.93	42.15	156.4

จากผลการวิเคราะห์พบว่า โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ให้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยสามารถลดระยะทางรวมและลดต้นทุนการขนส่งได้ 24.04% เมื่อเทียบกับวิธีดั้งเดิม ส่วนวิธีฮิวริสติกเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดแม้จะมีข้อดีในด้านความง่ายในการคำนวณและการนำไปใช้จริง แต่ก็ให้ผลลัพธ์ในระดับปานกลาง โดยสามารถลดระยะทางและต้นทุนได้ 5.15% ผลลัพธ์เหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการเลือกวิธีการจัดเส้นทางที่เหมาะสมในงานด้านโลจิสติกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เครื่องมือที่มีพื้นฐานจากการคำนวณเชิงตัวเลขและข้อมูลจริง เช่น โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานและลดต้นทุนในกระบวนการกระจายสินค้าในระบบห่วงโซ่อุปทานทางการเกษตรได้อย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 2 การจัดเส้นทางด้วย VRP Spreadsheet Solver

5. สรุปและอภิปรายผล

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายไข่ไก่สดของร้านทุ่งแพรฟาร์มหาดใหญ่ ซึ่งให้บริการลูกค้ารวม 56 ราย โดยเปรียบเทียบวิธีการจัดเส้นทางจำนวน 3 วิธี ประกอบด้วย (1) วิธีดั้งเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (2) วิธีฮิวริสติกเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Heuristic) และ (3) โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ซึ่งเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา Vehicle Routing Problem (VRP) บนพื้นฐานของ Heuristics ที่พัฒนาโดย Clarke and Wright [10] ผลการแก้ปัญหาพบว่าวิธีดั้งเดิมของฟาร์มมีระยะทางรวมในการขนส่ง 55.49 กิโลเมตร/ครั้ง และต้นทุนค่าน้ำมันรวม 205.9 บาท/ครั้ง ขณะที่วิธี Nearest Neighbor Heuristic สามารถลดระยะทางเหลือ 52.63 กิโลเมตร/ครั้ง และต้นทุนค่าน้ำมันเหลือ 195.3 บาท/ครั้ง ซึ่งคิดเป็นการลดต้นทุนได้ 5.15% จากวิธีดั้งเดิม อย่างไรก็ตาม โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยสามารถลดระยะทางรวมเหลือเพียง 42.15 กิโลเมตร/ครั้ง และลดต้นทุนเหลือ 156.4 บาท/ครั้ง หรือ 40,664 บาท/ปี หรือคิดเป็นการลดต้นทุนลงถึง 24.04% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิม

จากผลลัพธ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าวิธี Nearest Neighbor Heuristic แม้จะใช้ทรัพยากรน้อยและไม่ต้องพึ่งพาซอฟต์แวร์เฉพาะทาง แต่ไม่สามารถจัดการข้อจำกัดด้านความจุและการผสานเส้นทางได้อย่างเหมาะสม ตรงกันข้าม VRP Spreadsheet Solver ซึ่งมีกลไก Saving Heuristic สามารถรวมลูกค้าที่อยู่ใกล้กันเข้ากลุ่มเส้นทางได้ดี จึงให้ผลประหยัดต้นทุนสูงกว่า แนวโน้มนี้สอดคล้องกับหนังสือทบทวนปัญหา VRP ของ Golden et al. [14] ซึ่งชี้ว่ากลุ่ม heuristics ที่มีขั้นตอนรวมเส้นทางมักให้คำตอบเหนือกว่า heuristics ที่อาศัยกฎง่าย ๆ เพียงชุดเดียว

นอกจากนี้ อัตราการลดต้นทุน 24.04% จาก VRP Spreadsheet Solver ใกล้เคียงกับการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าด้วยการใช้โปรแกรม VRP Spreadsheet Solver กรณีศึกษาบริษัทไทยน้ำทิพย์ จำกัด ของ Ingkaphairoj et al. ที่มีการประหยัด 23–39% [15] และสูงกว่าผลของ Khamjan et al. ซึ่งใช้ Tabu Search กับการ

ขนส่งไข่ไก่และลดค่าใช้จ่ายได้เพียง ≈13% [6] ข้อค้นพบนี้จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของ Saving Heuristic จะยิ่งโดดเด่นเมื่อเครือข่ายลูกค้าไม่กำหนด Time Window และจำนวนรถมีจำกัด ดังบริบทของธุรกิจรายย่อย

ในเชิงเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อม การลดระยะทางลง 13.34 กิโลเมตรต่อเที่ยว หมายถึงการประหยัดน้ำมันโดยเฉลี่ย ≈1.5 ลิตร หรือ ≈390 ลิตรต่อปี (หากกระจายสินค้า 260 วัน) ซึ่งช่วยลดการปล่อย CO_2 ได้ราวหนึ่งตันต่อปีภายใต้ค่าสัมประสิทธิ์ของ IPCC [16] ยิ่งไปกว่านั้น เส้นทางที่สั้นลงยังลดเวลาและแรงสั่นสะเทือนที่ไข่ไก่ต้องเผชิญในระหว่างขนส่ง จึงคาดว่าอัตราความเสียหายจะลดลง แม้จะยังไม่ถูกรวบรวมเป็นตัวเลขในบทความวิจัยนี้

อย่างไรก็ดี การศึกษายังมีข้อจำกัดสำคัญ ได้แก่ การสมมติให้ปริมาณความต้องการลูกค้าเป็นค่าคงที่ (Deterministic Demand) และไม่กำหนด Time Window ทำให้ผลอาจสูงเกินจริงในสถานการณ์จริงที่มีคำสั่งซื้อฉุกเฉินหรือข้อจำกัดด้านเวลา นอกจากนี้ แบบจำลองยังประเมินเพียงหนึ่งรอบการกระจาย (Single–Period) จึงไม่สะท้อนข้อกำหนดกฎหมายชั่วโมงขับขี่หรือการบำรุงรักษารถในระยะยาว ดังนั้นงานวิจัยในอนาคตควรยกระดับไปสู่ Stochastic VRP ที่คำนึงถึงความผันผวนของอุปสงค์ รวมทั้งบูรณาการเวลาการเดินทางตามสภาพจราจร (Time–Dependent Travel Time) และทดสอบประสิทธิภาพ Meta–Heuristic อื่น เช่น Genetic Algorithm หรือ Ant Colony Optimization เพื่อประเมินการแลกเปลี่ยนระหว่างคุณภาพคำตอบและเวลาในการคำนวณ

โดยสรุป การนำ VRP Spreadsheet Solver มาใช้กับธุรกิจการเกษตรรายย่อยแสดงให้เห็นศักยภาพในการลดต้นทุนและเพิ่มความยั่งยืนของห่วงโซ่อุปทานอย่างเป็นรูปธรรม จึงเป็นแนวทางที่ผู้ประกอบการไทยสามารถนำไปปรับใช้ได้ทันที โดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่และไม่ต้องลงทุนระบบซอฟต์แวร์ราคาแพง ซึ่งสอดรับกับเป้าหมายการพัฒนาประสิทธิภาพโลจิสติกส์ภาคการเกษตรของประเทศในระยะยาว

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งต่อร้านทุ่งแพรฟาร์มหาดใหญ่ ซึ่งได้กรุณาอนุญาตให้เข้าศึกษา ตลอดจนเปิดเผยข้อมูลเชิงปฏิบัติการและข้อมูลทางธุรกิจอันมีคุณค่าต่อการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้โดยสมบูรณ์ นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณพนักงานและเจ้าหน้าที่ทุกท่านของร้านทุ่งแพรฟาร์มหาดใหญ่ ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการตอบแบบสัมภาษณ์ จัดเตรียมเอกสารประกอบ และสนับสนุนการเก็บข้อมูลภาคสนามตลอดระยะเวลาการศึกษา

7. เอกสารอ้างอิง

[1] S. Chopra and P. Meindl, *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*, 6th ed. Harlow, UK: Pearson Education, 2016.

[2] M. V. Kumar, G. D. Putnik, K. Jayakrishna, V. M. Pillai, and L. Varela, *Emerging Applications in Supply Chains for Sustainable Business Development,* Hershey, PA, USA: IGI Global, 2018.

[3] P. Toth and D. Vigo, Eds., *Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications*, 2nd ed. Philadelphia, PA, USA: SIAM, 2014.

[4] V. Pillac, M. Gendreau, C. Guéret, and A. L. Medaglia, “A Review of Dynamic Vehicle Routing Problems,” *European Journal of Operational Research*, vol. 225, no. 1, pp. 1–11, 2013.

[5] S. Kaewploy, N. Wangyeesen, and Y. Lengkul, “Optimal Vehicle Routing in Ice Transportation,” in *Proceeding of 9th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2024 (RMTC2024)*, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Thailand, 2024, pp. 920–925. (in Thai)

[6] S. Khamjan, H. Sriboonruang, and W. Khamjan, "Vehicle Routing and Scheduling Problem for Eggs Delivery," *Industrial Technology and Engineering*, vol. 6, no. 3, pp. 395–408, 2024.

[7] K. Sueni, "The Routes Transportation by Comparison between Using the Saving Algorithm and the Nearest Neighbor Algorithm," *Economics and Business Administration Journal Thaksin University*, vol. 12, no. 2, pp. 1–13, 2020.

[8] R. Pitakaso, *Differential Evolution Algorithm for Solving Logistics and Transportation Problems*. Ubon Ratchathani, Thailand: Ubon Ratchathani University, 2013.

[9] W. Arree, P. Klinaubon, S. Kornphan, T. Rattananonsatien, and C. Khotchasit, "Solving Vehicle Routing Problem: A Case Study of ABC Drinking Water Company Limited," *Economics and Business Administration Journal, Thaksin University*, vol. 14, no. 3, pp. 1–23, 2022.

[10] G. Clarke and J. W. Wright, "Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points," *Operations Research*, vol. 12, no. 4, pp. 568–581, 1964.

[11] S. Suksee and T. Meecharoen, "Minimization of Transportation Cost by Applying the Vehicle Routing Problem: Case Study of a Car–Accessory Company," *Kasem Bundit Engineering Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 69–84, 2019.

[12] S. Kaewploy, J. Chonglomkrod, and N. Ardam, "Solving problems in routing transportation of snacks," in *Proceeding of 9th Rajamangala Manufacturing and Management Technology Conference 2024 (RMTC2024)*, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Thailand, 2024, pp. 926–9321. (in Thai)

[13] K. Samadkul, S. Thipnate, A. Nimala, P. Promsapeth, V. Boonchom, and W. Phuangpornpitak, "Transportation Routing Comparison Between Saving Algorithm and Nearest Neighbor Method: A Case study of Phu Phet Drinking Water Plant, Phu Kradueng District, Loei," *Journal of Engineering and Industrial Technology*, Kalasin University, vol. 3, no. 1, pp. 30–41, 2025.

[14] B. Golden, S. Raghavan, and E. Wasil, *The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges*. New York, NY, USA: Springer, 2008.

[15] S. Ingkaphairoj, C. Yiangkamolsing, P. Nakseedee, and W. Ngamsaard, "Increasing efficiency of vehicle routing by using VRP Spreadsheet Solver: A case study of Thainamthip Co., Ltd.," *Journal of Science and Technology, Southeast Bangkok College*, vol. 2, no. 3, pp. 25–33, 2022.

[16] Intergovernmental Panel on Climate Change, *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Geneva, Switzerland: IPCC, 2006.

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการเพื่อนช่วยเพื่อน ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ

The Development of Learning Achievement by Peer–assisted Learning Associated in the Course of Visual and Object Oriented Programming

ชารินี ไชยชนะ[1*] จักเรศ เมตตะธำรงค์[1] และ เพชรไพริน อุปปิง[1]
[1]สาขาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร 47160
Charinee Chaichana[1*] Jakret Mettathamrong[1] and Phetphrarin Upping[1]
Department of Business Administration, Faculty of Industry and Technology,
Rajamangala University of Technology Isan Sakonnakhon Campus, Sakonnakhon, 47160
[*]Corresponding author Email: charinee.ch@rmuti.ac.th
(Received: October 5, 2025; Revise: December 19, 2025; Accepted: December 23, 2025)

บทคัดย่อ

การพัฒนาคนไทยในยุคใหม่จำเป็นต้องเตรียมเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 หรือที่เรียกว่าเป็นการจัดการศึกษายุคฐานแห่งเทคโนโลยี ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการเพื่อนช่วยเพื่อนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนการสอนในรายวิชาการเขียนโปรแกรม 2) เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจ จำนวน 16 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และแบบฝึกหัดที่มอบหมายโดยอาจารย์ผู้สอน สถิติที่ใช้ คือ t–test ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสูงขึ้นในระดับความสามารถที่ใกล้เคียงกัน และผลการทดสอบความแตกต่างคะแนนระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียนด้วยสถิติ t–test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่าวิธีการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน จะสามารถแก้ปัญหาด้านการเรียนสำหรับนักศึกษาที่มีความเข้าใจช้าและเป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียน การรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และเป็นการพัฒนาความสัมพันธ์กับผู้อื่นในทางที่ดีในการเรียนการสอนของนักศึกษา

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนช่วยเพื่อน และ การเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ

Abstract

The development of Thai people in the new era needs to prepare the nation's youth for the 21st century world, also known as the management of education in the era of technology. Therefore, the development of learning achievement by peer–assisted learning is associated the course of Visual and Object Oriented Programming. The objectives are 1) To develop a teaching and learning management model that is conducive to teaching and learning in programming courses, 2) To measure academic achievement by peer–assisted learning. The sample group was 16 students with a higher diploma in business computer program majoring in Business Administration. The research tools include teaching and learning activities, pre–tests and post–tests, and instructor–assigned exercises. The statistics used are t–test, mean and

standard deviation. The results showed that students' academic achievement was higher at a similar level of ability, and the difference in scores between after school and before school with t–test statistics showed a statistically significant difference of 0.05. It was found that the peer–assisted learning method can solve learning problems for students who are slow to understand and build good relationships between learners. It is to know how to help each other and to develop relationships with others in a positive way in the teaching and learning of students.

Keywords: Learning Achievement, Peer–assisted Learning, and Visual and Object–Oriented Programming

1. บทนำ

การพัฒนาคนไทยในยุคใหม่จำเป็นต้องเตรียมเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 หรือที่เรียกว่าเป็นการจัดการศึกษายุคฐานแห่งเทคโนโลยี (Technology Based Paradigm) เพื่อพร้อมเผชิญกับเหตุการณ์ต่าง ๆ และสามารถดำรงตนให้อยู่รอดได้ในกระแสโลกาภิวัตน์ โดยผู้เรียนจะต้องมีทักษะที่สำคัญได้แก่ ทักษะพื้นฐานในการรู้หนังสือ ทักษะการคิด ทักษะการทำงาน ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และทักษะการใช้ชีวิต ซึ่งเครื่องมือและวิธีจัดการเรียนการสอนวิธีหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้เกิดคุณลักษณะดังกล่าวได้ก็คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ากับการเรียนการสอนเพื่อจะทำให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ [1–4] ประกอบกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจ ได้เปิดสอนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง เพื่อเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และเกิดความเชี่ยวชาญในวิชาชีพทางด้านเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ และที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องต่อไป และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคตต่อไปได้

ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ ซึ่งเป็นวิชาที่ต้องอาศัยทักษะตรรกะขั้นสูงและการคิดเชิงวิเคราะห์ที่เป็นระบบ ผู้สอนพบประเด็นความท้าทายสำคัญเกี่ยวกับ ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) [5–7] ของผู้เรียนอย่างชัดเจน ส่งผลให้การถ่ายทอดเนื้อหาและการมอบหมายแบบฝึกหัดในรูปแบบปกตินั้น ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างทั่วถึง จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่าผู้เรียนสามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มหลัก กลุ่มแรกคือ ผู้เรียนที่มีศักยภาพการเรียนรู้สูง ซึ่งสามารถทำความเข้าใจโครงสร้างคำสั่งที่ซับซ้อนและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ในเวลาอันรวดเร็ว มีทักษะในการสืบค้นสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลออนไลน์โดยใช้คำสำคัญ (Keywords) ที่ถูกต้องเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานได้สำเร็จตามกำหนดเวลา ในทางตรงกันข้าม ผู้เรียนกลุ่มที่สองประสบอุปสรรคในการเรียนรู้ โดยเฉพาะความเข้าใจคลาดเคลื่อนในโครงสร้างคำสั่งและหลักการทำงานของโปรแกรมเชิงวัตถุ ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ที่ได้รับมอบหมายได้ ยิ่งไปกว่านั้นผู้เรียนกลุ่มนี้มักมีภาวะความไม่กล้าในการเข้าหาเพื่อซักถามข้อสงสัยจากผู้สอน ทำให้ปัญหาการเรียนรู้ไม่ได้รับการแก้ไขในทันที ผลกระทบที่ตามมาจากการไม่สามารถก้าวข้ามอุปสรรคทางการเรียนดังกล่าว ส่งผลให้นักศึกษาไม่ส่งงานที่ได้รับมอบหมาย และมีผลส่งต่อไปยังการเรียนคอมพิวเตอร์ในวิชาที่สูงขึ้น

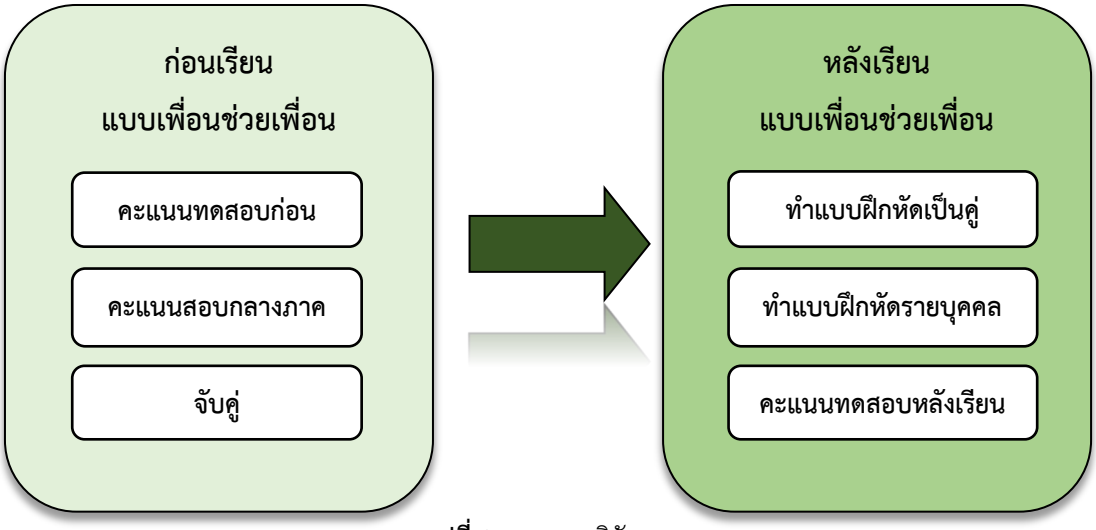
จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการประยุกต์เทคนิคการเรียนการสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนจะสามารถแก้ปัญหาด้านการเรียนสำหรับนักศึกษาที่มีความเข้าใจช้าและเป็นการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียน การรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และเป็นการพัฒนาความสัมพันธ์กับผู้อื่นในทางที่ดีในการเรียนการสอนของนักศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตสกลนครต่อไป อีกทั้งการเรียนการสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหารายวิชารวมทั้งสามารถเขียนโปรแกรมได้และทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนการสอนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

2.2 เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

3. กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ของคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน หลังจากได้เรียนด้วยเทคนิคแบบเพื่อนช่วยเพื่อน ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ

5. วิธีการดำเนินการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นสูง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาวิชาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2566 จำนวน 16 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนครที่เรียนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 ในปีการศึกษา 3/2566 โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 16 คน และให้นักศึกษาจับคู่การจับสลากตามที่ผู้สอนกำหนด

5.2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรม Visual Basic 2010 Express แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบฝึกหัดที่มอบหมายโดยอาจารย์ผู้สอน และโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

5.3 การดำเนินการวิจัย

5.3.1 ศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการเรียนการสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน และการเรียนแบบร่วมมือ

5.3.2 นำรูปแบบการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน มาปรับปรุงจัดเป็นกิจกรรมการเรียนให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

5.3.3 นำรูปแบบการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อปรับปรุง (IOC = 0.89)

5.3.4 ปรับปรุงรูปแบบการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนตามคำแนะนำ

5.3.5 จัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนจัดแบ่งหัวข้อและเนื้อหา เพื่อใช้ในการสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน 4 หัวข้อ ประกอบด้วย

5.3.5.1 ตัวแปรและชนิดข้อมูล เวลา 4 ชั่วโมง

จุดประสงค์คือ เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจประเภทตัวแปร ตัวแปรสำหรับการคำนวณแสดงผล และชนิดข้อมูลที่นำมาใช้ในการเขียนโปรแกรมด้วย ภาษา Visual Basic 2010 Express

5.3.5.2 คำสั่งเพื่อตัดสินใจ เวลา 8 ชั่วโมง

จุดประสงค์คือ เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมด้วยคำสั่งเพื่อการตัดสินใจด้วยคำสั่ง If...End if และ Select Case....End Select

5.3.5.3 คำสั่งวนรอบ เวลา 8 ชั่วโมง

จุดประสงค์คือ เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมแบบวนรอบ/วนซ้ำด้วยคำสั่ง For...Next, Do While...Loop และ Do....Loop While

5.2.5.4 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมวัตถุ (Control) เวลา 24 ชั่วโมง

จุดประสงค์คือ เพื่อให้นักศึกษาสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมวัตถุต่าง ๆ ได้แก่ Button, CheckBok, CheckedListBox, ComboBox, DataTimePicker, Label, TextBox, ListBox, PictureBox, RedioButton และ DataGidView

5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.4.1 อธิบายถึงการเรียนโดยการใช้กิจกรรมแบบเพื่อนช่วยเพื่อน แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการประเมินผลการเรียนรู้

5.4.2 ผู้สอนได้เข้าสอนนักศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 1 (ปวส.) ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุในภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2566 และทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง (ข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีคำตอบให้ผู้เรียนเลือกตอบตามลำดับ จะมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน)

5.4.3 หลังจากสอบกลางภาคเป็นที่เรียบร้อยแล้วจะทำการจับคู่นักศึกษาโดยใช้วิธีจับสลากจากนักศึกษาที่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้จากคะแนนสอบกลางภาคซึ่งมีคะแนนเต็ม 30 โดยนักศึกษาที่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดคือ 15 คะแนนขึ้นไป กับนักศึกษาที่มีคะแนนไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือนักศึกษาที่มีคะแนนไม่ถึง 15 คะแนน

5.4.4 อธิบายให้นักศึกษาเข้าใจบทบาทของเพื่อนที่ดูแลกันตลอดระยะเวลาในภาคเรียนที่ 3/2567 ให้ช่วยดูแลแนะนำทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษา Visaul Basic 2010 Express

5.4.5 ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเป็นคู่ หลังจากนั้นมอบหมายให้นักศึกษาทุกคนทำแบบฝึกหัดที่ใกล้เคียงกับแบบฝึกหัดที่ให้ทำเป็นคู่

5.4.6 เมื่อครบตามเนื้อหาที่กำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน (Post – test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้รับ เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการจับคู่นักศึกษาโดยวิธีการเพื่อนช่วยเพื่อน ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ

ผลการจับคู่นักศึกษา อาจารย์ผู้สอนพิจารณาจากคะแนนสอบกลางภาค (Midterm) ด้วยวิธีการจับสลาก โดยคะแนนสอบกลางภาคของนักศึกษาที่มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน ซึ่งอาจารย์ผู้สอนมีเกณฑ์ในการพิจารณาคะแนนที่ถึงเกณฑ์กำหนด คือ นักศึกษาที่มีคะแนนสอบตั้งแต่ 15 คะแนนขึ้นไป จับคู่แบบเพื่อนช่วยเพื่อนด้วยวิธีการจับสลากกับนักศึกษาที่คะแนนไม่ถึงเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนด คือ ต่ำกว่า 15 คะแนน ผลการจับคู่ของนักศึกษา ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการจัดคู่นักศึกษาโดยวิธีการเพื่อนช่วยเพื่อน

นักศึกษาคู่ที่	คะแนนสอบกลางภาค ผ่านตามเกณฑ์	คะแนนสอบกลางภาคที่ไม่ผ่าน ตามเกณฑ์
1	25	9
2	20	12
3	18	10
4	23	12
5	19	8
6	20	11
7	26	14
8	18	13

จากตารางที่ 1 การจับคู่โดยวิธีการจับสลาก นักศึกษาบางคู่อาจจะมีความรู้สึกไม่พอใจต่อคู่ที่จับสลากได้ เนื่องจากไม่สามารถเลือกสมาชิกในกลุ่มด้วยตนเอง หรือนักศึกษาบางคนที่มีทักษะในการเขียนโปรแกรมอาจจะกลัวเพื่อนที่ไม่ค่อยมีทักษะในการเขียนโปรแกรมไม่ช่วยงานอาจจะกลายเป็นภาระหน้าที่ที่ตนเองจะต้องทำคนเดียว ดังนั้นอาจารย์ผู้สอนจะต้องอธิบายและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนแบบเพื่อนช่วยให้นักศึกษาทั้งห้องเข้าใจอีกครั้ง

6.2 ผลคะแนนแบบฝึกหัดของนักศึกษา โดยวิธีการเพื่อนช่วยเพื่อน ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ

ผลคะแนนแบบฝึกหัดของนักศึกษา ที่อาจารยผู้สอนหมายหมายให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดเป็นคู่ จำนวน 6 แบบฝึกหัด โดยกำหนดคะแนนแบบฝึกหัดละ 10 คะแนน ประกอบด้วย 1) แบบฝึกหัดเกี่ยวกับการคำนวณเบื้องต้น จำนวน 1 ข้อ 2) แบบฝึกหัดเกี่ยวกับคำสั่งตัดสินใจ จำนวน 1 ข้อ 3) แบบฝึกหัดเกี่ยวกับคำสั่งวนรอบ/วนซ้ำ จำนวน 1 ข้อ และ 4) แบบฝึกหัดเกี่ยวกับคำสั่งควบคุมวัตถุต่าง ๆ จำนวน 3 ข้อ โดยมีผลของคะแนนแบบฝึกหัดแบบเพื่อนช่วยเพื่อน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลคะแนนแบบฝึกหัดของนักศึกษา โดยวิธีการเพื่อนช่วยเพื่อน

นักศึกษาคู่ที่	แบบฝึกหัด คะแนนรวมทั้งหมด (60)						
	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5	ชิ้นที่ 6	รวม
1	8	8	10	9	10	10	55
2	8	8	8	10	10	10	54
3	8	8	9	8	10	10	53
4	10	8	9	8	10	10	55
5	8	9	10	8	10	10	55
6	9	9	10	10	10	10	58
7	9	9	8	8	10	10	54
8	10	10	8	9	10	10	57

จากตารางที่ 2 การเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ พบว่าคะแนนในการทำแบบฝึกหัดที่มอบหมายให้นักศึกษาทำเป็นคู่จะมีคะแนนผ่านเกณฑ์กำหนด พบว่านักศึกษาที่คะแนนสอบกลางภาคที่ไม่ถึงเกณฑ์กำหนดมีพัฒนาการในการทำแบบฝึกหัดในการเขียนโปรแกรมได้ดีขึ้น นอกจากนั้นยังเป็นการสัมพันธ์ที่ระหว่างสมาชิกเพราะจะต้องร่วมมือในการทำงานให้สำเร็จตามที่ได้รับมอบหมาย ทำให้ทุกคนได้มีโอกาสคิด แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน และเป็นการช่วยเหลือกันระหว่างนักศึกษาที่มีทักษะในการเขียนโปรแกรมจะช่วยนักศึกษาที่ไม่ค่อยมีทักษะในการเขียนโปรแกรม ทำให้นักศึกษาที่มีทักษะในการเขียนโปรแกรมเกิดความภูมิใจ รู้จักเสียสละเวลา และทำให้นักศึกษาที่ไม่ค่อยมีทักษะในการเขียนโปรแกรมเกิดความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้และทบทวนบทเรียนให้เข้าใจยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักศึกษาเข้าใจการเรียนได้ดีขึ้น และมีคะแนนดีขึ้นในการทำแบบฝึกหัดรายบุคคลที่ได้รับมอบหมาย

6.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังเรียนรู้ โดยวิธีการเพื่อนช่วยเพื่อน ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ

ผลการเปรียบเทียมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีสำหรับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 16 คน เพื่อทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนจำนวน 20 ข้อ โดยผลสรุปการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตารางที่ 3–4

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

นักศึกษาคนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D2
1	12	18	6	36
2	5	15	10	100
3	8	12	4	16
4	11	16	5	25
5	10	17	7	49
6	7	15	8	64

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

นักศึกษาคนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D2
7	5	14	9	81
8	10	16	6	36
9	14	19	5	25
10	12	18	6	36
11	10	18	8	64
12	8	15	7	49
13	8	12	4	16
14	5	14	9	81
15	7	14	7	49
16	9	13	4	16
ผลรวม	141	246	105	743
Mean	8.81	15.38	6.56	46.44

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการเรียนหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีผลของคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนแสดงว่านักศึกษามีความก้าวหน้าในการเรียน โดยพบว่าคะแนนค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (Mean = 15.38 และ Mean = 8.81) ตามลำดับ ในส่วนของผลรวมของความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 105 และผลรวมของความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนยกกำลังสองมีค่าเท่ากับ 743 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสูงขึ้นในระดับความสามารถที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติ t–test

	คะแนนก่อนเรียน	**คะแนนหลังเรียน**	**t**	**p–value**
Mean	8.81	15.38	13.84	.000
S.D.	2.69	2.19		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบความแตกต่างผลคะแนนระหว่างหลังเรียนและก่อนเรียนด้วยสถิติ t–test พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ของคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน หลังจากได้เรียนรู้การสอนแบบวิธีการเพื่อนช่วยเพื่อน ในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องมาจากการเรียนการสอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นการช่วยเหลือกันระหว่างนักศึกษาที่มีทักษะในการเขียนโปรแกรมจะช่วยเหลือนักศึกษาที่ไม่ค่อยมีทักษะในการเขียนโปรแกรม ทำให้นักศึกษาที่มีทักษะในการเขียนโปรแกรมเกิดความภูมิใจ รู้จักเสียสละเวลา และทำให้นักศึกษาที่ไม่ค่อยมีทักษะในการเขียนโปรแกรมมีความ

กระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้และทบทวนบทเรียนให้เข้าใจยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักศึกษาเข้าใจในการเขียนโปรแกรมได้ดีขึ้น และมีคะแนนในการทำแบบฝึกหัดที่ดีขึ้น

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการแจกแจงข้อมูล (Normality Test)

	Kolmogorov–Smirnov[a]			Shapiro–Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ก่อนเรียน	.119	16	.200*	.953	16	.541
หลังเรียน	.135	16	.200*	.947	16	.447

จากตารางที่ 5 จากการตรวจสอบการแจกแจงข้อมูล พบว่าค่า Kolmogorov และ Shapiro–Wilk มีค่า Sig . มากกว่า 0.05 ทำให้ยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

7. อภิปรายผล

7.1 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน จำเป็นต้องให้อาจารย์ผู้สอนอธิบายแนวทางการจัดกิจกรรม ชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และเกณฑ์การจับคู่นักศึกษาอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจบทบาทและเป้าหมายของการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าว สอดคล้องกับงานวิจัยของ [8–10] ที่ระบุว่าอาจารย์มีบทบาทสำคัญในการกำหนดและอธิบายบทบาทของผู้เรียน การส่งเสริมการช่วยเหลือกันด้านความเข้าใจเนื้อหา การทำแบบฝึกหัดหรือชิ้นงาน การติดตามการเข้าเรียนและการส่งงาน รวมทั้งการจับคู่นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าในอัตราส่วน 1:2 คน นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ [11] ที่เสนอว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนซึ่งพัฒนาบนพื้นฐานทฤษฎีโครงสร้างนิยม ควรประกอบด้วยหลักการของรูปแบบ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนการสอนที่ชัดเจนและเป็นระบบ

นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ [12] ที่ระบุว่าอาจารย์ผู้สอนควรชี้แจงวัตถุประสงค์และประโยชน์ของการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนอย่างชัดเจน เพื่อแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการจับคู่นักศึกษาที่มีทักษะสูงกับนักศึกษาที่มีทักษะต่ำกว่าในด้านการวาดเส้น ซึ่งอาจใช้การจับคู่ตามความสมัครใจ พร้อมทั้งอธิบายบทบาทของเพื่อนที่ดูแลกันในการให้คำแนะนำ ติดตามกำหนดการส่งงาน และช่วยเหลือตามความจำเป็น รวมถึงชี้ให้เห็นข้อดีของการให้คำแนะนำและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

7.2 ผลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนในรายวิชาการเขียนโปรแกรมวิชวลและเชิงวัตถุ พบว่าคะแนนหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้นักศึกษาเกิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนเปิดโอกาสให้นักศึกษาที่มีทักษะการเขียนโปรแกรมช่วยเหลือผู้ที่มีทักษะต่ำกว่า ส่งผลให้ผู้ช่วยเกิดความภาคภูมิใจและเสียสละเวลา ขณะที่ผู้เรียนที่อ่อนกว่ามีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าและทบทวนบทเรียนมากขึ้น จึงช่วยเพิ่มความเข้าใจและผลการทำแบบฝึกหัดให้ดีขึ้น

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ [8] ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากรูปแบบการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนมีพี่เลี้ยงเป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนผู้เรียนที่มีผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน อีกทั้งยังช่วยเสริมแรงจูงใจ ลดความกังวล และสร้างความมั่นใจในการเรียนรู้ นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ [13] ที่พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการเรียนรู้ด้วยตนเองและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำ และสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ [14] ที่รายงานว่าการเรียนแบบเพื่อนช่วยเพื่อนช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สร้างความสัมพันธ์ที่ดีในชั้นเรียน เสริมสร้างการเห็นคุณค่าในตนเอง และบรรยากาศการเรียนรู้ที่กระตือรือร้นมากยิ่งขึ้น

8. สรุป

การเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนเป็นกลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความรู้และทักษะของผู้เรียน โดยเป็นกระบวนการเรียนรู้เชิงร่วมมือที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ส่งผลให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้นผ่านการอธิบายและการถ่ายทอดความรู้ระหว่างเพื่อน นอกจากนั้นรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวยังเอื้อต่อการพัฒนาทักษะทางสังคม อาทิ การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการรับฟังอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างความมั่นใจของผู้เรียนจากบรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นมิตรและลดความตึงเครียด ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ในทิศทางที่ดีขึ้นอย่างเป็นระบบ

9. ข้อจำกัดในการวิจัย

การวัดประสิทธิผลของการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความสามารถและความรับผิดชอบของผู้เรียนที่ทำหน้าที่เป็นเพื่อนผู้สอน หากเพื่อนผู้สอนไม่มีความเข้าใจเนื้อหาอย่างลึกซึ้งหรือขาดทักษะในการถ่ายทอด อาจทำให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนและส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนคนอื่นได้ นอกจากนั้นความแตกต่างด้านพื้นฐานความรู้และทักษะระหว่างผู้เรียนในกลุ่มอาจทำให้การช่วยเหลือไม่ทั่วถึง บางคนอาจได้รับประโยชน์มาก ขณะที่บางคนอาจยังไม่สามารถพัฒนาได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

งานวิจัยลักษณะนี้มักใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก เช่น รายวิชาหรือสถานศึกษาใดสถานศึกษาหนึ่ง ทำให้การสรุปผลและการนำไปใช้ในบริบทอื่นยังมีข้อจำกัด และในส่วนของการประเมินผลการเรียนรู้ในงานวิจัยแบบเพื่อนช่วยเพื่อนอาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านความสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน เช่น ความเกรงใจหรืออคติในการให้ความช่วยเหลือและการประเมิน เป็นต้น

10. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรนำเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมในภาคการศึกษาถัดไป เพื่อยืนยันและขยายผลการวิจัยว่ารูปแบบดังกล่าวสามารถช่วยแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของนักศึกษาที่มีทักษะการเขียนโปรแกรมต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้บริบทการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนควรบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและเครื่องมือดิจิทัลเข้ากับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อเสริมสร้างการมีส่วนร่วมและเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอย่างเป็นระบบและยั่งยืน

10. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณรายได้จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานปี 2567 วิทยาเขตสกลนคร เลขที่สัญญา SKC2567INC010

11. เอกสารอ้างอิง

[1] N. Songkram, S. Chootongchai, J. Khlaisang and P. Koraneekij, “Education 3.0 system to enhance twenty–first century skills for higher education learners in Thailand”, *Interactive Learning Environments*, vol. 29, no. 4, pp. 566–582, 2021.

[2] A. Caleesuntorn, "Thai Education and the 21st century skills: A proposal for a new world of work", *Life Sciences and Environment Journal*, vol. 16, no. 2, pp. 131–142, 2015.

[3] A. Poonputta and P. Nuangchalerm, "A model framework for enhancing twenty–first century competencies in primary school teachers within northeastern Thailand's sub–area", *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, vol. 23, no. 1, pp. 98–113, 2024.

[4] O. Walida and D.A. Keith, "Collaborative Learning Based on Differentiated Instruction for Students", *Journal of Humanities and Social Sciences Uttaradit Rajabhat University.* vol. 8, no. 2, pp. 125–136, 2024. (in Thai)

[5] B. Waluyo, "Technology–Fused English Teaching and Learning in Higher Education: From Individual Differences to Being Different Individuals", *LEARN Journal: Language Education and Acquisition Research Network*, vol. 17, no. 2, pp. 42–47, 2024.

[6] J. Meyer, T. Jansen, M. Daumiller, and J. Fleckenstein, "Understanding individual differences in students' responses to technology–based feedback on a writing task: the role of achievement motives and initial task performance", *Journal of Research on Technology in Education*, 2025, pp. 1–31.

[7] R. Kern, "Twenty-first century technologies and language education: Charting a path forward", *Modern Language Journal (John Wiley & Sons, Inc.)*, vol. 108, no. 2, pp. 515–533, 2024.

[8] T. Piyawat, "The Effects of Peer Tutoring on Data Structure and Algorithm Learning Achievement and Team Learning Behaviors of Software Engineering and Information System Students", *Journal of Education Naresuan University*, vol. 23, no. 1, pp. 223–236, 2021. (in Thai)

[9] M. Avcı, "Peer–assisted learning augmented by peer counseling to foster academic and personal development in flipped classroom", *Education and Information Technologies*, vol. 30, no. 3, pp. 2837–2858, 2025.

[10] L. Chilvers, "The Peer–to–Peer Model: A UK Institution's Approach to Broadening and Embedding the Provision of Peer Learning and Support", *Journal of Peer Learning*, vol. 16, no. 1, pp. 1–15, 2025.

[11] C. Phattaraporn, "The Development of Learning Model Using Structuralism Theory and Peer – Assisted Learning to Enhance Interpretative Reading of Undergraduate Students", *Lawarath Social E–Journal*, Vol. 4, no. 3, pp. 161–182, 2022. (in Thai)

[12] S. *Suksikarn*, " A study on Visual Arts for Industrial Design Learning Achievement of Drawing by Buddy Learning", *Journal of Education*, vol. 28, no. 1, pp. 195–207, 2017. (in Thai)

[13] M. Ganya, "Study of teaching and learning results With Peer assist techniques in accounting management for environmental of students in accounting programs", *Phikun Journal*, vol. 18, no. 2, pp. 221–233, 2020. (in Thai)

[14] R. Warawut and B. Anuwatwat, "Peer–assisted Learning to Development of Learning Achievement on Saw–U String Instrument for Students of the Faculty of Education Loei Rajabhat University", *The 7th National Conference National College*, 2020, pp. 11–19. (in Thai)

ความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุน กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์

Employee Organizational Commitment of Support Staff: A Case Study of the RDC Distribution Center in Buriram

รัศมี โชติไธสง[1*] นิภาภัทร์ แต่เชื้อสาย[1] สุมาลี วานิชยากร[1] ศุตานันท์ คุขุนทด[2] และ ศิรินิรยา พิละ[3]
[1]สาขาวิชาการจัดการสำนักงาน วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5
[2]สาขาวิชาการจัดการ วิทยาลัยเทคนิคหลวงพ่อคูณปริสุทโธ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5
[3]สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชน วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5
Ratsamee Chodthaisong[1*] Nipapat Taechersai[1] Sumalee Wannichayakorn[1]
Sutanan Kuhunthod[2] and Siriniraya Pila[3]
[1]Office Management, Buriram Technical College, Institute of Vocational Education: Northeastern Region 5
[2]Management, Luang Por Koon Parisuttho Technical College,
Institute of Vocational Education: Northeastern Region 5
[3]Logistics and Supply Chain Management, Buriram Technical College,
Institute of Vocational Education: Northeastern Region 5
[*]Corresponding author Email: ratsamee.chod2510@gmail.com
(Received: July 30, 2025; Revise: December 22, 2025; Accepted: December 23, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุน กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์ โดยใช้การวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างคือ พนักงานฝ่ายสนับสนุน จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบสอบถามแบบปลายปิด ซึ่งผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ และมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

ผลการวิจัยพบว่า พนักงานฝ่ายสนับสนุนมีระดับความผูกพันต่อองค์กรโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะด้านการรักษาความเป็นสมาชิกขององค์กร และด้านความพยายามทุ่มเทในการทำงาน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าด้านอื่น ๆ นอกจากนี้พบว่า พนักงานเพศชาย พนักงานที่มีอายุมากขึ้น มีประสบการณ์ทำงานสูง และดำรงตำแหน่งในระดับที่สูงขึ้น มีแนวโน้มแสดงระดับความผูกพันต่อองค์กรมากกว่ากลุ่มอื่น ผลการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นถึงบทบาทสำคัญของลักษณะงานและบริบทการทำงานที่มีความเหมาะสะต่อการเสริมสร้างความผูกพันของพนักงานในองค์กรด้านโลจิสติกส์และศูนย์กระจายสินค้า

คำสำคัญ: ความผูกพันต่อองค์กร พนักงานฝ่ายสนับสนุน และ ศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์

Abstract

This study aimed to examine the level of organizational commitment among support staff at the RDC Buriram Distribution Center. A quantitative research approach was employed. The sample consisted of 30 support staff members selected through purposive sampling. Data were collected using a structured questionnaire, which was validated by experts with a content validity index (IOC) of 1.00. Statistical analysis included percentage, mean, standard deviation, and Pearson's correlation coefficient.

The findings indicated that the overall level of organizational commitment among support staff was at the highest level. In particular, organizational membership retention and work dedication showed higher mean scores compared to other dimensions. In addition, male employees, older employees, those with longer work experience, and those in higher job positions tended to demonstrate higher organizational commitment. The results highlight the importance of appropriate job characteristics and working conditions in fostering organizational commitment within logistics and distribution center operations.

Keywords: Organizational Commitment, Support Staff, and RDC Buriram Distribution Center

1. บทนำ

ในสภาพแวดล้อมการทำงานขององค์กรยุคปัจจุบัน การรักษาบุคลากรที่มีคุณภาพให้คงอยู่กับองค์กรในระยะยาวถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและความมั่นคงขององค์กร ความผูกพันต่อองค์กรจึงเป็นแนวคิดที่ได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากสะท้อนถึงความตั้งใจของพนักงานในการปฏิบัติงาน ความทุ่มเทต่อหน้าที่ และความต้องการคงสถานการณ์เป็นสมาชิกขององค์กร พนักงานที่มีความผูกพันต่อองค์กรในระดับสูงมักแสดงพฤติกรรมการทำงานเชิงบวก มีความรับผิดชอบ และมีแนวโน้มลดการลาออก ซึ่งช่วยลดต้นทุนด้านการบริหารทรัพยกรมนุษย์ขององค์กร

จากมุมมองทางวิศวกรรมอุตสาหการ ความผูกพันต่อองค์กรสามารถเชื่อมโยงกับการออกแบบและการจัดการระบบงาน โดยเฉพาะการกำหนดภาระงาน กระบวนการทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน หากงานมีความชัดเจน ไม่ก่อให้เกิดภาระที่เกินความสามารถ และมีการจัดสรรทรัพยากรอย่างเหมาะสม จะช่วยลดความเหนื่อยล้าและความเครียดในการทำงาน ส่งผลให้พนักงานเกิดความพึงพอใจและพัฒนาความผูกพันต่อองค์กรมากขึ้น

แนวคิดด้านปัจจัยมนุษย์และการออกแบบยังชี้ให้เห็นว่า ลักษณะงานที่เปิดโอกาสให้พนักงานใช้ทักษะ มีความรับผิดชอบ และรับรู้ถึงความสำคัญของบทบาทหน้าที่ จะช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจและความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของความผูกพันต่อองค์กร

ศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์ เป็นองค์กรที่มีลักษณะการดำเนินงานเชิงระบบ ต้องอาศัยความร่วมมือและการประสานงานของพนักงานฝ่ายสนับสนุนในหลายระดับ ความเหมาะสมของภาระงาน ขั้นตอนการทำงาน และการจัดสภาพแวดล้อมในการทำงานจึงมีบทบาทสำคัญต่อทั้งประสิทธิภาพการดำเนินงานและความผูกพันของพนักงาน ดังนั้นการศึกษาความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุนในบริบทของศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์ จึงเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการและการออกแบบงานที่เหมาะสมในระยะยาว

2. รูปแบบ

2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาระดับความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุน กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์

2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณโดยผู้วิจัยเลือกศึกษาเฉพาะพนักงานฝ่ายสนับสนุนของศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์ จำนวนทั้งสิ้น 62 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 30 คน ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาจากความเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานสนับสนุนขององค์กร ซึ่งประกอบด้วยพนักงาน เจ้าหน้าที่ เจ้าหน้าที่อาวุโส ผู้ช่วยหัวหน้าหน่วย หัวหน้าหน่วย และผู้จัดการแผนก

2.3 วิธีดำเนินการวิจัย

2.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบสอบถามปลายปิด ซึ่งพัฒนาขึ้นให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยและกรอบแนวคิดด้านความผูกพันธ์ต่อองค์กร แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อายุ ประสบการณ์ทำงาน และตำแหน่งงาน ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ครอบคลุม 5 ด้าน ได้แก่ ความปรารถนาที่จะอยู่ในองค์กร ความตั้งใจที่จะอยู่ในองค์กร การมาทำงานอย่างสม่ำเสมอ ความพยายามทุ่มเทในการทำงาน และการรักษาความเป็นสมาชิกขององค์กร และส่วนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อรับฟังความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ตอบแบบสอบถาม

การกำหนดประเด็นคำถามในแบบสอบถามอาศัยแนวคิดการออกแบบงาน (Job Design) และปัจจัยมนุษย์ (Human Factors) ตามแนวทางวิศวกรรมอุตสาหการ โดยมุ่งสะท้อนความเหมาะสมของภาระงาน ความชัดเจนของบทบาทหน้าที่และพฤติกรรมการทำงานที่สัมพันธ์กับความผูกพันต่อองค์กร

2.3.2 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ แบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ซึ่งมีความรู้และประสบการณ์ด้านการบริหารและการวิจัย เครื่องมือวิจัยมีค่าดัชนีของความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 แสดงให้เห็นว่าแบบสอบถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยในระดับที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้กับข้อมูลจริง

2.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยจัดทำแบบสอบถามในรูปแบบออนไลน์ผ่าน Google Forms และส่งลิงก์หรือ QR code ให้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เมื่อได้รับแบบสอบถามครบถ้วนแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้ไปตรวจสอบความสมบูรณ์และเตรียมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

2.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไปและระดับความผูกพันต่อองค์กรในแต่ละด้าน นอกจากนี้ ได้ใช้การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson’s Correlation Coefficient) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านความผูกพันแต่ละด้านกับความผูกพันต่อองค์กรโดยรวม ซึ่งช่วยสะท้อนความเชื่อมโยงระหว่างลักษณะงาน พฤติกรรมการทำงาน และระดับความผูกพันของพนักงานในเชิงระบบตามแนวคิดวิศวกรรมอุตสาหการ

3. ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ (1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง และ (2) ผลการวิเคราะห์ระดับและความสัมพันธ์ของความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุน ศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์

ผลการวิจัย ตอนที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 30 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 63.30 อยู่ในช่วงอายุ 31–49 ปี คิดเป็นร้อยละ 53.30 มีประสบการณ์ทำงานระหว่าง 5–10 ปี คิดเป็นร้อยละ 40.00 และมีตำแหน่งงาน

ในระดับเจ้าหน้าที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.30 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานฝ่ายสนับสนุนที่มีประสบการณ์ทำงานในระดับหนึ่งและมีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินงานขององค์กร

ตอนที่ 2 ระดับความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุน ศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์ โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความผูกพันต่อองค์กรโดยภาพรวม

ความผูกพันองค์กร	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1. ด้านความปรารถนาที่จะอยู่ในองค์กร	4.79	0.49	มากที่สุด
2. ด้านความตั้งใจที่จะอยู่ในองค์กร	4.83	0.40	มากที่สุด
3. ด้านการมาทำงานที่สม่ำเสมอ	4.85	0.37	มากที่สุด
4. ด้านความพยายามทุ่มเทในการทำงาน	4.90	0.30	มากที่สุด
5. ด้านการรักษาความเป็นสมาชิกขององค์กร	4.91	0.29	มากที่สุด
รวมทุกด้าน	**4.85**	**0.37**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 1 พบว่า ระดับความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.85) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านการรักษาความเป็นสมาชิกขององค์กรมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (4.91) รองลงมาคือด้านความพยายามทุ่มเทในการทำงาน (4.90) ด้านการมาทำงานที่สม่ำเสมอ (4.85) ด้านความตั้งใจที่จะอยู่ในองค์กร (4.83) และด้านความปรารถนาที่จะอยู่ในองค์กร (4.79) ตามลำดับ

ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าพนักงานฝ่ายสนับสนุนมีทัศนคติและพฤติกรรมการทำงานที่เอื้อต่อการคงอยู่ในองค์กรและมีความพร้อมในการทุ่มเทกำลังความสามารถเพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์

ตารางที่ 2 ค่าสหสัมพันธ์กับความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุนในศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์

ปัจจัยด้านความผูกพัน	ค่าสหสัมพันธ์เฉลี่ย (r) กับความผูกพันองค์กร	ระดับความสัมพันธ์
1. ด้านความปรารถนาที่จะอยู่ในองค์กร	0.920	สูงมาก
2. ด้านความตั้งใจที่จะอยู่ในองค์กร	0.915	สูงมาก
3. ด้านการมาทำงานที่สม่ำเสมอ	0.895	สูง
4. ด้านความพยายามทุ่มเทในการทำงาน	0.935	สูงมาก
5. ด้านการรักษาความเป็นสมาชิกขององค์กร	0.935	สูงมาก

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความผูกพันต่อองค์กรกับความผูกพันต่อองค์กรโดยรวม พบว่า ทุกองค์ประกอบมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความผูกพันต่อองค์กรในระดับสูงถึงสูงมาก โดยด้านความพยายามทุ่มเทในการทำงานและด้านการรักษาความเป็นสมาชิกขององค์กรมีค่าสหสัมพันธ์สูงสุด (r = 0.935) รอง**ลงมาคือด้านความปรารถนาที่จะอยู่ในองค์กร (r = 0.920) ด้านความตั้งใจที่จะอยู่ในองค์กร** (r = 0.915) และด้าน**การมาทำงานที่สม่ำเสมอ (r = 0.895)**

ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์และค่า p–value ความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานฝ่ายสนับสนุนในศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์

ปัจจัยด้านความผูกพัน	t	p–value	ระดับนัยสำคัญ

1. ด้านความปรารถนาที่จะอยู่ในองค์กร	12.42	0.0000	0.01
2. ด้านความตั้งใจที่จะอยู่ในองค์กร	12.00	0.0000	0.01
3. ด้านการมาทำงานที่สม่ำเสมอ	10.62	0.0000	0.01
4. ด้านความพยายามทุ่มเทในการทำงาน	13.95	0.0000	0.01
5. ด้านการรักษาความเป็นสมาชิกขององค์กร	13.95	0.0000	0.01

เมื่อพิจารณาค่านัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 3 พบว่า ทุกองค์ประกอบของความผูกพันต่อองค์กรมีค่า p–value ต่ำกว่า 0.01 แสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นแต่ละด้านกับความผูกพันต่อองค์กรโดยรวมมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการวิจัยดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า องค์ประกอบด้านพฤติกรรมการทำงานและทัศนคติของพนักงานฝ่ายสนับสนุนทุกด้านมีบทบาทสำคัญต่อความผูกพันต่อองค์กร

4. อภิปรายผล

ผลการวิจัย พบว่า พนักงานฝ่ายสนับสนุนของศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์ มีระดับความผูกพันต่อองค์กรโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าพนักงานมีทัศนคติเชิงบวกต่อองค์กร และมีความพร้อมในการทุ่มเทการทำงานอย่างต่อเนื่อง ผลลัพธ์ดังกล่าวสามารถอธิบายได้จากลักษณะงานที่มีความชัดเจนด้านบทบาทหน้าที่ และกระบวนการทำงานที่เป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบทางวิศวกรรมอุตสาหการที่เน้นความเหมาะสมระหว่างงานกับผู้ปฏิบัติงาน เมื่อพิจารณาจากกลุ่มตัวอย่างในเรื่องข้อมูลทั่วไปและระดับความผูกพันต่อองค์กรด้านต่าง ๆ พบว่า

4.1 พนักงานฝ่ายสนับสนุนที่เป็นเพศชายมีความผูกพันต่อองค์กรสูงกว่าเพศหญิงเล็กน้อย โดยที่ เพศไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเพศ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสกุลรักษ์ ลำเภาพันธ์ และนุชนรา รัตนศิรประภา (2558) [1] พบว่า เพศ อายุ สถานภาพ การสมรส ระดับการศึกษา ตำแหน่งหน้าที่หลักในโรงเรียนและประสบการณ์การทำงานในตำแหน่งหน้าที่หลักที่แตกต่างกันมีความผูกพันต่อองค์กรไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของอิงอร ตั้นพันธ์ (2558) [2] พบว่า ด้านเพศ พนักงานระดับหัวหน้างานของบริษัทในนิคมอุตสาหกรรมบางชันที่มีเพศที่แตกต่างกันมีความผูกพันต่อองค์การไม่แตกต่างกัน และข้อค้นพบนี้ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของศิริลักษณ์ รักเจียม ณัฐวัชร ประทีป ณ ถลาง และจุรีวรรณ จันพลา (2564) [3] พบว่า กลุ่ม ตัวอย่างที่มีเพศและฝ่ายงานที่สังกัดที่แตกต่างกันมีความผูกพัน ต่อองค์กรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของวรารักษ์ ลีเลิศพันธ์ (2557) [4] ที่พบว่า พนักงานบริษัทเนชั่น บรอดแคสติ้ง คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) ที่มีเพศต่างกันจะมีความผูกพันต่อองค์กรต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 พนักงานฝ่ายสนับสนุนที่มีอายุ 31 ปีขึ้นไปมีค่าเฉลี่ยความผูกพันต่อองค์กรสูงกว่ากลุ่มอายุต่ำกว่า 30 ปี ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า อายุที่เพิ่มขึ้นอาจสัมพันธ์กับการสะสมประสบการณ์ ความมั่นคงในหน้าที่ และความเข้าใจในระบบงานขององค์กรมากขึ้น ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาความผูกพันต่อองค์กรในระยะยาว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรรณอร รัชตมุทธา (2566) [5] ที่สำรวจผู้ปฏิบัติงานฝ่ายบำรุงรักษาเครื่องกล การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลด้านอายุและระยะเวลาการทำงานส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะเวลาและประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้นตามอายุมีส่วนทำให้เกิดความผูกพันต่อองค์กรอย่างชัดเจน และสอดคล้องกับงานวิจัยของอิงอร ตั้นพันธ์ (2558) พบว่า พนักงานระดับหัวหน้างานที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไปมีความผูกพันต่อองค์การมากกว่าพนักงานที่มีอายุน้อย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ บรรพต ไชยกิจ (2552) [6] ที่พบว่าอายุมีอิทธิพลต่อระดับความผูกพันต่อองค์การของพนักงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชุดา นุชพงษ์ (2553) [7] ที่พบว่าพนักงานที่มีอายุเกินกว่า 40 ปีมีความผูกพันต่อองค์การสูงกว่าพนักงานที่มีอายุต่ำกว่า 40 ปี

4.3 พนักงานฝ่ายสนับสนุนที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 11 ปี มีความผูกพันต่อองค์กรสูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่มีประสบการณ์ 5–10 ปี กลุ่มประสบการณ์ทำงานน้อยกว่า 5 ปี มีความผูกพันต่ำกว่ากลุ่มอื่น แสดงให้เห็นว่า ประสบการณ์ทำงานที่มากขึ้นมีแนวโน้มเพิ่มความผูกพันต่อองค์กรสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเชฐธิดา กุศลาไสยานนท์ และสุกฤตา เชื้อจันสา (2565) [8] ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานและประสบการณ์การทำงานกับความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานบริษัทบริหารจัดการอสังหาริมทรัพย์ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 132 คน ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านประสบการณ์การทำงานมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงกับความผูกพันต่อองค์กรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งบ่งชี้ว่าพนักงานที่มีประสบการณ์การทำงานมากขึ้นมักมีความผูกพันต่อองค์กรสูงขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของทิพย์ชนก เสนผดุง (2563) [9] ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของบุคลากรกรมการข้าว พบว่าปัจจัยส่วนบุคคล เช่น ประสบการณ์ในการทำงาน มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กร โดยประสบการณ์ในการทำงานเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความผูกพันมากที่สุด

4.4 พนักงานฝ่ายสนับสนุนที่เปรียบเทียบตามตำแหน่งงาน พบว่า ตำแหน่งผู้จัดการและหัวหน้าหน่วย มีความผูกพันต่อองค์กรสูงที่สุด กลุ่มพนักงานทั่วไปมีค่าความผูกพันต่ำกว่ากลุ่มที่มีตำแหน่งสูงกว่า ชี้ให้เห็นว่าตำแหน่งที่สูงขึ้นมักจะมีความรู้สึกผูกพันต่อองค์กรมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวารุณพร เชื้อวณิชย์ และธรรมวิมล สุขเสริม (2563) [10] ได้ศึกษาเกี่ยวกับความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานในกลุ่มบริษัทผลิตน้ำแข็งแห่งหนึ่งในจังหวัดอุบลราชธานี โดยพบว่าปัจจัยส่วนบุคคล เช่น ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน อายุงาน และตำแหน่งงาน มีผลต่อความผูกพันของพนักงานในองค์กรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความผูกพันของพนักงาน โดยจำแนกตามตำแหน่งงาน มีค่า t เท่ากับ –5.88 และมีค่า Sig เท่ากับ 0.00 ซึ่งน้อยกว่า 0.01 แสดงว่าพนักงานที่มีตำแหน่งงานต่างกันมีความผูกพันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพนักงานปฏิบัติการมีค่าเฉลี่ยของความผูกพันต่ำกว่าพนักงานระดับบริหาร

4.5 ความสัมพันธ์กับความผูกพันขององค์กร โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ด้านที่มีความผูกพันต่อองค์กรสูงสุดมีระดับเท่ากัน 2 ด้านคือ ด้านความพยายามทุ่มเทในการทำงาน (r=0.935) ระดับสูงมาก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ชี้ให้เห็นว่า พฤติกรรมการทำงานที่สะท้อนถึงความพยายามและความทุ่มเท มีความเชื่อมโยงอย่างชัดเจนกับระดับความผูกพันต่อองค์กร ซึ่งสะท้อนบทบาทของแรงจูงใจภายในที่มีต่อการคงอยู่ในองค์กร สอดคล้องกับงานวิจัยของอภิญญา ทองเดช (2558) [11] จากการศึกษา พบว่า ปัจจัยจูงใจในการทำงานมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความผูกพันต่อองค์กร โดยปัจจัยจูงใจในการทำงานโดยรวมและรายด้านทุกด้าน มีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกันกับความผูกพันต่อองค์กร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งหมายความว่า ถ้ามีปัจจัยจูงใจในการทำงานสูงก็ทำให้มีความผูกพันต่อองค์กรสูงด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของอรทัย โสมหยกวิลาศ (2555) [12] พบว่า ความผูกพันต่อองค์กรของกลุ่มตัวอย่างในด้านความเต็มใจที่จะทุ่มเทความพยายามอย่างมากที่จะปฏิบัติงานเพื่อองค์การโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$= 3.51) และด้าน**การรักษาความเป็นสมาชิกขององค์กร** (r=0.935) ระดับสูงมากและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าพนักงานที่ต้องการรักษาสถานะของตนเองในองค์กรมักจะมีความผูกพันต่อองค์กรในระดับสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวีรวัชร์ บุญส่ง (2557) [13] พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความผูกพันต่อองค์การของพนักงานบริษัท ฟู้ดสตาร์ จำกัด ได้แก่ ด้านความเชื่อมั่นและยอมรับเป้าหมายรวมถึงค่านิยมขององค์การ ด้านความเต็มใจและใช้ความพยายามเต็มที่ในการปฏิบัติงานให้องค์การและด้านความต้องการที่จะรักษาความเป็นสมาชิกขององค์การ พบว่าตัวแทนของพนักงานมีความผูกพันต่อองค์การอยู่ในระดับมากซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 โดยค่าเฉลี่ยความผูกพันต่อองค์การสูงที่สุดคือด้านความเต็มใจและใช้ความพยายามเต็มที่ในการปฏิบัติงานให้องค์การอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 รองลงมาคือด้านความเชื่อมั่นและยอมรับเป้าหมายรวมถึงค่านิยมขององค์การอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.59 และด้านความต้องการที่จะรักษาความเป็นสมาชิกขององค์การอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.42 รองลงมาคือ**ด้านความปรารถนาที่จะอยู่ในองค์กร**

(r=0.920) มีระดับความสัมพันธ์สูงมากและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าพนักงานมีความผูกพันต่อองค์กรในระดับสูงมากจึงมีความปรารถนาที่จะอยู่ในองค์กรซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรทิตย์ ต้อยหมื่นไวย และอัมพาพร ลีลามโนธรรม (2563) [14] ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมองค์กรและความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานโรงพยาบาลเอกชน ABC ในจังหวัดนครราชสีมา พบว่า ความผูกพันด้านความคงอยู่กับองค์กร อยู่ในระดับมาก รองลงมาคือด้านความตั้งใจที่จะอยู่ในองค์กร (r=0.915) ระดับความสัมพันธ์สูงมากและมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่าพนักงานที่มีความตั้งใจที่จะอยู่ในองค์กรมีความผูกพันต่อองค์กรสูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์ชนก ทรายข้าว (2553) [15] ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานธนาคารทิสโก้ จำกัด (มหาชน) กลุ่มตัวอย่างจำนวน 214 คน ผลการศึกษาพบว่า พนักงานธนาคารทิสโก้ จำกัด (มหาชน) มีความผูกพันต่อองค์กรโดยรวมอยู่ในระดับมาก สำหรับปัจจัยที่แสดงถึงความผูกพันต่อองค์กรในด้านความเชื่อมั่นอย่างแรงกล้า ความเต็มใจที่จะทุ่มเทความพยายามอย่างมากเพื่อประโยชน์ขององค์กร และความปรารถนาอย่างแรงกล้าที่จะคงไว้ซึ่งความเป็นสมาชิกภาพขององค์กร อยู่ในระดับผูกพันมาก ส่วน**ด้านการทำงานที่สม่ำเสมอ** (r=0.895) แม้จะมีความสัมพันธ์สูง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยอื่น พบว่ามีระดับความสัมพันธ์ต่ำที่สุดในกลุ่มปัจจัยทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเวทยา ใฝ่ใจดี, สุขยืน เทพทองและวัชรพจน์ ทรัพย์สงวนบุญ (2566) [16] ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความผูกพันองค์กรและอิทธิพลของความผูกพันองค์กรต่อประสิทธิผลการทำงาน กรณีศึกษารัฐวิสาหกิจในประเทศไทย พบว่า ปัจจัยความผูกพันองค์กรและประสิทธิผลการทำงานด้านการทำงานอย่างเต็มความสามารถอยู่ในระดับมาก

โดยสรุป ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า **ความพยายามทุ่มเทในการทำงานและความต้องการรักษาสถานะการเป็นสมาชิกขององค์กร เป็นองค์ประกอบสำคัญที่สะท้อนระดับความผูกพันของพนักงานฝ่ายสนับสนุนในบริบทของศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์**

5. สรุป

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าพนักงานมีความผูกพันต่อองค์กรในระดับสูงมาก โดยเฉพาะด้านการรักษาความเป็นสมาชิกขององค์กร พนักงานที่มีอายุมากกว่าและประสบการณ์ทำงานที่สูงกว่ามักมีความผูกพันต่อองค์กรมากขึ้น ผู้ดำรงตำแหน่งสูง เช่น หัวหน้าหน่วยหรือผู้จัดการแผนก มีความผูกพันต่อองค์กรมากกว่าพนักงานทั่วไป

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ขอขอบคุณศูนย์กระจายสินค้า RDC บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ ที่เป็นสถานที่ในการศึกษา

7. เอกสารอ้างอิง

[1] S. Lampaopan and N. Rattanasiraprapha, “Organizational Commitment of Phraya Manthat Ratchasri Phichit School Personnel,” *Journal of Educational Administration Silpakorn University*, vol. 2015, pp. 88–96, 2015. (in Thai)

[2] A. Tanphan, “Organizational Commitment of Supervisory–Level Employees in Companies within Bangchan Industrial Estate,” *Kasem Bundit Journal*, vol. 2015, pp. 125–139, 2015. (in Thai)

[3] S. Rakjiam, N. Prateep Na Talang, and J. Janpla, “Organizational Commitment and Work Happiness of Personnel in the Office of the President at a State–Owned University,” *Journal of Research Muban Chombueng Rajabhat University*, vol. 2021, pp. 16–31, 2021. (in Thai)

[4] W. Leelertphan, "Factors Affecting Organizational Commitment Levels of Employees at Nation Broadcasting Corporation Public Company Limited," Master's thesis, Nation University Lampang, 2014. (in Thai)

[5] P. Ratchatamuttha, "Quality of Work Life and Organizational Commitment of Mechanical Maintenance Staff, Electricity Generating Authority of Thailand," Master's thesis, Public Administration Program, Chulalongkorn University, 2023. (in Thai)

[6] B. Chaiyakit, "Organizational Commitment of Employees at Western Digital (Thailand) Co., Ltd.," Independent Study, Master of Business Administration, Chiang Mai University, 2009. (in Thai)

[7] W. Nuchpong, "Organizational Commitment: A Case Study of Jasmine Group Companies," Master's thesis, Department of General Management, Ramkhamhaeng University, 2010. (in Thai)

[8] C. Kusalasaiyanon and S. Chueajansa, "A Study of the Relationship Between Work Environment Factors and Work Experience with Organizational Commitment of Real Estate Management Company Employees," *Journal of Business and Industrial Development*, vol. 2022, pp. 5–16, 2022. (in Thai)

[9] T. Senphadung, "Factors Affecting Organizational Commitment of Department of Rice Personnel," Master's thesis, Public Administration Program, Chulalongkorn University, 2020. (in Thai)

[10] W. Chuawanich and T. Sooksoem, "Factors Affecting Employee Commitment in Organizations: A Case Study of an Ice Manufacturing Group of Companies in Ubon Ratchathani Province," *Journal of Management Science Research Surindra Rajabhat University*, vol. 2020, pp. 81–95, 2020. (in Thai)

[11] A. Thongdet, "Relationship between Work Motivation and Organizational Commitment of TOT Public Company Limited Employees," Independent Study, Master of Business Administration, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 2015. (in Thai)

[12] O. Somhokwilas, "Organizational Commitment of Thai Employees at Toshiba Lighting Components (Thailand) Co., Ltd.," Independent Study, Master of Business Administration Program, Sukhothai Thammathirat Open University, 2012. (in Thai)

[13] W. Boonsong, "Relationship between Organizational Commitment and Organizational Citizenship Behavior of Food Star Co., Ltd. Employees," Master's thesis, Public and Private Sector Management Program, Silpakorn University, 2014. (in Thai)

[14] P. Toimuenwai and A. Leelamanotham, "Relationship between Organizational Culture and Organizational Commitment of ABC Private Hospital Employees in Nakhon Ratchasima Province," *Journal of Management and Development Ubon Ratchathani Rajabhat University*, vol. 2020, pp. 39–50, 2020. (in Thai)

[15] P. Saikhao, "Factors Affecting Organizational Commitment of TISCO Bank Public Company Limited Employees," Master's thesis, Graduate School of Business Administration, Chiang Mai University, 2010. (in Thai)

[16] W. Faiyadee, S. Thepthong, and W. Trapsongwanboon, "A Study of Factors Affecting Organizational Commitment and the Influence of Organizational Commitment on Work Performance: A Case Study

of State Enterprises in Thailand," *Journal of Applied Kasetsart Business*, vol. 71, pp. 71–87, 2023. (in Thai)

การพัฒนาแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือทิ้งและวัสดุรีไซเคิล เพื่อการประยุกต์ใช้งานอย่างยั่งยืน

Value-Added Particleboard Development Using Waste and Recycled Materials for Sustainable Utilization

ฐิติ หมอรักษา[1*] ประจักร จัตกุล[1] จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร[2] และ ธีรวุฒิ เขื่อนแก้ว[3]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
[2]สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
[3]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
Thiti Mhoraksa[1*] Prajak Jattakul[1] Jittiwat Nithikarnjanatharn[2] and Teerawut Khuenkaew[3]
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Integrated Engineering and Technology,
Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chanthaburi Campus
[2]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology,
Rajamangala University of Technology Isan
[3]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus
[*]Corresponding author Email: thiti_mh@rmutto.ac.th
(Received: December 3, 2025; Revise: December 26, 2025; Accepted: December 27, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีมูลค่าเพิ่มจากวัสดุเหลือทิ้งและวัสดุรีไซเคิล เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และสนับสนุนแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยประยุกต์ใช้กระบวนการทางวิศวกรรมในการแปรรูปวัสดุเหลือทิ้งให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ได้ วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ เปลือกทุเรียนและเปลือกหมาก ซึ่งถูกย่อยให้มีขนาด 4 และ 20 มิลลิเมตร โดยใช้กากกาแฟและเม็ดพลาสติกรีไซเคิลเป็นวัสดุเสริมแรง และใช้กาวไอโซไซยาเนตในอัตรา 6, 9 และ 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ วัตถุดิบทั้งหมดถูกผสมในเครื่องผสมพร้อมการฉีดกาว จากนั้นนำส่วนผสมไปขึ้นรูปในแม่พิมพ์ขนาด 400 × 600 มิลลิเมตร และอัดขึ้นรูปด้วยแรงดันไฮดรอลิกส์ 30 เมกะปาสคาล ที่อุณหภูมิประมาณ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ผลการทดลองพบว่าแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตจากเปลือกทุเรียนขนาด 20 มิลลิเมตร โดยใช้กาวไอโซไซยาเนต 12 เปอร์เซ็นต์ และเสริมแรงด้วยเม็ดพลาสติกรีไซเคิล ให้คุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุด โดยมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 780.02 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ย 4.36 เปอร์เซ็นต์ ค่าการพองตัวเฉลี่ย 8.24 เปอร์เซ็นต์ และค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ย 6.93 เมกะปาสคาล เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876–2547 พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการนำวัสดุเหลือทิ้งและวัสดุรีไซเคิลมาพัฒนาเป็นวัสดุก่อสร้างที่ยั่งยืน

คำสำคัญ: ปาร์ติเกิลบอร์ด ทุเรียน เปลือกหมาก กากกาแฟ และ พอลิโพรพีลีน

Abstract

This research aimed to develop value–added particleboard from waste and recycled materials in order to enhance the value of waste resources, promote efficient resource utilization, and support sustainable development. Engineering–based processing methods were applied to transform waste materials into new products with potential commercial applications. The primary raw materials used in this study were durian peels and areca nut husks, which were processed into particle sizes of 4 and 20 mm. Spent coffee grounds and recycled plastic pellets were employed as reinforcing materials, while isocyanate adhesive was added at proportions of 6%, 9%, and 12% by weight of the raw materials. The mixed materials were blended using a mechanical mixer with adhesive injection, weighed, and formed into boards using a mold with dimensions of 400 × 600 mm. Hot pressing was conducted under a hydraulic pressure of 30 MPa at approximately 160 °C for 10 minutes. The results indicated that particleboard produced from 20 mm durian peel particles with 12% isocyanate adhesive and reinforced with recycled plastic pellets exhibited the most favorable properties. The board demonstrated an average density of 780.02 kg/m^3, an average moisture content of 4.36%, an average thickness swelling of 8.24%, and an average internal bond strength of 6.93 MPa. When compared with the Thai Industrial Standard TIS 876–2547, the physical and mechanical properties of the developed particleboard met the required specifications. These findings confirm the feasibility of utilizing waste and recycled materials for the production of sustainable and value–added particleboard.

Keywords: Particleboard, Durian, Areca nut husk, Spent coffee grounds, and Polypropylene

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหามลภาวะที่มีแนวโน้มทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันเป็นผลสืบเนื่องจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว ปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้เกิดการสะสมของวัสดุเหลือใช้และขยะมูลฝอยในปริมาณมากในหลายพื้นที่ของประเทศ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพชีวิตและสุขภาวะของประชาชน

จังหวัดจันทบุรี ซึ่งตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของประเทศไทย มีลักษณะภูมิประเทศที่อุดมสมบูรณ์และเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชผลทางการเกษตรหลากหลายชนิด ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพด้านการเกษตร ส่งผลให้มีผลผลิตทางการเกษตรออกสู่ตลาดอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี โดยเฉพาะไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญ ได้แก่ ทุเรียนและมังคุด ทั้งนี้ ทุเรียนถือเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัดจันทบุรีและพื้นที่ภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรที่ 6 จังหวัดชลบุรี รายงานว่าในปี พ.ศ. 2567 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกทุเรียนยืนต้นรวมทั้งสิ้น 687,140 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2566 ซึ่งมีพื้นที่ปลูกจำนวน 635,984 ไร่ หรือเพิ่มขึ้น 51,156 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 8.04 [1] นอกจากนี้ยังมีพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ เช่น หมาก และมันสำปะหลัง ที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจการเกษตรของพื้นที่ อย่างไรก็ตามกระบวนการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว และการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรดังกล่าว ส่งผลให้เกิดวัสดุเหลือทิ้งในปริมาณมาก เช่น เปลือกทุเรียน ซึ่งมักถูกกำจัดโดยวิธีการเผาทำลายในพื้นที่ ส่งผลให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีปริมาณเกินค่ามาตรฐาน อันนำไปสู่ปัญหามลภาวะทางอากาศและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ เช่นเดียวกับหลายพื้นที่อื่นของประเทศ แม้ว่าจะแตกต่างกันในแหล่งกำเนิดของมลภาวะก็ตาม ทั้งนี้ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรดังกล่าวมีคุณสมบัติของ

เส้นใยเซลลูโลสธรรมชาติ เช่น ความทนทานต่อการเน่าเปื่อย ความเสื่อมสภาพทางเคมี และความทนทานต่อความร้อนในระดับอุณหภูมิเดือดของน้ำ อีกทั้งยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่หรือแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าได้อย่างต่อเนื่อง จึงนับเป็นทรัพยากรที่มีศักยภาพสำหรับการพัฒนาเป็นวัสดุทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน

จากการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการนำวัสดุเหลือทิ้งหรือวัสดุที่ไม่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจมาเพิ่มมูลค่า ผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในหลากหลายรูปแบบ เช่น แผ่นวัสดุประกอบ กระดาษ และจานรองแก้ว ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปัญหาขยะมูลฝอยแล้ว ยังเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่วัสดุเหลือทิ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการสำรวจวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่ามีการนำวัสดุต่าง ๆ มาเพิ่มมูลค่าหลายรูปแบบ เช่น วัสดุเชิงประกอบชีวภาพพอลิแลคติกแอซิดเสริมแรงด้วยอนุภาคเส้นใยกัญชงและทัลค์ [2] ปาร์ติเกิลบอร์ดจากใบยาง ใยมะพร้าว และเปลือกหมาก [3] วัสดุเชิงประกอบพอลิโพรพิลีนรีไซเคิลผสมกับฟางข้าว [4] แผ่นประกอบจากเศษกระจูดเหลือใช้ [5] กระดาษจากเส้นใยเปลือกหน่อไม้ผสมเปลือกข้าวโพด [6] จานรองแก้วจากกากกาแฟและพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ [7] แผ่นชิ้นไม้อัดจากเศษไม้ไผ่ที่เหลือจากการทำเสื่อ [8] ปาร์ติเกิลบอร์ดจากกิ่งลำไย และใบลำไย [9] วัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยเส้นใยจากกล้วยและใบสัปปะรด [10] วัสดุเชิงประกอบเสริมแรงด้วยเส้นใยจากใบสัปปะรด [11–12] แผ่นชีวคอมโพสิตจากเปลือกกล้วย แป้งมันสำปะหลัง และเส้นใยต้นกล้วย [13] การใช้เชื้อรามัยซีเลียมและเส้นใยเหลือทิ้งในการผลิตวัสดุชีวคอมโพสิตสำหรับสิ่งทอเกษตร [14] แผ่นชีวคอมโพสิตโดยใช้เส้นใยเคนาฟและพอลิเมอร์โพรพิลีน [15] และอื่น ๆ อีกมากมาย

ด้วยเหตุผลดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยอาศัยการผสมผสานกับตัวประสานที่เหมาะสม ได้แก่ กาวไอโซไซยาเนต เพื่อผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางกลสอดคล้องกับความต้องการในการใช้งาน นอกจากนี้ ยังมีการเสริมแรงวัสดุด้วยเม็ดพลาสติกรีไซเคิลชนิดโพลิโพรพิลีน ซึ่งเป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติด้านความแข็งแรง ความทนทาน และความเสถียรทางโครงสร้างสูง ควบคู่กับการประยุกต์ใช้กากกาแฟ ซึ่งเป็นวัสดุชีวภาพที่มีศักยภาพในการเสริมแรงและได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในหลากหลายอุตสาหกรรม อาทิ อุตสาหกรรมคอมโพสิต ซีเมนต์ ยาง กระดาษ และวัสดุก่อสร้าง แนวทางดังกล่าวมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้ง ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และสนับสนุนการพัฒนาวัสดุทางเลือกที่สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 วัสดุและวิธีการทดสอบ

งานวิจัยนี้จะทำการผลิต และศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876 – 2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1.1 วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ เปลือกทุเรียน และเปลือกหมาก

2.1.2 วัสดุเสริมแรง คือ เม็ดพลาสติกรีไซเคิล ชนิดพอลิโพรพีลีน และกากกาแฟ

2.1.3 ตัวประสาน คือ กาวไอโซไซยาเนต

2.1.4 คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนาแน่น, ปริมาณความชื้น และการพองตัวตามความหนา

2.1.5 คุณสมบัติทางกล คือ ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

2.2 ขั้นตอนการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด

เตรียมวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ เปลือกทุเรียน และเปลือกหมาก ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตมาควบคุมความชื้นและย่อยให้เหลือขนาด 4 และ 20 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องสับย่อยจากนั้นชั่งน้ำหนักวัตถุดิบที่ผ่านการสับย่อยตามสูตรที่กำหนด และน้ำหนักกาวไอโซไซยาเนต 6, 9 และ 12 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักวัตถุดิบ นำเข้าเครื่องผสมพร้อมกับผสมกาวโดยการฉีดกาวเข้าไปยังเครื่อง เมื่อเสร็จเรียบร้อยนำวัตถุดิบที่ผสมกาวแล้วมาชั่ง แล้วใส่ในแม่พิมพ์ขนาด 400×600 มิลลิเมตร หลังจากนำวัตถุดิบใส่จนเสร็จแล้วทำการอัดขึ้นรูปด้วยแรงดันไฮดรอลิกส์ 30 เมกะปาสคาล อุณหภูมิประมาณ 160 องศา

เซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นนำออกจากเครื่องอัดร้อน จะได้แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดตามสูตรที่ผสม

รูปที่ 1 ขั้นตอนการอัดขึ้นรูป

รูปที่ 2 แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด

2.3 ขั้นตอนการทดสอบ

แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ได้จากการอัดขึ้นรูปจะมีขนาด 400×600×10 มิลลิเมตร การทดสอบตัวอย่างแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดมีการสุ่มตัวอย่างจากการผลิตมาทำการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876 – 2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ [16] ได้แก่

2.3.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

2.3.1.1 ความหนาแน่น ตัดชิ้นทดสอบขนาด 50×50 มิลลิเมตร จำนวน 6 ชิ้น นำชิ้นทดสอบที่ตัดเรียบร้อยแล้ว ไปทำการชั่งให้ได้มวลที่แน่นอนถึง 0.1 กรัม และทำการวัดความหนาตรงจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ และวัดความกว้างกับความยาวจากนั้นหาค่าความหนาแน่น

2.3.1.2 ปริมาณความชื้น ชั่งชิ้นทดสอบซึ่งผ่านการทดสอบตามข้อ 1 ให้ได้มวลแน่นอนถึง 0.1 กรัม เป็นมวลของชิ้นทดสอบก่อนอบ ทำการอบชิ้นทดสอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 130 ± 2 องศาเซลเซียส จนได้มวลคงที่ คือมวลของชิ้นทดสอบเมื่อชั่ง 2 ครั้งที่เวลาห่างกัน 6 ชั่วโมง ต้องไม่แตกต่างกันเกิน 0.1 เปอร์เซ็นต์ของมวลของชิ้นทดสอบ หลังจากนั้นนำมาใส่ในเดซิเคเตอร์ ปล่อยไว้ให้เย็น ชั่งชิ้นทดสอบเป็นมวลของชิ้นทดสอบหลังอบแห้งจึงหาค่าปริมาณความชื้น

2.3.1.3 การพองตัวตามความหนา ตัดชิ้นทดสอบขนาด 50×50 มิลลิเมตร จำนวน 8 ชิ้น จากนั้นทำเครื่องหมายตำแหน่งที่วัดความหนา และวัดความหนาของชิ้นทดสอบ ทดสอบเป็นความหนาก่อนแช่น้ำ และแช่ชิ้นทดสอบในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิ 20 ± 2 องศาเซลเซียส เมื่อแช่ชิ้นทดสอบครบ 1 ชั่วโมง รีบนำชิ้นทดสอบขึ้นมาซับน้ำที่ผิวออกให้หมดด้วยผ้าหมาด แล้วจึงปล่อยไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยวางให้ขอบด้านใดด้านหนึ่งอยู่บนแผ่นวัสดุที่ไม่ดูดซับน้ำปล่อยชิ้นทดสอบไว้

อีก 1 ชั่วโมง นำชิ้นทดสอบขึ้นมาวัดความหนาตามตำแหน่งเดิมเป็นความหนาหลังแช่น้ำทำการหาค่าการพองตัวตามหนา

2.3.2 คุณสมบัติทางกล

2.3.2.1 ความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ตัดชิ้นทดสอบขนาด 50×50 มิลลิเมตร จำนวน 8 ชิ้น ติดผิวหน้าทั้งสองของชิ้นทดสอบกับแผ่นดึงโดยใช้กาวสังเคราะห์ที่ให้แรงยึดระหว่างชิ้นทดสอบกับแผ่นดึงได้มากกว่าแรงยึดตัวในชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบที่เตรียมได้แล้วนี้ไปเข้าเครื่องดึงดึงให้ชิ้นทดสอบแยกออกจากกัน ซึ่งปกติจะแยกในชั้นไส้ อัตราการเพิ่มแรงดึงต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มดึงจนกระทั่งชิ้นทดสอบแยกออกจากกันต้องไม่น้อยกว่า 30 วินาที แต่ไม่มากกว่า 90 วินาที (ความเร็วในการดึงประมาณ 2 มิลลิเมตรต่อนาที) หาค่าความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

รูปที่ 3 ทดสอบความต้านทานแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า

3. ผลการวิจัย

ผลการดำเนินงานวิจัยหลังการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และทางกลของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดแล้วนำผลที่ได้นั้นมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876–2547 เรื่องแผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการทดสอบแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดใช้วัตถุดิบขนาด 4 มิลลิเมตรกับมาตรฐานอุตสาหกรรม

ลำดับ	ค่ามาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876 – 2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ	ผลการทดสอบ					
		เปลือกทุเรียน			เปลือกหมาก		
		อัตราส่วนผสมกาวไอโซไซยาเนต					
		6 %	9 %	12 %	6 %	9 %	12 %
1	ความหนาแน่น 400 – 900 (kg/m^3)	857.22	903.16	870.55	697.96	808.11	824.79
2	ปริมาณความชื้น 4 – 13 (%)	3.80	4.16	4.94	3.73	4.56	3.32
3	การพองตัวตามความหนา ไม่เกิน 12 (%)	19.49	15.89	23.23	25.02	13.16	19.93
4	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ไม่น้อยกว่า 0.45 (MPa)	4.29	6.14	4.75	2.84	3.89	4.06

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการทดสอบแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดใช้วัตถุดิบขนาด 20 มิลลิเมตรกับมาตรฐานอุตสาหกรรม

ลำดับ	ค่ามาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 876 – 2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดราบ	ผลการทดสอบ					
		เปลือกทุเรียน			เปลือกหมาก		
		อัตราส่วนผสมกาวไอโซไซยาเนต					
		6%	9%	12%	6%	9%	12%
1	ความหนาแน่น 400 – 900 (kg/m^3)	758.28	818.84	780.02	641.05	677.53	771.00
2	ปริมาณความชื้น 4 – 13 (%)	3.47	5.45	4.36	3.82	2.66	3.14
3	การพองตัวตามความหนา ไม่เกิน 12 (%)	14.72	7.78	8.24	11.74	11.65	5.81
4	ความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้า ไม่น้อยกว่า 0.45 (MPa.)	5.69	7.91	6.93	2.13	4.09	5.30

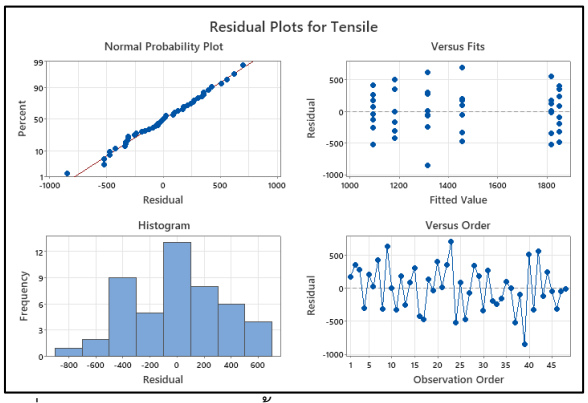
รูปที่ 4 แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากเปลือกทุเรียน (ขนาด 20 มิลลิเมตร ตัวประสาน 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) เสริมแรงด้วยเม็ดพลาสติกรีไซเคิล

รูปที่ 5 แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากเปลือกหมาก (ขนาด 20 มิลลิเมตร ตัวประสาน 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) เสริมแรงด้วยเม็ดพลาสติกรีไซเคิล

4. อภิปรายผล

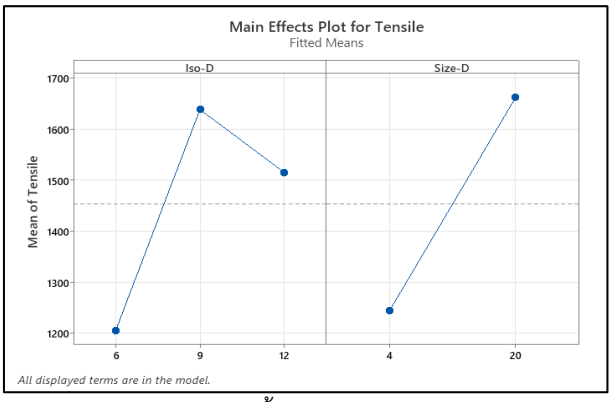
จากผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกลของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ด เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876–2547 แผ่นชิ้นไม้อัดชนิดอัดราบ พบว่า แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ใช้กากกาแฟเป็นตัวเสริมแรงมีลักษณะผิวหน้าบวม ต่างจากการใช้เม็ดพลาสติกรีไซเคิลเป็นตัวเสริมแรงที่มีผิวหน้าสมบูรณ์ จึงมีการนำมาทดสอบ พบว่า สมบัติทางกลอยู่ในมาตรฐานกำหนด และคุณสมบัติทางกายภาพบางประการไม่ได้อยู่ในมาตรฐานกำหนด ซึ่ง

สอดคล้องกับผลวิจัยของฐิติ และคณะ [3] ซึ่งพัฒนาปาร์ติเกิลบอร์ดจากเปลือกหมาก ใบยาง ใยมะพร้าว ผลวิจัยของประจักร และคณะ [9] ซึ่งพัฒนาปาร์ติเกิลบอร์ดจากกิ่งลำไย และใบลำไย และผลวิจัยของเดช และคณะ [5] ที่มีการนำวัสดุจากธรรมชาติที่มีเส้นใยมาใช้โดยตรงไม่ได้ผ่านกระบวนการปรับคุณสมบัติด้วยกระบวนการอื่น ๆ เช่น กระบวนการทางเคมีก่อนนำมาใช้งาน เพื่อการประยุกต์ใช้งานอย่างยั่งยืน และคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม

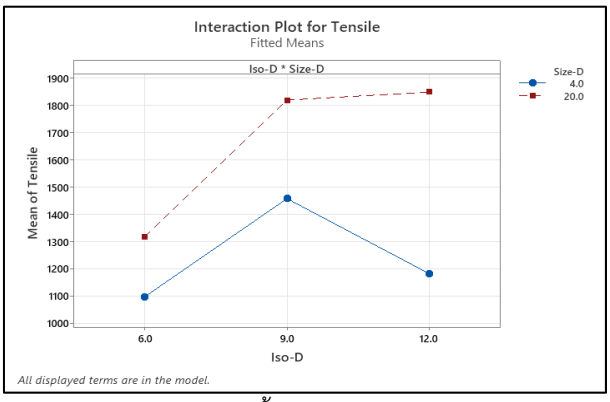


รูปที่ 6 กราฟความคลาดเคลื่อนค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากเปลือกทุเรียน

จากรูปที่ 6 การตรวจสอบการกระจายตัวของข้อมูลพบว่าข้อมูลยังคงมีการกระจายตัวแบบปกติ และพบว่าการกระจายตัวของส่วนตกค้างมีลักษณะการกระจายตัวแบบอิสระต่อกัน



รูปที่ 7 กราฟอิทธิพลหลักของค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากเปลือกทุเรียน



รูปที่ 8 กราฟอิทธิพลร่วมของค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากเปลือกทุเรียน

จากรูปที่ 7 และ 8 กราฟอิทธิพลหลัก และอิทธิพลร่วมของค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากเปลือกทุเรียนกับเงื่อนไขเปอร์เซ็นต์ของกาวไอโซไซยาเนต (Iso–D) และขนาดของเปลือกทุเรียน (Size–D) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไขเปอร์เซ็นต์ของกาวไอโซไซยาเนต และขนาดของเปลือกทุเรียน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าที่ระดับนัยสำคัญ α = 0.05

5. สรุป

จากผลการศึกษาสามารถสรุปสาระสำคัญของงานวิจัยได้ดังนี้

ผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติของแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่พัฒนาขึ้นกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 876–2547 พบว่า แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่ผลิตจากเปลือกทุเรียนซึ่งมีขนาดอนุภาค 20 มิลลิเมตร โดยใช้กาวไอโซไซยาเนตในอัตรา 9 และ 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ และเสริมแรงด้วยเม็ดพลาสติกรีไซเคิล มีคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางกลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้ แผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดดังกล่าวมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 818.84 และ 780.02 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ย 5.45 และ 4.36 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการพองตัวเฉลี่ย 7.78 และ 8.24 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความต้านแรงดึงตั้งฉากกับผิวหน้าเฉลี่ย 7.91 และ 6.93 เมกะปาสคาล ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับวัสดุรีไซเคิลในการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่มีคุณภาพตามมาตรฐานอุตสาหกรรม

นอกจากนี้ จากผลการประเมินด้านการประยุกต์ใช้งาน พบว่าแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานในด้านการผลิตเฟอร์นิเจอร์ที่ต้องรองรับแรงต่าง ๆ เช่น แรงกดและแรงกระแทก รวมถึงการใช้งานในลักษณะของอุปกรณ์ตกแต่งภายในที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก เช่น กล่องใส่ของขนาดเล็ก ชั้นวางของขนาดเล็ก และกรอบรูป ทั้งนี้ การพัฒนาแผ่นปาร์ติเกิลบอร์ดจากวัสดุเหลือทิ้งดังกล่าวเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดการกำจัดด้วยวิธีการเผาซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งและสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่โดยใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ พ.ศ.2568 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก สัญญาเลขที่ ผ037/2568

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Office of Agricultural Economics Region 6 Chonburi, “Agricultural Economic News,” accessed Apr. 2, 2025. [Online]. Available: https://www.opsmoac.go.th/news–files–461491791954. (in Thai)

[2] W. Sitticharoen et al., “The Use of Hemp Fiber and Talc Particles as Reinforcing Fillers in Polylactic Acid Biocomposites,” in *Proc. 4th Rajamangala Conference on Production Technology and Management,* Chiang Mai, Thailand, May 30–31, pp. 314–320, 2019. (in Thai)

[3] T. Moraksa, S. Sriprateung, and C. Na Pattalung, “Development of Particleboard from Agricultural Waste Materials,” in *Proc. 4th Rajamangala Conference on Production Technology and Management,* Chiang Mai, Thailand, May 30–31, pp. 321–326, 2019. (in Thai)

[4] J. Nithikanchanathan et al., "Mechanical Properties of Recycled Polypropylene Composites Mixed with Rice Straw," in *Proc. 5th Rajamangala Conference on Production Technology and Management, Chanthaburi,* Thailand, Sep. 3–4, pp. 744–749, 2020. (in Thai)

[5] D. Mueankhao, Y. Dulyakul, and C. Meengam, "Production of Composite Board from Sedge Waste Material from Handicraft in Thale Noi Community, Phatthalung Province," in *Proc. 5th Rajamangala Conference on Production Technology and Management,* Chanthaburi, Thailand, Sep. 3–4, pp. 779–785, 2020. (in Thai)

[6] M. Khaosuk and T. Somjai, "Study of Paper Properties from Bamboo Shoot Peel Fiber Mixed with Corn Husk," *J. Prod. Manage. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 21–31, 2022. (in Thai)

[7] S. Akaranarakul, C. Utthiyang, and T. Saengkhard, "Study on the Mixing Ratio of Coffee Grounds and Low–Density Polyethylene for Product Creation: Case Study Coaster," in *Proc. 6th Rajamangala Conference on Production Technology and Management,* Nakhon Pathom, Thailand, Sep. 1–3, pp. 526–531, 2021. (in Thai)

[8] K. Pewngam et al., "Production of Particle Board from Bamboo Waste Remaining from Mat Making," in *Proc. 7th Rajamangala Conference on Production Technology and Management,* Nakhon Ratchasima, Thailand, Jul. 6–8, pp. 526–531, 2022. (in Thai)

[9] P. Juttagul et al., "Value Creation for Agricultural Waste Materials to New Products," *J. Prod. Manage. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–23, 2024. (in Thai)

[10] M. Rahman, S. Das, and M. Hasan, "Mechanical Properties of Chemically Treated Banana and Pineapple Leaf Fiber Reinforced Hybrid Polypropylene Composites," *Adv. Mater. Process. Technol.*, vol. 4, no. 4, pp. 527–537, 2018.

[11] J. Jain and S. Sinha, "Pineapple Leaf Fiber Polymer Composites as a Promising Tool for Sustainable, Eco–friendly Composite Material: Review," *J. Nat. Fibers*, vol. 19, no. 15, pp. 10031–10052, 2022.

[12] S. Joshi and Shivdayal, "Review on Mechanical and Thermal Properties of Pineapple Leaf Fiber (PALF) Reinforced Composite," *J. Nat. Fibers*, vol. 19, no. 15, pp. 10157–10178, 2022.

[13] G. K. K. Ishara, P. A. Koliyabandara, and G. Samarakoon, "Eco–friendly Bio–composite Sheets: A Study on the Utilization of Banana Peels, Cassava Starch, and Banana Stem Fibers," *Front. Sustain.*, vol. 5, p. 1410986, 2024.

[14] B. Gutarowska et al., "Biocomposites Based on Mould Biomass and Waste Fibres for the Production of Agrotextiles: Technology Development, Material Characterization, and Agricultural Application," *Materials*, vol. 17, no. 24, p. 6084, 2024.

[15] Sage Journals, "Biocomposites Based on Natural Fibers and Polymers," *J. Thermoplast. Compos. Mater.*, vol. 34, no. 12, pp. 1581–1595, 2021.

[16] Thai Industrial Standards Institute, Thai Industrial Standard TIS 876 – 2547 Particle Board, accessed Jan. 20, 2025. [Online]. Available: http://www.fio.co.th/web/tisi_fio/fulltext/TIS876–2547.pdf. (in Thai)

การออกแบบและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และอินฟราเรด

Design and Development of Solar and Infrared Dryer

ธณัฏฐ์ยศ สมใจ[1] สุพร หนูคง[1] กฤษฎากร บุดดาจันทร์[2] อัครวัฒน์ ใบกว้าง[3] ภราดร หนูทอง[4] และ มนตรี ขาวสุข[2*]
[1]ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม [2]ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรเพื่ออุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี
[3]แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคลำปาง
[4]สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
Thanutyot Somjai[1] Khridsadakhon Booddachan[2]Arkharawat Baikwang[3]
Suporn Nukong[1] Pharadon Nuathong[4] and Montri Kawsuk[2*]
[1]Department of Industrial Management [2]Department of Agricultural Engineering for Industry,
Faculty of Technology and Industrial Management,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Prachinburi Campus.
[3]Department of Industrial Mechanics, Lampang Technical College
[4]Department of Applied Physics, Faculty of Science and Liberal Arts,
Rajamangala University of Technology Isan
[*]Corresponding author Email: montri.k@itm.kmutnb.ac.th
(Received: July 17, 2025; Revise: December 19, 2025; Accepted: December 19, 2025)

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบหมุนเวียนอากาศและอินฟราเรด ประกอบด้วยแผงโซล่าเซลล์พร้อมชุดแบตเตอรี่เพื่อเก็บและจ่ายพลังงานให้กับพัดลมระบายอากาศ ทำการติดตั้งอินฟราเรดและโคมกระจายรังสีอินฟราเรดทำมุม 60 องศาเพื่อการอบแห้ง ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องอบแห้งโดยการอบพริกจินดาแดง การประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้ง ค่าความสิ้นเปลืองพลังงาน ด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบหมุนเวียนอากาศและฮีตเตอร์อินฟราเรดขนาด 650 และ 1150 W การอบแห้งพริกความชื้นเริ่มต้น 320.08–285.47 %db. ถึงความชื้นสุดท้าย 19.99–14.41 %db. พบว่า การอบแห้งพริกจินดาแดงด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเปิดพัดลมระบายช่วยลดความชื้นในห้องอบแห้งได้ เมื่ออบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใช้เวลาในการอบแห้งมากกว่าการอบแห้งด้วยอินฟราเรด เมื่ออบแห้งพริกจินดาแดงด้วยเครื่องอบแห้งอินฟราเรด 650 W และ 1150 W เมื่อกำลังอินฟราเรดเพิ่มขึ้น เวลาการอบแห้งลดลง ค่าประสิทธิภาพทางความร้อนเพิ่มขึ้น ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลดลง

คำสำคัญ: เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องอบแห้งด้วยอินฟราเรด อบแห้งพริก การสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ และประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบอบแห้ง

Abstract

The development of the solar and infrared dryer with ventilation comprised installing a solar module and battery for electricity storage and supply. There were assemblages of infrared lamps and reflectors, a 60–degree tilt, to the dryer for supporting low solar radiation. The experiment was Chinda chili

drying by the ventilated solar dryer with the infrared heaters 650 and 1,150 W. The initial moisture contents of chili peppers were 320.08–285.47 %db., and final moisture contents were 19.99–14.41 %db. Assessing dryer performance and energy consumption, dried Chinda chili from the solar dryer with the ventilation fan could decrease the moisture in the drying chamber. The drying time by solar was longer than by infrared. As a result of drying with infrared heaters 650 and 1,150 W, the higher infrared power showed decreased drying time, increased thermal efficiency, and lowered specific energy consumption.

Keywords: Solar Dryer, Infrared Dryer, Chili Drying, Specific Energy Consumption, and Thermal Efficiency

1. บทนำ

การอบแห้งเป็นกระบวนการลดความชื้น โดยการนำน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ด้วยการให้ความร้อนภายใต้สภาวะควบคุม ซึ่งจะมีการถ่ายโอนความร้อนและถ่ายเทมวลสารเกิดขึ้นพร้อมกัน ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์ ลดน้ำหนักและปริมาณของผลิตภัณฑ์ทำให้สะดวกในการขนส่งและเก็บรักษาช่วยรักษาคุณภาพให้ได้ยาวนานขึ้น [1] การพัฒนาวิธีการอบแห้งจะใช้เทคนิคการส่งผ่านความร้อนที่ส่งเข้าไป ด้วยการนำ การพา หรือการแผ่รังสีความร้อน การอบแห้งยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และโภชนาการเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการอบแห้ง การอบแห้งสามารถทำได้หลายวิธีซึ่งแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไปโดย [2] ได้มีการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการอบแห้งที่ผ่านมาพบว่าการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง อบแห้งด้วยสุญญากาศ และอบแห้งด้วยปั๊มความร้อนจะได้คุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างดี เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค แต่มีข้อเสียคือระบบซับซ้อนและต้นทุนที่สูงซึ่งไม่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดครัวเรือน สำหรับการอบแห้งด้วยไมโครเวฟ เป็นอีกวิธีที่น่าสนใจผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบมีคุณภาพสูง แต่มีข้อจำกัดคือไมโครเวฟมีอันตรายเพราะเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูง การอบแห้งด้วยลมร้อนเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับการนิยมอย่างมากเพราะมีต้นทุนในการสร้างเครื่องที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับวิธีอื่น [2–3] เครื่องอบแห้งด้วยลมร้อนสามารถใช้แหล่งความร้อนจากหลายแหล่งที่หาได้ง่าย เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ ขดลวดความร้อน น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซ LPG หรือความร้อนทิ้งจากกระบวนการต่างๆ ของโรงงาน เป็นต้น แต่การอบแห้งด้วยลมร้อนก็มีข้อด้อยคือผิวนอกของผลิตภัณฑ์เกิดการเหี่ยวย่นเพราะอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จะสูงสุดที่ผิวนอก การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่มีการนำมาใช้ในการถนอมอาหารส่วนใหญ่จะใช้การตากแดดซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ต้นทุนต่ำ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นทางเลือกในการแก้ไขปัญหาเนื่องจากการปนเปื้อนสิ่งสกปรกต่างๆ เกิดความเสียหายระหว่างการตาก เช่น เปียกฝน ขึ้นรา หรือถูกทำลายจากนก หนู แมลง และสัตว์ต่างๆ ใช้เวลานานไม่สามารถผลิตได้ต่อเนื่อง ถ้าหากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยก็ไม่สามารถทำได้ เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นที่ไม่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น [4–5] การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดเป็นวิธีการอบแห้งวิธีหนึ่งที่มีต้นทุนต่ำ มีจุดเด่นคือพลังงานจากรังสีอินฟราเรดจะแผ่ไปยังผลิตภัณฑ์ซึ่งจะทำให้น้ำภายในผลิตภัณฑ์สั่น และเกิดความร้อนขึ้นอุณหภูมิภายในผลิตภัณฑ์มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่ผิว ทำให้ผิวนอกผลิตภัณฑ์ไม่เหี่ยวย่นช่วยให้มีอัตราการอบแห้งสูง ลดเวลาและพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง การแผ่รังสีอินฟราเรดอุณหภูมิจะกระจายค่อนข้างสม่ำเสมอ จึงลดปัญหาความชื้นไม่สม่ำเสมอและยังต้องการอากาศหมุนเวียนที่เล็กน้อย อินฟราเรดสามารถนำไปใช้ควบคู่กับระบบอื่นได้ง่ายเนื่องจากใช้พื้นที่ในการติดตั้งที่น้อย ไม่มีความซับซ้อนของระบบรวมทั้งตอบสนองต่อการควบคุมได้รวดเร็ว [6–8]

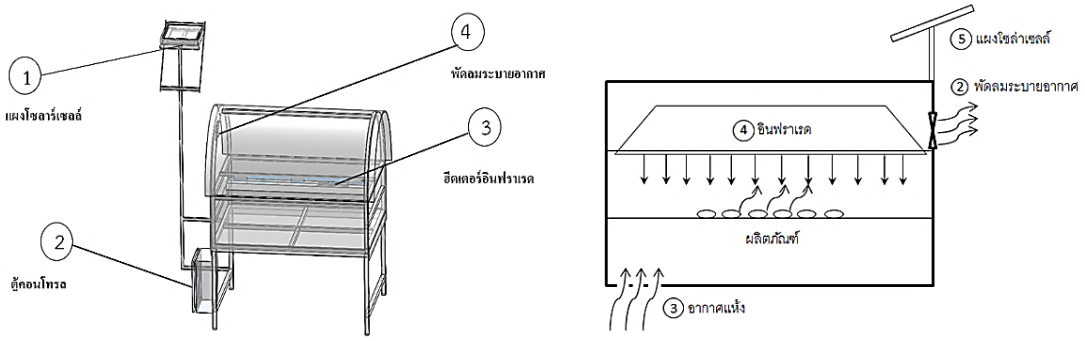
จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำความร้อนจากเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบหมุนเวียนอากาศและรังสีอินฟราเรดมาใช้ประโยชน์ในการอบแห้ง หลักการที่สำคัญ คือ พลังงานแสงอาทิตย์แปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าและจ่ายให้กับพัดลมระบายความร้อน และใช้เป็นพลังงานในการอบแห้งเพื่อช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ อีกทั้งเครื่องอบแห้งยังสามารถปรับเปลี่ยนมาใช้การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบหมุนเวียนอากาศและอินฟราเรด ขนาดห้องอบแห้งมีความกว้าง 120 ซม. มีความยาว 90 ซม.และสูง 30 ซม. โดยใช้โซล่าเซลล์เป็นแหล่งพลังงานให้กับพัดลมในระบบหมุนเวียนอากาศมีถาดอบแห้งจำนวน 2 ถาด มีวิธีการดำเนินงานดังนี้

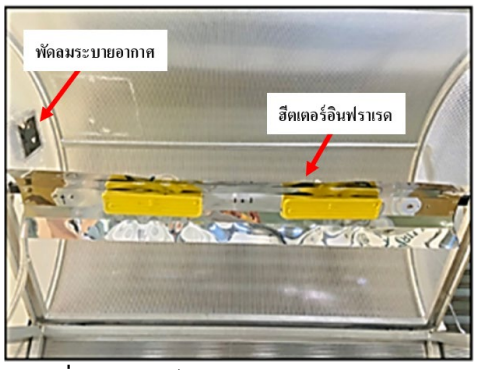
2.1 การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ส่วนประกอบของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบหมุนเวียนอากาศและอินฟราเรดแสดงดังรูปที่ 1 โดยจุดที่ 1 ตำแหน่งติดตั้งระบบโซล่าเซลล์โดยมีเสาห่างออกจากตัวตู้ 35 ซม.และสูง 135 ซม.โดยแผงโซล่าเซลล์ให้ทำมุมประมาณ 15 องศาตามละติจูดของประเทศไทยและหันหน้าแผงโซล่าเซลล์ไปทางทิศใต้เพื่อการรับแสงได้อย่างเต็มที่ ขนาดของแผงโซล่าเซลล์ขนาด 10 W สำหรับการจ่ายพลังงานให้พัดลมระบายอากาศ จุดที่ 2 ติดตั้งตู้คอลโทรลทางด้านซ้ายของตัวตู้และสูงจากพื้น 10 ซม. ประกอบด้วย สวิตซ์ 2 ตัว สำหรับเปิด–ปิดพัดลมและควบคุมไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงโซล่าเซลล์เพื่อการชาร์จไฟจากแผงโซล่าเซลล์ลงแบตเตอรี่และควบคุมการจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ให้พัดลมระบายอากาศ แบตเตอรี่แรงดัน 12 V และกระแส 8 A จำนวน 2 ก้อน และตัวแสดงค่าอุณหภูมิดิจิตอลติดไว้บริเวณหน้าตู้ จุดที่ 3 ติดตั้งฮีตเตอร์อินฟราเรดแบบแผ่นเซรามิค และโคมเพื่อกระจายรังสีอินฟราเรดบริเวณกลางตู้อบแห้งและสูงจากถาดอบแห้ง 20 ซม. ระบบอินฟราเรดได้ออกแบบให้มีความยาว 120 ซม. โดยมีตัวโคมกระจายรังสีอินฟราเรดยาว 108 ซม. และมีความกว้าง 7.8 ซม. ตัวโคมจะมีความโค้ง 60 องศา จะติดตั้งฮีตเตอร์อินฟราเรดไว้จำนวน 2 ตัวโดยแต่ละตัวมีกำลัง 1,500 W และระบบอินฟราเรดสามารถถอดและประกอบเข้ากับตัวเครื่องอบแห้งได้ แสดงดังรูปที่ 2 จุดที่ 4 การติดตั้งพัดลมระบายอากาศด้านข้างของตู้อบแห้งขนาดความกว้าง 4.5 นิ้ว อัตราการใช้พลังงาน 1.8 W/h ใช้แรงดัน 12 V ที่ด้านซ้ายของตัวตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์



a) b)

รูปที่ 1 a) เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และอินฟราเรด b) ทิศทางการระบายอากาศ



รูปที่ 2 ฮีตเตอร์อินฟราเรดแบบแผ่นเซรามิค

2.2 วิธีการทดลอง

นำพริกจินดาน้ำหนัก 3 กิโลกรัม มาทำการจัดเรียงให้เต็มตะแกรงชั่งน้ำหนักก่อนการอบแห้งดังรูปที่ 4 a)[9]

2.2.1 การอบแห้งด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบหมุนเวียนอากาศ

นำเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ไปตั้งกลางแดดและทำการเปิดระบบหมุนเวียนอากาศวัดอุณหภูมิโดยโดยเริ่มเก็บข้อมูลเวลา 9.00–16.00 น. ของแต่ละวันจะดำเนินการเก็บเครื่องอบแห้งในที่ร่ม นำพริกจินดาเข้าเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และนำพริกออกมาบันทึกน้ำหนักทุกๆ 1 ชั่วโมง ทำการบันทึกเลขมิเตอร์การใช้พลังงานไฟฟ้าของพัดลมบันทึกน้ำหนักของพริก บันทึกอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายนอกเครื่องอบแห้งและอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งโดยใช้ดาต้าล็อกเกอร์บันทึกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง บันทึกระยะเวลาในการอบแห้ง บันทึกความเข้มของแสง จะหยุดการอบเมื่อความชื้นสุดท้ายประมาณ 15% db.

2.2.2 การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด

เครื่องอบแห้งอินฟราเรด โดยเริ่มที่กำลังรังสีอินฟราเรดที่ 650 W และนำพริกออกมาชั่งน้ำหนักและทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 30 นาที ทำการบันทึกการใช้ไฟฟ้าของอินฟราเรด บันทึกอุณหภูมิสภาพแวดล้อมภายนอกเครื่องอบแห้งและอุณหภูมิภายในเครื่องอบแห้งโดยใช้ดาต้าล็อกเกอร์บันทึกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง ทำการบันทึกเลขมิเตอร์การใช้พลังงานไฟฟ้าของพัดลม ระยะเวลาในการอบแห้ง จนถึงความชื้นสุดท้ายประมาณ 15% db. ทำการทดลองซ้ำ โดยมีการเปลี่ยนแปลงกำลังของรังสีอินฟราเรดในการอบแห้งเป็น 1,150 W ใช้ในการอบแห้งจนถึงความชื้นสุดท้ายที่กำหนด

2.3 การประเมินสมรรถนะของระบบอบแห้ง

2.3.1 หาความชื้น

การหาความชื้นก่อนการอบแห้งและหลังการอบแห้งโดยการนำตัวอย่างไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง [10] แล้วนำน้ำหนักแห้งไปคำนวณหาปริมาณความชื้น (Moisture content) ดังสมการที่ (1)

$$M_d = \frac{W-d}{d} \times 100 \qquad (1)$$

โดยที่ M_d คือ ความชื้นฐานแห้ง % (db.) W คือ มวลของวัสดุชื้น (kg) d คือ มวลของวัสดุแห้ง (kg)

2.3.2 ประสิทธิภาพทางความร้อน

ประสิทธิภาพทางความร้อนของเครื่องอบแห้ง ซึ่งเท่ากับอัตราส่วนของความร้อนแฝงที่ใช้ในการระเหยของน้ำต่อพลังงานที่ให้กับระบบอบแห้งดังสมการที่ (2)

$$\eta_V = \frac{m_w \cdot h_{fg} x100}{G_T \cdot A_C + Q_C} \qquad (2)$$

โดยที่ η_V คือประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบอบแห้ง (%) m_w คือมวลของน้ำที่ระเหยออกจากวัสดุอบแห้ง (kg) h_{fg} คือ ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำ (2502–2.386T kJ/kg) A_c คือ พื้นที่ของห้องอบ (m^2) G_T คือ รังสีรวมที่ตกกระทบบนระนาบของตัวเก็บรังสี (W/m^2) Q_c คือ พลังงานรวมไฟฟ้าที่ใช้ในพัดลมและอินฟราเรด (kWh)

2.3.3 การสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องอบแห้ง

ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการอบแห้งแสดงให้เห็นถึงพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำออกจากวัสดุสามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ (3)

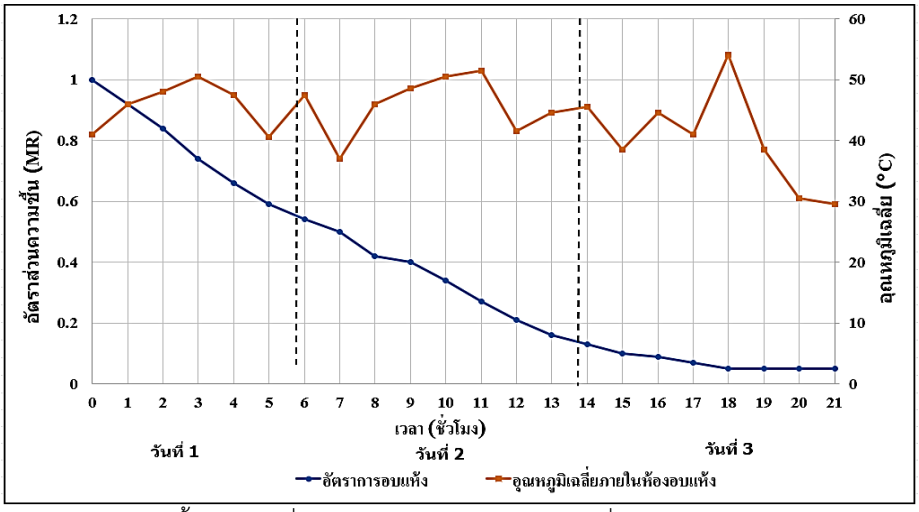
$$SEC = \frac{E_{electric}+E_{thermal}}{m_w} \quad (3)$$

โดยที่ $E_{electric}$ คือปริมาณพลังงานไฟฟ้าของอินฟราเรด (MJ) $E_{thermal}$ คือปริมาณพลังงานไฟฟ้าของพัดลม (MJ) m_w คือ ปริมาณน้ำระเหย(kg)

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการวิเคราะห์การอบแห้งด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบพัดลมระบายอากาศ

อุณหภูมิโดยเฉลี่ยภายในห้องอบแห้งในแต่ละวันที่เก็บข้อมูลโดยอุณหภูมิโดยเฉลี่ยภายในห้องอบแห้งในวันที่ 1 เท่ากับ 44.72±4.64°C อุณหภูมิโดยเฉลี่ยภายในห้องอบแห้งในวันที่ 2 เท่ากับ 46.37±3.55°C และอุณหภูมิโดยเฉลี่ยภายในห้องอบแห้งในวันที่ 3 เท่ากับ 39.46±7.43°C โดยอุณหภูมิโดยเฉลี่ยในวันที่ 3 น้อยที่สุด เพราะว่าค่าความเข้มแสงน้อยที่สุดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 198.76±211.32 W/m^2 แสดงดังรูปที่ 3 ผลการอบแห้งพริกจินดาทดสอบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบระบายอากาศแสดงดังตารางที่ 1 ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 21 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน แสดงดังรูป 4a) แสดงพริกจินดาหลังอบแห้งการอบแห้งด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบพัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 3 อัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องอบแห้งในแต่ละช่วงเวลา

ตารางที่ 1 ผลการอบแห้งพริกจินดา

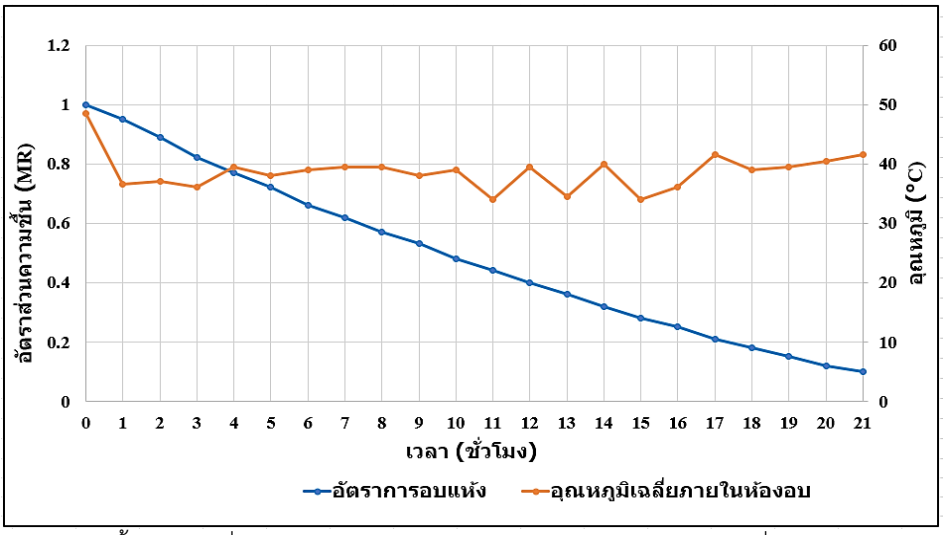
ข้อมูล	ผลการทดลอง
น้ำหนักพริกเริ่มต้น (kg)	3.02
น้ำหนักสุดท้าย (kg)	0.891
ปริมาณน้ำระเหย (kg)	2.129
ความชื้นเริ่มต้น (%db.)	285.47
ความชื้นสุดท้าย (%db.)	14.41
เวลาอบแห้ง (h)	21
ค่าความเข้นรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ย (W/m^2)	420.77
อัตราการอบแห้ง (kg/h)	0.101
ค่าการใช้พลังงาน (kWh)	0.0289
η_{th}(%)	0.312
การสิ้นเปลืองพลังงาน (kWh/kg)	0.01357

รูปที่ 4 a) พริกจินดาหลังอบแห้งการอบแห้งด้วยเครื่องอบพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบพัดลมระบายอากาศ
b) พริกจินดาหลังอบแห้งการด้วยพลังงานอินฟราเรด 650 W
c) พริกจินดาหลังอบแห้งการด้วยพลังงานอินฟราเรด 1,150 W

พบว่าการพริกจินดา ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 21 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน อัตราการอบแห้ง 0.101 kg/h ค่าการใช้พลังงาน 0.0289 kWh ประสิทธิภาพทางความร้อนเฉลี่ย 0.312% และการสิ้นเปลืองพลังงาน 0.01357 kWh/kg

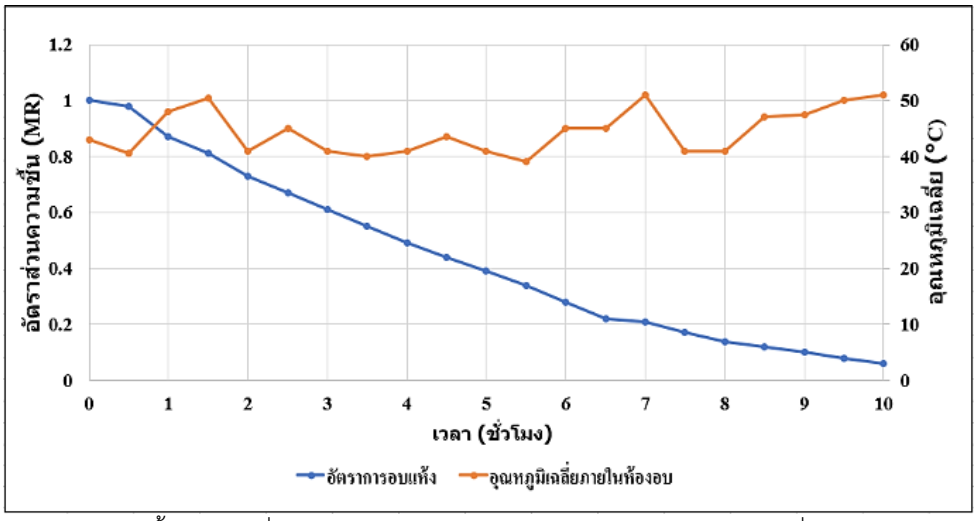
3.2 ผลการวิเคราะห์การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด

การอบแห้งด้วยอินฟราเรดที่ระดับกำลังอินฟราเรด 650 W รูปที่ 5 แสดงให้เห็นอุณหภูมิโดยเฉลี่ยภายในห้องอบแห้งตลอดระยะเวลาที่ทดลองอบแห้งพบว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยภายในห้องอบแห้งเท่ากับ 38.38±3.08°C ซึ่งเมื่อนำมาแสดงตามช่วงเวลาที่ทดลองจะพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดภายในห้องอบแห้งเท่ากับ 48.29°C และอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องอบแห้งต่ำสุดเท่ากับ 33.89°C และอัตราส่วนความชื้นมีการลดลงอย่างต่อเนื่องอุณหภูมิแวดล้อมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 27.62±1.83°C พบว่าพริกจินดา ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 21 ชั่วโมง อัตราการอบแห้ง 0.1042 kg/h ประสิทธิภาพทางความร้อนเฉลี่ย 10.39% และการสิ้นเปลืองพลังงาน 6.4509 kWh/kg แสดงดังตารางที่ 2 รูปที่ 4 b) แสดงพริกจินดาหลังอบแห้งการด้วยพลังงานอินฟราเรด 650 W



รูปที่ 5 อัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งโดยเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาการอบแห้งด้วยอินฟราเรดที่ระดับกำลังอินฟราเรด 650 W

การอบแห้งด้วยอินฟราเรดที่ระดับกำลังอินฟราเรด 1,150 W จากรูปที่ 6 แสดงให้เห็นอุณหภูมิโดยเฉลี่ยภายในห้องอบแห้งตลอดระยะเวลาที่ทดลองอบแห้งพบว่าอุณหภูมิโดยเฉลี่ยภายในห้องอบแห้งเท่ากับ 44.32±4.02°C ซึ่งเมื่อนำมาแสดงตามช่วงเวลาที่ทดลองจะพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดภายในห้องอบแห้งเท่ากับ 50.86°C และอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องอบแห้งต่ำสุดเท่ากับ 38.86°C และอัตราส่วนความชื้นมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง อุณหภูมิแวดล้อมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 27.33±0.96°C พบว่าพริกจินดาระยะเวลาในการอบแห้ง 10 ชั่วโมง อัตราการอบแห้ง 0.2061 kg/h ประสิทธิภาพทางความร้อนเฉลี่ย 12.02% และการสิ้นเปลืองพลังงาน 5.5378 kWh/kg แสดงดังตารางที่ 2 รูปที่ 4 c) แสดงพริกจินดาหลังอบแห้งการด้วยพลังงานอินฟราเรด 1,150 W



รูปที่ 6 อัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งโดยเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาการอบแห้งด้วยอินฟราเรดที่ระดับกำลังอินฟราเรด 1150 W

ตารางที่ 2 ข้อมูลการอบแห้งด้วยอินฟราเรดที่ระดับกำลังอินฟราเรด 650 และ 1150 W

ข้อมูล	IR 650W	IR 1150W
น้ำหนักเริ่มต้น (kg)	3.070	3.061
น้ำหนักสุดท้าย (kg)	0.877	1.000
ปริมาณน้ำระเหย (kg)	2.19	2.06
ความชื้นเริ่มต้น (%db.)	320.08	253.23
ความชื้นสุดท้าย (%db.)	19.99	15.40
เวลาอบแห้ง (h)	21	10
อัตราการอบแห้ง (kg/h)	0.1042	0.2061
ค่าการใช้พลังงานพัดลม (Wh)	27.5	13.4
ค่าการใช้พลังงานอินฟราเรด (kWh)	14.1	11.4
η_{th}(%)	10.39	12.02
การสิ้นเปลืองพลังงาน (kWh/kg)	6.4509	5.5378

4. อภิปรายผล

จากการเก็บข้อมูลของการอบแห้งพริกจินดาแดงด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบมีระบบพัดลมระบายอากาศและการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด บันทึกค่าอุณหภูมิ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง และพลังงานที่ใช้ในระบบ นำมาคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ จากผลการทดลองพบว่า การอบแห้งพริกจินดาแดงด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบเปิดพัดลมระบายช่วยลดความชื้นในห้องอบแห้งได้ สอดคล้องกับงานวิจัย การศึกษาเบื้องต้นและการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นของการอบแห้งพริกแดงจินดา ในต้นแบบโรงเรือนแบบพีระมิดและโรงเรือนแบบอุโมงค์กับพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ [9] หากพิจารณา ประสิทธิภาพทางความร้อนเฉลี่ย 0.312% มีความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 0.01357 kWh/kg เมื่ออบแห้งพริกจินดาแดงด้วยเครื่องอบแห้งอินฟราเรด 650 W และ 1150 W เมื่อกำลังอินฟราเรดเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพทางความร้อนเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.64 ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลดลง 14.15 % สอดคล้องกับงานวิจัยของตู้อบแห้งพริกชี้ฟ้าแบบอัตโนมัติด้วยรังสีอินฟราเรด [11] ในการศึกษาต่อไปพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานหมุนเวียนให้มากขึ้น และจะดำเนินการศึกษาความแตกต่างของคุณภาพสีของพริกจินดาแดงหลังการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์และอินฟราเรด อีกทั้งนำความรู้ที่ได้ไปแนะนำให้กับเกษตรกรเพื่อให้เกิดการแปรรูปพริกจินดาแดงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5. สรุป

จากการทดสอบอบแห้งพริกจินดาแดงเพื่อวิเคราะห์หาสมรรถนะของเครื่องอบแห้ง พบว่าการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเปิดพัดลมระบายอากาศความชื้นเริ่มต้น 285.47 %db. จนถึงความชื้นสุดท้าย 14.41 %db. อัตราการอบแห้ง 0.101 kg/h ระยะเวลาในการอบแห้ง 21 ชั่วโมง และการทดสอบอบแห้งพริกจินดาแดงเพื่อวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องอบแห้งอินฟราเรด พบว่าการอบแห้งที่กำลังอินฟราเรด 650 W ความชื้นเริ่มต้น 320.08 %db.จนถึงความชื้นสุดท้าย 19.99 %db. อัตราการอบแห้ง 0.1042 kg/h เวลาในการอบแห้ง 21 ชั่วโมง การอบแห้งที่กำลังอินฟราเรด 1150 W ความชื้นเริ่มต้น 253.23 %db.จนถึงความชื้นสุดท้าย 15.40 %db. อัตราการอบแห้ง 0.2061 kg/h เวลาในการอบแห้ง 10 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าการอบแห้งด้วยอินฟราเรด 1150 W มีอัตราการอบแห้งที่ดีกว่าส่งผลให้ประหยัดเวลาในการอบแห้ง ประสิทธิภาพทางความร้อนเพิ่มและค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลดลง

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] B. Soumati, M. Atmani, A. Benabderrahmane, and M. Benjelloun, “Whey Valorization–Innovative Strategies for Sustainable Development and Value-Added Product Creation,” *J. Ecol. Eng.*, vol. 24, no. 10, pp. 86–104, 2023.

[2] P. J. Fellows, “Dehydration,” in *Food Processing Technology (Third Edition)*. Woodhead Publishing, pp. 481–524, 2009.

[3] K. K. Patel and A. Kar, “Heat Pump Assisted Drying of Agricultural Produce—An Overview,” *J. Food Sci. Technol.*, vol. 49, pp. 142–160, 2012.

[4] K. J. Chua and S. K. Chou, “Low Cost Drying Methods for Developing Countries,” *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 14, no. 12, pp. 519–528, 2003.

[5] A. Taikhaw and S. Theekhathap, “Solar Dryers with Natural Convection and Forced Convection,” *East. Asia Univ. Acad. J.*, pp. 23–31. (in Thai)

[6] T. Khunkaew, “Development of Solar Dryer for Household Use: Preliminary Study on Performance and Modeling,” M.S. thesis, Dept. Phys., Silpakorn Univ., 2018. (in Thai)

[7] J. Tasara, S. Tirawanichakul, and Y. Tirawanichakul, “Guidelines for the Development of Crispy Anchovy by Hot Air and Infrared Drying,” *Burapha Sci. J.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–10, 2014. (in Thai)

[8] P. Dithkhanarakkul, P. Noothong, and P. Khantikomolm, “Design and Construction of Thin Layer Dryer for Drying Korat Rice Noodle Using Infrared and Hot Air,” Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Isan, 2013. (in Thai)

[9] T. Ongprasert and K. Jitchak, “Study on the Efficiency of a Solar Greenhouse Dryer Combined with Infrared Supplemental Heat for Drying Candied Cherry Tomatoes,” *Kasem Bundit Eng. J.*, vol. 3, no. 10, pp. 62–83, 2020. (in Thai)

[10] C. Chotikasathien and K. Komolvijit, “Preliminary Study and Comparison of Moisture Content of Drying Red Jinda Chili in Pyramid and Tunnel Greenhouse Models with Solar Radiant Energy,” *Thailand Elect. Eng. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 16–19, 2023. (in Thai)

[11] AOAC, *Official Methods of Analysis of the Association of Official’s Analytical Chemists*. Virginia, 2000.

[12] S. Maolee, “Automatic Chili Dryer with Infrared Radiation,” M.S. thesis, Sch. Mechatronics Eng., Suranaree Univ. of Technol., 2021. (in Thai)

การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

The Development of Beverage from Durian mixed Mangosteen

วิทิต เลิศนิมิตมงคล[1*] นฤมล มงคลธนวัฒน์[1] สุรีย์พร บุญนา[1] สรัลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์[1] และ นิภาพร คังคะวิสุทธิ์[1]
[1]สาขาวิชานวัตกรรมอาหารและธุรกิจ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี
Witit Lertnimitmongkol[1*], Naruemon Mongkontanawat[1], Sureeporn Boonna[1],
Saranrat Phuangborisut[1] and Nipaporn Kangkawisut
[1]Department of Food Innovation and Business, Faculty of Agro–Industry Technology,
Rajamangala University of Technology Tawan–Ok, Chanthaburi Campus.
[*]Corresponding author Email: witit_le@rmutto.ac.th
(Received: August 1, 2025; Revise: December 27, 2025; Accepted: December 27, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรและวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด โดยศึกษาอัตราส่วนร้อยละของทุเรียนต่อมังคุดที่เหมาะสม ด้วยการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ได้สิ่งทอดลอง 6 ตัวอย่าง ได้แก่ 30:0, 27:3, 24:6, 21:9, 18:12 และ 15:15 ผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ 5 อัตราส่วนทุเรียนร้อยละ 18 ต่อมังคุดร้อยละ 12 มีคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ ความชอบรวม สูงสุด และเป็นที่ยอมรับมากที่สุด โดยมีคะแนนเท่ากับ 7.06±1.22, 6.86±1.23, 7.14±1.23 และ 7.02±1.22 ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า มีค่าความสว่าง (L*) 52.33±0.06 ค่าสีแดง (a*) –0.80±0.02 และค่าสีน้ำเงิน (b*) 1.02±0.01 วัดค่าความหนืด 27.00±0.78 cP การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ค่าของแข็งที่ละลายได้ (TSS) 10±0.00 °brix, ค่าปริมาณความชื้นอิสระ (aw) 0.872±0.00, ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 5.03±0.01 จากการวัดค่าการต้านอนุมูลอิสระ มีค่า IC_{50}DPPH 3.97±0.02 µg/ml และ Inhibition (DPPH) ร้อยละ 96.71±0.05 เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ในสัปดาห์แรก ผลที่ได้คือ ไม่พบ ยีสต์ รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด

คำสำคัญ: เครื่องดื่ม ทุเรียน และ มังคุด

Abstract

The objective of this research was to develop a formula and analyze the quality of Beverage from Durian mixed Mangosteen. The experiment was designed using a Randomized Complete Block Design (RCBD) study the amount percent of Durian per Mangosteen to all 6 sample are 30:0, 27:3, 24:6, 21:9, 18:12 and 15:15. The result revealed that formulation number 5 contained 18% of Durian and 12% of Mangosteen that received the highest sensory scores of color, aroma, taste, texture and most acceptable with the scores of 7.06±1.22, 6.86±1.23, 7.14±1.23 and 7.02±1.22 respectively. Result of the lightness (L*) 52.33±0.06, the redness (a*) –0.80±0.02, yellowness (b*) 1.02±0.01, viscosity 27.00±0.78 cP, total soluble solids (TSS) 10±0.00 °brix, aw 0.872±0.00 and pH 5.03±0.01. The antioxidant activity measurement revealed an IC_{50} (DPPH) value

of 3.97 ± 0.02 μg/mL and a DPPH inhibition of 96.71 ± 0.05%. Result of the microbiological quality, in the first week, no yeast, mold, and microorganisms were not found.

Keywords: Beverage, Durian, and Mangosteen

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในผู้ผลิตผลไม้เขตร้อนที่สำคัญของโลก โดยเฉพาะทุเรียนและมังคุดซึ่งมีบทบาทอย่างยิ่งต่อเศรษฐกิจภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหารแปรรูป อย่างไรก็ตาม การพึ่งพาการจำหน่ายผลผลิตในรูปแบบผลสดเป็นหลักยังคงก่อให้เกิดความผันผวนด้านราคาและปัญหาผลผลิตล้นตลาด โดยเฉพาะมังคุดซึ่งในบางฤดูกาลมีปริมาณผลผลิตสูงเกินความต้องการของตลาด ส่งผลให้เกิดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวและรายได้ของเกษตรกรลดลงอย่างมีนัยสำคัญ [1–2] สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนถึงความจำเป็นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าและสร้างช่องทางการใช้ประโยชน์จากผลไม้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

น้ำผลไม้ หมายถึง น้ำผลไม้ที่อยู่ในลักษณะพร้อมที่จะใช้บริโภคได้โดยตรงทำจากผลไม้ที่สด สะอาด สุกโดยกรรมวิธีเชิงกล น้ำผลไม้นี้อาจทำจากน้ำผลไม้ที่ทำให้เข้มข้นโดยผ่านกรรมวิธีระเหยน้ำออกจนเข้มข้น แล้วนำมาเจือจางภายหลังด้วยประสงค์จะรักษาคุณภาพและองค์ประกอบสำคัญไว้ น้ำผลไม้ที่อยู่ในภาชนะบรรจุต้องผ่านกรรมวิธีการเก็บถนอมอาหาร [1]

ทุเรียน ชื่อสามัญ : Durian ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Durio zibethinus Murray* เป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกมากในภาคตะวันออกและภาคใต้ และในปัจจุบันมีการปลูกแพร่หลาย ทั้งในและต่างประเทศ เป็นผลไม้เศรษฐกิจหลักที่มีมูลค่าสูงและมีความต้องการในตลาดทั้งในและต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การแปรรูปทุเรียนเชิงอุตสาหกรรมในรูปแบบเครื่องดื่มยังคงมีข้อจำกัดด้านความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการผลิต และความเสถียรของคุณภาพ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการขยายตัวของตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากทุเรียน [3] การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่สามารถเพิ่มคุณค่าและลดต้นทุนการผลิตจึงเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจมากขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา

มังคุด ชื่อสามัญ : Mangosteen ชื่อวิทยาศาสตร์: *Garcinia mangostana* Linn. หรือได้ชื่อว่าเป็น ราชินีผลไม้ ในประเทศไทยมีการปลูกมังคุดมานานแล้วและเคยปรากฏในวรรณกรรมในสมัยรัชกาลที่ 1 และเคยมีวังที่มีชื่อว่า “วังสวนมังคุด” ได้รับการยอมรับว่าเป็นแหล่งสำคัญของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิกและแซนโทน ซึ่งมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มเพื่อเพิ่มคุณค่าทางหน้าที่และความน่าสนใจเชิงสุขภาพของผลิตภัณฑ์ [4] จากมุมมองด้านการจัดการผลผลิต การนำมังคุดมาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์แปรรูปจึงไม่เพียงช่วยรองรับปัญหาผลผลิตล้นตลาด แต่ยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลไม้ที่มีขนาดหรือเกรดต่ำซึ่งไม่เหมาะสำหรับการจำหน่ายเป็นผลสด

ในมิติด้านอุตสาหกรรมและเศรษฐศาสตร์การผลิต การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผสมจากทุเรียนและมังคุดยังมีศักยภาพในการลดต้นทุนวัตถุดิบ ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ และเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายการส่งเสริมอุตสาหกรรมเกษตรแปรรูปและการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรของประเทศไทยในช่วงปีที่ผ่านมา [5] ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาสูตรและประเมินคุณภาพของเครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุดโดยพิจารณาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ เพื่อสนับสนุนการใช้ประโยชน์จากผลไม้ท้องถิ่นอย่างยั่งยืนและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ไทย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ขั้นตอนการผลิตเครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

ทุเรียนหมอนทอง ที่ใช้คือ ทุเรียนที่ตกไซส์ ที่มีเนื้อสัมผัสตั้งแต่ที่เริ่มนิ่มโดยดูจากการใช้นิ้วกดที่เนื้อทุเรียนจนไปถึงนิ่มเละแต่ยังมีลักษณะของพูเนื้อที่ยังเป็นชิ้นอยู่ ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยังสามารถบริโภคได้ ไม่เน่าเสีย มังคุดที่สามารถใช้ในงานวิจัย คือมังคุดที่มีขนาดตกไซส์ โดยเลือกมังคุดที่มีผิวสีชมพูอ่อนไปจนถึงดำอมม่วงเข้มมาแกะเอาเฉพาะเนื้อจากนั้นทำการคั้นแยกเนื้อกับเม็ดด้วยเครื่องสกรูเพรส จากนั้นนำเนื้อทุเรียนและมังคุดมาแยกเนื้อกับเม็ดออก นำมาผสมกันตามสูตรการทดลอง ทำการต้มของเหลวในหม้อมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วเติมน้ำตาลทรายร้อยละ 3 คนผสมให้เข้ากัน นำไปบรรจุในขวดแก้วใส ขนาด 150 มิลลิลิตร ทำการฆ่าเชื้อ ให้ความร้อนด้วยการต้มในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที [6]

2.2 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

โดยทำการศึกษาอัตราส่วนร้อยละของเนื้อทุเรียนผสมเนื้อมังคุด โดยทั้งสองส่วนผสมรวมกันต้องไม่เกิน ร้อยละ 30 ในส่วนผสมทั้งหมดของแต่ละตัวอย่าง และใช้ปริมาณน้ำตาล เกลือ และน้ำ ในปริมาณที่คงที่ ดัดแปลงมาจาก Charoensuk et al. [7] ซึ่งจะได้ 6 ตัวอย่าง ได้แก่ 30:0, 27:3, 24:6, 21:9, 18:12 และ 15:15 แสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรการทดลองเครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Sample	Durian %(w/w)	Mangosteen %(w/w)	Sugar %(w/w)	Salt %(w/w)	Water %(w/w)
1	30.00	0.00	3.00	0.05	66.95
2	27.00	3.00	3.00	0.05	66.95
3	24.00	6.00	3.00	0.05	66.95
4	21.00	9.00	3.00	0.05	66.95
5	18.00	12.00	3.00	0.05	66.95
6	15.00	15.00	3.00	0.05	66.95

ตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง 6

30 : 0 27 : 3 24 : 6 21 : 9 18 : 12 15 : 15

รูปที่ 1 เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุดทั้ง 6 ตัวอย่าง

2.3 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี ประสาทสัมผัสและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

2.3.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกาย โดยทำการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Color meter รุ่น ZE–2000 / NIPPON) วัดค่าความสว่าง (L) ค่าความเป็นสีแดง (a) และค่าความเป็นสีเหลือง (b) ใช้ Spare lamp (55919) เป็นแสงมาตรฐานในการวัด และการวัดความหนืด (Viscosity) ด้วยเครื่อง Viscometer Brookfield รุ่น MODEL DV–III RV ใช้หัววัด Rotor spindle 02 (RV–02), Apparent viscosity 250 rpm (SRC=0) , ขนาดของตัวอย่าง 500 มิลลิลิตร อุณหำภูมิตัวอย่างในการวัด 25±1 องศาเซลเซียส

2.3.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี โดยทำการวัด ค่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) ค่าปริมาความชื้นอิสระ (aw) และค่าความเป็นกรดด่าง (pH) โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 [8]

วิเคราะห์คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

การศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ 2, 2–Diphenyl–1–picrylhydrazyl (DPPH Radical Scavenging Capacity Assay) โดยเตรียมตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0 – 20 µg/ml นำตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นมา 1 ml เติมสารละลาย DPPH ที่มีความเข้มข้น 0.1 mM ในสารละลายเอทานอลร้อยละ 95 ปริมาณ 1 ml ผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV–Visible spectrophotometer (PG Instruments รุ่น T85/T85+ ประเทศสหราชอาณาจักร) ใช้คิวเวตที่มีความยาวทางเดินแสง 1 เซนติเมตร วัดที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ [9] โดยใช้สาร Trolox และ Ascorbic acid เป็นสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงไปคำนวณหาค่า ร้อยละ DPPH radical scavenging activity (% inhibition) ด้วยสมการ

$$\% \text{ inhibition} = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100$$

% inhibition = % DPPH radical scavenging activity

A_0 = ค่าดูดกลืนแสงของเอทธานอล 95% ที่เติมสารละลาย DPPH

A_1 = ค่าดูดกลืนแสงของสารสกัดที่เติมสารละลาย DPPH

นำค่า ร้อยละ Radical scavenging activity ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารทดสอบมาสร้างกราฟเพื่อคำนวณหาค่า IC_{50} โดยที่ค่า IC_{50} คือ ความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ได้ร้อยละ 50 [10]

2.3.3 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) [11] โดยใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส จำนวน 50 คน ตอบแบบประเมิน 9–point Hedonic scale (1 ไม่ชอบมากที่สุด–9 ชอบมากที่สุด) ใช้เป็นข้อมูลวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan' new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 [8]

2.3.4 วิเคราะห์ปริมาณยีสต์ รา จุลินทรีย์ทั้งหมด นำตัวอย่างที่ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดมาวิเคราะห์ ด้วยวิธี Standard plate count และวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มโดยวิธีมาตรฐานของ Bacteriological Analytical Manual (BAM) ซึ่งได้แก่วิธี Most probable number (MPN) ตามวิธีที่กำหนดโดย AOAC. [12]

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

3.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยตัวอย่างที่ 1 มีค่าความสว่าง (L*) มากที่สุด ตัวอย่างที่ 1 มีค่าสีแดง (a*) มากที่สุด และสูตรที่ 6 มีค่าสีเหลือง (b*) มากที่สุด เนื่องจากปริมาณมังคุดที่ผสมเพิ่มลงไปมีผลต่อค่าความสว่าง และค่าสีเหลือง ทำให้ค่าที่วัดได้ลดลงตามลำดับ แต่มีผลทำให้ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความหนืด พบว่า ตัวอย่างที่ 1 (control) มีค่าความหนืดสูงที่สุด คือ 81.50±3.03 cP โดยสิ่งทดลองทั้ง 6 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากปริมาณมังคุดที่เพิ่มขึ้นในแต่ละตัวอย่างส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดที่ลดลง เนื่องจากในเนื้อทุเรียนมีปริมาณแป้งและน้ำตาลที่สูงกว่ามังคุด แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Sample	Durian : Mangosteen (%)	Color			Viscosity (cP)
		L*	a*	b*	
1	30 : 0	68.42±0.13^{a}	−2.79±0.02^{d}	15.83±0.09^{a}	81.50±3.03^{a}
2	27 : 3	68.05±0.02^{a}	−2.75±0.01^{d}	14.58±0.02^{b}	65.70±4.47^{b}
3	24 : 6	59.34±0.02^{b}	−1.99±0.02^{c}	8.32±0.02^{c}	38.50±0.64^{c}
4	21 : 9	54.22±0.13^{c}	−1.24±0.04^{b}	2.75±0.04^{d}	31.60±0.64^{d}
5	18 : 12	52.33±0.06^{d}	−0.82±0.02^{b}	1.02±0.01^{e}	27.00±0.78^{e}
6	15 : 15	49.69±0.05^{e}	−0.29±0.01^{a}	−0.62±0.01^{f}	20.50±1.66^{f}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$), L= ความสว่าง (100 = light, 0 = dark), a = + แสดงค่าสีแดง, – แสดงค่าสีเขียว, b = + แสดงค่าสีเหลือง, – แสดงค่าสีน้ำเงิน

3.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

จากการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) พบว่าทั้ง 6 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยตัวอย่างที่ 1 และ 2 มีค่าของแข็งที่ละลายได้มากที่สุด คือ 13±0.00 °brix เนื่องจากปริมาณมังคุดที่ผสมเพิ่มลงไปมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ทำให้ค่าที่วัดได้ลดลงตามลำดับ จากการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) พบว่า ทั้ง 6 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยตัวอย่างที่ 6 มีค่าปริมาณน้ำอิสระ มากที่สุด คือ 0.873±0.00 และจากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่า (pH) พบว่า ทั้ง 6 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยตัวอย่างที่ 1 มีค่าความเป็นกรดด่าง มากที่สุด คือ 6.01±0.01 และตัวอย่างที่ 6 มีค่าความเป็นกรดด่าง น้อยที่สุด คือ 4.73±0.01 แสดงว่ายิ่งเติมมังคุดในปริมาณมากขึ้นมีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างที่ลดลง แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Sample	Durian : Mangosteen (%)	TSS (°brix)	aw	pH
1	30 : 0	13±0.00[a]	0.866±0.00[d]	6.01±0.01[a]
2	27 : 3	13±0.00[a]	0.868±0.00[cd]	5.70±0.01[b]
3	24 : 6	11±0.00[b]	0.869±0.00[bcd]	5.51±0.01[c]
4	21 : 9	11±0.00[b]	0.870±0.00[abc]	5.42±0.01[d]
5	18 : 12	10±0.00[c]	0.872±0.00[ab]	5.03±0.01[e]
6	15 : 15	10±0.00[c]	0.873±0.00[a]	4.73±0.01[f]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ ตัวอย่างที่ 6 มีปริมาณมังคุดมากที่สุดในตัวอย่างทั้งหมด คือ ร้อยละ 15 มีค่า IC_{50} คือ 3.88±0.01 μg/ml น้อยที่สุด แต่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด และมีค่า Inhibition (DPPH) มากที่สุด คือ ร้อยละ 94.30 [13] โดยทั้ง 6 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยตัวอย่างที่ได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ ตัวอย่างที่ 5 ใช้สารสกัด 3.97±0.02 (μg/ml) สามารถต้านสารอนุมูลอิสระ ได้ ร้อยละ 50 และมีค่า Inhibition (DPPH) คือ ร้อยละ 96.71±0.05 แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Sample	Durian : Mangosteen (%)	IC_{50} DPPH (μg/ml)	Inhibition (DPPH) (%)
1	30 : 0	4.38±0.02[a]	94.30±0.00 [d]
2	27 : 3	4.22±0.02 [b]	95.37±0.16 [c]
3	24 : 6	4.17±0.04 [b]	96.11±0.16 [b]
4	21 : 9	4.03±0.01 [c]	96.67±0.21 [a]
5	18 : 12	3.97±0.02 [d]	96.71±0.05 [a]
6	15 : 15	3.88±0.01 [f]	96.78±0.16 [a]
Ascorbic acid		3.90±0.01	97.82±0.01

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น และรสชาติ ของทั้ง 6 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของทั้ง 6 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ตัวอย่างที่ 5 ได้คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมมากที่สุด คือ 6.86±1.23, 7.14±1.23 และ 7.02±1.22 ตามลำดับ ซึ่งคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Sample	Durian: Mangosteen (%)	Color^{ns}	Aroma	Taste	Texture ^{ns}	Overall Acceptability ^{ns}
1	30 : 0	6.78±1.04	6.44±1.03^{b}	6.72±0.93^{c}	6.78±1.15	6.68±1.08
2	27 : 3	6.88±1.17	6.68±1.19^{ab}	6.78±1.06^{bc}	6.84±1.25	6.70±1.21
3	24 : 6	6.86±1.17	6.64±1.21^{ab}	7.00±1.21^{abc}	6.82±1.36	6.88±1.18
4	21 : 9	6.82±1.21	6.80±1.25^{a}	7.10±1.22^{ab}	6.76±1.38	6.98±1.16
5	18 : 12	7.06±1.22	6.86±1.23^{a}	7.14±1.23^{a}	6.98±1.35	7.02±1.22
6	15 : 15	7.18±1.23	6.82±1.22^{a}	7.08±1.23^{abc}	7.04±1.34	6.96±1.20

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.1.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของตัวอย่างที่ 5 ที่ได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด มาทำการตรวจหาปริมาณยีสต์ รา จุลินทรีย์ทั้งหมด ในสัปดาห์แรก ผลที่ได้ คือ ไม่พบยีสต์ รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน [14] แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Microbial	Week	Result
Yeast and mold counts (CFU/g)	1	Not Detected
Total viable count (CFU/g)	1	Not Detected

4. อภิปรายผล

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุดในคุณภาพด้านต่างๆ พบว่า ถ้าเพิ่มสัดส่วนของมังคุดลงไปในส่วนผสมของน้ำทุเรียน จะมีผลต่อ คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) และค่าความหนืดลดลง เนื่องจากคุณสมบัติของเนื้อมังคุด มีค่าสีที่แตกต่างจากเนื้อทุเรียนในระดับที่สามารถสังเกตได้ด้วยตา คือ มีสีขาวอมชมพู จากการวัดค่าความหนืด พบว่า การวัดความหนืดของตัวอย่าง ด้วยเครื่อง Brookfield viscometer โดยรายงานผลเป็นความหนืดเชิงปรากฏ (apparent viscosity) ที่ความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่ไม่สามารถกำหนดอัตราเฉือนได้โดยตรง (SRC = 0) ซึ่งจากการเพิ่มปริมาณอัตราส่วนมังคุดในส่วนผสมน้ำทุเรียนมีผลทำให้ค่าความหนืดลดลงเนื่องจากจากมังคุดมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เช่น แป้งละน้ำตายที่น้อยกว่าทุเรียน [15] มีผลทำให้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และจากผลการวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ลดลงจาก 81.50 เป็น 27.00 cP เมื่อเพิ่มมังคุดจาก ร้อยละ 0% เป็น ร้อยละ 12% (ตัวอย่างที่ 5) ค่าเหล่านี้มีนัยสำคัญทางวิศวกรรม เนื่องจากความหนืด 27 cP จัดอยู่ในกลุ่มของเหลวหนืดปานกลาง (medium viscosity fluid) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเลือกอุปกรณ์สูงจ่ายในระบบการผลิต ซึ่งเหมาะสมกับการใช้ปั๊มแบบแรงเหวี่ยง (centrifugal pump) ในระบบผลิตต่อเนื่องแทนที่จะใช้ปั๊มปริมาตรแทนที่บวก (positive displacement pump) ที่มักใช้กับของไหลที่มีความหนืดสูง (>50 cP) และมีผลต่อประสิทธิภาพของปั๊มแรงเหวี่ยงอย่างจัดเจน [16–17] ส่งผลให้ ลดต้นทุนอุปกรณ์ลงได้ประมาณ 15–20% นอกจากนี้ความหนืดที่ลดลงยังช่วยลดพลังงานในการผสม (mixing energy) และเพิ่มอัตราการถ่ายโอนความร้อนระหว่างการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ ความหนืดที่ลดลงยังส่งผลให้การสูญเสียพลังงานในกระบวนการสูบจ่ายลดลง และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของปั๊มแรงเหวี่ยงภายใต้เงื่อนไขการไหลเดียวกัน [18] ในด้านกระบวนการผสม ความหนืดที่ลดลงสัมพันธ์กับค่าตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynolds number) ที่สูงขึ้นในถังผสม ส่งผลให้กำลังและ

พลังงานที่ใช้ในการผสมลดลงภายใต้เงื่อนไขการทำงานเดียวกัน [19] ความหนืดที่ลดลงยังช่วยเพิ่มอัตราการถ่ายโอนความร้อนเชิงพาความร้อนในกระบวนการให้ความร้อนหรือการฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความหนืดของของไหล ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนในระบบเพิ่มขึ้น [20]

จากการวัดคุณภาพทางเคมี พบว่า การเพิ่มปริมาณมังคุดในตัวอย่าง มีผลต่อค่าของแข็งที่ละลายได้ และค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ลดลง แต่ค่าปริมาณความชื้นอิสระ (aw) เพิ่มขึ้น และมังคุดมีค่าปริมาณความชื้นอิสระ (aw) ที่สูงกว่าทุเรียน แต่มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่าทุเรียน [3] ในการวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด ปริมาณมังคุดมากที่สุดในตัวอย่างทั้งหมด คือ ร้อยละ 15 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดีที่สุด ทำให้ทราบว่า ยิ่งเพิ่มปริมาณมังคุดจะทำให้ค่าการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นด้วย [21]

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก ซึ่งถ้าพิจารณาจากค่าที่ได้จะพบว่า คะแนนความชอบด้านกลิ่น ทั้ง 6 ตัวอย่างได้ค่าเฉลี่ยความชอบ ที่น้อยที่สุด อันเนื่องมาจากเนื้อทุเรียนมีกลิ่นเฉพาะตัวที่ชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัย ยุวรัตน์ และคณะ [22]

ในการทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ไม่พบยีสต์ รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยการต้มในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที จากการเลือกตัวอย่างที่ 5 คือปริมาณทุเรียน ร้อยละ 18 ผสม มังคุด ร้อยละ 12 เมื่อคิดต้นทุนในระดับห้องปฏิบัติการ เฉพาะวัตถุดิบหลัก สามารถลดต้นทุนประมาณ 5.40 บาทต่อขวด (ขนาดบรรจุ 150 มิลลิลิตร)

5. สรุป

จากการวิจัยพบว่า ปริมาณมังคุดที่ผสมเข้าไปในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียน ในอัตราส่วนเนื้อทุเรียนต่อเนื้อมังคุด ร้อยละ 30:0, 27:3, 24:6, 21:9, 18:12 และ 15:15 เมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อมังคุดจะส่งผลต่อคุณลักษณะและคุณภาพในด้านต่างๆ เปลี่ยนไป คือ มีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น แต่ค่าสีน้ำเงิน (b*) ลดลง และมีค่าความหนืดลดลง เมื่อวัดคุณภาพทางเคมี พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อมังคุดจะทำให้ค่าของแข็งที่ละลายได้ (TSS) ลดลง ค่าปริมาณความชื้นอิสระ (aw) เพิ่มขึ้น และค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ลดลง เมื่อทำการเพิ่มปริมาณเนื้อมังคุดจะมีผลทำให้การต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าสูตรที่ได้คะแนนความชอบมากที่สุด คือ ตัวอย่างที่ 5 ที่อัตราส่วนของเนื้อทุเรียนร้อยละ 18 ผสมเนื้อมังคุด ร้อยละ 12 ซึ่งได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม นำตัวอย่างที่ 5 มาวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์ในสัปดาห์แรก ไม่พบ ยีสต์ รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด จากการเพิ่มสัดส่วนเนื้อมังคุดมีศักยภาพในการลดต้นทุนรวมต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ความหนืดที่ลดลงสัมพันธ์กับกำลังที่ใช้ในการผสมของของไหลที่มีแนวโน้มคือความหนืดที่ลดลง ทำให้ภาระกำลังและพลังงานในการผสมลดลงภายใต้เงื่อนไขการทำงานเดียวกันและยังเอื้อต่อการถ่ายโอนความร้อนที่ดีขึ้นส่งผลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพด้านพลังงานในขั้นตอนให้ความร้อนหรือฆ่าเชื้อ และการลดต้นทุนวัตถุดิบเฉลี่ยจากความแตกต่างด้านระดับราคา

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.). งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ปี 2567 สำนักคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.) ประสานงานผ่าน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Office of Agricultural Economics (OAE), *Situation and Trend of Mangosteen Production in Thailand*, Bangkok, Thailand, 2021.

[2] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), *Tropical Fruits Market Review 2022*, Rome, Italy, 2023.

[3] P. S. Tongurai and N. Therdthai, "Value addition and processing of durian and tropical fruits in Thailand," *International Journal of Agricultural Technology*, vol. 16, no. 3, pp. 789–798, 2020.

[4] S. Sukma, S. Charoenrein, and P. Rachtanapun, "Bioactive compounds and functional properties of mangosteen (Garcinia mangostana L.) for food applications," *Food Chemistry*, vol. 344, 2021.

[5] Ministry of Industry, *Agro–Processing Industry Development Strategy (2021–2025)*, Bangkok, Thailand, 2022.

[6] T. Phakcharatphan, T. Satchananantakul and S. Trongchitphakdee, *Food Science and Technology*, Volume 1, Kasetsart University, Bangkok, pp. 171–193, 2016. (in Thai)

[7] K. Charoensuk, L. Wongekalak, N. Mongkontanawat, W. Nonmoung, A. Suwanposri, P. Tanmanee and M. Kongsuk, "Formulation, sensory and pulp stability of durian (*Durio zibethinus* Murr) juice," *International Journal of Agricultural Technology*, vol. 14, no. 2, pp. 215–224, 2018. (in Thai)

[8] P.Anprung, *Principles of Food Analysis by Sensory Processing*, 3rd ed. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press, 2014. (in Thai)

[9] K. Zhu, H. Zhou and H. Qian, "Antioxidant and free radical–scavenging activities of wheat germ protein hydrolysates (WGPH) prepared with alcalase," *Process Biochemistry*, vol. 41, no. 6, pp. 1296–1302, 2006.

[10] F. Shahidi and Y. Zhong, "Measurement of antioxidant activity," in Measurement of Antioxidant Activity & Capacity, F. Shahidi, Ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2015, pp. 153–182.

[11] B. M. Watts, C. L. Yumaki, L. E. Jeffery and L. G. Elais, *Basic Sensory Methods for Food Evolution*. The International Development Research Centre, Ottawa, Canada, 1989.

[12] Standard test for Bacteriological Analytical Manual (BAM), *Association of Official Chemists (AOAC),* 8th ed., Published and distribute by AOAC International, USA, 1998.

[13] A. Chaovanalikit and A. Mingmuang, "Anthocyanin and Total Phenolic Content of Mangosteen and Its Juices", *SWU Sci. J*. vol. 29, no. 1, pp. 68–78, 2007. (in Thai)

[14] *Thai Community Product standard*, MANGOSTEEN DRINK, No. 1452/2554, 2011. (in Thai)

[15] S. Boonna, S. Phuangborisut, and T. Chanawanno, "Physical properties and nutritional value of durian juice produced from durian chips by–products," *International Journal of Agricultural Technology*, vol. 18, no. 4, pp. 1837–1846, 2022.

[16] ISO, *ISO/TR 17766:2005, "Centrifugal Pumps for Viscous Liquids, Performance Corrections"*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2005.

[17] I. J. Karassik, J. P. Messina, P. Cooper, and C. C. Heald, *Pump Handbook*, 4th ed. New York, NY, USA: McGraw–Hill Education, 2008.

[18] A. A. M. Mohammedali, A. A. M. Omara, R. H. A. Mohamed, and H. G. H. Mohamed, "Performance assessment of a centrifugal pump with varying fluid viscosities through Euler head and entropy analysis," *Engineering Reports*, vol. 7, no. 4, pp. 1–12, 2025.

[19] E. L. Paul, V. A. Atiemo–Obeng, and S. M. Kresta, Eds., *Handbook of Industrial Mixing: Science and Practice*. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2004.

[20] M. K. Krokida, N. P. Zogzas, and Z. B. Maroulis, "Heat transfer coefficient in food processing: Compilation of literature data," *International Journal of Food Properties*, vol. 5, no. 2, pp. 435–450, 2002.

[21] S. Klinkajorn, N. Soonthorntham, P. Supasoon and S. Sukhasem, "Production of Health Products from Mangosteen Juice," *Thai Agricultural Research Journal*. vol. 33, no. 2, pp. 190–204, 2015. (in Thai)

[22] Y. Ngenyen, W. Dechawiraphanit, K. Paradamitra and W. Khaophong, "Reducing The Odor of Durian Using Essential Oil Distilled from Basil Leaves", *Journal of Agricultural*. vol. 29, no. 2, pp. 163–168, 2013. (in Thai)

การออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ

Design and Construction of Semi Automatic packing machine for Rolled Rice Noodles

ชนาธิป ศรีวรารักษ์[1] ธนพร สิงหนาท[1] พิยดา ผาภู[1] และ ภูริพัส แสนพงษ์[1*]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตขอนแก่น
Chanathip Sriwararak[1] Thanaporn Singhanat[1] Phiyada Phapoo[1]
and Bhuriphat Saenpong[1*]
[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering
Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus
[*]Corresponding author Email: bhuriphat.sa@rmuti.ac.th
(Received: November 18, 2025; Revise: December 22, 2025; Accepted: December 22, 2025)

บทคัดย่อ

คณะผู้จัดทำได้เข้าไปศึกษากระบวนการผลิตเส้นก๋วยจั๊บของห้างหุ้นส่วนจำกัดสินทวีร้อยเอ็ดพบว่าในการผลิตเส้นก๋วยจั๊บนั้นมีปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการผลิต คือ รูปแบบการทำงานเดิมจะใช้คนในการบรรจุและใช้คนในการปิดปากถุงด้วยความร้อนให้มีการผลิตที่ล่าช้า ส่งผลให้ผลผลิตไม่มีประสิทธิภาพตามที่โรงงานต้องการและไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า จึงมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติเข้ามาช่วยในกระบวนการบรรจุเส้นก๋วยจั๊บเพื่อให้ผลิตได้เพิ่มขึ้นเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ผลการดำเนินงานพบว่าคุณภาพของรอยซีลที่ได้จากเครื่องที่สร้างขึ้นด้านลักษณะของรอยซีลที่เป็นของดีคิดเป็นร้อยละ 98 ด้านขนาดของรอยซีลที่เป็นของดีคิดเป็นร้อยละ 96 และมีประสิทธิภาพของเครื่องที่สร้างขึ้น จากเวลามาตรฐานการผลิตแบบเดิมอยู่ที่ 44.44 วินาทีต่อถุง ซึ่งมีอัตราการผลิตโดยรวมอยู่ที่ 650 ถุงต่อวัน เวลามาตรฐานการผลิตของเครื่องจักรที่สร้างขึ้นใหม่อยู่ที่ 31.15 วินาทีต่อถุง สามารถผลิตเส้นก๋วยจั๊บได้อยู่ที่ 880 ถุงต่อวัน ขั้นตอนการทำงานลดลง 5 ขั้นตอน คิดเป็นร้อยละ 55.56 อัตราการผลิตเพิ่มขึ้น 230 ถุงต่อวัน ดังนั้นเมื่อทำงานร่วมกับกระบวนการเดิมอัตราการผลิตโดยรวมเพิ่มขึ้นจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 35.38

คำสำคัญ: เครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ เส้นก๋วยจั๊บ กระบวนการผลิต

Abstract

The project team conducted a study of the rice noodle production process at Sinthawee Roi Et Limited Partnership and found that there were issues with the current production method. The existing process relied on manual labor for filling and sealing the bags, which caused production delays, resulting in products that lacked the desired quality and efficiency, and were insufficient to meet customer demand. Therefore, the team proposed the design and construction of a semi–automatic noodle packaging machine to assist in the packaging process, aiming to increase production to meet market needs. The results showed that the evaluation of the seal quality from the developed machine revealed that 98% of the seals were of good quality, and 96% were of proper size. The machine also showed improved performance: while the standard time for the original manual process was 44.44 seconds per bag equivalent to 650 bags per day.

the new machine reduced the packaging time to 31.15 seconds per bag, allowing for 880 bags per day. The number of process steps was reduced by five, a reduction of 55.56%. The production rate increased by 230 bags per day. Therefore, compared to the original method, the production rate increased by 35.38%.

Keywords: Semi Automatic Packing Machine, Rolled Rice Noodles, and Production Process

1. บทนำ

ห้างหุ้นส่วนจำกัดสินทวีร้อยเอ็ดมีผลิตภัณฑ์ในโรงงาน 4 รูปแบบ คือ เส้นเล็ก เส้นกลาง เส้นก๋วยจั๊บ และเส้นใหญ่ ได้มีการส่งสินค้าไปยังหลากหลายจังหวัดทั่วภาคอีสาน มีจำนวนพนักงานมากกว่า 100 คน และเครื่องจักร 40 เครื่อง ภายใต้การควบคุมดูแลคุณภาพอย่างดี โรงงานเส้นก๋วยเตี๋ยวสินทวีร้อยเอ็ดมียอดจำหน่ายเส้นก๋วยเตี๋ยวชนิดเส้นก๋วยจั๊บสูงขึ้นนับตั้งแต่ปี พ.ศ.2560 จนถึงปัจจุบันมียอดการส่งออกสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันทางตลาดมีความต้องการเพิ่มมากขึ้นแต่ผู้ประกอบการไม่สามารถผลิตได้ตามความต้องการของตลาด จากการศึกษาข้อมูลสำรวจวิเคราะห์ ณ สถานประกอบการของ โรงงานเส้นก๋วยเตี๋ยวสินทวีร้อยเอ็ด พบว่า ปัญหาเกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุเส้นก๋วยจั๊บและกระบวนการปิดปากถุงด้วยความร้อนของเส้นก๋วยจั๊บ 1 กิโลกรัม เนื่องจากกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่จะต้องอาศัยแรงงานคนเป็นหลักในการบรรจุเส้นก๋วยจั๊บและกระบวนปิดปากถุงด้วยความร้อนของเส้นก๋วยจั๊บ คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาขั้นตอนในกระบวนการบรรจุเส้นก๋วยจั๊บ 1 กิโลกรัม ปรากฏว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตใช้เวลามากทำให้เกิดการสูญเสียเวลาและได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีคุณภาพ คณะผู้จัดทำจึงมีแนวโน้มในการคิดค้นที่จะออกแบบเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติที่มาทำงานร่วมกับคนจะสามารถเพิ่มจำนวนการผลิตจากเดิม 2,600 ถุงต่อวัน โดยสถานประกอบการณ์มีความคาดหวังว่าจะได้ปริมาณผลผลิต 3,000 ถุงต่อวัน คณะผู้จัดทำหวังว่าถ้านำหลักการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในโรงงานผลิตขนมปังกรอบ [1] จะทำให้ได้สินค้าได้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 ศึกษาวิธีการบรรจุเส้นก๋วยจั๊บ

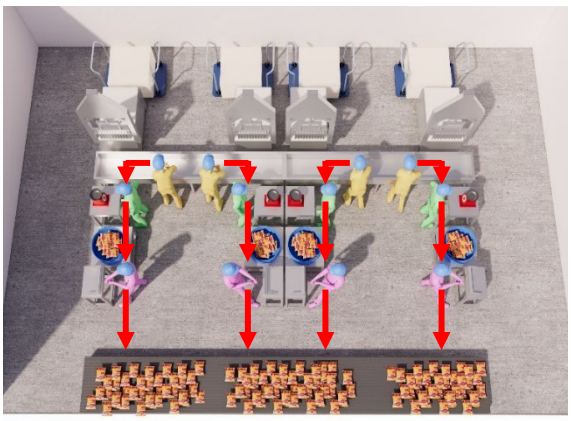
ศึกษาวิธีการบรรจุเส้นก๋วยจั๊บ ซึ่งได้เข้าไปศึกษากระบวนการบรรจุเส้นก๋วยจั๊บรูปแบบเดิมมีพนักงานทั้งหมด 12 คน แบ่งออกเป็น 4 สายการผลิต มีทั้งหมด 3 สถานี แบ่งเป็นการบรรจุ 1 คน การตรวจสอบน้ำหนัก 1 คน และการปิดปากถุงด้วยความร้อน 1 คน มีขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 9 ขั้นตอนดังนี้

1) บรรจุเส้นก๋วยจั๊บลงถุงบรรจุ
2) รอพนักงานมาตวงน้ำหนัก
3) ตรวจสอบน้ำหนัก 1 กิโลกรัม
4) อยู่ในที่ตรวจสอบน้ำหนัก
5) นำไปให้พนักงานปิดปากถุงด้วยความร้อน
6) อยู่ในที่เตรียมปิดปากถุงด้วยความร้อน
7) ปิดปากถุงด้วยความร้อน
8) ตรวจสอบรอยปิดปากถุง
9) เก็บในที่บรรจุถุง 10 กิโลกรัม

โดยจากการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต [2] ทางคณะผู้จัดทำคาดว่าเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติที่จะออกแบบและสร้างขึ้นจะต้องสามารถลดเวลาใน 1 รอบการผลิตได้

ตารางที่ 1 แสดงอัตราการผลิตเส้นก๋วยจั๊บของ 1 สายการผลิต

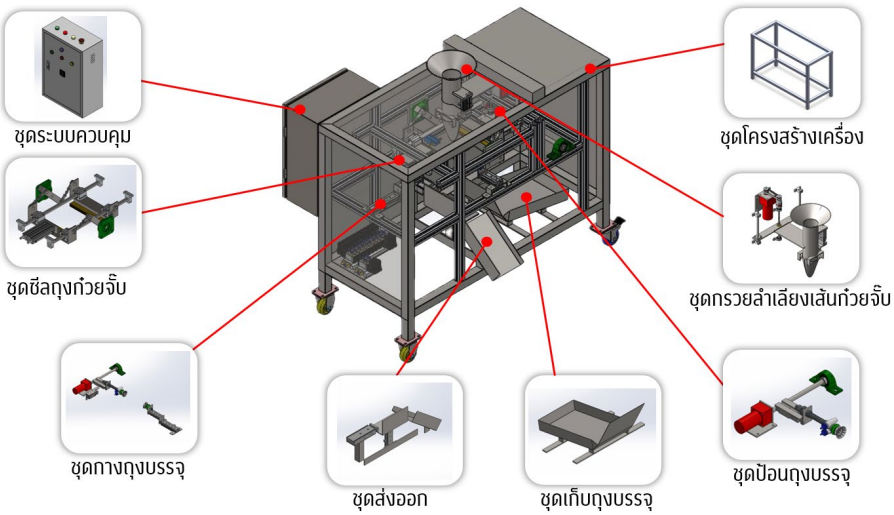
ผลิตภัณฑ์	จำนวนผลิตภัณฑ์เฉลี่ย(ถุง/ชั่วโมง)	ปริมาณการผลิต (ถุง/วัน)
เส้นก๋วยจั๊บ	81.25	650



รูปที่ 1 แผนผังแสดงตำแหน่งการทำงานแบบเดิม

2.2 วิเคราะห์ข้อมูล

การทำงานแบบเดิมนั้นมีความล่าช้าในการผลิต เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุเส้นก๋วยจั๊บและปิดปากถุงด้วยความร้อน เนื่องจากในกระบวนการนี้ใช้วิธีการบรรจุด้วยการนำเส้นก๋วยจั๊บใส่ถุงพลาสติกและปิดปากถุงด้วยเครื่องปิดปากถุงที่ความคุมความร้อนได้ยากต้องใช้ความชำนาญในการใช้งาน ซึ่งต้องอาศัยแรงงานคนในการบรรจุและปิดปากถุงเส้นก๋วยจั๊บจำนวน 3 คนใน 1 สายการผลิตประกอบด้วย คนบรรจุเส้นก๋วยจั๊บ คนตรวจสอบน้ำหนัก คนปิดปากถุงด้วยความร้อน อีกทั้งยังต้องอาศัยความชำนาญและต้องมีลักษณะถุงที่สวยงามเรียบร้อยจึงได้เกิดความล่าช้าและกำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องกานของลูกค้า จากการศึกษาการเพิ่มผลผลิตการผลิตก้อนเชื้อเห็ดโดยการลดความสูญเปล่า 7 ประการ [3] ดังนั้นจึงออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติที่พนักงานกดปุ่มเริ่มการทำงานของเครื่องและเทเส้นก๋วยจั๊บลงไป จากนั้นเครื่องจะทำการซีลปิดปากถุงและส่งออกไปยังที่จัดเก็บ [4]



รูปที่ 2 การออกแบบและการสร้างเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ

2.3 ทดลองและตรวจสอบเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ

การบันทึกผลการทดลองหาองศาการเอียงถาดใส่ถุงบรรจุทดลองวางถาดขนานกับโครงเครื่อง สามารถป้อนถุงได้ แต่ถุงใบถัดไปเลื่อนออกมากจากตำแหน่งดูดถุง เพราะถาดวางขนานทำให้ถุงสามารถเลื่อนออกจากตำแหน่ง ทดลองวางถาด 10 องศา สามารถป้อนถุงได้ และทดลองวางถาด 60 องศา ไม่สามารถป้อนถุงได้เพราะปากถุงกางออกขณะที่ชุดป้อนถุงทำงาน และถุงไม่พ้นระยะของถาดเก็บถุงบรรจุ ดังนั้นจึงเลือกวางถาด 10 องศา

การบันทึกผลการทดลองหาระยะในการดูดถุงด้วยถ้วยดูดสูญญากาศระยะ 20 มิลลิเมตรสามารถกางปากถุงแต่ไม่สามารถปิดปากถุงด้วยความร้อนได้ เพราะไม่เหลือพื้นที่ในการปิดปาก ระยะ 40 มิลลิเมตรสามารถกางปากถุงแต่และสามารถปิดปากถุงด้วยความร้อนได้ และระยะ 60 มิลลิเมตรไม่สามารถสามารถกางปากถุงแต่และสามารถปิดปากถุงด้วยความร้อนได้ เพราะปากถุงพับลงเนื่องจากหัวดูดสูญญากาศอยู่ต่ำเกินไป ดังนั้นจึงเลือกระยะ 40 มิลลิมเมตร

การบันทึกผลการทดลองหาอุณหภูมิในการปิดปากถุงด้วยความร้อนทดลองอุณหภูมิที่ 129 องศาเซลเซียส ไม่สามารถปิดปากถุงด้วยความร้อนได้ เพราะถุงไม่หลอมละลาย ทดลองอุณหภูมิที่ 133 องศาเซลเซียส สามารถปิดปากถุงด้วยความร้อนได้ และทดลองอุณหภูมิที่ 137 องศาเซลเซียส ไม่สามารถปิดปากถุงด้วยความร้อนได้ เพราะถุงหลอมละลายมากเกินไป ดังนั้นจึงเลือกอุณหูมิในการปิดปากที่ 133 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิที่สามารถปิดปากถุงที่เลือกนั่นเป็นไปตามการศึกษาการจำแนกชนิดของโพลิเอทีนความหนาแน่นต่ำ [5]

2.4 หาประสิทธิภาพเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ

การประเมินหาประสิทธิภาพของเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติที่สร้างขึ้นโดยการพิจารณาจากการเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทำงานแบบเดิมเปรียบเทียบกับการผลิตด้วยเเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ และนำมาคำนวณหาปริมาณผลผลิตได้ดังนี้

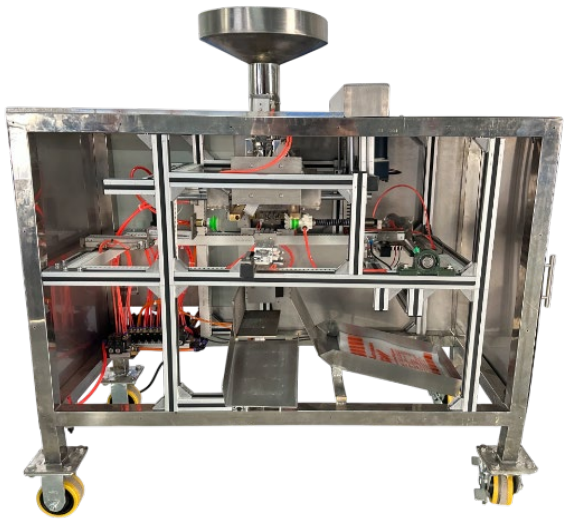
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการผลิตเส้นก๋วยจั๊บจากกระบวนการเดิมกับการทำงานร่วมกับเครื่องจักรที่สร้างขึ้น

วิธีการ	จำนวนผลิตภัณฑ์เฉลี่ย(ถุง/วัน)
แบบเดิม	650
ใหม่	880
ผลต่าง	230
คิดเป็น%	35.38%

3. ผลการดำเนินงาน

3.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ

ขนาดของเครื่อง 500 x 1125 x 800 มิลลิเมตร ใช้อุณหภูมิในการซีลปิดปากถุง 133 องศาเซลเซียส ความดันระบบลม 5 บาร์ ใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ PLC FX3U–64MR ในการควบคุมระบบ



รูปที่ 3 เครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ

3.2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ

หาความสามารถในการทำงานของเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติโดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลการบรรจุเส้นก๋วยจั๊บ 1 ชั่วโมง นำมาเปรียบเทียบกับชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมง เพื่อหาจำนวนผลผลิตที่ได้จากเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ จากการศึกษาสถิติและการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม [6] จะทำให้สามารถเก็บข้อมูลการผลิตของเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติได้ดังตารางที่ 3

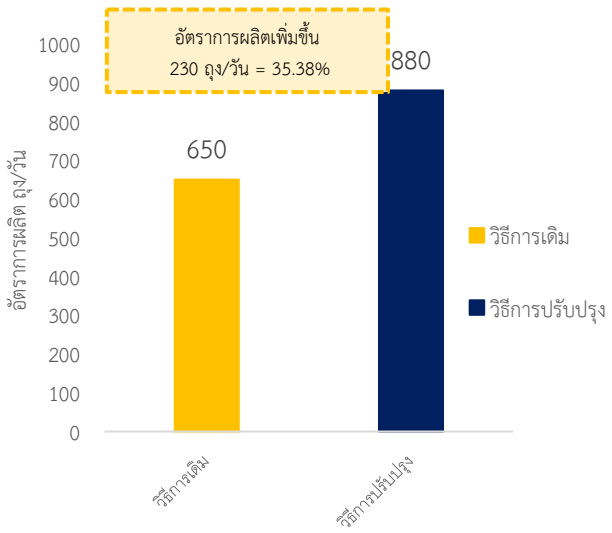
ตารางที่ 3 ปริมาณการผลิตเส้นก๋วยจั๊บในเวลา 1 ชั่วโมง ของเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ

ทดสอบ (ครั้งที่)	จำนวนผลิตภัณฑ์ (ถุง/ชั่วโมง)
1	107
2	111
3	110
4	107
5	106
6	116
7	112
8	109
รวม	**878**

จากการเก็บข้อมูลทดลองการบรรจุด้วยเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติทำการทดลองเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จำนวน 8 ครั้ง พบว่าปริมาณการผลิตเฉลี่ย 110 ถุงต่อชั่วโมง

3.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ โดยการเปรียบเทียบวิธีการทำงานแบบเดิมกับเครื่องจักรที่สร้างขึ้นสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 จากกระบวนการแบบเดิมทำได้ 650 ถุงต่อวัน เปรียบเทียบกับวิธีใหม่เครื่องจักรที่สร้างขึ้นทำได้ 880 ถุงต่อวัน เพิ่มขึ้น 230 ถุงต่อวัน หรือคิดเป็นร้อยละ 35.38 [7]



รูปที่ 4 แผนภูมิแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบอัตราการผลิตเส้นก๋วยจั๊บ

ผลการทดลองหาคุณภาพของเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ โดยพิจารณาจากการตรวจสอบลักษณะของดีและของเสียของรอยปิดปากถุงด้วยความร้อน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การตรวจสอบชิ้นงานด้านลักษณะ

รายละเอียด	ลักษณะของเสีย
แบบ A ขนาดของรอยปิดปากถุง 6 ± 2 มิลลิเมตร ยอมรับได้ 2 จุดต่อ 1 ถุง	
แบบ B รอยขาดของรอยปิดปากถุง ยอมรับได้ 2 จุดต่อ 1 ถุง	

ตารางที่ 5 การตรวจสอบชิ้นงานด้านลักษณะ(ต่อ)

รายละเอียด	ลักษณะของเสีย

แบบ C รอยพับของรอยปิดปากถุง ยอมรับได้ 2 จุดต่อ 1 ถุง	
แบบ D ความแน่นของรอยปิดปากถุง ไม่ยอมรับให้เกิดขึ้น	

ตารางที่ 6 ปริมาณของดีและของเสียของถุงเส้นก๋วยจั๊บ ด้านนลักษณะจากการตรวจสอบ 10 ครั้ง ครั้งละ 10 ถุง

ครั้งที่	จำนวนการตรวจสอบ (ถุง)	
	ของดี	ของเสีย
1	9	1
2	9	1
3	10	–
4	10	–
5	10	–
6	10	–
7	10	–
8	10	–
9	10	–
10	10	–
รวม	**98**	**2**
ค่าเฉลี่ย	**9.8**	**0.2**
คิดเป็นร้อยละ	**98**	**2**

จากการสุ่มตัวอย่าง 10 กลุ่มตัวอย่าง ครั้งละ 10 ถุง ทั้งหมด 100 ถุง พบว่าจำนวนของดีคิดเป็นร้อยละ 98 และของเสียคิดเป็นร้อยละ 2 ซึ่งของเสียดังกล่าวเป็นเพียงของเสียเฉพาะรอยปิดปากถุงด้วยความร้อนเป็นลักษณะแบบ D 2 ถุง จากการศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องติดฉลากขวดยาหม่องและน้ำมันสมุนไพรระบบอัตโนมัติ [8] เพื่อหาคุณภาพของเครื่องที่สร้างขึ้นจากของดีและของเสีย

ตารางที่ 7 การตรวจสอบชิ้นงานด้านขนาด

รายละเอียด	ลักษณะของเสีย

แบบ A
ขนาดของรอยปิดปากถุง
6 ± 2 มิลลิเมตร
ยอมรับได้ 2 จุดต่อ 1 ถุง

แบบ B
ระยะห่างจากปากถุงถึงรอยซีล
15 ± 3 มิลลิเมตร
ยอมรับได้ 2 จุดต่อถุง

ตารางที่ 8 ปริมาณของดีและของเสียของถุงเส้นก๋วยจั๊บ ด้านขนาดจากการตรวจสอบ 10 ครั้ง ครั้งละ 10 ถุง

ครั้งที่	จำนวนการตรวจสอบ (ถุง)	
	ของดี	ของเสีย
1	9	1
2	9	1
3	10	–
4	9	1
5	10	–
6	10	–
7	10	–
8	10	–
9	9	1
10	10	––
รวม	**96**	**4**
ค่าเฉลี่ย	**9.6**	**0.4**
คิดเป็นร้อยละ	**96**	**4**

สรุปการตรวจสอบขนาดของรอยซีลที่ได้จากเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติที่สร้างขึ้น จากการสุ่มตัวอย่าง 10 กลุ่มตัวอย่าง ครั้งละ 10 ถุง ทั้งหมด 100 ถุง พบว่าจำนวนของเสียคิดเป็นร้อยละ 4 ซึ่งของเสียดังกล่าวเป็นเพียงของเสียเฉพาะรอยซีล

3.4 ผลการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุน

ค่าใช้จ่ายต่อกิโลกรัมของเครื่องที่สร้างขึ้น = 0.15บาท

กำไรต่อกิโลกรัม = 3 บาทต่อถุง

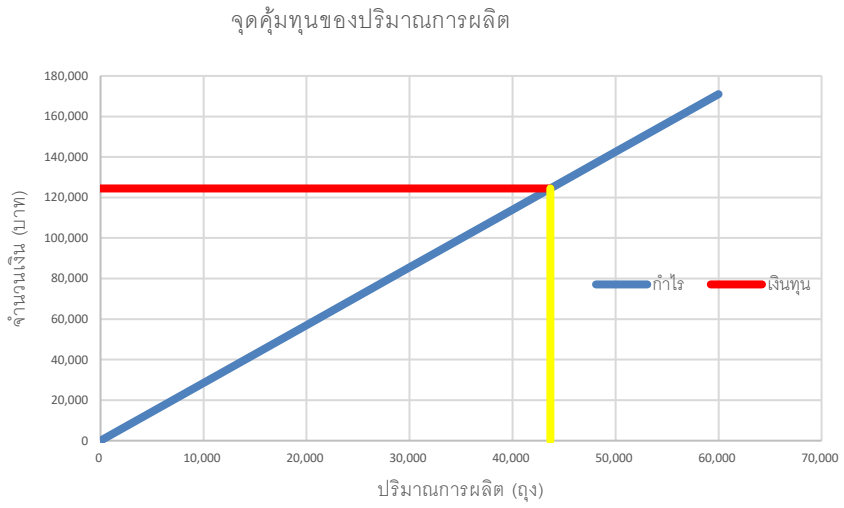
ปริมาณการผลิต (Q)

โดยมีสมการดังนี้

Q = ต้นทุนคงที่ / (กำไรต่อถุง–รายจ่ายต่อถุง)

Q = 124,463 / (3–0.15)

Q = 43,671.23 กิโลกรัม



รูปที่ 5 กราฟแสดงจุดคุ้มทุนของปริมาณการผลิต

จากกราฟพบว่าปริมาณการผลิตที่เหมาะสมของเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ บนจุดตัดของกราฟที่สามารถคืนทุนในการสร้างเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ คือ 43,671.23 ถุง หรือระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานที่สามารถคืนทุนได้คือ 43,671.23 / 880 = 49.67 วันหรือประมาณ 50 วัน

4. อภิปรายผล

การดำเนินโครงการการออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติและเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติโดยมีสมมติฐานของโครงการคือ เครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมีคุณภาพไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 และสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการเดิม ทั้งนี้ผู้จัดทำโครงการได้ดำเนินการสร้างเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติ

5. สรุปผล

การหาคุณภาพโดยพิจารณาจากการตรวจสอบลักษณะรอยปิดปากด้วยความร้อนที่ได้จากเครื่องบรรจุเส้น ก๋วยจั๊บกึ่งอัตโนมัติปริมาณของดีและของสียของถุงเส้นก๋วยจั๊บที่เกิดขึ้นคิดเป็นของเสียคิดเป็นร้อยละ 2 และของดีร้อยละ 98 ซึ่งมีขนาดอยู่ในพิกัดที่สถานประกอบการกำหนด

การหาประสิทธิภาพของเครื่องบรรจุเส้นก๋วยจั๊บที่สร้างขึ้นโดยการพิจารณาจากการเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทำงานแบบเดิมเปรียบเทียบกับการทำงานร่วมกับเครื่องจักรวิธีการเดิมใช้มีเวลาในการผลิตเท่ากับ 44.44 วินาทีต่อถุง ซึ่งมีอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 650 ถุง และจากวิธีการหลังปรับปรุงคือใช้เครื่องจักรที่สร้างขึ้นมีเวลาในการผลิตเท่ากับ 31.15 วินาทีต่อถุง ซึ่งมีอัตราการผลิตต่อวันเท่ากับ 880 ถุง ดังนั้นอัตราการผลิตที่ได้จากวิธีการทำงานเดิมเปรียบเทียบกับเครื่องจักรเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 35.38

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่กรุณาถ่ายทอดความรู้ และให้คำแนะนำ และขอกราบขอบพระคุณสถานประกอบการห้างหุ้นส่วนจำกัดสินทวีร้อยเอ็ดสนับสนุนในการดำเนินโครงการจนประสบ ความสำเร็จเป็นอย่างดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] C. Theerawiriya, “Efficiency Improvement of Production Process to Reduce Waste in Wafer Factory,” Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom, Thailand. (in Thai)

[2] P. Ronlaong, P. Tinnam, T. Tookjit, and A. Sansopha, “Production Process Improvement by Line Balancing Technique: A Case Study of Mechanical Coupling Production Factory,” Department of Industrial Technology Engineering, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, Thailand. (in Thai)

[3] W. Prasong and S. Thumson, “Increasing Productivity of Mushroom Spawn Production by Reducing 7 Wastes,” Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Pathumwan Institute of Technology, Bangkok, Thailand. (in Thai)

[4] P. Maneewan and M. Sasananun, “Application of Automated System in Product Packaging Process: A Case Study of Flexible Printed Circuit Manufacturer,” Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University, Pathum Thani, Thailand, 2017. (in Thai)

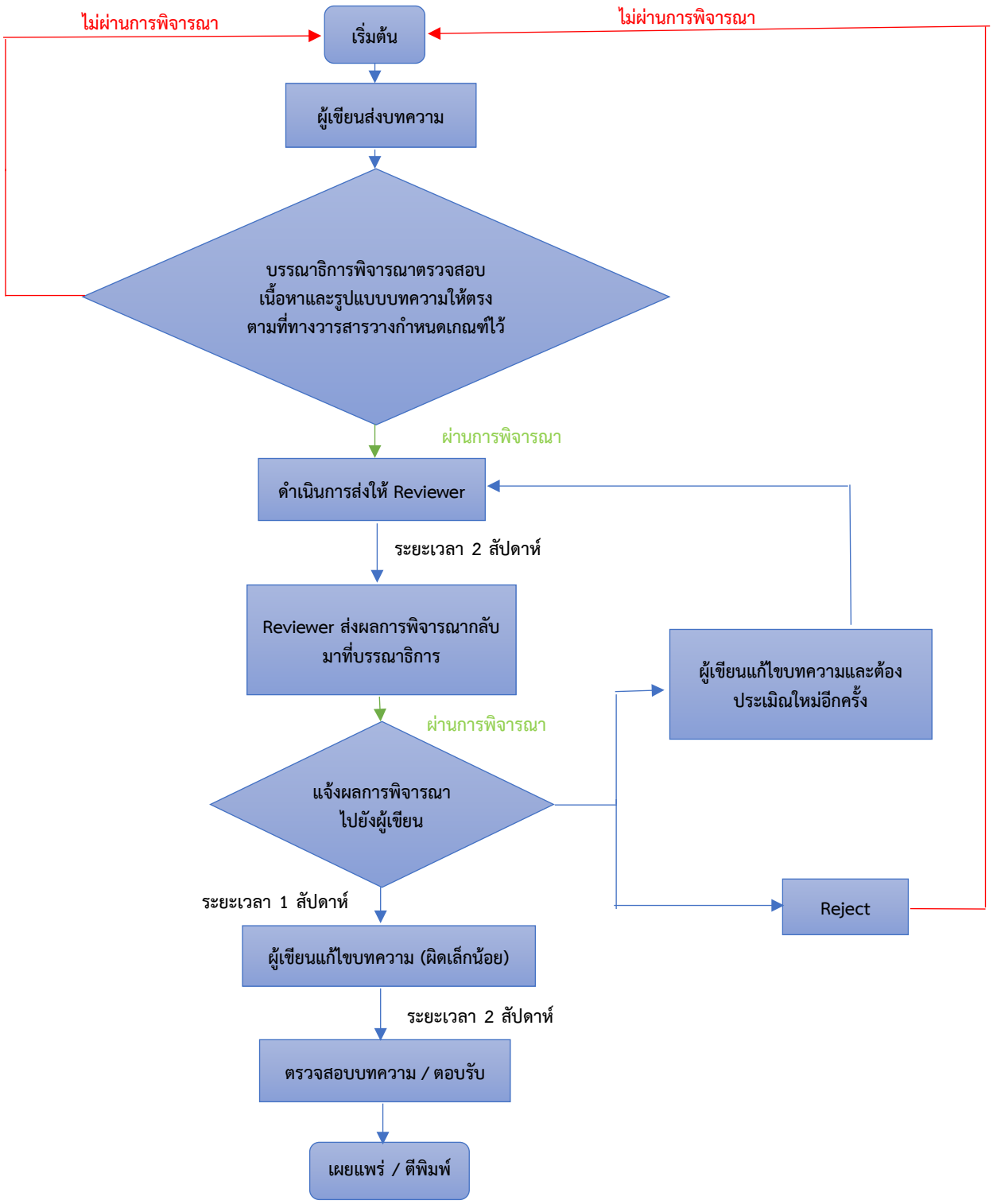
[5] J. Leekijwattana, “Classification of Low–Density Polyethylene,” Product Technology Group 1, Physics and Engineering Division, Department of Science Service, Bangkok, Thailand, 2001. (in Thai)

[6] P. Ronlaong, P. Tinnam, T. Tookjit, and A. Sansopha, “Production Process Improvement by Line Balancing Technique: A Case Study of Mechanical Coupling Production Factory,” Department of Industrial Technology Engineering, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok, Thailand. (in Thai)

[7] N. Boonsanor, K. Phoonakhom, and S. Vairungroj, “Productivity Improvement in White Jelly Mushroom Spawn Production Process,” Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani, Thailand. (in Thai)

[8] K. Thongdee, W. Kulsuwan, and W. Prawanno, “Design and Construction of Automatic Labeling Machine for Balm and Herbal Oil Bottles,” Department of Industrial Engineering, Faculty of

Engineering, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus, Khon Kaen, Thailand. (in Thai)



แบบฟอร์มการส่งบทความทางวิชาการ

เพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ

ข้าพเจ้า ☐ นาย ☐ นาง ☐ นางสาว ☐ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

ชื่อ–สกุล.....

(ภาษาอังกฤษ).....

ตำแหน่งทางวิชาการ (โปรดระบุ) ☐ ศาสตราจารย์ ☐ รองศาสตราจารย์ ☐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

☐ อาจารย์ ☐ อื่นๆ(โปรดระบุ).....

ที่อยู่ (ที่ติดต่อได้).....

.....

โทรศัพท์ที่ทำงาน.....โทรศัพท์มือถือ.....

โทรสาร.....อีเมล์.....

มีความประสงค์ขอส่งบทความ เรื่อง:

ชื่อบทความ (ภาษาไทย).....

.....

ชื่อบทความ (ภาษาอังกฤษ).....

.....

การตรวจสอบ ☐ ทำการลงทะเบียนและส่งวารสารในเว็บไซต์ https://ph01.tcithaijo.org/index.php/jMMT/index เรียบร้อยแล้ว

วันที่ ส่งวารสารต้นฉบับ เข้าระบบออนไลน์ .....

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า บทความนี้เป็นผลงานของข้าพเจ้าและผู้ร่วมงานตามชื่อที่ระบุไว้ในบทความจริง และบทความนี้ไม่เคยลงตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน และข้าพเจ้าจะไม่นำส่งบทความนี้ไปพิจารณาลงตีพิมพ์ในวารสารอื่นภายใน 60 วัน นับจากวันที่ข้าพเจ้าส่งบทความ

ลงนาม.....

(.....)

วันที่ เดือน .....พ.ศ.....

TECHNICAL ARTICLE FORM

FOR PUBLISHING ON JOURNAL OF MANUFACTURING AND MANAGEMENT TECHNOLOGY

Title ☐ Mr. ☐ Ms. ☐ Others (Please specify).....

Name–Surnames .....

Academic Positions (Please specify) ☐ Professor ☐ Associate Professor ☐ Assistant Professor ☐ Lecturer ☐ Others (Please specify).....

Address (for Contact).....

Office Phone Number..... Mobile Phone Number.....

Fax Number..... E–mail.....

Name of Article:.....

Submission Checklist ☐ Already register and submit on https://ph01.tcithaijo.org/index.php/jMMT/index

The days of Online Submission.....

I promise this article belongs to me and co–authors as the name indicated in the article. In addition, this article has not been previously published on another journal. Furthermore, I will not submit this article on another journal within 60 days from the day of my submission on the JOURNAL OF MANUFACTURING AND MANAGEMENT TECHNOLOGY.

Sign .....

(.....)

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

RNMT Association

สมาคมเครือข่ายราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ

ดำเนินการจัดทำวารสารโดย

สมาคมเครือข่ายราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ

Association of Rajamangala Network of Manufacturing and Management Technology, RNMT

เลขทะเบียนที่ ๖/๒๕๖๕ ที่ตั้ง : อาคารภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

E-mail : rnmt@en.rmutt.ac.th