

## วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

### วัตถุประสงค์ของการจัดพิมพ์วารสาร

1. เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยที่มีคุณภาพด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อเป็นช่องทางในการนำเสนอและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตिकाญจน์ ศรีวิบูลย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนมภัทร โตรระสะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

### บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญเรือน รัศมี	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
---------------------------------------	-----------------------------

### กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.อัศครัตน์ พลุกระจำง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล อ่ำดี	มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปนัดดา จันทน์เนย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ชาคริตส ญวัฒน์ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณพล ป้อมสถิตย์	มหาวิทยาลัยรังสิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลงกรณ์ เมืองไหว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันวิสา ชัชวงษ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี บุญเรือง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยนุช ใจแก้ว	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยรัตน์ ศรีสุนนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชิดศิริ นิลผาย	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธวัชชัย ประหยัดวงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
ดร.ดิเรก ชัยนวกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ดร.ยศวดี ฮะวังจุ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ดร.ภญ.รัศพรณ พฤกษ์รัตนานนท์	สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

### กำหนดการเผยแพร่

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

### ฝ่ายประสานงานและจัดการ

นางสาวดวงเนตร สารสมบัติ

## เจ้าของวารสาร

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เลขที่ 1 ถนนอุทองนอก

เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทรศัพท์ 0 2160 1438 ต่อ 23 โทรสาร 0 2160 1440

[www.fit.ssru.ac.th](http://www.fit.ssru.ac.th)

<https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/fit-ssru>

## บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology Suan Sunandha Rajabhat University) มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่องค์ความรู้การวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ นวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์ การพัฒนาเชิงประยุกต์ และรวมถึงงานวิจัยเชิงบูรณาการที่มีการพัฒนาเพื่อนำไปสู่การพัฒนาโครงสร้างเศรษฐกิจฐานราก ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาภาคเกษตร ภาคอุตสาหกรรม เพื่อยกระดับ พัฒนาคุณภาพ สมรรถนะทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับสากล ให้สามารถพัฒนาสู่ผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ได้อย่างมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืนสอดคล้องกับ โมเดลพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ไทยแลนด์ 4.0 ซึ่งในแต่ละบทความได้รวบรวมองค์ความรู้จากผู้มีความเชี่ยวชาญในหลากหลายด้าน นักวิจัยและประชาชนทั่วไปสามารถนำความรู้จากวารสารนี้ไปต่อยอดในการสร้างนวัตกรรมใหม่และสามารถนำกระบวนการ องค์ความรู้ เทคโนโลยีใหม่จากบทความไปประยุกต์สร้างสรรค์และใช้งานให้เกิดประโยชน์ได้จริงในอนาคต วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ได้จัดพิมพ์ 2 ฉบับต่อปี คือ ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม - มิถุนายน 2566) และฉบับที่ 2 (เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2566)

ปัจจัยหลายประการที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อคุณภาพวารสาร คือคุณภาพของบทความที่มีคุณค่าทางวิชาการเป็นที่ยอมรับ กระบวนการคัดกรองและการตรวจสอบที่มีมาตรฐาน โดยผู้ทรงคุณวุฒิเฉพาะสาขาวิชา ข้อเสนอแนะที่ทรงคุณค่า รวมทั้งการจัดการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อดำเนินการจัดพิมพ์และการเผยแพร่บทความได้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด ส่งผลให้วารสารฯ มีความน่าเชื่อถือและผ่านการรับรองโดย TCI

ทางคณะผู้จัดทำวารสารฯ ขอกราบขอบพระคุณที่ปรึกษาวารสารฯ กองบรรณาธิการ ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ ที่สละเวลาใช้ความรู้ความสามารถในการทำให้คุณภาพของวารสารฯ เป็นที่น่าเชื่อถือและมีคุณค่าเป็นประโยชน์ต่อทางวิชาการ และขอขอบคุณนักวิชาการทุกท่านที่ส่งบทความที่มีคุณค่าทางวิชาการเข้าร่วมทำให้วารสารฯ ดำเนินการสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ทางคณะผู้จัดทำวารสารฯ พร้อมทั้งจะรับฟังข้อเสนอแนะจากทุกภาคส่วน เพื่อให้วารสารฯ มีประสิทธิภาพ พัฒนามากยิ่งขึ้น และเป็นที่ยอมรับในระดับสากลต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญเรือน รัศมี

บรรณาธิการ

## สารบัญ

บทความวิจัย	หน้า
การปรับปรุงสถานีงานที่ส่งผลต่อการได้ยินของกลุ่มแรงงานนอกระบบ กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนการผลิตมะพร้าวขาว จ.สมุทรสงคราม	1-11
The Improved of work station to reduce impact of hearing in the group of informal labor 's health case study white grated coconut communities enterprise in Samut Songkhram province อรรณี ขวัญปาน, กุสุมา เสียนจ้อหอ, ประภัสสร คำคุณ, ธันยา อุเส็น, เบญญาภา ช่วยแก้ว, นิรมล หอมหวล	
การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง	12-26
Development of shrimp paste production system of Ban Koh Lao Community, Ranong province ฤดี นิยมรัตน์, สมเกียรติ กอบัวแก้ว, เบญจลักษณ์ เมืองมีศรี	
การลดของเสียในกระบวนการปั๊มชิ้นส่วนชุดหน้าคลัทช์ โรงงานกรณีศึกษา : โรงงานผลิตคอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์	27-38
Reducing Waste in the Clutch Assembly Pumping Process Case Study: Automotive Air Compressor Factory ศุภวัจน์ ชีววรรณตรี, ปิยะ รนต์ละออง, กฤติชฤต ทองสิน, สมบัติ ทีฆทรัพย์	
การพยากรณ์การสั่งซื้อน้ำดื่มที่เหมาะสม สำหรับสินค้าคงคลัง ร้านค้ากรณีศึกษา	39-51
Predicting the Right Drinking Water Purchase for Inventory Case Study Store ณัฐพร ตั้งเจริญชัย, จิรวัดณ์ ศเวตบุญยสิทธิ์, ชมาวีร์ มุกสุวรรณ, ศศิวิมล สะทองเพชร	
การเฝ้าระวังปัจจัยด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำฝน และพฤติกรรมเก็บ น้ำฝนเพื่อการบริโภค กรณีศึกษา หมู่ที่ 1 ตำบลแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม	52-59
Monitoring on physical, chemical and microbiological factors of rainwater and collecting rainwater behavior. Case study: Moo 1 Phraek Nam Daeng sub district, Amphawa district, Samut Songkram province. สุภัสสร ฉิมเชิด, รุจิพรรณ แผงจันทา, อรรณี ขวัญปาน, ธรรมรักษ์ ศรีมารุต	

## สารบัญ (ต่อ)

<b>บทความวิจัย</b>	<b>หน้า</b>
<b>การวิเคราะห์คุณสมบัติทางไฟฟ้าของมังคุดและตรวจจับเนื้อแก้วด้วยระบบเซนเซอร์ ย่านความถี่เอ็กซ์</b>	<b>60-71</b>
Analysis of Electrical Properties of mangosteen pulp and detection of its Quality using X-frequency sensor system <i>ปรมินทร์ วงษ์เจริญ, กฤติยาภรณ์ คุณสุข, ประพันธ์ ลีกุล, พรพิมล ฉายแสง</i>	
<b>การพัฒนาเครื่องย่อยขวดพลาสติกต้นทุนต่ำเพื่อเพิ่มปริมาณการขนส่งขยะพลาสติก สำหรับผู้ประกอบการรายย่อย</b>	<b>72-80</b>
Developing a low-cost plastic bottle shredder to increase the amount of plastic waste transport for small entrepreneurs <i>วิทยา วงษ์กลาง, กริธา แก้วคงธรรม, อนุรักษ์ ตรีพีเชอร์, สมมาตพร ทองคำ, ณัฐพงษ์ สุขสบาย, ลิงหา มโนเครือ, พรหมพิทักษ์ บุญรักษา</i>	
<b>การประเมินคุณภาพแสงสว่างและวิเคราะห์ค่าปริมาณความส่องสว่างโดยใช้โปรแกรม DIALUX กรณีศึกษา: สิมญวนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</b>	<b>81-94</b>
Evaluation of Quality lighting and Illuminance Matrix Analysis using DIALUX program Case Study : Vietnamese ordination hall in Northeast Siam <i>ศุภโชค สนธิไชย, ธาวิณี รามสูต</i>	
<b>การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้าในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป กรณีศึกษา การผลิตเสื้อแจ็คเก็ต บริษัท วีที การ์เมนท์จำกัด จำกัด</b>	<b>95-108</b>
Implementing the Toyota Production System in the Manufacturing Process of Ready-Made Clothing A Case study Jacket production, VT Garment Co., Ltd. <i>กิตติ กอบัวแก้ว, ประสิทธิ์ ภูสมมา, ชานุกต์ บัญสาร</i>	



## การปรับปรุงสถานที่ส่งผลต่อการได้ยินของกลุ่มแรงงานนอกระบบ

กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนการผลิตมะพร้าวขาว จ.สมุทรสงคราม

อรัญ ขวัญปาน<sup>1</sup>, กุสุมา เสียนจ่อหอ<sup>2</sup>, ประภัสสร คำคุณ<sup>3</sup>, ธันยา อุเส็น<sup>4</sup>,

เบญญาภา ช่วยแก้ว<sup>5</sup>, นิรมล หอมหวล<sup>6</sup>

1, 2, 3, 4, 5, 6 สาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Email: Aran.kw@ssru.ac.th

Received: Mar 7, 2023

Revised: Jun 2, 2023

Accepted: Sep 5, 2023

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและปรับปรุงสถานที่ส่งผลต่อการได้ยินในการทำงานของแรงงานกลุ่มวิสาหกิจผลิตมะพร้าวขาว เลือกรูปแบบตัวอย่างด้วยการสุ่มโดยไม่คำนึงถึงความเป็นไปได้ การคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เก็บข้อมูลด้วยเครื่องมือวัดด้านสุขศาสตร์ ได้แก่ เครื่องวัดเสียง เครื่องวัดสมรรถภาพการได้ยิน และแบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ผลด้วยสถิติเชิงพรรณนา คือ ความถี่ ร้อยละ และสถิติเชิงอนุมาน คือ Pearson Correlation และ Chi-square

ผลการวิจัยอาการบาดเจ็บ พบว่า คนงานมีสมรรถภาพการได้ยินที่ระดับอาการหูตึงเล็กน้อย ส่วนใหญ่เกิดที่ความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 เฮิรตซ์ จำนวน 18 คน ส่วนอาการหูตึงปานกลางส่วนใหญ่เกิดที่ความถี่ 3,000, 4,000 และ 6,000 เฮิรตซ์ จำนวน 10 คน การตรวจประเมินค่าเสียงพบว่า งานปอกเปลือกมะพร้าวชั้นนอก งานกะเทาะเปลือกมะพร้าว และงานปลอกผิวมะพร้าวขาว เกินค่ามาตรฐาน ส่วนงานเจาะน้ำแยกเนื้อ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ( $TWA_8=85$  เดซิเบลเอ) เมื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมและสถานที่ พบว่า สามารถแก้ไขปัญหาเสียงเกินค่าได้มาตรฐานได้จำนวน 3 งาน คือ งานปอกเปลือกชั้นนอก งานปลอกผิวมะพร้าวขาว และงานเจาะน้ำแยกเนื้อ ระดับเสียง  $TWA_8 = 79.20$  เดซิเบลเอ, 75.66 เดซิเบลเอ, 73.58 เดซิเบลเอ ตามลำดับ ส่วนงานกะเทาะเปลือกมะพร้าว พบว่า ยังเกินค่ามาตรฐาน  $TWA_8 = 89.61$  เดซิเบลเอ ปัญหาอยู่ที่กระบวนการทำงานที่ไม่สามารถเปลี่ยนวิธีการทำงานได้ การแก้ไขปัญหเสียงเกินเกณฑ์มาตรฐาน ในขั้นตอนการกะเทาะกะลามะพร้าว เสียง 89.61 เดซิเบลเอ ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ลดเสียงชนิดปลั๊กอุดหู Ear plug วัสดุโฟม ค่า  $NRR=33$  ลดเสียงได้ = 9.5 เดซิเบลเอ เสียงที่ได้รับขณะใส่ที่อุดหู = 80.11 เดซิเบลเอเป็นระดับที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามกฎหมายกำหนด

**คำสำคัญ :** การปรับปรุงสถานที่, กลุ่มแรงงานนอกระบบ, สภาพแวดล้อมในการทำงาน, อาชีวอนามัยในการทำงาน

## The Improved of work station to reduce impact of hearing in the group of informal labor 's health case study white grated coconut communities enterprise in Samut Songkhram province

Aran Kwanpan<sup>1</sup>, Kusuma Sianjoho<sup>2</sup>, Prapassorn Kamkoon<sup>3</sup>, Thanya Ausen<sup>4</sup>,  
Benyapa Chuaykaew<sup>5</sup>, Niramom Homhoun<sup>6</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Department of Safety Technology and Occupational Health, Faculty of Industrial Technology,  
Suan Sunandha Rajabhat University  
Email: Aran.kw@ssru.ac.th

Received: Mar 7, 2023

Revised: Jun 2, 2023

Accepted: Sep 5, 2023

### ABSTRACT

This research the objectives of this research are to The Improved of work station to reduce impact of hearing in the group of informal labor 's health case study white grated coconut. In this research, samples are randomly chosen, regardless of probabilities. We perform a specific selection and collect data with hygienic measuring instruments, such as sound and Audiometer. Moreover, this research uses the Interview. The result is analyzed by descriptive statistics, such as frequency, and percentage, and inferential statistics, such as Independent-sample t Tests.

The result shows the study. There were 18 workers with hearing ability at the level of mild deafness at frequencies of 500, 1,000 and 2,000 Hz, and 10 persons with moderate deafness at frequencies of 3,000, 4,000 and 6,000 Hz. The sound assessment found that Outer shelling of coconut Coconut shell work and white coconut shell work exceed the standard Water drilling segment in the standard (TWA<sub>8</sub>= 85dB(A)) When improving the environment and the work station, it was found that the problem of over-sound noise could be solved in 3 tasks, namely, peeling the outer layer. White coconut peeling and water drilling for meat separation, sound levels TWA<sub>8</sub> = 79.20 dB(A), 75.66dB(A), 73.58 dB(A), respectively. For coconut shelling, it was found that it was still above the standard value TWA<sub>8</sub> = 89.61 dB(A) and could not be changed. how it works Therefore, take a personal protection approach by PPE, noise reduction ear plug type Ear plug foam material NRR= 33 noise reduction = 9.5dB(A) noise received while wearing the plug. Ear = 80.11dB(A) is the level within the benchmark.

**Keywords :** The Improved of and work station, Informal labor, Working environment.

## บทนำ

ปัจจุบันมะพร้าวเป็นพืชพันธุ์ที่มีความสำคัญและความจำเป็นต่อความเป็นอยู่และวัฒนธรรมประเพณีมาแต่ครั้งโบราณกาล สำหรับมะพร้าวนั้นเป็นพืชสารพัดประโยชน์ที่ได้ใช้กันอยู่เป็นประจำ มีกลุ่มชาวบ้านจำนวนหนึ่งในจังหวัดสมุทรสงครามที่ประกอบอาชีพทำมะพร้าวขาว เป็นกลุ่มอาชีพที่ไม่ได้รับความคุ้มครองในด้านความปลอดภัยและด้านสุขภาพ เนื่องจากอาชีพการผลิตมะพร้าวขาวจัดเป็นกลุ่มของแรงงานนอกระบบ ปัญหาสภาพแวดล้อมในการทำงานที่แรงงานนอกระบบ คือ อิริยาบถในการทำงานไม่ค่อยได้เปลี่ยนท่าทางในการทำงาน มีเสียงดัง มีฝุ่น ควัน กลิ่น และมีแสงสว่างไม่เพียงพอ รวมถึงปัญหาความปลอดภัยในการทำงาน สถานประกอบการแปรรูปมะพร้าวโดยเฉพาะล้างมะพร้าวในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงครามมีอยู่เป็นจำนวนมากหลายร้อยแห่ง อาจจะทำให้ท้องถิ่นได้กำหนดมาตรฐานสำหรับผู้ประกอบกิจการล้างมะพร้าวขาวต่อไป

ปัจจุบันสภาพแวดล้อมในการทำงาน ก่อให้เกิดอุบัติเหตุและปัญหาต่อสุขภาพ ซึ่งมีการศึกษาสถิติการเกิดอุบัติเหตุ และอาการเจ็บป่วยจากการทำงานเพิ่มสูงขึ้นในกลุ่มของแรงงานนอกระบบ การได้รับบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุจากการ ทำงานของแรงงานนอกระบบในปี 2563 จำนวน 3.8 ล้านคน โดยลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุหรือบาดเจ็บเกิดจากการถูกของมีคมบาดมากที่สุดร้อยละ 57.8 รองลงมาเป็นการพลัดตกหกล้มร้อยละ 18.6 การชนและกระแทกร้อยละ 5.9 ไฟไหม้หรือน้ำร้อนลวกร้อยละ 5.5 อุบัติเหตุจาก ยานพาหนะร้อยละ 2.8 ได้รับสารเคมีเป็นพิษร้อยละ 2.5 และไฟฟ้าช็อตร้อยละ 0.5 ที่เหลือเป็นอื่น ๆ และไม่ทราบ [1] การศึกษาความปลอดภัยของล้างมะพร้าว ส่วนใหญ่มีอาการบาดเจ็บจากการปวดหลัง และปวดเข่า มีอาการบาดเจ็บของมีคมและถูกสิ่งของหล่นทับ อาการหูตึง [2] การได้รับหรือสัมผัสเสียงดังในระยะเวลานานก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน หรือความสามารถในการได้ยินเสียงลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับคนที่มีการได้ยินปกติ

เสียงที่ดังตลอดเวลาการทำงาน อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงานได้ทั้งนี้เพราะเสียงดังทำให้พฤติกรรมส่วนบุคคลเปลี่ยนแปลง อาจทำให้มีโอกาสเกิดการเสื่อมสมรรถภาพการได้ยินทั้งแบบชั่วคราวและถาวรได้ [3] พนักงานจะมีสมรรถภาพการได้ยินที่ผิดปกติในช่วงความถี่ 500 - 2,000 Hz ระดับการได้ยินที่เป็นเวลานาน ทั้งนี้เครื่องจักรที่ทำงานแต่ละชนิด มีการทำงานที่ใกล้เคียงกัน ทำให้พนักงานมีการสัมผัสเสียงตลอด นอกจากนี้ไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงหรือใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่ไม่เหมาะสมทั้งนี้อาจเกิดจากพฤติกรรมการดำเนินชีวิตประจำวัน ส่งผลให้พนักงานไม่ได้ยินเสียงพูดที่เบาได้ [4]

จากการทบทวนปัญหาเห็นได้ว่าการทำงานในสภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่เหมาะสมก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพการได้ยินของกลุ่มแรงงานนอกระบบ ดังนั้นผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมะพร้าวขาว โดยมีแนวคิดที่จะศึกษาสภาพแวดล้อมในการทำงานและสถานงานที่อาจจะเป็นปัญหาต่อสุขภาพการได้ยินกลุ่มแรงงานนอกระบบและกลุ่มของแรงงานล้างมะพร้าวขาวในจังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อปรับปรุงให้เหมาะสมต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินความดังเสียงในการทำงานของแรงงานกลุ่มอาชีพผลิตมะพร้าวขาว
2. เพื่อศึกษาปัญหาสุขภาพและประเมินสมรรถภาพการได้ยินของแรงงานกลุ่มอาชีพผลิตมะพร้าวขาว
3. เพื่อปรับปรุงสถานงานและลดผลกระทบจากเสียงที่เป็นปัญหาต่อสุขภาพการได้ยินของกลุ่มอาชีพผลิตมะพร้าวขาว

## ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยออกแบบการวิจัยศึกษาวัตถุประสงค์ขอบเขต สมมติฐาน และกรอบแนวคิดการวิจัย โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

### 1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง กำหนดด้วยทฤษฎีการสุ่มโดยไม่คำนึงถึงความน่าจะเป็น (Non-Probability Sampling) ใช้การคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากกลุ่มประชากร 45 คน ดังนี้

#### 1.1 เกณฑ์การคัดเลือกเข้า (Inclusion criteria)

- 1.1.1 กลุ่มที่ทำอาชีพผลิตมะพร้าวชาวในจังหวัดสมุทรสงคราม
- 1.1.2 กลุ่มที่มีอาชีพผลิตมะพร้าวมาแล้วไม่น้อยกว่า 2 ปี
- 1.1.3 กลุ่มที่มีจำนวนประชากรตั้งแต่ 20 คนขึ้นไป
- 1.1.4 กลุ่มที่ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

#### 1.2 เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria)

- 1.2.1 เลิกประกอบอาชีพผลิตมะพร้าวขณะทำการวิจัย
  - 1.2.2 มีการเกิดอุบัติเหตุขณะทำการวิจัยและไม่สามารถกลับมาทำงานได้
  - 1.2.3 เกิดการเจ็บป่วยขณะทำการวิจัยและไม่สามารถกลับมาทำงานได้
  - 1.2.4 กลุ่มที่ไม่ยินยอมเข้าร่วมการทำการวิจัย
- กลุ่มประชากรที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกเข้า (Inclusion criteria) จนสำเร็จโครงการรวมทั้งสิ้น 30 คน

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยประกอบด้วย เครื่องมือวัดด้านสุขศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ ดังนี้

#### 2.1 แบบสัมภาษณ์

4.2.1 อ่านค่าระดับความดังเสียง ณ ระดับเสียงต่าง ๆ และระยะเวลาทำงานที่สัมผัสกับเสียงที่ระดับความดังต่าง ๆ แล้วนำมาคำนวณเพื่อหาระดับความดังเสียงเฉลี่ยที่ลูกจ้างได้รับตลอดเวลาการทำงานจากสมการ (1)

$$Leq = 10 \log \left[ \frac{T_1 \times 10^{L_1/10} + \dots + T_n \times 10^{L_n/10}}{T_1 + \dots + T_n} \right] \dots \dots \dots (1) [5]$$

#### 2.2 เครื่องตรวจวัดสมรรถภาพการได้ยิน

ยี่ห้อ Entomed รุ่น SA201

#### 2.3 เครื่องมือการตรวจวัดเสียงในที่ทำงาน

โดยเครื่องมือวัดเสียง ยี่ห้อ RION รุ่น NL -42 Class2

### 3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถาม

3.1 ศึกษาเอกสาร บทความและรายงานการวิจัยเป็นการค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎี แนวคิด หลักการที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของบุคคล

3.2 กำหนดกรอบแนวคิดและขอบเขตในการสร้างเครื่องมือให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์

3.3 นำแบบสัมภาษณ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจสอบ แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความตรง (Validity) โดยคำนวณค่า IOC (Index of Objective Congruence) ได้ที่ 0.50 ขึ้นไป

3.4 จัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์ฉบับสมบูรณ์แล้วนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด

### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 เก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์ ส่วนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ประวัติการทำงานที่สัมผัสเสียงดัง ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลด้านสุขภาพ การปฏิบัติงาน และสภาพแวดล้อม ได้แก่ โรคประจำตัว ปัญหาสุขภาพ ระยะเวลาการทำงาน

4.2 การประเมินความดังของเสียงในพื้นที่ปฏิบัติงาน เปรียบเทียบการอ่านค่าระดับเสียงของเครื่องวัดระดับเสียงตามวิธีที่กำหนดในคู่มือการใช้งานของเครื่องวัดระดับเสียงนั้น ๆ โดยใช้ อคูสติคคาลิเบรเตอร์ หรือ External Calibration

4.2.2 หาระยะเวลาที่สามารถทำงานอย่างปลอดภัยเมื่อเปรียบเทียบกับระดับเสียงที่ตรวจวัดใช้สมการเดียวกันกับการตรวจวัดในข้อที่ 3 หรือสมการ (3.2)

$$T = \frac{8}{2(L-85)/3} \dots\dots\dots (2) [5]$$

4.2.3 ประเมินปริมาณเสียงสะสมที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ (% Dose) ในช่วงเวลาต่าง ๆ

$$D = \left( \frac{C1}{T1} + \frac{C2}{T2} + \dots + \frac{C2}{T2} \right) \dots\dots\dots (3) [5]$$

4.2.4 คำนวณหาระดับเสียงดังเฉลี่ย (TWA<sub>8h</sub>) ที่คนงานสัมผัสตลอดระยะเวลาทำงานในแต่ละวัน โดยนำค่า D จากสมการ (3) แทนในสมการ (4)

$$TWA_{8hr} = 85 + 16.61 \log \left( \frac{D}{100} \right) \dots\dots\dots (4) [5]$$

#### 4.3 การประเมินสมรรถภาพการได้ยิน

4.3.1 การเตรียมผู้รับการตรวจ มีการแนะนำวิธีการปฏิบัติตัวก่อนมาทำการตรวจ คือ 1) งดสัมผัสเสียงดังก่อนการตรวจอย่างน้อย 12 ชั่วโมง 2) งดดื่มสุราและของมีเมาทุกชนิดก่อนตรวจ 3) ทำความสะอาดช่องหูและใบหูก่อนนรับการตรวจ 4) ในวันที่ทำการตรวจต้องไม่มีการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจหรือโรคเกี่ยวกับหู

4.3.2 การตรวจสมรรถภาพการได้ยิน ใช้เครื่องตรวจการได้ยิน (Audiometer) ปลอ่ยเสียงบริสุทธิ์ (Pure tone) ที่มีความถี่ต่าง ๆ กัน ผ่านออกทางหูฟัง (Earphone) มาเข้าสู่หูผู้เข้ารับการตรวจด้วยการนำเสียงผ่านทางอากาศ (Air conduction) และการสั่นสะเทือนผ่านทางออกแป้นสั่น (Bone vibrator) มาเข้าสู่หูผู้เข้ารับการตรวจด้วยการนำเสียงผ่านทางกระดูก (Bone conduction) เมื่อผู้เข้ารับการตรวจได้ยินสัญญาณเสียงที่ปลอ่ยออกมาแล้วก็จะทำการกดปุ่มสัญญาณเพื่อให้ผู้ทำการตรวจทราบว่าผู้เข้ารับการตรวจได้ยิน การตรวจนี้จะทำการทดสอบกับหูของผู้เข้ารับการตรวจทั้ง 2 ข้าง โดยทำการทดสอบทีละข้าง ในความถี่เสียงทีละความถี่เสียง เริ่มตรวจทีความถี่ 1000 Hz ทีความดัง 5 dB

#### 5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยส่วนบุคคล และผลการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือด้านสุขศาสตร์ โดยใช้ความถี่ ร้อยละ

5.2 สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) ทาคความสัมพันธ์ระหว่างความดังเสียงกับสมรรถภาพทางการได้ยินด้วยสถิติ Pearson Correlation และความสัมพันธ์ของปัจจัยส่วนบุคคลและระดับความดังของเสียงต่อสมรรถภาพทางการได้ยินด้วยสถิติ Chi-square

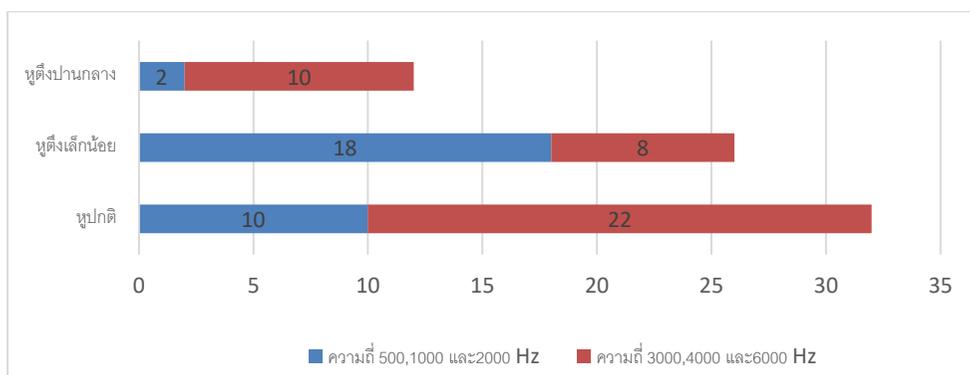
#### ผลการวิจัย

1. ปัญหาสุขภาพของคนงานผลิตมะพร้าวขาว กระบวนการผลิตมะพร้าวขาว มีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การปอกเปลือกมะพร้าว ชั้นนอก ขั้นตอนที่ 2 การกะเทาะกะลามะพร้าวและการกรองบรรจุน้ำมะพร้าว ขั้นตอนที่ 3 การปอกผิวมะพร้าว จากนั้นนำมีดมาหันเนื้อมะพร้าวออกแยกใส่ตะกร้า รอส่งให้โรงงานผลิตกะทิกล่อง ผลการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพของคนงานผลิตมะพร้าวขาว แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพของคนงานผลิตมะพร้าวขาว

ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ	ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	3	10.00
	หญิง	27	90.00
อายุ	อายุต่ำกว่า 20 ปี	3	10.00
	อายุ 20 -25 ปี	8	26.67
	อายุ 26 ปีขึ้นไป	19	63.33
ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงดังขณะปฏิบัติงาน	น้อยกว่า 1 เมตร	14	46.67
	1 เมตร ถึง 2 เมตร	10	33.33
	มากกว่า 2 เมตร	6	20.00
การได้รับสัมผัสเสียงในการทำงานต่อวัน	น้อยกว่า 5 ชั่วโมงต่อวัน	2	6.67
	5 - 10 ชั่วโมงต่อวัน	24	80.00
	มากกว่า 11 ชั่วโมงต่อวัน	4	13.33
ประวัติการเคยเป็นโรคหรือมีอาการทางหู	เคยเป็น	4	13.33
	ไม่เคยเป็น	26	86.67
โรคประจำตัว	ไม่มีโรคประจำตัว	29	96.67
	มีโรคประจำตัว	1	3.33
มีการตรวจสมรรถภาพการได้ยินประจำปีอย่างสม่ำเสมอ	ไม่เคย	30	100.00
	เคย	0	0.00
ตั้งแต่ทำงานที่นี่เคยมีอาการเสียงดังหรือเสียงรบกวนในหูหรือไม่	ไม่เคย	26	86.67
	เคยได้ยินเสียงสูง ๆ เหมือนเสียงจิ้งหรีด	4	13.33
	เคยได้ยินเสียงต่ำเหมือนลมพัดซ่า	0	0.00
พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง	สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง	0	0.00
	ไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันเสียงดัง	30	100.00

**2. ผลการประเมินสมรรถภาพการได้ยิน** การตรวจสมรรถภาพการได้ยินของคนงาน จำนวน 30 คน ที่ในห้องเก็บเสียงตามมาตรฐาน American National Standards Institute (ANSI) แล้วนำค่าที่ได้ไปเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานการได้ยิน แสดงดังรูปที่ 1



**รูปที่ 1** แสดงแผนภูมิผลการตรวจวัดสมรรถภาพการได้ยิน

รูปที่ 1 จะพบว่า อาการหูตึงเล็กน้อยส่วนใหญ่เกิดที่ความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 Hz จำนวน 18 คน ส่วนอาการหูตึงปานกลางส่วนใหญ่เกิดที่ความถี่ 3,000, 4,000 และ 6,000 Hz จำนวน 10 คน

**3. ความสัมพันธ์เสียงกับสมรรถภาพทางการได้ยิน** ผลการศึกษาความสัมพันธ์เสียงกับสมรรถภาพการได้ยินที่ระดับความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 Hz และ สมรรถภาพการได้ยินที่ระดับความถี่ 3000, 4000 และ 6000 Hz แสดงดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** แสดงความสัมพันธ์ของความถี่เสียงกับสมรรถภาพทางการได้ยิน

ตัวแปร	เสียง	ความถี่ 500, 1000 และ 2000 Hz	ความถี่ 3000, 4000 และ 6000 Hz
เสียง	1	.519**	.606**
ความถี่ 500,1000 และ 2000 Hz	.519**	1	.280
ความถี่ 3000, 4000 และ 6000 Hz	.606**	.280	1

\*\* significant at the 0.01

จากตารางที่ 2 พบว่า เสียงมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการได้ยินที่ระดับความถี่ 500, 1000 และ 2000 Hz มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง เชิงบวก ( $r=.519$ ) เสียงมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการได้ยินที่ระดับความถี่ 3000, 4000 และ 6000 Hz มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง เชิงบวก ( $r=.606$ )

**4. ความสัมพันธ์ของตัวแปร** ปัจจัยส่วนบุคคลและระดับความถี่ของเสียงต่อสมรรถภาพการได้ยินที่ระดับความถี่ 500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 และ 6,000Hz แสดงดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยส่วนบุคคล และระดับความถี่ของเสียงต่อสมรรถภาพทางการได้ยินที่ระดับความถี่ 500, 1,000, 2,000, 3,000, 4,000 และ 6,000Hz

สมรรถภาพทางการได้ยินของพนักงาน	500, 1,000, 2,000Hz			3,000, 4,000, 6,000Hz		
	$\chi^2$	df	P - value	$\chi^2$	df	P - value
เพศ	5.143	1	.023	5.143	1	.023
อายุ	14.757	3	.002**	14.757	3	.002**
ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน	12.814	3	.008	11.614	3	.008
ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงขณะปฏิบัติงาน	13.785	4	.008	13.786	4	.008
การได้รับสัมผัสเสียงในการทำงานต่อวัน	2.653	2	.267	2.543	2	.267
ประวัติการเคยเป็นโรคหรือมีอาการทางหู	54.061	4	.000**	53.061	4	.000**
ประวัติการเคยได้ยินเสียงรบกวนในหู	.572	1	.450	.571	1	.450
การตรวจสมรรถภาพหูประจำปีอย่างสม่ำเสมอ	23.153	1	.000**	24.153	1	.000**
ระดับความถี่ของเสียง	24.357	2	.000**	6.600	2	.131

\*\* significant at the 0.01

จากตารางที่ 3 ที่ความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 พบว่า เพศ ประวัติการเคยเป็นโรคหรือมีอาการทางหู การตรวจสมรรถภาพหูประจำปีอย่างสม่ำเสมอ และ ระดับความถี่ของเสียง มี

ความสัมพันธ์ทางสถิติกับสมรรถภาพทางการได้ยินของพนักงาน มีค่าสถิติทดสอบ  $\chi^2(3)=14.757, p<.001, \chi^2(4)=54.061, p<.001, \chi^2(1)=23.153, p<.001, \chi^2(2)=24.357, p<.001$  ตามลำดับ ส่วนที่

ความถี่ 3,000, 4,000 และ 6,000Hz พบว่า เพศ ประวัติการเคยเป็นโรคหรือมีอาการทางหู และการตรวจสมรรถภาพหูประจำปียังสม่ำเสมอ มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับสมรรถภาพทางการได้ยิน ของคนงาน มีค่าสถิติทดสอบ  $\chi^2(3)=14.757, p<.001, \chi^2(4)=53.061, p<.001, \chi^2(1)=24.153, p<.001$  ตามลำดับ

**5. สภาพแวดล้อมการทำงาน** การประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงาน ตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับเสียง พ.ศ. 2559 เสียงที่ยอมให้ลูกจ้างได้รับตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ( $TWA_8$  ไม่เกิน 85 dB(A)) พบว่า งานกะเทาะเปลือกมะพร้าว งานปอกเปลือกชั้นนอก

และสำหรับงานปลอกผิวมะพร้าวขาว ระดับเสียงเกินค่ามาตรฐาน  $TWA_8 = 90.84$  dB(A), 85.35 dB(A), 85.67 dB(A) ตามลำดับ ส่วนงานเจาะน้ำแยกเนื้อ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน  $TWA_8 = 83.77$  dB(A) พบว่า ปัญหาเสียงดังเกินมาตรฐาน มีสาเหตุมาจากกระบวนการทำงาน แต่ด้วยไม่สามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการหรือวิธีการทำงานได้ เนื่องจากความไม่ถนัดซึ่งอาจจะกระทบต่อจำนวนผลผลิต และรายได้ของคนงาน จึงเลือกใช้วิธีการวางผังกระบวนการใหม่ (Plant Layout) กำหนดตำแหน่งของคนงาน เครื่องจักร วัสดุ และสิ่งสนับสนุนการผลิตให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ก่อให้เกิดกระบวนการผลิตที่เหมาะสม การไหลของงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง มีความยืดหยุ่นสูง และเสียค่าใช้จ่ายน้อยและปลอดภัย แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน ( $TWA_8$ )

n=30)

บริเวณที่ตรวจวัด	จำนวน (คน)	แบบรายงานข้อมูลการสำรวจและตรวจวัดระดับเสียง				มาตรฐาน (85 dB(A))
		ระดับเสียง (dBA)				
		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	เฉลี่ย	
งานปอกเปลือกชั้นนอก	4	86.05	82.1	87.9	85.35	เกิน
งานกะเทาะเปลือกมะพร้าว	10	91.01	90.6	90.9	90.84	เกิน
งานปอกผิวมะพร้าวขาว	8	85.7	86.4	84.9	85.67	เกิน
เจาะน้ำแยกเนื้อ	8	82.20	80	89.1	83.77	ไม่เกิน

**6. การปรับปรุงสถานีงาน**

หลังการปรับปรุงสภาพแวดล้อมและสถานีงานพบว่า สามารถแก้ไขปัญหาเสียงเกินค่าได้มาตรฐาน ได้จำนวน 3 งาน คือ งานปอกเปลือกชั้นนอก งานปลอกผิวมะพร้าวขาว และงานเจาะน้ำแยกเนื้อ ระดับเสียง  $TWA_8 = 79.20$ dB(A), 75.66dB(A), 73.58dB(A) ตามลำดับ ส่วนงานกะเทาะเปลือกมะพร้าว พบว่า ยังเกินค่ามาตรฐาน  $TWA_8 = 89.61$ dB(A) ปัญหาอยู่ที่กระบวนการทำงานที่ไม่สามารถเปลี่ยนวิธีการทำงานได้ (แสดงดังตารางที่ 5) การแก้ไข ปัญหาเสียงเกินเกณฑ์มาตรฐาน ในขั้นตอนการ

กะเทาะกะลามะพร้าว เสียง 89.61dB(A) ใช้อุปกรณ์ PPE ลดเสียงชนิดปลั๊กอุดหู Ear plug วัสดุโฟม ค่า  $NRR = 33$  ลดเสียงได้  $= 9.5$ dB(A) เสียงที่ได้รับ ขณะใส่ที่อุดหู  $= 80.11$ dB(A) เป็นระดับที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามกฎหมายกำหนด

ผลการปรับปรุงสภาพแวดล้อมและสถานีงาน ก่อน-หลัง โดยกำหนดสัญลักษณ์ในภาพดังนี้ A คือ งานปอกเปลือกชั้นนอก B คือ จุดรวมวัตถุดิบ สำหรับขั้นตอนต่อไป C คือ งานกะเทาะกะลามะพร้าว D คือ จุดรวมวัตถุดิบสำหรับขั้นตอนต่อไป E คือ งานปลอกผิวมะพร้าวขาว F คือ จุดรวม

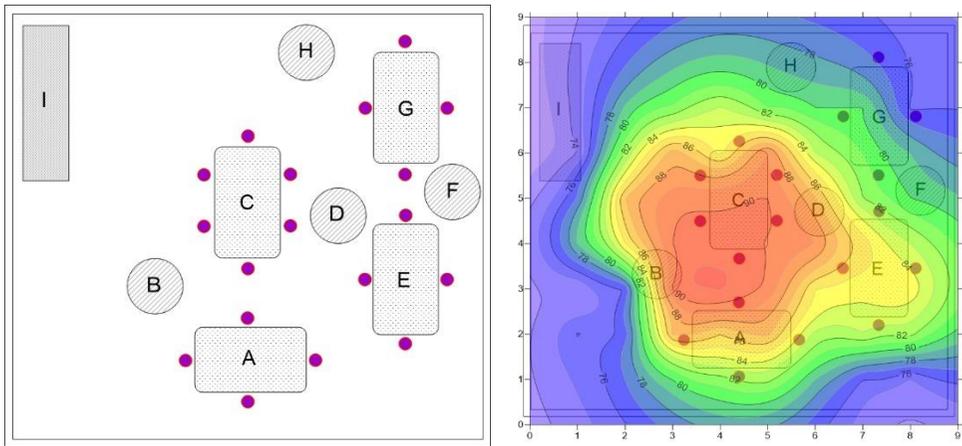
วัตถุประสงค์สำหรับขั้นตอนต่อไป G คือ งานเจาะน้ำ  
แยกเนื้อ H คือ จุดรวมวัตถุประสงค์สำหรับขั้นตอนต่อไป

และ I คือ จุดรวมผลผลิตขั้นสุดท้ายรอการจำหน่าย  
แสดงดังรูปที่ 2-3

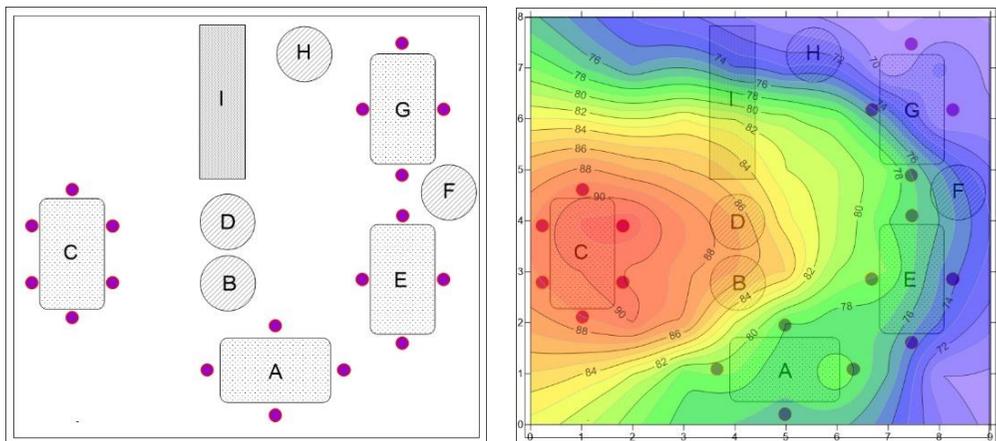
ตารางที่ 5 ระดับเสียงเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน (TWA<sub>8</sub>) (หลังปรับปรุง)

(n=30)

บริเวณที่ตรวจวัด	จำนวน (คน)	ระดับเสียง (dBA)				มาตรฐาน (85 dB(A))
		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	เฉลี่ย	
งานปอกเปลือกชั้นนอก	4	78.35	80.09	79.16	79.20	ไม่เกิน
งานกะเทาะเปลือกมะพร้าว	10	90.14	89.63	89.07	89.61	เกิน
งานปอกผิวมะพร้าวขาว	8	76.57	74.33	76.10	75.66	ไม่เกิน
เจาะน้ำแยกเนื้อ	8	70.17	76.38	74.21	73.58	ไม่เกิน



รูปที่ 2 แสดงแผนผังการผลิตและแผนที่แสดงระดับเส้นทางเสียง Noise contour (ก่อนการปรับปรุง)



รูปที่ 3 แสดงแผนผังการผลิตและแผนที่แสดงระดับเส้นทางเสียง Noise contour (หลังการปรับปรุง)

### สรุปและอภิปรายผล

กระบวนการผลิตมะพร้าวขาวคนงานร้อยละ 100 ไม่สวมใส่อุปกรณ์ PPE สอดคล้องกับการศึกษาของ [6] กลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 81.2 มี พฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากเสียงโดยรวมอยู่ในระดับพอใช้ โดยพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากเสียงรายด้าน คือ การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงและการดูแลรักษาอุปกรณ์ป้องกันเสียง อยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 53.3 และ 66.7 ตามลำดับแสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากเสียงยังไม่มีดีพอ

การศึกษาสภาพแวดล้อมการทำงาน 1) ระดับเสียงที่ลูกจ้างยอมรับได้ตลอดเวลาการทำงานใน 8 ชั่วโมง/วัน ( $TWA_8$ ) พบว่า งานกะเทาะเปลือกมะพร้าว งานปอกเปลือกชั้นนอก และสำหรับงานปลอกผิวมะพร้าวขาว ระดับเสียงเกินค่ามาตรฐาน  $TWA_8 = 90.84$  dB(A), 85.35 dB(A), 85.67 dB(A) ตามลำดับ ส่วนงานเจาะน้ำแยกเนื้อ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน  $TWA_8 = 83.77$  dB(A) 2) การปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงาน จากการศึกษาพบว่าเสียงที่เกินค่ามาตรฐาน เกิดจากกระบวนการกะเทาะมะพร้าวเพียงกระบวนการเดียว แต่ด้วยสถานงานในกระบวนการปอกเปลือกชั้นนอก และงานปลอกผิวมะพร้าวขาว อยู่ใกล้ ๆ กันกับกระบวนการกะเทาะมะพร้าว จึงได้รับผลกระทบเรื่องเสียงเกินค่ามาตรฐาน ผู้วิจัยได้ปรับปรุงสภาพแวดล้อมและปรับปรุงสถานงาน โดยอาศัยหลักการแยกกระบวนการกะเทาะมะพร้าวออกจากกระบวนการอื่น ๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ [7] พบว่า ปัญหาความไม่ปลอดภัยในการทำงานส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจาก สภาพแวดล้อมในการทำงาน การวางผังโรงงานที่ไม่เหมาะสม และสถานงานไม่เหมาะสม และสอดคล้องกับ [8] พบว่าปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมการทำงานมีความสัมพันธ์กับปัญหาสุขภาพอนามัยของคนงาน หลังการปรับปรุงสภาพแวดล้อมและสถานงาน พบว่า สามารถแก้ไข ปัญหาเสียงเกินค่าได้มาตรฐานได้จำนวน 3 งาน คือ

งานปอกเปลือกชั้นนอก งานปลอกผิวมะพร้าวขาว และงานเจาะน้ำแยกเนื้อ ระดับเสียง  $TWA_8 = 78.45$  dB(A), 77.06 dB(A), 70.37 dB(A) ตามลำดับ ส่วนงานกะเทาะเปลือกมะพร้าว พบว่า ยังเกินค่ามาตรฐาน  $TWA_8 = 90.70$  dB(A) ด้วยเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง มีสภาพดี พร้อมใช้ ปัญหาอยู่ที่กระบวนการทำงาน ที่ไม่สามารถเปลี่ยนวิธีการทำงานได้ เนื่องจากต้องนำขวานมาจามบนกะลามะพร้าวด้วยน้ำหนักที่แรงพอที่จะให้กะลาแตกออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ หากจามเบา ๆ ก็ไม่สามารถทำให้กะลามะพร้าวแตกได้ และจะใช้เวลามากทำให้ผลิตไม่ทันต่อความต้องการ คนงานต้องอยู่ติดกับแหล่งกำเนิดเสียงจึงไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยสภาพการทำงานที่เป็นปัญหาไม่สามารถปรับปรุงที่เครื่องมือ อุปกรณ์ และทางผ่านได้ เพื่อป้องกันอันตรายของอวัยวะของคนงาน ผู้วิจัยจึงใช้แนวทางการป้องกันที่ตัวบุคคลโดยการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) ลดเสียงชนิดปลั๊กอุดหู Ear plug วัสดุโฟม ค่า NRR = 33 ลดเสียงได้ = 9.5 dB(A) เสียงที่ได้รับขณะใส่ที่อุดหู = 81.20 dB(A) เป็นระดับที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของคนงาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ [9] พบว่า คนงานโรงงานผลิตเหล็กกล้าในประเทศบราซิลที่ใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียงมีอัตราการสูญเสียการได้ยินจากการสัมผัสเสียงตั้งร้อยละ 11.9 ซึ่งต่ำกว่าคนงานที่ไม่ใช้ อุปกรณ์ป้องกันเสียงที่มีอัตราการสูญเสียการได้ยินจากการสัมผัสเสียงตั้งร้อยละ 21.3 ใช้การป้องกันลักษณะเดียวกันและมีประสิทธิภาพในการป้องกัน

### ข้อเสนอแนะ

1. ควรกระตุ้นให้พนักงานเกิดความตระหนักในเรื่องการสูญเสียการได้ยิน ผลกระทบของการสูญเสียการได้ยิน และประโยชน์การป้องกันอันตรายจากเสียง เพื่อเห็นความสำคัญของการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากเสียง
2. ควรมีการตรวจวัดสมรรถภาพการได้ยินของคนงาน และติดตามพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกัน

อันตรายส่วนบุคคลในระยะยาว หากพบความไม่เหมาะสมในการใช้ควรหามาตรการแก้ไขให้เป็นที่ตามความเหมาะสม

3. อาจจะมีการสับเปลี่ยนหมุนเวียนตำแหน่ง ซึ่งจะช่วยในการทำงานท่าเดิม ๆ และเกิดการเฉื่อยของเสียงที่ได้ยินซึ่งมีทั้งที่ดังเกินและไม่เกิน

### References

- [1] National Statistical Office. “Summary of important results of the survey of informal workers 2020,” Ministry of Digital for the economy and Society, 2020.
- [2] K. Suwan, C. Thongsri, “Risk assessment and analyze the work for the safety of the work Informal workers in the white coconut industry Samut Songkhram Province,” Suan Sunandha RajaBhat University. 2019.
- [3] P. Boonprom, “The Measurement of Sound Levels in the Washing Department at Jean Dyeing Factory in Samut Sahkon Province,” Journal of Kanchanaburi Rajabhat University, Vol. 9 No.2, July-December, pp.316-327, 2020.
- [4] K. Mahawan, W. Chanthorn, P. Sivieng, “Evaluation of Noise Levels and Noise-induced Hearing Loss among Lumber Mill Workers: A Case Study at Nakrua Sub-district, Maetha distict, Lampang province,” Thammasat Medical Journal: Vol. 19 Supplement August 20, pp. 64-76, 2019.
- [5] A. Kwanpan, “Sampling and Analysis of Occupation Health,” in sound, Bangkok, 2017, pp.135-138
- [6] J. LaDou , R. Harrison, “Current Occupational & Environmental Medicine,” fifth edition. McGraw-Hill Medical, New York, NY, United States, 2014.
- [7] [ 7] S. Kruengkham, “Management to prevent accidents from operating in garment factories : a case study of Thai Product International Co., Ltd,” Chiang Mai University, 2003.
- [8] S. Tiamkao. (January, 2, 2022). “Repetitive strain injury,” [ Online] . Available: <https://haamor.com/>.
- [9] M. Guerra, P. Lourenço, M. Bustamante-Teixeira and M. Alves “Prevalence of noise induced hearing loss in metallurgical company,” Rev Saude Publica, 39(2), pp.238-244, 2005.

## การพัฒนาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง ฤดี นิยมรัตน์<sup>1</sup>, สมเกียรติ กอบัวแก้ว<sup>2</sup>, เบญจลักษณ์ เมืองมีศรี<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Email : reudee.ni@ssru.ac.th

Received: May 29, 2023

Revised: Aug 23, 2023

Accepted: Sep 5, 2023

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิ และเสนอแนวทางการพัฒนาระบบการผลิตและผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง โดยใช้กระบวนการวิจัยแบบมีส่วนร่วมจากผู้ผลิตและชุมชนมอแกน ผลการวิจัยพบว่า การผลิตกะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง มีประสิทธิภาพด้านต้นทุนร้อยละ 118.64 ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพด้านต้นทุนได้โดยการลดต้นทุนของวัตถุดิบด้วยการจับตัวกุ้งเคียวด้วยตนเอง การเพิ่มประสิทธิภาพด้านกระบวนการผลิตได้โดยการลดข้อจำกัดของการผลิตได้แก่ (1) เพิ่มกำลังการผลิตเพื่อเพิ่มสัดส่วนของรายได้ต่อต้นทุนต่อการผลิตแต่ละครั้ง (2) สร้างตราสินค้า (3) มุ่งการผลิตตามมาตรฐานคุณภาพ และ (4) สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับผู้ผลิตอื่นเพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตตอบสนองผู้บริโภคกลุ่มใหญ่ ผลการทดสอบและประเมินการผลิตและผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.61/2561) พบปัญหาด้านสุขลักษณะในการควบคุมกระบวนการผลิต การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา รวมทั้งสุขลักษณะของผู้ผลิต ไม่มีเครื่องหมายและฉลาก สำหรับด้านคุณลักษณะที่ต้องการ และด้านวัตถุเจือปนอาหาร จุลินทรีย์ และสารปนเปื้อน ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกรายการ การพัฒนากระบวนการผลิตทำได้โดยการปรับปรุงโรงเรือนผลิตควบคุมกระบวนการผลิต รวมทั้งการพัฒนาเครื่องหมายและฉลากผลิตภัณฑ์

**คำสำคัญ :** การพัฒนาระบบการผลิต, ผลิตภัณฑ์กะปิ, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, ชุมชนบ้านเกาะเหลา, จังหวัดระนอง

## **Development of shrimp paste production system of Ban Koh Lao Community, Ranong province**

**Ruedee Niyomrath<sup>1</sup>, Somkiat Korbuakaew<sup>2</sup>, Benchalak Muangmeesri<sup>3</sup>**

Department of Engineering Management, Faculty of Industrial Technology, Suansunandha Rajabhat University

Email : reudee.ni@ssru.ac.th

Received: May 29, 2023

Revised: Aug 23, 2023

Accepted: Sep 5, 2023

### **Abstract**

The objectives of this research were to study the production system of shrimp paste products, and proposed a guideline for the development of production system and shrimp paste products of Ban Koh Lao community, Ranong province by using participatory research processes from producers and the Moken community. The results showed that: The shrimp paste production of Ban Koh Lao community, Ranong province had a cost efficiency of 118.64%. Cost optimization can be achieved by reducing the cost of raw material by catching the shrimp itself. Optimizing the production process efficiency by reducing production constraints, including (1) Increase production capacity to increase the proportion of revenue to cost per time, (2) Brand development, (3) Focus on production according to quality standards, and (4) Expand cooperation network of with other manufacturers to increase production volumes to meet large groups of consumers. The results of testing and evaluation of the production and shrimp paste products of Ban Koh Lao community, Ranong province according to community product standards ( 61/ 2561) encountered hygienic problems in the control of production processes, sanitation, maintenance, including the sanitation of the manufacturer, and products without brands and labels. For the required features and food additives, microorganisms and contaminants passed all standard criteria. Development of shrimp paste production process by improving the production site, production process control, including the development of product logos and labels.

**Keywords :** Development of production system, Shrimp paste products, Community product standards, Ban Koh Lao community, Ranong province

## บทนำ

“กะปิ” เป็นวัฒนธรรมทางอาหารของคนไทยที่อาศัยบริเวณแหล่งน้ำ ทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม เพราะกะปิเกิดจากกระบวนการแปรรูปกุ้งตัวเล็ก ๆ หากแหล่งน้ำจืดคือ “กุ้งฝอย” และแหล่งน้ำเค็มหรือน้ำทะเลคือ “กุ้งเคย” เป็นการถนอมอาหารของชาวประมงหรือชาวบ้านที่มีบ้านเรือนอยู่ริมแม่น้ำและริมทะเล เพื่อทำให้กุ้งตัวเล็ก ๆ นี้สามารถเก็บไว้ได้นาน กะปิเป็นเครื่องปรุงรสที่มีกลิ่นเป็นเอกลักษณ์ไม่สามารถใช้วัตถุดิบอื่นทดแทนได้ และนิยมใช้ชื่อ “กะปิ” ในชื่ออาหารชนิดที่นำกะปิไปปรุงรส เช่น น้ำพริกกะปิ ข้าวคลุกกะปิ กะปิหวาน เป็นต้น

กระบวนการผลิตกะปิทั้งจากกุ้งน้ำจืดและกุ้งน้ำเค็มมีขั้นตอนเหมือนกันคือ นำกุ้งมาหมักกับเกลือแล้วผึ่งแดดให้หมาด ต้มให้ละเอียด บั่นกะปิที่ได้เป็นก้อนเพื่อจำหน่ายหรือเก็บไว้ปรุงอาหาร ความแตกต่างจากอดีตที่พบในปัจจุบันคือ การผสมแป้งผสมมัน หรือผสมสี เพื่อเพิ่มปริมาณและสีสันของกะปิให้สวยงาม กะปิแท้ที่ได้จากกุ้งหรือกุ้งเคยล้วนจึงหาซื้อได้เพียงในชุมชนชาวประมงซึ่งเป็นผู้ผลิตในแหล่งผลิตเท่านั้น ดังเช่นกะปิของบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง

“เกาะเหลา” เป็นเกาะขนาดเล็ก อยู่ใกล้ฝั่งในเขตอำเภอเมืองฯ จังหวัดระนอง มีบ้านเรือนประมาณ 80 ครัวเรือน ชาวบ้านส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธและศาสนาอิสลาม บนเกาะมี 2 หมู่บ้านคือ บ้านเกาะเหลาใน เป็นชุมชนคนไทย เป็นที่ตั้งของโรงเรียนบ้านเกาะเหลาซึ่งเป็นโรงเรียนประจำเกาะ อีกหมู่บ้านหนึ่งคือบ้านเกาะเหลานอก เป็นชุมชนชาวมอแกน มีจำนวนครัวเรือนของทั้งสองหมู่บ้านใกล้เคียงกันคือราว 40-50 หลังคาเรือนอาชีพของชาวเกาะเหลาทั้งชุมชนชาวไทยและชาวมอแกนได้แก่ การเลี้ยงปลาในกระชัง (ชุมชนคนไทย) รับจ้างทั้งในบริเวณเกาะเหลา ในจังหวัดระนอง และจังหวัดอื่น ได้แก่ รับจ้างดำน้ำจับปลิงทะเล ดำน้ำระเบิดปลา รับจ้างทั่วไป และรับจ้างแกะหอย รวมทั้งทำประมงชายฝั่งซึ่งเป็นอาชีพหลัก

และผลิตกะปิ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงของเกาะเหลา

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การวิจัยที่ดำเนินการในพื้นที่เกาะเหลา จังหวัดระนองที่เกี่ยวข้องกับชาวมอแกนส่วนมากเป็นไปในลักษณะการทำความเข้าใจความเป็นชาวมอแกนหรือปฏิบัติการในมิติอื่น ดังเช่น ศึกษาเรื่องดนตรีพิธีกรรมของกลุ่มชาติพันธุ์ [1] ศึกษาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติก่อนและหลังเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยสึนามิ [2] และศึกษาผลกระทบของการพัฒนาภายหลังเหตุการณ์สึนามิต่อการปรับเปลี่ยนอัตลักษณ์ของกลุ่มชาติพันธุ์มอแกน [3] รวมทั้งมีการวิจัยเรื่องการขับเคลื่อนชุมชนวิถีพอเพียงกลุ่มชาติพันธุ์มอแกน เกาะเหลา จังหวัดระนอง โดยผลการวิจัยได้เสนอแนวทางการดำเนินการหรือแผนการขับเคลื่อนชุมชนเพื่อความยั่งยืนข้อหนึ่งได้แก่ การสร้างมูลค่าเพิ่มจากกะปิเนื่องจากผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลามีชื่อเสียง เป็นที่ต้องการของตลาด [4]

การผลิตกะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สืบทอดการปฏิบัติมาจากรุ่นพ่อ-แม่ โดยใช้วัตถุดิบที่เป็นตัวกุ้งเคยจากบริเวณป่าโกงกางที่หนาแน่นและอุดมสมบูรณ์ เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของเกาะเหลา ซึ่งแม้กะปิของเกาะเหลาจะมีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับแต่พบว่ายังไม่มีการศึกษาถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์กะปิ โดยพบว่ามีการศึกษาคุณภาพของกะปิที่ผลิตในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์กะปิที่จำหน่ายในท้องตลาดบริเวณพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง 6 จังหวัด จำนวน 30 ตัวอย่าง [5] ที่พบว่าจากตัวอย่างกะปิทั้งหมดมีการปลอมปนแป้งร้อยละ 40 มีสิ่งแปลกปลอมปะปนในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 83.33 และพบว่าร้อยละ 30 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านความชื้นในผลิตภัณฑ์กะปิ อีกทั้งร้อยละ 56.66 มีปริมาณยีสต์ราสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

นอกจากการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์กะปิแล้ว พบว่ามี การวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กะปิในหลายมิติเช่น การพัฒนากะปิจากพืชให้เหมาะสมกับ

กลุ่มผู้สูงอายุ [6] วิจัยพัฒนากระบวนการผลิตกะปิอัดก้อน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์กะปิรูปแบบใหม่สะดวกในการใช้งาน มีน้ำหนักเบา ช่วยลดต้นทุนในการขนส่ง รวมทั้งยึดอายุการเก็บรักษา ช่วยเพิ่มช่องทางการตลาดให้แก่ผู้ประกอบการ และเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค [7] และการพัฒนากะปิลดโซเดียมจากหัวกุ้ง [8] เป็นต้น

สำหรับการพัฒนาระบบการผลิตนั้นพบว่า ธนชล โสมเมธา [9] ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนกะปิเคียว บ้านคลองจาก ด้วยการค้นหาเรื่องราว (Story) นำสู่การเสนอแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนกะปิเคียวบ้านคลองจาก ด้วยการเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย เช่น การซื้อขายออนไลน์และมีการจัดส่งทั่วประเทศ การพัฒนาออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สวยงาม และมีความทันสมัย จะช่วยเพิ่มการขายและเป็นจุดเด่น

จากสภาพของการผลิตแบบดั้งเดิมที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นจากอดีต ไม่วิเคราะห์ระบบการผลิต และไม่มีการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์กะปิ จึงนำสู่การดำเนินงานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง ที่มีคำถามสำหรับการวิจัยคือ (1) ผลิตภัณฑ์กะปิ มีการจัดการระบบการผลิต ได้แก่ ปัจจัยการผลิต (Input) กระบวนการผลิต (Production process) และผลิตภัณฑ์ (Product หรือ Output) จากจุดเริ่มต้นของกระบวนการ จนถึงจุดที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคอย่างไร (2) ผลิตภัณฑ์กะปิ มีโอกาสการพัฒนาให้มีมาตรฐาน เกิดเอกลักษณ์ของชุมชน ได้รับการยอมรับจากบุคคลภายนอกอย่างยั่งยืนได้อย่างไร

ผลของกระบวนการวิจัยช่วยแก้ปัญหาและตอบคำถามวิจัยและนำสู่การพัฒนาชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนองอย่างเป็นรูปธรรม เป็นต้นแบบของการดำเนินงานพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนอื่นได้อย่างกว้างขวาง เป็นโอกาสในการพัฒนาชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง ทั้งชุมชนชาวไทย (บ้านเกาะเหลาใน) และชุมชนชาวมอแกน (บ้านเกาะเหลานอก) รวมทั้งเป็นโอกาสในการ

ประชาสัมพันธ์ชุมชนเพื่อโอกาสการเป็นแหล่งท่องเที่ยวในอนาคต และเป็นองค์ความรู้ด้านการผลิตกะปิสู่การเรียนรู้ของชุมชนอื่น ๆ ต่อไป นับเป็นการพัฒนาชุมชนทั้งในมิติของการยกระดับเศรษฐกิจระดับครัวเรือน การลดความเหลื่อมล้ำของคนชายขอบให้เป็นส่วนหนึ่งของสังคมไทย และการบริหารสภาพแวดล้อมชุมชนจากการจัดการวัตถุดิบและกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ มีมาตรฐาน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง
2. เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาระบบการผลิตและผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง

### ระเบียบวิธีวิจัย

#### 1. ขอบเขตของการวิจัย

1.1 การศึกษาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง ครอบคลุมกิจกรรมในระบบการผลิต รวมทั้งประเมินประสิทธิภาพการผลิต

1.2 แนวทางการพัฒนาระบบการผลิตและผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง พิจารณาจากผลการประเมินตามเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.61/2561)

1.3 สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ บ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง โดยมีผู้ให้ข้อมูลและร่วมปฏิบัติการวิจัยหลักได้แก่ ผู้ผลิตสินค้ากะปิในเกาะเหลานอก จังหวัดระนอง ที่มีผู้ผลิตกะปิจำนวน 1 ครัวเรือน ชุมชนชาวมอแกน จำนวน 43 ครอบครัวยรวมทั้งการยืนยันข้อมูลการผลิตจากผู้ผลิตสินค้ากะปิในเกาะเหลาใน จำนวน 3 ครัวเรือน

#### 2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.1 ศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิครอบคลุม 3 ประเด็นได้แก่ (1) ปัจจัยการผลิต (2) กระบวนการผลิต และ (3) ผลิตภัณฑ์ ด้วยการ

สัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้ผลิต ชาวอมก๋อยที่เป็นผู้หาวัตถุดิบ ร่วมกับการสังเกตและจดบันทึกการผลิตและการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง

2.2 ประเมินประสิทธิภาพของการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิ ได้แก่ ประเมินประสิทธิภาพด้านต้นทุน และประสิทธิภาพด้านกระบวนการผลิต ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์

2.3 ประเมินการผลิตกะปิตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ที่ครอบคลุมทั้งระบบการผลิต ได้แก่ สถานที่ตั้งและอาคาร เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ การควบคุมกระบวนการผลิต การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ผลิต และทดสอบผลิตภัณฑ์กะปิ ได้แก่ คุณลักษณะ วัตถุเจือปนอาหาร จุลินทรีย์ และสารปนเปื้อน ที่ทดสอบและประเมินโดยศูนย์บริการห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม

2.4 เสนอแนวทางการพัฒนาระบบการผลิตและผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง

## ผลการวิจัย

### 1. ผลการศึกษาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิ

1.1 ปัจจัยการผลิต (Production factors) ผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง จำแนกเป็น (1) วัตถุดิบ (Material) ประกอบด้วยกุ้งเคยและเกลือ (2) แรงงาน (Man) ได้แก่ผู้ประกอบการจำนวน 1 คน ไม่จ้างแรงงานเพิ่มเติม และ (3) เครื่องมืออุปกรณ์ (Machine) ได้แก่ ครกและสาก ตะแกรงกรองและตากกะปิ ภาชนะต่าง ๆ เช่น กะละมัง ถัง และตะกร้า เป็นต้น

1.2 กระบวนการผลิต (Production process หรือ Method) เป็นกิจกรรมการผลิตเพื่อแปรรูปจนถึงจุดสุดท้ายเป็นสินค้าสำเร็จรูปกะปิพร้อมจำหน่าย ซึ่งกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง แบ่งเป็นขั้นตอนการผลิต 3 ขั้นตอน 11 กิจกรรม (แสดงตามตารางที่ 1) โดยการผลิตกะปิ 1 ครั้งโดยเฉลี่ยใช้ตัวกุ้งเคย 30 กิโลกรัม เพื่อให้ได้กะปิจำนวน 10 กิโลกรัม ใช้เวลาในการผลิต 15 วัน 11 ชั่วโมง 10 นาที แต่ในความเป็นจริงขั้นตอนในกระบวนการไม่ต่อเนื่องใน 1 วัน ดังนั้น การผลิตจริงใช้เวลาเพื่อการทำกิจกรรมตั้งแต่ขั้นตอนแรกคือการรับตัวกุ้งเคย ถึงขั้นตอนการตำหยาบ เป็นเวลา 1 วัน ก่อนหมักนานไม่น้อยกว่า 15 วัน และใช้เวลาอีก 1 วันในการผึ่งแดด ก่อนเก็บกะปิในภาชนะเพื่อรอบรรจุจำหน่าย รวมทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 17 วันก่อนได้กะปิพร้อมจำหน่าย

1.3 ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์กะปิ พบว่ามีการทำบรรจุภัณฑ์กะปิจำนวน 2 รูปแบบคือกระปุกฝาเกลียว ขนาดบรรจุ 500 กรัม ราคากระปุกละ 70 บาท และใส่ถุงพลาสติก 1 กิโลกรัม ราคา กิโลกรัมละ 140 บาท มีการจำหน่าย 3 ช่องทาง ได้แก่

1) ลูกค้ำมาซื้อเองที่บ้าน เป็นกลุ่มของนักท่องเที่ยวหรือกลุ่มคนภาครัฐบาลที่ติดต่อกันเกี่ยวกับกลุ่มชาติพันธุ์มอแกน

2) บรรจุภาชนะ แล้วนำไปส่งให้ลูกค้ำเป็นลูกค้ำประจำที่สั่งซื้อเพื่อจำหน่ายต่อ ใช้วิธีการติดต่อส่วนตัวเพื่อสั่งซื้อตามจำนวนที่มี ผู้ผลิตเดินทางไปส่งให้เองที่ฝั่งจังหวัดระนอง หรือส่งพัสดุ

3) จำหน่ายตรงในงานแสดงสินค้า เมื่อมีการแสดงสินค้าในสถานที่ต่าง ๆ ที่ได้รับการติดต่อมา

ตารางที่ 1 กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง

ขั้นตอน	กิจกรรม	เวลา			เครื่องมือ	วัตถุดิบ	ต้นทุน (บาท)	ผังกระบวนการ
		นาที	ชั่วโมง	วัน				
1. เตรียมวัตถุดิบ	1. รับตัวกุ้งเคย	-	-	-	กะละมัง	กุ้งเคย 30 กิโลกรัม	1,050	
	2. ล้างตัวกุ้งเคย	-	1	-	กะละมัง	น้ำทะเลสะอาด	-	
	3. วางสะเด็ดน้ำ	30	-	-	ตะกร้า มุ้งลวด	กุ้งเคย	-	
2. แปรรูป	4. ใส่เกลือและคลุกผสม	10	-	-	กะละมัง	เกลือ 3 กิโลกรัม	30	
	5. ผึ่งแดด	-	3	-	มุ้งลวด	กุ้งเคยผสมเกลือ	-	
	6. ตำหยาบ	-	1	-	ครก สาก	กุ้งเคยผสมเกลือ	-	
	7. หมักในภาชนะ	-	-	15	ภาชนะมีฝาปิด	กะปิหยาบ	-	
	8. ผึ่งแดด	-	3	-	มุ้งลวด	กะปิหยาบ	-	
	9. ตำละเอียด	30	1	-	ครก สาก	กะปิหยาบ	-	
	10. เก็บใส่ภาชนะ	-	-	-	ภาชนะมีฝาปิด	กะปิ	-	
3. บรรจุสินค้า	11. ใส่ภาชนะบรรจุ	-	1	-	บรรจุภัณฑ์ 20 กระปุก	กะปิ 10 กิโลกรัม	100	
3 ขั้นตอน	11 กิจกรรม	70	10	15	-	-	1,180	

## 2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิ

2.1 ประสิทธิภาพด้านต้นทุน คิดค่าใช้จ่ายที่เป็นปัจจัยนำเข้า หรือต้นทุนนำเข้า ได้แก่ ปัจจัยการผลิต (Factors of production) ประกอบด้วย

1) ต้นทุนพลังงาน (Fuel) ในการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง พบว่าใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการทำให้กะปิแห้ง และใช้พลังงานแรงคนในการแปรรูปทั้งการล้าง ตำ และตาก ดังนั้นต้นทุนพลังงานจึงมีน้อยมาก อาจเป็นเพียงแสง

สว่างจากหลอดไฟที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อทำงานในขั้นตอนการบรรจุในบางโอกาสเท่านั้น

2) ต้นทุนแรงงาน (Labor) เนื่องจากผู้ผลิตเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งหมด จึงไม่มีต้นทุนแรงงานเพื่อการผลิต

3) ต้นทุนวัตถุดิบ (Raw materials) ทั้งวัตถุดิบทางตรง (Direct material) เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง ได้แก่ ตัวกุ้งเคยและเกลือ และวัตถุดิบทางอ้อม (Indirect material) ที่ไม่เป็นส่วนประกอบ

หลักของสินค้าแต่เป็นส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายในการผลิต ได้แก่ ภาชนะบรรจุกะปิเพื่อจำหน่าย

การคิดประสิทธิภาพด้านต้นทุนโดยคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เป็นต้นทุนการผลิต (Input) เปรียบเทียบกับผลผลิตกะปิที่ได้เมื่อคิดเป็นราคาสินค้า ต่อรอบการผลิตหรือต่อล็อต (Lot) หรือต่อครั้งการผลิต แล้วนำมาคำนวณตามสูตร

$$\text{Production efficiency} = (\text{Output}/\text{Input}) \times 100$$

พบว่าการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง ได้รับกำไรจากการผลิตในแต่ละรอบเท่ากับ 220 บาท (จากราคาผลผลิต-ต้นทุน = 1,400-1,180) และมีประสิทธิภาพด้านต้นทุนร้อยละ 118.64 ที่มีรายละเอียดตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพด้านต้นทุนของการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง

		ปริมาณ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
วัตถุดิบ	กุ้งเคย	30 กิโลกรัม	35	1,050
	เกลือ	20 ถุง (3 กิโลกรัม)	1.5	30
	กระปุกบรรจุ	20 กระปุก	5	100
<b>รวมปัจจัยนำเข้า (Input)</b>				<b>1,180</b>
ผลผลิต	กะปิ	10 กิโลกรัม	140	1,400
<b>รวมผลผลิต (Output)</b>				<b>1,400</b>

2.2 ประสิทธิภาพด้านกระบวนการผลิต โดยพิจารณาจากขั้นตอนการผลิต เวลา และวิธีการผลิตจากผู้ผลิตหลัก และใช้การเปรียบเทียบเพื่อยืนยันข้อมูลการผลิตจากผู้ผลิตสินค้ากะปิอื่นบนเกาะเหลา อีกจำนวน 3 ครั้ง เรือน พบว่าการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง มีขั้นตอน

การผลิตและเวลาที่เหมาะสม ซึ่งกะปิและวิธีการผลิตกะปินี้เป็นภูมิปัญญาดั้งเดิมที่ทำเพื่อรักษาคุณภาพของอาหารไว้ หรือเป็นการถนอมอาหารโดยการแปรรูปกะปิแบบพื้นบ้าน โดยมีข้อดีและข้อจำกัดในภาพรวมของการผลิตดังแสดงตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดแบบดั้งเดิมของการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง

ข้อดี	ข้อจำกัด
วัตถุดิบหลักได้แก่ตัวกุ้งเคย เกิดตามธรรมชาติหาง่ายในท้องถิ่น	วัตถุดิบหลักลดจำนวนลงมาจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง
	ชาวประมงหาตัวกุ้งเคยน้อยลง
เครื่องมืออุปกรณ์เป็นเครื่องครัวพื้นฐานที่มีและใช้งานอยู่ประจำวัน หรือเป็นเครื่องมือที่สืบทอดจากรุ่นสู่รุ่น	ผลิตได้จำนวนไม่มาก การผลิตเพื่อจำหน่ายต้องซื้อเครื่องมืออุปกรณ์เพิ่ม
วิธีการผลิตไม่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่มีต้นทุนพลังงาน	ใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ตามธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้
สินค้ามีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักและยอมรับทั่วประเทศ	ขาดตราสินค้าและมาตรฐานคุณภาพ จึงเป็นเพียงผู้ผลิตในลักษณะขายส่ง
	ขาดการควบคุมคุณภาพและจัดการสิ่งแวดล้อม
	ไม่สามารถกำหนดปริมาณการผลิตเพื่อทำการค้าที่ตอบสนองผู้บริโภคกลุ่มใหญ่ได้

**3. ผลการประเมินการผลิตกะปิตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน**      ระนองพบว่ามียารการที่ผ่าน 9 รายการ อีก 5 รายการไม่ผ่าน และ 5 รายการต้องปรับปรุง แสดง

3.1 ผลการทดสอบด้านสุขลักษณะการผลิต      ตามตารางที่ 4  
ผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัด

**ตารางที่ 4** ผลการทดสอบด้านสุขลักษณะการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง

รายการตรวจสอบ		ผลการตรวจสอบ
สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำอยู่ในที่ที่ไม่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ทำการปนเปื้อนได้ง่าย	สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง และ และสกปรก	ต้องปรับปรุงความสะอาด
	อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เหม่า ควัน มากผิดปกติ	ผ่าน
	ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ	ผ่าน
อาคารที่มีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา	พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทนเรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา	ไม่มี / ไม่ผ่าน
	แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน สำหรับวัตถุดิบ วัสดุบรรจุผลิตภัณฑ์หรือการบรรจุ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขาซึ่งเปิดสู่บริเวณทำโดยตรง ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ	ต้องปรับปรุง
การทำความสะอาดและสะดวกในการปฏิบัติงาน	พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม	ผ่าน
	ห้องสุขา อ่างล้างมือมีจำนวนเหมาะสม มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาด หรือฆ่าเชื้อโรค	มี แต่ต้องปรับปรุง
เครื่องมือเครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ	ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย	มี แต่ต้องปรับปรุง
	เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด ก่อนและหลังการใช้งานต้องทำความสะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง และเก็บไว้ในที่เหมาะสม	มี แต่ต้องปรับปรุง
การควบคุมกระบวนการทำ	วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำต้องสะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้ ได้จากแหล่งที่เชื่อถือได้ ปลอดภัยจัดเก็บในภาชนะสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนได้ แยกเก็บเป็นสัดส่วน	ผ่าน
	การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์	ผ่าน
	เครื่องชั่งที่ใช้ต้องตรวจสอบได้เที่ยงตรง	ไม่ผ่าน

**ตารางที่ 4 (ต่อ)**

รายการตรวจสอบ		ผลการตรวจสอบ
การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และ การทำ ความ สะอาด	น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของ ผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ	ผ่าน
	มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผง ไม่ให้เข้าไป บริเวณที่ทำตามความเหมาะสม	ไม่มี / ไม่ผ่าน
	มีวิธีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข แมว เข้าไปในบริเวณที่ทำ	ไม่มี / ไม่ผ่าน
	มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์	ไม่มี / ไม่ผ่าน
	สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้	ผ่าน
บุคลากรและ สุขลักษณะของ ผู้ทำ	ผู้ทำทุกคน ต้องมีสุขภาพดีทั้งร่างกายและจิตใจ รักษาความสะอาด ส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกัน ไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุก ครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก	ผ่าน
	ผู้ทำทุกคน ต้องไม่กระทำการใด ๆ ที่ไม่ถูกสุขลักษณะในสถานที่ทำ เช่น รับประทานอาหาร สูบบุหรี่	ผ่าน

3.2 ผลการทดสอบด้านคุณลักษณะที่ต้องการ  
ของผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัด  
ระนอง โดยการพิจารณาลักษณะทั่วไป สิ่งแปลกปลอม  
และสิ่งปลอมปน พบว่าผ่านทุกข้อ และผลการ  
ทดสอบคุณลักษณะที่ประเมินโดยผู้ตรวจสอบ  
จำนวน 5 คนเป็นผู้ให้คะแนน ซึ่งคุณลักษณะจะผ่าน

เมื่อคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 2.00 คะแนน และต้อง  
ไม่มีลักษณะได้ 1 คะแนน ผลการทดสอบพบว่า  
คุณลักษณะผ่านทุกรายการแสดงผลการทดสอบตาม  
ตารางที่ 5 (ประเมินโดยศูนย์บริการห้องปฏิบัติการ  
อุตสาหกรรมอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม)

**ตารางที่ 5 ผลการทดสอบด้านคุณลักษณะที่ต้องการ ผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง**

ลำดับที่	รายการตรวจสอบ	หน่วย	เกณฑ์กำหนด	ผลการตรวจสอบ
1	ลักษณะทั่วไป	-	เป็นเนื้อเดียวกัน เหนียว และไม่แห้งหรือเปียกเกินไป	ผ่าน
2	สี	คะแนน	ต้องมีสีตามธรรมชาติของกะปิ	3.00
3	กลิ่น	คะแนน	ต้องมีกลิ่นดีตามธรรมชาติของกะปิ ไม่มีกลิ่นอื่นที่ไม่ พึงประสงค์	2.80
4	กลิ่นรส	คะแนน	ต้องมีกลิ่นรสดีตามธรรมชาติของกะปิ ไม่มีกลิ่นรสอื่น ที่ไม่พึงประสงค์	2.80
5	สิ่งแปลกปลอม	-	ที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์	ผ่าน
6	สิ่งปลอมปน	-	เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งบริโภค	ผ่าน

3.3 ผลการทดสอบด้านการบรรจุ เครื่องหมาย และฉลาก พบว่าผลิตภัณฑ์กะปิจของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง ไม่มีเครื่องหมายและฉลาก จึงสามารถทดสอบได้เพียงภาชนะบรรจุซึ่งเป็นภาชนะ

บรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ ดังแสดงรายการตรวจสอบ และผลการตรวจสอบตามตารางที่ 6

**ตารางที่ 6** ผลการทดสอบด้านการบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก ผลิตภัณฑ์กะปิจของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง

รายการตรวจสอบ		ผลการทดสอบ
การบรรจุ	กะปิบรรจุในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้	ผ่าน
	น้ำหนักสุทธิของกะปิในแต่ละภาชนะบรรจุ ไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก	ไม่มี
เครื่องหมาย และฉลาก ที่ ภาชนะ บรรจุกะปิ ทุกหน่วย มี รายละเอียด ต่อไปนี้ให้ เห็นได้ง่าย ชัดเจน	ชื่อผลิตภัณฑ์ (กะปิ) หรือชื่อที่สื่อความหมาย เช่น เคย	ไม่มี
	ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย	ไม่มี
	ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี ให้แสดงกลุ่มหน้าที่และชื่อวัตถุเจือปนอาหาร)	ไม่มี
	น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม	ไม่มี
	วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”	ไม่มี
	ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา (ถ้ามี)	ไม่มี
	เลขสารบบอาหาร (เลขประกอบเครื่องหมาย อย.)	ไม่มี
	ข้อความของการมีสารก่อภูมิแพ้หรือสารก่อภาวะภูมิ เช่น มีกุ้งเป็นส่วนประกอบ ให้แสดงข้อความว่า “ข้อมูลสำหรับผู้แพ้อาหาร : มีกุ้ง” มีการปนเปื้อนซิลิเฟอไรด์ ออกไซด์ ให้แสดงข้อความว่า “ข้อมูลสำหรับผู้แพ้อาหาร : อาจมีซิลิเฟอไรด์”	ไม่มี
ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน	ไม่มี	

3.4 ผลการทดสอบด้านวัตถุเจือปนอาหาร จุลินทรีย์ และสารปนเปื้อน พบว่าทุกรายการมี ปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร จุลินทรีย์ และสารปนเปื้อน ผ่านเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.

61/2561) แสดงรายละเอียดผลการทดสอบตาม ตารางที่ 7 (ทดสอบโดย ศูนย์บริการห้องปฏิบัติการ อุตสาหกรรมอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม)

**ตารางที่ 7 ผลการทดสอบด้านวัตถุเจือปนอาหาร จุลินทรีย์ และสารปนเปื้อน ผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง**

รายการทดสอบ		ผลการทดสอบ	
เถ้าที่ไม่ละลายในกรด	ต้องไม่เกินร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก	0.231	ผ่าน
ไนโตรเจนทั้งหมด	ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 5.8 โดยน้ำหนักอบแห้ง	6.39 g/100 g	ผ่าน
เกลือ (โซเดียมคลอไรด์)	ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 12 โดยน้ำหนักอบแห้ง	35.10 g/100 g	ผ่าน
วอเตอร์แอกทิวิตี	ต้องไม่เกิน 0.85	0.73	ผ่าน
สารปนเปื้อน	ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	0.07 mg/kg	ผ่าน
	สารหนูในรูปอินทรีย์ ต้องไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	0.147 mg/kg	ผ่าน
	ปรอท ต้องไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	<0.020 mg/kg	ผ่าน
	แคดเมียม ต้องไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	0.08 mg/kg	ผ่าน
วัตถุเจือปนอาหาร	ห้ามใช้สีและสารให้ความหวานแทนน้ำตาลทุกชนิด	ไม่พบ	ผ่าน
	ห้ามใช้วัตถุกันเสีย เว้นแต่ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ติดมากับวัตถุดิบ และที่เกิดขึ้นเองจากการหมักหรือย่อยสลายตามธรรมชาติ ต้องไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม	ไม่พบ	ผ่าน
จุลินทรีย์	แซลมอนเนลลา ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบ / 25 g	ผ่าน
	สแตฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม	<10 CFU/g	ผ่าน
	บาซิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 1 +/- 10 <sup>3</sup> โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม	2.0x10 <sup>2</sup> CFU/g	ผ่าน
	คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ ต้องไม่เกิน 1 +/- 10 <sup>3</sup> โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม	160 CFU/g	ผ่าน
	เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม	<3 MPN/g	ผ่าน
	ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 1 +/- 10 <sup>3</sup> โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม	30 CFU/g	ผ่าน

**4. แนวทางการพัฒนาระบบการผลิตและผลิตภัณฑ์กะปิ**

4.1 ประสิทธิภาพด้านต้นทุน พบว่าการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง มีต้นทุนเพื่อการผลิตกะปิ 10 กิโลกรัมต่อครั้ง รวม 1,180 บาท และสามารถจำหน่ายได้ 1,400 บาท เกิดเป็นผลกำไร 220 บาท โดยการพัฒนากิจกรรมการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านต้นทุนที่ไม่เพิ่มราคาจำหน่ายสินค้าทำได้โดยการลดต้นทุนของตัวกุ้งเคย โดยการจับตัวกุ้งเคยด้วยตนเอง หากไม่พอจึงซื้อเพิ่มจากชาวประมงรายอื่นในราคา

กิโลกรัมละ 35 บาทหรือต่ำกว่ากรณีมีตัวกุ้งเคยปริมาณมาก

4.2 ประสิทธิภาพด้านกระบวนการผลิต พบว่าการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง มีโอกาสของการเพิ่มประสิทธิภาพโดยการลดข้อจำกัดของการผลิตได้แก่

- 1) การเพิ่มกำลังการผลิตเพื่อเพิ่มสัดส่วนของรายได้ต่อต้นทุนต่อการผลิตแต่ละครั้ง ซึ่งทำได้โดยใช้เทคโนโลยีช่วยผลิตตามความเหมาะสม
- 2) สร้างตราสินค้า

3) มุ่งการผลิตตามมาตรฐานคุณภาพ เพื่อควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนการผลิต รวมทั้งสิ่งแวดล้อม

4) สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับผู้ผลิตในเกาะเหลาทั้งหมด เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตตอบสนองผู้บริโภคกลุ่มใหญ่ได้

4.3 การพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มีดังนี้

1) ด้านสุขลักษณะ ควรปรับปรุงโรงเรือนที่เป็นพื้นที่การผลิตให้มิดชิด ป้องกันสัตว์รบกวน สิ่งปลอมปนและสิ่งปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม

2) ด้านเครื่องหมายและฉลาก ควรติดตราสินค้าและฉลากที่มีรายละเอียดของปริมาณบรรจุสถานที่ผลิต อัตราส่วนผสม เป็นต้น

3) การปรับปรุงสถานที่ผลิตและฉลากตามเกณฑ์สามารถยื่นขอตราสินค้าอาหารและยาได้ (อย.)

### สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง มีผลการดำเนินงานวิจัยที่น่าสู่การอภิปรายผลดังนี้

1. ผลการประเมินประสิทธิภาพของการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิ พบว่าการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง มีประสิทธิภาพด้านต้นทุนร้อยละ 118.64 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพด้านต้นทุนได้โดยการลดต้นทุนของตัวกุ้งเคียวด้วยการจับตัวกุ้งเคียวเอง สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพด้านกระบวนการผลิต ทำได้โดยการลดข้อจำกัดของการผลิตได้แก่ (1) เพิ่มกำลังการผลิตเพื่อเพิ่มสัดส่วนของรายได้ต่อต้นทุนต่อการผลิตแต่ละครั้ง ด้วยการใช้เทคโนโลยีช่วยผลิตตามความเหมาะสม (2) สร้างตราสินค้า (3) มุ่งการผลิตตามมาตรฐานคุณภาพเพื่อควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนการผลิตรวมทั้งสิ่งแวดล้อม และ (4) สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับผู้ผลิตในเกาะเหลา เพื่อเพิ่มปริมาณการผลิตตอบสนองผู้บริโภคกลุ่มใหญ่ได้

การพัฒนากระบวนการผลิตโดยการเพิ่มประสิทธิภาพที่ไม่เพิ่มราคาจำหน่ายสินค้า ทำได้โดยผู้ผลิตจับตัวกุ้งเคียวเอง หรือใช้การลงทุนค่าน้ำมันและค่าอุปกรณ์ให้คนจับกุ้งเคียวและรับซื้อตัวกุ้งเคียวด้วยราคาต่ำกว่าการซื้อจากชาวประมงอื่น เนื่องจากโอกาสของพื้นที่ ได้แก่ มีวัตถุดิบหลักคือตัวกุ้งเคียวเกิดตามธรรมชาติหาง่ายในท้องถิ่น แม้ราคาตัวกุ้งเคียวจะสูงขึ้นตามปริมาณที่ลดจำนวนลงมาจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง มีชาวประมงหาตัวกุ้งเคียวน้อยลง และมีผู้ผลิตกะปิบนเกาะเหลาที่ต้องการวัตถุดิบเช่นกัน การเพิ่มประสิทธิภาพนี้สอดคล้องกับแนวทางการเพิ่มผลิตภาพตามหลักการที่สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การลดเวลาการผลิต (Cycle time) การลดต้นทุนของวัตถุดิบ (Material cost) การลดของเสีย (Defect reduction) การลดความสูญเสีย (Wastes reduction) การเพิ่มประสิทธิภาพของบุคลากร เป็นต้น

การเพิ่มผลิตภาพจากการที่มีผลผลิต (Output) เพิ่มขึ้นหรือเท่าเดิม แต่ปัจจัยการผลิต (Input) ลดลงแม้ไม่ใช้ในเชิงปริมาณ แต่เป็นในเชิงต้นทุน ที่เป็นการเพิ่มผลิตภาพมีค่าสูงสุดมากกว่าวิธีอื่น ผู้ปฏิบัติต้องใช้ความพยายามอย่างมากในการปรับปรุงกระบวนการผลิตและวิธีการทำงานทั้งหมด เพื่อให้ไม่มีการสูญเสียในกระบวนการผลิต เป็นวิธีการเพิ่มผลิตภาพหรือเพิ่มประสิทธิภาพด้วยต้นทุนต่ำ ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในองค์กรอย่างคุ้มค่า ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นให้มากที่สุด ร่วมกับการประหยัดเพื่อมุ่งสู่การลดต้นทุน โดยพบว่าการผลิตกะปิของชุมชนเกาะเหลาสามารถเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นได้ เนื่องจากผู้บริโภคกำลังซื้อสูง สินค้าเป็นที่ต้องการของตลาด ที่สามารถเพิ่มปัจจัยการผลิตที่ต้องการการลงทุนเพิ่มได้ ร่วมกับแนวทางการลดปัจจัยการผลิต เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า ได้ผลกำไรสูงขึ้น

การเพิ่มผลิตภาพการผลิตที่เป็นทั้งการเพิ่มปริมาณผลผลิต เพิ่มอัตราการสร้างผลผลิตให้สูงขึ้นตลอดเวลา สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจ สามารถใช้เทคนิควิธีการที่หลากหลายมากขึ้นได้ตาม

สถานการณ์และความต้องการ เช่น วิธีการศึกษาการทำงาน (Work study) มาวิเคราะห์การทำงาน ประกอบกับหลักการทางกายศาสตร์ (Ergonomic) นำเทคโนโลยีมาช่วยในการทำงาน เช่น การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบวางแผน ควบคุมกระบวนการผลิต และวิเคราะห์การทำงานของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ปรับปรุงรูปแบบการทำงานโดยใช้กิจกรรมกลุ่ม ลดจำนวนของเสีย ร่วมกับการใช้หลักการ PDCA, QC Story และเครื่องมือคุณภาพ (Quality tools) เป็นต้น

การใช้เทคนิควิธีการเพื่อการเพิ่มผลิตภาพการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิดังเช่น การลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตกะปิ ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพทำกะปิเคียดดำ ตำบลคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม ด้วยหลัก ECRS และเครื่องมือคุณภาพได้แก่ ผังการไหลของกระบวนการ และแผนภูมิกระบวนการ [10] ที่พบว่าภายหลังการปรับปรุงสามารถลดกิจกรรมการผลิตได้ร้อยละ 10.53 ลดเวลาการผลิตลงร้อยละ 47.20 และลดระยะทางการเคลื่อนที่ร้อยละ 32.26

2. ผลิตภัณฑ์กะปิ มีโอกาสการพัฒนาให้มีมาตรฐาน เกิดเอกลักษณ์ของชุมชน ได้รับการยอมรับจากบุคคลภายนอกอย่างยั่งยืนได้ โดยเริ่มจากการทดสอบและประเมินระบบการผลิตและผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 61/2561) ผลการศึกษาและทดสอบด้านสุขลักษณะยังพบปัญหาด้านการควบคุมกระบวนการผลิต การสุขาภิบาล และการบำรุงรักษา รวมทั้งสุขลักษณะของผู้ผลิต ผลการทดสอบด้านการบรรจุพบว่าภาชนะบรรจุสะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ แต่ไม่มีเครื่องหมายและฉลาก

การพัฒนากระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง ให้มีมาตรฐาน เกิดเอกลักษณ์ของชุมชน โดยการพัฒนาด้านตราสินค้าให้เกิดเอกลักษณ์ของกลุ่มชาติพันธุ์มอแกน พัฒนาฉลากให้เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.61/2561) [11]

และการพัฒนาสถานที่ผลิตตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 420) พ.ศ.2563 ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 เรื่องวิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร [12] เพื่อมุ่งสู่การขอรับรองสถานที่ผลิตและตราสินค้าอาหารและยา (อย.) ซึ่งเป็นเกณฑ์ข้อกำหนดเบื้องต้นของการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่เป็นผลิตภัณฑ์อาหาร

### ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิเคราะห์การผลิตผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลา จังหวัดระนองพบว่าตัวกึ่งเคยที่เป็นวัตถุดิบหลักมีจำนวนลดลงและมีตามฤดูกาล ดังนั้น ชุมชนบ้านเกาะเหลาสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้วัตถุดิบทางทะเลของชุมชนชนิดอื่น ๆ เช่น ปลา กุ้ง และหอย ให้หลากหลายทั้งประเภทของอาหาร และมีคุณภาพตามมาตรฐาน

นอกจากนี้พบว่าการผลิตผลิตภัณฑ์กะปิยังขาดการควบคุมคุณภาพและจัดการสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ผู้ผลิตสามารถปรับปรุงอาคารโรงเรือนเพื่อการผลิตเป็นการพัฒนาสภาพแวดล้อมความเป็นอยู่ การจัดการขยะ ห้องน้ำ ห้องส้วม น้ำจืดสำหรับการอุปโภคและบริโภค เป็นต้น ให้สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์

จากการที่ผลิตภัณฑ์กะปิของชุมชนบ้านเกาะเหลาเป็นสินค้ามีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักและยอมรับทั่วประเทศ เป็นภูมิปัญญาของท้องถิ่น นอกจากการพัฒนากระบวนการผลิต และมาตรฐานผลิตภัณฑ์แล้ว ชุมชนสามารถใช้การจัดการความรู้ ด้วยการสร้างเป็นแหล่งเรียนรู้ ส่งเสริมการท่องเที่ยวด้านวัฒนธรรม การท่องเที่ยววิถีชีวิตของชาวทะเล ร่วมกับการท่องเที่ยวทางธรรมชาติในบริเวณป่าชายเลน ด้วยกิจกรรมการจับตัวกึ่งเคย การดำเกะปิด้วยครกโบราณ เป็นต้น

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม และมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาได้รับความช่วยเหลือจากผู้ผลิตกะปิและชาวมอแกน บ้านเกาะเหลา จังหวัดระนอง

### References

- [1] Rewadee Ungpho, Moken music and the way of regeneration, *Institute of Culture and Arts Journal Srinakharinwirot University*, 18(1), 106-113, 2017.
- [2] Sajee Kongsuwon, *Natural resource uses before and after Tsunami of Morgan tribe in Koh Lao, Mueang district, Ranong province*, Dissertation of Resource Management Program, Graduate School, Kasetsart University, 2007.
- [3] Teerasak Sukhsantikamol, *The impact of development after the 2004 Isunami on the changing ethnic identity of the Moken's at Ban Kawlao-Nakok, Ranong province*, Dissertation of Department of Anthropology, Graduate School, Silpakorn University, 2010.
- [4] Pariwat Changkid, The action to create a sufficiency community of Moken ethnic group, Koh Lao, Ranong province, *Area Based Development Research Journal*, 11(5), 434-451, 2019.
- [5] Lanchakon Chanudom, Jutamat Auysyl, Nurarsekin Yanabaneng, Mareeda Sansina, and Retree Jehlah, *Quality of Kapi products at the lower south area*, Proceedings of the 3<sup>rd</sup> National Conference on Network Science and Technology in the Southern Region, Yala Rajabhat University, 2018.
- [6] Palita Pimsalee, and Kuntida janglek, *The development of shrimp paste from plant-based for the elderly*, Bangkok, Food Science and Nutrition, Faculty of Agricultural Product Innovation and Technology, Srinakharinwirot University, 2021.
- [7] Jenjira Youpaniad, Shrimp Paste Briquettes.. A new choice for consumers, *Journal of the Department of Science Service*, 69(212), 11-13, 2020.
- [8] Sunisa Siripongvutikorn, and Chanonkarn Rujirapong, *Development of reduced sodium shrimp paste from shrimp head*, Songkla, Faculty of Agro-Industry (Food Technology), Prince of Songkla University, 2022.
- [9] Thanachon Sommao, *Guide line for the community product development of shrimp past in Ban Khlong Chak, Khlong Yai district*. Chonburi: Graduate School of Public Administration, Burapha University, 2019.
- [10] Yanisa Koythong, Thadtaporn Khamnoot, and Grekiat Korbuakaew, *Improvement of shrimp paste production process by ECRS principle, Case study of community enterprise of Koey Ta Dam making shrimp paste group, Khlong Khon subdistrict, Samut Songkhram province*, Proceedings of The 13<sup>th</sup> Rajamangala Surin National Conference (13th RSNC); Research and Innovation for BCG Development, Rajamangala University of Technology Isan, Surin Campus, 2022.

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2566

[11] Thai Industrial Standards Institute, *Community product standard of shrimp paste (61/2561)*, Bangkok, Ministry of Industry, 2018.

[12] Food and Drug Administration, *Notification of the Ministry of Public Health (Number 420) of B.E. 2563 Issued by the Virtue of the Food Act of B.E. 2522 Title: Food Production Processes, Processing Equipment/ Utensils and Storage Practices*, Bangkok, Food Division, 2020.

**การลดของเสียในกระบวนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์ซ์**  
**โรงงานกรณีศึกษา : โรงงานผลิตคอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์**  
**ยศวัจน์ ชีววรรณตรี<sup>1</sup>, ปิยะ รัตน์ละออง<sup>2</sup>, กฤติธฤต ทองสิน<sup>3</sup>, สมบัติ ทีฆทรัพย์<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา  
E-mail : yossawat.ch@bsru.ac.th

Received: Jun 13, 2023

Revised: Aug 23, 2023

Accepted: Aug 28, 2023

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์ซ์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ โรงงานกรณีศึกษา จากการศึกษาข้อมูล พบว่า ขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์ซ์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ที่เกิดจากกระบวนการปั๊มที่ไม่ได้มาตรฐานทำให้เกิดของเสียเป็นจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงหาแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ โดยในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาใช้แผนภูมิพาเรโต วิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้หลักการ 4M คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการ แผนภูมิก้างปลาผิงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) โดยการระดมสมองวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นและทำการเปรียบเทียบข้อมูล ผลการวิจัย พบว่า สาเหตุหลักของปัญหามาจากรอยขีดข่วน ที่มาจากการมีผงเหล็กหรือสิ่งสกปรกมาเกาะตามบริเวณหน้าสัมผัสแม่พิมพ์ของเครื่องปั๊มโลหะขึ้นรูป ทำให้เวลาปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์ซ์เกิดการเป็นรอยขีดข่วน วิธีการปรับปรุงโดยให้พนักงานทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นก่อนทำการปั๊ม และทุก ๆ 1 ชั่วโมง ควรมีการทำความสะอาดที่บริเวณหน้าสัมผัสแม่พิมพ์ของเครื่องปั๊มโลหะขึ้นรูป โดยการใช้ลมเป่าและใช้ผ้าสะอาดเช็ด สรุปได้ว่าจำนวนของเสียก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 3,844 ชิ้น ค่า  $P_{pk}$  เท่ากับ 0.5754 และจำนวนของเสียหลังการปรับปรุง เท่ากับ 23 ชิ้น ค่า  $P_{pk}$  เท่ากับ 1.1508 ซึ่งสามารถลดจำนวนของเสียได้ถึง ร้อยละ 99.40

**คำสำคัญ :** การลดของเสีย, รอยขีดข่วน, กระบวนการปั๊ม, ชุดหน้าคัลท์ซ์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์, ความสามารถกระบวนการ

## Reducing Waste in the Clutch Assembly Pumping Process

### Case Study: Automotive Air Compressor Factory

Yossawat Cheewaworanontree<sup>1</sup>, Piya Rontlaong<sup>2</sup>,

Kridtharit Thongsin<sup>3</sup>, Sombat Teekasap<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Program in Industrial Management Technology, Engineering and Industrial Technology

Bansomdejchaopraya Rajabhat University

Email : yossawat.ch@bsru.ac.th

Received: Jun 13, 2023

Revised: Aug 23, 2023

Accepted: Aug 28, 2023

#### Abstract

This research aims to study, analyze, and reduce waste in the process of pumping components for automotive air conditioner clutch assemblies. A case study at a factory and data analysis found that a significant amount of waste was generated from non-standardized pumping processes for automotive air conditioner clutch components. Therefore, the researchers sought to find solutions by applying industrial engineering tools. The prioritization of the problem was done using a Pareto chart. causes were analyzed using the 4M principle, which includes Man, Machine, Material, and Method. A Cause and Effect Diagram was used to visually represent the causes and effects. Brainstorming was conducted to analyze the causes of the problem and compare the research findings. It was discovered that the main cause of the problem was scratches caused by the presence of iron powder or dirt adhering to the mold surface of the metal pumping machine. This resulted in scratches when pumping the clutch assembly components. The improvement method involved having employees clean each product before pumping and conducting cleaning at the mold surface of the metal pumping machine every hour using compressed air and a clean cloth. As a result, before the improvement, the amount of waste was 3,844 pieces with a  $P_{pk}$  value of 0.5754. After the improvement, the amount of was reduced to 23 pieces with a  $P_{pk}$  value of 1.1508, resulting in a reduction of 99.40%.

**Keywords :** Waste Reduction, Scratches, Pumping Process, Automotive Air Conditioner Clutch Assembly, Process Capability Analysis

## บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ และมีบทบาทการสร้างรายได้ให้กับแรงงานไทยและขยายตัวขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในส่วนของอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ ไปจนถึงอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ ด้วยเหตุแห่งความเจริญทางด้านยานยนต์นี้ จึงก่อให้เกิดการแข่งขันของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมดังกล่าวอย่างมาก ซึ่งการแข่งขันนี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้แต่ละบริษัทมีการพัฒนาในด้านคุณภาพการผลิตของสินค้า โดยมุ่งเน้นความพึงพอใจของลูกค้าเป็นหลัก ดังนั้นการผลิตชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งของรถยนต์ ควรผลิตโดยไม่ให้เกิดของเสียหรือเกิดน้อยที่สุด เนื่องจากของเสียมีผลต่อกำไรของบริษัทและความพึงพอใจของลูกค้า [1] จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ทางผู้ผลิตต้องให้ความสำคัญในกระบวนการผลิต เพื่อจะได้ผลิตชิ้นงานออกมามีคุณภาพตรงต่อความต้องการของลูกค้า

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการปั๊มชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ ชิ้นส่วนเครื่องซักผ้า ชิ้นส่วนรถไถ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ภายในลิฟต์ และอื่น ๆ จากการศึกษาค้นคว้าเบื้องต้น พบว่า โรงงานกรณีศึกษาทำการปั๊มชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์เป็นส่วนใหญ่ แสดงดังรูปที่ 1



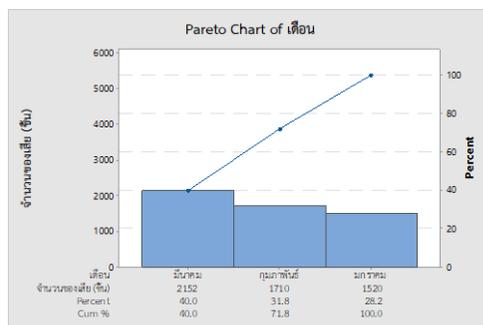
รูปที่ 1 ชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์

และมีจำนวนของเสียที่เกิดจากกระบวนการปั๊มชุดหน้าคัลท์ที่ไม่ได้มาตรฐาน เช่น รอยขีดข่วน รอยจิกจิก รูไม่ครบ และมีครีบตามขอบเป็นจำนวนมากแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการปั๊มในช่วงเดือน ม.ค. – มี.ค. 2565

เดือน	ปริมาณความต้องการ (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
มกราคม	30,000	1,520	28.24 %
กุมภาพันธ์	30,000	1,710	31.80 %
มีนาคม	30,000	2,152	40 %

จากตารางที่ 1 พบว่า จำนวนของเสียที่ไม่ได้มาตรฐานในแต่ละเดือนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปั๊มชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ มีแนวโน้มเกิดขึ้นในปริมาณที่สูงขึ้น โดยของเสียดังกล่าวนี้ทำให้เกิดต้นทุนในกระบวนการปั๊มและส่งผลให้ต้นทุนผลิตภัณฑ์สูงขึ้น [2] แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 จำนวนของเสียในช่วงเดือน ม.ค. – มี.ค. 2565

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงหาแนวทางการลดของเสียชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ โรงงานกรณีศึกษา โดยศึกษากระบวนการปั๊มชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ โดยประยุกต์ใช้แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยประยุกต์ใช้แผนผังก้างปลา (Cause & Effect Diagram) เพื่อหาสาเหตุของปัญหารอยขีดข่วน และประยุกต์ใช้หลักการควบคุมคุณภาพจากการวิเคราะห์ความสามารถของ

กระบวนการ (Process Capability Analysis) ด้วยตัวบ่งชี้  $P_{pk}$  เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการมีความสามารถหรือไม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการป้อนชิ้นส่วนและลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

### แนวคิดทฤษฎีและวรรณกรรม

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม ได้แก่

1. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) เป็นแผนภูมิที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น แผนภูมิพาเรโตใช้กราฟแท่งในการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของข้อมูล พร้อมกับระบุขนาดหรือปริมาณของความสำคัญของข้อมูลที่น่าเสนอ ทำให้ง่ายในการตัดสินใจ และเห็นภาพรวมได้ชัดเจน [3]

2. แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาหรือผลกับสาเหตุหรือปัจจัยทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น แผนผังแสดงเหตุและผลมักถูกนำมาใช้วิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาสาเหตุเหล่านี้ ได้มาจากการระดมความคิดเห็นของสมาชิกในทีม ปัญหาจะถูกชี้ในลักษณะคุณภาพที่ชัดเจน เพื่อให้สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาได้ [3]

3. หลักการ 4M 1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก Man คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร Machine เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก Material วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่น ที่ใช้ในกระบวนการ Method กระบวนการทำงาน และ Environment อากาศ สถานที่ ความสว่าง และบรรยากาศการทำงาน [3]

4. การวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ (Process Capability Analysis) เป็นการวิเคราะห์ว่าคุณสมบัติเชิงปริมาณ ตรงตามเกณฑ์ข้อกำหนด (Specification) ของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ พิจารณาจากดัชนีความสามารถของกระบวนการ

ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าเกณฑ์กำหนดมีค่าเท่ากับขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนธรรมชาติพอดี ถือว่ากระบวนการผลิตไม่มีปัญหา แต่เกณฑ์ที่ถือว่ากระบวนการผลิตมีความสามารถที่ดีควรมีค่าระหว่าง 1.33 ถึง 2 [4]

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการลดของเสียในอุตสาหกรรมการผลิตนั้นม้งงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น การลดของเสียในกระบวนการป้อนชิ้นรูปกระตักน้ำสุญญากาศ ประยุกต์ใช้แผนภูมิพาเรโต แผนผังสาเหตุและผล และออกแบบอุปกรณ์ช่วยกำหนดตำแหน่งของชิ้นงาน ส่งผลให้ของเสียในกระบวนการป้อนลดลงจากก่อนปรับปรุงมีของเสียร้อยละ 4.34 หลังปรับปรุงพบของเสียเพียงร้อยละ 0.75 [3]

การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนโลหะ ประยุกต์ใช้แผนภูมิพาเรโต แผนผังสาเหตุและผล และการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการระยะยาว โดยสามารถลดเปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิตขีดยึดเหล็กใต้ครอบจาก 0.66% เหลือ 0.25% สามารถเพิ่มค่าดัชนีวัดศักยภาพของกระบวนการในระยะยาว (Ppbench) จาก 0.90 เป็น 1.00 และเพิ่มค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (Ppkbench) จาก 0.83 เป็น 0.93 [5]

การลดของเสียในกระบวนการผลิตยางแท่น โดยประยุกต์ใช้หลักการแผนผังสาเหตุและผล การวิเคราะห์ด้วย why why analysis โดยพบว่าหลังปรับปรุงปริมาณยางแท่งไม่สมบูรณ์ลดลงร้อยละ 72.25 [6]

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการป้อนชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์ช็อคคอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์
2. เพื่อศึกษาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของเสียในกระบวนการป้อนชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์ช็อคคอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์

3. เพื่อลดของเสียในกระบวนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 80

### วิธีดำเนินงานวิจัย

เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเรื่องการลดของเสียในกระบวนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนของวิธีการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

#### 1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานที่ผลิตชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ ชิ้นส่วนเครื่องซักผ้า ชิ้นส่วนรถไถ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ภายในลิฟท์

และอื่น ๆ หลายรุ่น หลายยี่ห้อ ที่ลูกค้าสั่งกับโรงงาน แต่ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะทำการศึกษาเฉพาะชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษาจะทำการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์เป็นส่วนใหญ่ โดยยอดการผลิตต่อเดือน เดือนละ 30,000 ชิ้น และมีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่อชิ้นสูง

2. ศึกษากระบวนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์

ขั้นตอนกระบวนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์สามารถแบ่งขั้นตอนทำงานออกเป็น 13 ขั้นตอน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนภูมิกระบวนการผลิตขั้นตอนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ (ก่อนการปรับปรุง)

ขั้นตอนการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์
1. เตรียมเหล็กแผ่นเพื่อทำการ BLANK		0.30	●
2. นำเหล็กแผ่นมาที่เครื่องปั๊มเพื่อทำการ BLANK	2	0.20	➡
3. เปิดสวิตช์เครื่องปั๊ม		0.10	●
4. ทำการ BLANK เหล็กแผ่นให้เป็นรูปร่าง		0.25	●
5. ปิดสวิตช์เครื่องปั๊ม		0.10	●
6. นำชิ้นงานออกจากเครื่องปั๊ม		0.20	●
7. นำชิ้นงานไปที่เครื่อง DIE PRICE	1	0.15	➡
8. ใส่ชิ้นงานที่เครื่อง DIE PRICE เพื่อเจาะ ชิ้นรูป		0.20	●
9. เปิดสวิตช์เครื่อง DIE PRICE		0.10	●
10. ทำการเจาะรูและขึ้นรูป		0.20	●
11. ปิดสวิตช์เครื่อง DIE PRICE		0.10	●
12. นำชิ้นงานออกจากเครื่อง DIE PRICE		0.20	●
13. บรรจุชิ้นงานลงกล่อง		0.30	●
<b>รวม</b>	<b>3</b>	<b>2.40</b>	

จากแผนภูมิกระบวนการผลิตขั้นตอนปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ ดังตารางที่ 2 สรุปได้ว่า การทำงานในกระบวนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ จนถึงบรรจุชิ้นส่วนใส่กล่อง พนักงานที่ทำการปั๊ม

ชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์เมื่อทำการปั๊มขึ้นส่วนเสร็จครบตามจำนวนแล้ว พนักงานก็จะบรรจุชิ้นส่วนใส่กล่องและจัดส่งชิ้นส่วนให้กับลูกค้าโดยไม่มีการตรวจสอบ ทำให้ชิ้นส่วนชุด

หน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์บางส่วนมีการโดนตีกลับ  
และไม่ได้มาตรฐานแสดงดังรูปที่ 3



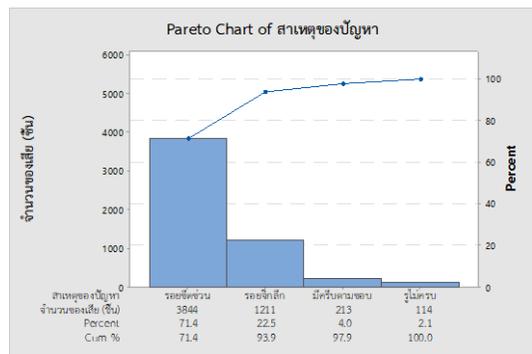
รูปที่ 3 รอยตำหนิบนชิ้นงาน

จากรูปที่ 3 พบว่า สาเหตุหลักของปัญหาที่  
ชิ้นส่วนโดนตีกลับและไม่ได้มาตรฐานในกระบวนการ  
ปั๊มชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์  
ได้แก่ รอยขีดข่วน รอยจิกจิก รูไม่ครบ และมีครีบบ  
ตามขอบ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจและแก้ไขปัญห  
จึงได้ทำให้เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียและ  
รอยตำหนิของเสียจากใบตรวจสอบ (Check Sheet)  
ย้อนหลัง 3 เดือน ตั้งแต่ เดือนมกราคม – เดือน  
มีนาคม 2565 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลจำนวนของเสียและรอยตำหนิ

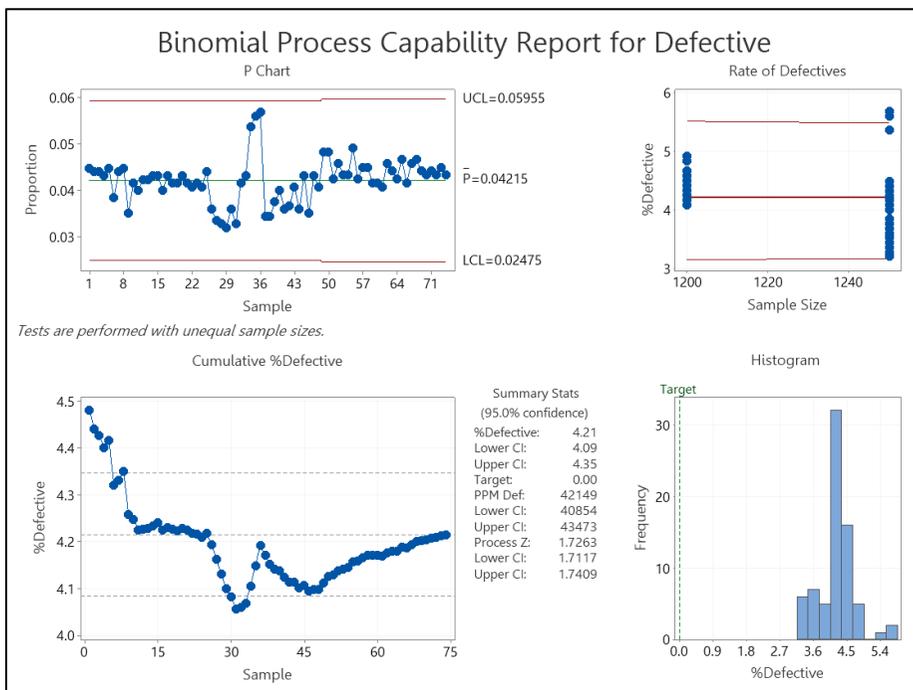
สาเหตุของ ปัญหา	จำนวนของ เสีย (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของ เสีย
รอยขีดข่วน	3,844	71.42
รอยจิกจิก	1,211	22.50
รูไม่ครบ	114	2.12
มีครีบบตามขอบ	213	3.96
รวม	5,382	100

จากตารางที่ 3 พบว่า ลักษณะของเสียที่มีปริมาณ  
เสียมากที่สุด คือ รอยขีดข่วนมีจำนวน 3,844 ชิ้น  
คิดเป็นร้อยละ 71.42 ของจำนวนของเสียทั้งหมด  
ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำปัญหารอยขีดข่วนมาทำการวิเคราะห์  
หาสาเหตุโดยประยุกต์ใช้แผนภูมิเหตุและผล เพื่อ  
กำหนดแนวทางแก้ไขแสดงดังรูปที่ 6 เนื่องจาก  
ผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์  
รถยนต์มีต้นทุนค่าใช้จ่ายต่อชิ้นสูง โดยผู้วิจัยได้ใช้  
เครื่องมือวิเคราะห์แผนภูมิพาเรโตในการจัดลำดับ  
ความสำคัญของปัญหา พบว่า ปัญหาที่มีจำนวนของ  
เสียมากที่สุดคือปัญหาที่เกิดจากรอยขีดข่วน มี  
ปริมาณของเสีย 3,844 ชิ้น คิดเป็น 71.42% ของ  
ปัญหาทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา  
โดยแผนภูมิพาเรโต

จากนั้นจึงได้ดำเนินการวิเคราะห์ความสามารถ  
ของกระบวนการสำหรับข้อมูลแบบแอตทริบิวต์คือ  
สัดส่วนผลิตภัณฑ์ข้อบกพร่อง [7] แสดงดังรูปที่ 5



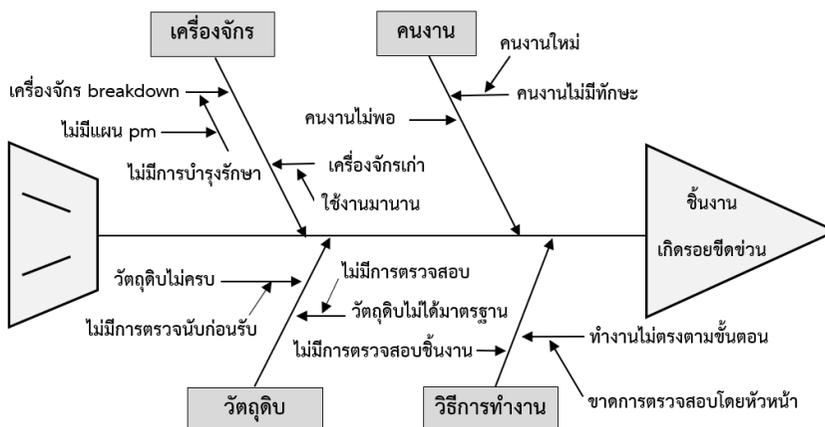
รูปที่ 5 ความสามารถกระบวนการสัดส่วนผลิตภัณฑ์ข้อบกพร่อง (ก่อนปรับปรุง)

จากรูปที่ 5 สำหรับความสามารถกระบวนการ (ก่อนปรับปรุง) พิจารณาจากค่า  $P_{pk}$  โดยผ่านค่า Process Z ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.7263 และแสดงเป็นค่า  $P_{pk} = \text{Process Z}/3 = 0.5754$  ซึ่งมีค่าต่ำมาก แสดงว่ากระบวนการมีความสามารถที่ต่ำมาก

3. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

เมื่อทราบถึงสาเหตุหลักของปัญหา ผู้วิจัยจึงได้เลือกแก้ไขปัญหารอยขีดข่วนที่มีจำนวนของ

เสียมากที่สุด จากนั้นนำสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้ผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) จากปัจจัย 4M คือ คน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการ โดยเทคนิคการระดมสมองประกอบด้วยหัวหน้าฝ่าย หัวหน้าแผนก พนักงานที่ปฏิบัติการป้อนชิ้นส่วน และทีมงานผู้วิจัย มาช่วยในการพิจารณาหาสาเหตุของปัจจัยและแนวทางการแก้ไขปัญหา [8] แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผังสาเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) ปัญหารอยขีดข่วน

4. แนวทางการแก้ไขปัญหาย โดยใช้ปัจจัย 4M สามารถแยกประเด็นปัญหาต่าง ๆ  
จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหากระบวนการ และแนวทางการแก้ไขปัญหาก็เกี่ยวข้องกับการเกิด  
ป้อนชิ้นส่วนชุดหน้าคลัทช์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ รอยขีดข่วนบนชิ้นงานได้แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา

ประเภท	สาเหตุของปัญหา	แนวทางการแก้ไข
พนักงานใหม่ (ปัจจัยคน)	โรงงานกรณีศึกษามีการรับพนักงานเข้ามาทำงาน มีการสอนงานที่รับผิดชอบเพียงครั้งเดียวที่หน้างาน ทำให้พนักงานใหม่ขาดทักษะในการทำงาน	ควรมีการจัดอบรมเพิ่มเติมความรู้ให้กับพนักงานใหม่ เพื่อให้เกิดทักษะในการทำงานอย่างเดือนละ 1 ครั้ง
ขาดทักษะในการทำงาน (ปัจจัยคน)	โรงงานกรณีศึกษามีการอบรมเพียงครั้งเดียวที่หน้างาน เนื่องจากกระบวนการผลิตมีความจำเป็นต้องใช้คนทำงาน	ควรมีการสลับพนักงานเข้ารับการอบรมหลังเลิกงาน อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง เพื่อให้เกิดทักษะและความชำนาญ และควรมีการประเมินผลการทำงานอย่างน้อยทุก ๆ 6 เดือน
ปัจจัยวัตถุดิบ	วัตถุดิบไม่ได้มาตรฐาน	ทำการตรวจสอบและคัดแยกวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานออก พร้อมบันทึกข้อมูลลงแบบฟอร์ม
ปัจจัยเครื่องจักร	เครื่องจักร breakdown	สร้างแผนการบำรุงรักษา และกำหนดระยะเวลาทุก ๆ 3 เดือนควรมีการบำรุงรักษาเครื่องจักร
ทำงานข้ามขั้นตอน (ปัจจัยวิธีการทำงาน)	จากการสังเกตพนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับกระบวนการป้อนชิ้นส่วนชุดหน้าคลัทช์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์จะทำการป้อนชิ้นส่วนตามที่ถูกคำกำหนด และเมื่อทำการป้อนเสร็จครบตามจำนวนแล้ว พนักงานจะทำการจัดส่งชิ้นส่วนให้กับลูกค้าโดยไม่มีการตรวจสอบ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ส่งไปบางชิ้นอาจมีของเสียหลุดออกไป ทำให้ต้องทำการผลิตเพิ่มเติมให้กับลูกค้าใหม่	ควรมีผู้ควบคุมดูแล กำกับ ติดตามการทำงานของพนักงานหรือระดับหัวหน้างาน และควรมีการตรวจสอบชิ้นส่วนจากการป้อนทุก ๆ 1 ชั่วโมงของการทำงาน
ไม่มีการตรวจสอบชิ้นงาน (ปัจจัยวิธีการทำงาน)	เนื่องจากพนักงานที่ทำหน้าที่ป้อนชิ้นส่วนชุดหน้าคลัทช์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์จะทำการป้อนชิ้นส่วนตั้งแต่ เวลา 08:00-17:00 น. โดยไม่มีการหยุดการทำงาน (ยกเว้นเวลาพักกับเวลาเลิกงาน) ทำให้มีผงเหล็กหรือสิ่งสกปรกจากกระบวนการป้อนมาเกาะตามบริเวณหน้าสัมผัสแม่พิมพ์ของเครื่องปั๊มโลหะขึ้นรูป ทำให้เวลาป้อนชิ้นส่วนเกิดการเป็นรอยขีดข่วน	ควรทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นก่อนทำการปั๊ม และทุก ๆ 1 ชั่วโมงควรมีการทำ ความสะอาดที่บริเวณหน้าสัมผัสแม่พิมพ์ของเครื่องปั๊มโลหะขึ้นรูป โดยการใช้ลมเป่าและใช้ผ้าสะอาดเช็ดและทำความสะอาด แสดงดังรูปที่ 7

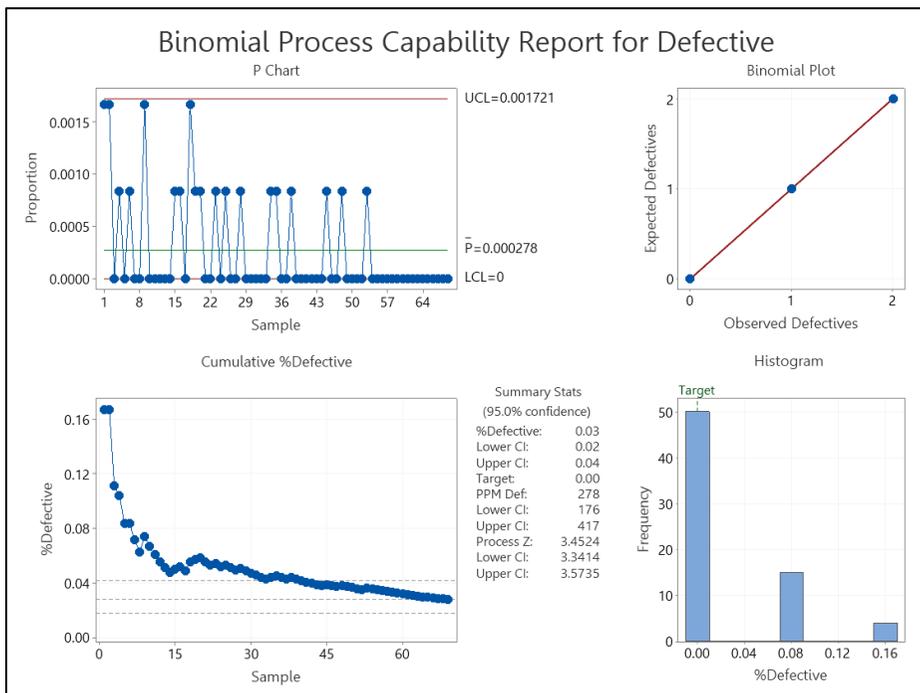


รูปที่ 7 แสดงการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ และแม่พิมพ์ปั๊มขึ้นรูป

### ผลการวิจัย

จากการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเพื่อลดของเสียในกระบวนการปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนชุดหน้าคัลท์ซ์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ โรงงานกรณีศึกษา โดยการวิเคราะห์ปัจจัยแผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) และเทคนิคการระดมสมอง พบว่า สาเหตุหลักของปัญหามาจากมีผงเหล็กหรือสิ่งสกปรกปรกมาเกาะตามบริเวณหน้าสัมผัสแม่พิมพ์ของเครื่องปั๊มโลหะขึ้นรูป ทำให้เวลาปั๊มขึ้นรูปเกิดการเป็นรอยขีดข่วน วิธีการ

ปรับปรุงโดยให้พนักงานทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นก่อนทำการปั๊ม และทุก ๆ 1 ชั่วโมงควรมีการทำความสะอาดที่บริเวณหน้าสัมผัสแม่พิมพ์ของเครื่องปั๊มโลหะ ขึ้นรูป โดยการใช้ลมเป่าและใช้ผ้าสะอาดเช็ด หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการปรับปรุงแก้ไข ระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน-มิถุนายน 2565 สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง [9] แสดงดังรูปที่ 8 และตารางที่ 5



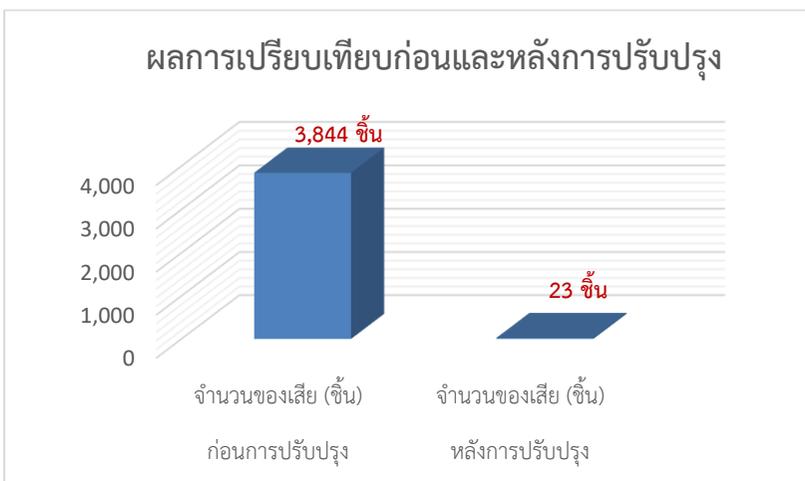
รูปที่ 8 ความสามารถกระบวนการสกัดส่วนผลิตภัณฑ์ข้อบกพร่อง (หลังปรับปรุง)

สำหรับความสามารถกระบวนการ (หลังปรับปรุง) พิจารณาจากค่า  $P_{pk}$  โดยผ่านค่า Process Z ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.4524 และแสดงเป็นค่า  $P_{pk} = \text{Process Z}/3 = 1.1508$  ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่ากระบวนการมีความสามารถ บ่งชี้ว่าจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการป้อนชิ้นส่วนคอมเพรสเซอร์มีจำนวนลดลง โดยหลังการปรับปรุงพบว่าค่า  $P_{pk}$  มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 1.33 ถือว่ากระบวนการผลิตไม่มีปัญหา แต่เกณฑ์ที่ดีกว่ากระบวนการผลิตมีความสามารถที่ดีควรมีค่าระหว่าง 1.33 ถึง 2 [4] ดังนั้นจึงควรปรับปรุงกระบวนการเพื่อให้ค่า  $P_{pk}$  มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1.33

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

ประเภทของเสีย	ก่อนการปรับปรุง จำนวนของเสีย (ชิ้น)	หลังการปรับปรุง จำนวนของเสีย (ชิ้น)
รอยขีดข่วน	3,844	23

จากตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการป้อนชิ้นส่วนชุดหน้าคลัทช์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ โรงงานกรณีศึกษา พบว่า ก่อนการปรับปรุงมีจำนวนของเสียรอยขีดข่วน 3,844 ชิ้น และหลังการปรับปรุงจำนวนของเสียลดลงเหลือ 23 ชิ้น ทำให้ของเสียลดลงจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 99.40 แสดงดังรูปที่ 8 โดยพบว่ามากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ถึง 19.40% เนื่องจากผู้วิจัยได้ตั้งเป้าหมายในวัตถุประสงค์การวิจัยที่จะลดของเสียลงให้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80



รูปที่ 9 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการเพิ่มขึ้นตอนตรวจสอบชิ้นงาน (ขั้นตอนที่ 5, 15) และทำความสะอาดเครื่องป้อนชิ้นงาน (ขั้นตอนที่ 8) กระบวนการป้อนชิ้นส่วนชุดหน้าคลัทช์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์หลังการปรับปรุงสามารถ

แบ่งขั้นตอนทำงานออกเป็น 16 ขั้นตอน ส่งผลให้เวลาทำงานจากเดิมก่อนการปรับปรุง 2.40 นาที เพิ่มขึ้นเป็น 2.80 นาที แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แผนภูมิกระบวนการผลิตขั้นตอนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ (หลังการปรับปรุง)

ขั้นตอนการทำงาน	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์
1. เตรียมเหล็กแผ่นเพื่อทำการ BLANK		0.30	●
2. นำเหล็กแผ่นมาที่เครื่องปั๊มเพื่อทำการ BLANK	2	0.20	➔
3. เปิดสวิตช์เครื่องปั๊ม		0.10	●
4. ทำการ BLANK เหล็กแผ่นให้เป็นรูปร่าง		0.25	●
5. ตรวจสอบชิ้นงานจากการปั๊ม		0.10	■
6. ปิดสวิตช์เครื่องปั๊ม		0.10	●
7. นำชิ้นงานออกจากเครื่องปั๊ม		0.20	●
8. ทำความสะอาดเครื่องปั๊มโดยลมเป่า		0.20	●
9. นำชิ้นงานไปที่เครื่อง DIE PRICE	1	0.15	➔
10. ใส่ชิ้นงานที่เครื่อง DIE PRICE เพื่อเจาะ ขึ้นรูป		0.20	●
11. เปิดสวิตช์เครื่อง DIE PRICE		0.10	●
12. ทำการเจาะรูและขึ้นรูป		0.20	●
13. ปิดสวิตช์เครื่อง DIE PRICE		0.10	●
14. นำชิ้นงานออกจากเครื่อง DIE PRICE		0.20	●
15. ตรวจสอบชิ้นงาน		0.10	■
16. บรรจุชิ้นงานลงกล่อง		0.30	●
<b>รวม</b>	<b>3</b>	<b>2.80</b>	

### สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ โรงงานกรณีศึกษา พบว่า ของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์มาจากสาเหตุปัญหารอยขีดข่วนที่มีจำนวนของเสียมากที่สุด เนื่องมาจากมีผงเหล็กหรือสิ่งสกปรกจากกระบวนการปั๊มเกาะตามบริเวณหน้าสัมผัสแม่พิมพ์ของเครื่องปั๊มโลหะขึ้นรูป ทำให้เวลาปั๊มขึ้นส่วนเกิดการเป็นรอยขีดข่วน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้หาแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) วิเคราะห์ปัจจัยและเทคนิคการระดมสมองโดยให้พนักงานทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นก่อนทำการปั๊ม และทุก ๆ 1 ชั่วโมงควรมีการทำความสะอาดที่บริเวณหน้าสัมผัสแม่พิมพ์ของเครื่องปั๊มโลหะขึ้นรูป โดย

การใช้ลมเป่าและใช้ผ้าสะอาดเช็ด ทำให้สามารถลดของเสียในกระบวนการปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ได้ จากการดำเนินการดังกล่าวสามารถลดเปอร์เซ็นต์ของเสียถึง 99.40 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มค่าดัชนีวัดความสามารถของกระบวนการระยะยาว ( $P_{pk}$ ) จาก 0.5754 เป็น 1.1508 จึงสรุปได้ว่าการดำเนินงานเพื่อลดของเสียนี้มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและเป็นที่ยังพอใจของโรงงานกรณีศึกษาโดยมีความสอดคล้องกับงานวิจัย [5] และ [11]

### ข้อเสนอแนะ

1. การปั๊มขึ้นส่วนชุดหน้าคัลท์คอมเพรสเซอร์แอร์รถยนต์ควรคำนึงถึงวัสดุโลหะและความเหมาะสมของแรงปั๊มขึ้นส่วนเพื่อให้เกิดประโยชน์และสามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นได้จริง

2. ควรนำสถิติทางวิศวกรรมมาทดสอบความเหมาะสมของแรงป้อนขึ้นส่วนเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความสอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น

3. ควรศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อรอยขีดข่วนของชิ้นงานด้วยหลักการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) [10] ในการกำหนดระดับปัจจัยที่เหมาะสม เพื่อลดปริมาณของเสีย และส่งผลให้ดัชนีการวิเคราะห์ความสามารถกระบวนการ ( $P_{pk}$ ) มีค่าสูงขึ้น

### References

- [1] S. Nathaphan, *Quality Control*. Bangkok: Ceducion Company Limited (Public Company), 2008.
- [2] T. Sunarak, "Defect Reduction in the Welding Process of Motorcycle STAY R-L Parts," *The Journal of Industrial Technology: Suan Sunandha Rajabhat University*, vol. 6, no. 1, pp. 6-15, Jan. - Jun., 2018.
- [3] U. Inklay, "Process Improvement to Reduce Waste in the Forming Punching," *Engineering Transactions*, vol. 24, no. 1, pp. 19-27, 2021.
- [4] T. Mayureesawan, *Industrial Quality Control*. Bangkok: Textbook Publishing and Digital Publication Center KMUTNB, 2544.
- [5] S. Mekboon and J. Plongmai, "Defects Reduction in Metal Parts Production Process," *Kasem Bundit Engineering Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 91-106, Jan. - Jun., 2016.
- [6] N. Maneechot and P. Pijitbanjong, "Defect Reduction in Standard Thai Rubber Production Process," *Thai Industrial Engineering Network Journal*, vol. 5, no. 1, pp. 66-74, Jan. - Jun., 2019.
- [7] V. Pongpornsap, *Statistics for Factory Engineers (Practical Sector)*. Bangkok: JST-Japan Science and Technology Agency (Thailand-Japan) Association, 2015.
- [8] K. AthiKulrat and K. Dolpanya, "Defective Reduction in the Production Process of Plastic Films," *Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal*, vol. 11, no. 13, pp. 41-50, Jan. - Jun., 2019.
- [9] S. Mekboon and J. Plongmai, "Defects Reduction in Metal Parts Production Process," *Kasem Bundit Engineering Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 91-106, Jan. - Jun., 2016.
- [10] S. Choobthaisong and R. Kanchana, "Reducing Defectives in Plastic Injection Process of Telephone Part By Design of Experiment," *SWU Engineering Journal*, vol. 15, no. 3, pp. 17-31, Sep. - Dec., 2020.
- [11] S. Mekboon and J. Plongmai, "Defects Reduction in Polymer Solid Capacitor Production Process," *Kasem Bundit Engineering Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 105-123, Jan. - Jun., 2017.

## การพยากรณ์การสั่งซื้อน้ำดื่มที่เหมาะสม สำหรับสินค้าคงคลัง ร้านค้ากรณีศึกษา

ณัฐพร ตั้งเจริญชัย<sup>1\*</sup>, จิรวัดน์ เศวตบุญยสิทธิ์<sup>2</sup>, ชมาวีร์ มุกสุวรรณ<sup>3</sup>, ศศิวิมล สะทองเพชร<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>เทคโนโลยีวิศวกรรมจัดการและโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพลอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

Email: nattaporn.t@psru.ac.th<sup>\*</sup>

Received: Jul 26, 2023

Revised: Sep 14, 2023

Accepted: Nov 9, 2023

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ความต้องการในการสั่งซื้อสินค้าประเภทน้ำดื่มที่เหมาะสม ของร้านค้ากรณีศึกษา ตั้งอยู่ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยผลการวิจัย พบว่า น้ำดื่มขนาด 350 มล. มีความเหมาะสมในการหาค่าความต้องการน้ำดื่มด้วยวิธีการพยากรณ์แบบเอกซ์โปเนนเชียล เนื่องจากวิธีการดังกล่าวให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับยอดขายจริงมีค่าร้อยละความแม่นยำเท่ากับ 95.20 น้ำดื่มขนาด 600 มล. และ น้ำดื่มขนาด 1,500 มล. มีความเหมาะสมในการหาค่าความต้องการน้ำดื่มด้วยวิธีการพยากรณ์แบบถดถอย เนื่องจากวิธีการดังกล่าวให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับยอดขายจริงมีค่าร้อยละความแม่นยำเท่ากับ 99.60 และ 99.11 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ได้จากการเปรียบเทียบต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง พบว่า การบริหารสินค้าคงคลังแบบใหม่ส่งผลทำให้สามารถลดต้นทุน ซึ่งสามารถลดปริมาณการจัดการต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลังของน้ำดื่มขนาด 350 มล. สามารถลดต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลังลงไป 1,244.17 บาท คิดเป็นร้อยละ 23.96 สำหรับน้ำดื่มขนาด 600 มล. สามารถลดต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง 15,028.13 บาท คิดเป็นร้อยละ 34.82 และน้ำดื่มขนาด 1,500 มล. สามารถลดต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง 6,542.51 บาท คิดเป็นร้อยละ 30.68 จากข้อมูลข้างต้นสามารถลดต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลังโดยรวมทั้งหมด 22,814.81 บาท คิดเป็นร้อยละ 32.75

**คำสำคัญ :** การพยากรณ์, น้ำดื่ม, สินค้าคงคลัง

## Predicting the Right Drinking Water Purchase for Inventory Case Study Store

Nattaporn Tungcharoenchai<sup>1\*</sup>, Jeerawat Sawetbunyasit<sup>2</sup>, Samawee Muksuwan<sup>3</sup>,  
Sasiwimon Sathongphet<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Logistics and Management Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology,  
Pibulsongkram Rajabhat University 65000  
Email: nattaporn.t@psru.ac.th<sup>1\*</sup>

Received: Jul 26, 2023

Revised: Sep 14, 2023

Accepted: Nov 9, 2023

### Abstract

The purpose of this research is to compare methods for forecasting demand for purchasing appropriate drinking water products. of store case studies Located in Mueang Subdistrict, Mueang District, Phitsanulok Province. The results of the research found that 350 mL of drinking water is suitable for estimating the demand for drinking water using the exponential forecasting method. This is because louder methods provide the lowest tolerances. When compared to actual sales, the accuracy percentage is 95.20. 600 ml. drinking water and 1,500 ml. drinking water was appropriate to determine the demand for drinking water using the regression forecasting method. This is because louder methods provide the lowest tolerances. When compared with actual sales, the percentage accuracy was 99.60 and 99.11, respectively. The results from comparing inventory management costs found that the new inventory management resulted in reduced costs. This can reduce the amount of inventory management costs for 350 ml. of drinking water. Inventory management costs can be reduced by 1,244.17 baht or 23.96 percent. For 600 ml. drinking water, inventory management costs can be reduced by 15,028.13 baht. calculated as 34.82 percent and 1,500 ml of drinking water can reduce inventory management costs by 6,542.51 baht, calculated as 30.68 percent. From the above information, it can reduce inventory management costs in total by 22,814.81 baht, calculated as 32.75 percent.

**Keywords :** Forecasting, Drinking Water, Inventory

## บทนำ

การบริหารโกนน้ำดื่มมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต โดยร่างกายของมนุษย์นั้นมีความเป็นส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำประมาณ 70 ของน้ำหนักตัว ซึ่งน้ำมีส่วนสำคัญที่ช่วยให้การดูดซึมของระบบสารอาหารในกระบวนกรย่อย และยังช่วยรักษาสมดุลความเป็นกรดต่างในร่างกายของมนุษย์ [1] ในปัจจุบันการบริหารโกนน้ำดื่มของมนุษย์นั้นมีความนิยมบริหารโกนน้ำดื่มบรรจุขวดเนื่องจากความสามารถในการตอบสนองความต้องการได้อย่างรวดเร็ว พกพาสะดวกและผู้บริโภคเชื่อว่าน้ำดื่มที่ผลิตลงขวดนั้นมีความสะอาดและปลอดภัยต่อการบริโภค [2]

จากการบริโภคเครื่องดื่มในประเทศ (สัดส่วนร้อยละ 90 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด) ซึ่งอุตสาหกรรมเครื่องดื่มโดยรวมในปี 2565 - 2567 มีแนวโน้มเติบโตตามตลาดในประเทศซึ่งเป็นตลาดหลัก เนื่องจากผู้ประกอบการไทยมีฐานการผลิตในตลาดอาเซียนซึ่งเป็นตลาดส่งออกหลักในส่วนของผู้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดคาดว่าจะรายได้ในปี 2564 จะทรงตัวจากมาตรการควบคุมการเปิดบริการของร้านอาหารชั่วคราวและภาวะท่องเที่ยวชบเซา แต่จะขยายตัวดีขึ้นในปี 2565 - 2567 ตามทิศทางเศรษฐกิจ ขณะที่ภาวะการแข่งขันยังคงรุนแรง ทั้งจากผู้ผลิตภายในอุตสาหกรรมเดียวกันและเครื่องดื่มทดแทนโดยเฉพาะเครื่องดื่มผสมวิตามินที่มีความนิยมเพิ่มขึ้นตามกระแสใส่ใจสุขภาพ [3]

สำหรับในส่วนของการจัดจำหน่ายน้ำดื่มที่สูงขึ้นนั้น ผู้ประกอบการทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ที่ไม่ได้คำนึงถึงปริมาณที่การสั่งสินค้าให้เหมาะสมกับความต้องการจริงในปัจจุบันนั้นทำให้การวางแผนการพยากรณ์เป็นการสั่งแบบใช้ความเชี่ยวชาญทำให้เกิดปริมาณสินค้าคงคลังที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการจริง จะเห็นได้ว่า การวางแผนการพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพจะสามารถช่วยลดต้นทุนที่เกิดจากการสั่งสินค้าที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป ให้เกิดความสมดุลระหว่างอุปสงค์ (Demand) และอุปทาน (Supply) ซึ่งการพยากรณ์

ยอดขายที่ใช้เพื่อนำมาเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์และสามารถปรับปรุงการบวนการบริหารสินค้าคงคลังให้มีความเหมาะสม ด้วยวิธีการพยากรณ์ในแต่ละวิธีดังนี้ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) วิธีเอกซ์โปเนนเชียลปรับเรียบเดี่ยว (Single Exponential Smoothing) [4] วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าความแม่นยำจากค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) [5-6] ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation: MAD) และค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) [7]จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าน้ำดื่มมีความสำคัญและจำเป็นต่อร่างกายของมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันมนุษย์หันมาบริโภคน้ำดื่มแบบขวดพลาสติกที่สามารถพกพาได้สะดวก

จากความต้องการน้ำดื่มที่สูงขึ้นนั้นผู้ประกอบการทั้งรายใหญ่และรายเล็กจึงไม่ได้คำนึงถึงปริมาณที่สั่งสินค้าให้เหมาะสมกับความต้องการจริงในปัจจุบัน โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาปริมาณความต้องการน้ำดื่มของผู้ประกอบการขนาดเล็กที่มีความต้องการหาปริมาณความต้องการของน้ำดื่มทั้งหมด 3 ขนาด ได้แก่ 350 มล. 600 มล. และ 1,500 มล. ซึ่งทั้งน้ำดื่มทั้ง 3 ขนาดมียอดขายที่ไม่เท่ากันและมีปริมาณความต้องการในกลุ่มลูกค้าที่แตกต่างกันออกไป ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการพยากรณ์ทำให้มีความต้องการที่จะปรับปรุงความแม่นยำของการพยากรณ์ โดยเน้นวิธีการพยากรณ์ที่ไม่ซับซ้อนและประยุกต์ใช้ได้ง่าย เพื่อเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ยอดขายที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์และสามารถปรับปรุงกระบวนการบริหารสินค้าคงคลังของร้านค้าปลีกขนาดเล็กให้มีความเหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจในการพยากรณ์ความต้องการในการสั่งซื้อสินค้าประเภทน้ำดื่มที่เหมาะสม เพื่อช่วยในการวางแผนการสั่งซื้อสินค้าประเภทน้ำดื่ม

ให้เหมาะสมกับการจัดการต้นทุนการบริหาร  
สินค้าคงคลัง

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ความต้องการในการสั่งซื้อสินค้าประเภทน้ำดื่มที่เหมาะสม

2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการพยากรณ์น้ำดื่มในการจัดการต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง

### ระเบียบวิธีวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยของการหาค่าที่เหมาะสมในการพยากรณ์ความต้องการการสั่งซื้อสินค้าประเภทน้ำดื่มมาขายที่ร้านค้ากรณีศึกษา โดยการศึกษาขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาปัญหาปริมาณยอดขายของน้ำดื่มของร้านค้ากรณีศึกษา

2. จากการเก็บรวบรวมข้อมูลยอดขายน้ำดื่มของร้านค้ากรณีศึกษาขนาดเล็ก ซึ่งร้านค้าดังกล่าวไม่ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลยอดขายมาก่อนหน้านี้มีเพียงข้อมูลที่ทางเจ้าของร้านได้จดบันทึกข้อมูลไว้ในช่วงเดือนกันยายน 2563 ถึงเดือนมกราคม 2565 จำนวน 17 เดือน เพื่อทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ในเดือนที่ 18 คือ เดือนกุมภาพันธ์ 2565

3. งานวิจัยนี้ทำการพยากรณ์การสั่งซื้อน้ำดื่มทั้ง 3 ขนาด เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ โดยใช้วิธีการพยากรณ์ความต้องการของน้ำดื่ม ผู้วิจัยทำการพยากรณ์ทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) การพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average : MA) เป็นรูปแบบการให้ความสำคัญของชุดข้อมูลที่เท่ากันทั้งหมด [8] โดยมีสมการดังนี้

$$MA_N = \frac{\sum_{t=1}^N D_t}{N} \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ  $t$  หมายถึง ดัชนีคาบเวลา  
 $D_t$  หมายถึง ปริมาณความต้องการในคาบที่  $t$   
 $N$  หมายถึง จำนวนข้อมูล

2. วิธีเอกซ์โปเนนเชียลปรับเรียบเดี่ยว (Single Exponential Smoothing: SES) ซึ่งวิธีการนี้จะมีค่าสัมประสิทธิ์  $\alpha$  ในการปรับเรียบ (Smoothing Constant) โดยการปรับค่า  $\alpha$  จะส่งผลต่อการปรับเรียบของชุดข้อมูล ถ้าหาปรับค่า  $\alpha$  ให้มีค่าต่ำจะส่งผลให้การพยากรณ์มีความราบเรียบมากขึ้น แต่ถ้าหากปรับค่า  $\alpha$  ให้มีค่าสูงขึ้นจะมีผลต่อความสัมพันธ์ในการตอบสนองระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าความต้องการครั้งล่าสุดค่าความต้องการโดยทั่ว ๆ ไป [8] มีสมการดังนี้

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(D_t - F_t) \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ  $t$  หมายถึง ดัชนีคาบเวลา  
 $D_t$  หมายถึง ปริมาณความต้องการในคาบที่  $t$   
 $F_t$  หมายถึง ค่าพยากรณ์ความต้องการในคาบที่  $t$   
 $F_{t+1}$  หมายถึง ค่าพยากรณ์ความต้องการในคาบที่  $t+1$   
 $\alpha$  หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ปรับเรียบมีค่าอยู่ในช่วง 0-1

3. วิธีการวิเคราะห์ถดถอย (Regression Analysis) การวิเคราะห์ข้อมูลจะดูที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ซึ่งข้อมูลที่ทำกรเก็บรวบรวมนั้นต้องเป็นข้อมูลที่แน่นอน [9] โดยมีสมการดังนี้

$$Y_t = a + bt \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ  $Y_t$  หมายถึง ตัวแปรตามซึ่งในที่นี้คือความต้องการสินค้า  
 $a$  หมายถึง ค่าตัดแกน  
 $b$  หมายถึง ค่าความชันของเส้นกราฟ

t หมายถึง ดัชนีคาบเวลา

เพื่อหาค่าวิธีการพยากรณ์ความต้องการของน้ำดื่มที่เหมาะสมกับน้ำดื่มแต่ละขนาดโดยทำการอธิบายผลจากยอดขายสูงสุดไปยังต่ำสุดตามลำดับ และได้ทำการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน [10] ดังต่อไปนี้

ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation: MAD) เป็นการวิเคราะห์ค่าความแม่นยำจากค่าเฉลี่ย ผลรวมของความแตกต่างระหว่างค่าข้อมูลที่แท้จริงกับการพยากรณ์ โดยมีสูตรที่ใช้คำนวณดังนี้

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^N |Y_t - \hat{Y}_t|}{N} \dots\dots\dots(4)$$

เมื่อ  $Y_t$  หมายถึง ข้อมูลที่จริง  
 $\hat{Y}_t$  หมายถึง ค่าข้อมูลที่ทำกรพยากรณ์  
 $N$  หมายถึง จำนวนข้อมูล

ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่กำลังสอง (Mean Square Deviation: MSD) หรือ ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) เป็นการวิเคราะห์ค่าความแม่นยำจากค่าเฉลี่ยความผิดพลาดโดยพิจารณาความแตกต่างระหว่างค่าพยากรณ์กับค่าจริง [11] โดยมีสูตรที่ใช้คำนวณดังนี้

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^N (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{N} \dots\dots\dots(5)$$

เมื่อ  $Y_t$  หมายถึง ข้อมูลที่จริง  
 $\hat{Y}_t$  หมายถึง ค่าข้อมูลที่ทำกรพยากรณ์  
 $N$  หมายถึง จำนวนข้อมูล

ค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

เป็นการวิเคราะห์ค่าความแม่นยำจากการคำนวณร้อยละความผิดพลาดในการพยากรณ์โดยไม่คำนึงถึงเครื่องหมาย ค่าที่ได้ต่ำ ขึ้นอยู่กับการเลือกค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์เฉลี่ยร้อยละที่กำหนด ซึ่งเป็นวิธีการที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่แม่นยำกว่าวิธีการหาค่าความคลาดเคลื่อนแบบอื่น ๆ [12] โดยมีสูตรที่ใช้คำนวณดังนี้

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100}{N} \dots\dots\dots(6)$$

เมื่อ  $Y_t$  หมายถึง ข้อมูลที่จริง  
 $\hat{Y}_t$  หมายถึง ค่าข้อมูลที่ทำกรพยากรณ์  
 $N$  หมายถึง จำนวนข้อมูล

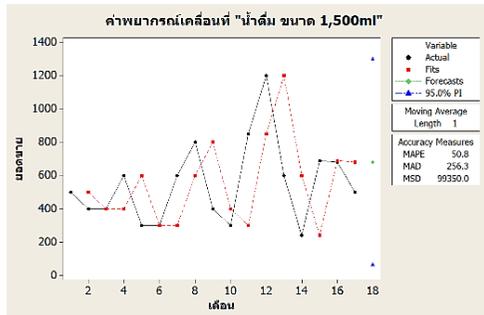
4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab 18 ทั้ง 3 วิธี เพื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบในการหาค่าความคลาดเคลื่อนที่เหมาะสมกับการสั่งซื้อน้ำดื่มทั้ง 3 ขนาด
5. นำข้อมูลที่ได้จากการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนต่ำสุดนำไปเปรียบเทียบกับยอดขายจริงในเดือนกุมภาพันธ์ พร้อมทั้งเปรียบเทียบต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง
6. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

### ผลการวิจัย

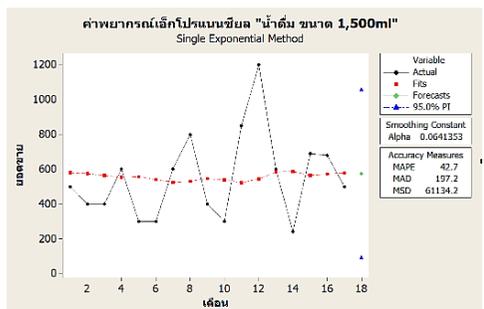
จากการศึกษาปริมาณยอดขายน้ำดื่มของร้านค้ากรณีศึกษานั้นทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือน กันยายน 2563 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2565 โดยได้ทำการคัดเลือกน้ำดื่มที่มียอดขายสูงสุดไปยังต่ำสุด ได้แก่ 600 มล. 1,500 มล. และ 350 มล. ตามลำดับ ซึ่งทางผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์การพยากรณ์ของน้ำดื่มทั้ง 3 ขนาดด้วยวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) การพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) 2) การพยากรณ์แบบเอกซ์โปเนนเชียล (Single Exponential Smoothing)

3) การพยากรณ์แบบถดถอย (Regression Analysis) เพื่อดำเนินการหาค่าพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมกับน้ำดื่มทั้ง 3 ขนาด โดยมีข้อมูลดังนี้

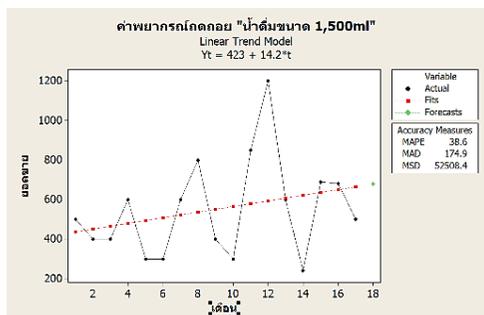
1. การหาวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 รูปแบบ ของความต้องการน้ำดื่มขนาด 1,500 มล. เพื่อทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ในเดือนถัดไป โดยมีข้อมูลเปรียบเทียบดังนี้



รูปที่ 1 กราฟค่าพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของน้ำดื่มขนาด 1,500 มล.



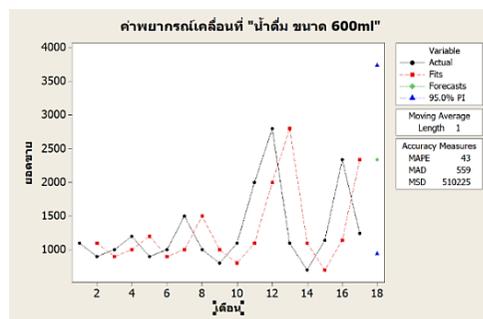
รูปที่ 2 กราฟค่าพยากรณ์แบบเอกซ์โปเนนเชียลของน้ำดื่มขนาด 1,500 มล.



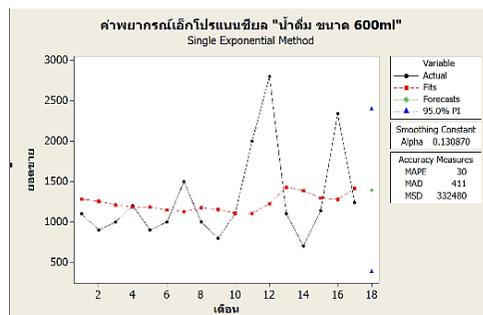
รูปที่ 3 กราฟค่าพยากรณ์แบบถดถอยของน้ำดื่มขนาด 1,500 มล.

จากรูปที่ 1 ถึงรูปที่ 3 มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 50.8, 42.7 และ 38.6ตามลำดับ ซึ่งมีค่าร้อยละเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 256.3, 197.2 และ 174.9ตามลำดับ และมีค่าร้อยละค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่กำลังสองเท่ากับ 99,350, 61,134.2 และ 52,508.4ตามลำดับ

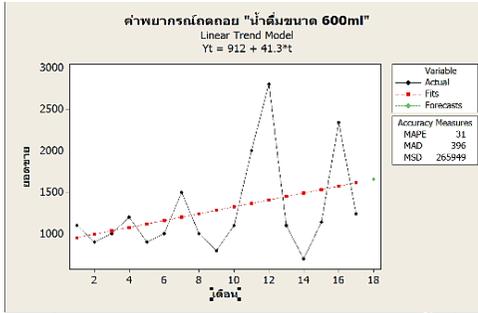
2.การหาวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 รูปแบบ ของความต้องการน้ำดื่มขนาด 600 มล. เพื่อทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ในเดือนถัดไป โดยมีข้อมูลเปรียบเทียบดังนี้



รูปที่ 4 กราฟค่าพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของน้ำดื่มขนาด 600 มล.



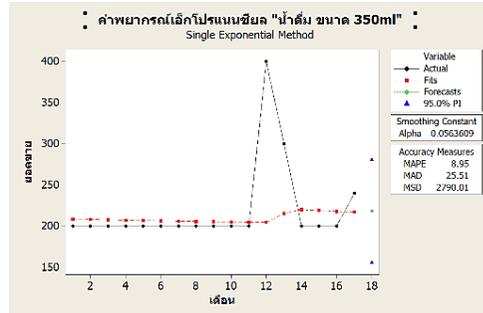
รูปที่ 5 กราฟค่าพยากรณ์แบบเอกซ์โปเนนเชียลของน้ำดื่มขนาด 600 มล.



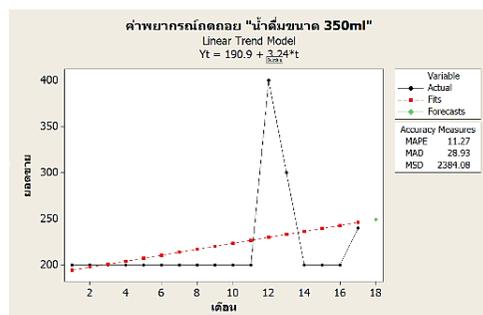
รูปที่ 6 กราฟค่าพยากรณ์แบบถดถอยของน้ำดื่มขนาด 600 มล.

จากรูปที่ 4 ถึงรูปที่ 6 มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 43, 30 และ 31 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าร้อยละเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 559, 411 และ 396 ตามลำดับ และมีค่าร้อยละค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่กำลังสองเท่ากับ 510,225, 332,480 และ 265,949 ตามลำดับ

3. การหาวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 รูปแบบ ของความต้องการน้ำดื่มขนาด 350 มล. เพื่อทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ในเดือนถัดไป โดยมีข้อมูลเปรียบเทียบดังนี้



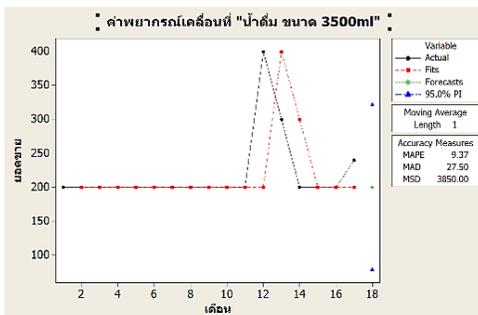
รูปที่ 8 กราฟค่าพยากรณ์แบบเอกซ์โปเนนเชียลของน้ำดื่มขนาด 350 มล.



รูปที่ 9 กราฟค่าพยากรณ์แบบถดถอยของน้ำดื่มขนาด 350 มล.

จากรูปที่ 7 ถึงรูปที่ 9 มีค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 9.37, 8.95 และ 11.27 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าร้อยละเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 27.50, 25.51 และ 28.93 ตามลำดับ และมีค่าร้อยละค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่กำลังสองเท่ากับ 3,850, 2790.01 และ 2384.08 ตามลำดับ

4. ผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับน้ำดื่มทั้ง 3 วิธี เพื่อทำการเลือกค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดตามเกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อน 3 เกณฑ์ คือ MAPE MSD และ MAD แต่จะอ้างอิงจากค่า MAD และค่า MAPE ที่ทำให้วิธีการพยากรณ์ ที่ให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดมาใช้ในการพยากรณ์คำสั่งซื้อในอนาคต โดยมีผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ดังตารางที่ 1



รูปที่ 7 กราฟค่าพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของน้ำดื่มขนาด 350 มล.

**ตารางที่ 1** ผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ของน้ำดื่มทั้ง 3 ขนาด

ขนาด	วิธีการ	MAPE	MAD	MSD	นับค่าพยากรณ์ที่ทำให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำสุด (วิธีการ)
น้ำดื่ม ขนาด 1,500 มล.	Moving Average	50.8	256.3	99,350	0
	Single Exponential Smoothing	42.7	197.2	61,134.2	0
	Regression Analysis	38.6	174.9	52,508.4	3
น้ำดื่ม ขนาด 600 มล.	Moving Average	43	559	510,225	0
	Single Exponential Smoothing	30	411	322,480	1
	Regression Analysis	31	396	265,949	2
น้ำดื่ม ขนาด 350 มล.	Moving Average	9.37	27.50	3,850	0
	Single Exponential Smoothing	8.95	25.51	2,790.01	2
	Regression Analysis	11.27	28.93	2,384.08	1

จากตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ของน้ำดื่มทั้ง 3 ขนาด ทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จากการเปรียบเทียบการพยากรณ์ จาก MAPE MSD และ MAD และค่า MAPE ที่ทำให้วิธีการพยากรณ์ ที่ให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดมาใช้ในการพยากรณ์คำสั่งซื้อในอนาคต ซึ่งสามารถสรุปข้อมูลได้ดังนี้

น้ำดื่มขนาด 1,500 มล.จากการเปรียบเทียบข้อมูลการพยากรณ์ที่ทำให้ค่าความผิดพลาดในแต่ละรูปแบบนั้นจากค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ Regression Analysis ให้ค่า MAPE ต่ำสุดเท่ากับ 38.6 ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ Regression Analysis ให้ค่า MAD ต่ำสุดเท่ากับ 174.9 และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่กำลังสองของวิธีการพยากรณ์แบบ Regression Analysis ให้ค่า MSD ต่ำสุดเท่ากับ 52,508.4 จากข้อมูลการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดทั้ง 3 วิธีการ มีเพียงวิธีการเดียวที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด จึงเลือกวิธีการพยากรณ์ แบบถดถอย(Regression Analysis) ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลของน้ำดื่มขนาด 1,500 มล.

น้ำดื่มขนาด 600 มล.จากการเปรียบเทียบข้อมูลการพยากรณ์ที่ทำให้ค่าความผิดพลาดใน

แต่ละรูปแบบนั้นจากค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ Single Exponential Smoothing ให้ค่า MAPE ต่ำสุดเท่ากับ 30 ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ Regression Analysis ให้ค่า MAD ต่ำสุดเท่ากับ 369 และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่กำลังสองของวิธีการพยากรณ์แบบ Regression Analysis ให้ค่า MSD ต่ำสุดเท่ากับ 265,949 จากข้อมูลการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดทั้ง 3 วิธีการ มี 2 วิธีการ ที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดคือ วิธีวิธีเอกซ์โปเนนเชียลปรับเรียบเดี่ยว (Single Exponential Smoothing) ที่มีค่า MAPE ต่ำที่สุดเพียง 1 ค่า และแบบถดถอย (Regression Analysis) ที่มีค่า MAD และ MSD ต่ำที่สุดทั้ง 2 ค่า ดังนั้น การเลือกค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด ตามเกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อน 3 เกณฑ์คือ MAPE MSD และ MAD แต่จะอ้างอิงจากค่า MAD และค่า MAPE ซึ่งค่าความผิดพลาดในแต่ละรูปแบบมีค่าต่ำสุดเหมือนกันจึงทำให้ต้องดูค่า MSD ของแต่ละวิธีการพยากรณ์ที่ให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดมาใช้ในการพยากรณ์คำสั่งซื้อในอนาคต คือ วิธีการพยากรณ์แบบถดถอย

(Regression Analysis) ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลของน้ำดื่มขนาด 600 มล.

น้ำดื่มขนาด 350 มล. จากการเปรียบเทียบข้อมูลการพยากรณ์ที่ทำให้ค่าความผิดพลาดในแต่ละรูปแบบนั้นจากร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของวิธีการพยากรณ์แบบ Single Exponential Smoothing ให้ค่า MAPE ต่ำสุดเท่ากับ 8.95 ค่าเบี่ยงเบนสัมบูรณ์เฉลี่ยของวิธีการพยากรณ์แบบ Single Exponential Smoothing ให้ค่า MAD ต่ำสุดเท่ากับ 25.51 และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่กำลังสองของวิธีการพยากรณ์แบบ Regression Analysis ให้ค่าต่ำ MSD สุดเท่ากับ 2,384.08 จากข้อมูลการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดทั้ง 3 วิธีการ มี 2 วิธีการ ที่ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดคือ วิธีการพยากรณ์แบบถดถอย (Regression Analysis) ที่มีค่า MSD ต่ำที่สุดเพียง 1 ค่า และวิธีเอกซ์โปเนนเชียลปรับ

เรียบเดี่ยว (Single Exponential Smoothing) ที่มีค่า MAPE และ MAD ต่ำที่สุดทั้ง 2 ค่า ดังนั้นการเลือกค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด ตามเกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อน 3 เกณฑ์คือ MAPE MSD และ MAD แต่จะอ้างอิงจากค่า MAD และค่า MAPE ซึ่งค่าความผิดพลาดในแต่ละรูปแบบมีค่าต่ำสุดเหมือนกันจึงเลือกวิธีการพยากรณ์แบบเอกซ์โปเนนเชียลอย่างง่าย (Single Exponential Smoothing) ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลของน้ำดื่มขนาด 350 มล.

5. เปรียบเทียบผลการพยากรณ์กับยอดขายน้ำดื่มในเดือนกุมภาพันธ์ จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ที่ได้ทำการสรุปในตารางที่ 1 ซึ่งทางผู้วิจัยได้นำผลการพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดนำไปเปรียบเทียบกับยอดขายจริงในเดือนกุมภาพันธ์ โดยสามารถสรุปข้อมูลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับยอดขายน้ำดื่ม

ขนาดน้ำดื่ม (มล.)	ค่าพยากรณ์ (แพ็ค)	ยอดขายในเดือนกุมภาพันธ์ (แพ็ค)	ร้อยละความแม่นยำ
350	250	238	95.20
600	1,655	1,650	99.60
1,500	679	673	99.11

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์กับยอดขายน้ำดื่มของร้านค้ากรณีศึกษาขนาดเล็กของน้ำดื่มทั้ง 3 ขนาด ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Minitab18) เป็นลิขสิทธิ์ (PSRU-1060-7440-013-1-62) โดยมีวิธีการสำหรับการพยากรณ์ของน้ำดื่มขนาด 1,500 มล. และ 600 มล. เป็นวิธีการพยากรณ์แบบถดถอย (Regression Analysis) โดยค่าการพยากรณ์คำสั่งซื้อในอนาคตของเดือนถัดไปมาเปรียบเทียบกับค่าความต้องการจริงโดยมีค่าความแม่นยำร้อยละ 99.11 และ 99.60 ตามลำดับ และการพยากรณ์ของน้ำดื่มขนาด 350 มล. ด้วยวิธีเอกซ์โปเนนเชียลปรับเรียบเดี่ยว (Single Exponential Smoothing) นำค่าการพยากรณ์คำสั่งซื้อในอนาคตของเดือนถัดไปมาเปรียบเทียบกับค่าความต้องการจริงโดยมีค่าความแม่นยำร้อยละ 95.20 จากค่าความแม่นยำของการพยากรณ์ทั้ง 3 ขนาดนั้น เนื่องจากจากค่าค่า MAD และค่า MAPE ซึ่งค่าความผิดพลาดในแต่ละรูปแบบมีค่าต่ำสุดเหมือนกันจึงทำให้ค่าที่พยากรณ์ได้และค่าจริงมีค่าใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลังแบบเดิมและแบบใหม่

ขนาดน้ำดื่ม (มล.)	ต้นทุนการบริหารสินค้า คงคลังเดิม (บาท)		ต้นทุนการบริหารสินค้า คงคลังใหม่ (บาท)		ร้อยละ ประสิทธิภาพ
	ต้นทุนรวมใน การเก็บรักษา	ต้นทุนรวมใน การสั่งซื้อ	ต้นทุนรวมใน การเก็บรักษา	ต้นทุนรวมใน การสั่งซื้อ	
350	3,750.00	1,442.67	3,000.00	948.50	23.96
600	42,000.00	1,153.35	27,000.00	1,125.23	34.82
1500	20,000.00	1,326.30	13,500.00	1,283.78	30.68

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลังแบบเดิมและแบบใหม่ เป็นการเปรียบเทียบต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลังแบบเดิม ซึ่งมีผลทำให้ลดต้นทุนของน้ำดื่มขนาด 350 มล. ลงไป 1,244.17 บาท คิดเป็นร้อยละ 23.96 ส่วนน้ำดื่มขนาด 600 มล. สามารถลดต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง 15,028.13 บาท คิดเป็นร้อยละ 34.82 และน้ำดื่มขนาด 1,500 มล. สามารถลดต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง 6,542.51 บาท คิดเป็นร้อยละ 30.68 จากข้อมูลข้างต้นสามารถลดต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลังโดยรวมทั้งหมด 22,814.81 บาท คิดเป็นร้อยละ 32.75

### สรุปและอภิปรายผล

จากวัตถุประสงค์การวิจัยในการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ความต้องการในการสั่งซื้อสินค้าประเภทน้ำดื่มที่เหมาะสมของร้านค้าขนาดเล็ก โดยข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวมมานั้นทางร้านไม่ได้มีเก็บเก็บรวบรวมมาก่อนมีเพียงข้อมูลที่ทางร้านได้ดำเนินการจดบันทึกข้อมูลไว้ในช่วงเดือนกันยายน 2563 ถึงเดือนมกราคม 2565 รวมทั้งสิ้น 17 เดือน ซึ่งการเปรียบเทียบการพยากรณ์จะเปรียบเทียบกับค่าจริงในเดือนถัดไป เนื่องด้วยร้านค้ากรณีศึกษาเป็นร้านขนาดเล็กที่เป็นธุรกิจในครัวเรือนจึงทำการพยากรณ์ระยะสั้นให้มีความแม่นยำกับชุดข้อมูลที่ทำ การเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับในการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์ ได้แก่ 1) การพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) 2) การ

พยากรณ์แบบเอกซ์โปเนนเชียล (Single Exponential Smoothing) 3) การพยากรณ์แบบถดถอย (Regression Analysis) โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ให้เหมาะสมกับน้ำดื่มทั้ง 3 วิธี เพื่อทำการเลือกค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด ตามเกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อน 3 เกณฑ์คือ MAPE MSD และ MAD แต่จะอ้างอิงจากค่า MAD และค่า MAPE ที่ทำให้วิธีการพยากรณ์ ที่ให้ความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ [13-15,4,16] ที่ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 3 วิธี คือ วิธีการพยากรณ์แบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ วิธีการพยากรณ์แบบเอกซ์โปเนนเชียล วิธีการพยากรณ์แบบถดถอย ของข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า พบว่าวิธีการพยากรณ์แบบถดถอยมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ความเหมาะสมกับกลุ่มสินค้าประเภทเครื่องดื่ม และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ [5] ซึ่งมีความสอดคล้องกันเนื่องจากผลที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ของน้ำดื่มในภาพรวมนั้นวิธีการพยากรณ์แบบถดถอยมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ความเหมาะสมกับวิธีการดังกล่าวมากที่สุด ในกลุ่มประเภทของเครื่องดื่ม และยังพบว่า วิธีการพยากรณ์แบบเอกซ์โปเนนเชียล มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ [17-18] ในผลของข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวอยู่ในระดับคงที่ และเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ในระยะสั้น จากวัตถุประสงค์การวิจัยในการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ความต้องการในการสั่งซื้อสินค้าประเภท

น้ำดื่มที่เหมาะสม โดยผลการวิจัยพบว่า การพยากรณ์ความต้องการน้ำดื่มในขนาด 350 มล. มีความเหมาะสมในการหาค่าความต้องการน้ำดื่มด้วยวิธีการพยากรณ์แบบเอกซ์โปเนนเชียลเนื่องจากวิธีการดังกล่าวให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด เมื่อนำผลของการพยากรณ์ไปเปรียบเทียบกับยอดขายจริงในเดือนกุมภาพันธ์มีร้อยละความแม่นยำเท่ากับ 95.20 การพยากรณ์ความต้องการน้ำดื่มในขนาด 600 มล. มีความเหมาะสมในการหาค่าความต้องการน้ำดื่มด้วยวิธีการพยากรณ์แบบถดถอยเนื่องจากวิธีการดังกล่าวให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด เมื่อนำผลของการพยากรณ์ไปเปรียบเทียบกับยอดขายจริงในเดือนกุมภาพันธ์มีร้อยละความแม่นยำเท่ากับ 99.60 และการพยากรณ์ความต้องการน้ำดื่มในขนาด 1,500 มล. มีความเหมาะสมในการหาค่าความต้องการน้ำดื่มด้วยวิธีการพยากรณ์แบบถดถอยเนื่องจากวิธีการดังกล่าวให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด เมื่อนำผลของการพยากรณ์ไปเปรียบเทียบกับยอดขายจริงในเดือนกุมภาพันธ์มีร้อยละความแม่นยำเท่ากับ 99.11 จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าภาพรวมในการพยากรณ์ทั้ง 3 ขนาดนั้นหาต้องเลือกการพยากรณ์ในภาพรวมทั้งหมดของร้านค้ากรณีศึกษาจะเป็นการพยากรณ์แบบถดถอยที่ให้ความแม่นยำทั้งขนาด 600 มล. และ 1,500 มล. ซึ่งผลที่ได้การจัดการต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ [19-20] พบว่า การบริหารสินค้าคงคลังแบบเดิมซึ่งมีผลทำให้ลดต้นทุนและไม่ก่อให้เกิดสินค้าขาดมือ ซึ่งสามารถลดปริมาณการจัดการต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลังของน้ำดื่มขนาด 350 มล. ลงไป 1,244.17 บาท คิดเป็นร้อยละ 23.96 สำหรับน้ำดื่มขนาด 600 มล. สามารถลดต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง 15,028.13 บาท คิดเป็นร้อยละ 34.82 และน้ำดื่มขนาด 1,500 มล. สามารถลดต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลัง 6,542.51 บาท คิดเป็นร้อยละ 30.68 จากข้อมูลข้างต้นสามารถลดต้นทุนการบริหารสินค้าคงคลังโดยรวมทั้งหมด 22,814.81 บาท คิดเป็นร้อยละ 32.75

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนพัฒนาการวิจัยและบริหารจัดการงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ประจำงบประมาณ 2565 รหัสทุนเลขที่ RDI-2-65-1 และสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมการจัดการและโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมในการให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนทรัพยากรในการดำเนินวิจัยในครั้งนี้

### References

- [1] S. Nimrat, A. Jitaree, and V. Vuthiphandchai, "Physical, Chemical and Microbiological Quality of Opaque-Plastic Bottled Drinking Water Distributed in Chon Buri Province Thailand," *Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST)*, vol. 20, no. 2, pp. 102-113, Apr. - Jun., 2020.
- [2] J. Urupongsanon, "Factors Affecting the Decision on Purchasing Bottled Drinking Water of Consumers in Minburi District, Bangkok," *Journal of Administration and Social Science Review*, vol. 4, no. 3, pp. 31-44, Sep. - Oct., 2021.
- [3] Krungsri Bank, "Industry Outlook 2022-2024: Beverage Industry," [Online]. Available: <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Food-Beverage/Beverage/IO/io-beverage-2022>. Accessed on Mar. 17, 2023.
- [4] V. Limlawan, S. Jangruxsakul, and K. Wiwattanakorwong, "Comparison of Forecasting Technique for Improving the Accuracy of Sale Forecast: A Case Study of Plastic Bottle Manufacturing In Thailand," *Journal of Suthiparithat*, vol. 36, no. 2, pp. 18-34, Apr. - Jun., 2022.

- [5] C. Kuisrikul, S. Saengpetch, and J. Hirunlabh, "Development of Inventory Management Process for Retail Store," *Journal of Energy and Environment Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 1-14, Jan. - Jun., 2019.
- [6] T. Rattanakool, K. Sukkrajang, W. Sangchay, and T. Chaichuchok, "Forecasting Modeling of Motorbike Spare Parts Sales A Case Study: Retailer XYZ with Exponential Smoothing Method," *Journal of Thepsatri Academic I-TECH*, vol. 14, no. 1, pp. 1-9, Jan. - Jun., 2019.
- [7] M. Siangwong, S. Phetlai, N. Phookpanich, and D. Thavorn, "Inventory management improvement: A case study Don-Zak construction materials shop," *Journal of Interdisciplinary Journal*, vol. 19, no. 1, pp. 50-82, Jan. - Jun., 2019.
- [8] P. Lalitapom, Bangkok: *Promotion Association Technology (Thai-Japan)*, 1998.
- [9] Busaba, *Plant Species*. Bangkok: Top Publishing Company Limited, 2009.
- [10] C. Singmuang and T. Supapakorn, "Forecasting Model for the Export Value of Rubber of Thailand," *Journal of Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University*, vol. 15, no. 21, pp. 58-82, Jan. - Jun., 2020.
- [11] R. Tangphukhiew and N. Issarapong, "Analysis of Comparing Forecasting Methods for Production Planning: Case Study of Beef Companies, Nakhon Phanom Province," *Journal of Eau Heritage Science and Technology*, vol. 13, no. 3, pp. 222-232, Jul. - Sep., 2019.
- [12] P. Kittitulakanon, "Forecasting Demand for Chemical Fertilizer: A Case Study of Ta Bong Chum Agricultural Cooperative, Nakhon Sawan Province," *Journal of Rajamangala University of Technology Lanna (Technology Innovation)*, vol. 10, no. 1, pp. 89-100, Jan. - Apr., 2017.
- [13] C. Kuisrikul, N. Punthanakoraphat, and W. Jariyatontivait, "Forecasting Ordering Purchase for Traditional Trade Case Study AAA Shop," *Journal of Advanced Science*, vol. 18, no. 2, pp. 26-34, Jul. - Dec., 2018.
- [14] W. Khangphukhieo, P. Busababadhin, and B. Kumphon, "Forecasting Volatility of Gold Price with Artificial Neural Networks," *Journal of Borapha Science*, vol. 22, no. 1, pp. 125-134, Jan. - Apr., 2017.
- [15] T. Youcharoen and T. Wasusri, "The Development of Pharmaceuticals and Medical Supplies Inventory Replenishment System: A Case Study of Community Hospital," *Journal of Youcharoen T. et al.*, vol. 14, no. 3, pp. 92-106, Jul. - Sep., 2018.
- [16] M. Kasakit, N. Lokkhananurak, and K. Hengpraphrom, "An Efficiency Comparison of Forecasting Techniques for Oil Price Data with Data Mining Techniques," *Conference of the 11th NPRU National Academic Conference*, vol. 11, pp. 334-340, 11 - 12 Jul., 2019.
- [17] K. Wiwattanakornwong, S. Butrsai, C. Vannangkura, and K. Ngamdee, "Demand Forecasting in Beverage Industry: A Case Study of Business Simulation Game," *Journal of Suthiparithat*, vol. 37, no. 1, pp. 17-31, Jan. - Mar., 2023.

- [18] A. Thooltham, N. Techabunmas, and K. Pinsamran, "Demand Forecasting for Raw Materials in the Biscuit Industry," *Journal of Science and Technology Thonburi University*, vol. 5, no. 2, pp. 30-38, Jan. - Jun., 2021.
- [19] S. Rit-im and O. Sangsawang, "Inventory Control Policy by Using the Blanket Purchase Orders: Case Study," *Journal of Industrial Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 105-117, Sep. - Dec., 2013.
- [20] P. Phansangwan, N. Suthikarnnarunai, and S. Janpong, "Inventory Management Efficiency Improvement: A Case Study of Retail Company," *Journal of Nakhonratchasima College (Humanities and Social Sciences)*, vol. 15, pp. 391-405, Sep. - Dec., 2021.

## การเฝ้าระวังปัจจัยด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำฝน และพฤติกรรม เก็บน้ำฝนเพื่อการบริโภค กรณีศึกษา หมู่ที่ 1 ตำบลแพรงหนามแดง

### อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม

สุภัทสร ฉิมเฉิด<sup>1</sup>, รุจิพรรณ แผงจันตา<sup>2</sup>, อรัญ ขวัญปาน<sup>3</sup>, ธรรมรักษ์ ศรีมารุต<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Email : suphatsorn.ch@ssru.ac.th

Received: Aug 21, 2023

Revised: Dec 6, 2023

Accepted: Dec 12, 2023

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝน ด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ใน  
ภาชนะเก็บน้ำฝน 2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมในการเก็บน้ำฝนสำหรับบริโภคของประชาชน และ 3) เพื่อเป็นข้อมูล  
พื้นฐานด้านคุณภาพน้ำฝนเพื่อการบริโภคให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการประชาสัมพันธ์  
ให้กับประชาชนในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำฝน ตัวอย่างในการวิจัยคือ ตัวอย่างน้ำฝนจากภาชนะเก็บน้ำฝน  
จำนวน 20 ตัวอย่าง และกลุ่มตัวแทนครัวเรือนแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บ  
รวบรวมข้อมูล ได้แก่ เครื่องมือ อุปกรณ์ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนในภาชนะเก็บน้ำฝนและ  
แบบสอบถามพฤติกรรมในการเก็บน้ำฝน การวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนโดยวิธีตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการและ  
วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามโดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการ  
วิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนในภาชนะรองรับ พบว่า คุณภาพด้านกายภาพและด้านเคมีผ่านเกณฑ์มาตรฐาน  
ขณะที่ด้านจุลชีววิทยา พบการปนเปื้อนปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียและปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่  
ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 15 ตัวอย่าง ค่าที่ตรวจพบอยู่ในช่วง <math>< 2 - 9 \text{ MPN}/100\text{ml}</math> ส่วนพฤติกรรม  
การเก็บน้ำฝนด้านปรับปรุงคุณภาพน้ำฝนมีระดับพฤติกรรมที่น้อยที่สุดอยู่ในระดับปานกลาง ข้อเสนอจาก  
การวิจัยในครั้งนี้ พบว่า คุณภาพน้ำฝนในภาชนะเก็บน้ำฝน มีปัญหาในด้านการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย  
และฟิคอลโคลิฟอร์มที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของคุณภาพน้ำประปาต้มได้ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรมี  
การประชาสัมพันธ์แนวทางการดูแลบำรุงรักษาการกักเก็บน้ำฝนในภาชนะรองรับ และการปฏิบัติด้านการใช้  
น้ำฝนเพื่อบริโภคให้กับประชาชนอย่างทั่วถึง

**คำสำคัญ :** น้ำฝน, คุณภาพด้านกายภาพ, คุณภาพด้านเคมี, คุณภาพด้านจุลชีววิทยา

## **Monitoring on physical, chemical and microbiological factors of rainwater and collecting rainwater behavior.**

**Case study: Moo 1 Phraek Nam Daeng sub district,**

**Amphawa district, Samut Songkram province.**

**Suphatsorn Chimcherd<sup>1</sup>, Rujipun Phangchanda<sup>2</sup>, Aran Kwanpan<sup>3</sup>,**

**Thammarak Srimarut<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Faculty of Industrial Technology, Suan Sunandha Rajabhat University

Email : Suphatsorn.ch@ssru.ac.th

Received: Aug 21, 2023

Revised: Dec 6, 2023

Accepted: Dec 12, 2023

### **Abstract**

This research aimed to 1) analyze the quality of rainwater in household water vessel related to physical, chemical and microbiological factors 2) study of rainwater collecting behaviors for consumption and 3) provide the rainwater quality data to related public official for consumer awareness. The household rainwater sample were kept in 20 vessels. Twenty rainwater collecting volunteers were selected. Research tools were laboratory instruments for rainwater quality analysis. The questionnaire for estimation of rainwater collecting behaviors of volunteer. The quality of household rainwater was analyzed in laboratory, while the questionnaire data was analyzed by descriptive statistics in terms of percentage, mean and standard deviation.

The results indicate that the physical and chemical characteristics of the collected rainwater confer to the rainwater quarantine standard. However, it was observed that 15 water samples contained coliform bacteria and fecal coliform bacteria at contamination levels ranging from <2 to 9 MPN/100ml, which did not meet the specified criteria. The rainwater collecting methods and quality improvement behavior were classified as moderate level. The research findings suggest that collected rainwater contamination with coliform and fecal coliform bacteria during stored in water vessels. The related community's office should provide policies to educate the consumer about proper guidelines for collecting, storing and using of rainwater.

**Keywords :** Rainwater, Physical Quality, Chemical Quality, Microbiology Quality

## บทนำ

น้ำฝนเป็นแหล่งน้ำที่นิยมใช้เพื่อบริโภคในครัวเรือนมากเป็นอันดับสามรองจากน้ำบรรจุขวดและน้ำประปา[3] การใช้น้ำฝนที่มีการปนเปื้อนมลพิษเพื่อการบริโภคอาจเป็นสาเหตุให้เกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคระบบทางเดินอาหาร นิวโมโต ระบบประสาท โรคมะเร็ง เป็นต้น[2] ซึ่งจะก่อให้เกิดกระทบต่อสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ ทำให้ไม่สามารถประกอบอาชีพและกระทบต่อเศรษฐกิจชุมชนตลอดจน เศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ[4]

ชุมชนหมู่ที่ 1 ตำบลแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงครามตั้งอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม หลายแห่ง อาทิ โรงงานหลอมโลหะ โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง โรงงานอุตสาหกรรมเชื้อเพลิง โรงงานผลิตถ่านอัดแท่งและถ่านผง เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษต่าง ๆ ในอากาศ เช่น โลหะหนัก สารเคมี ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำฝนที่ตกลงมา ซึ่งชุมชนนี้มีจำนวนครัวเรือนที่ใช้น้ำฝนสำหรับดื่มเป็นจำนวนมาก แม้ว่าจะมีน้ำประปาและน้ำดื่มบรรจุขวดก็ตาม น้ำฝนที่ประชาชนใช้ดื่มส่วนใหญ่ได้จากการรองรับน้ำฝนที่ถูกชะจากหลังคาบ้านเรือนที่อยู่อาศัย และพบว่ายังไม่มีข้อมูลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนสำหรับบริโภค ทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยามาก่อน ดังนั้นน้ำฝนที่คนในชุมชนกักเก็บไว้อาจไม่สะอาดหรืออาจมีสิ่งปนเปื้อน ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของคนในชุมชนได้

ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญด้านสุขภาพอนามัยของคนในชุมชน จึงมีแนวคิดในการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนในลักษณะกักเก็บน้ำฝนในครัวเรือนด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา และเสนอแนะแนวทางในการจัดการทรัพยากรน้ำฝนแก่คนในชุมชนให้ได้น้ำฝนเพื่อการบริโภคที่มีคุณภาพ สะอาดและปลอดภัย โดยผลการวิเคราะห์ที่ได้จะนำไปเปรียบเทียบกับเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝน ด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ในภาชนะรองรับ
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของการเก็บน้ำฝนสำหรับบริโภคของประชาชน
3. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นที่ในด้านคุณภาพน้ำฝนเพื่อการบริโภคให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไปเป็นแนวทางในการประชาสัมพันธ์ให้กับประชาชนในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำฝน

## ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินการวิจัยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์บนขอบเขตของการวิจัยครั้งนี้ จะดำเนินการวิจัยใน 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คือ การเก็บตัวอย่างน้ำฝนจากภาชนะกักเก็บในพื้นที่ตรวจทางห้องปฏิบัติการตามดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัยที่กำหนด[1] และส่วนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูลด้านปฐมภูมิจากแบบสอบถาม โดยมีขั้นตอนดังนี้

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนใน ภาชนะรองรับ
  - 1.1 ด้านกายภาพ ได้แก่ ความขุ่น โดยใช้เครื่อง Turbidity meter รุ่น 2100Q Hach
  - 1.2 ด้านเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter รุ่น Starter5000 แมงกานีสและเหล็ก โดยใช้เครื่อง ICP-O6S Avio200
  - 1.3 ด้านจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยวิธี Multiple tube fermentation technique (MPN) American public Health Association (2005)

2. แบบสอบถามประชาชนในครัวเรือน จำนวน 20 ครัวเรือน เกี่ยวกับพฤติกรรมของการเก็บน้ำฝนเพื่อการบริโภค

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ลงพื้นที่สำรวจจุดเก็บตัวอย่างก่อนการเก็บตัวอย่างจริง โดยสำรวจพื้นที่โดยรอบของหมู่ที่ 1 ตำบลแพรกหนามแดง อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากน้ำฝน

ในด้านต่าง ๆ เช่น การบริโภคการเกษตรกรรม เลี้ยงสัตว์ เพื่อกำหนดปัจจัยในการศึกษาคุณภาพน้ำได้อย่างเหมาะสม

2. เกณฑ์การเลือกกลุ่มตัวอย่าง เป็นการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง คือ เป็นหลังคาเรือนที่อยู่ในหมู่บ้านที่ทำการศึกษามีการบริโภคน้ำฝนโดยมีการรองรับและมีภาชนะกักเก็บที่เป็นชนิดปูนซีเมนต์ มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี จำนวน 20 หลังคาเรือน หรือ 20 ตัวอย่าง

3. กำหนดจุดเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดที่มีการใช้น้ำฝนเพื่อการบริโภค เพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา โดยจะกำหนดพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับแหล่งที่มีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมของชุมชน

4. ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553

5. เก็บข้อมูลด้านพฤติกรรมของการเก็บน้ำฝนเพื่อการบริโภค โดยแบบสอบถามคัดเลือกผู้ตอบแบบสอบถามจากการที่เป็นเจ้าของบ้าน หรือผู้พัก

อาศัยในหลังคาเรือนที่มีการเก็บตัวอย่างน้ำฝนไปวิเคราะห์ และเป็นผู้สมัครใจยินดีเข้าร่วมโครงการจำนวน 20 คน

6. เสนอแนะแนวทางการเสริมสร้างความรู้ในการจัดการทรัพยากรน้ำฝนเพื่อการบริโภคที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค

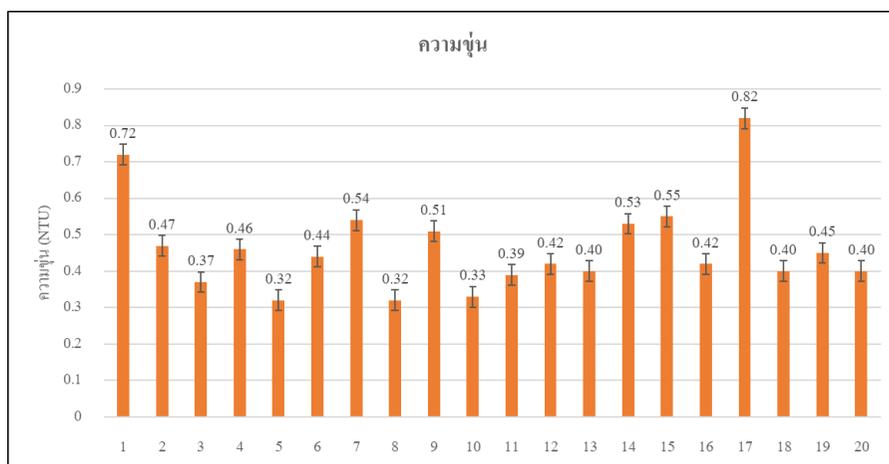
### การวิเคราะห์ข้อมูล

- ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553

- วิเคราะห์ข้อมูลในแบบสอบถามโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### ผลการวิจัย

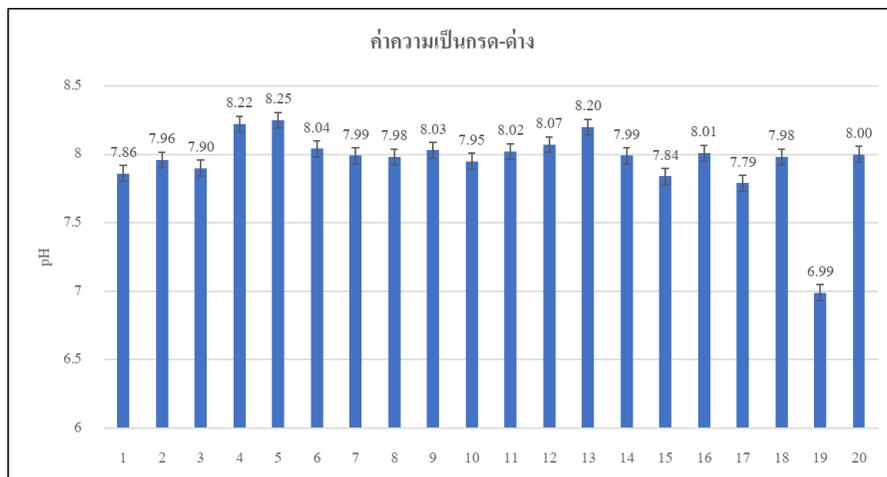
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนเพื่อการบริโภค ผลการตรวจวิเคราะห์ด้านกายภาพ ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนค่าความขุ่น โดยเทียบจากค่ามาตรฐานน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 กำหนดค่ามาตรฐานความขุ่นไม่ควรมีค่าเกิน 5 NTU เมื่อนำผลวิเคราะห์เปรียบเทียบตามเกณฑ์พบว่า จากตัวอย่างน้ำฝน 20 ตัวอย่าง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกตัวอย่าง (ดังรูปที่ 1)



รูปที่ 1 ผลวิเคราะห์ค่าความขุ่นของน้ำฝน

ผลการตรวจวิเคราะห์ด้านเคมี ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยเปรียบเทียบจากค่ามาตรฐานน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 กำหนดค่ามาตรฐานความเป็นกรด-ด่าง

ไม่ควรมีค่าเกิน 6.5 – 8.5 เมื่อนำผลวิเคราะห์เทียบตามเกณฑ์ พบว่า จากตัวอย่างน้ำฝน 20 ตัวอย่าง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกตัวอย่าง (ดังรูปที่ 2)



รูปที่ 2 ผลวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำฝน

ผลปริมาณเหล็กและแมงกานีส โดยเปรียบเทียบจากค่ามาตรฐานน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 กำหนดค่ามาตรฐานเหล็กและแมงกานีสไม่ควรมีค่าเกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำผลวิเคราะห์เทียบตามเกณฑ์ พบว่า จากตัวอย่างน้ำฝน 20 ตัวอย่าง ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน โดยไม่พบปริมาณของเหล็กและแมงกานีสทุกตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำฝนเพื่อการบริโภค ผลการตรวจวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยา การตรวจหาการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิโคลิฟอร์ม โดยเมื่อเทียบจากเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2553 พบว่า น้ำที่ใช้เป็นน้ำบริโภค จะต้องไม่มีการตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิโคลิฟอร์ม ผลการวิเคราะห์ พบว่า ตัวอย่างทั้ง 20 ตัวอย่าง พบทั้งโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิโคลิฟอร์ม เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ จำนวน 15 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิโคลิฟอร์ม

Sample	Coliform bacteria (MPN/100ml)	Fecal coliform (MPN/100ml)	เกณฑ์มาตรฐานกำหนด (> 2.2 MPN/100ml)
1	< 2	< 2	ผ่าน
2	2	< 2	ผ่าน
3	5	< 2	ไม่ผ่าน
4	7	7	ไม่ผ่าน
5	7	4	ไม่ผ่าน
6	7	4	ไม่ผ่าน
7	8	< 2	ไม่ผ่าน
8	7	< 2	ไม่ผ่าน
9	7	7	ไม่ผ่าน
10	9	2	ไม่ผ่าน
11	9	2	ไม่ผ่าน
12	< 2	< 2	ผ่าน
13	< 2	< 2	ผ่าน
14	4	4	ไม่ผ่าน
15	5	< 2	ไม่ผ่าน
16	7	< 2	ไม่ผ่าน
17	< 2	< 2	ผ่าน
18	8	5	ไม่ผ่าน
19	7	5	ไม่ผ่าน
20	7	4	ไม่ผ่าน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่า กลุ่มผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 75 มีอายุในช่วง 40 – 60 ปี จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ระยะเวลาในการ

อยู่อาศัยอยู่ในช่วง 15 ปีขึ้นไป จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ความถี่ในการใช้น้ำฝนอยู่ในช่วงใช้ทุกวัน จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 100

พฤติกรรมกรเก็บน้ำฝนเพื่อการบริโภค ด้านการทำความสะอาด พบว่า ทำความสะอาดรางน้ำและหลังคาอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 50.00 ทำความสะอาดภาชนะรองรับน้ำฝนอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 50.00 ทำความสะอาดภาชนะสำหรับตักน้ำฝนที่อยู่ในภาชนะรองรับอยู่ในระดับมากที่สุด ร้อยละ 45 ฆ่าเชื้อโรคด้วยการแช่หรือฉีดพ่นน้ำคลอรีนในขั้นตอนสุดท้ายของการล้างภาชนะรองรับน้ำฝนอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 65 ปล่อยให้ฝนตกชะล้างสิ่งสกปรกในอากาศบนหลังคาและรางรับน้ำฝน

ทิ้งไปสักระยะหนึ่งก่อนแล้วค่อยรองรับน้ำฝนใส่ภาชนะอยู่ในระดับมากที่สุด ร้อยละ 90

ด้านการตรวจเช็ค/สำรวจ พบว่า สำรวจภาชนะรองรับน้ำฝนว่าฝาปิดสนิทหรือไม่อยู่ในระดับมากที่สุด ร้อยละ 85สำรวจดูความชำรุด แตก/ร้าวของภาชนะแล้วดำเนินการแก้ไขอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 70 สำรวจสิ่งของต่างๆ บนภาชนะรองรับน้ำฝนไม่ให้มีสิ่งของวางอยู่อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 75

ด้านปรับปรุงคุณภาพน้ำฝน พบว่า ต้มน้ำฝนให้เดือดก่อนนำไปบริโภคอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 65 ใช้สารส้มแกว่งในน้ำฝนเพื่อทำให้ตกตะกอนอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 65

ตารางที่ 2 ระดับพฤติกรรมของการเก็บน้ำฝน

พฤติกรรม	$\bar{X}$	S.D	ระดับ
<b>ด้านการทำความสะอาด</b>			
1. ทำความสะอาดรางน้ำและหลังคา	3.95	0.67	มาก
2. ทำความสะอาดภาชนะรองรับน้ำฝน	3.60	0.49	มาก
3. ทำความสะอาดภาชนะสำหรับตักน้ำฝนที่อยู่ในภาชนะรองรับ	4.45	0.67	มากที่สุด
4. ฆ่าเชื้อโรคด้วยการแช่หรือฉีดพ่นน้ำคลอรีนในขั้นตอนสุดท้าย ของการล้างภาชนะรองรับน้ำฝน	3.30	0.46	ปานกลาง
5. ปล่อยให้ฝนตกชะล้างสิ่งสกปรกในอากาศบนหลังคาและรางรับน้ำฝนทิ้งไปสักระยะหนึ่งก่อนแล้วค่อยรองรับน้ำฝนใส่ภาชนะ	4.60	0.49	มากที่สุด
<b>ด้านการตรวจเช็ค/สำรวจ</b>			
1. สำรวจภาชนะรองรับน้ำฝนว่าฝาปิดสนิทหรือไม่	4.35	0.73	มากที่สุด
2. สำรวจดูความชำรุด แตก/ร้าวของภาชนะแล้วดำเนินการแก้ไข	3.55	0.50	มาก
3. สำรวจสิ่งของต่างๆ บนภาชนะรองรับน้ำฝน ไม่ให้มีสิ่งของวางอยู่	3.40	0.49	ปานกลาง
<b>ด้านปรับปรุงคุณภาพน้ำฝน</b>			
1. ต้มน้ำฝนให้เดือดก่อนนำไปบริโภค	3.30	0.46	ปานกลาง
2. ใช้สารส้มแกว่งในน้ำฝนเพื่อทำให้ตกตะกอน	2.95	0.67	ปานกลาง

### สรุปและอภิปรายผล

การวิเคราะห์หาคณภาพน้ำฝนจากภาชนะรองรับเพื่อการบริโภค พบว่าคุณภาพน้ำฝนที่ครัวเรือนเก็บไว้สำหรับบริโภคนั้นผลการวิเคราะห์ด้านกายภาพและเคมี[7] ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนด เนื่องจากมาจากภาชนะที่กักเก็บน้ำฝนมีความสะอาด เพราะได้มีการล้างทำความสะอาดภาชนะกักเก็บน้ำฝนก่อนรองรับน้ำฝนไว้ใช้บริโภคตลอดปีและมีฝา

ปิดภาชนะเก็บน้ำฝนอย่างมิดชิด[6] ขณะที่ด้านจุลชีววิทยานั้นน้ำฝนที่รองรับสำหรับบริโภคมีการปนเปื้อนทั้งโคลิฟอร์มและฟิคัลโคลิฟอร์มเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยพบโคลิฟอร์มและฟิคัลโคลิฟอร์ม[10] มีค่าอยู่ในช่วง <2 - 9 MPN/100ml ทั้งนี้การปนเปื้อนโคลิฟอร์มและฟิคัลโคลิฟอร์ม อาจเนื่องมาจากไม่ปล่อยให้ฝนแรกชะล้างฝุ่นละออง มูลสัตว์ บริเวณหลังคาและรางรับน้ำฝนก่อนทำการ

รองรับไว้ภายในภาชนะรองรับ ไม่มีการทำความสะอาด ใส่อากาศน้ำและภาชนะรองรับน้ำฝนอย่างต่อเนื่อง แต่อย่างไรก็ตามปริมาณที่พบมีค่าน้อยกว่างานวิจัยของ สุกัญญา ปากดีและคณะ,2564[9] ที่ศึกษาคุณภาพน้ำฝนและพฤติกรรมการใช้น้ำฝนเพื่อการบริโภค ในจังหวัดร้อยเอ็ด พบการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิโคลิฟอร์มของน้ำตัวอย่างทั้งหมด 14 ตัวอย่าง จาก 20 ตัวอย่าง โดยค่าของปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิโคลิฟอร์ม อยู่ในช่วง 2-540 MPN/100 ซึ่งทั้งหมดไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่ากลุ่มผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการเก็บน้ำฝนเพื่อบริโภคอยู่ในระดับปานกลาง โดยพบว่าด้านการทำความสะอาดทั้งหลังคาและภาชนะรองรับอยู่ในระดับมาก ด้านการตรวจเช็ค/สำรวจ อยู่ในระดับมาก และด้านปรับปรุงคุณภาพน้ำฝนอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากประชาชนมีความคุ้นชินกับการบริโภคน้ำฝนจากภาชนะรองรับโดยตรงมากกว่าการที่จะนำน้ำฝนไปทำการปรับปรุงคุณภาพก่อนบริโภค

พฤติกรรมที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำฝนในภาชนะรองรับได้แก่ การไม่ปล่อยให้ฝนแรกชะล้างฝุ่นละอองมูลสัตว์ที่อยู่บนหลังคา และล้างก่อนทำการรองรับน้ำฝนไว้บริโภค ไม่ทำความสะอาดรางน้ำและภาชนะรองรับน้ำฝนอย่างต่อเนื่อง ไม่ปิดฝาภาชนะรองรับน้ำฝนให้มิดชิด ซึ่งล้วนแต่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำฝน และหากมีการนำน้ำที่ไม่สะอาด ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพก่อนนำไปบริโภคก็จะส่งผลเสียต่อสุขภาพได้[8] ในการสุขาภิบาลด้านการรองรับน้ำฝนควรรอให้น้ำฝนชะล้างหลังคาและล้างรับน้ำก่อน เพื่อให้ น้ำฝนชะล้างฝุ่นละออง มูลสัตว์ จึงจะสามารถทำการรองรับน้ำฝนได้ จากปัญหาดังกล่าวที่พบในงานวิจัยจึงได้มีการจัดทำเอกสารให้ความรู้ในด้านการเตรียมการรองรับน้ำฝนที่ถูกสุขลักษณะ ขั้นตอนวิธีการเก็บกักน้ำฝนได้อย่างถูกสุขลักษณะ และเสริมสร้างให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการรองรับน้ำฝนเพื่อบริโภค การกระตุ้นให้ประชาชน

ตระหนักถึงปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการบริโภคน้ำดื่มที่ไม่สะอาด

คุณภาพน้ำฝนในภาชนะรองรับ มีปัญหาในด้านการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟิโคลิฟอร์มไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของคุณภาพน้ำประปาดื่มได้ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรมีการประชาสัมพันธ์แนวทางการดูแลบำรุงรักษาการกักเก็บน้ำฝนในภาชนะรองรับ และการปฏิบัติด้านการใช้น้ำฝนเพื่อบริโภคให้กับประชาชนอย่างทั่วถึง

### กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาในการสนับสนุนทุนการวิจัย อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีความปลอดภัยและอาชีวอนามัยอาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการศูนย์วิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือทำให้การวิจัยสำเร็จด้วยดีทุกขั้นตอนการวิจัย

### References

- [1] Department of Health. (2022, Nov. 25). Networks [Online]. Available: [http://rldc.anamai.moph.go.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29&Itemid=512](http://rldc.anamai.moph.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=29&Itemid=512)
- [2] M. Pongpai, N. Thiammang, and O. Cherdmongkol, "Quality Study of Coliform Bacteria in Rain Water Containers: A Case Study Amphur Kosumpisai, Maha Sarakham," B.Sc. (Environmental Science). Rajabhat Mahasarakham University, 2010.

- [3] P. Phiboon, S. Jawjit, W. Soradet, and U. Muhammad, "Water quality of roof rainwater harvesting system in Thamyai, Thung Song district, Nakhon Si Thammarat," *Srinakharinwirot University Journal of Science and Technology*, vol. 10, no. 20, pp. 34-45, Jul. - Dec. 2018.
- [4] P. Mulpruek, "Environmental health," 3rd ed. Bangkok: Sigma Graphic Design Co., Ltd, 2003.
- [5] P. Suchamnong, "Environmental health," Chiang Mai: Academic Journal Unit, Faculty of Medicine Chiang Mai University, 1996.
- [6] P. Simawattana, "A study of the properties of rainwater supported by roofs made of various materials of houses in Muang District Ubon Ratchathani Province," B.Sc. (Chemical). Ubon Ratchathani Rajabhat University, 2010.
- [7] P. Nuengmatcha, S. Wongthong, P. Panthong, and N. Jongsawatwattana, "The Study of Drinking Water Quality from Drinking Water Service Points in Nakhon Si Thammarat Rajabhat University," *Wichcha Journal*, vol. 37, no. 1, pp. 25-37, Jan. - Jun. 2018.
- [8] S. Pakdee, A. Yolao, and K. Taearak, "Rainwater Qualities and Rainwater Consumption Behaviors in Bannong-Ngom, Huachang Sub-District, Suwannaphum District, Roi Et Province," *Journal of Health Science and Community Public Health*, vol. 4, no. 2, pp. 57-69, Jul. - Dec. 2021.
- [9] S. Sukhavat, "Study and Analysis of Microbial Quality of Drinking Water in Uttaradit Rajabhat Institute. science and technology center," *Uttaradit Rajabhat Institute*, 2010.
- [10] T. Boonmart, "A study of the quality of drinking water - consumption within Nakhon Pathom Rajabhat Institute," B.Sc. (Biology), Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom, 2550.

## การวิเคราะห์คุณสมบัติทางไฟฟ้าของมังกุดและตรวจจับเนื้อแก้วด้วยระบบ เซนเซอร์ย่านความถี่เอ็กซ์

ปรมินทร์ วงษ์เจริญ<sup>1</sup>, กฤติยาภรณ์ คุณสุข<sup>2</sup>, ประพนธ์ ลีกุล<sup>3</sup>, พรพิมล ฉายแสง<sup>4\*</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Email: pornpimon.c@rbru.ac.th

Received: Sep 29, 2023

Revised: Nov 8, 2023

Accepted: Nov 9, 2023

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการตรวจวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของมังกุดเนื้อแก้วและมังกุดเนื้อปกติในช่วงความถี่ 10 ถึง 11 กิกะเฮิรตซ์ ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาใช้ในการจำลองมังกุดในระบบตรวจวัดแบบเทคนิคอวกาศว่าง ระบบตรวจวัดประกอบด้วยสายอากาศรับส่งกำลังงานความถี่ แล่งกำเนิดสัญญาณความถี่สูงแบบเรโซเนเตอร์ไดโอดีลิกตริก วงจรผสมสัญญาณ มอดูเลเตอร์สำหรับหมุนผลมังกุดในขณะตรวจวัด อุปกรณ์ตรวจจับกำลังงาน วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักการของระบบเซนเซอร์ คือ กำลังงานความถี่ถูกส่งออกไปยังผลมังกุดและรับกำลังงานคลื่นสะท้อนที่เกิดจากผลมังกุดที่มุม 0 ถึง 360 องศา ในแนวระนาบ จากนั้นกำลังงานคลื่นสะท้อนที่ได้รับถูกผสมกับกำลังงานของความถี่ท้องถิ่นและได้เป็นกำลังงานของความถี่กลาง เพื่อใช้เป็นระดับอ้างอิงในการตรวจหาเนื้อแก้วภายในผลมังกุด ผลการวัดค่าคงที่ไดโอดีลิกตริกและค่าตัวประกอบการสูญเสียไดโอดีลิกตริกที่ความถี่ 10.525 กิกะเฮิรตซ์ ของมังกุดเนื้อแก้วมีค่าเท่ากับ 45.08 และ 28.32 และขณะที่มังกุดเนื้อปกติมีค่าเท่ากับ 40.43 และ 25.89 ตามลำดับ ทดสอบระบบด้วยการตรวจวัดมังกุด 54 ตัวอย่าง ข้อมูลจากการตรวจวัดได้รับการนอร์มัลไลซ์เพื่อลดผลกระทบจากรูปทรงของมังกุด จากนั้นใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับการตัดสินใจในการคัดแยก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของมังกุดเนื้อแก้วและมังกุดเนื้อปกติเฉลี่ยอยู่ที่ 0.11 และ 0.03 ตามลำดับ ระดับอ้างอิงที่ใช้ในการคัดแยกมังกุดอยู่ที่ 0.085 และจากการทดสอบระบบสามารถคัดแยกมังกุดได้แม่นยำร้อยละ 84.4 แสดงให้เห็นว่าระบบเซนเซอร์มีประสิทธิภาพและเหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้งาน

**คำสำคัญ :** คุณสมบัติไดโอดีลิกตริก, มังกุดเนื้อแก้ว, คลื่นสะท้อน, ระบบเซนเซอร์ไมโครเวฟ

# **Analysis of Electrical Properties of mangosteen pulp and detection of its Quality using X-frequency sensor system**

**Poramintra Wongcharoen<sup>1</sup>, Kritiyaporn Kunsook<sup>2</sup>, Prapan Leekul<sup>3</sup>,  
Pornpimon Chaisaeng<sup>4\*</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Faculty of Industrial Technology, RambhaiBarni Rajabhat University

Email : pompimon.c@rbru.ac.th

Received: Sep 29, 2023

Revised: Nov 8, 2023

Accepted: Nov 9, 2023

## **Abstract**

This paper introduces the electrical properties measurement of translucent and normal flesh mangosteens in the frequency range 10-11 GHz. The measured data were then used to model the mangosteen for free-space technique measurement simulation. The proposed system comprises a transmitting and a receiving antenna, a high-frequency dielectric resonator oscillator, a frequency mixer, a stepping motor to rotate the mangosteen during measurement, a power detector, an analog-to-digital converter, and a microcontroller. The concept of this system is to transmit signal to mangosteen and receive the reflected signal from mangosteen at varied angle 0 to 360 degrees around it in azimuth plane. The reflected signal is then mixed with a local oscillator to produce intermediate frequency for being the reference level to detect translucent flesh within mangosteen. The measured dielectric constant and dielectric loss factor at the frequency of 10.525 GHz of the translucent flesh were 45.08 and 28.32, respectively, while they were 40.43 and 25.89, respectively for the ordinary flesh. The prototype system was validated by measuring 54 mangosteen samples. The measured data were then normalized to reduce the effect of mangosteen shape. The calculated standard deviation was used for decision-making in classification process which the average standard deviations of translucent and normal flesh were 0.11 and 0.03, respectively. The threshold level for mangosteen classification was 0.085. The classification accuracy achieved 84.4%. Thus, the sensor system is efficient and suitable for the application.

**Keywords :** Dielectric properties, Translucent flesh disorder of mangosteen, Reflected wave, Sensor system

## บทนำ

มังคุดเป็นผลไม้เศรษฐกิจอันดับ 3 ของการส่งออกผลไม้สดมาโดยตลอด มีมูลค่าการส่งออกที่ขยายตัวกว่าร้อยละ 21.8 เมื่อเปรียบเทียบกับในช่วง 7 เดือนแรกของปี 2564 กับ 2563 [1] ทั้งนี้มังคุดเนื้อแก้วเป็นหนึ่งในปัญหาคุณภาพการส่งออกมังคุดที่สำคัญ [2]-[3] ซึ่งเป็นมังคุดที่มีความผิดปกติทางด้านสรีรวิทยา เนื้อมังคุดมีลักษณะใส กรอบ คล้ายฉ่ำน้ำอยู่ด้านใน รสชาติจืด มังคุดเนื้อแก้วถือเป็นมังคุดเสียสำหรับการส่งออก การคัดแยกมังคุดเนื้อแก้วไม่สามารถมองได้จากผิวเปลือกภายนอก ดังนั้นจึงเป็นปัญหาของผู้ส่งออก [4] วิธีการคัดแยกมังคุดเนื้อแก้วที่ใช้อยู่สำหรับเกษตรกรในปัจจุบันยังมีข้อจำกัดในการคัดแยก ซึ่งมีอยู่ 2 วิธี ได้แก่ วิธีสังเกตจากลักษณะผลภายนอก เช่น สีผลไม่สม่ำเสมอ ผลวมนูนขึ้นเป็นบางจุด กลีบเลี้ยงยกขึ้น รอบปากปลิงมีจุดสีน้ำตาล การสังเกตทำได้เฉพาะผลที่เก็บเกี่ยวใหม่ ทั้งนี้ผู้คัดแยกต้องมีประสิทธิภาพและความชำนาญสูง อีกวิธีหนึ่ง คือ การหาค่าความถ่วงจำเพาะโดยวิธีการลอย-จมในน้ำหรือน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 4 ผลที่จมส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อแก้ว ผลที่ลอยส่วนใหญ่เป็นเนื้อปกติ [5] ผลมังคุดเนื้อปกติมีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ที่ 1.012 [6] กระบวนการส่งออกมังคุดไปต่างประเทศ ส่วนใหญ่มีการคัดคุณภาพตามมาตรฐานโดยใช้วิธีความถ่วงจำเพาะซึ่งกำหนดให้ลักษณะเนื้อแก้วในผลมีได้ไม่เกิน 5, 10, 20 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนผลหรือน้ำหนักสำหรับมังคุดชั้นพิเศษ ชั้นหนึ่ง และชั้นสองตามลำดับ [7] การคัดแยกด้วยความถ่วงจำเพาะเป็นวิธีการวัดดั้งเดิมที่ใช้งาน [8] ซึ่งความแม่นยำในการคัดโดยวิธีนี้จะลดลงถ้ามีฝนตกชุกช่วงเก็บเกี่ยว รวมถึงเป็นระบบที่ใหญ่และซับซ้อนไม่เหมาะกับผู้ประกอบการรายย่อย ดังนั้นการตรวจสอบมังคุดเนื้อแก้วที่มีความแม่นยำ ใช้งานง่ายจึงเป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจ

เทคนิคการตรวจสอบเพื่อคัดแยกมังคุดเนื้อแก้วถูกนำเสนอไว้หลากหลาย ได้แก่ การใช้

เครื่องมือวัดอิมพีแดนซ์สเปกโทรสโกปีเชิงไฟฟ้า (Electrical impedance spectroscopy) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ทางไฟฟ้าของวัสดุเพื่อตรวจสอบมังคุดเนื้อแก้วก่อนกระบวนการแช่แข็งเพื่อส่งออก [9] แม้ว่าวิธีการนี้มีราคาสูง แต่ยังเป็นการวัดแบบทำลาย จึงไม่เหมาะกับการนำมาใช้ในกระบวนการรับซื้อทั่วไป เทคนิคการตรวจสอบมังคุดเนื้อแก้วโดยใช้เรโซเนเตอร์รูปเกลียววิเคราะห์พารามิเตอร์  $S_{21}$  จากเรโซเนเตอร์โดยนำมังคุดมาวางด้านหน้า มังคุดที่มีเนื้อแก้วให้ค่า  $S_{21}$  สูงกว่ามังคุดที่มีเนื้อปกติ [10] ระบบเหมาะกับการนำไปใช้งานภาคสนาม รวมถึงราคาถูก แต่ลักษณะการวางมังคุดตัวอย่างต้องใช้มือจับและหมุน ทำให้ค่าที่วัดได้อาจมีผลกระทบจากมือที่จับ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน เทคนิคการใช้คลื่นความถี่ไมโครเวฟเป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่น่าสนใจเพื่อคัดแยกมังคุดเนื้อแก้วในหลายลักษณะ ได้แก่ การวิเคราะห์พื้นที่ตัดขวางเรดาร์ (Radar cross section) และความถี่ธรรมชาติของมังคุดเนื้อปกติและมังคุดเนื้อแก้ว พบว่ามังคุดเนื้อแก้วและมังคุดเนื้อปกติตอบสนองต่อความถี่แตกต่างกัน [11] การทดสอบหลักการความถี่ตอบเปอร์โดยวัดด้วยผลมังคุดขณะหมุนจากมังคุดเนื้อแก้วและมังคุดเนื้อปกติ พบว่าขนาดของความถี่ตอบเปอร์ที่ได้จากมังคุดเนื้อแก้วมีค่าสูงกว่ามังคุดเนื้อปกติ [12] หรือการวิเคราะห์การกระจัดกระจายคลื่น (Scattered Wave) ซึ่งสะท้อนกับผลมังคุดที่ความถี่ 10 กิกะเฮิร์ตซ์ เพื่อคัดแยกมังคุดเนื้อแก้วและเนื้อปกติ [13] อย่างไรก็ตามการวัดด้วยคลื่นไมโครเวฟทั้ง 3 เทคนิค เป็นการทดสอบความเป็นไปได้ของการคัดแยกในห้องปฏิบัติการ จึงยังไม่มีกรออกแบบเป็นระบบเพื่อนำไปใช้งานจริง แต่แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการใช้คลื่นสะท้อนจากผลมังคุดเพื่อคัดแยกมังคุดเนื้อแก้ว

บทความนี้นำเสนอระบบคัดแยกมังคุดเนื้อแก้วที่ทำงานย่านความถี่เอ็ชซ์ ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน และราคาประหยัด การวัดโดยไม่ทำลาย แสดงผลตามเวลาจริง โดยอาศัยคุณสมบัติไดอิเล็ก

ตริกที่ต่างกันของเนื้อมังกุดระหว่างเนื้อแก้วและเนื้อปกติ ส่วนที่ 2 ทฤษฎีของความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การสะท้อนของคลื่นและคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของตัวกลาง ส่วนที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย การตรวจวัดคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของมังกุด การจำลองการตรวจวัดคลื่นสะท้อนกลับจากผลมังกุด และระบบที่นำเสนอ ส่วนที่ 4 ผลการทดสอบระบบตรวจวัดมังกุดเนื้อแก้วต้นแบบ และส่วนที่ 5 สรุปและวิจารณ์

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อตรวจวัดคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของมังกุดเนื้อแก้วและมังกุดเนื้อปกติในช่วงความถี่ 10-11 กิกะเฮิร์ตซ์
2. เพื่อสร้างระบบเซนเซอร์ตรวจจับมังกุดเนื้อแก้ว

**ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

คุณสมบัติการสะท้อนของคลื่นไมโครเวฟเมื่อคลื่นแพร่กระจายไปตกกระทบกับรอยต่อระหว่างตัวกลาง 2 ชนิด อธิบายได้ด้วยสัมประสิทธิ์การสะท้อน  $\Gamma$  ดังสมการที่ (1)

$$|E_r| = \Gamma |E_0| \dots\dots\dots(1)$$

โดย  $E_r$  คือ คลื่นสะท้อน และ  $E_0$  คือ คลื่นตกกระทบ สัมประสิทธิ์การสะท้อนแปรผันกับคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของตัวกลาง ซึ่งประกอบด้วยค่าสภาพยอมไฟฟ้า  $\epsilon$  และ  $\mu$  คือ ค่าความซึมซาบแม่เหล็ก ตัวกลางที่เป็นวัสดุไดอิเล็กตริก มีค่า  $\mu$  ใกล้เคียงกัน กรณีที่คลื่นเดินทางจากตัวกลางที่ 1 คือ อากาศ ซึ่งมีค่าอิมพีแดนซ์เป็น  $\eta_0$  ตกกระทบไปยังตัวกลางที่สองที่มีค่าอิมพีแดนซ์เป็น  $\eta$  สัมประสิทธิ์การสะท้อนมีค่าดังสมการที่ (2) [14]

$$\Gamma = \frac{\eta - \eta_0}{\eta + \eta_0} \dots\dots\dots(2)$$

อิมพีแดนซ์ของตัวกลางมีค่าขึ้นอยู่กับคุณสมบัติไดอิเล็กตริกดังสมการที่ (3)

$$\eta = \sqrt{\mu/\epsilon} \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อคลื่นเดินทางไปตกกระทบกับตัวกลางที่ 2 ขนาดของคลื่นสะท้อนจึงขึ้นอยู่กับค่าสภาพยอมไฟฟ้าของตัวกลางที่ 2 ทั้งนี้ค่าสภาพยอมไฟฟ้าเป็นจำนวนเชิงซ้อน มีส่วนจริง คือ ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (Dielectric constant) และส่วนจินตภาพ คือ ตัวประกอบการสูญเสียไดอิเล็กตริก (Dielectric loss factor) สำหรับมังกุดเนื้อแก้วและมังกุดเนื้อปกติ มีคุณสมบัติของเนื้อต่างกัน [15] และสภาพยอมไฟฟ้าไม่เท่ากัน จึงสามารถจำแนกมังกุดเนื้อแก้วได้จากขนาดของคลื่นสะท้อนกลับ

**ระเบียบวิธีวิจัย**

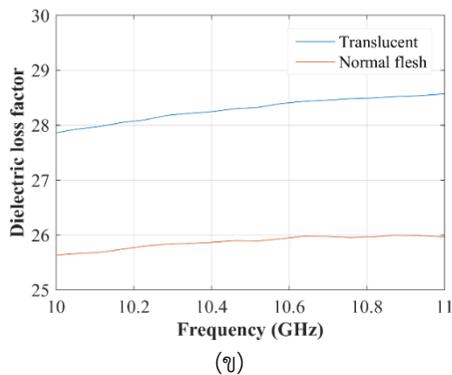
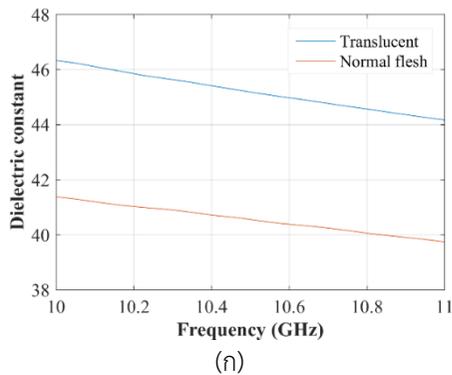
**1. ตรวจวัดคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของมังกุด**

การตรวจวัดคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของมังกุดทำในช่วงความถี่ 10 ถึง 11 กิกะเฮิร์ตซ์ มังกุดตัวอย่างจากสวนผลไม้ถูกจัดเตรียมทั้งหมด 56 ลูก ประกอบด้วยมังกุดเนื้อแก้วและเนื้อปกติ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.2 ถึง 5.6 เซนติเมตร มังกุดตัวอย่างได้รับการทำสัญลักษณ์กำกับและระบุหมายเลขเพื่อตรวจวัดตามลำดับ การตรวจวัดแบ่งออกเป็นการวัดเนื้อมังกุดและวัดเปลือก โดยใช้เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายรุ่น N9916A ทำงานร่วมกับโพรบไดอิเล็กตริกชนิดสลิม (Slim form) ข้อมูลการตรวจวัดได้รับการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวัดคุณสมบัติไดอิเล็กทริกของมังคุด

เพื่อให้การตรวจวัดมีประสิทธิภาพ เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายถูกปรับเทียบ 3 ขั้นตอน คือ การวัดเทียบอากาศ (Open circuit) การวัดแบบลัดวงจร (Short circuit) ด้วยปลอกคลัดวงจร และการวัดโหลดด้วยน้ำเปล่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ส่วนแรกของมังคุดที่ตรวจวัด คือ เปลือกมังคุด การเตรียมตัวอย่างทำโดยใช้ของมีดคว้านเปลือกให้มีขนาดเท่ากับหัวสลิมโพรบไดอิเล็กทริก โดยมีความลึกไม่น้อยกว่าประมาณ 3 มิลลิเมตร ตัวอย่างได้รับการคว้านทั้งหมด 4 ตำแหน่งตามส่วนที่ระบุของมังคุด 1 ผล หลังจากนั้นทำการตรวจวัดเนื้อในตำแหน่งเดียวกันและทำในลักษณะเดียวกัน คือ การคว้านลงในเนื้อมังคุด และมีความลึกเท่ากับการคว้านเปลือก ข้อมูลคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเปลือกมังคุดถูกนำมาใช้สำหรับการจำลอง คุณสมบัติไดอิเล็กทริกของเนื้อมังคุดแบ่งออกเป็นเนื้อปกติและเนื้อแก้วที่ความถี่ 10 ถึง 11 กิกะเฮิรตซ์ ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของมังคุดเนื้อแก้วมีค่าสูงกว่าเนื้อปกติ ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของเนื้อแก้วอยู่ในช่วง 46.30-44.13 และเนื้อปกติอยู่ในช่วง 41.34-39.70 โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อความถี่เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 2 (ก) ตัวประกอบการสูญเสียไดอิเล็กทริกของเนื้อมังคุดแก้วมีค่าสูงกว่าเนื้อมังคุดดีเช่นเดียวกัน ตัวประกอบการสูญเสียไดอิเล็กทริกของมังคุดเนื้อแก้วอยู่ในช่วง 27.82-28.62 และมังคุดเนื้อปกติอยู่ในช่วง 25.64-26.02 แต่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อความถี่สูงขึ้น ดังรูปที่ 2.1 (ข)



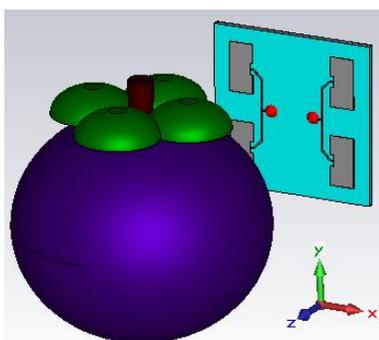
รูปที่ 2 (ก) ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก (ข) ค่าตัวประกอบการสูญเสียไดอิเล็กทริกของมังคุด

เมื่อพิจารณาความถี่ 10.525 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่สำหรับการพัฒนาระบบ ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของเนื้อมังคุดแก้วอยู่ 45.08 เนื้อมังคุดปกติอยู่ที่ 40.43 ส่วนตัวประกอบการสูญเสียไดอิเล็กทริกของเนื้อมังคุดแก้วและมังคุดเนื้อปกติอยู่ที่ 28.37 และ 25.89 ตามลำดับ ความแตกต่างของคุณสมบัติไดอิเล็กทริกแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการตรวจสอบมังคุดเนื้อแก้ว การวิเคราะห์คุณสมบัติทางไฟฟ้าของมังคุดเนื้อแก้วและมังคุดเนื้อปกติใช้การตรวจวัดค่าคงที่ไดอิเล็กทริกและค่าตัวประกอบการสูญเสียไดอิเล็กทริก เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการแยกมังคุดเนื้อแก้วออกจากมังคุดเนื้อปกติด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

## 2. จำลองการตรวจวัดมังคุด

คุณสมบัติไดอิเล็กทริกของมังคุดที่ได้จากการตรวจวัดที่ความถี่ 10.525 กิกะเฮิรตซ์ และถูกใช้

ในการพัฒนาโมเดลมังคุดสำหรับการวิเคราะห์ความสามารถในการคัดแยกมังคุดเนื้อแก้วด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การจำลองประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (CST Microwave studio 2019) ระบบตรวจวัดประยุกต์ใช้สายอากาศแพทช์แบบอาร์เรย์ แบ่งออกเป็นภาคส่งและภาครับอยู่บนวัสดุฐานรองและระนาบกราวด์เดียวกัน ให้ค่าการสูญเสียย้อนกลับต่ำกว่า -20 dB ที่ความถี่ 10.525 กิกะเฮิรตซ์ สายอากาศรับและสายอากาศส่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ 5 เซนติเมตร มีระยะห่างระหว่างสายอากาศรับส่ง 2 เซนติเมตร จุดกึ่งกลางระหว่างสายอากาศรับส่งห่างจากผลมังคุดจำลอง 10 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3



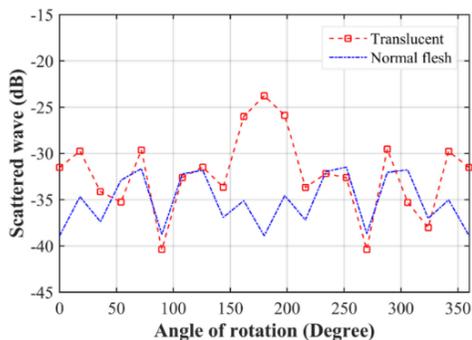
รูปที่ 3 จำลองการตรวจวัดมังคุดด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

โมเดลมังคุดเนื้อแก้วและมังคุดเนื้อปกติได้รับการปรับค่าคงที่ได้อิเล็กทรอนิกส์และค่าตัวประกอบการสูญเสียไดอิเล็กตริกอย่างสอดคล้องกับผลการวัดด้วยโพรบไดอิเล็กตริก โมเดลของมังคุดเนื้อแก้วแบ่งออกเป็น 6 กลิบ และ 1 กลิบเป็นเนื้อแก้วและเนื้อปกติ 5 กลิบ ขั้นตอนการตรวจวัด คือ เมื่อโมเดลมังคุดหมุน 1 ครั้ง ทำการตรวจวัด 1 ครั้ง การหมุนปรับครั้งละ 18 องศา และหมุนทั้งหมด 20 ครั้ง เริ่มตั้งแต่มุม 0 ถึง 360 องศา โดยใช้จุดสังเกตจากด้านล่างของมังคุดโมเดล การหมุนทำในลักษณะหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือจากซ้ายไปขวาและมีสายอากาศรับส่งอยู่ด้านข้าง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตำแหน่งเนื้อแก้ว 0 ถึง 360 องศา

องศา	ตำแหน่งเนื้อแก้ว 1 กลิบ
0°	
18°	
180°	
342°	

การจำลองเพื่อวิเคราะห์ความต่างของกำลังงานสะท้อน ( $S_{21}$ ) ที่มีผลมาจากเนื้อแก้วด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้เทคนิคอวกาศว่างและวิเคราะห์กำลังงานที่ได้รับ เมื่อสังเกตที่ 0 องศา กรณีผลมังคุดที่มีเนื้อแก้วภายใน 1 กลิบ และมังคุดเนื้อปกติทั้งหมดให้ค่ากำลังงานการสะท้อนกลับของ  $|S_{21}|$  อยู่ที่ -31.54 เดซิเบล และ -38.92 เดซิเบล และที่ 18 องศา ค่าพารามิเตอร์  $|S_{21}|$  อยู่ที่ -29.76 เดซิเบล และ -34.69 เดซิเบล และที่ 36 ถึง 162 องศา ค่าพารามิเตอร์  $|S_{21}|$  อยู่ในช่วง -34.14 ถึง -26.03 เดซิเบล และ -37.39 ถึง -35.12 เดซิเบล และที่มุม 180 องศา สังเกตได้ว่ามังคุดที่มีเนื้อแก้วภายในให้ค่า  $|S_{21}|$  อยู่ที่ 23.77 เดซิเบล และ มังคุดปกติอยู่ที่ 38.92 เดซิเบล และที่มุม 198 ถึง 360 องศา ค่าพารามิเตอร์  $|S_{21}|$  อยู่ในช่วง อยู่ในช่วง -25.9 ถึง -31.54 เดซิเบล และ -34.57 ถึง -38.92 เดซิเบล ตามลำดับ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กำลังงานการสะท้อนจากการจำลองการตรวจวัดมังคุดเนื้อแก้ว

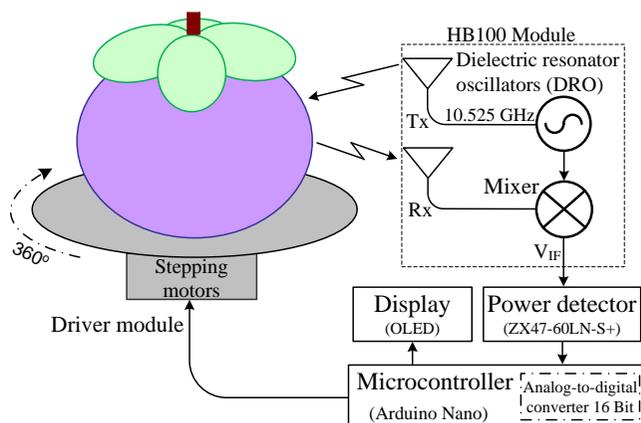
การจำลองการตัดแยกมังคุดเนื้อปกติและมังคุดเนื้อแก้วที่ความถี่ 10.525 กิกะเฮิรตซ์ โดยมีมังคุดเนื้อแก้วอยู่ที่มุม 180 องศา ซึ่งโมเดลมังคุดเนื้อปกติให้ค่ากำลังงานการสะท้อนสูงสุดอยู่ที่ -32 เดซิเบล ที่มุม 72 องศา และสำหรับโมเดลมังคุดเนื้อแก้วให้ค่ากำลังงานสะท้อนกลับสูงสุดอยู่ที่ -24 เดซิเบล ที่มุม 180 องศา แสดงให้เห็นว่าเนื้อแก้วภายในผลมังคุดมีผลต่อกำลังงานสะท้อนที่แตกต่างจากมังคุดปกติ จากความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าการ

ตรวจสอบมังคุดเนื้อแก้ว ดังนั้นการพัฒนาระบบต้นแบบจึงได้รับความสนใจ

### 3. ระบบเซนเซอร์ที่นำเสนอ

#### 3.1 โครงสร้างระบบ

การจำลองการตรวจสอบมังคุดด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการตัดแยกมังคุดเนื้อแก้ว ดังนั้นระบบการตรวจวัดจึงได้รับการพัฒนา โดยระบบประกอบด้วยแหล่งกำเนิดสัญญาณความถี่สูง (Oscillator) แบบไดอิเล็กทริกเรโซเนเตอร์ สายอากาศรับและสายอากาศส่ง (Tx and Rx Antenna) ทำหน้าที่รับส่งคลื่นความถี่ วงจรผสมสัญญาณ (Mixer) ทำหน้าที่ผสมสัญญาณความถี่เป็นคลื่นความถี่กลาง (Intermediate frequency: IF) อุปกรณ์ตรวจจับกำลังงาน วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลขนาด 16 บิต บอร์ดอาคูโยนสำหรับการประมวลผลและตัดสินใจ จอแสดงผล (Display) วงจรขับและมอเตอร์สเต็ปเปอร์ที่ควบคุมการหมุนของผลมังคุดดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนผังการทำงานของระบบเซนเซอร์ตรวจวัดมังคุดเนื้อแก้ว

การทำงานของระบบที่ได้รับการนำเสนอคือ แหล่งกำเนิดสัญญาณความถี่สูงทำหน้าที่สร้างกำลังงานความถี่เพื่อส่งออกไปยังวงจรมผสม

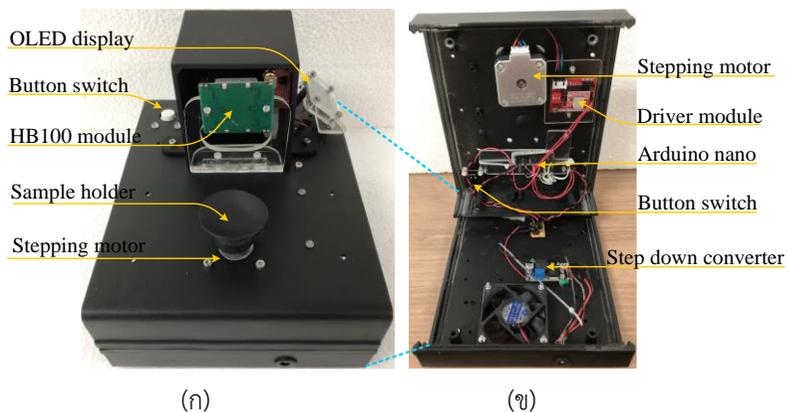
สัญญาณและส่งออกผ่านสายอากาศส่งไปยังวัสดุทดสอบและเกิดเป็นคลื่นสะท้อนกลับมายังสายอากาศรับ กำลังงานที่ได้รับถูกผสมสัญญาณ

และเปลี่ยนเป็นคลื่นความถี่กลาง เปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและเป็นสัญญาณดิจิทัล ข้อมูลถูกเก็บเข้าสู่หน่วยความจำ จากนั้นเปลี่ยนตำแหน่งการวัดบนผลมั่งคุดโดยใช้มอเตอร์สเต็ปเปอร์ ข้อมูลทั้งหมดได้รับการวิเคราะห์และแสดงผล

### 3.2 ระบบเซนเซอร์ต้นแบบ

ระบบตรวจวัดได้รับการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ความสามารถในการคัดแยกมั่งคุดเนื้อแก้วจากการเปรียบเทียบระหว่างความถี่ท้องถิ่น (Local frequency) กับกำลังงานสะท้อนรอบผลมั่งคุดที่มุม 0 ถึง 360 องศา ระบบต้นแบบประยุกต์ใช้บอร์ดอาดุยโนนาโน 3.0 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบ ภายในโมดูล HB100 ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดความถี่ 10.525 กิโลเฮิร์ตซ์ สายอากาศรับและสายอากาศส่งอยู่บนระนาบกราวด์เดียวกัน และวางจรมผสมสัญญาณโดยโมดูล HB100 ถูกติดตั้งด้านข้างฐานวางผลมั่งคุดดังแสดงในรูปที่ 6 (ก) การทำงานของระบบคือ กำลังงานความถี่ถูกส่งออกจากภาคส่งไปยังมั่งคุดตัวอย่างและเกิดเป็นกำลังงานสะท้อนกลับมายังภาครับ กำลังงานที่ได้รับถูกผสม

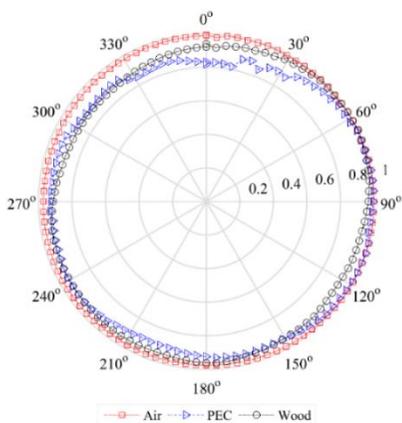
สัญญาณและให้เอาต์พุตเป็นกำลังงานของคลื่นความถี่กลาง  $V_{IF}$  กำลังงานความถี่ถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงด้วยอุปกรณ์ตรวจจับกำลังงานแบบเชิงเส้น Mini Circuits ZX47-60LN-S+ ที่รับอินพุตในช่วง -60 ถึง 0 เดซิเบล มิลลิวัตต์ และให้เอาต์พุตในช่วง 1.6 ถึง 0.3 โวลต์ จากนั้นแรงดันไฟฟ้าถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลด้วยอุปกรณ์แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลขนาด 16 บิต รุ่น AD7705 รองรับอินพุตได้ 0 ถึง 5 โวลต์ ข้อมูลการตรวจวัดในแต่ละครั้งถูกจัดเก็บเข้าหน่วยความจำ จากนั้นผลมั่งคุดได้รับการหมุน 3.6 องศา ด้วยมอเตอร์สเต็ปเปอร์ และตรวจวัดลักษณะเดียวกับก่อนหน้า โดยหมุนทั้งหมด 100 ครั้ง โครงสร้างภายในของระบบแสดงดังในรูปที่ 6 (ข) ข้อมูลจากการตรวจวัดได้รับการวิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: SD) และผลการตัดสินใจถูกแสดงบนหน้าจอแอลอีดี (OLED) ขนาด 0.96 นิ้ว ระบบเซนเซอร์ที่พัฒนาได้รับการทดสอบเพื่อตรวจหาเนื้อแก้วของมั่งคุดทั้งหมด 54 ลูก และใช้ค่าระดับ SD ในการแยกความแตกต่างระหว่างมั่งคุดเนื้อแก้วและเนื้อปกติ



รูปที่ 6 ระบบตรวจสอบมั่งคุดเนื้อแก้วต้นแบบ (ก) ภายนอก (ข) ภายใน

### ผลการวิจัย

การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบด้วยการตรวจวัดวัสดุที่มีคุณสมบัติไดอิเล็กตริกแตกต่างกัน คือ อากาศ ไม้ทรงกลมและตัวนำทรงกลม ไม้ทรงกลมให้ค่าแรงดันอยู่ระหว่าง 77 ถึง 88 มิลลิโวลต์ และแรงดันของตัวนำทรงกลมอยู่ระหว่าง 69 ถึง 83 มิลลิโวลต์ กำลังงานสะท้อนตอบสนองตามคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงและระดับแรงดันที่ได้รับเปลี่ยนแปลงตามอุปกรณ์ตรวจจับกำลังงานแบบเป็นเชิงเส้น ซึ่งให้แรงดันไฟฟ้าต่ำเมื่อกำลังงานของ  $V_{IF}$  สูงและให้แรงดันสูงเมื่อกำลังงานของ  $V_{IF}$  ต่ำ ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ต่างกันตามลักษณะของวัสดุ การวิเคราะห์กำลังงานการสะท้อนโดยตรงอาจส่งผลต่อความแม่นยำของระบบ ข้อมูลจึงได้รับการนอร์มัลไลซ์เพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากขนาด การนอร์มัลไลซ์ทำได้โดยนำระดับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดหารระดับแรงดันจากการตรวจวัดเพื่อให้อัตราส่วนของระดับแรงดันเข้าใกล้ 1 ในทุก ๆ องศาการวัดดังรูปที่ 7



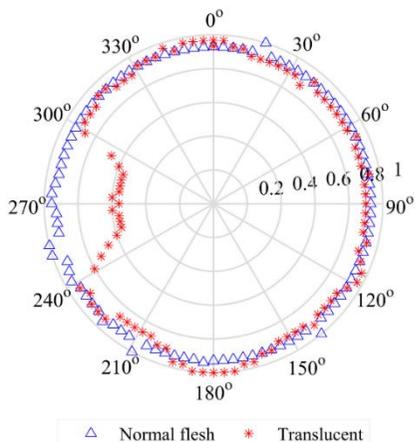
รูปที่ 7 การนอร์มัลไลซ์ระดับแรงดันจากการตรวจวัดอากาศ ตัวนำและไม้ทรงกลม

การทำงานของระบบแสดงให้เห็นการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุ ขนาดที่ส่งผลต่อกำลังงานสะท้อนที่ต่างกัน ส่งผลให้การตัดสินใจจากแรงดันเพียงอย่างเดียวอาจส่งผลต่อความแม่นยำ เพื่อลด

ผลกระทบที่เกิดจากรูปทรงของมังคุดด้วยการนอร์มัลไลซ์ระดับแรงดันไฟฟ้าก่อนการตัดสินใจจึงเป็นสิ่งที่ได้รับการพิจารณา กรณีที่เป็นมังคุดเนื้อปกติ การนอร์มัลไลซ์ส่งผลให้อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าเข้าใกล้ 1 ในทุก ๆ องศาการตรวจวัด ส่งผลให้ระดับแรงดันไฟฟ้าจากการตรวจวัดมังคุดเนื้อปกติและเนื้อแก้วมีค่าต่างกัน สำหรับมังคุดที่มีเนื้อแก้วภายใน ในตำแหน่งของเนื้อแก้วให้อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าปกติ ระบบถูกนำมาใช้ในการตรวจวัดมังคุดเนื้อแก้วและมังคุดเนื้อปกติ ขนาดโดยเฉลี่ยของมังคุดมีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 5.2 ถึง 5.8 เซนติเมตร การวางผลมังคุดจริงเพื่อทดสอบมีลักษณะแสดงดังรูปที่ 8 (ก)



(ก)



(ข)

รูปที่ 8 (ก) ตำแหน่งการวางผลมังคุดและ (ข) ผลการตรวจวัด

ข้อมูลการตรวจวัดมังกุดเนื้อแก้วและเนื้อปกติแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนของกำลังงานการสะท้อนในรูปแบบของระดับแรงดันไฟฟ้า ข้อมูลได้รับการนอร์มัลไลซ์เพื่อลดอิทธิพลของขนาดและความผันผวนของข้อมูล และในขั้นตอนการตัดสินใจในการคัดแยกมังกุดเนื้อปกติและเนื้อแก้วใช้การวิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: SD) ตามสมการที่ (4)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}} \dots\dots\dots(4)$$

โดย  $\sigma$  คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $x_i$  คือ ระดับแรงดันไฟฟ้าของการตรวจวัดแต่ละจุด ค่า  $\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลการตรวจวัดทั้งหมด  $N$  คือ จำนวนข้อมูลการตรวจวัดทั้งหมด ค่า SD ของมังกุดเนื้อปกติอยู่ในช่วง 0.023 ถึง 0.037 และเนื้อแก้วอยู่ในช่วง 0.092 ถึง 0.131 ความแตกต่างที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถประยุกต์ใช้การตัดสินใจจากค่า SD ในการคัดแยกมังกุดเนื้อแก้ว ค่าระดับอ้างอิงของ SD ถูกนำไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจคัดแยกมังกุดและได้รับการบันทึกลงในโปรแกรมการประมวลผลของบอร์ดออคยูน ผลการตัดสินใจแสดงผลการวัดบนหน้าจอโอแอลอีดี จากนั้นตรวจวัดมังกุดตัวอย่างชุดที่ 2 ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถตรวจวัดและวิเคราะห์ค่า SD และตัดสินใจจากค่าระดับอ้างอิงโดยให้ความแม่นยำที่ร้อยละ 84.4 แสดงความเป็นไปได้ในการนำไปประยุกต์ใช้งาน

**สรุปและอภิปรายผล**

การพัฒนาาระบบตรวจวัดเนื้อแก้วของมังกุดประยุกต์ใช้อัตราส่วนของอัตราขยายที่ความถี่ 10.525 กิกะเฮิรตซ์ วิเคราะห์กำลังงานของคลื่นความถี่กลางจากกำลังงานสะท้อนที่ได้จากการวัดรอบผลมังกุด นอร์มัลไลซ์ข้อมูลจากการตรวจวัด

เพื่อลดอิทธิพลจากรูปทรง คัดแยกมังกุดเนื้อแก้วด้วยระดับอ้างอิงของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มังกุดเนื้อปกติและเนื้อแก้วได้รับการตรวจวัดคุณสมบัติไดอิเล็กตริกในช่วงความถี่ 10 ถึง 11 กิกะเฮิรตซ์ ทั้งหมดจำนวน 56 ผล โดยค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของมังกุดเนื้อแก้วเฉลี่ยอยู่ที่ 45.08 เนื้อปกติอยู่ที่ 40.43 และตัวประกอบการสูญเสียไดอิเล็กตริกอยู่ที่ 28.32 และ 25.89 ตามลำดับ ระบบประกอบด้วยไดอิเล็กตริกเรโซเนเตอร์ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณความถี่สูง สายอากาศรับส่งทำงานในช่วงความถี่ 10.525 กิกะเฮิรตซ์ วงจรผสมสัญญาณความถี่สูงมอเตอร์สแต็ปเปอร์ทำหน้าที่หมุนผลมังกุดในขณะที่ตรวจวัดตั้งแต่ 0 ถึง 360 องศา อุปกรณ์ตรวจจับกำลังงาน วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล และบอร์ดออคยูนทำหน้าที่ควบคุมระบบและประมวลผล มังกุดได้รับการตรวจวัดทั้งหมด 54 ลูก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของมังกุดเนื้อแก้วและมังกุดเนื้อปกติเฉลี่ยอยู่ที่ 0.11 และ 0.03 ตามลำดับ ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นค่าอ้างอิงในการตัดสินใจ เมื่อทดสอบระบบ การตรวจวัดสามารถคัดแยกมังกุดเนื้อแก้วได้ร้อยละ 84.4 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถคัดแยกมังกุดได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งาน

ระบบเซนเซอร์ตรวจวัดเนื้อแก้วของมังกุดที่พัฒนาสามารถตรวจวัดโดยไม่ทำลายผลมังกุดระบบถูกสร้างและบรรจุภายในกล่องทำให้ขนาดกะทัดรัดเหมาะสำหรับใช้งานภาคสนาม ต้นทุนอุปกรณ์ต่ำ ซึ่งวิธีการตรวจสอบมังกุดในงาน [11]-[13] ที่เสนอไว้ก่อนหน้า เป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และใช้เครื่องมือราคาสูงในห้องปฏิบัติการ การวัดรอบผลมังกุดใช้การหมุนแบบอัตโนมัติลดผลกระทบจากมือซึ่งต่างจากงานก่อนหน้า [10] รวมถึงไม่มีผลกระทบจากแสงภายนอก ส่วนประมวลผลใช้การวิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งความซับซ้อนต่ำ ส่งผลให้การตัดสินใจทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจาก  
กองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี  
ประจำปี 2565 เลขที่ 2223/2565

### References

- [1] Econ digest, (2021, 25 Aug.). Export value of Thai mangosteens in 2021 is expected to grow 14.6-18.8%, Kasikorn Research Center [Online]. Available: <http://www.kasikornresearch.com/en/analysis/k-social-media/Pages/mangos-teen-FB-03-09-21.aspx>.
- [2] W. M. Aizat, F. H. Ahmad-Hashim, and S. N. S. Jaafar, “ Valorization of mangosteen, the queen of Fruits, and new advances in postharvest and in food and engineering applications: a review, *Journal of Advanced Research*, vol. 20, pp. 61–70, 2019
- [3] V. Suwanseree, S. Phansiri, C. Nontaswatsri, and C. Yapwattanaphun, *Mutation breeding to increase genetic diversity in mangosteen,*” Proceedings of International Symposium on Tropical Fruits, Ho Chi Minh, Vietnam, 24-26 September 2019, pp. 48-61.
- [4] A. Terdwongworakul, (2015, 21 Oct.). Translucent of mangosteen [Online] Kasetsart University Research and Development Institute, Available: <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=21690>.
- [5] Rueso district agriculture office, “The gumboge and translucent disorder mangosteen,” *Agriculture News*, vol. 013, pp. 1-4, 2013.
- [6] Y. Theapparatt, S. Khongthong, P. Rodjan, K. Lertwittayanon, and D. Faroonsang, “Physicochemical properties and in vitro antioxidant activities of pyroligneous acid prepared from brushwood biomass waste of mangosteen, durian, rambutan, and langsat,” *Journal of Forestry Research*, vol. 30, no. 3 pp.1139–1148, 2019.
- [7] P. Chairsichonlathan, “ Research and development on automatic quality grading machine of mangosteen using ultrasonic specific gravity sensor – based control system,” Research report, Department of Agriculture, Bangkok, 2016.
- [8] D. D. Matra, T. Kozaki, K. Ishii, R. Poerwanto, and E. Inoue, “ Comparative transcriptome analysis of translucent flesh disorder in mangosteen (*Garcinia mangostana L.*) fruits in response to different water regimes,” *PLOS ONE*, vol. 14, no. 7, pp. 1-20, 2019.
- [9] J. C. Caicedo-Eraso, F. O. Diaz-Arango, and A. Osorio-Alturo, “ Electrical impedance spectroscopy applied to quality control in the food industry,” *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, vol.21, no. 1, pp.1-20, 2020.
- [10] C. M. O. Muvianto, M.G.R. Afrizal, S. Ariessaputra, K. Yuniarto, S. M. A. Sasongko, B. Darmawan, and S. Ch, “ Mangosteen flesh condition detector based on microwave non-destructive technique using spiral resonator sensor’s,” *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, vol.18, no.1, pp.28-34, 2022.

- [11] P Leekul, and M Krairiksh, “*Measured natural frequencies of mangosteens,*” 2018 IEEE Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation (APCAP), pp.334-335, 2018.
- [12] P Leekul, and M Krairiksh, “*A sensor for fruit classification using doppler radar,*” 2018 IEEE Conference on Antenna Measurements & Applications (CAMA), pp.1-2, 2018.
- [13] H. N. Dao, C. Phongcharoenpanich and M. Krairiksh, “*Approximated backscattered wave models of a Lossy concentric dielectric sphere for fruit characterization,*” *Electronics* 2022, 11, 1521.
- [14] D. M. Pozar, “*Microwave engineering,*” 4<sup>th</sup> ed. John Wiley & Sons. USA, 2012.
- [15] C. Wongs-Aree and S. Noichinda, “*Glycolysis fermentative by-products and secondary metabolites involved in plant adaptation under Hypoxia during pre- and postharvest,*” *Hypoxia and Anoxia*. Intech Open, pp. Dec. 12, 2018. doi: 10.5772/intechopen.80226.

## การพัฒนาเครื่องย่อยขวดพลาสติกต้นทุนต่ำเพื่อเพิ่มปริมาณการขนส่ง ขยะพลาสติกสำหรับผู้ประกอบการรายย่อย

วิทยา วงษ์กลาง<sup>1</sup>, กริธา แก้วคงธรรม<sup>2</sup>, อนุรักษ์ ตรีเพ็ชร<sup>3</sup>, สมมาตร ทองคำ<sup>4</sup>,  
ณัฐพงษ์ สุขสบาย<sup>5</sup>, สิงหา มโนเครือ<sup>6</sup>, พรหมพัชร์ บุญรักษา<sup>7\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

<sup>4,5,6</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

<sup>7</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Email: promphak.dawan@gmail.com

Received: Oct 24, 2023

Revised: Nov 27, 2023

Accepted: Dec 6, 2023

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะลดขนาดของขยะขวดพลาสติกเพื่อให้สามารถเพิ่มจำนวนในการขนส่งและง่ายต่อการนำไปบดเพื่อทำเม็ดพลาสติกของผู้ประกอบการรายย่อย โดยทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องย่อยขวดพลาสติกให้มีต้นทุนต่ำและสามารถย่อยพลาสติกได้หลายประเภท โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานคือ ทำการออกแบบโครงสร้างของเครื่องย่อยขวดพลาสติกที่มีขนาดความสูง 90 เซนติเมตร กว้าง 43 เซนติเมตร ยาว 54 เซนติเมตร วิธีการทดสอบสมรรถนะของเครื่องย่อยขวดพลาสติกมีวิธีการดังนี้คือ นำขวดที่ผลิตจากพลาสติก 6 ประเภท ได้แก่ Polypropylene: PP, Polyvinylchloride: PVC, High-Density Polyethylene: HDPE, Polyethylene terephthalate: PET, Low-Density Polyethylene: LDPE, Polystyrene: PS และนำไปใส่ในเครื่องย่อยโดยทำการทดสอบทั้งหมด 3 รอบ พบว่าเครื่องย่อยสามารถย่อยพลาสติกได้ทั้ง 6 ชนิด ขนาดวัสดุย่อยมีขนาดลดลงตามลำดับ ทำการเปรียบเทียบราคาต้นทุนการผลิตกับเครื่องที่มีขายตามท้องตลาดพบว่าราต้นทุนของเครื่องเครื่องย่อยขวดพลาสติกที่สร้างขึ้นมีราคาต่ำกว่าราคาเครื่องที่มีขายตามท้องตลาด และทำการเก็บผลการศึกษาค่าความพึงพอใจ จากกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการขายขวดพลาสติกรายย่อยในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ศึกษาคือ แบบสอบถาม สรุปค่าความพึงพอใจในการใช้เครื่องย่อยขวดพลาสติกต้นแบบคือ มีความพึงพอใจเฉลี่ยรวม คือ มากที่สุด ( $\bar{X} = 4.75$ )

**คำสำคัญ :** เครื่องย่อย, สมรรถนะ, พลาสติก, ค่าความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

## Developing a low-cost plastic bottle shredder to increase the amount of plastic waste transport for small entrepreneurs

Wittaya Wongklang<sup>1</sup>, Kreetta Kaewkongtham<sup>2</sup>, Anurak Tripetch<sup>3</sup>,  
Sommart Thongkom<sup>4</sup>, Nattapong Suksabai<sup>5</sup>,  
Singha Manokrua<sup>6</sup>, Promphak Boonraksa<sup>7\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

<sup>4,5,6</sup> Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering Bangkok Thonburi University

<sup>7</sup>School of Electrical Engineering Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

Email: promphak.dawan@gmail.com\*

Received: Oct 24, 2023

Revised: Nov 27, 2023

Accepted: Dec 6, 2023

### Abstract

In this paper, the researcher has an idea to reduce the size of plastic bottle waste so that it can be increased in transportation and easily crushed to make plastic pellets for small entrepreneurs. Design and develop a plastic bottle shredder that has a low cost and can shred many types of plastic. The operating steps are Designed for the structure of a plastic bottle shredder with dimensions of height of 90 cm, width of 43 cm., and length of 54 cm. Methods for testing the performance of plastic bottle shredders are as follows: Take bottles made from 6 types of plastic: Polypropylene: PP, Polyvinylchloride: PVC, High-Density Polyethylene: HDPE, Polyethylene terephthalate: PET, Low-Density Polyethylene: LDPE, Polystyrene: PS and put them in a shredder by testing all 3, It was found that the shredder was able to shred all six types of plastic. The size of the shredded material decreased accordingly. Comparing the production costs with the machines sold in the market, it was found that the cost of the plastic bottle shredder that was built was lower than the price of the machines sold in the market. The results of the satisfaction study were collected from a sample of 10 small plastic bottle entrepreneurs in Nakhon Si Thammarat province. The tool used in the study was a questionnaire. The summary of satisfaction values in using the prototype plastic bottle shredder was the overall average satisfaction was the highest ( $\bar{X} = 4.75$ )

**Keywords :** Shredder, Performance, Plastic, Satisfaction value

## บทนำ

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีความจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในยุคนี้มากเราพบเห็นการใช้พลาสติกในทุกชนิดของอุตสาหกรรมและทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันตัวอย่างการใช้งานผลิตภัณฑ์พลาสติกเช่น ทำถังและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเคมีเครื่องใช้สำหรับการเกษตรกรรมของใช้ในครัวเรือนเฟอร์นิเจอร์บรรจุภัณฑ์ของยาอาหารและเครื่องดื่มใช้เป็นอุปกรณ์กีฬาเป็นส่วนประกอบของรถยนต์เครื่องบินยานอวกาศเป็นชิ้นส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนประกอบของเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องใช้อื่น ๆ อีกมากมาย [1-3] ทั้งอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องประดับ ของเล่นเด็ก รวมถึงภาชนะบรรจุสินค้าต่าง ๆ มากมาย พลาสติกที่นำมาใช้มีหลายชนิดซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ในกลุ่มของใช้ที่ทำด้วยพลาสติกดังกล่าว พบว่าพลาสติกที่มีมากที่สุดคือพลาสติกเพื่อการบรรจุหีบห่อ ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง[4-6]

ในปัจจุบันได้มีการนำพลาสติกที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่หรือเรียกว่าการรีไซเคิล(Recycle) อย่างแพร่หลายเนื่องจากทำให้ผู้ผลิตรายย่อยสนใจที่จะนำพลาสติกรีไซเคิลมาใช้งานมากกว่าการซื้อใหม่เนื่องจากมีราคาถูกกว่าเม็ดพลาสติกที่นำมาผลิตพลาสติกใหม่ ดังเหตุผลที่กล่าวมาการแปรรูปพลาสติกเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมากพลาสติกรีไซเคิลส่งโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องนำมาทำการบดหรือย่อยเสียก่อนเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและง่ายต่อการทำความสะอาดและการขนส่งดังนั้นผู้ผลิตรายย่อยจำเป็นต้องมีเครื่องจักรในการย่อยพลาสติกเสียก่อนเพื่อสามารถย่อยพลาสติกและส่งต่อเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมในกระบวนการผลิตต่อไป[7-10]

จากความต้องการพลาสติกรีไซเคิลของโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีจำนวนมากขึ้นทำให้ผู้ที่ผลิตพลาสติกรีไซเคิลมีความจำเป็นที่เพิ่มสมรรถนะในการผลิต แต่ในปัจจุบันเครื่องจักรที่มีอยู่ในท้องตลาดยังมีราคาสูงสำหรับผู้ประกอบการรายย่อย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาเครื่องจักรที่ต้นทุนต่ำและสามารถย่อยพลาสติกได้หลายชนิดเพื่อให้สามารถเพิ่มปริมาณการขนส่งพลาสติกป้อนเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมากขึ้น

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องย่อยขวดพลาสติก
2. เพื่อพัฒนาเครื่องย่อยขวดพลาสติกให้สามารถย่อยพลาสติกได้หลายประเภท
3. เพื่อทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องย่อยขวดพลาสติก

## ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องย่อยขวดพลาสติก เพื่อย่อยขวดพลาสติกที่ผ่านการบริโภคจากแหล่งต่าง ๆ และเพิ่มสมรรถนะการจัดการขยะโดยใช้การลดปริมาณของขยะมูลฝอยลงด้วยวิธีเครื่องกล (Mechanical Volume Reduction) ซึ่งระบบนี้จะใช้เครื่องจักรที่เกี่ยวกับระบบกลไกของการบดย่อยจะช่วยให้มีความรวดเร็วและมีพื้นที่จัดเก็บเพิ่มมากขึ้น โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ออกแบบและสร้างเครื่องย่อยขวดพลาสติก
- ในขั้นตอนการออกแบบงานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองโครงสร้างของเครื่องย่อยขวดพลาสติกผ่านโปรแกรม และได้ภาพถ่ายไอโซเมตริกแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพถ่ายไอโซเมตริกของเครื่องย่อยขวดพลาสติกที่ออกแบบไว้

ขั้นตอนการสร้างเครื่องย่อยขวดพลาสติกมี  
ขั้นตอนดังนี้

1.1 ตัดเหล็กและเชื่อมเพื่อประกอบเป็น  
โครงสร้างเครื่องย่อยขวดพลาสติก



รูปที่ 2 ตัดเหล็กโครงสร้างเครื่อง

1.2 วัดระยะและเชื่อมที่ติดลูกปืนจากนั้นทำ  
การกลึงเพลาสวมลูกปืน



รูปที่ 3 กลึงเพลาสวมลูกปืน

1.3 ประกอบชุดใบมีดเครื่องย่อยขวดพลาสติก



รูปที่ 4 ประกอบชุดใบมีด

1.4 ประกอบชุดหัวเครื่องย่อยขวด



รูปที่ 5 ประกอบชุดหัว

1.5 ตัดเหล็กแผ่นทำถาดรองเศษ



รูปที่ 6 ตัดเหล็กแผ่นทำถาดรองเศษ

1.6 ประกอบชุดมอเตอร์พร้อมติดตั้งเบรกเกอร์



รูปที่ 7 ประกอบชุดมอเตอร์พร้อมติดตั้งเบรกเกอร์

### 1.7 ประกอบภาครับเศษวัสดุสำหรับเตรียมย่อย



รูปที่ 8 ประกอบภาครับเศษวัสดุสำหรับเตรียมย่อย

### 1.8 ประกอบฝาครอบเครื่อง



รูปที่ 9 เครื่องย่อยขวดพลาสติกที่สมบูรณ์

## 2. ทดสอบสมรรถนะเครื่องย่อยขวดพลาสติก

เมื่อทำการประกอบส่วนประกอบตามแบบของเครื่องย่อยขวดพลาสติกที่ได้ทำการออกแบบไว้ ขั้นตอนต่อไปคือ การทดสอบการทำงานของเครื่องย่อยขวดพลาสติก โดยเลือกพลาสติกที่นำมาทดสอบ 6 ประเภท ได้แก่ 1) ขวดน้ำที่ผลิตจากพลาสติก Polypropylene: PP, 2) ขวดบรรจุน้ำมันพืชที่ผลิตจาก Polyvinylchloride: PVC, 3) ขวดแชมพูที่ผลิตจากพลาสติก High-Density Polyethylene: HDPE, 4) ขวดน้ำอัดลม ที่ผลิตจากวัสดุ Polyethylene terephthalate: PET, 5) ขวดน้ำที่ผลิตจากวัสดุ Low-Density Polyethylene: LDPE, 6) ถ้วยโยเกิร์ต Polystyrene: PS เพื่อบันทึกผลการทดสอบ ในการเก็บบันทึกผลการทดสอบนั้น ผู้วิจัยทำการบันทึกผล

ขนาดของเศษขวดที่บดได้ในแต่ละครั้ง โดยมีขั้นตอนของวิธีการทดสอบมีดังนี้

วิธีการทดลองเครื่องบดย่อยพลาสติก

1) ตรวจสอบสภาพความพร้อมและความเรียบร้อยของเครื่องย่อยขวดพลาสติกให้เรียบร้อยก่อนการทำงานหรือการทดลองทุกครั้ง

2) แยกชนิดของพลาสติกที่จะนำมาบด

3) นำพลาสติกแต่ละชนิดที่แยกไว้เข้าไปบดทางช่องบดของเครื่องย่อยขวดพลาสติกจำนวนครั้งละ 1 ชั้น เพื่อทำการย่อยพลาสติก

4) เมื่อย่อยพลาสติกเรียบร้อยแล้วทำการบันทึกผลการทดลอง

3. การวัดค่าความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องย่อยขวดพลาสติกต้นแบบที่สร้างขึ้น

ในการสร้างเครื่องจักรต้นแบบใดๆ ขึ้นมาใช้งานไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มความสะดวกสบาย หรือเพิ่มผลผลิตผู้วิจัยควรมีการศึกษาค่าความพึงพอใจของผู้ใช้งาน เพื่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือสิ่งที่สร้างขึ้นให้ตอบสนองแก่ผู้ใช้งานและให้ได้ประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ใช้งาน[11-13] ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือในการหาค่าความพึงพอใจของผู้ใช้งาน คือแบบสอบถามและจำนวนผู้ใช้งานทั้งหมด 10 คน (N=10) และใช้เกณฑ์คะแนนค่าความพึงพอใจตามหลักของลิเคิร์ต (Likert's Scale) [14] ซึ่งแบ่งค่าระดับความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 1.50–2.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย

คะแนนเฉลี่ย 2.50–3.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 3.50–4.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก

คะแนนเฉลี่ย 4.50–5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

### ผลการวิจัย

จากการพัฒนาและสร้างเครื่องย่อยขวดพลาสติกเรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการทดลองและบันทึกผลเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องย่อยขวดพลาสติกโดยทดลองกับขวดที่เป็นพลาสติก 6 ประเภทประกอบด้วย 1) ขวดน้ำที่ผลิตจากพลาสติก Polypropylene: PP, 2) ขวดบรรจุน้ำมันพืชที่ผลิตจาก Polyvinylchloride: PVC, 3) ขวดแชมพูที่ผลิตจากพลาสติก High-Density Polyethylene: HDPE, 4) ขวดน้ำอัดลมที่ผลิตจากวัสดุ Polyethylene terephthalate: PET, 5) ขวดน้ำที่ผลิตจากวัสดุ Low-Density Polyethylene:

LDPE, 6) ถ้วยโยเกิร์ต Polystyrene: PS เพื่อให้ทราบถึงสมรรถนะในการทำงานของเครื่องย่อยขวดพลาสติก

1.) ผลการทดลองการย่อยขวดพลาสติกประเภทต่าง ๆ

จากการทดลองย่อยขวดพลาสติกทั้ง 6 ชนิด โดยทำการทดลองย่อยทั้งหมด 3 รอบ (รอบละ 1 ขวด) โดยตั้งค่าความเร็วรอบของใบมีดไว้ที่ 15 รอบ/นาที ได้ผลการการวัดขนาดขวดพลาสติกที่ผ่านการย่อยครั้งที่ 1-3 ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการทดลองวัดขนาดขวดพลาสติกหลังการย่อยของพลาสติกทั้ง 6 ชนิด จำนวน 3 ครั้ง

ชนิด	ขนาด(cm)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1.ขวดน้ำที่ผลิตจากพลาสติก Polypropylene: PP	4	1.8	0.6
2. ขวดบรรจุน้ำมันพืชที่ผลิตจาก Polyvinylchloride: PVC	4	2.0	0.8
3.ขวดแชมพูที่ผลิตจากพลาสติก High-Density Polyethylene: HDPE	4.2	2.2	0.9
4. ขวดน้ำอัดลมที่ผลิตจากวัสดุ Polyethylene terephthalate: PET	4.1	1.9	0.8
5. ขวดน้ำที่ผลิตจากวัสดุ Low-Density Polyethylene: LDPE	4	1.6	0.6
6.ถ้วยโยเกิร์ต Polystyrene: PS	4	2	0.9

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าพบว่าหลังจากการที่ย่อยพลาสติกทั้ง 6 ประเภท โดยทำการย่อยซ้ำประเภทละ 3 รอบ ผลการทดสอบพบว่าขวดพลาสติกมีขนาดที่แตกต่างกันไม่มากเนื่องจากการตั้งระยะห่างของใบมีดที่เท่ากันของเครื่องย่อยขวดพลาสติกจึงทำให้พลาสติกแม้ต่างชนิดกันสามารถย่อยได้ขนาดใกล้เคียงกัน

ทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องย่อยขวดพลาสติกกับงานวิจัย[10] เรื่องการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการย่อยพลาสติกเหลือใช้จากครัวเรือน เพื่อเพิ่มสมรรถนะการจัดการขยะภายในชุมชนเทศบาลเมืองเขารูปช้าง จังหวัดสงขลา ทำการเปรียบเทียบโดยใช้วัสดุย่อยประเภทเดียวกันคือขวดพลาสติกประเภท PET แสดงผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะการย่อยวัสดุของเครื่องย่อยขวดพลาสติกที่ได้สร้างขึ้นกับงานวิจัยอื่น

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	เครื่องย่อยจากงานวิจัยของ วรพงศ์ บุญช่วยแทน [10]	เครื่องย่อยขวดพลาสติกที่สร้างขึ้น
ขนาดพลาสติกหลังการย่อย 3 ครั้งของขวดพลาสติกประเภท PET	6.4 mm.	6 mm.
แรงม้าของมอเตอร์ระบบไฟฟ้า	7.5 Hp	1 Hp
	220 V	220 V

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าเครื่องย่อยที่คณะนักวิจัยพัฒนาและสร้างขึ้นมีสมรรถนะในการย่อยขวดพลาสติกให้มีขนาดเล็กกว่าเดิม และใช้มอเตอร์ขนาดเล็กส่งผลให้เครื่องย่อยนั้นกินพลังงานไฟฟ้าน้อยลงและค่าไฟฟ้าก็ลดลงด้วย

ทำการเปรียบเทียบราคาต้นทุนการสร้างกับเครื่องบดพลาสติกที่วางขายตามท้องตลาดพบว่าเครื่องบดขวดพลาสติกที่สร้างขึ้นนั้นมีราคาถูกกว่าราคาขายตามท้องตลาด แสดงผลดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ผลการเปรียบเทียบราคาของเครื่องย่อยขวดพลาสติกที่ได้สร้างขึ้นกับเครื่องย่อยที่วางขายในท้องตลาด

คุณลักษณะ ชิ้นงาน	ราคา (บาท)	แหล่งที่มา
เครื่องย่อยขวด พลาสติก ที่สร้างขึ้น	8,281	-
เครื่องสับย่อย GB รุ่น CC-15 พร้อมหัวบน 8 ใบมีด 7.5 HP (B041)	12,505	<a href="https://www.lazada.co.th/">https://www.lazada.co.th/</a>
เครื่องบดผง SME บดผง สมุนไพร เม็ด พลาสติก ขวด หิน PE-F 9 ใบมีด	62,900	<a href="https://mydbale.com">https://mydbale.com</a>
เครื่องบด พลาสติก 1 ชุด	15,909.08	<a href="https://www.alibaba.com">https://www.alibaba.com</a>

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าราคาเครื่องย่อยขวดพลาสติกที่ได้สร้างขึ้นมีราคาถูกกว่าเครื่องย่อยที่วางขายในท้องตลาด

ทำการศึกษาค่าความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องย่อยขวดพลาสติกต้นแบบที่สร้างขึ้น โดยใช้จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามคือ ผู้ประกอบการขายขวดพลาสติกส่งขายเข้าสู่โรงงานจำนวน 10 คน สรุปผลค่าความพึงพอใจแสดงดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ผลการประเมินความพึงพอใจเครื่องย่อยขวดพลาสติกต้นแบบ

แบบประเมินความพึงพอใจเครื่องย่อยขวด พลาสติกต้นแบบ	(N=10)	
	ระดับ ความพึง พอใจ	
	$\bar{X}$	
1) การออกแบบระบบเหมาะสมกับการใช้งาน	4.75	
2) ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	4.80	
3) เพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน	4.65	
4) เพิ่มผลผลิตแก่ผู้ใช้งาน	4.80	
ค่าเฉลี่ยรวม	4.75	
<b>ระดับความพึงพอใจ</b>	<b>มากที่สุด</b>	

จากตารางที่ 4 แบ่งหัวข้อการประเมินความพึงพอใจออกเป็น 4 ด้าน[11] ได้แก่ 1) การออกแบบระบบเหมาะสมกับการใช้งาน ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 4.75 2) ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 4.80 3) เพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน ระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 4.65 4) เพิ่มผลผลิตแก่ผู้ใช้งานระดับความพึงพอใจอยู่ที่ 4.80 และระดับความพึงพอใจเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.75

### สรุปผลการวิจัย

จากการทำการวิจัยเรื่องต้นทุนต่ำเพื่อเพิ่มปริมาณ การขนส่งขยะพลาสติกสำหรับผู้ประกอบการรายย่อย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถนำพลาสติกถูกใช้มาทำการย่อยให้มีขนาดเล็กก่อนนำไปส่งขายให้โรงงานอุตสาหกรรมนำไปรีไซเคิล (Recycle) เพื่อให้สามารถเพิ่มจำนวนในการขนส่งและง่ายต่อการนำไปบดเพื่อทำเม็ดพลาสติกต่อไป โดยทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องย่อยขวดพลาสติก ให้สามารถย่อยพลาสติกได้หลายประเภท ได้แก่ 6 ประเภท ได้แก่ 1) ขวดน้ำที่ผลิตจากพลาสติก Polypropylene: PP, 2) ขวดบรรจุน้ำมันพืชที่ผลิตจาก Polyvinylchloride: PVC, 3) ขวดแชมพูที่ผลิตจากพลาสติก High-Density Polyethylene: HDPE, 4) ฝาขวดน้ำที่ผลิตจากวัสดุ Polyethylene terephthalate: PET, 5) ขวด

น้ำที่ผลิตจากวัสดุ Low-Density Polyethylene: LDPE, 6) กล้องโพลี Polystyrene: PS โดยทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องย่อยขวดพลาสติกพบว่าเครื่องสามารถย่อยพลาสติกได้ทั้ง 6 ประเภท โดยค่าขนาดที่ได้หลังจากการย่อยพลาสติกทั้ง 6 ชนิด มีขนาดไม่แตกต่างกันมากเนื่องจากการตั้งระยะห่างของใบมีดที่เท่ากันของเครื่องย่อยขวดพลาสติกจึงทำให้พลาสติกแม้ต่างชนิดกันสามารถย่อยได้ขนาดใกล้เคียงกัน และเมื่อทำการย่อยซ้ำครบ 3 รอบผลปรากฏว่าจำนวนรอบในการย่อยที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ขนาดพลาสติกเล็กลงและเมื่อทำการเปรียบเทียบราคาขายเครื่องย่อยพลาสติกที่วางขายในท้องตลาดกับต้นทุนเครื่องย่อยขวดพลาสติกที่สร้างขึ้นพบว่าเครื่องที่ได้สร้างขึ้นนั้นมีราคาถูกกว่าท้องตลาด และทำการหาค่าความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่องย่อยขวดพลาสติกต้นแบบที่สร้างขึ้นโดยใช้จำนวนประชากรกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 10 คน พบว่าผู้ประกอบการรับซื้อขายพลาสติกทรายย่อยมีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.75 คือมีค่าความพึงพอใจในระดับมากที่สุด หากผู้ประกอบการรายย่อยใช้เครื่องย่อยพลาสติกในการย่อยก่อนการขนส่งจะช่วยให้ปริมาณพลาสติกและเพิ่มรายได้ให้ผู้ประกอบการได้

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ให้สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และอนุเคราะห์พื้นที่ศึกษาให้นักวิจัยได้ทำการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

### References

- [1] *Plastics in Daily Life*, Saranukromthai, July 15, 2023. [Online]. Available: [https://saranukromthai.or.th/Ebook/BOOK28/pdf/book28\\_8.pdf](https://saranukromthai.or.th/Ebook/BOOK28/pdf/book28_8.pdf)
- [2] S. Chanprathum, “Guidelines for Plastic Waste Management in the New Normal Era to Lead to Sustainability Case Study: Environmental Personnel of Entrepreneurs in Map Ta Phut Industrial Estate, Map Ta Phut Sub-district, Mueang District, Rayong Province,” M.S. thesis, Dept. Environmental management. Sci., National Institute of Development Administration (NIDA) ., Bangkok, Thailand, 2020.
- [3] S. Junklang, “Design Testing of Plastic Bottle Crusher to Improve Waste Management in the Community of Klung municipality, Chanthaburi,” M.S. thesis, Dept. Engineering Management. Eng. ; Rambhai Barni Rajabhat University. Chanthaburi, Thailand, 2013.
- [4] *Plastic*, MTEC, July 15, 2023. [Online]. Available: <https://www.mtec.or.th/bioplastic/index.html>.
- [5] *Features of Plastic products*, Guangleeplastic Co.,Ltd. July 26, 2023, [Online]. Available: <http://www.guangleeplastic.com/Article/Detail/87584>.
- [6] S. Kraissarin, “Plastic bottle digestion,” . [Online]. Retrieved July 25, 2023, from: <http://www.sure.su.ac.th>.
- [7] Pattanapong, N . ( 2011) . Efficiency Determination of Plastic Shredder. [Online]. Retrieved July 20, 2023, from: <http://www.itech.lpru.ac.th>.
- [8] N. Phatthanapong, “The Creation of the Plastic Bottom Chipper Machine,” Research report supported by Lampang Rajabhat University. Lampang, Thailand, Accessed: April 25, 2023. [Online]. Available: <http://www.itech.lpru.ac.th/techno/research/51051.pdf>

- [9] P. Sukbanthoeng, D. Chutrakul, K. Nanan, and R. Kanana, “ The Most Effective Speed of Low- Speed Plastic Waste Shredder Machine,” *The Sci J of Phetchaburi Rajabhat University*. Vol 17 (1).2020.pp 71-85.
- [10] W. Boonchuaytan, “ Development and improvement of plastic digestion process from household waste. To increase the efficiency of waste management within the community of Khao Rup Chang Municipality. Songkhla Province,” Songkhla, Thailand, Accessed: April 25, 2023. [ Online] . Available: <https://riss.rmutsv.ac.th/project/?id=3727>.
- [11] P. Intamas, W. Pansrinaun, K. Sakulpaisan, K. Sukthang, S.Chattunyakit, P.Boonraksa. “ Designing and Building a Coffee bean Polishing machine using a Smartphone controller,” *Sripatum Review of Science and Technology*, Vol. 14 January – December 2022.pp 169-183.
- [12] Oliver, C. Sustained Competitive Advantage: Combining Institutional and Resource-Based Views. *Strategic Management Journal*, 18 (9),(1997). pp. 697 - 713.
- [13] A. Kwanpan. “ The study of the effectiveness of the nectar program that affecting the patienceof laborer,” *The Journal of Industrial Technology : Suan Sunandha Rajabhat University*, Volume 11, No. 1, January -June 2023.pp 44-53.
- [14] Wu, H., & Leung, S. O. (2017). Can Likert scales be treated as interval scales? - A Simulation study. *Journal of Social Service Research*, 43(4), 527. 532.

## การประเมินคุณภาพแสงสว่างและวิเคราะห์ค่าปริมาณความส่องสว่างโดยใช้ โปรแกรม DIALUX กรณีศึกษา : สิมญวนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ศุภโชค สนธิไชย<sup>1</sup>, ธาภิณี รามสูต<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

<sup>2</sup>คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

Email: Sonthichai\_s@su.ac.th<sup>1</sup>, Ramasoot\_t@silpakorn.edu<sup>2</sup>

Received: Oct 30, 2023

Revised: Nov 12, 2023

Accepted: Nov 15, 2023

### บทคัดย่อ

บทความนี้มุ่งศึกษาประเมินคุณภาพแสงสว่างและวิเคราะห์ค่าปริมาณความส่องสว่าง โดยใช้โปรแกรม DIALUX ทดสอบผ่านแบบจำลองสภาพแสงของสิมญวนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการวิจัยค้นพบว่า ค่าปริมาณความส่องสว่างจะปรากฏผลในระดับที่ต่างกัน จะเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณความส่องสว่างตามตัวแปรองค์ประกอบโครงสร้างอาคารในส่วนของรูปแบบหลังคาและพื้นที่โถงระเบียงหน้าประตูทางเข้าเป็นหลัก รวมถึงจำนวนและการกำหนดตำแหน่งของช่องแสงตามความต้องการแสงให้สอดคล้องบริเวณพื้นที่ประกอบพิธีกรรมทางศาสนา (สังฆกรรม) หน้าพระประธาน สามารถสังเกตได้จากผลการทดสอบค่าปริมาณความส่องสว่างภายในพื้นที่อาคารบริเวณโถงระเบียงส่วนหน้าที่ปรากฏผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่มากกว่า 1,000 lux ต่อเนื่องมาสู่บริเวณประตูทางเข้าที่ปรากฏผลค่าปริมาณความส่องสว่างอยู่ที่ระหว่าง 100 lux ถึง 500 lux ขึ้นไป ซึ่งค่าปริมาณความส่องสว่างที่ได้นั้น มาจากการสร้างแบบจำลองกรณีศึกษาและทดสอบผ่านโปรแกรม DIALUX เพื่อแสดงผลในรูปแบบรูปที่ปรากฏสภาพแสงบริเวณผังพื้นที่ตรวจวัด

ดังนั้นแสงสว่างในสิมญวนที่ปรากฏจากผลทดสอบด้วยโปรแกรม DIALUX สามารถบ่งชี้ให้ทราบถึงคุณลักษณะของแสงในระดับแสงสลัวหรือจะมีตสนิทในบางพื้นที่ ทั้งนี้สภาพแสงที่ปรากฏยังสื่อถึงวิถีพฤติกรรมการใช้แสงเชิงพื้นที่จากบริบททางวัฒนธรรมจารีตปฏิบัติของผู้ใช้พื้นที่คือ พระภิกษุสงฆ์ ที่เน้นการใช้สอยพื้นที่ตามความต้องการสำหรับการใช้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่งพื้นที่เพื่อให้เพียงพอต่อการประกอบพิธีกรรมทางศาสนาเพียงเท่านั้น

**คำสำคัญ :** ประเมินคุณภาพแสงสว่าง, ปริมาณความส่องสว่าง, สถาปัตยกรรมพื้นถิ่น, สิมญวน

## Evaluation of Quality lighting and Illuminance Matrix Analysis using DIALUX program Case Study : Vietnamese ordination hall in Northeast Siam

Supachock Sonthichai<sup>1</sup>, Tarinee Ramasoot<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Philosophy Program in Vernacular Architecture Faculty of Architecture, Silpakorn University

<sup>2</sup>Faculty of Architecture, Silpakorn University

Email: Sonthichai\_s@su.ac.th<sup>1</sup>, Ramasoot\_t@silpakorn.edu<sup>2</sup>

Received: Oct 30, 2023

Revised: Nov 12, 2023

Accepted: Nov 15, 2023

### Abstract

This article aims to study about the evaluation of Quality lighting and illuminance matrix analysis to simulation of Vietnamese ordination hall in Northeast Siam using DIALUX Program. The research result shows that illuminance the results appeared at different levels and illuminance changes according to the structural elements of the building mainly in the form of the roof, the balcony area in front of the entrance door. It can be observed from the front balcony that illuminance 1,000 lux. Continuing to the entrance area where the results appeared illuminance in between 100 lux to up 500 lux. Illuminance that is obtained derived from creating a case study model and testing it through the DIALUX program to Illuminance false color on the floor plan area.

The lighting conditions also convey the behavior from the cultural context and customs of the users of the space, namely the monks, who emphasize the behavior of using space according to the needs for the use of lighting in specific locations in important areas. To be sufficient for religious ceremonies

**Keywords** : Evaluation quality lighting, Illuminance Matrix, Vernacular, Vietnamese ordination hall

## บทนำ

ปัจจุบันตามนโยบายส่งเสริมการท่องเที่ยวผ่านพื้นที่เชิงวัฒนธรรม จากการสนับสนุนโดยหน่วยงานภาครัฐเพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจการท่องเที่ยวภายในประเทศสู่ระดับนานาชาติให้เติบโตมากขึ้นตามแผนการพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติ ฉบับที่ 2 ช่วงปีพ.ศ. 2560 - 2564 มุ่งเน้นพัฒนาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวให้มีคุณภาพต่อบุคคลที่ใช้พื้นที่ โดยอาศัยอาคารที่เป็นโบราณสถานภายใต้บริบททางวัฒนธรรมชุมชน [6] ซึ่งโบราณสถานที่ยังคงคุณค่าประเภทหนึ่งคือสิมญวนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือถือเป็นตัวแทนสำหรับอาคารที่สามารถพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงอัตลักษณ์ทางประเพณีวัฒนธรรมทางศาสนา [8]

นอกจากนี้การเก็บผลค่าปริมาณความส่องสว่างในปัจจุบัน จะใช้วิธีการสำรวจเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงและอธิบายค่าเป็นตัวเลข ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเข้าใจต่อการรับรู้ข้อมูลที่สื่ออธิบายในรูปแบบเฉพาะตามกระบวนการตรวจวัดค่าแสงสว่าง ดังนั้นรูปแบบการประมวลผลด้วยโปรแกรม DIALUX จึงเป็นอีกวิธีการทดสอบค่าปริมาณความส่องสว่างที่น่าสนใจสำหรับใช้เป็นกระบวนการทดสอบให้ได้มาซึ่งผลค่าปริมาณความส่องสว่างและสามารถนำผลที่วัดได้มาวิเคราะห์ประเมินเปรียบเทียบคุณภาพแสงให้รับรู้ข้อมูลเชิงปริมาณได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยสื่ออธิบายในรูปแบบภาพ Illuminance false color

จากการลงพื้นที่เพื่อสำรวจกายภาพองค์ประกอบอาคารของสิมญวนในภาพรวมภายใต้ขอบเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือนั้น จึงพบข้อจำกัดที่เป็นจุดอ่อนด้านกายภาพส่วนต่าง ๆ องค์ประกอบของอาคารเกี่ยวกับคุณภาพด้านแสงสว่าง ซึ่งปรากฏสภาพแสงภายในอาคารมีระดับความส่องสว่างที่ค่อนข้างต่ำน้อย และมีทัศนียภาพในบางตำแหน่งพื้นที่ในสัดส่วนของพื้นที่ภายในทั้งหมดส่งผลทำให้แสงสว่างที่ไม่เพียงพอต่อการใช้สอยพื้นที่สำหรับทำกิจกรรมต่าง ๆ สร้างความเสี่ยงที่ส่งผลถึงความปลอดภัยสำหรับการเข้าไปใช้พื้นที่ และการรับรู้ไม่ชัดเจนเกี่ยวกับการมองเห็นองค์ประกอบ

สถาปัตยกรรมต่าง ๆ ที่มีคุณค่าทางอัตลักษณ์ภูมิปัญญาเชิงช่างสกุลช่างญวนในยุคสมัยก่อน อาทิเช่น การมองเห็นที่ไม่ชัดเจนเกี่ยวกับภาพเขียนจิตรกรรมฝาผนัง ที่มักเรียกภาษาพื้นถิ่นว่า (ฮูปแต้ม) ที่สื่อเรื่องราวภายใต้บริบททางวัฒนธรรมชุมชนกับพระพุทธรูปของพระพุทธรูปสกุลช่างญวนในยุคสมัยก่อนที่ประดิษฐานบนฐานชุกชีที่มักสำรวจพบเฉพาะในสิมญวนเท่านั้น

ดังนั้น การประเมินคุณภาพแสงสว่างและวิเคราะห์ค่าปริมาณความส่องสว่างจึงมีส่วนสำคัญเพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงแสงสว่าง[7] บริเวณภายในพื้นที่สิมญวน

ทั้งนี้ รายละเอียดเนื้อหาจึงวิเคราะห์ผลทางวิทยาศาสตร์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยใช้การประมวลผลเกี่ยวกับค่าปริมาณความส่องสว่างผ่านเทคโนโลยีโปรแกรม DIALUX เพื่อใช้สำหรับประเมินคุณภาพแสงและวิเคราะห์ผลปริมาณความส่องสว่างในรูปแบบ Illuminance matrix ที่สามารถตรวจวัดและแสดงผลในเชิงรูปธรรม เอื้อประโยชน์ส่งเสริมให้แสงสว่างมีความเพียงพอต่อเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพความส่องสว่างตามลักษณะการใช้พื้นที่สำหรับกิจกรรมบุคคลทั่วไป ในฐานะผู้ใช้สถานที่สำหรับการเคารพบูชาสิ่งศักดิ์และการท่องเที่ยวเชิงพื้นที่ทางอัตลักษณ์วัฒนธรรมประเพณีให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

## ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

“สถาปัตยกรรมที่เรียกว่า “สิม” นั้นนับเป็นพื้นที่การรวมภูมิปัญญาเชิงช่างของชุมชนพื้นบ้านอีสานไว้อย่างครบถ้วน จากการศึกษาในรูปแบบแล้วปรากฏว่ามีความหลากหลายรูปแบบ มีทั้งแบบพื้นบ้านบริสุทธิ์แบบประยุกต์จากช่างรุ่นหลัง และแบบอิทธิพลจากช่างญวน ตลอดจนถึงแบบอิทธิพลจากช่างทางกรุงเทพมหานคร ซึ่ง “สิมอีสาน” สามารถบ่งบอกถึงลักษณะภูมิปัญญาเชิงช่างไว้น่าสนใจในด้านองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม อาทิเช่น รูปแบบโครงสร้าง วัสดุ การประดับตกแต่ง และพื้นที่ตามคติความเชื่อตลอดจนกรรมวิธีในการก่อสร้างที่สามารถ

สื่อถึงการแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ จากภูมิปัญญาพื้นบ้านที่จริงแท้ ดำรงอยู่ด้วยพื้นฐานของความ “เรียบง่าย ใจจริง ใฝ่สมถะ” ตามที่ตั้งสันโดษในวิถีดำรงอยู่ของบริบทพื้นถิ่นนั้น [13]

แสงในสถาปัตยกรรมตามสภาพแวดล้อมที่อยู่โดยรอบสถาปัตยกรรม จึงสื่อให้ทราบถึงมิติทางกายภาพขององค์ประกอบโครงสร้างที่ส่งเสริมสถาปัตยกรรม แสงสว่างจึงเป็นส่วนประกอบหนึ่งภายใต้สภาพแวดล้อมก่อเกิดความแตกต่างด้านมิติทางกายภาพในแต่ละช่วงเวลาของวัน ซึ่งคำนิยามเกี่ยวกับแสงในสถาปัตยกรรมตะวันตก โดย Charles Édouard Jeanneret (Le Corbusier) ในปี ค.ศ. 1997 สถาปนิกชาวฝรั่งเศส ได้เสนอแนวคิดหลังจากการออกแบบงานสถาปัตยกรรมทางศาสนาร่วมสมัยฝั่งซีกโลกตะวันตก Chapelle Notre-Dame du Haut โบสถ์ในประเทศฝรั่งเศส ได้ออกแบบลักษณะรูปทรงโครงสร้างส่วนใหญ่ให้สอดคล้องกับสภาพแสงธรรมชาติโดยรอบบริเวณ โดยแนวคิดบางส่วน โดยระบุว่า “Light creates ambience and feel of a place, as well as the expression of Architecture structure.” จากข้อความดังกล่าวสื่ออธิบายให้ทราบถึง แสงสว่างที่ปรากฏในสถาปัตยกรรมนั้น เป็นสิ่งที่เสริมสร้างบรรยากาศ แสงที่ปรากฏนั้นสามารถแสดงออกถึงความรู้สึกผ่านการมองเห็น โดยจะเผยให้เห็นถึงมิติทางโครงสร้างในงานสถาปัตยกรรม [11]

แสงในสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นจากความสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างและที่ว่าง จึงถือเป็นลักษณะการใช้พื้นที่ ที่ควบคุมระหว่างแสงและเงาที่ปรากฏตอบสนองความต้องการในบริบทพื้นที่ที่ต่างกัน ซึ่งประเด็นด้านความสัมพันธ์ระหว่างแสงเงาและที่ว่างในสถาปัตยกรรมนั้น “เงาที่ปรากฏในโครงสร้างสถาปัตยกรรม” ระบุว่า เงาที่ปรากฏการณีนั้น ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของสภาพท้องฟ้า และพื้นดินที่มีความแตกต่างกันไปในแต่ละกายภาพทางภูมิศาสตร์พื้นที่ [12]

ปัจจุบันกฎหมายของไทยยังไม่มีการระบุถึงค่าความส่องสว่าง (illuminance value) สอดคล้อง

กับแนวทางการออกแบบความส่องสว่างภายใน ซึ่งมาตรฐานคุณภาพแสงสว่างสำหรับอาคารสำหรับประเทศไทยที่ได้รับบุญโดยสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับเกณฑ์ของต่างประเทศแต่มีรายละเอียดไม่ครบถ้วนเท่าเกณฑ์ต่างประเทศอื่น ๆ ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล เช่น The Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) โดยสามารถแบบจำลอง 3 มิติโครงสร้างอาคาร เพื่อทดสอบค่าปริมาณความส่องสว่างสำหรับวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพแสงตามมาตรฐานสากล ด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ อาทิเช่น โปรแกรม DIALUX สามารถประมวลผลในเชิงปริมาณ [14]

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อการใช้แสงบริเวณพื้นที่กิจกรรมทางพระพุทธศาสนา เพื่อเปรียบเทียบผลค่าปริมาณความส่องสว่างเชิงพื้นที่ภายในพื้นที่อาคารกรณีศึกษา (สิมณูวน)

2. นำเสนอผลทดสอบและประเมินวิเคราะห์คุณภาพแสง จากเทคโนโลยีการประมวลผลค่าปริมาณความส่องสว่างด้วยโปรแกรม DIALUX โดยอธิบายค่าปริมาณความส่องสว่างเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณควบคู่กัน

จากการทบทวนเอกสารทางวิชาการเกี่ยวกับเกณฑ์มาตรฐานความส่องสว่าง ซึ่งค่าระดับความส่องสว่างในการใช้สอยพื้นที่ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล โดยอ้างอิงจากมาตรฐานที่มีเกณฑ์ข้อกำหนดสำหรับพื้นที่ภายในอาคารประเภทโบสถ์ เพื่อให้สอดคล้องกับการทำกิจกรรมภายในพื้นที่อาคารสิมณูวน สามารถอ้างอิงได้หลายมาตรฐาน โดยแบ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานความส่องสว่างของไทย TIEA (Illuminating Engineering Association of Thailand) และเกณฑ์มาตรฐานจากต่างประเทศ ได้แก่

- 1) CIE (Commission international de l'éclairage) [3]
- 2) IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) [4]
- 3) CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers) [1]

สามารถกำหนดระยะเวลาตรวจวัดปริมาณความส่องสว่าง ได้ดังนี้

1) ทางสัญจรทั่วไปที่ระดับสูงจากพื้น 0.00 เมตร ในระนาบแนวนอนโดยอ้างอิงจากกิจกรรมการใช้งานทางสายตาในพื้นที่โถงภายในโบลต์

2) การอ่านหนังสือหรือบทสวดมนต์ในช่วงระยะเวลาที่นานกว่า 1 ชั่วโมงขึ้นไปที่ระดับสูงจากพื้น 0.50 เมตร ในระนาบแนวนอนโดยอ้างอิงจากกิจกรรมการใช้งานทางสายตาในการอ่านหนังสือที่สามารถเพิ่มปริมาณความส่องสว่างเฉพาะพื้นที่จากแสงประดิษฐ์ [2]

3) การมองไปยังพระพุทธรูปที่ระดับสูงจากพื้น 1.00 เมตร ในระนาบแนวตั้งโดยอ้างอิงจากกิจกรรมการใช้งานทางสายตาในการชมวัตถุแสดงงาน 3 มิติ ในพิพิธภัณฑ์หรือหอศิลป์

4) การมองไปยังผนังที่มีภาพเขียนจิตรกรรมฝาผนัง ที่เรียกว่า “สูปแต้ม” โดยอ้างอิงจากกิจกรรมการใช้งานทางสายตาในการรับชมภาพวาด ในพิพิธภัณฑ์สำหรับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) เกณฑ์มาตรฐานของ TIEA, CIE และ IESNA [9] กำหนดค่าความส่องสว่างดังภาพตารางที่ 1

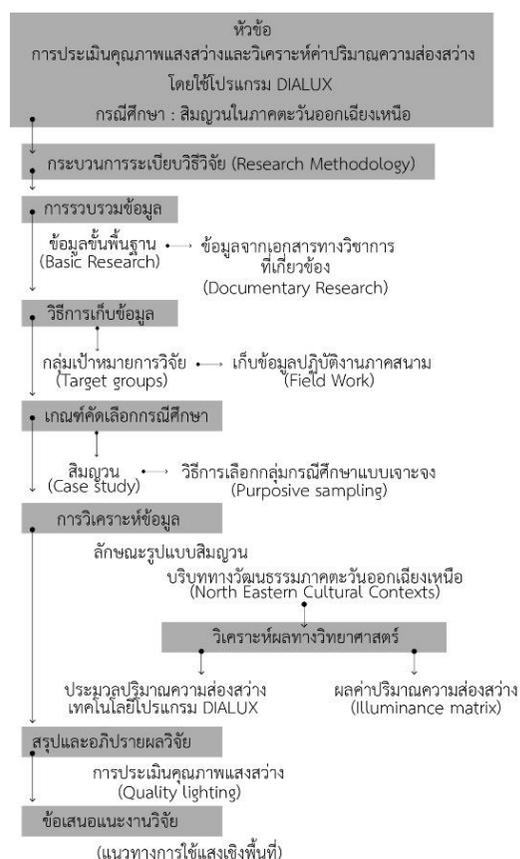
ตารางที่ 1 เกณฑ์มาตรฐานค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่กิจกรรม [5] TIEA, CIE, IESNA และ CIBSE

กิจกรรม	TIEA	CIE	IESNA	CIBSE
ทางสัญจรทั่วไป	100 lux	100 lux	100 lux	100 lux
อ่านหนังสือบทสวดมนต์	300 lux	300 lux	300 lux	300 lux
IESNA (2003)	การมองวัตถุขนาดเล็กและมีความเปรียบต่างสูง		500 lux	
	การมองวัตถุขนาดเล็กและมีความเปรียบต่างต่ำ		1,000 lux	
	การมองวัตถุขนาดใหญ่และมีความเปรียบต่างสูง		300 lux	
TIEA	: (Illuminating Engineering Association of Thailand)			
CIE	: (Commission international de l'éclairage)			
IESNA	: (Illuminating Engineering Society of North America)			
CIBSE	: (Chartered Institution of Building Services Engineers)			

ที่มา: อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรหม และพรพรรณจิรา ทิศาวิภาต. (2556 : 26). แสงประดิษฐ์ในงานสถาปัตยกรรม

## ระเบียบวิธีวิจัย

บทความวิจัยนี้เป็นการประเมินคุณภาพแสงเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพความส่องสว่างตามลักษณะการใช้พื้นที่และวิเคราะห์ผลทางวิทยาศาสตร์ นำข้อมูลที่ได้สู่ขั้นตอนการเปรียบเทียบอธิบายผลข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) และ ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) ควบคู่กัน ตามกรอบระเบียบวิธีวิจัยด้วยวิธีการประมวลผล และแสดงผลค่าปริมาณความส่องสว่างผ่านเทคโนโลยีโปรแกรม DIALUX เพื่อให้ทราบถึงปริมาณความส่องสว่างในรูปแบบ Illuminance matrix สามารถตรวจวัดและแสดงผลในเชิงรูปธรรม ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระเบียบวิธีวิจัย

โดยขั้นตอนการวิจัยจะเน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกรณีศึกษา (Case study) จากการสำรวจพื้นที่ภาคสนาม ให้ทราบถึงความแตกต่างของระดับผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่ปรากฏบริเวณพื้นที่ตามแต่ละลักษณะรูปแบบโครงสร้างสิ่งปลูกสร้างที่แตกต่างกันจากรูปลักษณะ เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณความส่องสว่าง สามารถจำแนกขั้นตอนการวิจัยออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** ทบทวนวรรณกรรมข้อมูลเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง (Documentary Research) เกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพของแสงสว่างในอาคาร และรวบรวมข้อมูลในระดับข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เพื่อกำหนดหัวข้อประเด็นหลักสำหรับการเก็บข้อมูล และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มเป้าหมายการวิจัย (Target groups) สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มข้อมูล ดังนี้

- 1) กลุ่มประชากรกรณีศึกษา ศึกษาบุคคลที่เกี่ยวข้องด้านการใช้พื้นที่และความต้องการแสงสว่าง
- 2) กลุ่มพื้นที่กรณีศึกษา ศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องด้านแนวคิดภูมิทัศน์ทางวัฒนธรรมในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
- 3) กลุ่มสิ่งปลูกสร้าง ศึกษาข้อมูลเพื่อใช้สำหรับกำหนดเกณฑ์คัดเลือกตัวแทนกรณีศึกษา สำหรับศึกษาอัตลักษณ์ในความแตกต่างของลักษณะรูปแบบทางกายภาพด้านองค์ประกอบอาคารที่ส่งผลต่อแสงสว่างภายในพื้นที่อาคาร

**ขั้นตอนที่ 2** การเก็บข้อมูลปฏิบัติงานภาคสนาม (Field Work) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มข้อมูล ดังนี้

- 1) การสังเกตกรณีศึกษาในสภาพปัจจุบันถึงตามความเป็นจริงเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้แสงภายในพื้นที่และการสัมภาษณ์แบบเฉพาะเจาะจงกับผู้ใช้พื้นที่โดยตรงของสิ่งปลูกสร้างกรณีศึกษา

- 2) การจัดบันทึกด้วยวิธีการเก็บข้อมูลตามกระบวนการเก็บข้อมูลกายภาพองค์ประกอบด้านแสงสว่างในอาคาร

**ขั้นตอนที่ 3** การกำหนดเกณฑ์คัดเลือกกรณีศึกษา โดยกำหนดหัวข้อหลัก ดังนี้

- 1) ปัจจัยด้านบริบททางวัฒนธรรมสภาพแวดล้อมพื้นที่ตั้งที่ส่งผลต่อแสงสว่างภายในอาคาร
- 2) ปัจจัยด้านองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมที่ส่งผลต่อปริมาณความส่องสว่าง

**ขั้นตอนที่ 4** การวิเคราะห์ข้อมูล รูปแบบการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลค่าปริมาณความส่องสว่าง (Illuminance Matrix) สามารถทดสอบที่ให้ผลในเชิงวิทยาศาสตร์ที่น่าเชื่อถือได้ด้วยการทดสอบผ่านแบบจำลองโครงสร้างอาคาร 3 มิติตรวจวัดค่าตัวแปรสภาพแสงจากโปรแกรม DIALUX [10] ผลที่ปรากฏจะแสดงบริเวณพื้นที่ภายในอาคารตามความแตกต่างของลักษณะรูปแบบสิ่งปลูกสร้าง องค์ประกอบของจำนวนและตำแหน่งของช่องแสงควบคู่กับรูปลักษณะของอาคารที่ทดสอบ

**ขั้นตอนที่ 5** สรุป อภิปรายผลวิจัย อธิบายเกี่ยวกับผลค่าปริมาณความส่องสว่าง เพื่อเปรียบเทียบต่อเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพความส่องสว่างตามลักษณะการใช้พื้นที่สำหรับกิจกรรมและประเมินคุณภาพแสงสว่างเชิงพื้นที่ สำหรับแสดงผลแบบผังพื้น (False colors of Planning analysis) จากรูปลักษณะทางโครงสร้างอาคารที่แตกต่างกันในอาคารสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งในภาพรวมของรายละเอียดเนื้อหาจะอธิบายการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล (Analysis and synthesis) เป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโปรแกรม DIALUX สู่วิธีการวิเคราะห์การแสดงผลแบบผังพื้น เพื่อให้เกิดการพิจารณาสำหรับตั้งข้อสังเกตถึงลักษณะของคุณลักษณะของแสงที่ปรากฏในอาคารสิ่งปลูกสร้างในแต่ละรูปแบบ สามารถสรุปผลวิเคราะห์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเรียงลำดับขั้นตอน ดังรูปที่ 2



## รูปที่ 2 ขั้นตอนการวิจัย

### ผลการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลปฏิบัติงานภาคสนามและคัดเลือกกรณีศึกษาตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดในขั้นตอนที่ 3 จึงได้สิมณวนกรณีศึกษาทั้ง 13 หลังในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือสำหรับสำรวจกายภาพทางด้านสภาพแสงสว่างที่ปรากฏภายในพื้นที่อาคารตามรูปลักษณะอาคารที่โดดเด่นเป็นอัตลักษณ์เฉพาะ

ของสิมณวนนั้นคือ ระเบียงส่วนบริเวณด้านหน้าและระเบียงโดยรอบตัวอาคาร ถือเป็นองค์ประกอบทางโครงสร้างในส่วนต่อขยายที่สามารถส่งผลถึงความสว่างภายในพื้นที่ รวมถึง รูปแบบช่องแสงที่มีความหลากหลายของรูปแบบ จำนวน และตำแหน่ง จึงแบ่งแยกอธิบายตามกลุ่มของช่องแสง โดยแยกออกตามลักษณะโครงสร้าง ดังตารางนี้

**ตารางที่ 2** รายละเอียดที่ตั้งลิ้มณูงานกรณีศึกษา

กลุ่ม	องค์ประกอบอาคาร	รายละเอียดที่ตั้งลิ้มณูงานกรณีศึกษา
1	ลิ้มณูงาน รูปแบบ 1 ช่องแสง และมี ระเบียง ส่วนบริเวณ ด้านหน้า	รหัส : ST-NU-Y 03 ลิ้มวัดโกศลมัชฌิมา จังหวัดนครพนม รหัส : ST-NM-Y 22 ลิ้มวัดไชยศรี จังหวัดขอนแก่น รหัส : ST-NU-Y 14 ลิ้มวัดนวราราม จังหวัดมุกดาหาร
2	ลิ้มณูงาน รูปแบบ 2 ช่องแสง มี หลังคาปก คลุมโถง ระเบียง โดยรอบ	รหัส : ST-NM-Y 24 ลิ้มวัดโพธิ์ศรีเชียงเทียน จังหวัด มหาสารคาม รหัส : ST-NL-Y 26 ลิ้มวัดท่าเรือ จังหวัดบุรีรัมย์ รหัส : ST-NU-Y 17 ลิ้มวัดมัชฌิมาวาส จังหวัดมุกดาหาร
3	ลิ้มณูงาน ลักษณะ รูปแบบ 3 ช่องแสง มี หลังคาปก คลุมโถง ระเบียง โดยรอบ	รหัส : ST-NU-Y 21 ลิ้มวัดมงคลนิมิต จังหวัดอุดรธานี รหัส : ST-NM-Y 25 ลิ้มวัดอุดมประชาราษฎร์ จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัส : ST-NU-Y 08 ลิ้มวัดโคกนาดีสุพรรณ จังหวัดสุพรรณบุรี
4	ลิ้มณูงาน ลักษณะ รูปแบบ ช่องแสง เฉพาะ ตำแหน่ง พื้นที่	รหัส : ST-NU-Y 12 ลิ้มวัดโพธิ์ชัย จังหวัดสุพรรณบุรี รหัส : ST-NU-Y 05 ลิ้มวัดบูรพาภิราม จังหวัดนครพนม รหัส : ST-NU-Y 06 ลิ้มวัดวิจิตรอาราม จังหวัดนครพนม รหัส : ST-NU-Y 13 ลิ้มวัดศรีมหาโพธิ์ จังหวัดมุกดาหาร

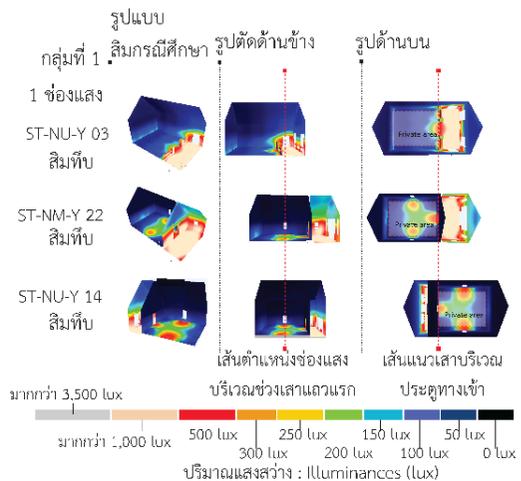
**ผลการวิจัย**

**ผลวิเคราะห์ค่าปริมาณความส่องสว่างลิ้มณูงานผ่านเทคโนโลยีโปรแกรม DIALUX**

กลุ่มที่ 1 ลิ้มณูงานลักษณะรูปแบบ 1 ช่องแสง และมีระเบียงส่วนบริเวณด้านหน้า ได้แก่ ST-NU-Y 03, ST-NM-Y 22 และ ST-NU-Y 14 จากผลการทดสอบค่าปริมาณความส่องสว่างที่ปรากฏพบว่า บริเวณพื้นที่โถงระเบียงด้านนอกประตูทางเข้าจะปรากฏผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่มากกว่า

1,000 lux ขึ้นไป ซึ่งเปรียบเทียบผลค่าปริมาณความส่องสว่างพื้นที่ภายในบริเวณประตูทางเข้าจะพบความแตกต่างที่มากกว่า 500 lux ขึ้นไป โดยตำแหน่งพื้นที่ดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยช่วงเวลาให้สายตาได้ปรับการรับรู้ด้านสภาพแสงในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อให้มองเห็นพื้นที่และวัตถุได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ส่วนบริเวณพื้นที่หน้าพระประธานค่าปริมาณแสงสว่างจะอยู่ที่ 50 lux และไม่เกิน 200 lux โดยตำแหน่งพื้นที่สำหรับการใช้สอยประกอบพิธีกรรมทางศาสนาสำหรับพระสงฆ์นั้น

หากสังเกตจะพบว่า การกำหนดตำแหน่งของช่องแสงจะถูกสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับพื้นที่ตามลักษณะของกิจกรรมทางศาสนาเป็นหลัก ซึ่งผลค่าปริมาณความส่องสว่างจะปรากฏเพียง 100 lux ถึง 300 lux เท่านั้น ส่วนผลค่าปริมาณความส่องสว่างหน้าฐานชุกชีส่วนของพระประธานจะมีผลในระดับไม่เกิน 50 lux ดังรูปที่ 3

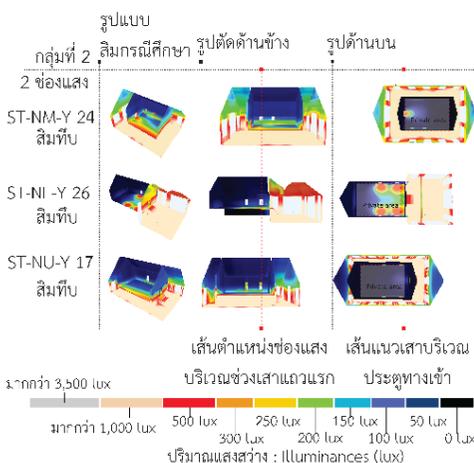


**รูปที่ 3** ค่าปริมาณความส่องสว่างลิ้มพื้นถิ่นลักษณะรูปแบบสกุลช่างญวนที่มี 1 ช่องแสง

เมื่อเปรียบเทียบได้จากผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่ปรากฏภายในพื้นที่ลิ้มกรณีศึกษาระหว่าง ST-NU-Y 03 ที่ไม่มีช่องแสงบริเวณพื้นช่วงเสาที่ 2 ผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่ปรากฏจะไม่เกินระดับค่า 100 lux ส่วนกรณีศึกษา ST-NM-Y 22

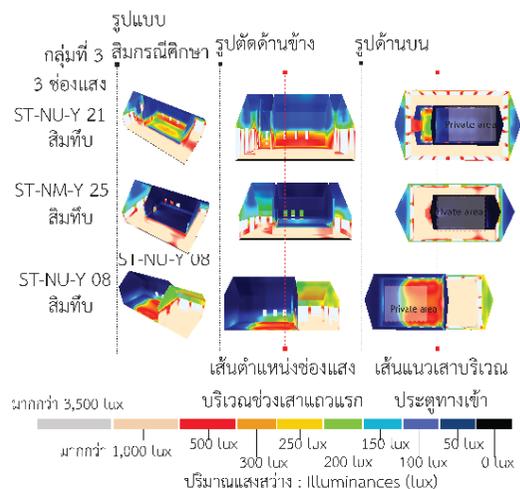
และ ST-NU-Y 14 ที่มีช่องแสงบริเวณพื้นช่วงเสาที่ 2 ผลค่าปริมาณความส่องสว่างจะปรากฏระดับค่า 200 lux ถึง 500 lux

**กลุ่มที่ 2** สิมณวนลักษณะรูปแบบ 2 ช่องแสง มีหลังคาปกคลุมโถงระเบียงโดยรอบ ได้แก่ ST-NM-Y 24, ST-NL-Y 26 และ ST-NU-Y 17 จากผลการทดสอบค่าปริมาณความส่องสว่างที่ปรากฏพบว่าพื้นที่บริเวณระเบียงโดยรอบจะมีผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่มากกว่า 1,000 lux ขึ้นไป โดยพื้นที่ดังกล่าวจะใช้สอยสำหรับทางเดินและใช้พักคอยสำหรับฆราวาสในขณะรอพระสงฆ์ทำสังฆกรรมหรือประกอบพิธีกรรมทางพระพุทธศาสนา ซึ่งพื้นที่ในส่วนปิดล้อมด้วยผนังที่บริเวณส่วนห้องโถงตรงกลางจากกรณีศึกษา ST-NM-Y 24 และ ST-NU-Y 17 จะปรากฏผลค่าปริมาณความส่องสว่างอยู่ระหว่างระดับค่าที่น้อยกว่า 50 lux แต่ไม่เกิน 100 lux และพื้นที่บริเวณโดยรอบฐานชุกชีค่าปริมาณความส่องสว่างจะลดน้อยลงต่ำกว่า 30 lux และกรณีที่ไม่เปิดประตูทางเข้าพื้นที่โถงส่วนกลางและช่องแสงผนังด้านข้าง สภาพแสงบริเวณดังกล่าวจะมีตสนิท หากจำเป็นต้องเข้าใช้พื้นที่บริเวณนี้ ควรอาศัยช่วงระยะเวลาสำหรับการปรับสายตาเข้าหาบริเวณพื้นที่ที่มีค่ามากกว่าพื้นที่ภายนอกโถง ดังรูปที่ 4



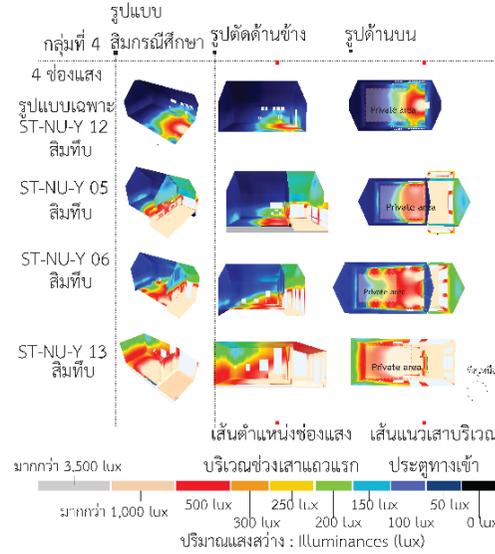
**รูปที่ 4** ค่าปริมาณความส่องสว่างสิมพื้นถิ่นลักษณะรูปแบบสกุลช่างญวนที่มี 2 ช่องแสง

**กลุ่มที่ 3** สิมณวนลักษณะรูปแบบ 3 ช่องแสง มีหลังคาปกคลุมโถงระเบียงโดยรอบ ได้แก่ ST-NU-Y 21, ST-NM-Y 25 และสิมพื้นถิ่นลักษณะรูปแบบ 3 ช่องแสง ที่มีเฉพาะโถงระเบียงด้านหน้า ST-NU-Y 08 จากผลการทดสอบค่าปริมาณความส่องสว่างพบว่า บริเวณพื้นที่โถงระเบียงของทั้ง 3 กรณีศึกษาจะแสดงผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่มากกว่า 1,000 lux ขึ้นไป ส่วนบริเวณพื้นที่ประตูทางเข้าโถงส่วนด้านในนั้น ส่วนผลค่าปริมาณความส่องสว่างกรณีศึกษา ST-NU-Y 08 จะแสดงผลอยู่ในระดับที่ 500 lux ในบริเวณพื้นที่บริเวณพื้นที่ประตูทางเข้าโถง ซึ่งแตกต่างกับผลค่าปริมาณความส่องสว่างบริเวณพื้นที่ประตูทางเข้าโถง ของกรณีศึกษา ST-NU-Y 21 และ ST-NM-Y 24 ที่แสดงผลอยู่ในระดับปริมาณแสงสว่างที่ไม่เกิน 150 lux และบริเวณพื้นที่หน้าพระประธานที่ใช้เป็นส่วนพื้นที่สังฆกรรมผลค่าปริมาณความส่องสว่างจะมีเพียงระดับค่าไม่เกิน 50 lux แต่บริเวณพื้นที่ดังกล่าวของกรณีศึกษา ST-NU-Y 08 ระดับผลค่าปริมาณความส่องสว่างกลับมีผลในระดับที่มากกว่า 300 lux ถึง 500 lux ดังรูปที่ 5



**รูปที่ 5** ค่าปริมาณความส่องสว่างสิมพื้นถิ่นลักษณะรูปแบบสกุลช่างญวนที่มี 3 ช่องแสง

**กลุ่มที่ 4** สิมณวลักษณะรูปแบบช่องแสง เฉพาะตำแหน่งพื้นที่แบบไม่มีและมีโถงระเบียง ได้แก่ กรณีศึกษา ST-NU-Y 12 จากผลการทดสอบ ค่าปริมาณความส่องสว่างพบว่า บริเวณช่องแสงที่เรียงตามแนวนองด้านข้างจะแสดงผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่ 1,000 lux บริเวณพื้นที่หน้าประตูทางเข้าและจะลดน้อยลงตามระยะห่างอยู่ที่ไม่เกิน 150 lux พื้นที่หน้าฐานชุกชีที่ตรงกับช่องเสาที่ 3 นั้น ปริมาณความส่องสว่างจะแสดงผลที่ไม่เกิน 50 lux และสิมพื้นที่ที่มีโถงระเบียงเฉพาะด้านหน้าได้แก่ กรณีศึกษา ST-NU-Y 05, ST-NU-Y 06 และ ST-NU-Y 13 จากผลการทดสอบพบว่า ช่องแสงที่มีความหลากหลายของรูปทรงจะแสดงผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่มากกว่า 1,000 lux จะปรากฏสภาพแสงบริเวณโถงระเบียงด้านหน้าและบริเวณพื้นที่ภายในจะแสดงผลค่าปริมาณความส่องสว่างจะอยู่ระหว่างระดับค่า 250 lux ถึง 500 ขึ้นไป แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า กรณีศึกษา ST-NU-Y 05 และ ST-NU-Y 06 นั้น จะมีผลค่าปริมาณความส่องสว่างบริเวณทางเข้าที่น้อยกว่า กรณีศึกษา ST-NU-Y 13 อยู่ค่อนข้างมาก หากพิจารณาจะพบว่า โครงสร้างของรูปแบบโถงระเบียงที่ต่างกันนั้น ทำให้แสงที่ส่องเข้าพื้นที่มีความต่างกันตามลักษณะรูปทรงหลังคา ถึงแม้ว่าขนาดของพื้นที่กรณีศึกษา ST-NU-Y 13 จะมีขนาดที่เล็กกว่าอยู่มากหากเปรียบกับขนาดของพื้นที่กรณีศึกษา ST-NU-Y 06 ซึ่งแสงสว่างบริเวณทางเข้าไปจนถึงส่วนพื้นที่ฐานชุกชีหน้าพระประธาน ของกรณีศึกษา ST-NU-Y 13 นั้น จะแสดงผลที่มีผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่แตกต่างกันเกินกว่า 500 lux ขึ้นไป ดังรูปที่ 6



**รูปที่ 6** ค่าปริมาณความส่องสว่างสิมพื้นที่ลักษณะรูปแบบช่องแสงเฉพาะตำแหน่งพื้นที่แบบไม่มีและมีโถงระเบียง

จากการเปรียบเทียบระหว่างค่าความต่างปริมาณความส่องสว่างสิมณวลักษณะกรณีศึกษาจากการสำรวจภาคสนามกับการทดสอบผ่านแบบจำลองผ่านเทคโนโลยีโปรแกรม DIALUX โดยใช้ข้อมูลด้านกายภาพและข้อมูลด้านแสงสว่างภายในอาคารเป็นพื้นฐานในการตั้งค่าตัวแปรภายในโปรแกรม ผลข้อมูลเชิงปริมาณพบว่า ค่าปริมาณความส่องสว่างเฉลี่ยมีความคลาดเคลื่อนแตกต่างกันในระดับน้อยที่สุดคือ 2.6% และมีความคลาดเคลื่อนแตกต่างกันในระดับที่มากที่สุดคือ 53.2% ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากหลายปัจจัย อาทิเช่น ค่าสะท้อนของพื้นผิววัสดุขณะที่ยังลักษณะสภาพท้องฟ้าจากการทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณความส่องสว่างด้วยโปรแกรม DIALUX จะมีความสม่ำเสมอซึ่งต่างกับสภาพท้องฟ้าที่ปรับเปลี่ยนไปในแต่ละช่วงเวลาจากการสำรวจภาคสนาม อาทิเช่น อาคารข้างเคียง ต้นไม้โดยรอบบริเวณข้างเคียงอาคาร ตามรายละเอียดตารางที่ 3

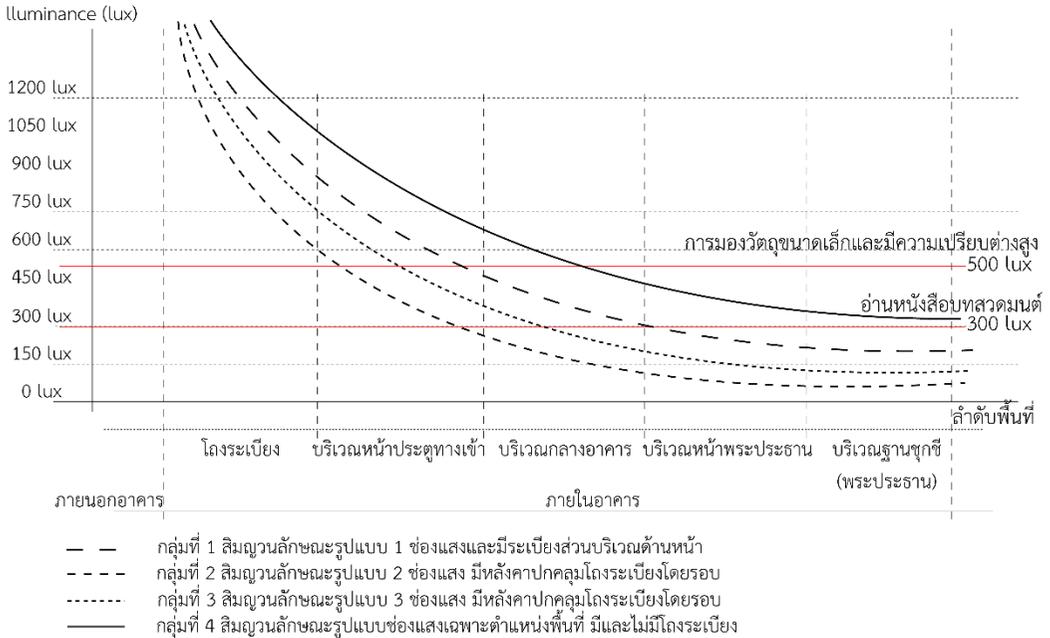
**ตารางที่ 3** รายละเอียดเปรียบเทียบระหว่างค่าความต่างปริมาณความส่องสว่างลิมนวนกรณีศึกษาจากการสำรวจภาคสนามกับการทดสอบผ่านแบบจำลองผ่านเทคโนโลยีโปรแกรม DIALUX

กลุ่มที่ 1 ลิมนวนลักษณะรูปแบบ 1 ช่องแสงและมีระเบียงส่วนบริเวณด้านหน้า			
พื้นที่ทำงานทางสายตา (Visual Task)	ค่าเฉลี่ยปริมาณความส่องสว่างผล สำรวจภาคสนาม (lux)	ค่าเฉลี่ยปริมาณความส่องสว่าง โปรแกรม DIALUX (lux)	ค่าความ แตกต่าง
ภายนอกอาคาร	17,452.00	18,520.00	6.1%
โถงระเบียง	7,500.00	8,350.00	11.3%
บริเวณหน้าประตูทางเข้า	520	620	19.2%
บริเวณกลางอาคาร(พื้นที่ทำสังฆกรรม)	396	420	6.1%
บริเวณหน้าพระประธาน	124	190	53.2%
กลุ่มที่ 2 ลิมนวนลักษณะรูปแบบ 2 ช่องแสง มีหลังคาปกคลุมโถงระเบียงโดยรอบ			
พื้นที่ทำงานทางสายตา (Visual Task)	ค่าเฉลี่ยปริมาณความส่องสว่างผล สำรวจภาคสนาม (lux)	ค่าเฉลี่ยปริมาณความส่องสว่าง โปรแกรม DIALUX (lux)	ค่าความ แตกต่าง
ภายนอกอาคาร	21,300.00	23,120.00	8.5%
โถงระเบียง	3,645.00	4,832.00	32.6%
บริเวณหน้าประตูทางเข้า	296.00	389.00	31.4%
บริเวณกลางอาคาร(พื้นที่ทำสังฆกรรม)	230.00	254.00	10.4%
บริเวณหน้าพระประธาน	96.00	121.00	26.0%
กลุ่มที่ 3 ลิมนวนลักษณะรูปแบบ 3 ช่องแสง มีหลังคาปกคลุมโถงระเบียงโดยรอบ			
พื้นที่ทำงานทางสายตา (Visual Task)	ค่าเฉลี่ยปริมาณความส่องสว่างผล สำรวจภาคสนาม (lux)	ค่าเฉลี่ยปริมาณความส่องสว่าง โปรแกรม DIALUX (lux)	ค่าความ แตกต่าง
ภายนอกอาคาร	19,632.00	20,136.00	2.6%
โถงระเบียง	4,512.00	5,621.00	24.6%
บริเวณหน้าประตูทางเข้า	275	320	16.4%
บริเวณกลางอาคาร(พื้นที่ทำสังฆกรรม)	298	332	11.4%
บริเวณหน้าพระประธาน	119	140	17.6%
กลุ่มที่ 4 ลิมนวนลักษณะรูปแบบช่องแสงเฉพาะตำแหน่งพื้นที่ มีและไม่มีการมีโถงระเบียง			
พื้นที่ทำงานทางสายตา (Visual Task)	ค่าเฉลี่ยปริมาณความส่องสว่างผล สำรวจภาคสนาม (lux)	ค่าเฉลี่ยปริมาณความส่องสว่าง โปรแกรม DIALUX (lux)	ค่าความ แตกต่าง
ภายนอกอาคาร	20,364.00	21,005.00	3.1%
โถงระเบียง	6,954.00	7,302.00	5.0%
บริเวณหน้าประตูทางเข้า	965.00	1,109.00	14.9%
บริเวณกลางอาคาร(พื้นที่ทำสังฆกรรม)	562.00	702.00	24.9%
บริเวณหน้าพระประธาน	320.00	412.00	28.8%

### ผลการประเมินคุณภาพแสงสว่าง

โดยแบ่งเส้นระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความส่องสว่างกับระยะพื้นที่ภายในอาคารพบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 บริเวณพื้นที่กลางอาคารมีผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่กิจกรรมสำหรับอ่านหนังสือบตสวดมนต์ แต่บริเวณพื้นที่หน้าพระประธานและฐานชุกชีนั้น ผลค่าปริมาณความส่องสว่างจะมีระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่กิจกรรมการมองวัตถุขนาดเล็กที่มีความเปรียบต่างระหว่างวัตถุด้านหน้าและพื้นหลัง ส่วนกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 บริเวณพื้นที่

กลางอาคารมีผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่กิจกรรมสำหรับอ่านหนังสือทสวดมนต์ รวมถึงบริเวณพื้นที่หน้าพระประธานและฐานชุกชีด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 เส้นระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความส่องสว่างกับระยะพื้นที่

### สรุป อภิปรายผล

จากการศึกษาผลค่าปริมาณความส่องสว่างของ สิมณวลักษณะศึกษาทั้ง 4 กลุ่มลักษณะรูปแบบพบว่า ผลค่าปริมาณความส่องสว่างจะปรากฏผลในระดับที่ มากน้อยต่างกัน ซึ่งตัวแปรสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อ ปริมาณความส่องสว่างที่ปรากฏบริเวณพื้นที่ทำ กิจกรรมทางศาสนาในสิมณวลคือการกำหนด จำนวนและตำแหน่งของช่องแสงให้สอดคล้องต่อ ส่วนบริเวณพื้นที่ทำสังฆกรรมหรือประกอบพิธีกรรม ทางศาสนาหน้าพระประธานตามจารีตปฏิบัติภายใต้ บริบททางวัฒนธรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดย ผลค่าปริมาณความส่องสว่างจากการทดสอบผ่าน แบบจำลอง 3 มิติด้วยโปรแกรม DIALUX ในทาง วิทยาศาสตร์ Illuminance matrix สามารถอธิบาย ผลวิเคราะห์ที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ถึงการปรากฏสภาพแสง จากผลทดสอบในเชิงคุณรูปที่นำไปสู่กระบวนการ วิเคราะห์สภาพแสง เพื่อแสดงผลเปรียบเทียบกับค่า

ความส่องสว่างตามมาตรฐานคุณภาพแสงสว่างที่ใช้ ในพื้นที่กิจกรรมทางศาสนา และแสดงผลเชิง ปริมาณจากภาพกราฟฟิกแบ่งแยกสีตามหน่วยค่า ตรรกะวัดเกี่ยวกับค่าปริมาณความส่องสว่าง Illuminance (lux) ต่อพื้นที่ภายในอาคารกรณีศึกษา ที่แสดงผล เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามตัวแปรองค์ประกอบของ อาคาร ผลค่าที่ได้สามารถนำไปอธิบายตอบตาม วัตถุประสงค์ข้อที่ 2

รวมถึง ผลค่าปริมาณความส่องสว่างรูปแบบ Illuminance matrix ทางกายภาพโครงสร้างของ ส่วนหลังคา และส่วนพื้นที่โถงระเบียง ยังสามารถ นำไปอธิบายตอบในวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ถึงประเด็น ด้านตัวแปรที่ส่งผลโดยตรงต่อค่าปริมาณความส่อง สว่างที่แสดงผลเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับพื้นที่ อาทิ เช่น ผลทดสอบปริมาณความส่องสว่างบริเวณพื้นที่ กรณีศึกษาที่มีโถงระเบียงด้านหน้าประตูทางเข้า และผลทดสอบปริมาณความส่องสว่างสิมณวล

กรณีศึกษาที่มีจำนวน ตำแหน่งของช่องแสงที่แตกต่างกัน ซึ่งจะสามารถสังเกตได้จากบริเวณโถงระเบียงส่วนหน้าที่ปรากฏผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่มากกว่า 1,000 lux ต่อเนื่องมาสู่บริเวณประตูทางเข้าที่ปรากฏผลค่าปริมาณความส่องสว่างอยู่ระหว่าง 100 lux ถึง 500 lux ขึ้นไป

ทั้งนี้ สภาพแสงที่ต่างกัน จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอาคารบริเวณส่วนพื้นที่ด้านหน้าประตูทางเข้าเป็นหลัก กล่าวคือ หากมีโถงระเบียงบริเวณด้านหน้าทางเข้าหรือโถงระเบียงโดยรอบ ปริมาณแสงสว่างที่ปรากฏจากการสะท้อนแสงและการกระจายแสงส่องผ่านประตูหรือช่องแสงด้านข้างมายังพื้นที่ภายใน ส่งผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่ลดลงตามลำดับจากระยะห่างของประตูและช่องแสง ทำให้คุณภาพแสงสว่างมีไม่เพียงพอต่อพื้นที่บริเวณกลางอาคาร ซึ่งผลค่าปริมาณความส่องสว่างที่ปรากฏผลในระดับไม่เกิน 150 lux นั้น จะพบบริเวณโดยรอบพื้นที่ฐานชุกชีที่ตั้งของพระประธาน

โดยบริเวณพื้นที่ดังกล่าวมักจะเป็นพื้นที่สำคัญสำหรับทำสังฆกรรมหรือประกอบพิธีกรรมทางศาสนาหน้าพระประธาน หากปริมาณความส่องสว่างบริเวณพื้นที่มีอาคารมี ไม่ปริมาณแสงที่เพียงพอสำหรับการทำจัดในกิจกรรมใด ๆ ควรติดตั้งแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่จำเป็นเพื่อให้เพียงพอและเหมาะสมต่อการรับรู้และมองเห็นสำหรับการใช้สอยพื้นที่ตามเกณฑ์มาตรฐานค่าความส่องสว่าง

### ข้อเสนอแนะ

ควรใช้กระบวนการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ด้านคุณภาพและปริมาณ โดยการประมวลผลเพื่อทดสอบค่าปริมาณความส่องสว่างผ่านเทคโนโลยีโปรแกรมต่าง ๆ สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค่าปริมาณความส่องสว่างจากองค์ประกอบทางอาคารประเภทอื่น ๆ เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้สอยพื้นที่กับพฤติกรรมความต้องการแสงสว่างสำหรับประกอบกิจกรรมภายในพื้นที่อาคาร สามารถส่งผล

ให้เกิดข้อมูลพื้นฐานทางวิชาการที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผู้ร่วมวิจัย บุคลากรหน่วยงานอื่น ๆ ที่ให้การสนับสนุนอนุเคราะห์ข้อมูลเอื้อประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้ รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิในศาสตร์ต่าง ๆ ที่ช่วยเหลือแนะนำไปสู่การแสวงหาคำตอบและข้อค้นพบองค์ความรู้ใหม่ที่สำคัญสำหรับงานวิจัย ส่งผลทำให้ผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงมา ณ ที่นี้

### References

- [1] CIBSE. (1994) Lighting for museums and art galleries. London: CIBSE. Patterns of Connection in
- [2] Architecture: The Paradox of Light and Shadow “Natural Light versus Artificial Light of Architecture” (Suman 2009: 26-27).
- [3] CIE. (2004). CIE. 129: 2004 Quality Standards of Lighting. Vienna Austria: CIE.
- [4] Harrold, R., Mennie, D., & Illuminating Engineering Society of North America. (2003). IESNA lighting ready reference: A compendium of materials from the IESNA lighting handbook, (9th ed) :lighting fundamentals. New York : Illuminating Engineering Society of North America.
- [5] Illuminating Engineering Society of North America. (2009). Lighting your way to better vision. New York, NY: Illuminating Engineering Society of North America.

- [6] Ministry of Tourism and Sports). National Tourism Development Plan, No. 3 (2023-2028). Bangkok. Fine Arts Department. (1993). Handbook : Curator's Practice National Museum, Fine Arts Department. Bangkok: Amarin Corporations Public Company Limited
- [7] SriSuthaphan, O. (2014). Artificial lighting in architecture, (1th ed.). Bangkok: Publisher Thammasat University.
- [8] The fine arts department. (2022). National historic site report. Fine Arts Office Department. Ubon Ratchathani
- [9] Suriyothin, P. (2021). Light-Science-Art: Lighting for Museums and Art Galleries, (1th.ed.). Bangkok: Publisher Chulalongkorn University
- [10] SriSuthaphan, O. , & Thisawiphat, P. ( 2 0 1 1 ) . Daylighting Simulation in Architecture Design Using DIALUX, ( 1 th ed. ) . Bangkok: Publisher Thammasat University.
- [11] Phra, W (2008). A study of the meaning of light in “SIM ISAN” (Northeastern Buddhist Temples). Bangkok. Silpakorn University.
- [12] Srisaowanun, A. ( 2 0 0 4 . Shadow architecture : a study of architectural spatiality in relation to shadow. Bangkok. Silpakorn University.
- [13] Srisuro, V. (1993). Sim Isaan. KhonKaen. Khon Kaen University.
- [14] Mahathakulrungsri, S. , & Suriyothin, P. ( 2 0 0 1 ) . Enhancing Lighting Design Approaches for Patient Room According toInternational Recommendations: A Case Study of Medical School Hospital. KhonKaen. Khon Kaen University.

## การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้าในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป กรณีศึกษา การผลิตเสื้อแจ๊คเก็ต บริษัท วีที การ์เมนท์ จำกัด

กิตติ กอบัวแก้ว<sup>1</sup>, ประสิทธิ์ ภูสมมา<sup>2</sup>, ชาญศักดิ์ บุญสาร<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี,

<sup>3</sup>บริษัท วีที การ์เมนท์ จำกัด

Email : prasit.p@dru.ac.th<sup>2</sup>

Received: Oct 26, 2023

Revised: Nov 27, 2023

Accepted: Dec 20, 2023

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในสายการผลิตเสื้อแจ๊คเก็ตของบริษัท วีที การ์เมนท์ จำกัด ด้วยวิธีการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตของโตโยต้า (TPS) วิธีดำเนินการเริ่มด้วยการหาจุดข้อบกพร่องที่ต้องปรับปรุง จากนั้นประเมินความสูญเสียในองค์กร แล้วเขียนปัญหาที่ต้องปรับปรุงในแผนผังสายธารแห่งคุณค่า โดยเลือกจุดปรับปรุงกระบวนการผลิตเย็บที่ VSEW004 จำนวนพนักงาน 50 คน และการนำระบบ TPS ที่มี 4 ขั้นตอนมาปรับใช้ในสายการผลิต ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การควบคุมสภาพการทำงานหน้างาน โดยการควบคุมสถานที่ทำงานให้หาของง่ายสะดวกต่อการใช้งานและอยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ขั้นที่ 2 กระบวนการไหลของงานอย่างต่อเนื่องโดยจัดแผนผังใหม่ ขั้นที่ 3 งานมาตรฐาน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ด้วยเครื่องมือแผนภูมิมาซุมิในการจับเวลาของพนักงานแต่ละคน ขั้นที่ 4 การวางแผนการผลิตแต่ละขั้นตอน เป็นระบบที่ช่วยให้ปริมาณงานระหว่างทำระหว่างแผนกลดลง โดยขั้นตอนนี้จะเป็นการทำงานตามความต้องการของลูกค้า เมื่อมีความต้องการของลูกค้าถึงจะผลิต ซึ่งพอนำขั้นตอนนี้มาใช้ จะทำให้ปริมาณงานระหว่างทำของแต่ละแผนกลดลงส่งผลให้การขนส่งสินค้าจากมือผู้ส่งไปยังมือผู้รับ ลดลงไปด้วย ผลการวิจัยพบว่า การนำระบบการผลิตของโตโยต้ามาปรับใช้ในสายการผลิตเสื้อแจ๊คเก็ต ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 92 งานค้างระหว่างกระบวนการลดลงร้อยละ 59 งานซ่อมลดลงร้อยละ 82 การผลิตในไลน์ผลิตเย็บร้อยละ 81 ระยะเวลาในการการขนส่งสินค้าจากมือผู้ส่งไปยังมือผู้รับลดลงร้อยละ 29 การผลิตเสื้อแจ๊คเก็ตตั้งแต่ขึ้นงานตัวแรกจนงานออกเป็นตัวเสื้อแจ๊คเก็ตลดลง 39 วัน

**คำสำคัญ :** ระบบการผลิตของโตโยต้า, กระบวนการผลิต, เสื้อแจ๊คเก็ต

# Implementing the Toyota Production System in the Manufacturing Process of Ready-Made Clothing A Case study Jacket production, VT Garment Co., Ltd.

kitti korbuakaew<sup>1</sup>, Prasit Phoosomma<sup>2</sup>, Chansak Bunsan<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี,

<sup>3</sup>บริษัท วีที การ์เมนท์ จำกัด

Email : prasit.p@dru.ac.th<sup>2</sup>

Received: Oct 26, 2023

Revised: Nov 27, 2023

Accepted: Dec 20, 2023

## Abstract

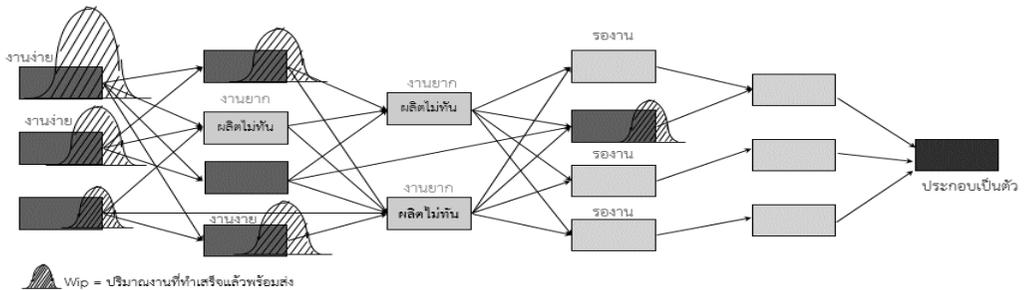
The objective of this research is to improve efficiency in the jacket production line of VT Garment Company Limited. We are applying the Toyota Production System (TPS) technique. The first step in the process is identifying the flaws that require improvement. After that, evaluate the organization's losses. Next, note the issues in the value stream map that require improvement. By selecting VSEW004 as the location to enhance the sewing manufacturing process, which employs 50 people. Lastly, the TPS system's 4 steps are implemented, consisting of, the first stage: Controlling the environment at work by setting up the workstation such that everything is practical, safe, and easily accessible, second stage: Modify the diagram to maintain the continuous workflow process, third stage: The standard task is to boost output effectiveness. Utilizing the Yamasumi Chart instrument to monitor the working hours of every employee, four stage: Scheduling every stage of manufacturing It is a system that lessens the quantity of ongoing work across departments. Depending on what the consumer needs, this stage will operate. It will be manufactured when there is a market for it. It suffices to use this action. The transfer of commodities from the sender's hand to the recipient's hand will likewise reduce as a result, as will the quantity of work in progress in each department. Results of the study revealed that, utilizing the jacket production line's Toyota Production System yielded a 92% gain in production efficiency, a 59% decrease in process backlog, an 82% decrease in repair work, an 81% increase in sewing production line productivity, and a 29% decrease in the amount of time needed to get items from the sender's hand to the recipient's hand. The Lead Time Door to Door, or Lead Time, in the jacket production process dropped by 39 days from the start of the job to its completion.

**Keywords :** Toyota Production System (TPS), Manufacturing Process, Jacket Production

**บทนำ**

ตลาดเสื้อผ้าสำเร็จรูปในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วขึ้นลูกค้ามีการออกแบบสินค้าให้มีความหลากหลายมากขึ้นแต่สั่งจำนวนต่อแบบที่น้อยลง อีกทั้ง ยังต้องการขนส่งสินค้าจากมือผู้ส่งไปยังมือผู้รับ (Lead Time) รวดเร็ว เพื่อลดโอกาสขาดทุนจากสินค้าตกเทรนด์ ในขณะที่ทางด้านคุณภาพ ก็เข้มงวดมากขึ้น อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้โรงงานผู้ผลิตร่วมในการออกแบบงานนวัตกรรมที่ทันสมัย เพื่อเพิ่มโอกาสในการขายสินค้า บริษัท วิที การ์เมนต์ จำกัด พบปัญหา ไม่สามารถผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า เนื่องจากใช้เวลาในการ

ผลิตแบบนาน เนื่องจากการผลิต เป็นรูปแบบเหมาจ่าย โดยที่พนักงานจะทำงานที่ตัวเองเหมามา เช่น ทำงานเย็บแขนเสื้อ ก็จะทำแขนเสื้อประจำ ซึ่งไม่สนว่างานจะกองเยอะมากน้อยขนาดไหน และถ้าใครเหมางานที่เป็นขั้นตอนงานยากก็จะได้งานน้อย ซึ่งส่งผลให้งานที่ทำแต่ละขั้นตอนออกมาปริมาณไม่เท่ากัน เมื่อมาประกอบชิ้นส่วนใส่กันก็จะพบว่างานชิ้นส่วนที่ง่าย จะกองเยอะ และงานที่ท้าทายจะไม่มี ส่งผลให้คนที่ทำงานต่อ ไม่สามารถผลิตงานต่อไปได้ ต้องรอวัตถุดิบ ทำให้สุดท้ายประกอบชิ้นส่วนออกมาเป็นตัวเสื้อใช้เวลาานาน



**รูปที่ 1** ระบบการผลิตแบบเหมาจ่าย (แบบเดิม) [1]

การที่ผลิตแบบเหมาจ่ายนี้จะมีข้อดี คือ สำหรับใครที่ได้งานง่ายจะผลิตงานออกมาได้เยอะและจะทำได้เงินค่าตอบแทนเยอะ แต่ข้อเสีย คือ สำหรับพนักงานคนไหนที่ทำงานยากจะผลิตงานไม่ค่อยออก ค่าตอบแทนจะไม่ค่อยดีจะส่งผลให้พนักงานไม่อยากจะผลิตงานรูปแบบที่ยาก จึงทำให้ขั้นตอนงานที่ยากไม่มีใครอยากทำ หากคนทำงาน และสำหรับองค์กรจะมีผลกระทบจากการทำระบบนี้อย่างมาก เนื่องจากต้องใช้เวลาในการผลิตที่ยาวนาน เพราะในการผลิตเสื้อ 1 ตัว ใช้เวลาผลิต 4 วันกว่าจะประกอบชิ้นส่วนออกมาเป็นตัว เพราะการผลิตเป็นรูปแบบเหมา คือ เมื่อทำงานขั้นตอนเดียวจนจบการผู้ส่งผลิตสินค้า เช่น ถ้ารูปแบบงานนี้มีจำนวนผู้ส่งผลิตสินค้า 1,000 ตัว ก็จะผลิตให้ครบ 1,000 ตัว แล้วค่อยไปทำงานอื่นต่อไป ซึ่งการผลิตแบบนี้จะไม่สนใจ

ว่างานจะออกมาเป็นเสื้อช่วงไหน และถ้างานผลิตเสื้อออกมาแล้วบางครั้งประกอบชิ้นส่วนใส่ไม่ได้คุณภาพไม่ได้ ต้องเลาะงานที่ผลิตมาแล้วทั้งหมดและทำการเย็บใหม่ ทำให้บริษัทต้องเสียต้นทุนเพิ่มขึ้น และผลกระทบที่สำคัญคือ ไม่สามารถการันตรีขนส่งสินค้า (Shipment) ลูกค้าได้เลย เพราะไม่รู้ว่าจะผลิตเสื้อเสร็จจุดไหน เนื่องจากเวลาที่หยุดนิ่งในกระบวนการเกิดขึ้นบ่อยมาก ซึ่งจากการผลิตแบบเหมานี้ บริษัท วิที การ์เมนต์ จำกัด โดยเฉพาะไลน์ผลิตที่ทำเสื้อแจ็คเก็ต มีผลกระทบอย่างมาก ในเรื่องระยะเวลาในการรอสินค้าของผู้ส่งผลิตสินค้าทั้งหมดนับตั้งแต่ผู้ซื้อได้ทำการสั่งซื้อ จากผู้ขายหรือโรงงาน โดยระยะเวลาในการรอสินค้าการผลิตที่ไม่สามารถยืนยัน (Confirm) ลูกค้าได้ ต้องแจ้งเมื่อวันที่ส่งออกไปให้ลูกค้าออกไปหลายวัน และประสิทธิภาพ

ในการผลิตต่ำ (Efficiency) อยู่ที่ร้อยละ 50 ปริมาณงานซ่อมงานเสียมาก (Rework) อยู่ที่ร้อยละ 25 และจำนวนปริมาณ (Work in Process Inventory: WIP) อยู่ที่ 1,000 ตัว ซึ่งจะเท่ากับยอดการผู้ส่งผลิตสินค้าที่อยู่ในไลน์ผลิต เนื่องจากงานยังไม่ประกอบออกมาเป็นตัวเสื้อ

จากปัญหาที่เกิดขึ้นทางผู้วิจัยมีแนวทางในการแก้ไขปัญหา เวลาในการผลิตเสื้อแจ๊คเก็ตให้ต่ำลง ด้วยวิธีการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System; TPS) มาประยุกต์ใช้ในสายการผลิตเสื้อแจ๊คเก็ตเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

### วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเสื้อแจ๊คเก็ต บริษัท วิ.ที.การ์เมนท์ จำกัด ด้วยวิธีการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตของโตโยต้า

### วิธีการดำเนินการวิจัย

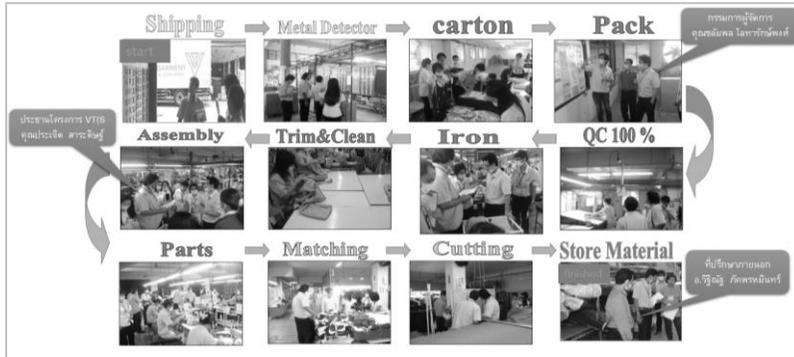
งานวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการที่บริษัท วิ.ที. การ์เมนท์ จำกัด ที่มีความต้องการเพิ่มขีดความสามารถของ

โรงงาน และให้ลูกค้าได้สินค้าที่มีคุณภาพ และระยะเวลาในการรอคอยสินค้า หลังจากที่มีการเริ่มต้นคำสั่งซื้อไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของคำสั่งซื้อที่สิ้น ป้อนตลาดให้ทันตามกระแสแฟชั่น ทางบริษัท จึงได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาระบบการผลิตแบบโตโยต้าอย่างต่อเนื่อง และยกระดับขึ้นไปเป็น “Agile Manufacturing” และนำระบบ IT หรือสารสนเทศ มาเกี่ยวพัน ซึ่งได้มีการประยุกต์มาจากระบบที่เป็นต้นฉบับอย่างระบบการผลิตแบบโตโยต้า เพื่อให้รู้ว่าอุตสาหกรรมที่ผลิตเครื่องนุ่งห่ม หรือเสื้อผ้าสำเร็จรูป ก็สามารถนำระบบระบบการผลิตแบบโตโยต้า มาใช้ในองค์กรให้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ ระบบการผลิตแบบระบบการผลิตแบบโตโยต้า เป็นระบบที่ทางบริษัท วิที การ์เมนท์ จำกัด นำมาประยุกต์ใช้การเริ่มต้นในการทำระบบการผลิตแบบโตโยต้า โดยการเลือกผลิตภัณฑ์ ที่มีมาที่ผลิตที่สูงที่สุดเพื่อใช้ในการหาจุดปรับปรุงเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดในองค์กร ซึ่งจากแผนภูมิพาเรโต้ (Pareto chart) จะเห็นว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตสูงสุดคือผลิตภัณฑ์เสื้อแจ๊คเก็ต



รูปที่ 3 กระบวนการผลิตเสื้อแจ๊คเก็ตจากแผนภูมิพาเรโต้ [1]

หลังจากที่ได้ผลิตภัณฑ์แล้วก็ได้สำรวจโดยการทำกิจกรรมการค้นหาความสูญเสีย (Waste Walk) เพื่อหาจุดปรับปรุง ตั้งแต่ปลายน้ำ (Shipping) ย้อนขึ้นไปต้นน้ำ (Store Material) เพื่อให้ทราบปัญหาและความต้องการจากลูกค้าภายใน โดยมีผู้บริหาร คุณชลัมพล โลหารักษ์พงศ์ กรรมการผู้จัดการ อาจารย์จากสถาบัน TNI อาจารย์ วิสิณัฐ ภัคพรหมินทร์ และประธานในการทำระบบ VT Production System) คุณประเจิด สารประดิษฐ์ พร้อมคณะกรรมการในการทำระบบ VTPS เข้าร่วมเดิน

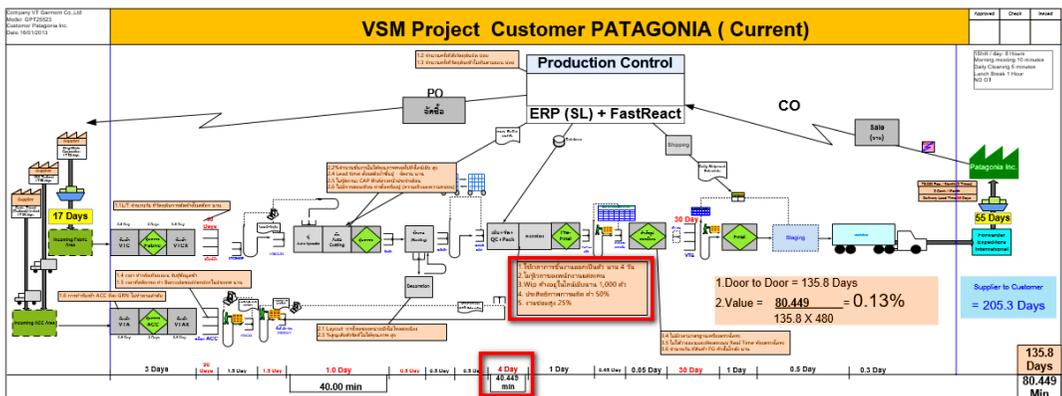


รูปที่ 4 Waste Walk หาดจุดปรับปรุง [1]

หลังจากที่ใช้การทำกิจกรรมการค้นหาความสูญเสียเสร็จ ได้มีการนัดประชุมคณะกรรมการ VTPS ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อมาเขียนแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping; VSM) เป็นเครื่องมือและเทคนิคที่สนับสนุนการพัฒนากลยุทธ์การผลิตแบบลีน ทำให้สามารถมองเห็นภาพรวม เพื่อระบุจุดที่ต้องปรับปรุงในแต่ละหน่วยงาน และการขนส่งสินค้าจากมือผู้ส่งไปยังมือผู้รับที่เกิดขึ้นในปัจจุบันอยู่ที่เท่าไร ซึ่งจากการเก็บข้อมูล



รูปที่ 5 บรรยากาศการเขียน VSM [1]



รูปที่ 6 VSM ก่อนปรับปรุง [1]

จากข้อมูลแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า พบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายจุดในสายการผลิตทำให้การขนส่งสินค้าจากมือผู้ส่งไปยังมือผู้รับ (Lead Time Door to Door or Lead Time) ตั้งแต่วัตถุดิบเข้าประตูบริษัท จนถึง ผลิตภัณฑ์ที่ออกจากบริษัทไปเพื่อส่งลูกค้าจะเห็นได้ว่าการขนส่งสินค้าจากมือผู้ส่งไปยังมือผู้รับจะอยู่ที่ 135.8 วัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาระหว่างการวางแผนงานกับการผลิตที่สูงมาก แต่ละหน่วยงานก็จะนำ โครงการงานที่ได้จาก VSM ไปแก้ไขในแต่ละหน่วยงาน ในการวิจัยครั้งนี้จะเป็นการวิจัยในไลน์ผลิตเย็บ ซึ่งมีปัญหาทั้งหมด 5 ข้อ คือ ใช้เวลาการขึ้นงานออกเป็นตัวเลข นาน 4 วัน ไม่ทราบเวลาของพนักงานแต่ละคน Wip ค้างอยู่ในไลน์เย็บนาน 1,000 ตัว, ประสิทธิภาพการผลิตต่ำคิดเป็นร้อยละ 50 งานซ่อมสูงร้อยละ 25 ซึ่งในการทำระบบ VTPS ในบริษัท จะเน้นทำตามขั้นตอนของระบบ TPS โดยมี 4 Step ดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1 : Work site Control** การควบคุมสถานที่ทำงาน ดังนี้

**1.1 การควบคุม 2 ส** คือ สะสาง และ สะดวก โดยการสะสางของที่ไม่ได้ใช้ออกจากพื้นที่การทำงาน และของที่ใช้งานได้ ให้ทำเป็น ส สะดวก เพื่อในการหยิบใช้งานง่าย หายรู้ ดูสะอาดตา และตีเส้นทางเดินให้เป็นระเบียบเรียบร้อย



รูปที่ 7 ทำ 5ส สะสาง และ สะดวก [1]

**1.2 ความปลอดภัย** คือ การทำให้พื้นที่การทำงานอยู่ในความปลอดภัย ต้องไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ในขณะที่พนักงานปฏิบัติงาน เช่น พนักงานต้องใส่รองเท้าหุ้มส้นจักร ต้องใส่ผ้าปิดจมูก ทุกครั้งที่ทำงาน และสามารถหาจุดที่เป็นอันตรายในหน่วยงาน มาหามาตรการป้องกันเชิงรุก ไม่เกิดอุบัติเหตุกับพนักงาน ผ่านกิจกรรม (Kiken Yoshi Training; KYT) เป็นวิธีการวิเคราะห์หรือคาดการณ์ถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน



รูปที่ 8 ความปลอดภัยในพื้นที่ทำงาน [1]

### 1.3 การสร้างคุณภาพเข้าสู่กระบวนการ

คือ การที่ให้พนักงานรู้เกณฑ์เกี่ยวกับคุณภาพ เพื่อให้พนักงานสามารถตัดสินใจด้วยตัวเองได้ ว่างานแบบไหนที่ลูกค้ารับได้ และงานแบบไหนที่ลูกค้ารับไม่ได้ โดยใช้เสาหลัก TPS Jidoka คือ การไม่รับของเสีย ไม่ผลิตของเสีย และไม่ส่งของเสียให้ลูกค้า โดยทั้ง 3 อย่างนี้จะเป็นการควบคุมที่ตัวของพนักงานเอง และเมื่อในกระบวนการเกิดมีปัญหาก็เรียกว่า 4 M คน เครื่องจักร วิธีการ วัตถุดิบ ก็ต้องใช้การหยุด เรียก รอ การ “หยุด” คือ หยุดผลิตก่อน จากนั้น “เรียก” ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าไปแก้ไข จากนั้นก็ “รอ” คือรอให้ผู้ที่เกี่ยวข้องแก้ไขให้เสร็จก่อน ถึงจะทำการผลิตต่อได้ โดยมีไฟ Andon เป็นการแจ้งเตือน โดยให้ไฟ สีแดงคือเครื่องจักรเสีย ไฟสีเหลืองคืองานที่ไม่ได้คุณภาพ พนักงานลุกออกจากจักรและสีฟ้า คือวัตถุดิบมาไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 9 Jidoka Andon หยุด เรียก รอ [1]

**1.4 การควบคุมสภาพการทำงานของอุปกรณ์และ เครื่องจักร** คือ การควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้เป็นประจำทุกวันให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา โดยการทำการระบบ AM และ PM เครื่องจักรเป็นประจำ โดยเฉพาะ AM เครื่องจักร ที่พนักงานต้องตรวจสอบก่อนเริ่มทำงานทุกครั้ง

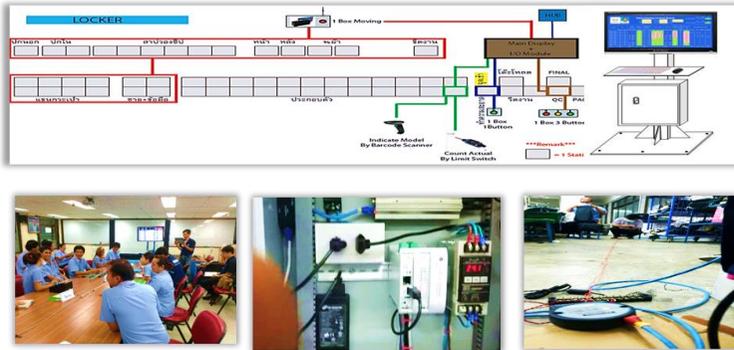


รูปที่ 10 ควบคุมเครื่องจักรก่อนทำงาน [1]

1.5 การควบคุมการผลิต คือ การควบคุมผลผลิตให้ออกมาได้ตามที่วางแผนผลิตไว้โดยก่อนจะมีการเขียนผ่านกระดานเพื่อให้รับรู้ข้อมูลในระดับ

ชั่วโมง ต่อมาก็ทำให้ระบบเป็น IoT มากขึ้น โดยทำให้เป็นแบบหน้าจอร์บบเวลาจริง (Real Time) ใช้ระบบเซ็นเซอร์ (Sensor) มาช่วยนับยอดผลผลิต

### ออกแบบ และ ติดตั้งระบบ



รูปที่ 11 บอร์ดควบคุมการผลิต

**ขั้นตอนที่ 2 : Continuous Flow** การไหลของชิ้นงานอย่างต่อเนื่อง เป็นการปรับโครงสร้างในไลน์ผลิตให้ใหม่ โดยที่เปลี่ยนระบบที่ใช้การแชร์เครื่องจักร 1 เครื่องจักร ทำงานหลายคน เมื่ออีกคนทำงานอยู่อีกคนก็จะรอ และ 1 คน ทำหลายงาน และส่งงานให้หลายคนก็จะทำให้งานที่ให้อีกทำงานต่อได้ แต่อีกคนก็ต้องนั่งรอนานจนกว่าคนเย็บก่อนหน้าจะผลิตให้เสร็จ

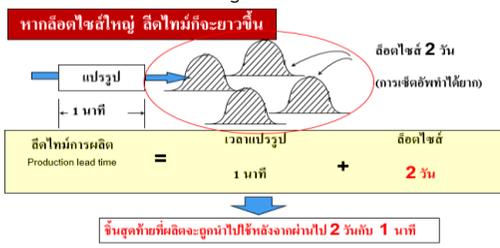
การไหลของชิ้นงานแบบนี้จะทำให้การชิ้นงานใช้เวลานาน ซึ่งทำให้ปริมาณ Wip ในกระบวนการมีเยอะซึ่งตั้งแต่การชิ้นงาน จนถึงงานออกเป็นตัว ซึ่งจากการผลิตแบบแบบนี้บริษัท วีที การ์เมนต์ จำกัด โดยเฉพาะไลน์ผลิตที่ท่าเสื้อแจ็คเก็ต มีผลกระทบอย่างมาก ในเรื่องช่วงเวลาระหว่างการวางแผนงานกับการผลิต ที่ไม่สามารถยืนยันลูกค้าได้ ต้องแจ้งเผื่อวันที่ส่งออกให้ลูกค้าออกไปหลายวัน และประสิทธิภาพในการผลิต (Efficiency) ที่ต่ำอยู่ที่ร้อยละ 50 ปริมาณงานซ่อม งานเสียสูง (Rework) อยู่ที่ร้อยละ 25 และจำนวนปริมาณ (Work in Process Inventory: WIP) อยู่ที่ 1,000 ตัว ซึ่งจะเท่ากับยอด Order ที่อยู่ในไลน์ผลิต เนื่องจากงานยังไม่ประกอบออกมาเป็นตัว

$$PLT = PT + ST \dots \dots \dots (1)$$

PLT หมายถึง Production Lead Time

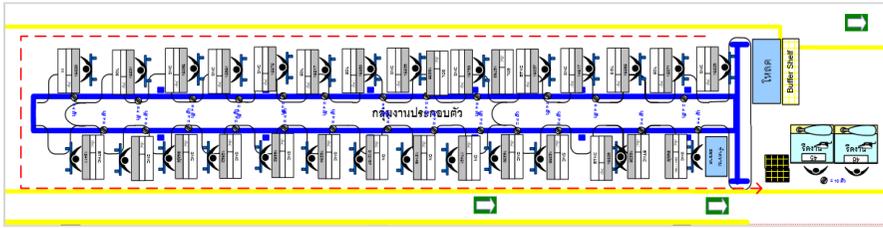
PT หมายถึง Processing Time

ST หมายถึง Stagnation Time



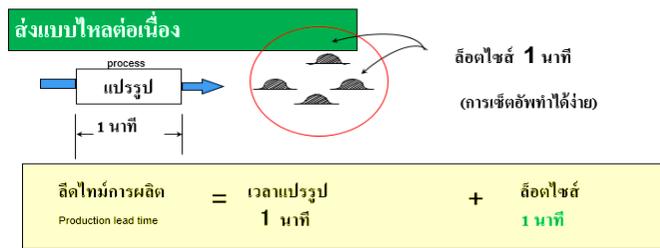
รูปที่ 12 ส่งล็อตใหญ่ ระบบการผลิตแบบเดิม

หลังจากที่นำระบบ VTPS เข้ามาใช้ก็มีการเปลี่ยนการไหลของชิ้นงานใหม่ โดยให้การชิ้นงานเป็นการไหลอย่างต่อเนื่องและลดการแชร์เครื่องจักรให้กระบวนการ วิ่งให้เป็นเส้นทางเดียวกัน เมื่องานไหลอย่างต่อเนื่องจะทำให้ปริมาณ Wip ลดลงแบบอัตโนมัติ



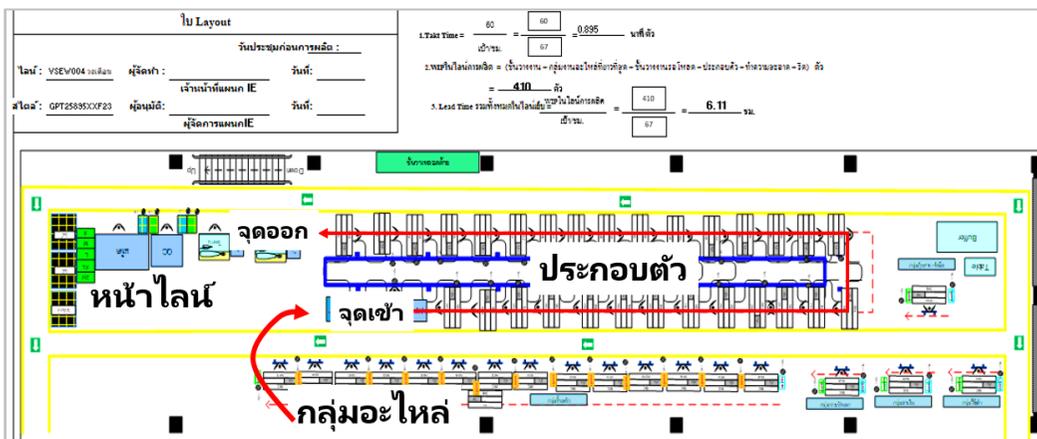
รูปที่ 13 การไหลของระบบการผลิต TPS (แบบใหม่)

เป็นการไหลแบบต่อเนื่อง โดยจัดรูปแบบตัว U เมื่องานกระบวนการตัวเองทำเสร็จ ก็ส่งงานให้กับขั้นตอนถัดไปได้เลย โดยไม่ต้องให้งานมี Wip มาก จะทำให้ปริมาณกองลดลงโดยอัตโนมัติ



ขั้นสุดท้ายที่ผลิตจะถูกนำไปใช้หลังจากผ่านไป 2 นาที  
รูปที่ 14 ระบบการผลิตแบบ TPS (แบบใหม่)

ในการจัดไลน์ผลิตเย็บจะจัดเป็นรูปแบบ ตัว U และ I ถ้าเป็นกลุ่มอะไหล่จะจัดเป็น ตัว I คือให้งานไหลเป็นเส้นตรงวิ่งขึ้นหน้าไลน์ ส่วนประกอบตัว จะจัดเป็นรูปแบบตัว U ให้จุดไหลตและ จุดออกอยู่หน้าไลน์ ตามการกำหนดตำแหน่ง (Layout)



รูปที่ 15 กำหนดตำแหน่งไลน์ผลิตแบบไหลต่อเนื่อง

กลุ่มอะไหล่กลุ่มประกอบตัว



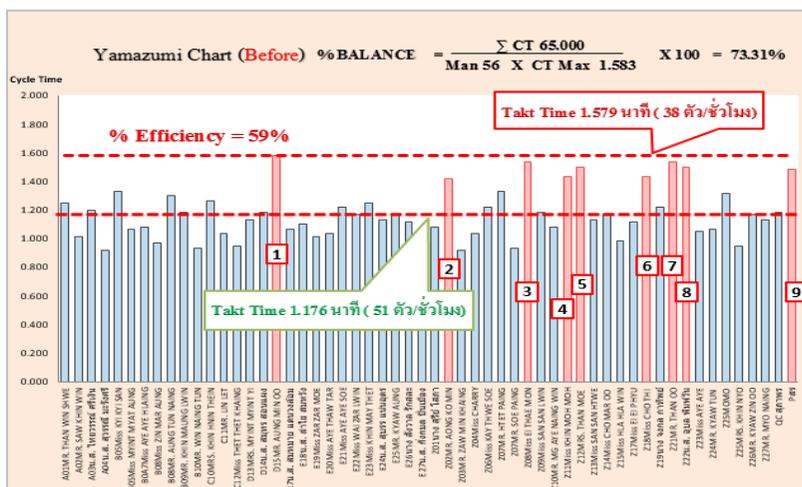
รูปที่ 16 จัด Lay out การไหลหน้างาน

ขั้นตอนที่ 3: Standardize Work งานมาตรฐาน การทำงานที่ผสมผสานระหว่างคน เครื่องจักร วัสดุให้สำเร็จตามเป้าหมาย อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตามลำดับขั้นตอนการทำงานโดยไม่มี ความสูญเปล่า หรือ 7 Waste และใช้ Takt Time เป็นตัวกำหนดเวลา หรือ Just In Time นั่นเอง สิ่งที่ต้องทำอันดับแรก คือการจับเวลาของพนักงานแต่ละคน เพื่อเช็คดูเวลา (Cycle Time) เพื่อดูเวลาคอขวด



รูปที่ 17 จับเวลาของพนักงานแต่ละคน

จากนั้นก็นำเวลาที่จับได้ของพนักงานแต่ละคน กรอกใน Excel เพื่อออกเป็นกราฟ Yamazumi Chart เพื่อเช็ครอบเวลาของพนักงานแต่ละคนเทียบกับ Takt Time



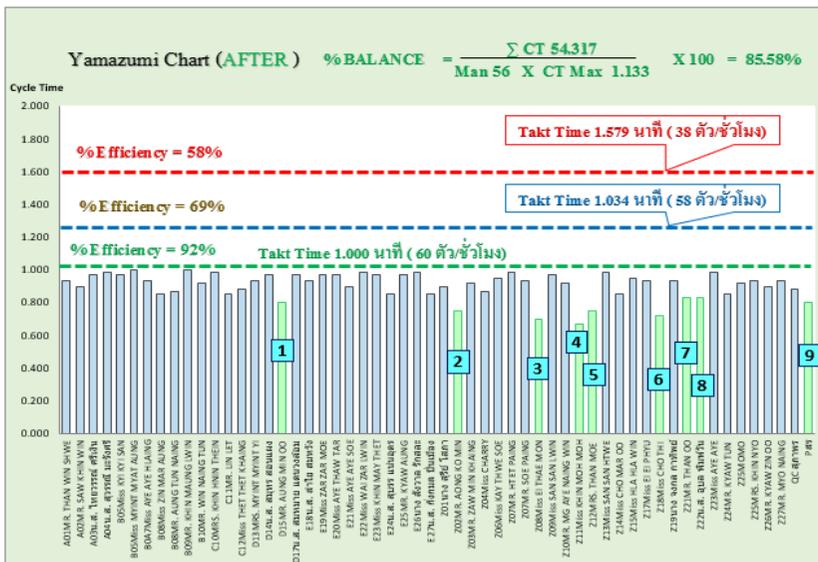
รูปที่ 18 Yamazumi Chart ก่อนปรับปรุง

จากกราฟ Yamazumi Chart จะเป็นได้ว่า มีพนักงาน 9 คน ที่ทำงานเกินรอบเวลา Takt Time ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 59 หรืออยู่ที่ 38 ตัวต่อชั่วโมง ซึ่งเป้าหมายวางแผนต้องให้ทำอยู่ที่ 51 ตัวต่อชั่วโมง ซึ่งต่างกันเยอะ จึงได้เข้าทำการปรับปรุง Kaizen เพื่อกำจัด 7 Waste ที่ซ่อนอยู่ในกระบวนการผลิต และใช้หลักการ ECRS เข้าทำการปรับปรุงทั้ง 9 คน ด้วยการปรับปรุงดังนี้

<b>การปรับปรุง Kaizen 1</b> ขั้นตอนที่ 60 ทับลาโรยกันยาช BEFORE AFTER รูปภาพ: ตรวจสอบงาน ใช้เวลา 1.117 นาที รูปภาพ: ใช้เครื่องช่วยจับ Auto ใช้เวลา 0.867 นาที	<b>การปรับปรุง Kaizen 2</b> ขั้นตอนที่ 49 พังตอกกันยาช BEFORE AFTER รูปภาพ: พังไม้โดยใช้ความถี่ขึ้น ลดเวลา ใช้เวลา 1.833 นาที รูปภาพ: ทำสปริง Fixture ที่ทำไว้ใช้ลดเวลาใช้เวลา 0.750 นาที	<b>การปรับปรุง Kaizen 3</b> ขั้นตอนที่ 53 เย็บติดเทปจับหน้าซ้าย-ขวา BEFORE AFTER รูปภาพ: ตัดเทปติดชิ้นไม้ให้พอดี ใช้เวลา 1.500 นาที รูปภาพ: ทำสปริง Fixture ประคองรถไม่ถ่วงเวลาใช้เวลา 0.700 นาที
<b>การปรับปรุง Kaizen 4</b> ขั้นตอนที่ 30 เจาะกระเป๋าคัดจับซ้าย-ขวา BEFORE AFTER รูปภาพ: เจาะตามขนาดจากแม่พิมพ์ ใช้เวลา 1.833 นาที รูปภาพ: ใช้เครื่องมือการเจาะแทนการใช้ค้อนใช้เวลา 0.800 นาที	<b>การปรับปรุง Kaizen 5</b> ขั้นตอนที่ 56 ทับคิ้วจับหน้าซ้าย-ขวา BEFORE AFTER รูปภาพ: เจาะเจาะรูด้วยเครื่องใช้สว่านใช้เวลา 1.833 นาที รูปภาพ: ทำสปริง ครอบตะเข็บใช้ไม้ตอกตามขนาดใช้เวลา 0.75 นาที	<b>การปรับปรุง Kaizen 6</b> ขั้นตอนที่ 60 ทับลาโรยกันยาช BEFORE AFTER รูปภาพ: ผนวกรัด ใช้เครื่องมือดึงตัวเส้น ใช้เวลา 1.500 นาที รูปภาพ: ทำสปริง Fixture ประคองรถไม่ถ่วงใช้เวลา 0.716 นาที
<b>การปรับปรุง Kaizen 7</b> ขั้นตอนที่ 64 ทับลาโรยปลายแขน BEFORE AFTER รูปภาพ: โรยตัวกันยาช โรยไม้กันยาชใช้เวลา 1.433 นาที รูปภาพ: ทำสปริง ครอบตะเข็บที่ทำไว้ใช้ลดเวลาใช้เวลา 0.833 นาที	<b>การปรับปรุง Kaizen 8</b> ขั้นตอนที่ 64 ทับลาโรยปลายแขน BEFORE AFTER รูปภาพ: โรยตัวกันยาชด้วยตัวกันยาชใช้เวลา 1.133 นาที รูปภาพ: ใช้กรรไกรตัดผ้า Auto ใช้เวลา 0.833 นาที	<b>การปรับปรุง Kaizen 9</b> ขั้นตอนที่ 904 ทับ Pack BEFORE AFTER รูปภาพ: พับ Pack งาน ใช้เวลา 1.100 นาที รูปภาพ: ใช้กรรไกรช่วยพับ ใช้เวลา 0.800 นาที

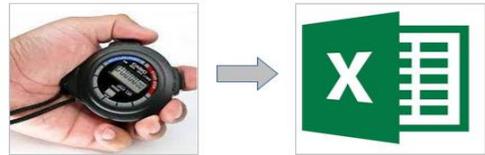
รูปที่ 19 ทั้ง 9 คน ที่ปรับปรุง Kaizen โดยใช้หลัก ECRS

หลังจากที่ปรับปรุง Kaizen ทั้ง 9 คนที่เกิน Takt Time ก็จับเวลาใหม่อีกรอบเพื่อนำเวลาที่ปรับปรุงเสร็จเข้า Excel เพื่อออกเป็นกราฟ Yamazumi Chart อีกรอบว่าทุกขั้นตอนอยู่ที่ Takt Time หรือยัง



รูปที่ 20 Yamazumi Chart หลังปรับปรุง

จากแผนภูมิ Yamazumi Chart หลังปรับปรุง จะพบว่า มีพนักงาน 9 คน รอบเวลา อยู่ที่ Takt Time แล้วทำให้ประสิทธิภาพการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 92 หรืออยู่ที่ 60 ตัวต่อชั่วโมง ซึ่งได้ตามเป้าหมายวางแผน จากนั้นก็ทำการจัด Wip สถานีละ 5 ตัว เพื่อที่จะส่ง Takt Time ตามจังหวะให้พร้อมกัน และก็ให้ปรับปรุง Kaizen คอขวดไปเรื่อยๆ และจากการที่เข้าจับเวลาของทีม IE ก็พบว่า การจับเวลาและออก Yamazumi Chart ยังมีความสูญเสียเปลืองอยู่ เพราะ ต้องไล่จับให้ครบ แต่ก็ยังไม่รู้เวลาคอขวด จนกว่าจะไปกรอกใน Excel เสร็จจึงจะรู้ ซึ่งใช้เวลาต่อการจับ 1 ครั้งอยู่ที่ 5 ชั่วโมง จึงทำให้เสียโอกาสในการปรับปรุง



รูปที่ 21 จับเวลาด้วย นาฬิกาจับเวลา

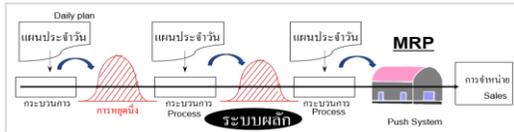
จึงได้มีการพัฒนาระบบ Software ให้มีการจับเวลา และรับรู้เวลาแบบ Real Time โดยโดยจับเวลาเสร็จ จะออกกราฟแท่ง Yamazumi Chart ทันที



รูปที่ 22 ออกแบบระบบจับเวลาแบบ Real Time

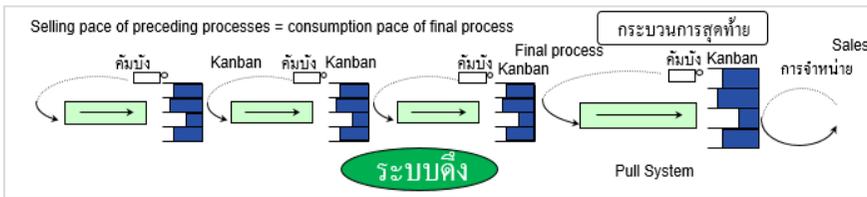


ซึ่งระบบการผลิตเดิมของบริษัท คือ ระบบผลัก เป็นระบบที่ทำงานโดยไม่สนว่าหน่วยงานถัดไป หรือ กระบวนการถัดไปต้องการไหม ผลิตให้เยอะเข้าไว้เป็นดี แต่ข้อเสียของระบบนี้ คือ ทำไปแล้ว ไม่ตรงตาม ความต้องการของลูกค้าภายใน เกิดการผลิตที่สูญ เปล่า ถ้าจัดเก็บนานไปจะทำให้เกิดสูญเสียตามมาได้

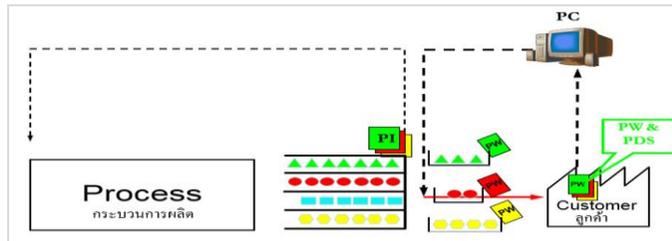


รูปที่ 24 ระบบผลัก ระบบแบบเดิม

ปัจจุบันบริษัทได้นำระบบ ดึง เข้ามาปรับปรุง กระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นน้ำ จนถึงปลายน้ำ ทำให้เกิด การทำงานที่ไม่สามารถทำงานเกินความต้องการได้ เนื่องจากปริมาณที่ทำมีปริมาณ เท่ากับความต้องการ ลูกค้ายภายใน และถ้าลูกค้าไม่ดึงไป ก็จะไม่ผลิต โดย การปฏิบัติจะใช้ Kanban เป็นตัวบอกคำสั่ง ให้ดึง โดยมีคำสั่งที่เรียกว่า PW คือ คำสั่งความต้องการสั่ง ของลูกค้าไว้ก่อนล่วงหน้า เพื่อให้กระบวนการผลิต ได้มีเวลาผลิตสินค้าออก ส่วน PI คือ คำสั่งให้ผลิต ตามความต้องการของลูกค้า PW เมื่อมีคำสั่ง PW เข้ามาจองสินค้าไว้ และวนไปเรื่อย ๆ ตามคำสั่ง PW ที่สั่งมา



รูปที่ 25 ระบบดึง ระบบแบบใหม่ TPS



รูปที่ 26 ระบบดึง โดยใช้ Kanban

### ผลการวิจัย

จากที่นำระบบการผลิตแบบโตโยต้าเข้ามาประยุกต์ใช้สามารถตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย ครั้งนี้ ได้โดยมี 5 ข้อดังนี้

### ตารางที่ 1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อน-หลัง

ระบบการผลิต	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง	ร้อยละ
	ระบบการผลิต แบบเหมา	ระบบการผลิต แบบทีม TPS		
1.ประสิทธิภาพการผลิต (Efficiency)(%)	50	96	46	92
2.งานค้างระหว่างกระบวนการ Wip (Work in Process) (ตัว)	1,000	410	590	59
3.งานซ่อม Rework (%)	25.0	4.5	21	82
4.Lead Time ในไลน์ผลิตเย็บ (ชั่วโมง)	32.0	6.1	26.0	81
5.Lead Time Door to Door (วัน)	135.8	96.8	39.0	29

การวิจัยในสายการผลิตเสื้อแจ๊คเก็ตโดยประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้าพบว่าประสิทธิภาพการผลิต (Efficiency) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 50 เป็นร้อยละ 96 เพิ่มขึ้นจากก่อนปรับปรุงเป็นร้อยละ 46 คิดเป็นร้อยละ 92 งานค้างระหว่างกระบวนการ Wip (Work in Process) งานในกระบวนการเย็บมีจำนวน Wip ที่น้อยลงจาก 1,000 ตัว เหลือ 410 ตัว ลดลง 590 ตัว คิดเป็นร้อยละ 59 งานซ่อม (Rework) สามารถลดงานซ่อมได้จากร้อยละ 25 เหลือร้อยละ 4.5 ลดลงร้อยละ 21 คิดเป็นร้อยละ 82 สินค้าจากผู้ส่งไปยังผู้รับ (Lead Time) การผลิตในไลน์ผลิตเย็บ ใช้เวลา จากเดิม 32 ชั่วโมง เหลือ 4 ชั่วโมง ลดลง 28 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 81

### สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้าในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปกรณีศึกษา การผลิตเสื้อแจ๊คเก็ต บริษัท วิที การ์เมนท์ จำกัด ทำให้ประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 92 ที่เพิ่มขึ้นได้เป็นผลมาจากการปรับปรุงวิธีการทำงานตามระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) ขั้นตอนที่ 3 Standardized Work ได้หาจุดปรับปรุงโดยใช้เครื่องมือ Yamazumi Chart ในการจับเวลาของพนักงานแต่ละคนเพื่อเทียบกับ Takt Time ว่าพนักงานคนไหนที่เวลา Cycle Time เกิน Takt Time จากนั้นก็ใช้กิจกรรม Kaizen ปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยหาจุดที่เป็นความสูญเสียในการทำงาน โดยใช้แนวคิด 7 waste จากนั้นก็หาวิธีปรับปรุงโดยใช้หลักการ Eliminate (การกำจัด) Combine (การรวมกัน) Rearrange (การจัดใหม่) และ Simplify (การทำให้ง่ายขึ้น) หรือ ECRS เพื่อลดเวลา Cycle Time ลง ให้ต่ำกว่า Takt time

งานค้างระหว่างกระบวนการ Wip (Work in Process) งานในกระบวนการเย็บมีจำนวน Wip ที่น้อยลงจาก 1,000 ตัว เหลือ 410 ตัว ลดลง 590 ตัว คิดเป็นร้อยละ 59 ที่สามารถทำได้เพราะ ได้ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า ขั้นตอนที่ 2 Continuous Flow ระบบทำให้งานไหลอย่างต่อเนื่องโดยการนำ

กระบวนการมาต่อกัน โดยการไหลนั้นจะไม่มีกระบวนการไหนที่ทำงานไว้กองเพราะเมื่อกระบวนการของเราทำงานเสร็จ ก็ส่งต่อให้กระบวนการถัดไปได้เลยโดยจะมีการกำหนดปริมาณไว้กระบวนการละ 3-4 ตัวเท่านั้นพอ ซึ่งจากระบบเดิมจะทำงานกระบวนการนั้นให้จบ Order ก่อน ถึงส่งให้ขั้นตอนถัดไป หรือส่งแบบ Lot ใหญ่

งานซ่อม (Rework) สามารถลดงานซ่อมได้จากร้อยละ 25 เหลือร้อยละ 4.5 ลดลงร้อยละ 21 คิดเป็นร้อยละ 82 โดยใช้วิธีการทำงานตามระบบการผลิตแบบโตโยต้า และใช้หลักการ Jidoka เข้ามาปรับปรุงโดยให้พนักงานได้ทราบเกณฑ์ที่ลูกค้ายอมรับ จากนั้นให้พนักงานตระหนักถึงการงานที่ตัวเองได้รับมอบหมาย โดยส่วนของพนักงานเองต้องรู้จัก 3 ไม่ คือ ไม่รับของเสีย ไม่ผลิตของเสีย ไม่ส่งของเสีย ส่วนเรื่องของระบบใช้ หยุด เรียก รอ โดยการ “หยุด” เมื่องานไม่ได้คุณภาพ ห้ามผลิตต่อเพราะถ้าผลิตต่อไปนั้นหมายถึงผลิตของเสีย “เรียก” ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าแก้ไขปัญหาในจุดหน้างาน “รอ” ให้แก้ไขปัญหามาให้เสร็จ จากนั้นถึงทำการเดินไลน์ผลิตต่อได้

สินค้าจากผู้ส่งไปยังผู้รับ (Lead Time) การผลิตในไลน์ผลิตเย็บ ใช้เวลา จากเดิม 32 ชั่วโมง เหลือ 4 ชั่วโมง ลดลง 28 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 81 โดยใช้วิธีการทำงานตามระบบการผลิตแบบโตโยต้า ขั้นตอนที่ 2 Continuous Flow ระบบทำให้งานไหลอย่างต่อเนื่องโดยการนำกระบวนการมาต่อกัน โดยขึ้นงานให้งานไหลต่อกัน โดยการไหลนั้นจะไม่มีกระบวนการไหนที่ทำงานไว้กองเพราะเมื่อกระบวนการทำงานเสร็จ จะถูกส่งต่อให้กระบวนการถัดไป ทำให้ Lead Time ในการขึ้นงานตั้งแต่ขึ้นงานตัวแรก จนงานออกเป็นตัว Lead Time Door to Door หรือ Lead Time ตั้งแต่วัตถุดิบเข้ามาในบริษัท จนถึง ส่งสินค้าขึ้นรถจากบริษัทไป Lead Time สิ้นลง จากเดิม Lead Time Door to Door 135.8 วัน ลดลงเหลือ 96.8 ลดลง 39.0 วัน คิดเป็นร้อยละ 29 ที่สามารถทำได้เพราะได้ใช้ระบบการผลิตแบบโตโยต้า ขั้นตอนที่ 4 Pull System ระบบดึง เป็นระบบที่ทำตามความต้องการของลูกค้า โดยเครื่องมือที่ใช้ดู

Lead Time คือ VSM โดยใน VSM จะระบุตัว Lead Time แต่ละแผนกไว้ว่ามี Lead Time เท่าไหร่ จากนั้นก็ใช้การเดิน Waste Walk หาจุดปรับปรุงในแต่ละแผนก แล้วนำระบบดึงเข้าไปใช้แต่ละแผนก เพื่อลดปริมาณงานที่ผลิตมากเกินไปจนทำให้เกิด Lead time ที่หยุดนิ่งมากเกินไป เมื่อนำระบบดึงมาใช้จะทำให้จากที่ผลิตทีละมาก ๆ จะเปลี่ยนเป็นผลิตตามความต้องการลูกค้า หรือผลิตตามความต้องการของหน่วยงานถัดไป ถ้าหน่วยงานถัดไปไม่มีการดึง หน่วยงานนั้นก็จะไม่ผลิต เพื่อควบคุมและลดปริมาณ Wip ที่หยุดนิ่งได้

### ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาสำหรับในองค์กร บริษัท วิธี การณ์แม่นยำ จำกัด ให้นำระบบ TPS ที่ทำได้ผลลัพธ์ที่ดีแล้ว มาต่อยอดเป็นระบบ Smart Factory เพิ่มเติมไปอีกเพื่อให้เข้ากับยุคสมัย ระบบ IoT ส่วนหน่วยงานของรัฐหรือบริษัทอื่นที่ต้องการนำระบบ TPS ไปใช้ในการปรับปรุงระบบการผลิตหรือบริหารงาน ระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทุกองค์กรที่สนใจ โดยเฉพาะ บริษัทที่ต้องการเพิ่มผลผลิต หรือเพิ่มประสิทธิภาพให้ดีขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้สนับสนุน บริษัท วิธี การณ์แม่นยำ จำกัด และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ให้ความร่วมมือ และความสะดวกเกี่ยวกับข้อมูล สถานที่ และหัวหน้าแผนกที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับงานวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท วิธี การณ์แม่นยำ จำกัด. [Online]. Available : <https://www.vtgarment.com/>

[2] kitti korbuakaew. *Research for industrial management*. Teaching documents. Bangkok. : Dhonburi Rajabhat University, (2021).

[3] kitti korbuakaew. *Statistics for industrial management*. Teaching documents. Bangkok : Dhonburi Rajabhat University, (2017).

[4] Ministry of Industry. *Apply TPS to boost productivity*. [Online]. Available : <https://www.greenproksp.co.th/>. January 13, 2023.

[5] Ministry of Industry. *Just in Time (JIT)*. [Online]. Available : <https://www.softbankthai.com/Article/Detail/906> . January 15, 2023.

[6] บริษัท เทอเรสเทรียล จำกัด. *Just in Time (JIT)*. [Online]. Available: <https://goterrestrial.com/2019/03/26/jit-just-itime/>. January 26, 2023.

[7] Ministry of Industry. *Jidoka*. [Online]. Available : <https://www.softbankthai.com/Article/Detail/906>. January 15, 2023.

[8] Thai Display. *7 waste*. [Online]. Available: <https://www.thaisplay.com/content-18.html>. May 25, 2023. January 18, 2023.

[9] HREX, ASIA. *Concept ECRS*. [Online]. Available : <https://th.hmote.asia/orgdevelopment/220207-what-is-ecrs/>. July 20, 2023.

[10] Fusion Solution. *Kaizen activities*. [Online]. Available : <https://www.fusionsol.com/blog/kaizen/> June 18, 2023.

## วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เป็นวารสารตีพิมพ์และเผยแพร่บทความวิจัยในด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทความที่ตีพิมพ์ลงในวารสารฉบับนี้จะต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 ท่านต่อหนึ่งบทความ และต้องได้รับความเห็นชอบจากบรรณาธิการวารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โดยบทความที่พิจารณาตีพิมพ์ในวารสารนี้จะต้องไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน และไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาตีพิมพ์ของวารสารอื่น กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์ในการแก้ไขต้นฉบับและการพิจารณาตีพิมพ์ตามลำดับก่อนหลัง โดยมีข้อเสนอแนะในการส่งบทความดังนี้

### การเตรียมต้นฉบับบทความ

ชื่อเรื่อง (Title)	ภาษาไทยและภาษาอังกฤษควรสั้น กระชับ ครอบคลุมเนื้อหาสำคัญ และสื่อความหมายของเรื่องที่ใช้อย่างชัดเจน
ชื่อ นามสกุลของผู้เขียน	ระบุชื่อนามสกุลเต็ม ของผู้เขียนให้ครบทุกคน <b>โดยไม่ต้องใส่คำนำหน้านามใด ๆ</b> ระบุสถานที่ทำงานหรือหน่วยงานที่สังกัดของผู้เขียน, ไปรษณีย์ อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
บทคัดย่อ (Abstract)	มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นเนื้อความสรุปสาระสำคัญของเรื่อง ครอบคลุมวัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย และผลสรุป มีความยาวไม่เกิน 250 คำ ให้พิมพ์คอลัมน์เดียว
คำสำคัญ (Keyword)	ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควรเลือกคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทความ จำนวน 3-5 คำ
บทนำ	อธิบายถึงความสำคัญหรือที่มาของปัญหาที่ทำการศึกษา วัตถุประสงค์ และอาจรวมไปถึงวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
เนื้อเรื่อง	ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย กระชับและชัดเจน
วิธีการวิจัย	อธิบายขั้นตอนการวิจัย วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย
ผลการวิจัย	อธิบายผลการทดลองที่พบอย่างชัดเจน ครบถ้วน
สรุปและอภิปรายผล	เป็นการประเมิน การตีความ และการวิเคราะห์ในแง่มุมต่าง ๆ ของผลที่ได้ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ มีความสอดคล้องหรือขัดแย้งกับผลงานผู้อื่นอย่างไร โดยต้องมีการอ้างทฤษฎีหรือ ผลการศึกษาของผู้อื่นที่เกี่ยวข้องประกอบ
กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี)	ระบุสั้น ๆ ว่าได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยและความช่วยเหลือจากแหล่งใดบ้าง
เอกสารอ้างอิง (References)	การอ้างอิงในบทความใช้การอ้างอิงแบบตัวเลขตามมาตรฐานสากลดังที่แสดงไว้ในส่วนท้ายของประโยคนี้ [1] เอกสารอ้างอิงท้ายบทความทุกฉบับ จะต้องมี การอ้างอิงในบทความ ตามรูปแบบของ IEEE ( <a href="http://www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf">http://www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf</a> )

## โดยแปลเอกสารอ้างอิง (References) จากภาษาไทยให้เป็นภาษาอังกฤษ

รูปภาพและตาราง

ต้องมีความคมชัดเป็นภาพขาวดำที่ชัดเจน มีคำอธิบายสั้น ๆ ครบถ้วน และเข้าใจ กรณีที่เป็นตาราง ให้ระบุลำดับที่ของตาราง ใช้คำว่า “ตารางที่.....” และอธิบายใส่ไว้เหนือตาราง กรณีที่เป็นรูป ให้ระบุลำดับที่ของรูปใช้คำว่า “รูปที่.....” และมีคำอธิบายใส่ไว้ใต้รูป

## รูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิง

### ตัวอย่างการอ้างอิงหนังสือ

- [1] ชื่อผู้แต่ง, *ชื่อหนังสือ(ตัวเอียง)*, (พิมพ์ครั้งที่), เมืองที่พิมพ์: สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์, ปีที่พิมพ์.
- [2] สมชาย ประสิทธิ์จตุระกุล, *การออกแบบและวิเคราะห์อัลกอริทึม*, กรุงเทพฯ: เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC), 2001.
- [3] J.R. Quinlan, *C4.5: Programs for Machine Learning*, Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, California, 1993.

### ตัวอย่างการอ้างอิงจากการประชุมวิชาการ

- [4] ชื่อผู้แต่ง, “ชื่อบทความ,” ใน หรือ In, *ชื่อการประชุมวิชาการ, ชื่อย่อการประชุมวิชาการ, ชื่อสถานที่จัดงาน, วัน เดือน ปี ที่จัดงาน, เลขหน้า.*
- [5] วรฤทัย หาญโชติพันธุ์, “การศึกษาแนวทางขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงานของบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา,” ใน *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ครั้งที่ 8: 2559*, น. 726-735.
- [6] H. Worraruethai, “Staff Morale in Working at Suan Sunandha Rajabhat University,” in *XII International Conference on Human Resource Management and Professional Development (ICHRMPD 2014), Paris, France, 2014*, pp. 27-36.

### ตัวอย่างการอ้างอิงจากวารสาร

- [7] ชื่อผู้แต่ง, “ชื่อบทความ,” *ชื่อวารสาร*, ปีที่, ฉบับที่, เลขหน้าบทความที่อ้างอิง, เดือนที่พิมพ์, ปีที่พิมพ์.
- [8] วรฤทัย หาญโชติพันธุ์, “วัสดุทางวิศวกรรม,” *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, ปีที่4, ฉบับที่ 2, หน้า 37-42, มกราคม-มิถุนายน, 2559.
- [9] M. Ito et al., “Application of amorphous oxide TFT to electrophoretic display,” *J. Non-Cryst. Solids*, vol. 354, no. 19, pp. 2777–2782, Feb. 2008.

### การอ้างอิงจากวิทยานิพนธ์หรือสารนิพนธ์

- [10] ชื่อผู้แต่ง, “ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์,” วิทยานิพนธ์หรือสารนิพนธ์ ชื่อย่อปริญญา (สาขา), ชื่อมหาวิทยาลัย, ชื่อเมือง, ชื่อประเทศ, ปีที่พิมพ์.
- [11] วรฤทัย หาญโชติพันธุ์, “ปัจจัยที่ส่งผลต่อการศึกษา,” วิทยานิพนธ์ บธ.ม. (การบริหารธุรกิจ), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ, 2551.
- [12] J. O. Williams, “Narrow-band analyzer,” Ph.D. dissertation (Electrical Engineering), Harvard University, Cambridge, MA, USA, 1993.

## การส่งต้นฉบับบทความ

ส่งบทความผ่านระบบ <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/fit-ssru> เท่านั้น หากต้องการ  
รายละเอียดเพิ่มเติม สามารถติดต่อได้ที่ กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม :  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา  
เลขที่ 1 ถนนอุทงนอก แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทรศัพท์ 0 2160 1438 ต่อ 23  
โทรสาร 0 2160 1440 Email : fit\_journals@ssru.ac.th



แบบฟอร์มส่งบทความวิจัยเพื่อพิจารณาตีพิมพ์  
วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ชื่อบทความ (ภาษาไทย) .....

.....

(ภาษาอังกฤษ) .....

ชื่อ-สกุล ผู้เขียนบทความ .....

ระดับการศึกษาสูงสุด .....ตำแหน่งทางวิชาการ .....

หน่วยงาน .....

สถานที่ติดต่อผู้เขียนบทความ

เลขที่ ..... ถนน ..... แขวง/ตำบล ..... เขต/อำเภอ .....

จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์..... โทรศัพท์..... โทรสาร .....

E-mail.....

ชื่อ-สกุล ผู้ร่วมบทความ (1) .....

เลขที่ ..... ถนน ..... แขวง/ตำบล ..... เขต/อำเภอ .....

จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์..... โทรศัพท์..... โทรสาร .....

E-mail.....

ชื่อ-สกุล ผู้ร่วมบทความ (2) .....

เลขที่ ..... ถนน ..... แขวง/ตำบล ..... เขต/อำเภอ .....

จังหวัด ..... รหัสไปรษณีย์..... โทรศัพท์..... โทรสาร .....

E-mail.....

ข้าพเจ้า และผู้เขียนร่วม (ถ้ามี) ขอรับรองบทความที่เสนอตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ดังนี้

1. บทความฉบับนี้ยังไม่เคยได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ในวารสารอื่นใดมาก่อน และไม่ได้อยู่ระหว่างกระบวนการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารใด ๆ

2. เนื้อหาของบทความ ทั้งข้อความ รูปภาพ ทั้งหมดที่ปรากฏขอรับรองว่าเป็นผลงานของข้าพเจ้าและผู้เขียนร่วม ในกรณีที่มีการอ้างอิงผลงานจากผู้อื่น ข้าพเจ้าและผู้เขียนร่วมได้ดำเนินการตามจรรยาบรรณทางการวิจัยทุกประการ กรณีมีการละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่น ข้าพเจ้าและผู้เขียนร่วมขอรับผิดชอบแต่เพียงผู้เดียว

3. ข้าพเจ้าและผู้เขียนร่วมยอมรับเงื่อนไขการพิจารณาบทความ และยินยอมปรับแก้บทความตามคำแนะนำ ของผู้ทรงคุณวุฒิหรือตามที่กองบรรณาธิการเห็นสมควร

4. ข้าพเจ้าและผู้เขียนร่วมขอมอบลิขสิทธิ์บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ให้แก่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ลงชื่อ .....ผู้ส่งบทความ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

หมายเหตุ : กองบรรณาธิการไม่รับพิจารณาบทความที่ไม่ดำเนินการตามรูปแบบที่กำหนด