



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
SUKHOTHAI THAMMATHIRAT OPEN UNIVERSITY

ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม-มิถุนายน 2565





วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Journal of Science and Technology Sukhothai Thammathirat Open University



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 มกราคม 2564 – มิถุนายน 2565

Journal of Science and Technology Sukhothai Thammathirat Open University

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ

ดร.สิทธิชัย รัชยศโยธิน

ประธานกรรมการประจำ

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

บรรณาธิการ

ดร.ศรันย์ นาคณอม

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสิทธิ์ เจียรบุตร

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ปราการเจริญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เปรมพร เขมวูฒม์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐรงค์ จตุรัส

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี อีธรรมมาร

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย วลีธรรมพิสวัสดิ์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพกา ประเสริฐศิลป์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ดร.เดชรัฐสิณป์ เพี้ยชัย

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

รายนามคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) ประจำฉบับ

รองศาสตราจารย์ ดร.จุมพล บำรุงวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี อีธรรมมาร	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีสิทธิ์ เจริญบุตร	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนกฤต โชติภาววิศ	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐศิษฐ์ ใจสอาด	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะ รักษศิริ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ สว่างศรี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งโรจน์ ปิยะพานูวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามิล เกศวรกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ สวัสดิ์นะที	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ดร.จิรศักดิ์ ศรีรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร.แววบุญ แยมแสงสังข์	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ดร.ศรัณย์ นาคณอม	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ดร.ฉันทธร ฟองสถิตย์กุล	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ดร.ดอน แก้วตก	สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
ดร.ประดิษฐ์ สงค์แสงยศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.ธรรมะสุข มิ่งเมือง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.เชษฐภณณ์ ลีลาศรีศิริ	วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก
ดร.ลดาวรรณ สว่างอารมณ์	นักวิชาการอิสระ

ฝ่ายบริหารจัดการประจำปี

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

9/9 หมู่ 9 ถ.แจ้งวัฒนะ ต.บางพลี อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

โทรศัพท์ : 02-5048191 – 3 โทรสาร : 02-5034932

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่ผลงานการวิจัยและผลงานวิชาการให้ทันสมัยและเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
2. เพื่อเป็นสื่อกลางและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการให้เกิดความก้าวหน้าทางวิชาการ
3. เพื่อส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพทางวิชาการของบุคลากรทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

กำหนดการออกวารสาร

ปีละ 2 ฉบับ (มกราคม – มิถุนายน, กรกฎาคม– ธันวาคม) ของทุกปี

ลักษณะของบทความ

1. ครอบคลุมในหัวเรื่องวิชาการและวิจัย
2. บทความที่นำเสนอต้องมีแนวทางสร้างสรรค์ ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าของการศึกษา เศรษฐกิจ และสังคมโดยรวม
3. บทความที่นำเสนอต้องไม่เคยตีพิมพ์ในวารสารวิชาการอื่นใดมาก่อน
4. ผู้เขียนจะต้องรับผิดชอบในข้อเขียน ข้อคิดเห็นของผู้เขียนต่อข้อกฎหมายใดๆ ที่อาจเกิดขึ้นต่อบทความนั้น

บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ฉบับนี้เป็นปีที่ 2 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2565 ซึ่งเป็นฉบับแรกของปีที่ 2 ซึ่งสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญคือการเป็นพื้นที่ในการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ รวมถึงเป็นเวทีในการแลกเปลี่ยนแนวคิดให้กับคณาจารย์และนักวิชาการทั่วไป เพื่อส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพทางวิชาการ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยฉบับนี้ได้มีการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการจำนวนทั้งสิ้น 7 บทความ ซึ่งทุกบทความได้ผ่านการประเมินคุณภาพ อย่างเข้มข้นจากผู้ทรงคุณวุฒิตามศาสตร์สาขาที่เกี่ยวข้องจากหลากหลายสถาบัน ทำให้มั่นใจได้ว่าผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ดังกล่าวมีคุณภาพสามารถนำไปศึกษาค้นคว้า อ้างอิง รวมถึงนำไปใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติได้ต่อไป

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิจากหลากหลายสถาบัน ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการประเมินคุณภาพของบทความเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ ขอขอบคูนนักวิชาการที่ให้ความไว้วางใจส่งผลงานเข้ารับการเผยแพร่ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า วารสารฉบับนี้จะเป็นเวทีทางวิชาการที่จะกระตุ้นความคิดและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้อันจะนำมาซึ่งกระบวนการทัศน์ทางความคิด รวมถึงให้องค์ความรู้ดังกล่าวทำหน้าที่ในการพัฒนาสังคมและประเทศชาติต่อไป

ดร.ศรินทร์ นาคณอม

บรรณาธิการ



สารบัญ

	หน้า
1. การจัดการน้ำเสียในอุตสาหกรรมกลั่นแอลกอฮอล์.....	1
เอก มาตรศรี, ศักดิ์ชาย รักการ, พจนีย์ ศรีวิเชียร และจิรวัดณ์ ปล้องใหม่	
2. การเพิ่มประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง บ้านพักอาศัยชั้นเดียว.....	20
ไพรัตน์ จันทิ, ศักดิ์ชาย รักการ และจิรวัดณ์ ปล้องใหม่	
3. การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าในธุรกิจเครื่องกำเนิดไฟฟ้า.....	31
ภานุพงศ์ ดารากัย และศักดิ์ชาย รักการ	
4. การลดของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ด้วยการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม.....	36
จิรวัดณ์ เทพชู, ศักดิ์ชาย รักการ, พจนีย์ ศรีวิเชียร และจิรวัดณ์ ปล้องใหม่	
5. การศึกษาการลงทุนดำเนินงานดูแลระบบอาคารเพื่อทดแทนการจ้างผู้รับเหมาช่วง.....	47
กฤตติณัฐ ปลื้มชัย, ศักดิ์ชาย รักการ และพจนีย์ ศรีวิเชียร	
6. การลดต้นทุนในธุรกิจผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์.....	65
วรวิทย์ ทองใส, ศักดิ์ชาย รักการ และพจนีย์ ศรีวิเชียร	
7. การผลิตสื่อวีดิทัศน์การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ เรื่อง “ศูนย์การเรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน”.....	81
รุ่งทิพา เสาร์สิงห์, ภคพงษ์ แก่นไม้อ่อน และเตชินท์ แซ่เตีย	

การจัดการน้ำเสียในอุตสาหกรรมกลั่นแอลกอฮอล์

WASTE WATER MANAGEMENT IN THE ALCOHOL DISTILLATION INDUSTRY

เอก มาตรศรี¹, ศักดิ์ชาย รักษาร¹, พจนีย์ ศรีวิเชียร¹และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่²

¹หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

²หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

Aek Martsri¹ Sakchai Rakkarn¹ Podchanee Sriwichian¹ and Jeerawat Plongmai²

¹Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management, Kasem Bundit University, 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand, E-Mail: aek.mthai@gmail.com

²Department of Industrial Engineering Technology, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University, 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang, Bangkok 10250, Thailand, E-Mail: jeerawat.plo@kbu.ac.th

วันที่รับบทความ 13 กันยายน 2564

วันแก้ไขบทความ 16 ธันวาคม 2564

วันที่รับบทความ 15 พฤษภาคม 2565

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์ เพื่อแก้ปัญหาปริมาณการปล่อยน้ำเสียจากกระบวนการกลั่นแอลกอฮอล์ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ยวันละ 325 ลูกบาศก์เมตร ที่มีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำเสียสะสมภายในบ่อบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่ชุมชนรอบโรงงานได้ โดยปัจจุบันมีการดำเนินการในการดูแลระบบน้ำเสียในบ่อบำบัดด้วยการใส่ปูนขาวเพื่อตกตะกอน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายประมาณเดือนละ 96,660 บาท ด้วยการประยุกต์ใช้หลัก 3 R ที่เน้นหลักการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) กับกระบวนการใช้เชื้อจุลินทรีย์ประสิทธิภาพสูงสำหรับการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ใช้วิธีการนำหัวเชื้อจุลินทรีย์ประสิทธิภาพสูงไปหมักเพื่อขยายพันธุ์จากนั้นจึงใส่ลงในบ่อบำบัดน้ำเสีย แล้วนำมาบำบัดผ่านกระบวนการทั้ง 8 บ่อบำบัด ด้วยการเติมเชื้อจุลินทรีย์ที่หมักทุกวันลงในบ่อที่ 1, 2, 4 และ 8 ในปริมาณบ่อละ 70, 20, 20, 20 ลิตรตามลำดับ ก่อนนำกลับไปใช้ใหม่หลังจากบ่อที่ 8 ซึ่งผลลัพธ์ทำให้ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) ลดลง 99.38% ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (COD) ลดลง 98.70% ค่าความเป็นกรด-ด่าง (PH) เพิ่มขึ้น 166.74% ของแข็งที่ละลายทั้งหมด (TDS) ลดลง 98.08% ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) ลดลง 99.03% ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) เพิ่มขึ้น 0.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (SS) ลดลง 99.67% ซึ่งค่าเหล่านี้ลดลงเป็นอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับผลก่อนการปรับสภาพน้ำและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของการควบคุม โดยจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในครั้งแรกเพียงเล็กน้อย แต่ก็สามารถลดการใช้น้ำได้ถึง 50% จึงสรุปได้ว่าการลงทุนโดยการนำเชื้อจุลินทรีย์มาดำเนินการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย เพื่อนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ มีความสัมฤทธิ์ผลเป็นอย่างดี

คำสำคัญ: การนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่, กระบวนการกลั่นแอลกอฮอล์, การเติมเชื้อจุลินทรีย์

ABSTRACT

This research studies the problem of the amount of wastewater discharged from the alcohol distillation process, which has an average volume of 325 cubic meters per day, resulting in trend of the accumulated amount of waste water in the wastewater treatment pond is overflowing to the communities around the factory. At present, there is an operation to take care of the waste water system in the treatment pond by adding lime to deodorize which costs about 96,660 baht per month. In this study, suggested solutions to the problem of waste water that will overflow to the community by applying the 3 R principles, by focusing on the principle of recycling water by the process. Using the effective microorganisms (EM) bacteria is to adjust the water condition in the wastewater treatment pond to be able to recycle. By means of fermenting the effective microorganisms and then put them into the wastewater treatment pond. The treatment process is through all 8 treatment ponds, with microbial fermentation daily being added to the ponds at 1st, 2nd, 4th and 8th in the amount of 70, 20, 20, 20 liters per pond respectively before being reused. Thus, the result is biochemical oxygen demand (BOD) decreased 99.38%, Chemical oxygen demand (COD) decreased 98.70%, pH value increased 166.74%, Total Dissolved Solids (TDS) decreased 98.08%, Total Nitrogen (TKN) decreased 99.03%, Total Phosphorus (TP) increased 0.75 mg/L, Total suspended solids (SS) decreased by 99.67%. These values are greatly reduced compared to results before water pretreatment and are within control standards. Moreover, it can reduce the use of lime by 50%. Therefore, it can be concluded that the investment by using microorganisms to improve the water condition in the wastewater treatment pond In order to reuse the water can be achieve great results.

KEYWORDS: Wastewater recovery, alcohol distillation, microbial addition

1. บทนำ

อุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้รับการขยายตัวอย่างรวดเร็ว เช่น อุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เช่น มลพิษทางน้ำ เกิดจากกระบวนการในการผลิตทางอุตสาหกรรม เช่น น้ำหล่อเย็น น้ำล้าง น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต การทิ้งน้ำเสียที่เป็นสารอินทรีย์จากการผลิตสู่แหล่งน้ำก่อให้เกิดน้ำเน่า นอกจากนั้นอาจปล่อยโลหะเป็นพิษ และสารประกอบที่เป็นพิษ เช่น ตะกั่วปรอท สารหนู แคดเมียม และไซยาไนด์ ลงน้ำอีกด้วย ส่งผลให้เกิดน้ำเสีย (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539)

ปัจจุบันจะพบแหล่งน้ำเน่าสกปรกอยู่ทั่วไป น้ำลักษณะเช่นนี้ไม่สามารถนำกลับมาใช้อุปโภคบริโภคได้ ทั้งก่อให้เกิดผลกระทบที่เป็นอันตราย และความเสียหายอย่างมหาศาลต่อการประมง การเกษตร การสาธารณสุข ประการสำคัญคือ ทำให้ระบบนิเวศธรรมชาติถูกทำลายหรือเสื่อมคุณภาพ ไม่เหมาะสมที่สิ่งมีชีวิตจะอยู่ได้ ทำให้เกิดการตายของสัตว์และพืชน้ำเป็นจำนวนมาก ทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าและขาดออกซิเจนที่ละลายน้ำ หากน้ำดื่มที่ใช้มีสารพิษและเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคปะปนมาจะก่อให้เกิดโรคนานาชนิดกับมนุษย์และสัตว์ น้ำที่เสื่อมคุณภาพหากนำมาผ่านกระบวนการกำจัดของเสียออก เพื่อให้ได้น้ำดื่มที่ใช้ที่สะอาดปราศจากเชื้อโรคและสารพิษ จะเป็นเหตุให้เกิดการสิ้นเปลืองทรัพยากร สิ้นเปลืองเงินในการจัดการเพื่อผลิตน้ำที่ได้คุณภาพเป็นจำนวนที่สูงมาก เนื่องจากมลพิษทางน้ำก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมนานาประการกับระบบนิเวศธรรมชาติ แหล่งเกษตรกรรม แหล่งประมง แหล่งชุมชน อุตสาหกรรม จึงควรวางแนวทางป้องกันการเน่าเสียของน้ำ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539)

คุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่ได้มาตรฐานก่อให้เกิดปัญหา มลภาวะทางน้ำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ การบำบัดน้ำเสียของ

โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมใช้ระบบตะกอนเร่ง (Activated Sludge) ซึ่งเป็นวิธีการกำจัดทางชีววิทยา (Biological Treatment) ทำโดยการอาศัยจุลินทรีย์ (Microorganism) ย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นพิษต่อธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม แต่น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทมีปริมาณสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง และเป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน (Complex Organic) จุลินทรีย์อาจต้องใช้เวลานานในการย่อยสลายที่นานขึ้น ทำให้การกำจัดทางชีววิทยาโดยตรงเพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพ วิธีการที่น่าสนใจ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน เป็นการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพโดยใช้แบคทีเรียเป็นตัวกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำด้วยปฏิกิริยาแบบให้ออกซิเจน ซึ่งแบคทีเรียส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของแอโรบิก เฮเทอโรโทรฟิก แบคทีเรีย (Aerobic Heterotrophic bacteria) สำหรับปริมาณออกซิเจนในระบบบำบัด จะได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และการถ่ายเทออกซิเจนตามธรรมชาติระหว่างน้ำกับอากาศ เครื่องเติมอากาศทำหน้าที่เพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำเสียให้เพียงพอต่อความต้องการของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ส่งผลให้การกำจัดสารอินทรีย์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ใช้เวลาในการบำบัดน้อย และรวดเร็วกว่าการบำบัดน้ำเสียโดยวิธีธรรมชาติ ทำให้น้ำทิ้งที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น สามารถปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2539)

ทั้งนี้ บริษัทแห่งหนึ่งเป็นโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งประกอบกิจการการกลั่นแอลกอฮอล์ 95% มีปริมาณการปล่อยน้ำเสียจากกระบวนการผลิตซึ่งไม่สามารถปล่อยออกสู่ชุมชนได้ ประมาณ 118,625 ลูกบาศก์เมตร/ปี มีพื้นที่สำหรับรองรับน้ำเสียประมาณ 640,000 ลูกบาศก์เมตร มีปริมาณน้ำเสียสะสมภายในบ่อเก็บน้ำเสีย ซึ่งไม่สามารถปล่อยออกสู่ชุมชนได้ ประมาณ 402,750 ลูกบาศก์เมตร เหลือพื้นที่ในการรองรับน้ำเสีย 37% หากไม่มีการปฏิบัติการอย่างหนึ่งอย่างใด จะทำให้ปริมาณน้ำเสียในบ่อเก็บน้ำเสียล้นออกสู่ชุมชนรอบโรงงานในวันที่ 1 มกราคม 2564 ซึ่งจะมีผลกระทบทำให้ถูกสั่งปิดโรงงานได้ บริษัทจึงมีความจำเป็นในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียที่จะล้นออกสู่ชุมชนให้ได้ภายในกลางปี 2563 เป็นอย่างช้าเพื่อให้สามารถดำเนินกิจการต่อไปได้

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงได้ศึกษาปัญหาการปล่อยน้ำเสียในกระบวนการกลั่นแอลกอฮอล์ที่มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นมากกว่าปริมาณบ่อบำบัดที่มีเหลืออยู่ 37% ซึ่งไม่สามารถรองรับได้เพียงพอในสิ้นปี 2563 โดยคาดว่าจะใช้วิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้สามารถนำกลับมาใช้ได้ด้วยหลัก 3R และคาดว่าจะสามารถลดปัญหาพื้นที่ไม่เพียงพอในการรองรับน้ำเสียออกจากกระบวนการกลั่นแอลกอฮอล์ในอนาคตอย่างน้อย 5 ปี

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการจัดการบ่อบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรมกลั่นแอลกอฮอล์
2. เพื่อลดปริมาณน้ำเสียในบ่อบำบัดน้ำเสียลงให้ได้ 30% เป็นอย่างน้อย
3. เพื่อประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีด้านการจัดการวิศวกรรม สำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ออกจากกระบวนการผลิต

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง: กระบวนการบำบัดทางชีววิทยา (Biological Unit Processes)

จุดประสงค์หลักของการ บำบัดน้ำเสียด้วยวิธีนี้ คือ การกำจัด BOD คือ ต้องการกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย โดยอาศัยหลักการที่ใช้จุลินทรีย์ต่าง ๆ มาทำการย่อยสลายแปรเปลี่ยนสภาพของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ไปเป็นก๊าซ CO₂ (ถ้าใช้ระบบเติมอากาศ) หรือไปเป็นก๊าซ CH₄ (ถ้าใช้ระบบไม่เติมอากาศ) จะเห็นได้ว่าการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านชีวเคมี (Biochemistry) และจุลชีววิทยา (Microbiology) มาช่วยสนับสนุนให้เข้าใจลึกซึ้งของกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีววิทยาต่าง ๆ เช่น ระบบบ่อผึ่งหรือบ่อปรับเสถียร ซึ่งเป็นการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยอาศัยจุลินทรีย์ และพืชน้ำโดยเฉพาะสาหร่าย บ่อบำบัดน้ำเสียมักเป็นบ่อดินขนาดใหญ่ธรรมดา หรือฉาบด้วยวัสดุที่สามารถกันการรั่วซึมของน้ำได้

3.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond)

บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 4 รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic Pond) บ่อแฟคัลเตทีฟ (Facultative Pond) บ่อแอโรบิก (Aerobic Pond) และหากมีบ่อหลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation Pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทั้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม บ่อปรับเสถียรสามารถบำบัดน้ำเสียจากชุมชน หรือโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น และเป็นระบบที่มีค่าก่อสร้างและค่าดูแลรักษาต่ำ วิธีการเดินระบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้ควบคุมระบบไม่ต้องมีความรู้สูง แต่ต้องใช้พื้นที่ก่อสร้างมากจึงเป็นระบบที่เหมาะสมกับชุมชนที่มีพื้นที่เพียงพอ และราคาไม่แพง ซึ่งโดยปกติระบบบ่อปรับเสถียรจะมีการต่อกันแบบอนุกรมอย่างน้อย 3 บ่อ (Tumcivil.com, 2560)

3.1.1 บ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic Pond)

บ่อแอนแอโรบิก เป็นระบบที่ใช้กำจัดสารอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงโดยไม่ต้องใช้ออกซิเจน บ่อนี้จะถูกออกแบบให้มีอัตราบำบัดสารอินทรีย์สูงมาก จนสาหร่ายและการเติมออกซิเจนที่ผิวหน้าไม่สามารถผลิตและป้อนออกซิเจนได้ทัน ทำให้เกิดสภาพไร้ออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อ จึงเหมาะกับน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และปริมาณของแข็งสูง เนื่องจากของแข็งจะตกลงสู่ก้นบ่อและถูกย่อยสลายแบบแอนแอโรบิก น้ำเสียส่วนที่ผ่านการบำบัดจากบ่อนี้จะระบายต่อไปยังบ่อแฟคัลเตทีฟ (Facultative Pond) เพื่อบำบัดต่อไป การทำงานของบ่อแบบนี้จะขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่างแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกรดและแบคทีเรียที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน ดังนั้นอุณหภูมิของบ่อควรมากกว่า 15 องศาเซลเซียส และค่าพีเอช (pH) มากกว่า 6

3.1.2 บ่อแฟคัลเตทีฟ (Facultative Pond)

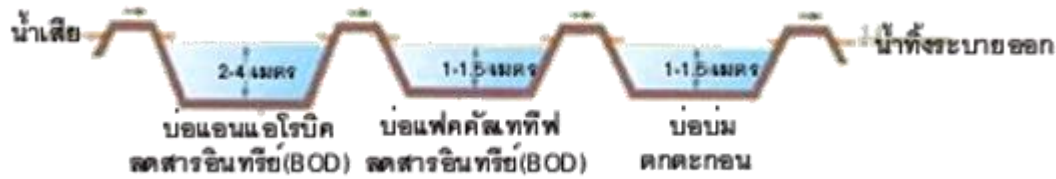
บ่อแฟคัลเตทีฟ เป็นบ่อที่นิยมใช้กันมากที่สุด ภายในบ่อมีลักษณะการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบนของบ่อเป็นแบบแอโรบิก ได้รับออกซิเจนจากการถ่ายเทอากาศที่บริเวณผิวน้ำและจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และส่วนล่างของบ่ออยู่ในสภาพแอนแอโรบิก บ่อแฟคัลเตทีฟนี้โดยปกติแล้วจะรับน้ำเสียจากที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นมาก่อน กระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้นในบ่อแฟคัลเตทีฟ เรียกว่า การทำความสะอาดตัวเอง (Self-Purification) สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ประเภทที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เพื่อเป็นอาหารและสำหรับการสร้างเซลล์ใหม่และเป็นพลังงาน โดยใช้ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายที่อยู่ในบ่อส่วนบน สำหรับบ่อส่วนล่างจนถึงก้นบ่อซึ่งแสงแดดส่องไม่ถึง จะมีปริมาณออกซิเจนต่ำ จนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Condition) และมีจุลินทรีย์ประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และแปรสภาพเป็นก๊าซเช่นเดียวกับบ่อแอนแอโรบิก แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น อย่างไรก็ตาม ถ้าหากปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าระบบสูงเกินไปจนออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอเมื่อถึงเวลากลางคืนสาหร่ายจะหายใจเอาออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลง และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำลงจนอาจเกิดสภาวะขาดออกซิเจน และเกิดปัญหากลิ่นเหม็นขึ้นได้

3.1.3 บ่อแอโรบิก (Aerobic Pond)

บ่อแอโรบิก เป็นบ่อที่มีแบคทีเรียและสาหร่ายแขวนลอยอยู่ เป็นบ่อที่มีความลึกไม่มากนักเพื่อให้ออกซิเจนกระจายทั่วทั้งบ่อและมีสภาพเป็นแอโรบิกตลอดความลึก โดยอาศัยออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และการเติมอากาศที่ผิวน้ำ และยังสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ส่วนหนึ่งโดยอาศัยแสงแดดอีกด้วย

3.1.4 บ่อบ่ม (Maturation Pond)

บ่อบ่ม มีสภาพเป็นแอโรบิกตลอดทั้งบ่อ จึงมีความลึกไม่มากและแสงแดดส่องถึงก้นบ่อใช้รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว เพื่อพอน้ำทิ้งให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น และอาศัยแสงแดดทำลายเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทั้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม



รูปที่ 1 แสดงระบบของบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) (Tumcivil.com, 2560)

4. วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการดำเนินงาน ศึกษาวิเคราะห์ลักษณะของระบบบำบัดและประยุกต์โดยเลือกใช้ 1 ในหลักการ 3R มาใช้ในการแก้ไขปัญหาเพื่อปรับสภาพน้ำกลับมาใช้ใหม่ ด้วยการใช้เชื้อจุลินทรีย์ รวมถึงการจัดการเชิงวิศวกรรม โดยมีขั้นตอนตามลำดับก่อน-หลัง ดังนี้

- 1) ศึกษาข้อมูลน้ำเสีย ลักษณะน้ำ เข้า/ออก
- 2) วิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของน้ำเสีย
- 3) กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา
- 4) ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

4.1 ศึกษาข้อมูลน้ำเสีย

ข้อมูลจากรายงานบันทึกผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียจาก บริษัท ห้างปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ที่บริษัทส่งน้ำไปตรวจ ได้แก่ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Chemical Oxygen Demand: COD) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของแข็งที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids: TDS) ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN) ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus: TP) ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด Total Suspended solids: SS

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัด

ลำดับ	รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย	LOD	วิธีทดสอบอ้างอิง
1	Biochemical Oxygen Demand (BOD)	42000.00	mg/L	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 5210 B
2	Chemical Oxygen Demand (COD)	25301.20	mg/L	15.00	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 5220 C
3	pH	4.66	-	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 4500-H B
4	Total Dissolved Solids (TDS)	81635.00	mg/L	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 2540 C
5	Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	1932.56	mg/L	1.00	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 4500 Norg B
6	Total Phosphorus (TP)	Not Detected	mg/L	0.02	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 4500 P E
7	Total Suspended solids (SS)	20520.00	mg/L	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 2540 D

LOQ (Limit of Quantitation) for Chemical Oxygen Demand (COD) = 35.00 mg/L, Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) 5.00 mg/L

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของน้ำเสีย

โรงงานอุตสาหกรรมซึ่งประกอบกิจการการกลั่นแอลกอฮอล์ 95% มีปริมาณการปล่อยน้ำเสียจากกระบวนการผลิตซึ่งไม่สามารถปล่อยออกสู่ชุมชนได้ 325 ลูกบาศก์เมตร/วัน มีพื้นที่บ่อน้ำเสีย 200 ไร่ มีความลึก 2 เมตร สำหรับรองรับน้ำเสีย 640,000 ลูกบาศก์เมตร แต่เนื่องจากถูกปล่อยประละเลย ขาดการบริหารจัดการน้ำเสีย จึงทำให้คุณภาพน้ำเสียจากโรงงานมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานอยู่มากและไม่สามารถนำไปทำอย่างหนึ่งอย่างใดได้ เป็นแต่เพียงน้ำทิ้งและมลภาวะ ตามตารางที่ 1 มีปริมาณน้ำเสียสะสมภายในบ่อเก็บน้ำเสียซึ่งไม่สามารถปล่อยออกสู่ชุมชนได้ 402,750 ลูกบาศก์เมตร ภายในวันสิ้นปี 2563 หากไม่มีการปฏิบัติการอย่างหนึ่งอย่างใด จะทำให้ปริมาณน้ำเสียในบ่อเก็บน้ำเสียล้นออกสู่ชุมชนรอบโรงงานในวันขึ้นปีใหม่หรือวันที่ 1 มกราคม 2564 ซึ่งจะมีผลกระทบทำให้ถูกสั่งปิดโรงงานได้

บริษัทจึงมีความจำเป็นในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียที่จะล้นออกสู่ชุมชนให้ได้ภายในกลางปี 2563 เป็นอย่างช้าเพื่อให้สามารถดำเนินกิจการได้ต่อไป จากปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำการวิเคราะห์ น้ำเสียที่ไหลลงสู่บ่อน้ำเสียมีปริมาณมากและมีกลิ่นที่รุนแรง ควรมีการหาวิธีที่สามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียออกมาให้ได้ เมื่อกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียได้ก็สามารถที่จะลดกลิ่นได้เช่นกัน จึงทำการค้นหาสารเคมี หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำได้ ซึ่งพบว่า การใช้เชื้อจุลินทรีย์ดีกว่าการใช้สารเคมี เนื่องจากไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและผู้ที่นำไปใช้ยังปลอดภัยด้วย

4.3 กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหาน้ำเสีย

มีความจำเป็นในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียที่จะล้นออกสู่ชุมชน โดยเลือก 1 ในหลักการ 3R มาใช้ในการแก้ไขปัญหาลักษณะการจัดการของเสีย แบบ 3R เป็นหลักการที่คิดค้นขึ้นเพื่อลดปริมาณของเสีย ลดปริมาณก่อนกำเนิด ตั้งแต่ต้นทาง ระหว่างทาง จนถึงปลายทาง โดยพิจารณาการใช้วนการ Recycle เท่านั้น ด้วยการนำของเสียไปเปลี่ยนสภาพ ผ่านกระบวนการต่าง ๆ และกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ด้วยวิธีอื่น ๆ กับการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์เข้ามาบำบัดน้ำเสีย

จากการค้นคว้าข้อมูลพบว่า หัวเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) เป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมีความสามารถในการลดกลิ่น ย่อยสลายไขมัน ลดการอุดตัน ซึ่งผลิตมาจากส่วนประกอบสำคัญประกอบด้วยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ จุลินทรีย์ผลิตกรดแลกติก (Lactic Acid Bacteria) ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด กระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกัน ยีสต์ (Yeasts) จะผลิตสารชีวภัณฑ์ต่าง ๆ หรือสารอาหารที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต เช่น กรดอะมิโน และแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (Photosynthetic Bacteria) ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และอนินทรีย์ได้อย่างต่อเนื่อง มีคุณสมบัติหลายอย่าง เช่น ใช้ในครัวเรือน ใช้ย่อยสลายคราบไขมัน สิ่งอุดตัน รวมถึงสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ในชักโครก ท่อน้ำทิ้ง ด้านการเกษตร เป็นหัวเชื้อปุ๋ยหมักสำหรับเพิ่มธาตุอาหารในดิน ผสมน้ำรดพืชให้เจริญเติบโตงอกงาม ด้านการปศุสัตว์ สำหรับพ่นฉีดเพื่อไล่แมลง ดับกลิ่นเหม็นได้ด้วยการเทหรือฉีดพ่น ช่วยป้องกันการระบาดของเชื้อโรค เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ป้องกันน้ำเสีย ลดกลิ่นเหม็น รวมถึงการเกิดตะไคร่ในบ่อ ฉีดพ่นเพื่อเตรียมบ่อเลี้ยงปลา ใช้ปรับสภาพน้ำ ด้านสิ่งแวดล้อม ใช้ฉีดพ่นปรับสภาพอากาศ ใช้ฉีดพ่นไปที่กองขยะ เพื่อขจัดกลิ่นเหม็น ขับไล่แมลงวัน ทนต่อความร้อน ทนต่อความแห้งแล้ง สารเคมี และสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่าง ๆ ได้ดี เจริญเติบโตได้ในค่าพีเอช (pH) ช่วงกว้าง ตั้งแต่ 2 - 11 มีระยะเวลาการแบ่งตัวที่รวดเร็ว (Generation time) ประมาณ 25 นาทีเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับบำบัดน้ำเสีย บ่อดักไขมัน และบ่อเกรอะ (วรพจน์ กนกกันทพงษ์, 2548)

4.4 ขั้นตอนการดำเนินการปรับปรุง

จากปัญหาดังกล่าวผู้ศึกษามีแนวทางการแก้ปัญหา คือ วิธีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เพื่อให้สามารถลดหรือชะลอการเพิ่มปริมาณน้ำเสียสะสมภายในบ่อบำบัดน้ำเสียได้อย่างทันทั่วถึงจึงต้องทำการปรับสภาพน้ำ โดยผ่านกระบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้สามารถนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยทำการศึกษาสารเคมี หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถปรับสภาพน้ำได้ โดยทดลองวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสมกับอินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ภายในบ่อบำบัดน้ำเสีย พบว่าหัวเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) เป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมีความสามารถในการลดกลิ่น

ประกอบด้วย เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ จุลินทรีย์ผลิตกรดแลกติก (Lactic Acid Bacteria) ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคบางชนิด กระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกันทาน ยีสต์ (Yeasts) ผลิตสารชีวภัณฑ์ต่าง ๆ หรือสารอาหารที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต เช่น กรดอะมิโนและแป้ง เป็นจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (PHotosynthetic Bacteria) ซึ่งใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และอนินทรีย์ได้อย่างต่อเนื่อง มีคุณสมบัติทนต่อความร้อน ทนต่อความแห้งแล้ง สารเคมี และสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่าง ๆ ได้ดี เจริญเติบโตได้ในค่าพีเอช (pH) ช่วงกว้าง ตั้งแต่ 2 - 11 มีระยะเวลาการแบ่งตัวที่รวดเร็ว (Generation Time) ประมาณ 25 นาที เหมาะอย่างยิ่งสำหรับบำบัดน้ำเสีย บ่อตกไขมัน และบ่อเกรอะ และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม แต่เนื่องจากบ่อบำบัดน้ำเสียเป็นบ่อที่มีการทำงานแบบต่อเนื่องหลายบ่อ ซึ่งเป็นการยากที่จะสร้างบ่อทดลองเสมือนจริงได้ จึงได้ทำการทดลองจากบ่อบำบัดน้ำเสียจริง ทั้งนี้เพื่อให้ทราบผลการทดลองที่แท้จริง โดยการนำหัวเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ไปทำการขยายพันธ์เพื่อเพิ่มปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ในการใส่เชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ลงในบ่อบำบัดน้ำเสียเพื่อทำการปรับสภาพน้ำ เพื่อให้สามารถนำน้ำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ (วรมน สุนทรภัก, 2550)

4.4.1 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์

จากห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เมื่อได้ปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสมจึงดำเนินการเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) เพื่อนำไปใช้จริงในบ่อบำบัดน้ำเสีย

4.4.1.1 วิธีการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ มีขั้นตอนดังนี้

1) เตรียมถังที่มีขนาด 200 ลิตร พลาสติกคลุมปากถัง เชือกรัดปากถัง ไม่สำหรับชั้นชะเนาะ หัวเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) กากน้ำตาล น้ำเปล่า เศษมันสำปะหลัง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเตรียมอุปกรณ์ประกอบในการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์

2) ใส่น้ำเปล่า 160 ลิตร ตวงหัวเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) 20 มิลลิลิตร (2 ฝา) กากน้ำตาล 500 มิลลิลิตร เศษมัน 20 ลิตร เมื่อผสมส่วนประกอบทั้งหมดแล้วใช้พลาสติกคลุมปากถัง นำ

เชือกมารัดปากถัง ใช้ไม้ชั้นตะเภาให้แน่น เพื่อป้องกันอากาศเข้า หมักทิ้งไว้อย่างน้อย 30 วัน เพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนได้เต็มที่ จึงสามารถนำไปใช้ได้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การหมักเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) เพื่อทำการขยายพันธุ์

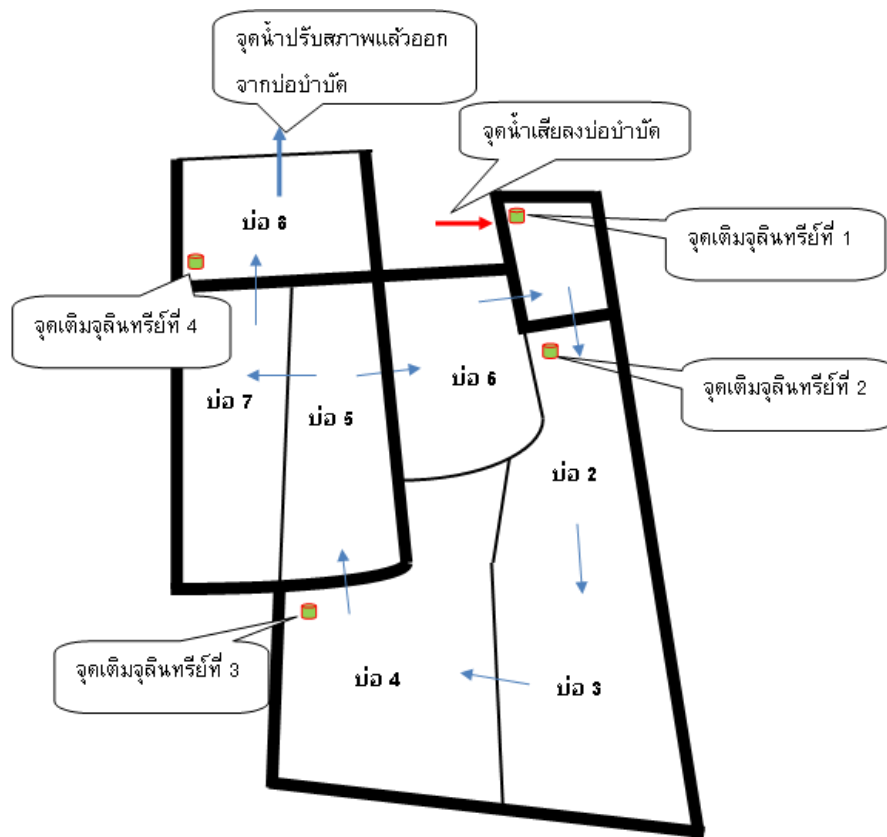
4.4.2 การดำเนินการทดลองเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงบ่อบำบัดน้ำเสีย

4.4.2.1 เติมเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ขยายพันธุ์แล้ว จำนวน 1 ลิตรต่อปริมาณน้ำเสีย 5 ลูกบาศก์เมตร ในครั้งแรกจำนวน 17 ถัง ละ 155 ลิตรโดยประมาณ ลงบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อแรก ซึ่งมีปริมาณน้ำเสียสะสมภายในบ่อ 13,000 ลูกบาศก์เมตร โดยมีน้ำเสียที่ปล่อยจากกระบวนการผลิตอีกวันละ 325 ลูกบาศก์เมตร ผสมอยู่ด้วยดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การเติมเชื้อจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพสูงที่ได้รับการขยายพันธุ์แล้วลงบ่อบำบัดน้ำเสีย

4.4.2.2 กำหนดการดำเนินการเติมเชื้อจุลินทรีย์จุดบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อแรกที่น้ำเสียลงตามข้อ 2.4.2.1 วันละ 65-70 ลิตร และเพิ่มการเติมเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 3 บ่อ ๆ ละ 20 ลิตร/วัน โดยดำเนินการอย่างต่อเนื่องทุกวันในเวลา 08:30-09:00 น.



รูปที่ 5 แผนผังบ่อและจุดเติมเชื้อจุลินทรีย์ที่การขยายพันธ์แล้วลงบ่อบำบัดน้ำเสีย

จากรูปที่ 5 แสดงให้เห็นจุดทิ้งน้ำเสียที่มีปริมาณสารอินทรีย์ 42,000 มิลลิกรัม/ลิตร ลงในบ่อที่ 1 จึงทำการเติมเชื้อจุลินทรีย์เพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์และช่วยเจือจางความเข้มข้นของน้ำทิ้ง เมื่อระดับน้ำสะสมในบ่อสูงถึงระดับท่อที่ติดตั้งไว้ ฝวน้ำจากบ่อที่ 1 จะไหลมายังบ่อที่ 2 จากนั้นทำการเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงในจุดเติมจุลินทรีย์ที่ 2 เพื่อช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์ตกค้าง และเมื่อระดับน้ำสะสมในบ่อสูงถึงระดับคันกันของบ่อ ฝวน้ำจากบ่อที่ 2 จะไหลมายังบ่อดกตะกอนบ่อที่ 3, 4, 5 ตามลำดับ และมีการเติมเชื้อจุลินทรีย์จากปลายบ่อ 4 เข้าสู่บ่อ 5 เป็นจุดเติมจุลินทรีย์ที่ 3 เพื่อรักษาประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ จากบ่อ 5 ซึ่งเป็นน้ำที่ได้รับการปรับปรุงสภาพแล้วถูกปล่อยให้น้ำล้นออกสู่บ่อถัดไปได้ 2 ทาง ทางที่ 1 ไหลไปยังบ่อ 6 และไหลไปยังบ่อ 1 เพื่อช่วยเจือจางความเข้มข้นของน้ำทิ้งอีกทางหนึ่งด้วย ทางที่ 2 ไหลไปยังบ่อ 7 และไหลไปยังบ่อ 8 และมีการเติมเชื้อจุลินทรีย์จากต้นบ่อ 8 เป็นจุดเติมจุลินทรีย์ที่ 4 ซึ่งเป็นบ่อสุดท้ายของกระบวนการปรับปรุงสภาพน้ำ ก่อนเข้าสู่กระบวนการเติมสารเคมีที่เหมาะสมกับการนำน้ำกลับไปใช้ในการผลิตต่อไป การเพิ่มจุดเติมเชื้อจุลินทรีย์ จุดที่ 2, 3 และ 4 เป็นไปเพื่อการรักษาสมดุลและเพิ่มประสิทธิภาพความแข็งแรงของจุลินทรีย์มิให้ขาดช่วงในการต่อสู้กับแบคทีเรียในน้ำ

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่ได้รับการขยายพันธ์ที่เหมาะสมแล้วใส่ลงบ่อบำบัดน้ำเสีย ได้ผลลัพธ์จากการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงบ่อบำบัดน้ำเสียจากการบันทึกประจำวัน

วันที่	ตัวอย่าง	ลักษณะ	pH	TDS	Hardness Mg/l	Chloride mg/l	P-Alkalinity mg/l	M-Alkalinity mg/l
Std. น้ำบ่อบัด			6.2-9.2	≤ 500	≤ 150	≤ 250	≤ 10	≤ 150
1/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.79	758.3	245.0	196.9	0.0	428.0
2/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.89	629.1	386.0	199.9	0.0	472.0
3/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.84	651.4	287.0	189.9	0.0	444.0
4/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.81	524.0	185.0	193.9	0.0	456.0
5/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.89	326.6	249.0	177.9	0.0	448.0
6/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.94	593.6	268.0	206.9	0.0	532.0
7/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.87	604.9	245.0	113.0	0.0	484.0
8/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.81	603.0	205.0	198.9	0.0	148.0
9/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.81	614.2	238.0	154.9	0.0	452.0
10/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.81	614.2	238.0	155.0	0.0	452.0
11/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.79	607.5	196.0	137.0	0.0	436.0
12/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.86	593.8	238.0	193.9	0.0	440.0
13/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.94	567.9	205.0	121.0	0.0	448.0
14/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.72	581.6	426.0	203.0	0.0	504.0
15/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.76	335.0	300.0	24.0	0.0	408.0
16/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	8.21	574.9	320.0	212.9	0.0	340.0
วันที่	ตัวอย่าง	ลักษณะ	pH	TDS	Hardness Mg/l	Chloride mg/l	P-Alkalinity mg/l	M-Alkalinity mg/l
Std. น้ำบ่อบัด			6.2-9.2	≤ 500	≤ 150	≤ 250	≤ 10	≤ 150

ตารางที่ 2 (ต่อ)

วันที่	ตัวอย่าง	ลักษณะ	pH	TDS	Hardness Mg/l	Chloride mg/l	P-Alkalinity mg/l	M-Alkalinity mg/l
17/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.84	558.3	280.0	234.0	0.0	568.0
18/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.87	576.1	225.0	110.0	0.0	480.0
19/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.93	584.1	177.0	205.0	0.0	480.0
20/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.99	579.7	250.0	76.0	0.0	496.0
21/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.86	564.3	156.0	123.0	0.0	480.0
22/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	8.03	544.9	165.0	196.9	0.0	540.0
23/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	8.27	522.0	205.0	119.0	0.0	308.0
24/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.98	710.8	245.0	177.0	0.0	360.0
25/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.87	629.7	240.0	192.9	0.0	408.0
26/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.69	651.3	250.0	204.0	0.0	432.0
27/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	7.91	700.9	240.0	202.9	0.0	428.0
28/2/63	น้ำบ่อบัด	เหลือง ไม่มีกลิ่น	8.05	641.7	230.0	191.9	0.0	436.0
AVER			7.89	587.28	246.21	168.27	0.00	442.14
MIN			7.69	326.60	156.00	23.99	0.00	148.00
MAX			8.27	758.30	426.00	233.98	0.00	568.00

ตารางที่ 3 ผลการทดลองเปรียบเทียบก่อน – หลังการเติมเชื้อจุลินทรีย์ลงบ่อบำบัดน้ำเสีย

รายการทดสอบ	ก่อนใช้จุลินทรีย์บำบัดน้ำ		หลังใช้จุลินทรีย์บำบัดน้ำบ่อ 8		วิธีทดสอบอ้างอิง
	ผลการทดสอบ	LOD	ผลการทดสอบ	LOD	
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	42000.00 mg/L	-	260.00 mg/L	-	APHA, AWWA, WEF, 2012, Part 5210 B
Chemical Oxygen Demand (COD)	25301.20 mg/L	15.00	327.71 mg/L	15.00	APHA, AWWA, WEF, 2012, Part 5220 C
pH	4.66	-	7.77	-	APHA, AWWA, WEF, 2012, Part 4500-H B

ตารางที่ 3 (ต่อ)

รายการทดสอบ	ก่อนใช้จุลินทรีย์บำบัดน้ำ		หลังใช้จุลินทรีย์บำบัดน้ำบ่อ 8		วิธีทดสอบอ้างอิง
	ผลการทดสอบ	LOD	ผลการทดสอบ	LOD	
Total Dissolved Solids (TDS)	81635.00 mg/L	-	1564.00 mg/L	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 2540 C
Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	1932.56 mg/L	1.00	18.70 mg/L	1.00	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 4500 Norg B
Total Phosphorus (TP)	Not Detected	0.02	0.75 mg/L	0.02	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 4500 P E
Total Suspended solids (SS)	20520.00 mg/L	-	63.75 mg/L	-	APHA,AWWA,WEF,2012,Part 2540 D

5.1 การบันทึกผลจากการทดลองเปรียบเทียบก่อน – หลัง

ก่อนการทดลอง พบว่า สภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียมีค่าความกระด้าง (Hardness) และค่าคลอไรด์ (Chloride) เกินกว่าค่ามาตรฐานกำหนดเป็นอย่างมาก ทำให้ไม่สามารถนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้ การทดลองเชื้อจุลินทรีย์ อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ที่ได้รับการขยายพันธุ์แล้วใส่ลงบ่อบำบัดน้ำเสีย พบว่า ภายใน 3-4 เดือนที่ผ่านมา สภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียมีลักษณะทางกายภาพที่ดีขึ้น มีการตกตะกอนได้ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทำให้มีความเข้มข้นน้อยลง และกลิ่นจากบ่อบำบัดน้ำเสียลดน้อยลงจนแทบจะไม่มีกลิ่น น้ำที่ลงสู่บ่อบำบัดน้ำเสียแต่ละบ่อมีลักษณะเป็นของเหลวและเป็นฟอง ซึ่งบางวันที่มีการผลิตมากฟองจะเริ่มหนา แต่ใช้ระยะเวลาภายใน 1 วัน ฟองจะสลายตัวเป็นของเหลวภายในบ่อซึ่งการเติมจุลินทรีย์ปริมาณที่เท่ากัน ในแต่ละวัน พบว่า มีส่วนช่วยให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าในบางวันอาจจะสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์น้อยลงไปจากจำนวนเดิมในการย่อยสลายแบคทีเรีย จากการแผนการปฏิบัติงานตกวันละ 125-130 ลิตร โดยประมาณก็ตามซึ่งจากการทดลองและบันทึกผล พบว่า มีผลการตรวจค่าน้ำดังนี้

1) ความต้องการ ออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) จาก 42,000.00 มิลลิกรัม/ลิตร ลดลงเหลือ 260.00 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 8,000.00 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้

2) ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (Chemical Oxygen Demand: COD) จาก 25,301.20 มิลลิกรัม/ลิตร ลดลงเหลือ 327.71 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 12,000.00 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้

3) ค่า pH สูงขึ้น ลดความเป็นกรดลงไปได้มาก (จากเดิม pH 4.66 สามารถปรับค่าขึ้นไปได้ถึง 7.77) ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 7-9

4) ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids: TDS) จาก 81,635.00 มิลลิกรัม/ลิตร ลดลงเหลือ 1,564.00 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 2,000.00 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้

5) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ตรวจโดยวิธีการเจลดาล์ (Kjeldahl) (Total Kjeldahl Nitrogen: TKN) จาก 1,932.56 มิลลิกรัม/ลิตร ลดลงเหลือ 18.70 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 50.00 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้

6) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus: TP) จาก 0.00 มิลลิกรัม/ลิตร เพิ่มขึ้นเป็น 0.75 มิลลิกรัม/ลิตร ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติเพียงน้อยมากและเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของธรณีวิทยา ฟอสฟอรัสนำมาใช้หมุนเวียนระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในปริมาณจำกัด ฟอสฟอรัสจะหายไปในช่วงโซ่อาหารในลักษณะตกตะกอนของสารอินทรีย์ไปสู่พื้นน้ำ เช่น ทะเล แหล่งน้ำต่าง ๆ เมื่อยังมีปริมาณจะเป็นผลดีต่อน้ำเสีย

7) ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids: SS) จาก 20,520.00 มิลลิกรัม/ลิตร ลดลงเหลือ 63.75 มิลลิกรัม/ลิตร ขณะที่ค่าที่ยอมรับได้ของโรงงานอยู่ที่ 500.00 มิลลิกรัม/ลิตร อยู่ในเกณฑ์สามารถนำไปใช้ได้

8) ค่าความกระด้าง (Hardness) และค่าคลอไรด์ (Chloride) ลดลงเป็นอย่างมาก แม้ว่าจะไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในค่าตามมาตรฐานกำหนดตามคุณสมบัติของน้ำดีได้ แต่ก็ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตบางกระบวนการได้

5.2 กระบวนการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

กระบวนการการสูบน้ำที่ใช้เชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย เพื่อนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตบางกระบวนการ มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สูบน้ำจากในบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อสุดท้ายไปยังบ่อเตรียมสำหรับกระบวนการเติมสารเคมี โดยใช้ปั๊มน้ำแบบแช่ขนาด 750 W. ท่อขนาด 3” อัตราการไหล 18 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง 1 ตัว



รูปที่ 6 การส่งน้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสียบ่อสุดท้ายไปยังบ่อเตรียมสำหรับกระบวนการเติมสารเคมี

ขั้นตอนที่ 2 สูบน้ำจากบ่อเตรียมสำหรับกระบวนการเติมสารเคมีสู่อบ่งซีเมนต์ไถ่ระดับ ขนาด 9x12x1.2 เมตร โดยใช้ปั๊มน้ำแบบแช่ขนาด 750 W. ท่อขนาด 3” อัตราการไหล 18 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง 1 ตัว และมีการเติมสารส้มเพื่อช่วยในการตกตะกอนขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำน้ำไปใช้ ในอัตราส่วน 7-10 ppm โดยประมาณ โดยใช้วิธีการตวงสารส้ม 8 กิโลกรัม ละลายในน้ำแล้วใช้ปั๊มเลี้ยงจังหวะ (Feed pump) ปั๊มเข้าพร้อมกับน้ำที่เติมเข้าสู่อบ่งในแบบอัตโนมัติ คือ เมื่อระดับน้ำในบ่ออยู่ในระดับที่ถูกระบุไว้ ระบบการเติมน้ำเข้าบ่อจะถูกตัดการทำงาน



รูปที่ 7 การส่งน้ำจากบ่อเตรียมสำหรับกระบวนการเติมสารเคมีไปยังบ่อซีเมนต์ไถ่ระดับ

ขั้นตอนที่ 3 สูบน้ำจากบ่อซีเมนต์ไถ่ระดับ ขนาด 9 x 12 x 1.2 เมตร โดยใช้ปั๊มน้ำแบบแช่ขนาด 750 W. ท่อขนาด 3” อัตราการไหล 18 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง 1 ตัว ขึ้นสู่ขบวนการชะลอน้ำและเก็บสารแขวนลอยที่ตกค้างออก



รูปที่ 8 การส่งน้ำจากบ่อซีเมนต์ไต่ระดับไปยังบ่อวนตักการชะลอน้ำและเก็บสารแขวนลอย

ขั้นตอนที่ 4 ส่งน้ำจากบ่อวนตักการชะลอน้ำและเก็บสารแขวนลอยไปยังบ่อเก็บน้ำสำหรับการผลิต (น้ำที่บำบัดแล้ว) โดยใช้แรงดึงดูดจากแรงโน้มถ่วง (Gravity) ในการส่งน้ำ สามารถส่งน้ำได้ ชั่วโมงละ 12.18 ลูกบาศก์เมตร โดยทำการส่งน้ำในช่วงเวลา 08:00 – 16:00 น.วันละ 16 ชั่วโมง สามารถส่งน้ำได้วันละ 194.89 ลูกบาศก์เมตร เมื่อถึงเวลาการหยุดไหลของน้ำในบ่อ ซึ่งเรียกว่าเป็นการพักบ่อ ก็ทำการเติมคลอรีน 6 กิโลกรัม ช่วยฆ่าเชื้อโรค และควบคุมภาวะความสมดุลของกรด-ด่าง เพื่อให้เกิดภาวะความสมดุลของน้ำ



รูปที่ 9 การส่งน้ำจากบ่อวนตักการชะลอน้ำและเก็บสารแขวนลอยไปยังบ่อเก็บน้ำสำหรับการผลิต

ขั้นตอนที่ 5 ส่งน้ำจากบ่อเก็บน้ำสำหรับการผลิต (น้ำที่บำบัดแล้ว) ไปยังบ่อถังเก็บน้ำเพื่อส่งเข้ากระบวนการผลิต โดยใช้ปั๊มน้ำหอยโข่งขนาด 2.2 KW. ท่อขนาด 4” อัตราการไหล 54 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง 1 ตัว



รูปที่ 10 การส่งน้ำจากบ่อเก็บน้ำสำหรับการผลิตไปยังถังเก็บน้ำเพื่อส่งเข้าสู่การผลิต

ขั้นตอนที่ 6 ส่งน้ำจากถังเก็บน้ำเพื่อส่งเข้ากระบวนการผลิต (น้ำที่บำบัดแล้ว) ไปใช้สำหรับกระบวนการหมักต่อไป โดยใช้ปั๊มน้ำหอยโข่งขนาด 2.2 kW. ท่อขนาด 4" อัตราการไหล 54 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง 1 ตัว ถือว่าเป็นการสิ้นสุดกระบวนการบำบัดน้ำ



รูปที่ 11 การส่งน้ำจากถังเก็บน้ำเพื่อส่งเข้ากระบวนการผลิต (น้ำที่บำบัดแล้ว) ไปยังถังหมัก

5.3 ผลการวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์

ค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้เชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 4 ค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้เชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) ในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย

	ราคา (บาท/ลิตร)	ปริมาณการใช้/ครั้ง (มิลลิลิตร)	จำนวนครั้ง/ เดือน	ปริมาณการใช้/เดือน (มิลลิลิตร)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ครั้งแรก	90.00	1,000.00	1	1,000.00	90.00
เดือนต่อ ๆ มา	90.00	16.77	30	503.23	45.29

จากตารางที่ 4 ค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียด้วยการใช้เชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) มาขยายพันธุ์แล้วจึงนำไปใช้ จำนวน 1 ลิตรต่อปริมาณน้ำเสีย 5 ลูกบาศก์เมตร ในครั้งแรก ดังได้กล่าวไว้ในข้อ 4.2.1 มีค่าใช้จ่ายเพียงค่าหัวเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) 1 ลิตร (1,000 มิลลิลิตร) ราคา 90 บาท เนื่องจากส่วนประกอบอื่น ๆ มีอยู่ในวัตถุดิบการผลิตและใช้เพียงเล็กน้อย ทำให้มีมูลค่าน้อย และในเดือนต่อ ๆ มา ใช้ค่าหัวเชื้อจุลินทรีย์ เพียง 503.23 มิลลิลิตร หรือ 0.5 ลิตรโดยประมาณ คิดเป็นมูลค่า 45.29 บาท/เดือน

5.3.1 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายก่อนและหลังปรับปรุง

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียด้วยปูนขาวและเชื้อจุลินทรีย์

รายการ ค่าใช้จ่าย	ก่อนการปรับสภาพน้ำ				หลังการปรับสภาพน้ำ			
	จำนวน	เวลาที่ใช้/ วัน (ชม)	ราคา/หน่วย (บาท)	ค่าใช้จ่าย/ เดือน (บาท)	จำนวน	เวลาที่ใช้/ วัน (ชม)	ราคา/หน่วย (บาท)	ค่าใช้จ่าย/ เดือน (บาท)
ปูนขาว	60 ถุง	-	34.5	62,100.00	30 ถุง	-	34.5	31,050.00
จุลินทรีย์	-	-	-	-	16.77 มิลลิลิตร	-	0.09	45.29
สารส้ม	-	-	-	-	8 kg.	-	8	1,920.00
คลอรีน	-	-	-	-	6 kg.	-	44	7,920.00
ปั๊มหยอโขง 2.2 kW.	-	-	-	-	2 ตัว	24	4	12,672.00
ค่าแรง พนักงาน/วัน	3 คน	-	320	28,800.00	3 คน	-	320	28,800.00
ค่า OT พนักงาน/วัน (8 วัน)		4	60	5,760.00	3 คน	4	60	5,760.00
รวม				96,660.00				92,487.29

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ก่อนทำการทดลอง มีค่าใช้จ่าย คือ การปรับค่า pH เพื่อกำจัดกลิ่นโดยใช้ปูนขาว มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง คือ 96,660 บาทต่อเดือน โดยแบ่งเป็นค่าปูนขาววันละ 60 ถุง คิดเป็นค่าใช้จ่าย 62,100 บาทต่อเดือน และค่าแรง + ค่า OT พนักงาน 34,560 บาทต่อเดือน ซึ่งเป็นเพียงการกำจัดกลิ่นของน้ำเสียที่ลงในบ่อบำบัดน้ำเสียเท่านั้น แต่ไม่สามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ หลังทำการทดลอง โดยลดปริมาณการใช้ปูนขาวเหลือวันละ 30 ถุง เติมเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) สารส้ม คลอรีน เข้ามาใช้ในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย ทำให้สามารถนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ คิดเป็นค่าใช้จ่าย 75,495.29 บาทต่อเดือน และมีค่าใช้จ่ายจากอุปกรณ์อื่นซึ่งเป็นส่วนประกอบของระบบลำเลียงนำไปใช้ในกระบวนการผลิต 16,992.00 บาทต่อเดือน

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียด้วยปูนขาวและเชื้อจุลินทรีย์

	ปริมาณ/วัน (m ³)	ปริมาณ/เดือน (m ³)	ค่าใช้จ่าย (บาท/m ³)	ค่าใช้จ่าย/วัน (บาท)	ค่าใช้จ่าย/เดือน (บาท)
น้ำเสียที่ปล่อยลงบ่อบำบัด	325.00	9,750.00	15.82	5,141.50	154,245.00
น้ำเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่	194.89	5,846.70	15.82	3,083.16	92,487.29
คิดเป็น	59.97%				61,757.71

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า จากที่ได้ดำเนินการทดลอง โดยนำเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) เข้ามาใช้ในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย ทำให้สามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ วันละ 194.89 ลูกบาศก์เมตร หรือเดือนละ 5,846.73 ลูกบาศก์เมตร มีค่าใช้จ่ายรวม 92,487.29 บาท คิดเป็นค่าบำบัดน้ำเสีย ลูกบาศก์เมตร (m³) ละ 15.82 บาท จากสมมุติฐานที่ได้ตั้งขึ้น คือ ถ้านำเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็ม (EM หรือ Effective Microorganisms) มาใช้ในการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย น่าจะนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ถึง 30% ทดลองพบว่า สามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้จริง 59.97% เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ตารางที่ 7 สรุปค่าใช้จ่ายค่าอุปกรณ์ในการลงทุนนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่

ค่าอุปกรณ์	ราคา (บาท)	จำนวน	รวม (บาท)
ปั๊มปั๊มน้ำแบบแช่ 750 W. 3"	5800	3	17,400.00
ปั๊มหอยโข่ง 2.2 kW. 4"	6,200	2	12,400.00
จุลินทรีย์ขนาด 1 ลิตร	90	5	450.00
รวมค่าใช้จ่ายสุทธิ (บาท)			30,250.00
มูลค่าน้ำเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่/เดือน			92,487.29
ผลประโยชน์/เดือน (บาท)			4,172.71
จุดคุ้มทุน (เดือน)			0.31

จากตารางที่ 7 หากมองด้านความคุ้มค่าของการลงทุน ในแง่ของการลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียเพียงด้านเดียว โดยไม่คำนึงถึงการที่สามารถนำน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ พบว่า มีค่าใช้จ่ายค่าอุปกรณ์ในการบำบัดน้ำทั้งหมด 30,250 บาท เมื่อเทียบกับผลประโยชน์ในส่วนของการจ่ายประจำเดือน เดือนละ 4,172.71 บาท จะใช้เวลาในการคุ้มทุน 7.25 เดือน

ทั้งนี้ได้นำมูลค่าน้ำเสียที่นำกลับมาใช้ใหม่/เดือน 92,487.29 บาท มาคิดจุดคุ้มทุนด้วย จึงใช้เวลาในการคุ้มทุนเพียง 0.31 เดือน หรือประมาณ 9-10 วันเท่านั้น

6. สรุปผลการวิจัย

จากปัญหาในเรื่องของการปล่อยน้ำเสียจากกระบวนการกลั่นแอลกอฮอล์ ซึ่งมีปริมาณ 325 ลูกบาศก์เมตร/วัน ลงในบ่อบำบัดน้ำเสียซึ่งไม่สามารถปล่อยออกสู่ชุมชนได้ เนื่องจากพื้นที่รองรับน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียไม่เพียงพอในระยะยาว ทำให้ปริมาณน้ำเสียในบ่อเก็บน้ำเสียล้นออกสู่ชุมชนรอบโรงงาน ส่งผลกระทบในเรื่องของการทำให้ถูกสั่งปิดโรงงานได้ อีกทั้งยังมีกลิ่นเหม็นและยังทำให้บริษัทสูญเสียเงินเพื่อดำเนินการกำจัดกลิ่นค่อนข้างสูงคิดเป็นเงินเฉพาะค่าปูนขาว 604,440 บาทต่อปี ยังไม่รวมค่าแรงพนักงาน นอกจากนี้ยังพบปัญหาพื้นที่รองรับน้ำเสียไม่เพียงพอในระยะยาว จึงได้ทำการค้นคว้าหาวิธีการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย ที่ทำให้สามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถใน

การกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียออกมาให้ได้ ซึ่งเป็นวิธีทางธรรมชาติ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เมื่อจุลินทรีย์กำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียได้ ผลที่ได้รับ คือ สามารถลดกลิ่นได้เช่นกัน เนื่องจากจุลินทรีย์ได้ย่อยสลายเพื่อเป็นอาหารของตัวจุลินทรีย์เอง จึงทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากขึ้นทำให้มีการย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง จึงสามารถลดกลิ่นเหม็น ปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียให้ดีขึ้น

ซึ่งได้ดำเนินการทดลองเพื่อชี้ให้เห็นว่า ที่ผ่านมาสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียมีลักษณะทางกายภาพที่ดีขึ้น มีการตกตะกอนได้ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทำให้มีความเข้มข้นน้อยลง และกลิ่นจากบ่อบำบัดน้ำเสียลดน้อยลงจนแทบจะไม่มีกลิ่น น้ำที่ลงสู่บ่อบำบัดน้ำเสียมีลักษณะเป็นของเหลวและเป็นฟอง ซึ่งบางวันที่มีการผลิตมากฟองจะเริ่มหนา แต่ใช้ระยะเวลาภายใน 1 วัน ฟองจะสลายตัวเป็นของเหลวภายในบ่อ ผลการทดลองพบว่าเชื้อจุลินทรีย์มีความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียออกมาได้ แม้ว่าจะไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในค่าตามมาตรฐานกำหนดตามคุณสมบัติของน้ำได้ แต่ก็ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการผลิตบางกระบวนการได้ ซึ่งสามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียซึ่งแต่เดิมเป็นมลภาวะกลับมาใช้ใหม่ได้วันละ 194.89 ลูกบาศก์เมตร เดือนละ 5,846.70 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 57.97% ของปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยลงในบ่อเก็บน้ำเสีย ส่งผลให้ปริมาณน้ำเสียสะสมในบ่อเก็บน้ำเสียลดลง เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณมูลค่าพบว่า ค่าใช้จ่ายในกระบวนการบำบัดน้ำเสียนี้มูลค่า 15.82 บาท/ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นเดือนละ 5,846.70 ลูกบาศก์เมตร $\times$ 15.82 บาท/ลูกบาศก์เมตร = 92,494.79 บาท ซึ่งค่าใช้จ่ายนี้อยู่ในส่วนที่บริษัทจ่ายเพื่อการใส่ปูนขาวเพื่อกำจัดกลิ่นโดยไม่ได้นำน้ำกลับมาใช้ใหม่อยู่แล้ว ดังนั้นจึงเป็นการปรับรูปแบบการปรับสภาพน้ำให้สามารถนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม เป็นการทำให้การลงทุนที่สูญเปล่ามีผลตอบแทนกลับคืนมา ซึ่งปริมาณน้ำดังกล่าวสามารถทดแทนการใช้น้ำประปาได้ในปริมาณที่เท่ากัน สิ่งตามมา คือ กลิ่นเหม็นลดลง สังเกตได้จากผลบันทึกจากพนักงานตรวจสอบ และไม่มีการแจ้งกลิ่นเหม็นจากชุมชนโดยรอบ และการทดลองไม่พบปัญหาใด ๆ ในระหว่างกระบวนการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย ซึ่งมีการใส่ปูนขาวเพียงเพื่อเป็นการลดกลิ่นเท่านั้นไม่สามารถนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ได้ มีค่าใช้จ่าย 96,660.00 บาท/เดือน หลังการทดลองพบว่า ค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 92,487.29 บาท/เดือน ส่วนต่างค่าใช้จ่ายอยู่ที่ $96,660.00 - 92,487.29 = 4,172.71$ บาท/เดือน สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 4.32% แม้จะมีผลประหยัดเพียงเล็กน้อย แต่สามารถนำน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ได้วันละ 194.89 ลูกบาศก์เมตร จึงสรุปได้ว่าการลงทุนโดยการนำเชื้อจุลินทรีย์มาดำเนินการปรับสภาพน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้ น้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ใหม่ สามารถทำได้สัมฤทธิ์ผลเป็นอย่างดี มีความคุ้มค่าจริง ควรมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

7. ข้อเสนอแนะ

นอกจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ที่ได้นำมาทำการศึกษาในครั้งนี้แล้ว ยังมีระบบบำบัดน้ำเสียอีกหลายแบบ เช่น ในกรณีที่มีพื้นที่ในการเก็บน้ำเสียน้อย เหมาะกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon: AL) ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ มีค่าใช้จ่ายต่ำ การบำรุงรักษาง่าย แต่ต้องมีค่าใช้จ่ายในส่วนของคุณค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องเติมอากาศค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมจากหลาย ๆ ปัจจัย

อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ยังมีปัจจัยที่ไม่อาจควบคุมได้ เช่น ปริมาณแสงแดดในแต่ละวันไม่เท่ากันทำให้การสังเคราะห์แสงไม่สม่ำเสมออาจส่งผลกระทบต่อค่าที่ กำลังปรับสภาพอยู่และการระเหยของน้ำ ปริมาณน้ำฝนที่ตกมีผลกับการเพิ่มปริมาณน้ำในบ่อบำบัดน้ำเสีย ทำให้ลดปริมาณน้ำเสียได้บ้าง แต่ยังมีข้อดีคือ ช่วยเจือจาง (Dilute) ให้ น้ำในบ่อบำบัดน้ำเสียมีความเข้มข้นน้อยลง

ในส่วนของงานที่ควรจะทำต่อไปหรือหากมีผู้มารับงานต่อน่าจะปรับปรุงเพิ่มเติม คือ การนำน้ำจากผิวน้ำที่ความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร ของบ่อตกตะกอนบ่อสุดท้ายก่อนนำกลับมาช่วยเจือจาง (Dilute) ในบ่อแรกที่ปล่อยน้ำเสียลงใน

ปริมาณที่มากพอจนสามารถปรับค่า pH ระหว่างช่วง 8.5-9 ซึ่งสามารถทำให้ลดการใช้ปูนขาวได้อย่างสิ้นเชิง และทำให้ในกระบวนการปรับสภาพน้ำกระบวนการสุดท้ายก่อนนำน้ำกลับมาใช้จะสามารถใช้จุลินทรีย์เติมลงไปอีกครั้ง เพื่อทดแทนการใช้สารส้มและคลอรีน สามารถบอกได้อย่างมั่นใจว่าระบบบำบัดน้ำเสียนี้เป็นระบบที่ใช้จุลินทรีย์ในการปรับสภาพน้ำ 100%

8. เอกสารอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. (2539). การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment). พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มิตรนราการพิมพ์.
- วรพจน์ กนกกันตพงษ์. (2548). มองต่างมุมกับเทคโนโลยี EM วารสาร มจร.วิชาการ 90, ปีที่ 9 ฉบับที่ 17 กรกฎาคม – ธันวาคม 2548 มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.
- วรมน สุนทรภัก. (2550). ประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย กรณีศึกษารางลำเลียงน้ำเสียของมูลนิธิกสิกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, การจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- Tumcivil.com. (2560). ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://engfanatic.tumcivil.com/engfanatic/article/34>. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 6 มกราคม 2563).

การเพิ่มประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง บ้านพักอาศัยชั้นเดียว INCREASED EFFICIENCY IN CONSTRUCTION SINGLE STOREY HOUSE

ไพรัตน์ จันทน์¹ และ ศักดิ์ชาย รักษการ¹, จีรวัฒน์ ปล้องใหม่²

¹วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย

²อุตสาหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ

แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

Pairat Junttee and Sakchai Rakkran¹, Jeerawat Plongmai²

¹Master of Engineering Program in Engineering Management, Graduate School

²Bachelor of Industrial Engineering Technology, Faculty of Engineering

Kasem Bundit University, Pattanakran Campus 1761 Pattanakran Rd.,

Suanluang Bangkok 10250, Thailand

E-Mail: Tamnawamin@gmail.com¹

วันที่รับบทความ 6 ตุลาคม 2564

วันแก้ไขบทความ 19 มกราคม 2565

วันตอบรับบทความ 15 พฤษภาคม 2565

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง โดยมุ่งเน้นในด้านการลดระยะเวลาจาก เดิมที่มี การส่งมอบงานที่ล่าช้าในการทำการก่อสร้างที่ผ่านมาที่เกิดความล่าช้า 22 วัน จากกำหนดการ 75 วัน โดย ทำการค้นหา สาเหตุและเพื่อปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2564 การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัย โดยวิเคราะห์สาเหตุจากปัญหา การส่งมอบงานที่ล่าช้าจำนวน 24 หลังที่เกิดความล่าช้า ทำการตรวจสอบหาสาเหตุ ของความล่าช้าในแต่ละกระบวนการ ก่อสร้างและเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของระยะเวลาจากกระบวนการก่อสร้าง แสดงกระบวนการที่ก่อให้เกิดความล่าช้าของ ปัญหา ความล่าช้าจากกระบวนการก่อสร้างที่เกิดขึ้น 63% ความล่าช้าจากการก่อสร้างหลังคาที่เกิดขึ้น 19% ความล่าช้า ในการตัดเหล็ก-ตัดเหล็กสำหรับงานโครงสร้างที่ เกิดขึ้น 18% เพื่อวางมาตรการแก้ไขปัญหามีก่อสร้างบ้านพักอาศัย โดย การศึกษาข้อมูลคุณสมบัติทางวิศวกรรม ของวัสดุที่จะนำมาทดแทนการก่อสร้างในกระบวนการที่เกิดความล่าช้า และวิเคราะห์ ทางด้านเศรษฐศาสตร์ทาง วิศวกรรม

ผลการดำเนินการปรับปรุงสามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างลงไปได้การเกิดความล่าช้าในการก่อสร้าง เกิดจาก การก่อสร้างผนังลดเวลาการก่อสร้างลงได้ 48% และการก่อสร้างหลังคาลดเวลาการก่อสร้างลงได้ 75% การตัดเหล็ก-ตัดเหล็ก สำหรับงานโครงสร้างลดเวลาการก่อสร้างลงได้ 75% จากเดิมมีการส่งมอบงานล่าช้าเฉลี่ย 4.4% จากสัญญาว่าจ้างต่อการ ก่อสร้างบ้านหนึ่งหลัง หลังการปรับปรุงสามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างจาก สัญญาว่าจ้างลงไปได้ 1.7% ต่อการก่อสร้าง บ้านหนึ่งหลัง และคิดเป็นมูลค่าในด้านแรงงานที่ลดเวลาการทำงานลง ไปเท่ากับ 14,220,000 บาทต่อปี

คำสำคัญ: การเพิ่มประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง, การก่อสร้างบ้านพักอาศัยชั้นเดียว

ABSTRACT

This study aims to increase the efficiency of construction work. focusing on reducing the time from Previously, the delivery of the work was delayed. In the past construction that had a 22-day delay from a 75-day schedule, we investigated the causes and to improve the quality of the housing construction process from November 2020 to January 2021. studied at each step in the housing construction process by analyzing the causes of delayed delivery problems 24 after the delay perform an investigation to determine the cause of the delays in each construction process and collects the amount of time duration from the construction process. Shows the process causing the problem delay. Delays from the brick masonry process occurred 63% Delays from roof construction occurred 19% Delay in cutting steel - bending steel for structural work that occurs 18% in order to put measures to solve problems in the construction of residential houses by studying the information of engineering qualifications of materials that will be used to replace construction in the process of delay and analysis in engineering economics

The improvement results can reduce the construction time. The delay in the construction is caused by the construction of the wall reduced the construction time by 48% and the construction of the roof reduced the construction time by 75%. -Bending steel for structural work, reducing the construction time by 75% from the previous 4.4% of the average delivery delay from the contract per house construction After the renovation, it can reduce the construction time from Contracts can be reduced by 1.7% per house construction. and accounted for the value in labor that reduces working time to 14,220,000 baht per year

KEYWORDS: Increased efficiency in construction, construction single storey house

1 บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะอุตสาหกรรมก่อสร้าง ใน ปี พ.ศ. 2562 (ค.ศ. 2019) มูลค่าการก่อสร้างรวมของไทยมีแนวโน้มปรับตัวขึ้นราว 6.5%เทียบปีต่อปี เป็น 1.38 ล้านล้านบาท โดยมีปัจจัยสนับสนุนจากการปรับตัวขึ้นของปริมาณและมูลค่าโครงการก่อสร้างทั้งภาครัฐและภาคเอกชน โดยการก่อสร้างภาครัฐคาดเติบโตราว 9% เป็นมูลค่าราว 8.15 แสนล้านบาท การก่อสร้างภาคเอกชนคาดเติบโตราว 3.5% เป็นมูลค่าราว 5.6 แสนล้านบาท โดยการก่อสร้างของภาคเอกชนจะมีการแข่งขันกันมาก ส่งผลให้โครงการ ก่อสร้างส่วนใหญ่จำเป็นต้องแข่งขันการก่อสร้างให้เสร็จเร็วเป็นรูปเป็นร่างก่อนรายอื่น เพื่อมีโอกาสทำการตลาดได้ก่อน จึงจำเป็นต้องหาวิธีการเร่งงานก่อสร้างเพื่อให้โครงการเสร็จทันตาม ระยะเวลาที่กำหนดและงานที่ก่อสร้างออกมาถูกต้องตามแบบก่อสร้าง ในปัจจุบันโครงการก่อสร้างต่างมีบทบาทสำคัญมากเพื่อรองรับความต้องการของประชากรที่ต้องการมีที่พักอาศัย ด้วยจำนวนที่อยู่อาศัยทั่วประเทศมีจำนวน 26.7 ล้านหลัง ซึ่งไม่เพียงพอต่อจำนวนประชากรในประเทศ ซึ่งในการดำเนินงานก่อสร้างโครงการหนึ่ง ๆ ต้องใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างนาน และมีขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอน ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่ายจึงอาจเกิดปัญหาที่ทำให้การก่อสร้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนดการของระยะเวลาการก่อสร้าง ข้อกำหนดหรือแบบก่อสร้างซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการอาจทำให้เกิดความเสียหายและทำให้เกิดความล่าช้าของโครงการได้ ปัญหาในการก่อสร้างเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น สาเหตุจากการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดการทำงาน สาเหตุจากการทำงานของผู้รับเหมา สาเหตุจากการติดต่อสื่อสารสาเหตุจากความล่าช้าในการอนุมัติผลทดสอบหรือตัวอย่างวัสดุ สาเหตุจากความล่าช้าในการส่งมอบพื้นที่ทำงาน สาเหตุจากความขัดแย้งของแบบและข้อกำหนด เป็นต้นซึ่งแต่ละสาเหตุส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายและความล่าช้าของโครงการในระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน โดยบางสาเหตุที่พบได้บ่อยครั้งแต่อาจมีผลกระทบต่อโครงการเล็กน้อย ในขณะที่บางสาเหตุ เกิดขึ้นไม่บ่อยมาก

นักแต่ส่งผลกระทบต่อสร้างความเสียหายต่อโครงการอย่างรุนแรง ความล่าช้าส่งผลกระทบต่อโครงการในการบริหารและต้นทุนค่าก่อสร้างที่เพิ่มสูงขึ้น ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความล่าช้าเกิดจากผู้รับจ้างไม่ทำตามแผนงาน ขาดประสบการณ์ขาดแคลนวัสดุเครื่องจักรและสภาพภูมิอากาศ ความเสียหายจากความล่าช้าในงานก่อสร้างที่กระทบต่อด้านเศรษฐศาสตร์และสิ่งแวดล้อมสามารถประเมินค่าได้เป็นเงินในโครงการก่อสร้าง ได้แก่ แผนงานระยะเวลาก่อสร้างของโครงการที่ไม่เสร็จตามแผนงาน ราคาผลตอบแทน อัตราดอกเบี้ย ของเสียจากวัสดุก่อสร้าง ซึ่งก่อให้เกิดเป็นค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น (การขยายตัวทางเศรษฐกิจด้านอุตสาหกรรมก่อสร้าง ใน ปี พ.ศ. 2562 จากศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและธุรกิจ ธนาคารไทยพาณิชย์ (ธนาคารไทยพาณิชย์ ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจ และธุรกิจ, 2564)

จากข้อมูลบริษัทรับเหมาก่อสร้างแห่งหนึ่ง ที่ประกอบกิจการมาแล้วประมาณ 10 ปี มีจำนวนพนักงาน 20 คน โดยเป็นพนักงานประจำทั้งหมด โดยแบ่งออกเป็น พนักงานบริหาร 3 คน ผู้ควบคุมงาน 2 คน และคนงานก่อสร้าง 15 คน บริษัทมีการดำเนินการก่อสร้างในปีที่ผ่านมา 30 หลัง ซึ่งปีที่ผ่านมาได้มีการดำเนินการก่อสร้างโครงการบ้านพักอาศัย 1 ชั้น โดยมีการเริ่มก่อสร้างตั้งแต่ขั้นตอนงานโครงสร้างจนแล้วเสร็จทั้งหลัง ซึ่งในปี 2563 ที่ผ่านมามีความล่าช้าที่เกิดขึ้นในการก่อสร้างอยู่ที่ 12 หลัง โดยความล่าช้าที่เกิดขึ้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์อยู่ที่ประมาณ 20% จากที่ระบุในสัญญา โดยสัญญาที่มี คือ 75 วัน แต่เวลาปฏิบัติงานจริงใช้เวลาทำงานไป 97 วัน จึงทำให้เกิดความเสียหายในการเสียค่าปรับ การคิดเบี้ยปรับรายวันในอัตราร้อยละ 0.002 ของมูลค่าของสัญญาการว่าจ้างที่ทำไว้อยู่ที่ 1,550,000 บาท ซึ่งคิดเป็นเงินจำนวน 8,000 บาทต่อวัน อีกทั้งยังทำให้ต้นทุนของโครงการสูงขึ้น เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน และ ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ตามมา จากโครงสร้างต้นทุนประมาณการประกอบด้วย ค่าวัสดุ 50% ค่าแรงงาน 20% ค่าบริหารจัดการ 5% และกำไรอยู่ที่ 25% แต่เมื่อมีการปฏิบัติงานจริงทำให้เกิดโครงสร้างต้นทุนจริง ดังนี้คือ ค่าวัสดุ 55% ค่าแรงงาน 25% ค่าบริหารจัดการ 5% และกำไรเหลือเพียง 15% ซึ่งปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุหลัก ๆ มาจากการขาดการวางแผนการทำงานล่วงหน้าของพนักงาน การขาดงานโดยไม่จำเป็นของพนักงาน การที่วัสดุดิบไม่เพียงพอต่อความต้องการในแต่ละวัน โดยสาเหตุดังกล่าวส่งผลให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างและยังส่งผลทำให้เกิดความล่าช้าของการทำงานก่อสร้างตลอดไปจนถึงการส่งมอบงานไม่ทันตามกำหนด ระยะเวลาที่กำหนด

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจในการศึกษาปัญหาความล่าช้าที่เฉลี่ย 20 วันต่อการก่อสร้างบ้านพักอาศัยชั้นเดียว ที่คิดเป็นมูลค่าการค่าแรงงานเฉลี่ยวันละ 8,000 บาทต่อหลัง โดยจะใช้หลักการและทฤษฎีการจัดการด้านงานวิศวกรรมเข้ามาใช้และจะนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลนำมาเป็นแนวทางในการป้องกันสาเหตุที่ก่อให้เกิดความล่าช้ากับโครงการเจ้าของงานผู้ออกแบบและผู้รับจ้าง สามารถนำข้อมูลผลการวิจัยนี้ไปเตรียมความพร้อมและวางแผนงานก่อสร้าง ซึ่งคาดว่าผลที่ได้รับจากการศึกษาในครั้งนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์และเพิ่มประสิทธิภาพของงานก่อสร้างบ้านพักอาศัยและลดต้นทุนในงานก่อสร้างลงได้ 10 เปอร์เซ็นต์

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง
- 2.2 สามารถลดเวลาในการดำเนินการก่อสร้างบ้านพักอาศัยชั้นเดียว

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัครวัฒน์ ตรีจริพงค์ (2553) ได้ศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างอาคาร ด้วยระบบผนังภายนอกอาคารสำเร็จรูป การศึกษานี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกอาคารสำเร็จรูป โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารจากการก่ออิฐฉาบปูนเป็นระบบผนังภายนอกอาคารสำเร็จรูปในโครงการก่อสร้างจริง ผลของการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงเทคนิคการก่อสร้างผนังภายนอกอาคารจากการก่ออิฐฉาบปูน

เป็นระบบผนังภายนอกอาคารสำเร็จรูปในโครงการที่ทำการศึกษาศาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างช่วยลดความเสี่ยงโครงการก่อสร้างล่าช้าและสามารถนำขั้นตอนในการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการก่อสร้าง

ศุภณัฐ วัฒนสินศักดิ์ (2556) ได้ทำการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม และการก่อสร้างแบบผนังหล่อประกอบเพื่อพัฒนานวัตกรรมการก่อสร้างของหมู่บ้านจัดสรร ซึ่งผลการดำเนินการของการก่อสร้างทั้ง 2 แบบนั้น มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไปตามคุณลักษณะของวัสดุ และการผลิต ทำให้ต้องนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติ และกรรมวิธีในการก่อสร้างของทั้ง 2 แบบ จากการท้าววิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่า ปัจจัยทางด้านคุณสมบัติของวัสดุจากที่ได้ทำการวิจัยมา คุณสมบัติของวัสดุก็จะมี ทั้งข้อดีและข้อเสียในแต่ละแบบ สรุปได้ว่า การก่อสร้างแบบหล่อประกอบจะสามารถทนเสียงได้ดีกว่าการก่อสร้างแบบที่ก่อด้วยอิฐ แต่ว่าการต้านทานความร้อน และการทนความร้อนนั้น การก่อสร้าง แบบดั้งเดิมที่ก่อด้วยอิฐจะสามารถทนความร้อนได้ดีกว่า, นานกว่า และยังช่วยให้ความร้อนภายในบ้านลดลง

สืบทระกูล สมบัติทิพย์ (2554) ได้ศึกษาเรื่องการบริหารจัดการของอาคารที่ก่อสร้างด้วยชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยได้ทำการศึกษาศาสตร์วิธีการก่อสร้าง การบริหารงาน เพื่อศึกษาถึงปัจจัยรวมทั้งปัญหาต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของอาคารที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการก่อสร้างสำหรับขอบเขตการศึกษาจะศึกษาโครงการก่อสร้างที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปในการทำงานทั้งหมด 10 บริษัท โดยศึกษาเอกสาร งานวิจัย ออกสำรวจโครงการก่อสร้างและสัมภาษณ์วิศวกรของ 63 บริษัทต่าง ๆ ในเรื่องการจัดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป การบริหารงานก่อสร้าง ซึ่งต้องมีการควบคุม คุณภาพ ระยะเวลา เงินทุน การจัดการแรงงาน วัสดุ เครื่องจักรการขนส่งรวมถึงศึกษาการผลิต ของฝ่ายโรงงานที่ผลิตชิ้นส่วนสำเร็จรูป ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของฝ่ายติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูปด้วยจากการศึกษาในส่วนการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป พบว่าการควบคุมงานของวิศวกร จะเป็นปัจจัยหลักที่จะทำให้งานออกมามีประสิทธิภาพ

ดำรงศ ศิริเขต (2554) ได้ทำการศึกษา ปัจจัยการตัดสินใจผู้บริโภคในการเลือกซื้อบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วย ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป จากการสำรวจเปรียบเทียบความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยการตัดสินใจผู้บริโภคในการเลือกซื้อบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป พบว่ากลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญปัจจัยเรื่องคุณภาพมากกว่าคุณภาพปัจจัยด้านราคา และปัจจัยด้านระยะเวลาการก่อสร้าง ข้อค้นพบที่ได้รับ ในครั้งนี้ทำให้ทราบว่าผู้บริโภคที่จะตัดสินใจซื้อบ้านพักอาศัยจะคำนึงถึงคุณภาพ นั่นคือ การก่อสร้างที่มีคุณภาพ ย่อมเกิดจากการควบคุมคุณภาพที่สามารถทำได้ดี เพราะการใช้แรงงานมีการผันแปรตามฝีมือช่าง การควบคุมคุณภาพงานขึ้นอยู่กับ ประสบการณ์ของช่างและผู้ควบคุมงาน โดยกลุ่มผู้ซื้อส่วนใหญ่ ให้ความสำคัญกับความแข็งแรงเป็นหลัก

ศรยุทธ กจพจน์ (2545) ได้กล่าวไว้ว่าการบริหารและจัดการงานก่อสร้าง ได้กล่าวว่าการจัดการปัญหาความล่าช้าในงานก่อสร้างทำได้โดย การจัดการและการบริหาร ซึ่งประกอบด้วย การวางแผน (Planning) ,การจัดการและเตรียมการ (Organizing),การปฏิบัติและควบคุม (Controlling) สรุปได้ว่าถ้าหากโครงการมีการวางแผนการบริหารและการจัดการการก่อสร้าง จะส่งผลให้เกิดปัญหาด้านแรงงาน ด้านวัสดุ ลดลง สามารถช่วยให้การก่อสร้างเสร็จทันเวลา

ยงยศ ดรคำ (2543) ได้ทำการศึกษา ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความต้องการแรงงานในสาขาการก่อสร้างของ ประเทศไทย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความต้องการแรงงานในสาขาการก่อสร้างในประเทศไทย โดยทำการศึกษาทั้งในภาพรวมและจำแนกตามภูมิภาค โดยได้ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงพรรณนาและเชิงปริมาณ ผลการศึกษาพบว่าความต้องการ แรงงานในสาขาการก่อสร้างโดยภาพรวมเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงที่ เศรษฐกิจขยายตัวและหดตัวตามลำดับและยังพบว่าในช่วงที่ดัชนีผลิตภาพแรงงานมากกว่าดัชนีค่าจ้างที่เป็นตัวเงิน ความต้องการแรงงานสาขาการก่อสร้างจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการจ้างงานที่เพิ่มขึ้นทำให้ผู้ผลิตมีกำไร แต่ในช่วงที่ดัชนีผลิตภาพแรงงานน้อยกว่าดัชนีค่าจ้างที่เป็นตัวเงิน ความต้องการแรงงานในสาขาการก่อสร้างจะน้อยลง เนื่องจากการจ้างงานที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผู้ผลิตมีต้นทุนแรงงานเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าความต้องการแรงงานในสาขาการก่อสร้าง ขึ้นอยู่กับปัจจัย การผลิตของสาขาการก่อสร้าง งานวิจัยครั้งนี้ทำให้ผู้ศึกษาพบว่าปริมาณความต้องการแรงงานในสาขาการก่อสร้างขึ้นอยู่กับสภาวะเศรษฐกิจ เมื่อ

เศรษฐกิจมีการขยายตัวปริมาณการก่อสร้างก็เพิ่มขึ้น และในทางตรงกันข้ามเมื่อเศรษฐกิจหดตัวปริมาณแรงงานก่อสร้างก็ลดลง นอกจากนี้ในช่วงที่ดัชนีผลิตภาพแรงงาน ดัชนีค่าจ้างที่เป็นตัวเงิน ความต้องการแรงงานในสาขาก่อสร้างจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดย

ศุภกริช เขาแก้ว ดำรงสิน พิชญ์พันธ์ และวิวัฒน์ สีสาวนาชัย (2554) ได้ศึกษาเรื่องทัศนคติของผู้บริหารโครงการที่มีต่อวิธีการแรงงานในโครงการก่อสร้างโดยผู้ทำการวิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลปัจจัยที่ทำให้งานเกิดความล่าช้าข้อดี-ข้อเสียของวิธีการแรงงานในแต่ละวิธีการที่ผู้บริหารโครงการเลือกใช้ในการแรงงานเมื่อเกิดความล่าช้าในงานก่อสร้าง จากผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ทำให้งานล่าช้า ได้แก่ ปัจจัยภายนอกที่ไม่อาจควบคุมได้ เช่น สภาพ ดิน ฟ้า อากาศ การคัดค้านต่อต้านจากชุมชน ปัญหาตลาดขาดแคลนวัสดุ และปัจจัยภายใน เช่น ขาดแคลนแรงงาน เงินทุนไม่เพียงพอ การควบคุมงานผิดพลาดซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ ซึ่งผู้บริหารโครงการส่วนมากเลือกใช้วิธีการเพิ่มคนงาน หรือผู้รับเหมารายย่อย เพื่อแรงงานให้แล้วเสร็จทันตามกำหนด

ศิริวรรณ เสรีรัตน์และคณะ (2545) ได้ทำการศึกษาทฤษฎี 4M โดยกล่าวว่า การบริหารจัดการทุกประเภทจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยหรือทรัพยากรทางการบริหารจัดการที่สำคัญ ได้แก่ ทรัพยากรมนุษย์ (Man) งบประมาณ (Money) วัสดุอุปกรณ์ (Material) และวิธีปฏิบัติงาน (Method) หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า 4M's ถือเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ใช้ในการบริหาร เพราะการบริหารจะประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย ต้องอาศัยบุคลากรที่มีคุณภาพมีปริมาณเพียงพอ ต้องได้รับงบประมาณสนับสนุนการดำเนินการเพียงพอ ต้องมีวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับความต้องการของแผนงานและโครงการและต้องมีระบบการจัดการที่ดีมีประสิทธิภาพเพื่อให้ทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดการปฏิบัติการทั้งหมด ของโครงการ ในทุกด้าน ตั้งแต่เริ่มโครงการจนจบโครงการ ได้แก่ การวางแผน การจัด และเตรียมการ การปฏิบัติ และควบคุมงาน โดยนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์หาข้อดี ข้อเสีย และวิธีการ แก้ไข เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการทำโครงการก่อสร้างในครั้งต่อไป การใช้หลักการของ LEAN CONSTRUCTION

วิบูลย์ สุรสาคร (2555) ได้ทำการศึกษาหลักการของ Lean Construction โดยสรุปได้ว่าเป็นการนำหลักการแนวความคิดมาจาก Lean Production ในอุตสาหกรรมการผลิตซึ่งหลักการของ Lean คือ การออกแบบและจัดกระบวนการต่าง ๆ อย่างเหมาะสม โดยจะเน้นในเรื่องของสิ่งที่ไม่ให้เกิดการสูญเสียที่น้อยที่สุดหรือการจัดส่วนเกินที่ไม่จำเป็นออกให้มากที่สุด ลดตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาต่อกระบวนการเพื่อให้มีการดำเนินงานเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ (Workflow) และเป็นการกำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิด มูลค่าเพิ่มในการผลิต (Non-value added) เช่น ลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนโดยไม่จำเป็น ลดความผิดพลาดในการทำงาน เป็นต้น

ศศิพร สายสุทธิ์ (2553) ได้ศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของธุรกิจก่อสร้าง และการวิเคราะห์ธุรกิจเพื่อวางแผนพัฒนาองค์กรเพื่อรองรับการแข่งขันในอนาคต กรณีศึกษา ห้างหุ้นส่วน จำกัด พรพิมลฮาร์ดแวร์การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการวางแผนการดำเนินงานก่อสร้างในโครงการปรับปรุงท่อเมนส่งน้ำประปาให้รวดเร็วขึ้น การใช้หลักการของ ลีน คอนสตรัคชัน (Lean construction) เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินโครงการ หลักการที่สำคัญคือ การวางแผนเพื่อป้องกันการผิดพลาด ลดการสูญเสียในกระบวนการก่อสร้างโดยจะดำเนินการวางแผนการปฏิบัติการก่อสร้างศึกษาการใช้วัสดุก่อสร้างและการใช้แรงงานในการก่อสร้าง เพื่อที่จะลดปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นกับทางโครงการทำให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพ มีมาตรฐานที่ชัดเจนซึ่งจะช่วยลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น และใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่กำหนด และควบคุมระยะเวลาและแรงงานในการก่อสร้าง ซึ่งจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของโครงการ จากการศึกษาพบว่า เมื่อมีการวางแผนในการดำเนินการก่อสร้างจะช่วยให้ลดปัญหา ที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างก่อสร้าง และจากการวางแผนการก่อสร้างการวางแผนขั้นตอนการทำงาน จะช่วยลดขั้นตอนที่ซ้ำซ้อนและจะสามารถลดระยะเวลาในการดำเนินการก่อสร้างลงได้ 29 วัน จากการวางแผนการใช้วัสดุ ในการวางแผนการใช้วัสดุหลักของทางโครงการ พบว่า สามารถลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของวัสดุลงได้

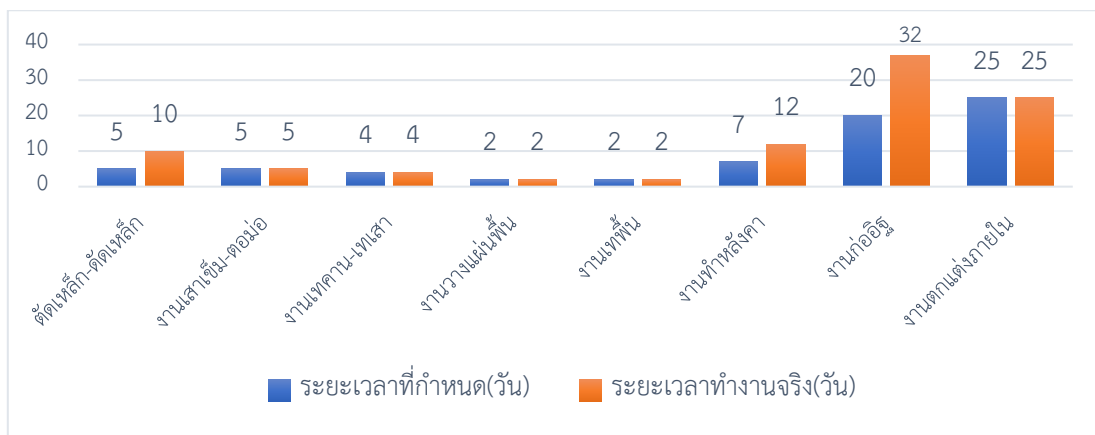
4. วิธีดำเนินการวิจัยระเบียบวิธีวิจัย

4.1 กระบวนการดำเนินการ

ในกระบวนการดำเนินการวิจัยนี้ได้เริ่มจากการทำการศึกษาของปัญหา ค้นคว้าข้อมูล ศึกษาสภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ ในกระบวนการก่อสร้างที่ล่าช้า กำหนดวิธีการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ผล แล้วดำเนินการปรับปรุงแก้ไข เพิ่มประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง โดยสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

4.2 การศึกษาจากสภาพปัญหา

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของการก่อสร้างบ้านพักอาศัยในโครงการ ผู้ศึกษาได้ทำการ วิเคราะห์ และแยกลำดับขั้นตอนการทำงานของกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยตามขั้นตอนเพื่อที่จะสามารถหาสาเหตุของ การทำงานในขั้นตอนที่ล่าช้า โดยนำข้อมูลจากการก่อสร้างบ้านพักอาศัยชั้นเดียวที่มีการส่งมอบงานล่าช้าจากที่กำหนดไว้หลัง ล่าสุด

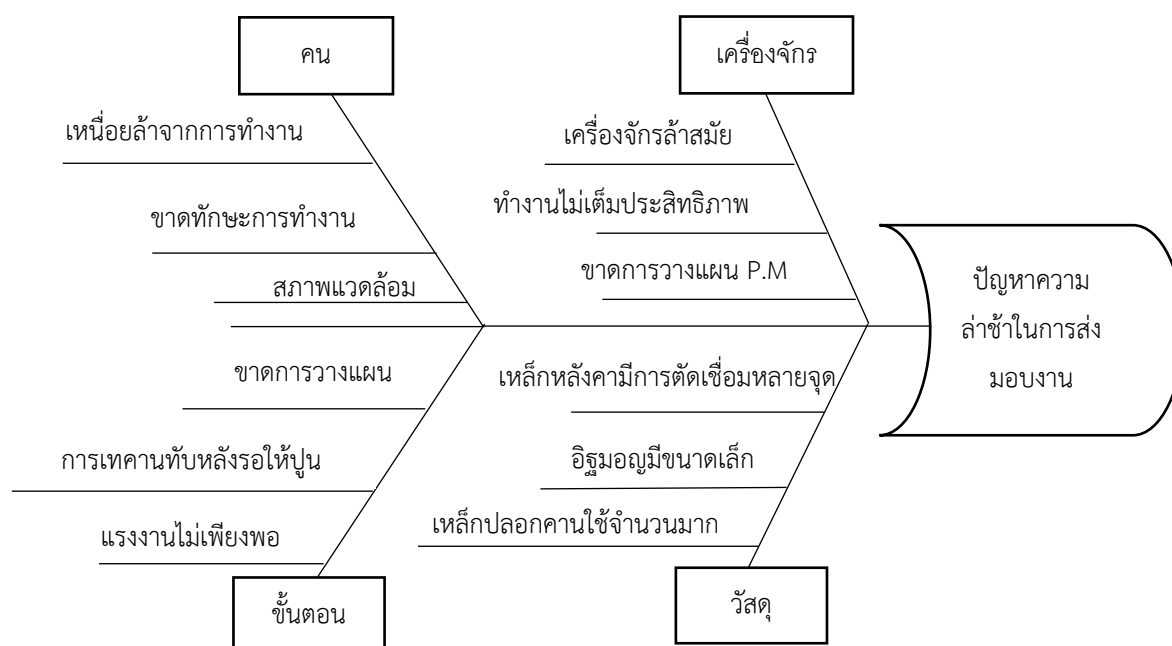


รูปที่ 1 แสดงระยะเวลาการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการ ที่มา ; ผู้จัดทำ

จากตาราง พบว่า สถิติข้อมูลส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการก่อสร้างบ้านของบริษัทตัวอย่างนั้น เกิดจากปัจจัยในขั้นตอนของกระบวนการ คือ การก่ออิฐและฉาบปูนมีความล่าช้าที่เกิดขึ้น 12 วัน ,งานดัดแปลงที่ดินดัดแปลงมีความล่าช้าที่เกิดขึ้น 5 วัน งานก่อสร้างหลังคา มีความล่าช้าที่เกิดขึ้น 5 วัน ผู้ศึกษาจึงได้นำมาเป็นข้อมูลเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยต่อไป

4.3 การวิเคราะห์ปัญหา

จากตารางที่ 1 สถิติข้อมูลส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการก่อสร้างบ้านของบริษัทตัวอย่างนั้น เกิดจากปัจจัยในขั้นตอนของกระบวนการ คือ การก่ออิฐและฉาบปูนมีความล่าช้าที่เกิดขึ้น 12 วัน ,งานดัดแปลงที่ดินดัดแปลงมีความล่าช้าที่เกิดขึ้น 5 วัน งานก่อสร้างหลังคา มีความล่าช้าที่เกิดขึ้น 5 วัน ผู้ศึกษาจึงได้นำมาเป็นข้อมูลเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยต่อไป โดยใช้แผนผังก้างปลา ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้ผังก้างปลา ที่มา: จัดทำโดยผู้ศึกษา.

หลังจากที่ผู้ศึกษาได้ทราบถึงกระบวนการหลักที่ทำให้เกิดความล่าช้าแล้ว ซึ่งก็คือ กระบวนการก่ออิฐและฉาบปูน ผู้ศึกษาได้ดำเนินการรวบรวมระยะเวลาการทำงานของกระบวนการ ดังกล่าวเพื่อให้ทราบถึงลักษณะว่าขั้นตอนใดที่มีการใช้เวลามากที่สุด ผู้ศึกษาจึงได้รวบรวมเปอร์เซ็นต์ของการใช้เวลาในขั้นตอนการทำงานแต่ละขั้นตอนที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในแต่ละกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนและได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการนั้น ๆ เพื่อค้นหาสาเหตุหลักและเพื่อเป็นข้อมูลนำไปแก้ปัญหาต่อไป

ตารางที่1 ความล่าช้าในกระบวนการ

ขั้นตอนการทำงาน	สาเหตุของความล่าช้า	มาตรการปรับปรุงแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ
งานก่ออิฐ	อิฐมอญมีขนาดเล็กและไม่สามารถก่อสูงที่เดียวได้	เปรียบเทียบคุณสมบัติอิฐมอญกับอิฐมวลเบา เสนอให้เจ้าของโครงการเปลี่ยน	ฝ่ายวิศวกรก่อสร้าง/ ฝ่ายจัดซื้อจัดจ้าง
งานเทพื้นหลัง	ต้องตัดไม้ทำแบบประกอบแล้วจึงเทปูน	เปรียบเทียบคุณสมบัติทับหลังสำเร็จรูปเสนอให้เจ้าของโครงการเปลี่ยน	ฝ่ายวิศวกรก่อสร้าง/ ฝ่ายจัดซื้อจัดจ้าง
งานฉาบปูน	คนงานเหนื่อยล้าจากการยกส่งปูน	ใช้หลักเศรษฐศาสตร์เข้ามาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนซื้อเครื่องจักรหรือการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยทุ่นแรง	ฝ่ายวิศวกรก่อสร้าง
การตัดเหล็ก	มีการตัดใช้งานหลายขนาดและการเคลื่อนย้ายมาตัดลำบาก	พิจารณาจัดซื้อเหล็กสำเร็จรูปที่มีการตัด-ตัดตามขนาดที่ต้องการเข้ามาใช้แทน	ฝ่ายวิศวกรก่อสร้าง/ ฝ่ายจัดซื้อจัดจ้าง
เชื่อมโครงหลังคา	เหล็กที่ใช้มีน้ำหนักและความยาวมาก ส่งผลให้การยกขึ้นที่สูงล่าช้า มีการตัดเชื่อมหลายจุด	พิจารณาคุณสมบัติของโครงหลังคาสำเร็จรูปมาใช้แทนโครงหลังคาเหล็ก นำเสนอเจ้าของโครงการ	ฝ่ายวิศวกรก่อสร้าง/ ฝ่ายจัดซื้อจัดจ้าง

4.4 การดำเนินการแก้ไข

ผู้ศึกษาได้เก็บรวบรวมข้อมูลของความล่าช้าที่เกิดขึ้นในกระบวนการก่อสร้างบ้านพักอาศัยชั้นเดียว พบปัญหาของกระบวนการที่เกิดความล่าช้า และวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น พบว่า กระบวนการที่ก่อให้เกิดความล่าช้า ได้แก่ กระบวนการจัดเตรียมเหล็กในส่วนของการก่อสร้าง กระบวนการก่ออิฐและฉาบปูน และกระบวนการก่อสร้างโครงหลังคา จึงดำเนินการแก้ไขปัญหามิให้เกิดขึ้นในกระบวนการ 3 กระบวนการ คือ การเตรียมเหล็กงานโครงสร้าง การก่ออิฐและฉาบปูน และการก่อสร้างโครงหลังคา โดยทำการเปลี่ยนแปลงวัสดุที่นำมาใช้ในงานก่อสร้าง โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรม



รูปที่ 3 รูปโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ กับ รูปโครงหลังคาสำเร็จรูป ที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัย



รูปที่ 4 รูปการก่อสร้างผนังโดยใช้อิฐมอญ กับ อิฐมวลเบา และการทำคานทับหลัง

ตารางที่ 2 สรุปผลการดำเนินการแก้ไข

สภาพปัญหา	วิธีการแก้ไข	ผลดำเนินการแก้ไข																																																																
มีความล่าช้าในการ ทำเหล็กปลอกคาน ปลอกเสา สำหรับใช้ ในงานโครงสร้าง	วิเคราะห์เปรียบเทียบในด้านระยะเวลาการทำงาน และต้นทุน ของกระบวนการผลิตเหล็กปลอกเสา ปลอกคาน โดยเปรียบเทียบระหว่างการใช้ พนักงานผลิตกับการซื้อแบบสำเร็จรูป	เปลี่ยนจากการผลิตเหล็กปลอกโดยใช้พนักงานตัดดัดเหล็ก มาเป็นการสั่งซื้อแบบสำเร็จรูปจะส่งผลให้ระยะเวลาการทำงาน ลดลง 4 วัน   <table border="1" data-bbox="1128 499 1375 795"><caption>ข้อมูลเหล็กปลอกคาน เสา</caption><thead><tr><th>ขนาด/ชิ้น</th><th>ขนาด/ตัว</th><th>ราคา/ตัว</th><th>จำนวนตัว/วง</th></tr></thead><tbody><tr><td>10x10</td><td>0.009</td><td>200.07</td><td>213 ต.</td></tr><tr><td>10x10</td><td>0.009</td><td>191.07</td><td>199 ต.</td></tr><tr><td>10x11</td><td>0.14</td><td>191.09</td><td>199 ต.</td></tr><tr><td>10x12</td><td>0.30</td><td>200.09</td><td>131 ต.</td></tr><tr><td>10x13</td><td>0.36</td><td>200.08</td><td>106 ต.</td></tr><tr><td>10x15</td><td>0.20</td><td>200.09</td><td>104 ต.</td></tr><tr><td>10x15</td><td>0.14</td><td>200.09</td><td>199 ต.</td></tr><tr><td>10x20</td><td>0.36</td><td>200.07</td><td>131 ต.</td></tr><tr><td>10x25</td><td>0.36</td><td>200.06</td><td>106 ต.</td></tr><tr><td>10x30</td><td>0.20</td><td>200.09</td><td>104 ต.</td></tr><tr><td>10x30</td><td>0.21</td><td>190.06</td><td>106 ต.</td></tr><tr><td>10x30</td><td>0.17</td><td>200.06</td><td>106 ต.</td></tr><tr><td>10x20</td><td>0.36</td><td>200.06</td><td>106 ต.</td></tr><tr><td>10x25</td><td>0.21</td><td>190.06</td><td>106 ต.</td></tr><tr><td>10x30</td><td>0.25</td><td>200.04</td><td>100 ต.</td></tr></tbody></table>	ขนาด/ชิ้น	ขนาด/ตัว	ราคา/ตัว	จำนวนตัว/วง	10x10	0.009	200.07	213 ต.	10x10	0.009	191.07	199 ต.	10x11	0.14	191.09	199 ต.	10x12	0.30	200.09	131 ต.	10x13	0.36	200.08	106 ต.	10x15	0.20	200.09	104 ต.	10x15	0.14	200.09	199 ต.	10x20	0.36	200.07	131 ต.	10x25	0.36	200.06	106 ต.	10x30	0.20	200.09	104 ต.	10x30	0.21	190.06	106 ต.	10x30	0.17	200.06	106 ต.	10x20	0.36	200.06	106 ต.	10x25	0.21	190.06	106 ต.	10x30	0.25	200.04	100 ต.
ขนาด/ชิ้น	ขนาด/ตัว	ราคา/ตัว	จำนวนตัว/วง																																																															
10x10	0.009	200.07	213 ต.																																																															
10x10	0.009	191.07	199 ต.																																																															
10x11	0.14	191.09	199 ต.																																																															
10x12	0.30	200.09	131 ต.																																																															
10x13	0.36	200.08	106 ต.																																																															
10x15	0.20	200.09	104 ต.																																																															
10x15	0.14	200.09	199 ต.																																																															
10x20	0.36	200.07	131 ต.																																																															
10x25	0.36	200.06	106 ต.																																																															
10x30	0.20	200.09	104 ต.																																																															
10x30	0.21	190.06	106 ต.																																																															
10x30	0.17	200.06	106 ต.																																																															
10x20	0.36	200.06	106 ต.																																																															
10x25	0.21	190.06	106 ต.																																																															
10x30	0.25	200.04	100 ต.																																																															
เกิดความล่าช้า ใน ขั้นตอนของการก่อ อิฐ ซึ่งอิฐมอญมี ขนาดเล็กส่งผลให้ เกิดความล่าช้า	ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณสมบัติอิฐมอญกับ อิฐมวลเบา และระยะเวลาในการทำงานของทั้ง สองกระบวนการ	การก่อสร้างด้วยอิฐมวลเบาจะมีต้นทุนวัสดุที่สูงกว่า แต่จะใช้ ระยะเวลาในการก่อสร้างผนังลงไปได้ 10 วัน  																																																																
เกิดความล่าช้าใน กระบวนการก่อสร้าง ผนัง ในขั้นตอนของ การ เทคานทับหลัง และเสาเอ็น	เปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างคานทับหลังแบบเท ปูนหล่อในแบบ กับคานทับหลังสำเร็จรูป และ พิจารณาในส่วนของต้นทุนและระยะเวลาในการ ทำงาน	การใช้คานทับหลังสำเร็จรูปในการก่อสร้างจะมีต้นทุนค่าวัสดุสูง กว่าการทำคานทับหลังแบบหล่อแต่ช่วยให้ทำงานเสร็จเร็วกว่า ทำให้ช่วยลดต้นทุนทางด้านแรงงานลงไปได้  																																																																

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สภาพปัญหา	วิธีการแก้ไข	ผลดำเนินการแก้ไข
เกิดความล่าช้าในกระบวนการก่อสร้างผนัง ในขั้นตอนการฉาบปูน	ใช้หลักเศรษฐศาสตร์วิเคราะห์การจัดซื้อเครื่องจักรเข้าช่วยมาทุ่นแรงงานคน 	ผลจากการศึกษาการลงทุนซื้อเครื่องฉีดยาปูนฉาบผนังโดยพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีค่าเป็นบวก 82,606.50 และมีอัตราผลตอบแทนในการลงทุน IRR 19.71% มากกว่า WACC ที่กำหนดไว้ มีระยะเวลาคืนคืน อยู่ที่ 3.5 ปี 
ความล่าช้าในกระบวนการก่อสร้างโครงหลังคา	เปรียบเทียบคุณสมบัติ ต้นทุน ระยะเวลาทำงานระหว่างโครงหลังคาเหล็กกับโครงหลังคาสำเร็จรูป 	การเปลี่ยนมาใช้โครงหลังคาสำเร็จรูปมีความคงทนมากกว่าโครงหลังคาเหล็กรูปพรรณ แต่จะมีราคาสูงกว่าประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ โครงหลังคาสำเร็จรูปจะช่วยให้ระยะเวลาการทำงานลดลงซึ่งสามารถประหยัดค่าแรงงานลงไปได้ 

5. สรุปผลการดำเนินงาน

การดำเนินการก่อสร้างบ้านพักอาศัยแบบชั้นเดียว โดยทำการเปลี่ยนวัสดุและวิธีการทำงานเพื่อแก้ปัญหาความล่าช้าในการก่อสร้าง และปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยใช้ฟังก์ชันการวิเคราะห์ และผลการวิเคราะห์ พบว่า ความล่าช้าเกิดขึ้น มีปัญหาที่เกิดจากวัสดุก่อสร้างบางรายการที่นำมาใช้ไม่สอดคล้องกับจำนวนแรงงาน และเมื่อเพิ่มจำนวนแรงงานเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการก่อสร้าง ส่งผลให้ในบางกระบวนการหรือบางขั้นตอนของกระบวนการก่อสร้างไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานมาก ทำให้เกิดการว่างงานของพนักงาน ด้วยเหตุนี้ผู้ศึกษาจึงได้ทำการวิเคราะห์การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการก่อสร้างทั้ง 3 กระบวนการที่เกิดความล่าช้า และได้วางแผนทางการแก้ไข โดยทำการเปรียบเทียบระยะเวลาและต้นทุนของการก่อสร้าง จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงนำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความล่าช้าและต้นทุนดังภาพประกอบที่ 5.1 พบว่า การเปลี่ยนวัสดุก่อสร้างจากอิฐอมูมาเป็นอิฐมวลเบา และการเปลี่ยนจากการใช้เหล็กรูปพรรณมาทำโครงหลังคาเป็นการใช้โครงหลังคาสำเร็จรูป ซึ่งคุณภาพและมาตรฐานของวัสดุที่นำมาทดแทน มีคุณภาพและมาตรฐานที่ดีกว่าแบบเดิม และการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยทุ่นแรงในขั้นตอนการฉาบผนังปูน สามารถช่วยให้งานเสร็จไวขึ้นในส่วนของการจัดซื้อเครื่องฉีดยาปูนมีอัตราผลตอบแทน IRR (Internal Rate of Return) อยู่ที่ 19.71% จากการปรับปรุงใน

กระบวนการที่เกิดความล่าช้าที่ผ่านมาทั้งหมด สามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างจากเดิมลงได้ 37 วัน คิดเป็นร้อยละ 36 มากกว่าที่บริษัทได้ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 30% แต่จะมีค่าต้นทุนวัสดุที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุเดิม โดยวัสดุแบบเดิมจะมีต้นทุนอยู่ที่ 298,084 บาท วัสดุที่นำมาทดแทนมีต้นทุนที่ 396,844 บาท ในส่วนของต้นทุนค่าแรงงานจะลดลงจากเดิมที่ 257,600 บาท ลดลงเหลือ 128,000 บาท จากการก่อสร้างบ้านพักอาศัยหนึ่งหลัง จากวัสดุเดิมมาเป็นวัสดุใหม่ทดแทน สามารถลดต้นทุนได้ 30,840 บาทต่อการก่อสร้างบ้านพักอาศัยหนึ่งหลัง และสามารถส่งงานได้ทันเวลาที่กำหนด

6. เอกสารอ้างอิง

- วิบูลย์ สุรสาคร. (2555). การใช้หลักการ สีน คอนสตรัคชั่นในการปรับปรุงการออกแบบและก่อสร้าง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้าง [ออนไลน์] เข้าถึงได้ที่ www.thaiengineering.com (วันสืบค้นข้อมูล: 9 มกราคม 2564).
- ดำรงค์ ศิริเขต (2554). ปัจจัยการตัดสินใจผู้บริโภคในการเลือกซื้อบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบขึ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป วิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- ธนาคารไทยพาณิชย์ ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจ และธุรกิจ. (SCBEIC) Economic Intelligence Center[ออนไลน์] . เข้าถึงได้จาก: <https://www.scbeic.com/th/detail/product/7781>. (วันสืบค้นข้อมูล: 1 มกราคม 2564).
- ยงยศ ดรคำ. (2543). ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความต้องการแรงงานในสาขาก่อสร้างของ ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมและการ บริหารงานก่อสร้าง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศรยุทธ กิจพจน์. (2545). หลักการบริหารและจัดการงานก่อสร้าง. กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.
- ศศิพร สายสุทธิ. (2553). การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของธุรกิจก่อสร้างและการวิเคราะห์ธุรกิจ เพื่อวางแผนพัฒนาองค์กรเพื่อรองรับการแข่งขันในอนาคต กรณีศึกษาห้างหุ้นส่วนจำกัด พรพิมลฮาร์ดแวร์. วิทยานิพนธ์ บริหารธุรกิจ มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์, คณะบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ศิริวรรณ เสฐรัตน์ และคณะ. (2545). องค์การและการจัดการ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ธรรมสาร.
- ศุภกริช เขาแก้ว, ดำรงสิน พิชญ์พันธ์ และวิวัฒน์ ลีลาวนาชัย. (2554). ทศนคติของ ผู้บริหารโครงการที่มีต่อวิธีการแรงงานในโครงการก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศุภณัฐ วัฒนสินศักดิ์. (2556) การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการก่อสร้างแบบดั้งเดิม และการ ก่อสร้างแบบผนังหล่อประกอบ เพื่อพัฒนานวัตกรรมการก่อสร้างของหมู่บ้านจัดสรร วิทยานิพนธ์ สาขาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- สีบตระกูล สมบัติทิพย์. (2554) การบริหารจัดการของอาคารที่ก่อสร้างด้วยขึ้นส่วนสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร บัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อัศววัฒน์ ตรีจริพงษ์. (2553). การเพิ่มประสิทธิภาพของการก่อสร้างอาคารด้วยระบบผนังภายนอกอาคารสำเร็จรูป. สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง วิทยานิพนธ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าในธุรกิจเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

INCREASE THE EFFICIENCY OF WAREHOUSE MANAGEMENT IN GENERATOR BUSINESS

ปานพงศ์ ดารากัย¹ และ ศักดิ์ชัย รักการ²

¹วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

Panupong Daragai¹ and Sakchai Rakkharn²

¹Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management Kasem Bundit University,

Pattanakarn Campus 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang Bangkok 10250, Thailand

E-Mail panupong87.nut@gmail.com

วันที่รับบทความ 1 ตุลาคม 2564

วันแก้ไขบทความ 14 มีนาคม 2565

วันตอบรับบทความ 15 พฤษภาคม 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าในธุรกิจเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งจะมุ่งเน้นขั้นตอนกระบวนการการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลังใช้เวลาสูงเท่านั้น และได้เริ่มทำการปรับปรุงโดยวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิการไหลของงาน (FPC) และวิเคราะห์ปัญหาด้วย Mind Map จากการเก็บข้อมูลย้อนหลัง 6 เดือนก่อนปรับปรุง พบว่า ใช้เวลาเฉลี่ยที่ 33.75 นาที ต่อ 1 ใบเบิก ในการเบิกจ่ายสินค้า และปัญหายอดสินค้าจริงกับสินค้าในระบบไม่ตรงกัน มีอัตราการผิดพลาดเฉลี่ยถึง 8.14% ผู้ศึกษาจึงได้ใช้วิธีแก้ปัญหาด้วยการปรับปรุงออกแบบผังคลังสินค้าโดยใช้หลักการ ABC Analysis แบบ Multiple-criteria ด้วยเทคนิค Analytic Hierarchy Process: AHP ควบคู่ FIFO เพื่อแก้ไขปัญหาการวางสินค้าไม่ตรงหมวดหมู่และการลดระยะเวลาการหยิบสินค้าในการเบิกจ่าย แล้วจำลองสถานการณ์หลังการออกแบบคลังสินค้าใหม่ และกำหนดนโยบายการตรวจนับสินค้าตามระบบขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) พร้อมทั้งสร้างระบบ Google Sheet ออนไลน์ผ่านโทรศัพท์มือถือมาบันทึกข้อมูลการตรวจนับ การเบิกจ่ายสินค้า โดยหลังจากปรับปรุง พบว่า เวลาในการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลังใช้เวลาเฉลี่ยที่ 20.75 นาที ต่อ 1 ใบเบิก มีเวลาเฉลี่ยลดลง 13 นาที หรือคิดเป็นสัดส่วนเวลาที่ลดลง 38.51% และปัญหายอดสินค้าจริงกับสินค้าในระบบไม่ตรงกัน หลังจากการตรวจนับสินค้ามีอัตราการผิดพลาดเฉลี่ย 2 เดือน ลดลง 7.12% หรือคิดเป็นสัดส่วนอัตราการผิดพลาดที่ลดลง 87.47% ซึ่งลดลงมากกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ (>15%)

คำสำคัญ: การเพิ่มประสิทธิภาพ, คลังสินค้า, การเบิกจ่ายสินค้า, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, การวิเคราะห์ ABC แบบ AHP

ABSTRACT

This research is to study the optimization of warehouse management start the generator business. It focuses only on the time-consuming process of goods disbursement process. And to improve by analyzing the problem with the Flow Process Chart (FPC) and analyzing the problem with Mind Map. The data has been collected for 6 months, the average time was 33.75 minutes per 1 bill of lading, and the problem of un-match between the

actual volume product and volume in the system. With an average error rate of 8.14%. The researcher has improved the warehouse layout design by using ABC Analysis Multiple-criteria principle with Analytic Hierarchy Process: AHP and FIFO to solve the problem of misalignment of the product and the reduction of time in Picking goods in disbursement Then simulation the situation for the new warehouse design. Also set the product counting policy according to the Economic Order Quantity (EOQ) system, and create an online Google Sheet system via mobile phone to record the counting data for goods disbursement. Therefore, it is found that the average time of goods disbursement from the warehouse is an average of 20.75 minutes per 1 bill of lading, with an average time reduction of 13 minutes or a reduction in proportion of 38.51%. The average error rate for two months is reduced by 7.12%, representing a reduction of 87.47% of the error rate, which is a decrease greater than for is applied the target (>15%).

KEYWORDS: Optimization, Warehouse, Disbursement, Generator, ABC Analysis with AHP

1. บทนำ

ตลาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั่วโลกมีมูลค่า 18.66 พันล้านเหรียญสหรัฐ ในปี 2560 และคาดว่าจะถึง 30.27 พันล้านเหรียญสหรัฐ ภายในปี 2569 ที่อัตรา CAGR ประมาณ 5.52% ในช่วงระยะเวลาคาดการณ์ตลาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขายทั่วโลกตลาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นตลาดที่กำลังเติบโต เช่น การแก้ไขบรรทัดฐานและการออกกฎระเบียบและนโยบายที่เหมาะสมเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก๊าซและดีเซล การเพิ่มการรับรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมการขยายตัวของเมืองในประเทศเกิดใหม่และความต้องการด้านไอทีและศูนย์ข้อมูลที่เพิ่มขึ้น โอกาสที่จะนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามาปล่อยกระแสไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกลและในชนบทในประเทศกำลังพัฒนามีแนวโน้มที่จะเพิ่มยอดขายในตลาด (investing success, 1 มิถุนายน 2563: [ออนไลน์]). การวางแผนการบริหารจัดการคลังพัสดุเป็นส่วนหนึ่งในยุทธศาสตร์การทำงานที่มีความสำคัญที่จะช่วยให้ธุรกิจประสบความสำเร็จ และสามารถต่อสู้กับคู่แข่งในด้านการแข่งขันทางธุรกิจได้ ซึ่งคลังพัสดุมีความสำคัญที่สุดในระบบโลจิสติกส์ในการบริหารการจัดการคลังพัสดุ ซึ่งต้องมียุทธศาสตร์ประกอบที่สำคัญหลายอย่างเข้ามาร่วมด้วยสอดคล้องกับปรัชญา เศรษฐศาสตร์, กฎหมาย, เกิดผล. (2561, พฤษภาคม-สิงหาคม: 67-70). ได้ศึกษาและปรับปรุงระบบการจัดเก็บสินค้า และเพิ่มประสิทธิภาพการเบิก-จ่ายสินค้าของร้าน น้ำเพชร กลาส แอนด์ อลูมิเนียม จากการศึกษาดำเนินงานพบปัญหา คือ สินค้ามีการจัดเก็บไม่เป็นระเบียบ ส่งผลให้ใช้เวลานานในการค้นหาสินค้า และสินค้าที่ถูกจัดเก็บไว้เป็นเวลานานเกิด ความชำรุด ดังนั้นการจัดการคลังสินค้าจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อทุก ๆ ธุรกิจ หากเจ้าของกิจการสามารถลดต้นทุนในการบริหารจัดการคลังสินค้าได้ หมายถึง กิจการสามารถลดต้นทุนในการบริหารจัดการคลังสินค้า กิจการก็ย่อมได้เปรียบทางการแข่งขันมากขึ้น หรือสามารถทำกำไรได้เพิ่มมากขึ้น

จากข้อมูลธุรกิจเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ศึกษา ดำเนินธุรกิจจำหน่ายผลิตภัณฑ์และบริการเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบการจัดการพลังงาน ธุรกิจหลักมุ่งเน้นไปที่การขายและบริการด้านเครื่องกลไฟฟ้าทั้งอุตสาหกรรมทั่วไป ปีโตรเลียม เรือเดินทะเล เหมืองแร่ เป็นต้น จากสภาพปัจจุบันพบว่า มีการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าที่ไม่เป็นระเบียบ เกิดปัญหาด้านการดำเนินงานล่าช้าเนื่องจากการวางสินค้าไม่เป็นระเบียบ ต้องเสียเวลาในการค้นหาสินค้าเพราะสินค้าวางไม่ตรงหมวดหมู่ และไม่ตรงตามประเภทลักษณะการใช้งาน ทำให้ต้องมีการปรับปรุงผลิภาพการทำงาน เพื่อให้การจัดเก็บสินค้าเป็นระเบียบ การรับสินค้า การจัดจ่ายสินค้า และการจัดส่งสินค้ามีประสิทธิภาพ จากการเก็บข้อมูลย้อนหลังช่วงเดือนตุลาคม 2563–เดือนมีนาคม 2564 พบว่า ขั้นตอนกระบวนการในการเบิกจ่ายอะไหล่สินค้าให้พนักงานใช้เวลานาน โดยใช้เวลาเฉลี่ย 33.75 นาทีต่อ 1 ใบเบิก ในการหยิบสินค้า และปัญหายอดสินค้าจริงกับสินค้าในระบบไม่ตรงกัน จากการเก็บข้อมูล 6 เดือนย้อนหลังที่ผ่านมา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2563–เดือนมีนาคม 2564 มีอัตราการผิดพลาดเฉลี่ยถึง 8.14% ซึ่งจากการสำรวจหน้างานจริง พบว่า ยอดสินค้าในระบบน้อยกว่ามีของมากกว่าสินค้าจริง ทำให้เมื่อมีความต้องการที่จะใช้งาน ถ้าตรวจสอบเบื้องต้นในระบบจะพบว่า มีของอยู่จำนวนหนึ่งจึงไม่เกิดการสั่งซื้อ แต่เมื่อเวลาเบิกของจริงที่ต้องการกับไม่มี

ทำให้เสียเวลาในการสั่งซื้อและล่าช้า ดังนั้น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาปัญหาสินค้าคงคลังพบว่า มีค่าเฉลี่ยการหยิบชิ้นงาน (Picking) อยู่ที่ 33.75 นาทีต่อ 1 ใบเบิก และปัญหายอดสินค้าคลาดเคลื่อนในระบบกับคลังสินค้าจริงเฉลี่ย 8.14% โดยคาดว่าจะนำแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดังกล่าว ด้วยการวิเคราะห์ปัญหาแบบ ABC ด้วยเทคนิค AHP ในการกำหนดตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภท และการจำลองสถานการณ์ เพื่อลดเวลาและเพิ่มความแม่นยำในการตรวจนับจริงให้มีประสิทธิภาพสูงในการปฏิบัติงาน ซึ่งคาดว่าจะการแก้ไขปรับปรุงดังกล่าวจะส่งผลให้มีประสิทธิภาพของคลังสินค้าเพิ่มสูงขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าในธุรกิจเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- 2.2 เพื่อกำหนดแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บในคลังสินค้า และวิธีการปรับปรุงให้สูงขึ้นไม่น้อยกว่า 15%

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิดและทฤษฎีการจัดการคลังสินค้า

การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management) คือ การวางแผนเพื่อให้เกิดความรวดเร็ว ทันเวลา สะดวก มีความพร้อมในการจัดจ่ายของได้อย่างถูกต้อง ภายใต้การดำเนินงานในคลังสินค้า รวมถึงให้มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานที่ต่ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานการคลังสินค้า (Warehousing) หมายถึง การจัดระเบียบในการเก็บ วางและรักษาสินค้าอย่างเป็นระบบ มีระเบียบแบบแผนเพื่อป้องกันและรักษาสินค้าให้อยู่ในสภาพที่ดีสินค้ามีความพร้อมในการนำออกแจกจ่ายได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว ทันเวลา และด้วยค่าดำเนินงานที่ต่ำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและกำไรให้กับกิจการ โดยขั้นตอนการปฏิบัติงานคลังสินค้า (Warehouse Operation) แบ่งออกเป็น การรับสินค้า (Receiving) การระบุประเภทและจัดกลุ่มสินค้า (Identifying and Sorting) การจัดเก็บสินค้า (Storage) ขั้นตอนของกิจกรรมการจัดเก็บสินค้า หมายถึง ขั้นตอนการจัดยึด ป้องกันและสงวนรักษาสินค้าจนกระทั่งสินค้าเป็นที่ต้องการใช้ การขยายพื้นที่การจัดเก็บ และการจัดวางอย่างเหมาะสม การนำสินค้าออกตามใบสั่ง (Order Picking) การตรวจนับสินค้า (Physical Inventory) การตรวจนับสินค้าจริงอยู่ในคลัง เพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบข้อมูลกับยอดดูว่าถูกต้องตรงกันหรือไม่ อีกทั้งยังเป็นการตรวจสอบสภาพสินค้า และตำแหน่งที่เก็บในคลังว่าถูกต้องหรือไม่ โดยวิธีกำหนดการตรวจนับแบบต่อเนื่องมีรายละเอียดดังนี้ คือ การจำแนกวัสดุเป็นกลุ่ม A B และ C สุ่มตรวจสินค้ากลุ่มต่าง ๆ โดยไม่มีการกำหนดแน่ชัดเพื่อป้องกันขโมย การตรวจสอบวัสดุที่ยอดบันทึกเป็นศูนย์ การตรวจสอบวัสดุที่ยอดบันทึกเป็นลบ และการใช้เวลาของพนักงานที่เหลือในแต่ละวันตรวจสอบสินค้าที่ใกล้กำหนดการจัดส่ง (สุนันทา ศิริเจริญวัฒน์, 2555, หน้า 6-11)

3.2 แนวคิดและทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP)

การลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) มาใช้ในการวิเคราะห์ เนื่องจากสามารถนำข้อมูลมาประเมินแบบทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ และมีความยืดหยุ่นที่สามารถนำมาประเมินในการตัดสินใจ AHP จะทำการลำดับความสำคัญและเปรียบเทียบออกมาเป็นตัวเลขทำให้สามารถวิเคราะห์ได้โดยง่ายต่อการตัดสินใจ อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพและตรงตามวัตถุประสงค์ ทฤษฎี AHP มีจุดเด่นต่าง ๆ ได้แก่ ผลการสำรวจมีความน่าเชื่อถือมากกว่าวิธีการอื่น ๆ เพราะวิธีการเปรียบเทียบเชิงคู่ในการตัดสินใจ โครงสร้างที่เป็นแผนภูมิลำดับชั้น ผลลัพธ์ที่ได้เป็นตัวเลขง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ สามารถจัดการตัดสินใจแบบมีอคติ ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษมาคอยควบคุม โดยการดำเนินการวิธี AHP ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

3.2.1 การสลายปัญหาที่ซับซ้อน (Decomposition) โดยอยู่ในรูปแบบของแผนภูมิโครงสร้างเป็นลำดับชั้น (Hierarchy Structure) แต่ละระดับชั้นประกอบด้วยเกณฑ์การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ๆ ระดับชั้นบนสุดเรียกว่า “เป้าหมาย” ระดับชั้นที่ 2 อาจมีหลายปัจจัยขึ้นอยู่กับแผนภูมิว่ามีการจัดชั้น ภายใต้งานไขว้ของความสัมพันธ์ต้องมีระดับที่เท่าเทียมกัน

3.2.2 การหาลำดับความสำคัญ (Prioritization) คือ การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทีละคู่ (Pair-wise Comparisons) จากปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจในแต่ละระดับชั้นโครงสร้าง โดยวิธี Principle of Hierarchic Composition การวินิจฉัยจะแสดงออกมาในรูปแบบของมาตราส่วนของระดับความพึงพอใจที่เป็นตัวเลข 1 ถึง 9 ในตารางเมตริกซ์

3.2.3 การสังเคราะห์ (Synthesis) โดยพิจารณาจากลำดับความสำคัญทั้งหมดจากการเปรียบเทียบเพื่อกำหนดว่าทางเลือกใดควรได้รับเลือกกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP)

3.2.4 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของทางเลือกที่มีต่อปัจจัยในการวินิจฉัย (Sensitivity Analysis) จะทำการทดสอบหลังจากเสร็จกระบวนการทั้งหมด เป็นการพิจารณาว่าถ้าข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงในด้านเกณฑ์การตัดสินใจหรือปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง จะส่งผลให้อันดับความสำคัญของทางเลือกเปลี่ยนแปลงหรือไม่ (วรท สันวสุวรรณ 2559: 10-11)

3.3 แนวคิดและทฤษฎีการจัดเรียงคลังสินค้าวิธีการวิเคราะห์แบบ ABC Analysis

การควบคุมสินค้าคงคลัง เป็นงานที่สร้างขึ้นเพื่อให้ค่าใช้จ่าย หรือต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการจัดให้มีสินค้าคงคลังต่ำที่สุด ดังนั้น นอกเหนือจากส่วนที่เป็นนโยบายของบริษัทแล้ว การควบคุมสินค้าคงคลังควรพิจารณาถึงความเหมาะสมของชนิดสินค้าคงคลังด้วย ทางที่เหมาะสมจึงควรจำแนกประเภทของสินค้าคงคลังออกเป็นชนิดที่มีความสำคัญมาก และที่มีความสำคัญรองลงไป วิธีนี้เรียกว่า ABC Analysis ซึ่งมีหลักการในการจำแนกสินค้าคงคลังออกตามจำนวนเงินของสินค้าคงคลังที่หมุนเวียนในรอบปี โดย *Class A มีสินค้าคงคลังที่มีความสำคัญมาก มีมูลค่าคงคลังหมุนเวียนในรอบปีสูง ระยะเวลา (Lead Time) มาก และสามารถตรวจนับได้ง่าย มีมูลค่ารวม ประมาณ 75-80% ของมูลค่าพัสดุดังกล่าวทั้งหมด * Class B มีมูลค่าคงคลังหมุนเวียนในรอบปีปานกลาง และระยะเวลา (Lead Time) รองลงมาจาก Class A มีมูลค่ารวม ประมาณ 20-30% ของมูลค่าพัสดุดังกล่าวทั้งหมด และ * Class C มีมูลค่าคงคลังหมุนเวียนในรอบปีต่ำ และระยะเวลา (Lead Time) น้อย ซึ่งการตรวจนับสินค้าจะทำได้ยากมาก มีมูลค่ารวม ประมาณ 05-10% ของมูลค่าพัสดุดังกล่าวทั้งหมด (ชัยกมล ทองก้อน และภรณ์ทิพย์ ตูลย์ลักษณ์, 2562, หน้า 3-5)

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชัยกมล ทองก้อน และภรณ์ทิพย์ ตูลย์ลักษณ์ (2562, หน้า 52-75) ได้ศึกษาและปรับปรุงการจัดการคลังสินค้า กรณีศึกษา โรงงานผลิตและจัดจำหน่ายแท่งก้าน้ำ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลภายในพื้นที่จัดเก็บคลังสินค้า ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2561 ถึง เมษายน 2562 ย้อนหลังเป็นเวลา 6 เดือน พบว่า การจัดคลังสินค้าแบบเดิม มีปัญหาสำคัญ 2 ประการ ปัญหาแรก คือ ปัญหาการจัดเรียงสินค้าที่ปะปนกัน ปัญหาที่สองคือ ปัญหาด้านระยะเวลาการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังรถขนส่งสินค้าจากปัญหาดังกล่าวทางผู้จัดทำปริญญาณิพนธ์ได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการ ABC analysis แนวคิดแบบ FIFO (First in First Out) หลักการ ECRS และ กิจกรรม 5ส ปรับปรุงการจัดการคลังสินค้า ภายหลังการปรับปรุง พบว่า สามารถค้นหาและเคลื่อนย้ายสินค้าได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น สินค้าประเภทถังบำบัดน้ำเสียขนาด 1,600 ลิตร ในพื้นที่ส่วนหน้าช่วงเวลากลางเดือนลดลงร้อยละ 49.21 และช่วงปลายเดือนลดลงร้อยละ 52.40 และสินค้าประเภทถังเก็บน้ำบนดินสีแกรนิตขนาด 2,000 ลิตร ในพื้นที่ส่วนหน้าช่วงเวลากลางเดือนลดลง ร้อยละ 49.47 และช่วงปลายเดือนลดลงร้อยละ 47.58 และในส่วนพื้นที่ส่วนกลางกับส่วนหลังจะลดลงร้อยละ 100

ปรีชพรรณ เศรษฐเสถียร และภฤติยา เกิดผล (2561, พฤษภาคม-สิงหาคม: 67-70) ได้ศึกษาและปรับปรุงระบบการจัดเก็บสินค้า และเพิ่มประสิทธิภาพการเบิก-จ่ายสินค้า กรณีศึกษาลังสินค้าของร้าน น้ำเพชร กลาส แอนด์ อลูมิเนียม จากการศึกษาดำเนินงานพบปัญหา คือ สินค้ามีการจัดเก็บไม่เป็นระเบียบ ส่งผลให้ใช้เวลานานในการค้นหาสินค้า และสินค้าที่ถูกจัดเก็บไว้เป็นเวลานานเกิดความชำรุด ดังนั้น จึงได้มีการเก็บข้อมูลรายการสินค้า เพื่อคัดแยกประเภทสินค้า พบว่า สินค้าภายในร้านมี 13 ประเภท แบ่งออกได้ทั้งหมด 93 ชนิด สามารถจัดประเภทสินค้าหลัก ๆ ได้ 3 ประเภท จากนั้นใช้การวิเคราะห์ ABC Classification และ Visual Control เพื่อใช้ในการคัดแยก การจัดหมวดหมู่สินค้า เรียงลำดับความสำคัญ และจัดทำป้ายบ่งชี้ตำแหน่งการจัดวางสินค้าบนชั้นสินค้า พบว่า การปรับปรุงระบบการจัดเก็บสินค้าแบบใหม่ ทำให้สินค้ามีการจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบ และใช้ระยะเวลาในการเบิกจ่ายสินค้า ลดลง จากเดิมระยะเวลาในการหยิบสินค้า 12 ชั่วโมง 21 นาที 18 วินาที ลดลงเป็น 6 ชั่วโมง 25 นาที 23 วินาที ซึ่งสามารถวัดประสิทธิภาพเวลาในการหยิบสินค้าลดลง 48.17%

รัชแก้ว อารธรรม และศุภกรณ์ เปี่ยมหน้าไม้ (2562: 33-59) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาการดำเนินการเบิกจ่ายสินค้าประเภทผ้า ภายในคลังสินค้าของบริษัทประยูรต์สปอร์ตชัพพลาย จำกัด จากการเก็บข้อมูลด้านการจัดการคลังสินค้าตลอดระยะเวลา 5 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2562 พบปัญหาสำคัญ คือ การจัดเรียงสินค้าประเภทผ้าที่ไม่มีการแยกประเภทสีของผ้า และ ปัญหาเรื่องการใช้เวลาการค้นหาและเบิกจ่ายสินค้าเข้าสู่กระบวนการผลิต จากปัญหาข้างต้นผู้จัดทำปริญญานิพนธ์จึงได้ประยุกต์หา ทฤษฎีและแนวคิด โดยการออกแบบชั้นวางสินค้าเพื่อแยกหมวดหมู่สินค้าตามลักษณะการใช้งาน โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเข้าก่อน ออกก่อน แนวคิดระบบการจัดเก็บสินค้าโดยกำหนดตำแหน่งตายตัว และทฤษฎีการลดความสูญเสีย ผลที่ได้จากการดำเนินงาน พบว่า สามารถจัดเรียงสินค้าเก่า-ใหม่ สามารถแยกสีของสินค้า และเวลาในการเบิกจ่ายสินค้าประเภทผ้าจากชั้นวางแบบแรกภายใน คลังลดลง 60.78 วินาทีต่อครั้ง และแบบที่สองลดลง 72.44 วินาทีต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 63.42 และ 75.58 ตามลำดับ

ชลมา อินตัน คักดีชาย รักการ อรรถกร กลั่นความดี และธนาคม สุกุลไทย (2558, กรกฎาคม-ธันวาคม: 72-83) ได้ศึกษาการ บริหารจัดการสินค้าคงคลังและคลังสินค้าของบริษัทการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ ปัญหาที่พบจากการตรวจนับสต็อกสินค้าปลายเดือน ธันวาคม 2556 พบว่ามีวัตถุดิบค้างสต็อกมีมูลค่า 40,190,674.46 บาท จากการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้หลักการได้ หรือทฤษฎี 80/20 มาวิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้น พบว่า วัตถุดิบที่มีมูลค่าสูงจำนวน 25 รายการคิดเป็น 80% มีต้นทุนสูงและยังไม่ควร สั่งซื้อเข้ามา โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel มาสร้างรูปแบบการแก้ปัญหาในการควบคุมการสั่งซื้อ แนวทางในการแก้ไขปัญหา ร่วมมือกับฝ่ายออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อออกแบบให้สามารถใช้กระดาษที่มีในสต็อกมาผลิตงาน และให้ฝ่าย QA ทำการสุ่ม ตรวจสอบสินค้าเกี่ยวกับอายุการใช้งานของสินค้า และสุดท้ายดำเนินการการเจรจากับผู้ผลิตในการแลกเปลี่ยนวัตถุดิบรายการอื่นที่มี ปริมาณการใช้ที่มากกว่าแทน รวมถึงทำการเจรจากับผู้ผลิตในเรื่องของ Lead Time การสั่งซื้อ (30 วัน) และขั้นตอนในการสั่งซื้อ (30 วัน) ผลการดำเนินการในระยะเวลา 6 เดือน พบว่า สามารถลดต้นทุนสินค้าคงคลังและต้นทุนการจัดเก็บได้ เหลือลดลง 14.9%

G.P. Broulias, E.C. Marcoulaki, G.P. Chondrocoukis and L.G. Laios (2005: 17-23) ได้ศึกษาการปรับปรุงการจัดการ ของกระบวนการหยิบคล้งสินค้าของบริษัทผลิตไม้ โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อลดเวลาในการหยิบสินค้าทั้งหมดที่ค่อนข้างสูง ในการรับ สินค้าทั้งหมดงานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ด้วยการใช้เครื่องมือการเขียนโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ Ratliff และ Rosenthal เพื่อ วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับทำให้สามารถระบุการปรับเปลี่ยนที่มีแนวโน้มและประโยชน์ที่อาจเกิดขึ้น จากการนำการปรับเปลี่ยนเหล่านี้ไปใช้ ผลการวัดผลลงซึ่งถึงความจำเป็นในการประมวลผลที่เป็นระบบมากขึ้น จัดเก็บและจัดเรียงสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพและจัดเส้นทางใน คลังสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีแนวทางติดตั้งระบบ WMS ใฝ่อย่างง่าย เปลี่ยนตำแหน่งผลิตภัณฑ์ตามการวิเคราะห์ ABC และเปลี่ยนโหมดการจัดเก็บตามความต้องการ อย่างไรก็ตามเวลาในการปรับปรุงทั้งหมดลดลงโดยเฉลี่ย 50% และยังมีช่องว่าง สำหรับการปรับปรุง เป้าหมายการวิจัยในอนาคตของเรา คือ การพัฒนาเครื่องจำลองคลังสินค้าอย่างง่ายที่สามารถใช้ตัวเลือกการ จำแนกประเภทต่าง ๆ และสามารถใช้อ้างอิงเวลาที่รวบรวมในช่วงระยะเวลาทำงานนี้เพื่อประเมินประสิทธิภาพ

จิรศักดิ์ แก้วเกิด คักดีชาย รักการ ธนาคม สุกุลไทย และอรรถกร กลั่นความดี (2561, 16 ธันวาคม: 2-10) ได้ศึกษาการเพิ่ม ประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า บริษัทตัวแทนจำหน่ายโคมไฟและหลอดไฟ จากการศึกษาข้อมูลสภาพการแวดล้อมในการ ปฏิบัติงานจริง พบว่า มีกิจกรรมการเบิกหลอดไฟใช้เวลา 29 นาทีต่อบิล และกิจกรรมการเบิกโคมไฟใช้เวลาในการเบิก 24 นาทีต่อบิล นานมากเกินไป โดยใช้แนวทางการนำทฤษฎี ABC Analysis มาทำการออกแบบวางผังคลังสินค้าใหม่ และนำโปรแกรม Excel เข้ามา ประยุกต์ใช้เพื่อการจัดกลุ่มและที่ตั้งของสินค้า ผลการศึกษาพบว่า สามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานลงได้ ส่งผลให้ลดระยะเวลาในการ ปฏิบัติงาน จากเดิมใช้เวลาในการเบิกจ่ายเฉลี่ย 26.5 นาทีต่อบิล เหลือเพียง 13 นาทีต่อบิล คิดเป็น 49% สามารถลดค่าทำงาน ล่วงเวลาของพนักงานลงได้จากเดิม 702,000 บาทต่อปี เหลือเพียง 0 บาทต่อปี เพราะเนื่องจากหลังการปรับปรุงคลังสินค้าใหม่เวลาใน การปฏิบัติงานในแต่ละวันลดลงจึงไม่จำเป็นต้องเปิดทำงานล่วงเวลา

4. วิธีดำเนินการวิจัย/ระเบียบวิธีวิจัย/Research Methodology

4.1 กระบวนการดำเนินการ

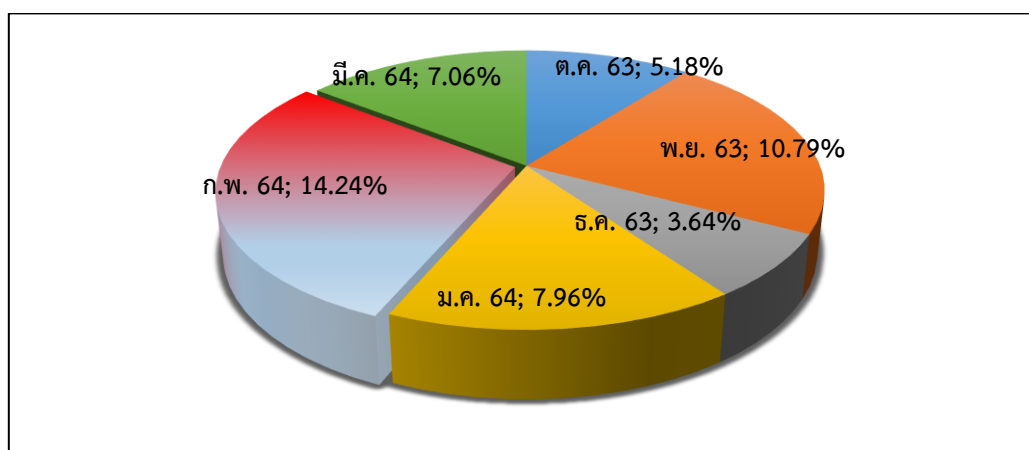
วิธีดำเนินการศึกษาจึงใช้วิธีเก็บข้อมูลจากขั้นตอนกระบวนการทำงานและการบริหารจัดการคลังสินค้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความแม่นยำของข้อมูลคลังสินค้า และลดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน โดยมีกระบวนการศึกษากระบวนการทำงานภายในคลังสินค้า ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีมาใช้ในการจัดการคลังสินค้า รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น กำหนดแนวทางแก้ไขปัญหารูปผลการศึกษา และจัดทำรายงานและนำเสนอ

4.2 การศึกษาสภาพปัญหา

4.2.1 ปัญหายอดสินค้าจริงกับสินค้าในระบบไม่ตรงกัน จากการเก็บข้อมูล 6 เดือนย้อนหลังที่ผ่านมา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2563–เดือนมีนาคม 2564 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ยอดสินค้าในระบบที่ไม่ตรงกันกับยอดตรวจนับจริง

กิจกรรม	2563			2564		
	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม
ยอดสินค้าคงคลัง (ชิ้น)	3,762	4,050	3,924	3,972	4,018	3,995
ยอดตรวจนับจริง (ชิ้น)	3,567	3,613	3,781	3,656	3,446	3,713
ผลต่าง (ชิ้น)	195	437	143	316	572	282
คิดเป็นเงินสูญเสีย (บาท)	135,707	642,760	244,598	435,547	662,175	346,350
ผลต่าง (%)	5.18%	10.79%	3.64%	7.96%	14.24%	7.06%
ผลต่างเฉลี่ย AVG	8.14%					



รูปที่ 1 อัตราการผิดพลาดของยอดสินค้าที่ไม่ตรงกัน

จากรูปที่ 1 พบว่า เดือนตุลาคม 2563 มีอัตราการผิดพลาด 5.18% เดือนพฤศจิกายน 2563 มีอัตราการผิดพลาด 10.79% เดือนธันวาคม 2563 มีอัตราการผิดพลาด 3.64% เดือนมกราคม 2564 มีอัตราการผิดพลาด 7.96% เดือนกุมภาพันธ์ 2564 มีอัตราการผิดพลาด 14.24% และเดือนมีนาคม 2564 มีอัตราการผิดพลาด 7.06% จะเห็นว่าค่าเฉลี่ย 6 เดือน ที่ผ่านมามีอัตราการผิดพลาดถึง 8.14% บางเดือนยอดสินค้าในระบบบอกว่ามีของมากกว่าสินค้าจริงทำให้เมื่อมีความต้องการจากลูกค้า ถ้าตรวจสอบในระบบ พบว่า มีของอยู่จำนวนหนึ่ง แต่เมื่อเวลาเบิกของจริงกลับไม่มี ทำให้เสียเวลาในการสั่งซื้อมากขึ้นไปอีก เกิดความล่าช้าใน

กระบวนการ หรือในระบบตรวจสอบแล้ว พบว่า ไม่มีสินค้าที่ต้องการ เกิดการสั่งซื้อใหม่ แต่เมื่อไปตรวจสอบสินค้าจริงในคลังสินค้าพบว่า มีสินค้าที่ต้องการ สินค้าที่สั่งมาใหม่นั้นก็จะเกินความต้องการ ถ้าไม่มีความต้องการในสินค้าตัวนี้อีก ก็อาจจะเกิดเป็นสินค้าที่ค้างสต็อกได้ และการตรวจนับสินค้าไม่มีการกำหนดนโยบายที่แน่นอนชัดเจน เดิมจะตรวจนับทุกสิ้นปี ทำให้เกิดการผิดพลาดอยู่บ่อยครั้ง จึงทำให้เวลามีปัญหาไม่สามารถแก้ได้ทันที

4.2.2 ปัญหาในการเบิกจ่ายสินค้าใช้เวลานาน เนื่องจากการวางสินค้าไม่เป็นระเบียบหรือจัดวางแบบสุ่มในพื้นที่ว่าง โดยไม่ได้แยกโซนประเภทของตามหลัก ABC Analysis อธิบายได้ดังนี้ หลังจากรับสินค้ามาจาก Supplier เก็บรักษาสินค้าเข้าไปในตำแหน่งเก็บภายหลังเกิดการโยกย้ายตำแหน่งสินค้า โดยไม่ได้เปลี่ยนแปลงให้ถูกต้องตรงกัน เมื่อต้องการเบิกจึงหาสินค้าไม่พบ และต้องเสียเวลาในการค้นหาสินค้านานเพราะสินค้าวางไม่ตรงตามประเภทลักษณะการใช้งาน ไม่ได้มีการออกแบบพื้นที่เก็บสินค้าให้เป็นสัดส่วน ซึ่งเป็นผลต่อเนื่องทำให้เวลาเบิกสินค้าทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการค้นหาสินค้านาน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การวางสินค้ารวมกันไม่ตรงพื้นที่จัดเก็บไม่มีป้ายบ่งบอกถึงลักษณะประเภทสินค้าและขวางทางเดินเข้า-ออก ที่มา : ผู้จัดทำ

4.3 การวิเคราะห์ปัญหา

4.3.1 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิการไหล (Flow Process Chart)

จากการเก็บข้อมูลในกระบวนการทำงานเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลัง สามารถเขียนวิเคราะห์แผนภูมิการไหลของแต่ละขั้นตอนงานย่อยได้ดังตารางที่ 2

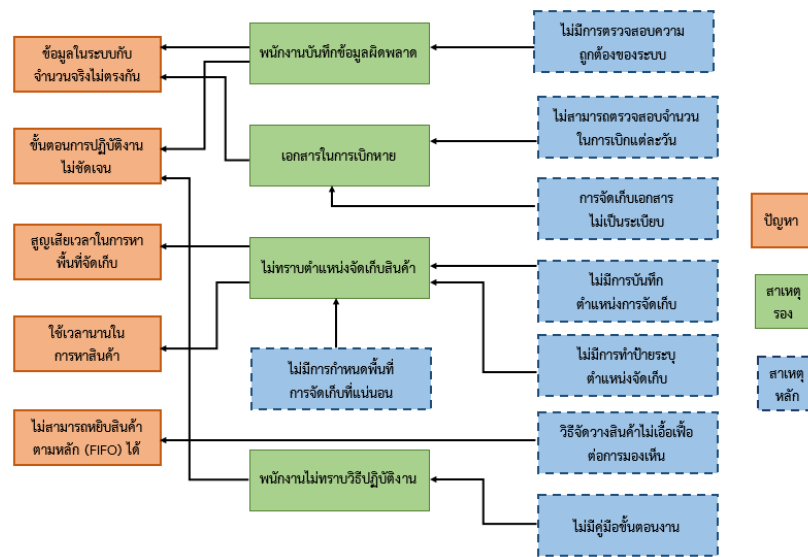
ตารางที่ 2 แผนผังการไหลของงานเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลัง

ขั้นตอน	เวลา (นาท)	สัญลักษณ์	คำอธิบายกระบวนการ	ผู้ปฏิบัติงาน
1	11		เขียนใบเบิกสินค้าตามใบ kick off	จนท. คลังสินค้า
2	36		หยิบสินค้ามาจัดตามรายการ	จนท. คลังสินค้า
3	5		จ่ายสินค้าให้พนักงาน	จนท. คลังสินค้า
4	83		บันทึกลงบัญชีควบคุมสินค้า ภายหลัง	จนท. คลังสินค้า
รวม	135	4 - 0 - 0 - 0 - 0		1
คำอธิบายสัญลักษณ์ ปฏิบัติการ ขนส่ง หยุดรอ ตรวจสอบ จัดเก็บ				

จากตารางที่ 2 แผนผังการไหลของงานเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลัง หมายเลข 2 จากการเก็บข้อมูล พบว่า มีพนักงานในการปฏิบัติงาน 1 คน มีขั้นตอนการปฏิบัติงานรวม 4 ขั้นตอน เป็นเวลารวม 135 นาที ทั้งนี้แผนกคลังสินค้าทำงานตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลัง จะมีเวลารวมทั้งหมดอยู่ที่ 135 นาที

4.3.2 การวิเคราะห์ปัญหาด้วย Mind Map

ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้าจากกระบวนการทำงานยอดสินค้าจริงกับในระบบไม่ตรงกัน รวมไปถึงพนักงานปฏิบัติงานตามความเคยชินแบบเดิม ๆ คือ เมื่อมีการเบิกสินค้าแล้วไม่มีการจดบันทึกทันที หรือบางครั้งอาจตามย้อนหลังซึ่งทำให้จำนวนที่เบิกสินค้าไปไม่ตรงกันกับระบบ เกิดความผิดพลาดทำให้เกิดความยากต่อการบันทึกลงระบบตามมา จึงเป็นสาเหตุให้จำนวนในระบบกับจำนวนสินค้าที่มีอยู่จริงไม่ตรงกัน จะไม่ทราบจำนวนสินค้าที่แท้จริง ทำให้ต้องเริ่มการสั่งซื้อใหม่เป็นการเสียเวลาโดยสูญเปล่าในการรอคอยสินค้า และการจัดวางสินค้าไม่มีการกำหนดตำแหน่งที่ชัดเจนทำให้เสียเวลาในการค้นหาสินค้า ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้า ที่มา: (สุนันทา ศิริเจริญวัฒน์, 2555, หน้า 22)

5. วิธีการแก้ปัญหาและผลดำเนินงาน

5.1 การวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญของสินค้าด้วยการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)

การจัดลำดับความสำคัญของสินค้าคงคลังด้วยวิธีการใช้หลายปัจจัยเข้าร่วมพิจารณาการศึกษาในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดลำดับความสำคัญของสินค้าคงคลังโดยใช้หลายปัจจัยเข้าร่วมพิจารณาซึ่งได้กำหนดเป็นค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละปัจจัยโดยเทคนิคที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการหาค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละปัจจัย

5.1.1 เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Criteria) จัดลำดับความสำคัญของสินค้าคงคลังซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของการจัดการคลังสินค้าประกอบด้วย

5.1.1.1 ปัจจัยด้านราคาสินค้า (B1) หมายถึง ราคามูลค่าต่อหน่วยสินค้านั้น ๆ เป็นปัจจัยที่สำคัญเนื่องจากเป็นตัวทำให้เกิดรายได้และสร้างผลกำไรให้กับบริษัทโดยตรงจึงมีความสำคัญและผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการคลังสินค้า

5.1.1.2 ปัจจัยด้านปริมาณสินค้าเคลื่อนไหว (B2) หมายถึง ซึ่งก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญเช่นเดียวกันเนื่องจากสินค้าที่เคลื่อนไหวเข้าและออกบ่อยควรจะอยู่ใกล้กับประตูทางเข้าหรือออก ส่วนสินค้าที่มีปริมาณการเคลื่อนไหวน้อยควรจัดไว้ในพื้นที่ถัดไป ซึ่งก็จะทำให้สามารถลดระยะทางการเคลื่อนที่การหยิบสินค้าลงได้

5.1.1.3 ปัจจัยด้านน้ำหนักสินค้า (B3) หมายถึง น้ำหนักของตัวสินค้านั้น ๆ ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งถ้าเป็นสินค้าที่เป็นน้ำหนักมากใหญ่และมีปริมาณมากก็อาจจะส่งผลต่อการจัดวางสินค้าได้

เนื่องจากการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของสินค้าคงคลังแบบ ABC โดยใช้ปัจจัยต่าง ๆ จึงมีการสำรวจความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่คัดเลือกจากกลุ่มบุคคลมีหน้าที่เกี่ยวข้องและมีบทบาทสำคัญต่อการตัดสินใจในการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญจากคลังสินค้า จำนวน 4 ท่าน ได้แก่ ผู้จัดการแผนกคลังสินค้า 1 ท่าน ผู้ปฏิบัติการคลังสินค้า 1 ท่าน หัวหน้าคลังสินค้า 1 ท่าน และหัวหน้าฝ่ายจัดซื้อ 1 ท่าน และผู้ศึกษาขอยกตัวอย่างวิธีการคำนวณมา 1 ท่าน คือ ผู้จัดการแผนกคลังสินค้า

ตารางที่ 3 น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้พิจารณาตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผู้จัดการแผนกคลังสินค้า

Criteria	B1	B2	B3
B1	1.00	2.00	7.00
B2	$1/2 = 0.50$	1.00	5.00
B3	$1/7 = 0.14$	$1/5 = 0.20$	1.00
Total	1.64	3.20	13.00

ตารางที่ 4 Normalize Matrix ผู้จัดการแผนกคลังสินค้า

Consistency Check

Criteria	B1	B2	B3	Sum	W_3^T	Aw		
B1	0.61	0.63	0.54	1.77	0.5911	1.7836	$\lambda_{max} =$	3.0066
B2	0.30	0.31	0.38	1.00	0.3340	1.0042	CI =	0.0033
B3	0.09	0.06	0.08	0.22	0.0749	0.2245	RI =	0.5200
Total	1.00	1.00	1.00	1.00			CI/RI(CR)=	0.0064

จากตารางที่ 4 น้ำหนักคะแนนรวม (Sum) ของปัจจัย B1 คือ ราคาสินค้าเท่ากับ 1.77 คะแนน ผลคูณระหว่างเมตริกซ์ (W_3^T) ของแต่ละปัจจัยเท่ากับ 0.5911 และน้ำหนักของแต่ละปัจจัยไปหารเมตริกซ์ (Aw) เท่ากับ 1.7836 น้ำหนักคะแนนรวม (Sum) ของปัจจัย B2 คือ สินค้าหมุนเวียนบ่อยเท่ากับ 1.00 คะแนน ผลคูณระหว่างเมตริกซ์ (W_3^T) ของแต่ละปัจจัยเท่ากับ 0.3340 และน้ำหนักของแต่ละปัจจัยไปหารเมตริกซ์ (Aw) เท่ากับ 1.0042 และน้ำหนักคะแนนรวม (Sum) ของปัจจัย B3 คือ น้ำหนักสินค้าเท่ากับ 0.22 คะแนน ผลคูณระหว่างเมตริกซ์ (W_3^T) ของแต่ละปัจจัยเท่ากับ 0.0749 และน้ำหนักของแต่ละปัจจัยไปหารเมตริกซ์ (Aw) เท่ากับ 0.2245 โดยมีค่าไอเกนแวลู (λ_{max}) เท่ากับ 3.0066 ค่าดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล (CI) เท่ากับ 0.0033 ค่าดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (RI) เท่ากับ 0.5200 และค่าสัดส่วนความคล่องกันของเหตุผล (CR) เท่ากับ 0.0064 โดยที่ $CR < 0.05$ เมื่อเมตริกซ์มีขนาด $n \geq 3$

ตารางที่ 5 สรุปน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน

Criteria	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	W^T
B1 = ราคาสินค้าต่อหน่วย	0.2743	0.5911	0.5911	0.3549	0.4528
B2 = สินค้าหมุนเวียนบ่อย	0.6585	0.3340	0.3340	0.5847	0.4778
B3 = น้ำหนักสินค้า	0.0673	0.0749	0.0749	0.0604	0.0694
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

จากตารางที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของสินค้าคงคลังตามมุมมองของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน โดยท่านที่ 1 ผู้ปฏิบัติการคลังสินค้า จะได้เมตริกซ์ของน้ำหนักความสำคัญ (W^T) เท่ากับ 0.4528 ท่านที่ 2 หัวหน้าคลังสินค้า จะได้เมตริกซ์ของน้ำหนักความสำคัญ (W^T) เท่ากับ 0.4778 ท่านที่ 3 ผู้จัดการแผนกคลังสินค้า จะได้เมตริกซ์ของน้ำหนักความสำคัญ (W^T) เท่ากับ 0.0694 เมื่อนำผลมาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยโดยให้น้ำหนักความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านเท่า ๆ กัน พบว่า ปัจจัยสินค้าหมุนเวียนบ่อย มีระดับความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือราคาสินค้า และน้ำหนักสินค้ามีระดับความสำคัญน้อยสุด จากนั้นจะนำค่าเมตริกซ์ของน้ำหนักความสำคัญ (W^T) ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน ไปคำนวณหา Score (S_{ij}) ของสินค้าแต่ละรายการสินค้าต่อไป

5.1.2 ปรับหน่วยของแต่ละปัจจัยด้วยวิธี Rescaling (Min-max normalization) เพื่อให้หน่วยของแต่ละปัจจัยมีค่าที่ใกล้เคียงกันและทำให้สามารถเปรียบเทียบกันได้ง่ายขึ้น จากนั้นก็นำผลจากการปรับหน่วยไปคูณกับค่าน้ำหนักความสำคัญจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ท่าน และเรียงลำดับคะแนนที่ได้จาก Sum Score แล้วจัดแบ่งกลุ่มสินค้าของราคารวมสินค้าทั้งหมดโดยให้ร้อยละ 70 เป็นสินค้ากลุ่ม A ร้อยละ 20 เป็นสินค้ากลุ่ม B และร้อยละ 10 เป็นสินค้ากลุ่ม C ตามลำดับ ซึ่งผลสรุปที่ได้โดยย่อเป็นดังรูปที่ 4

ลำดับ ที่	รหัสสินค้า	Criteria			Normalization Min-Max			Criteria x Weight			Sum Score (S _{ij})	ข้อมูลหลังการจัดกลุ่มด้วยวิธี Multiple Criteria Weight			Product Class	% แบ่งกลุ่ม ABC
		ราคาสินค้าต่อหน่วย (บาท)	สินค้าหมุนเวียนบ่อย (ชิ้น)	น้ำหนักสินค้า (กรัม)	ราคาสินค้าต่อหน่วย (บาท) fi1	สินค้าหมุนเวียนบ่อย (ชิ้น) fi2	น้ำหนักสินค้า (กรัม) fi3	ราคาสินค้าต่อหน่วย (บาท) 0.4528 (S ₁₁)	สินค้าหมุนเวียนบ่อย (ชิ้น) 0.4778 (S ₁₂)	น้ำหนักสินค้า (กรัม) 0.0694 (S ₁₃)		ราคารวมสินค้า ทั้งหมด	% ราคารวมสินค้า ทั้งหมด	% สะสม		
1	OO-BC1	1,268	36	2,697	0.0168	1.0000	0.0119	0.0076	0.4778	0.0008	0.1621	81,152	1.73	1.73	A	70.62
2	Don-F013	313	34	913	0.0037	0.9444	0.0034	0.0017	0.4513	0.0002	0.1511	38,501	0.82	2.54	A	
3	POT-02	73,050	0	829	1.0000	0.0000	0.0030	0.4528	0.0000	0.0002	0.1510	73,050	1.55	4.10	A	
4	WW-E036	72,847	0	1,562	0.9972	0.0000	0.0065	0.4515	0.0000	0.0005	0.1507	72,847	1.55	5.65	A	
5	Don-F003	124	33	2,719	0.0011	0.9167	0.0120	0.0005	0.4380	0.0008	0.1464	7,574	0.16	5.81	A	
99	EM-TRANS-ATS	5,046	1	1,700	0.0686	0.0278	0.0071	0.0310	0.0133	0.0005	0.0149	45,416	0.97	71.59	B	20.07
100	WW-D013	5,061	1	828	0.0688	0.0278	0.0030	0.0311	0.0133	0.0002	0.0149	15,183	0.32	71.91	B	
101	EM-AMF	5,046	1	693	0.0686	0.0278	0.0023	0.0310	0.0133	0.0002	0.0148	20,185	0.43	72.34	B	
102	BCA-M041 43CX14FT	755	3	257	0.0098	0.0833	0.0002	0.0044	0.0398	0.0000	0.0148	3,773	0.08	72.42	B	
103	Vee-P006	650	3	1,729	0.0084	0.0833	0.0073	0.0038	0.0398	0.0005	0.0147	3,250	0.07	72.49	B	
395	Oth-011	130	0	917	0.0012	0.0000	0.0034	0.0006	0.0000	0.0002	0.0003	910	0.02	99.88	C	9.31
396	Oth-004	135	0	679	0.0013	0.0000	0.0023	0.0006	0.0000	0.0002	0.0002	2,430	0.05	99.93	C	
397	WW-L010	72	0	1,782	0.0004	0.0000	0.0075	0.0002	0.0000	0.0005	0.0002	72	0.00	99.93	C	
398	Oth-010	125	0	718	0.0012	0.0000	0.0024	0.0005	0.0000	0.0002	0.0002	1,375	0.03	99.96	C	
399	Oth-F001	120	0	790	0.0011	0.0000	0.0028	0.0005	0.0000	0.0002	0.0002	240	0.01	99.97	C	
400	Oth-005	145	0	239	0.0014	0.0000	0.0001	0.0006	0.0000	0.0000	0.0002	1,595	0.03	100.00	C	

รูปที่ 4 ข้อมูลหลังการจัดกลุ่มสินค้าด้วยวิธี Multiple Criteria Weight โดยย่อ ที่มา: ผู้จัดทำ

5.1.3 สรุปการแบ่งประเภทสินค้าตามหมวดหมู่ ABC ด้วยเทคนิค AHP

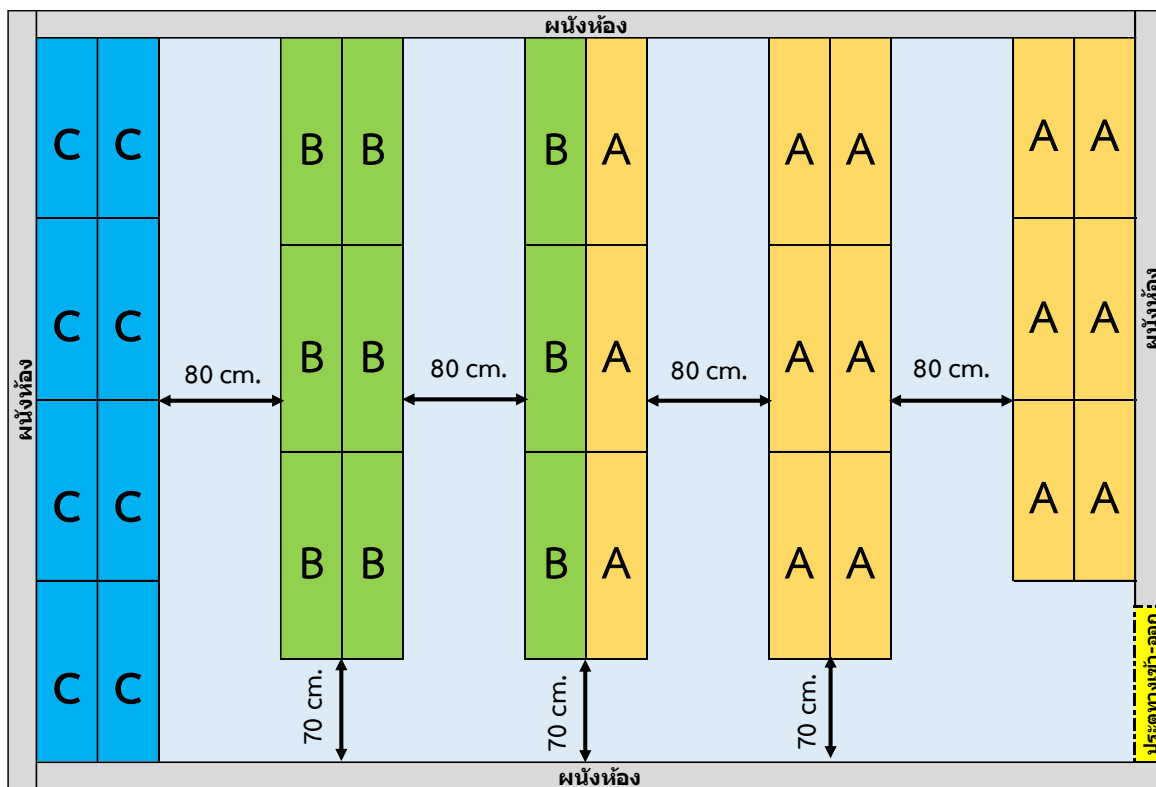
จากการคำนวณวิเคราะห์แบ่งกลุ่มสินค้าแบบ ABC Analysis ด้วยเทคนิค AHP มาจัดคลังสินค้าใหม่ โดยได้ทำการจัดแบ่งสินค้า ออกเป็น 3 ประเภทของจำนวนสินค้า 3,732 ชิ้น ของเดือนที่สามไตรมาสที่ 2 (เดือนพฤษภาคม 2564) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปการแบ่งกลุ่มสินค้าด้วยวิธี Multiple Criteria Weight

สรุปการจัดกลุ่มสินค้า						
สินค้าประเภท	จำนวนสินค้าทั้งหมด (ชิ้น)	(%) สินค้าทั้งหมด	ราคารวมสินค้าทั้งหมด (บาท)	(%) ราคา รวมสินค้าทั้งหมด	จำนวนสินค้าหมุนเวียน (ชิ้น)	(%) สินค้าหมุนเวียน
A	2,381	64	3,322,073	71	620	83
B	638	17	943,887	20	99	13
C	793	19	438,079	9	29	4
รวม	3,732	100	4,704,039	100	748	100

5.2 การออกแบบผังและการจัดการคลังสินค้าใหม่

เกณฑ์ในการพิจารณาพื้นที่ในการจัดเก็บภายในคลังสินค้า หมายถึง การจัดการกับพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัดและคุ้มค่า เพื่อเพิ่มศักยภาพอัตราความถี่ของการหมุนเวียนของสินค้าภายในคลัง การใช้พื้นที่ที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด สามารถเข้าถึงสินค้าได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ มีความยืดหยุ่นในการจัดเก็บพอสมควร สามารถตรวจนับได้ง่าย โดยมีปัจจัยในการออกแบบพื้นที่ในการจัดเก็บ คือ ประเภทของสินค้า ขนาดช่องทางเดิน ขนาดพื้นที่จัดเก็บ ใช้หลัก FIFO ในการหยิบ และความสามารถในการจัดเก็บ



รูปที่ 5 แผนผังคลังสินค้าแบบใหม่โดยแยกตามประเภท ABC ด้วยเทคนิค AHP ที่มา: ผู้จัดทำ

5.3 การเปรียบเทียบผลการจัดคลังสินค้าก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

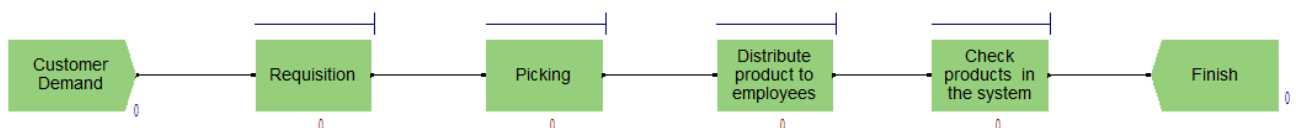


รูปที่ 6 การกำหนดตำแหน่งพื้นที่จัดเก็บและจัดเรียงสินค้าใหม่ตามหลัก ABC ด้วยเทคนิค AHP ควบคุมหลัก FIFO ที่มา: ผู้จัดทำ

5.4 การจำลองสถานการณ์การเบิกจ่ายจากการจัดผังสินค้าใหม่หลังปรับปรุง

หลังจากที่ปรับปรุงคลังสินค้าจึงได้เก็บรวบรวมข้อมูลการเบิกจ่ายภายในคลังสินค้า ศึกษาวิธีการทำงานกระบวนการเบิกจ่ายในคลังสินค้า และศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองปัญหา ผลการเก็บข้อมูลปฏิบัติงานในระยะเวลา 1 เดือนทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน มีเวลาเฉลี่ย 84 นาที จะมีความต้องการของลูกค้าหรือคำสั่งซื้อเข้ามาในระบบ โดยการจำลองสถานการณ์ในครั้งนี้ เพื่อที่จะทราบว่าถ้าภายในหนึ่งเดือนหลังจากออกแบบคลังสินค้าใหม่เวลาในการหยิบสินค้าเร็วขึ้นจะสามารถทำให้มีความต้องการของลูกค้าเข้ามาในระบบก็คำสั่งซื้อ ออกจากระบบไปก็คำสั่งซื้อ มีเวลาการรอคอยที่นานที่และมีการรอคอยติดค้างอยู่กระบวนการทำงานย่อยไหนบ้าง มีเวลาในการปฏิบัติงานรวมทั้งหมดที่นานที่หลังจากออกแบบผังสินค้า รวมไปถึงประสิทธิภาพการใช้งานทั้งหมดของทรัพยากร ซึ่งการจำลองครั้งนี้เพื่อพัฒนาระบบการจัดการคลังสินค้าและประเมินระยะเวลาการรอคอยของลูกค้า เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพภายใต้ข้อกำหนดต่าง ๆ

ผู้ศึกษาจึงได้ทำการสร้างแบบจำลองของระบบงานทั้งหมด 5 ขั้นตอนงานย่อย ได้แก่ ความต้องการของลูกค้าที่เข้ามาในระบบ เขียนใบเบิกสินค้าตามใบ kick off หยิบสินค้ามาจัดตามรายการ จ่ายสินค้าให้พนักงาน และตรวจสอบเอกสารใบเบิกเช็คยอดเพื่อลดยอดสินค้าเบิกในคลังสินค้าแล้วบันทึกข้อมูลการนำออกจากระบบ ทั้งนี้ต้องนำข้อมูลที่เก็บได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติด้วยโปรแกรม Minitab 18 เพื่อหาการแจกแจงของข้อมูล และหลังจากได้ผลลัพธ์จากการจำลองต้องนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์การทำงานของระบบจริงเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของระบบ โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Rockwell Arena Simulation ในการจำลองสถานการณ์ โดยการเขียน Flow Diagram มีหน้าต่าง ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 Flow Diagram แสดงขั้นตอนการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลัง ที่มา: ผู้จัดทำ

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการรอคอยของระบบจริงและระบบจำลอง

ขั้นตอนงาน	เวลา (นาทีก)		ค่าความ	ร้อยละความ
	เวลาจริง	เวลาการจำลอง	แตกต่าง	แตกต่าง
การเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลัง	82.9920	82.9349	0.0571	0.069

จากตารางที่ 6 การจำลองสถานการณ์ขั้นตอนการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลังระบบจริงมีเวลารวม 82.9920 นาที และเวลาจากการจำลองสถานการณ์มีเวลารวม 82.9349 นาที โดยมีค่าความแตกต่างจากเวลาจริงกับเวลาการจำลอง 0.0571 คิดเป็น 0.069% จากการทดสอบค่าเฉลี่ยในการรอคอยของระบบจริงและระบบจำลองมีค่าความคลาดเคลื่อน (Half Width) น้อยกว่า 4.15 นาที ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha 0.05$ ของระบบงานจริง จึงถือว่าแบบจำลองนี้สามารถเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้

สรุปผลการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Rockwell Arena Simulation พบว่า เวลาการทำงาน 1 เดือน ทุก 1 วัน 8 ชั่วโมง เวลาเฉลี่ย 83.79 นาที ประมวลผลซ้ำ 15 ครั้ง มีความต้องการคำสั่งซื้อจากลูกค้ามา Order Picking อยู่ในระบบมีเวลารวมเฉลี่ยที่ 97.53 นาที ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกิดมูลค่าเพิ่ม 82.93 นาที เป็นการรอคอย 14.60 นาที มี Order Picking เข้ามาในระบบ 172.20 คำสั่งซื้อ ออกจากระบบ 170.93 คำสั่งซื้อ ด้านทรัพยากร (Resource) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้งานของทรัพยากร แสดงสัดส่วนเฉลี่ยเวลาในการทำงานของทรัพยากรต่อเวลาที่ทรัพยากรตัวนั้นมีทั้งหมด (Scheduled Utilization) ของ Worker1 อยู่ที่ 0.9878 หรือ 98.78%

5.5 การกำหนดนโยบายการตรวจนับสินค้าให้สอดคล้องกับการจัดคลังสินค้าใหม่

5.5.1 การตรวจนับตามระบบขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ)

เป็นรูปแบบที่ช่วยแก้ปัญหการตรวจนับได้ มีพนักงานประจำที่ทำหน้าที่ตรวจนับตลอดปี การนับตามรอบการสั่งซื้อจะมีระยะเวลาที่ไม่มีเท่ากันทำให้การตรวจนับแต่ละรายการสินค้าจะมีการกำหนดวันตรวจนับแตกต่างกันไป การกำหนดนโยบายตรวจนับตามระบบขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดแต่ละรายการ คือ กลุ่มสินค้าประเภท A กลุ่มสินค้าประเภท B และกลุ่มสินค้าประเภท C จากการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อขนาดประหยัดเริ่มต้นจากการหาต้นทุนรวมของขนาดการสั่งซื้อ (Q) ต่าง ๆ ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อปี และคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) โดยสามารถคำนวณและแบ่งกลุ่มสินค้าได้ดังรูปที่ 8

ลำดับที่	รหัสสินค้า	ราคาสินค้าต่อหน่วย (บาท)	ความต้องการสินค้าทั้งปี (ชิ้น) D	ต้นทุนการสั่งซื้อ (บาท/ครั้ง) S	ต้นทุนการเก็บรักษาต่อปี 5% ของมูลค่าสินค้า H	ปริมาณสั่งซื้อที่ประหยัดครั้งละ (ชิ้น) EOQ	จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ (ครั้ง/ปี)	จำนวนวันทำงานต่อปี (250 วัน)	ระยะเวลาในการสั่งซื้อต่อการซื้อ 1 ครั้ง (วัน)	Product Class
1	OO-BC1	1,268	325	330	63	58	6	250	45	A
2	Don-F013	313	305	154	16	77	4	250	64	A
3	POT-02	73,050	300	510	3,653	9	33	250	8	A
4	WW-E036	72,847	309	510	3,642	9	33	250	8	A
99	EM-TRANS-ATS	5,046	224	396	252	27	8	250	30	B
100	WW-D013	5,061	224	447	253	28	8	250	31	B
101	EM-AMF	5,046	217	367	252	25	9	250	29	B
102	BCA-M041 43CX14FT	755	207	98	38	33	6	250	40	B
397	WW-L010	72	68	651	4	157	0	250	578	C
398	Oth-010	125	65	378	6	89	1	250	341	C
399	Oth-F001	120	66	295	6	81	1	250	305	C
400	Oth-005	145	67	377	7	83	1	250	311	C

รูปที่ 8 สรุปรายการคำนวณรอบเวลาการสั่งซื้อสินค้าอย่างประหยัด EOQ โดยย่อ ที่มา: ผู้จัดทำ

5.5.2 การสร้างฟอร์มบันทึกข้อมูลบนระบบ Google Sheet ออนไลน์ผ่านโทรศัพท์มือถือ

การสร้างระบบ Google Sheet ออนไลน์เพื่อนำมาจัดการการตรวจนับและการเบิกจ่ายสินค้า จากปัญหาเดิมเมื่อเบิกจ่ายสินค้าหรือรับสินค้าจะไม่มีกรบันทึกข้อมูลลงระบบทันที เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่บนห้องบัญชีชั้น 4 ทำให้พนักงานไม่สะดวกและจะมาลงบันทึกตามหลัง ทำให้บางครั้งนั้นลืมบันทึก จึงทำให้ข้อมูลในระบบนั้นไม่แม่นยำเกิดความผิดพลาดอยู่บ่อยครั้ง ทางผู้ศึกษาจึงได้ออกแบบสร้างฟอร์มบันทึกข้อมูลออนไลน์ผ่านโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้พนักงานทำงานได้สะดวกรวดเร็วในการบันทึกรับสินค้าเข้า การตรวจนับสินค้า และการเบิกจ่ายสินค้า แบ่งออกเป็น 4 แบบฟอร์ม คือ 1. การบันทึกตรวจนับสินค้าคงคลัง 2. การบันทึกตรวจนับสินค้าค้าง Stock 3. การบันทึกรับสินค้าเข้าจาก Supplier และ 4. การบันทึกการนำจ่ายสินค้าออกจากคลังดังผลลัพธ์รูปที่ 9

[illegible]

รูปที่ 9 หน้าต่างผลลัพธ์การบันทึกข้อมูลการตรวจนับ การรับสินค้าเข้า และการเบิกจ่ายผ่านระบบโทรศัพท์มือถือ ที่มา: ผู้จัดทำ

6. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

6.1 สรุปปัญหาการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลังใช้เวลานาน

จากการที่กล่าวมาข้างต้นคลังสินค้าไม่ได้ถูกจัดวางตำแหน่งจัดเก็บอย่างเป็นระบบทำให้การจัดเก็บสินค้าไม่ถูกต้อง เกิดข้อผิดพลาดในกระบวนการเบิกจ่าย ทางผู้ศึกษาจึงได้นำข้อมูลจากการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มสินค้าแบบ ABC Analysis ด้วยเทคนิคการจัดลำดับความสำคัญของสินค้าคงคลังด้วยการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น Analytical Hierarchy Process: AHP ในการแบ่งกลุ่มสินค้าแบบ ABC และคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานในคลังสินค้า เนื่องจากการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของสินค้าคงคลังแบบ ABC จะใช้ปัจจัยต่าง ๆ เป็นการตัดสินใจในระดับยุทธวิธี โดยมีปัจจัยราคาสินค้าต่อหน่วย สินค้าหมุนเวียนบ่อย และน้ำหนักสินค้า จึงใช้การสำรวจความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องและมีบทบาทสำคัญต่อการตัดสินใจในการบริหารจัดการคลังสินค้า ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 4 ท่าน ได้แก่ ผู้ปฏิบัติการคลังสินค้า หัวหน้าคลังสินค้า ผู้จัดการแผนกคลังสินค้า และหัวหน้าฝ่ายจัดซื้อ โดยขั้นตอนการจัดเรียงสินค้าใหม่นี้จะแบ่งกลุ่มสินค้าประเภท A ที่มีการหมุนเวียนหรือมีความต้องการอยู่บ่อย ๆ จะจัดวางในตำแหน่งที่ใกล้กับประตูทางเข้า-ออก เพื่อให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย ส่วนสินค้าประเภท B และประเภท C ก็จะถูกวางถัดไปตามลำดับ ควบคู่กับการจัดเรียงตามหลักการหยิบสินค้าแบบเข้าก่อนออกก่อน (FIFO) เพื่อ

ป้องกันไม่ให้สินค้านั้น ๆ เกิดความล่าช้า การปรับปรุงวิธีดำเนินงานใหม่โดยจัดประเภทสินค้านั้นยังช่วยลดเวลาในการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลัง รวมไปถึงช่วยลดเวลาในการตรวจนับสินค้าและเพิ่มความแม่นยำในการบันทึกข้อมูล

ผลการดำเนินงานหลังปรับปรุง พบว่า สามารถลดรอบเวลาการทำงานอธิบายได้ดังนี้ ขั้นตอนการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลัง ก่อนปรับปรุงมีรอบเวลาการทำงานอยู่ที่ 135 นาที และหลังปรับปรุงมีรอบเวลาการทำงานอยู่ที่ 83 นาที ลดลง 52 นาที หรือคิดเป็นสัดส่วนเวลาที่ลดลง 38.51% โดยเวลารวมทั้งหมดของขั้นตอนการเบิกจ่ายสินค้าก่อนปรับปรุงใช้เวลาเฉลี่ย 33.75 นาที และหลังปรับปรุงลดลง 13 นาที โดยใช้เวลาเฉลี่ย 20.75 นาทีต่อ 1 ใบเบิกในการเบิกจ่ายสินค้า

6.2 สรุปปัญหายอดสินค้าตรวจนับจริงกับข้อมูลในระบบไม่ตรงกัน

กำหนดนโยบายการตรวจนับสินค้าให้สอดคล้องกับการจัดคลังสินค้าใหม่ โดยได้กำหนดนโยบายการตรวจนับตามระบบขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) เป็นรูปแบบที่ช่วยแก้ปัญหาการตรวจนับได้ เมื่อพบปัญหาสามารถหาสาเหตุและแก้ไขได้ทันทีทั้งนี้ เนื่องจากวิธีการแบบเดิมจะใช้วิธีการตรวจนับทุก ๆ สิ้นปี จึงทำให้ข้อมูลในระบบมีการผิดพลาดไม่ตรงกันอยู่บ่อยครั้ง โดยได้กำหนดตรวจนับตามระบบขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัดในแต่ละรายการ คือ กลุ่มสินค้าประเภท A เป็นสินค้าที่มีความต้องการใช้บ่อย กลุ่มสินค้าประเภท B เป็นสินค้าที่มีความต้องการรองลงมา และกลุ่มสินค้าประเภท C จะเป็นสินค้าที่มีความต้องการน้อย ซึ่งการนับตามรอบการสั่งซื้อจะมีระยะเวลาที่มีไม่เท่ากันทำให้การตรวจนับแต่ละรายการจะมีกำหนดวันตรวจนับแตกต่างกันไป โดยบันทึกข้อมูลลงระบบ Google Sheet ออนไลน์ผ่านมือถือที่สร้างขึ้นใหม่ เพื่อให้พนักงานทำงานได้สะดวกรวดเร็ว รวมทั้งยังนำไปใช้ในการบันทึกสินค้าเข้า และการเบิกจ่ายสินค้า จากปัญหาเดิมเมื่อมีการตรวจนับสินค้า การเบิกจ่ายสินค้าหรือรับสินค้าเข้า จะไม่มีการบันทึกข้อมูลลงระบบทันที เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บันทึกนั้นอยู่บนห้องบัญชีชั้น 4 ทำให้พนักงานลงบันทึกตามหลังบางครั้งนั้นลืมนบันทึก จึงทำให้ข้อมูลในระบบนั้นไม่แม่นยำเกิดความผิดพลาด

ผลการดำเนินงานหลังปรับปรุง พบว่า ยอดสินค้าในระบบและตรวจนับจริงเดือนมิถุนายน 2564 ยอดสินค้าคงคลังทั้งหมด 3,752 ชิ้น ยอดตรวจนับจริง 3,704 ชิ้น จำนวนผลต่าง 48 ชิ้น อัตราการผิดพลาดลดลงเหลือ 1.28% คิดเป็นเงินที่สูญเสีย 27,218 บาท และเดือนกรกฎาคม 2564 ยอดสินค้าคงคลังทั้งหมด 3,762 ชิ้น ยอดตรวจนับจริง 3,733 ชิ้น จำนวนผลต่าง 29 ชิ้น อัตราการผิดพลาดลดลงเหลือ 0.77% คิดเป็นเงินที่สูญเสีย 16,026 บาท โดยการตรวจนับเฉลี่ย 2 เดือน มีอัตราการผิดพลาดลดลงตามลำดับ

6.3 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาหัวข้อการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าในธุรกิจเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในขั้นตอนกระบวนการการเบิกจ่ายอะไหล่สินค้าให้พนักงานใช้เวลานาน โดยได้วิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิการไหลของงาน (FPC) วิเคราะห์ปัญหาด้วย Mind Map พบว่า ใช้เวลาเฉลี่ย 33.75 นาที ต่อ 1 ใบเบิก ในการหยิบสินค้า และปัญหายอดสินค้าจริงกับสินค้าในระบบไม่ตรงกัน มีอัตราการผิดพลาดเฉลี่ยถึง 8.14% ผู้ศึกษาจึงได้ปรับปรุงออกแบบผังคลังสินค้าโดยใช้หลักการ ABC Analysis ด้วยเทคนิค AHP เพื่อแก้ไขปัญหาการวางสินค้าไม่ตรงหมวดหมู่และการลดระยะเวลาการหยิบสินค้าในการเบิกจ่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรัชญ์ เศรษฐเสถียร และกฤติยา เกิดผล (2561, พฤษภาคม-สิงหาคม: 67-70) ได้ศึกษาและปรับปรุงระบบการจัดเก็บสินค้า และเพิ่มประสิทธิภาพการเบิกจ่ายสินค้า กรณีศึกษาคลังสินค้าของร้านน้ำเพชร กลาส แอนด์ อลูมิเนียม แล้วจำลองสถานการณ์หลังการออกแบบคลังสินค้าใหม่เพื่อดูเวลาการปฏิบัติงานหลังออกแบบผังสินค้า ประสิทธิภาพการใช้งานทั้งหมดของทรัพยากร และกำหนดนโยบายการตรวจนับตามระบบขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) พร้อมทั้งสร้างระบบ Google Sheet ออนไลน์บันทึกข้อมูลการตรวจนับสินค้า การรับสินค้าเข้าจาก supplier และการเบิกจ่ายสินค้าออกจากคลังผ่านระบบมือถือ โดยหลังปรับปรุง พบว่า เวลาการเบิกจ่ายสินค้าให้พนักงานลดลง 13 นาที ใช้เวลาเฉลี่ย 20.75 นาทีต่อ 1 ใบเบิก คิดเป็น 38.51% และจากการจำลองสถานการณ์มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นมูลค่าเพิ่ม 82.93 นาที มี Order Picking เข้ามาในระบบ 172.20 คำสั่งซื้อ ออกจากระบบ 170.93 คำสั่งซื้อ และค่าอัตราประโยชน์ของพนักงาน (Utilization) อยู่ที่ 0.9878 หรือ 98.78% และปัญหายอดสินค้าจริงกับสินค้าในระบบไม่ตรงกัน หลังจากการตรวจนับสินค้ามีอัตราการผิดพลาดเฉลี่ย 2 เดือน ลดลง 7.12% หรือคิดเป็นสัดส่วนอัตราการผิดพลาดที่ลดลง 87.47% ซึ่งลดลงมากกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ (>15%)

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ในอนาคตควรพิจารณาจัดทำระบบควบคุมสินค้าคงคลังด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปหรือ software อื่น ๆ ควบคู่กับนำระบบ Barcode เข้ามาใช้เพื่อรองรับระบบการจัดการสินค้าคงคลัง ตามวิธีการที่ได้กำหนดสำหรับสินค้าในแต่ละกลุ่ม เพื่อให้สามารถจัดการสินค้าคงคลังได้อย่างทันเวลา

7.2 ในการจัดแบ่งกลุ่มสินค้าแบบ ABC ด้วยเทคนิค AHP โดยใช้ปัจจัยทางด้านปริมาณยอดสินค้าเคลื่อนไหว มาพิจารณานี้ ผู้บริหารคลังสินค้าควรจะมีการปรับปรุงทุก ๆ ปีเพื่อให้ระบบการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้ามีประสิทธิภาพอยู่เสมอและทันต่อการเปลี่ยนแปลงไปของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกิดจากนโยบายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังของบริษัทเอง

8. เอกสารอ้างอิง

- จิรศักดิ์ แก้วเกิด ศักดิ์ชาย รักการ ธนาคม สกุลไทย และอรรถกร กลั่นความดี. (2561, 16 ธันวาคม). การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า กรณีศึกษาบริษัทตัวแทนจำหน่ายคอมพิวเตอร์และหลอดไฟ. การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (2), 1-12.
- ชลมา อินตัน ศักดิ์ชาย รักการ อรรถกร กลั่นความดี และธนาคม สกุลไทย. (2558, กรกฎาคม-ธันวาคม). การบริหารจัดการสินค้าคงคลังและคลังสินค้า กรณีศึกษาบริษัทการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต. 5 (2), 70-85.
- ชัยกมล ทองก้อน, ภาณุภัทร ตูลย์ลักษณ์. (2562). การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า กรณีศึกษา: โรงงานผลิตและจัดจำหน่ายแท่งก้าน้ำ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาโลจิสติกส์ ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปรีชารณ ศรีธรรมเสถียร, กฤติยา เกิดผล. (2561, พฤษภาคม-สิงหาคม). การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการคลังสินค้า. วารสารวิจัยรำไพพรรณี. 13 (2), 65-72.
- รัชแก้ว อารธรรม, ศุภกรณ์ เปี่ยมหน้าไม้. (2562). การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บวัตถุดิบประเภทผ้า กรณีศึกษา บริษัทประยุกต์สปอร์ตซัพพลาย จำกัด. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาโลจิสติกส์ ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุและ โลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วรท สินธุ์สุวรรณ. (2559). การเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของผู้ให้บริการ Logistic บริษัท ABC. การศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ศิราภรณ์ วิเศษพล. (2559). การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารคลังสินค้าและการกำหนดกลยุทธ์ เพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน กรณีศึกษา บริษัท TTT จำกัด. การศึกษาค้นคว้าอิสระหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการ โลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- สุนันทา ศิริเจริญวัฒน์. (2555). การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า กรณีศึกษา ภูมิไทย คอมซีส์ จำกัด. การศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- G.P. Broulias, E.C. Marcoulaki, G.P. Chondrocoukis and L.G. Laios. (2005). WAREHOUSE MANAGEMENT FOR IMPROVED ORDER PICKING PERFORMANCE: AN APPLICATION CASE STUDY FROM THE WOOD INDUSTRY. Department of Industrial Management & Technology, University of Piraeus.

การลดของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ด้วยการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม DEFECT REDUCTION IN PROCESS FOR SHAMPOO A DESIGN OF ENGINEERING

ธีรวัฒน์ เทพชู¹ ศักดิ์ชาย รักษการ¹, พจนีย์ ศรีวิเชียร¹ และ จีรวัฒน์ ปล้องไหม²

¹วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

²อุตสาหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ

แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

Thirawat Thepchu and Sakchai Rakkran¹, Podchanee Sriwichian¹, Jeerawat Plongmai²

¹Master of Engineering Program in Engineering Management, Graduate School

²Bachelor of Industrial Engineering Technology, Faculty of Engineering

Kasem Bundit University, Pattanakran Campus 1761 Pattanakran Rd.,

Suanluang Bangkok 10250, Thailand

E-Mail rotphuket@icloud.com¹

วันที่รับบทความ 13 ธันวาคม 2564

วันแก้ไขบทความ 19 เมษายน 2565

วันตอบรับบทความ 31 พฤษภาคม 2565

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาปัญหาการลดของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ซึ่งพบของเสียที่มีสูงถึง 15.0 เปอร์เซ็นต์ต่อการผลิตหนึ่งครั้ง จากข้อมูลจำนวนของเสียรวมภายในเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 พบปัญหาของเสียในการผลิตแชมพูสูตร A ได้แก่ 1. เป็นเม็ด/ลิ่ม 2. เป็นก้อน 3. ระเหยจากการฮีต 4. เป็นเนื้อฟอง ซึ่งได้วิเคราะห์สาเหตุที่เกิดของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ที่มีสาเหตุมาจากเครื่องจักรที่มีรอบไวกวนไม่เหมาะสมกับการผลิตและวัตถุดิบเกิดการปะปนหรือจับตัวกันเป็นก้อนจึงทำให้เกิดของเสีย โดยการกำหนดประยุกต์ใช้วิธีในการแก้ไข ประกอบด้วย การแก้ไขด้านเครื่องจักรโดยใช้หลักการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม ด้วยการทดสอบแบบ 2^k full factorial และการแก้ไขทางกายภาพ โดยกำหนดปัจจัยในการทดสอบ ประกอบด้วย 4 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ ไวกวน 1 ไวกวน 2 ชั่วโมงการทำงาน จำนวนที่ใช้ทดสอบทั้งหมดรวม 40 ครั้ง จากผลการทดลองพบว่า มี 1 ปัจจัยส่งผลเชิงเดียวเท่านั้น คือ ไวกวน 1 ไม่มีปัจจัยด้านอื่นร่วมจึงทำการแก้ไขและกำหนดรอบไวกวน 1 ให้เหมาะสม ส่วนการการแก้ไขทางกายภาพ ได้ทำการออกแบบจัดทำตะแกรงที่มี $\varnothing$ 40 cm. ขนาดตาข่าย $\varnothing$ 0.4 cm. ใช้วัสดุ (STAINLESS 304) มาทำการคัดกรองวัตถุดิบก่อนนำไปทำการผลิต ซึ่งผลของการแก้ไขปัญหานี้ ทำให้พบว่าสามารถลดจำนวนของเสียจากปัญหาเม็ด เหลือเพียง 0.52 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน

คำสำคัญ: การทดลองเชิงวิศวกรรม 2^k full factorial, การลดของเสีย, การผลิตแชมพู

ABSTRACT

This research study examines the problem of waste reduction in the production process of Formula A shampoo, which is found waste of up to 15.0 percent per production. From the total waste data from September to December 2020, the waste problems in the production of Shampoo Formula A are included: tablets/smells, clumps, evaporation from heating, and bubble texture. To analyze the cause of waste in the production process of shampoo formula A, is found that the rotation of agitator machine is not suitable for production and the raw materials are pulverized or clumped together, resulting in waste. The design of engineering experimental principles is applied by 2^k full factorial testing. By determining the test factors, consisting of 4 factors, including temperature, agitator 1, agitator 2, working hours. The total number of tests is 40 times. From the experimental results, it is found that only one effect factor was agitator 1 and there is no interaction factors involved. Therefore, the agitator 1 cycle is modified and adjusted accordingly. In additional, the physical method is also applied to design and make a sieve with diameter size 40 centimeters, mesh of diameter size 0.4 centimeters by using materials (STAINLESS 304) to screen raw materials before being used in production. The result of solving all these problems, it is found that the waste from the pellet problem is reduced to only 0.52 percent per month.

KEYWORD: The design of engineering 2^k full factorial, waste reduction, production shampoo

1. บทนำ

ในชีวิตประจำวันของคนเราทุกวันนี้ แชมพู หรือยาสระผม ถือเป็นผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมขั้นพื้นฐานที่ขาดไปเลยไม่ได้ เพราะนอกจากจะใช้ทำความสะอาดเส้นผมและหนังศีรษะแล้ว แชมพูส่วนใหญ่ก็ยังมีส่วนช่วยบำรุงรักษาเส้นผมอีกด้วย ซึ่งในปัจจุบัน “แชมพูสมุนไพร” กลายเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย เพราะคนส่วนใหญ่หันมาใส่ใจสุขภาพและเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมจากธรรมชาติกันมากขึ้น ปัจจุบันในตลาดความงามมีการแข่งขันค่อนข้างสูงในทุกกลุ่มผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม ที่มีมูลค่ากว่า 3.3 หมื่นล้านบาทของ 2 แส่นล้านของตลาดโลกคิดเป็น 15% ของตลาดโลก เป็นรองแค่กลุ่มสกินแคร์ ที่มี 42% ของตลาดเท่านั้น ด้วยมูลค่าที่สูงขนาดนี้ จึงเป็นอีกหนึ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีการแข่งขันกันอย่างดุเดือด จากสภาพในปัจจุบันที่มีการแข่งขันสูง การผลิตแชมพูได้มีของเสียซึ่งเกิดขึ้นจากขั้นตอนการผลิตเป็นจำนวนมาก เช่น การผลิตผิดพลาดเนื่องจากเป็นเม็ด เป็นฟองระหว่างการผลิต สูญเสียระหว่างผสมและติดเชื้อ ซึ่งปัจจัยหลาย ๆ อย่างในกระบวนการผลิตไม่ว่าจะเป็นด้านเครื่องจักร อุปกรณ์ วิธีการผลิต ตลอดจนบุคลากรที่ทำให้คุณภาพของสินค้าในกระบวนการผลิตไม่เป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อเพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางการตลาดให้มากขึ้น ทั้งทางด้านราคาและคุณภาพของสินค้า ตลอดจนความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มสูงขึ้น จึงจำเป็นต้องปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้น้อยลง และเพื่อเพิ่มโอกาสด้านการแข่งขันให้มากขึ้น (blockdit, 2563)

การแข่งขัน และการคาดการณ์ระดับภูมิภาคในปี 2570 ตลาดผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมมีมูลค่า 102.11 พันล้านดอลลาร์ในปี 2563 และคาดว่าจะสูงถึง 131.14 พันล้านดอลลาร์ในปี 2570 โดยมีอัตรา CAGR 3.64% ในช่วงคาดการณ์ อุตสาหกรรมดูแลเส้นผมทั่วโลกขนาดระดับโลก แนวโน้ม การแข่งขัน การวิเคราะห์เชิงประวัติศาสตร์และการพยากรณ์ ปี 2564-2570 ความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับการดูแลส่วนบุคคลที่ดีขึ้นและผู้คนที่มีความมั่นใจว่าจะผลิตผลิตภัณฑ์เสริมความงามควบคู่ไปกับกรณีหัวล้านที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยสำคัญบางประการที่คาดว่าจะขับเคลื่อน การเติบโตของตลาดผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมทั่วโลก การดูแลเส้นผมเป็นศัพท์ทั่วไปสำหรับสุขอนามัยและความงามที่เกี่ยวข้องกับเส้นผมที่งอกจากหนังศีรษะของมนุษย์ และขนตามใบหน้า ขนตามร่างกาย และส่วนอื่นๆ ในระดับที่น้อยกว่า กิจกรรมการดูแลเส้นผมแตกต่างกันไปตามวัฒนธรรมของแต่ละคนและลักษณะทางกายภาพของเส้นผม ทริตเมนต์ผมและหนังศีรษะอย่างมืออาชีพมีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ของหนังศีรษะและทำให้คุณภาพผมแย่ลง ซึ่งรวมถึงผมร่วง ด้วยการรักษาเหล่านี้ทำงานโดยการแก้ปัญหาจากราก ส่งเสริมการไหลเวียนโลหิต และฟื้นฟูรูขุมขน ผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมช่วยควบคุม

คุณสมบัติและพฤติกรรมของเส้นผมให้คงอยู่ในลักษณะควบคุมและเป็นที่ต้องการ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสเปิร์มเซลล์ ครีมนวดผม ที่หนีบผมตรงและรีแล็กซ์ แชมพู น้ำยาล้างผม ตัดผมถาวร โทนิค และน้ำสลัดและปัจจัยสำคัญที่ผลักดันการเติบโตของตลาดผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมทั่วโลก ได้แก่ ความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับการดูแลส่วนบุคคลที่ดีขึ้นและผู้คนที่มีแนวโน้มไปสู่ผลิตภัณฑ์เสริมความงามควบคู่ไปกับกรณีหัวล้านที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัย ความกังวลของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับความปลอดภัยของสารกันบูดในผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกายและผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางได้นำไปสู่การตรวจสอบที่เพิ่มมากขึ้นโดยหน่วยงานกำกับดูแล ตามอุตสาหกรรมสุขภาพและความงามสถิติกว่า 80% ของการสร้าง Z- ERS ซื้อผลิตภัณฑ์ดูแลผิวอินทรีย์และธรรมชาติ วัยรุ่นใช้จ่ายเงินกว่า 4 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์ความงาม จำนวนผู้บริโภคที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อผลิตภัณฑ์เสริมความงามควบคู่ไปกับกรณีหัวล้านที่เพิ่มขึ้นยังเป็นการเสริมตลาดของการเติบโตของผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผม ตามรายงานของ American Hair Loss Association (AHLA) เมื่ออายุ 50 ปีผู้ชายประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์มีอาการหัวล้าน และผู้หญิงมากกว่าร้อยละ 50 ประสบปัญหาหัวล้าน นอกจากนี้ ตามรายงานของหอสมุดแห่งชาติด้านการแพทย์ สัดส่วนของผู้ชายที่มีผมร่วงปานกลางถึงหนักคือ 42% สัดส่วนของผู้ชายที่มีผมร่วงปานกลางถึงมากเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 16% สำหรับผู้ชายอายุ 18-29 ปี ถึง 53% ของผู้ชายอายุ 40-49 ปี คาดว่าเอเชียแปซิฟิกจะครองตลาดผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมทั่วโลก จำนวนปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเส้นผมที่เพิ่มขึ้นในผู้ชายและผู้หญิงคาดว่าจะผลักดันการเติบโตของตลาดผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมในภูมิภาคนี้ ดังนั้นปัญหาต่างๆ เช่น ความแห้ง ปวดหัว ความมันส่วนเกิน และผมร่วง เป็นต้น ได้เพิ่มความตระหนักเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ดูแลเส้นผมซึ่งจะช่วยเพิ่มความต้องการ หัวล้านกำลังกลายเป็นเรื่องธรรมดามากขึ้นในประเทศจีน โดยการสำรวจใหม่แสดงให้เห็นว่าคนจีน 1 ใน 6 หรือประมาณ 250 ล้านคนกำลังมีปัญหาผมร่วง จากการสำรวจของสมาคมส่งเสริมสุขภาพและการศึกษาแห่งประเทศไทย (CAHEP) พบว่า ผู้ชายอายุ 20 ถึง 40 ปีเป็นกลุ่มหลักที่มีปัญหา ความจริงอีกประการหนึ่งก็คือผู้ชายมักจะประสบปัญหาผมร่วงมากกว่าผู้หญิง จากการสำรวจของสมาคมแพทย์ของจีนสรุปว่าอุบัติการณ์ของการสูญเสียเส้นผมในหมู่ผู้ชายจีนเป็น 25 เปอร์เซ็นต์ (Now26tv, 2564)

จากข้อมูลของบริษัทการผลิตเครื่องสำอางแห่งหนึ่งที่ทำการศึกษาเป็นผลิตภัณฑ์แชมพูที่เปิดทำการมาแล้วประมาณ 40 ปี ใช้เครื่องจักรที่นำเข้าจากประเทศเยอรมัน ปัจจุบันเครื่องจักรมีอายุการใช้งานค่อนข้างเก่า โดยเครื่องจักรที่ใช้มีอายุการทำงาน ประมาณ 14 ปี ลักษณะกระบวนการผลิตในรูปแบบกึ่งอัตโนมัติ จึงทำให้เกิดของเสียสะสมในแต่ละเดือนเป็นจำนวนมาก จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม 2563 ระยะเก็บข้อมูล 4 เดือน พบว่า จากการผลิตทั้งหมด 38,000.00 กิโลกรัม เฉลี่ย 9,500.00 กิโลกรัมต่อเดือน มีปริมาณของเสีย 5.33% จากยอดการผลิต หรือคิดเป็นมูลค่าสูญเสีย เฉลี่ยเดือนละ 354,943 บาทต่อเดือน หรือ 1,419,772 บาทต่อปี ปัญหาที่พบมีดังต่อไปนี้ 1. เป็นเม็ด/ลิ่ม 2. เป็นก้อน 3. ระเหยจากการฮีด 4. เป็นเนื้อฟอง ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจศึกษาปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตแชมพู ซึ่งมีค่าความเสียหายอยู่ที่ 1,419,772 บาทต่อปี โดยจะประยุกต์ใช้หลักการด้านการจัดการคุณภาพและงานวิศวกรรม และคาดว่าจะลดของเสียอย่างน้อย 5%

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A

2.2 เพื่อลดของเสียจากกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ให้ลดลงอย่างน้อย 5%

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม (Design of Experiment: DOE) มีจุดประสงค์ที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่าปัจจัย (factors) ของกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง แล้วดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตอบสนอง (Response) ของกระบวนการนั้นๆ โดยพิจารณาจากปัจจัยที่ใส่เข้าไปในกระบวนการผลิต (Input: Xs) หรือมีอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย (Interaction) ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการ (Output: Ys) อย่างมีนัยสำคัญ (ฉัตรชัย ฉายะระถิ, 2563) พบของเสียจากเม็ดขุบโครเมียมบนผิวพลาสติก (อรรคพล ดวงสีแสน, 2555) หาความสำคัญของปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต และใช้แผนผังก้างปลา

วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์สเปกตรัม 350-750 นาโนเมตร ด้วยการจำลองแรงดันไฟฟ้า 1.25-5.24 V. โดยให้ (ปาพจน์ ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา, 2561) ลดอุณหภูมิในการฉีดพลาสติกของแม่พิมพ์ (พรชัย มามี และศศิธร พ่วงจำง, 2554) มีเป้าหมาย คือ การลดอัตราของเสียที่เกิดขึ้นลง 80 เปอร์เซ็นต์เพื่อให้ (อุดม ลพสุนทร, 2559) ควบคุมค่าความสูงของครีมโลหะบัดกรีเพื่อวิเคราะห์ หาค่าความเสี่ยง (ธีรนนท์ สุทธธรรมรัตน์, 2562) ได้ใช้เทคนิค FMEA ดำเนินการหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า (วรุฒม์ สุจริตจันทร์, 2561) สามารถลดการเกิดของเสียประเภทค่าความสะอาดไม่ได้ตามมาตรฐานของลูกค้าจากเดิม 219,475 ชิ้นต่อล้านชิ้น (DPPM) ลดลงเป็น 60,315 ชิ้นต่อล้านชิ้น (DPPM) ลดลงจากเดิม 72.52% และสามารถลดมูลค่าการแก้ไขสินค้า ได้ 9,339,508.80 บาทต่อปี

4. วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

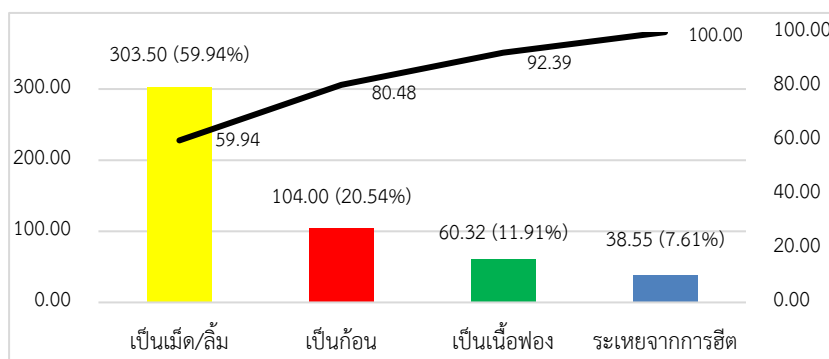
ในการดำเนินการทำวิจัยนี้ได้เริ่มจากการเก็บข้อมูลของปัญหา ค้นคว้าข้อมูล แล้วนำมาวิเคราะห์ปัญหาของสาเหตุที่ทำให้เกิด ของเสียในการผลิตขนมพุดดิ้ง A จึงกำหนดวิธีการในการแก้ไขปัญหาและวิเคราะห์ผล ด้วยผลลัพธ์ทางทฤษฎีและทางกายภาพตาม หัวข้อต่อไปนี้

4.1.1 การศึกษาปัญหา

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม ปี 2563 แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณการเกิดของเสีย ด้วยเครื่องมือพาเรโต เพื่อหาสาเหตุการเกิดของเสียในกระบวนการ โดยทำการศึกษามีของเสียประเภทใดที่เกิดจากกระบวนการผลิต ขนมพุดดิ้ง A แสดงเป็นจำนวนเปอร์เซ็นต์ประเภทของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตขนมพุดดิ้ง A ได้แก่ ของเสียที่เป็นเม็ดคืดเป็นของ เสีย 59.94% ซึ่งเป็นประเภทของเสียที่เกิดขึ้นสูงสุดดังรูปที่ 2



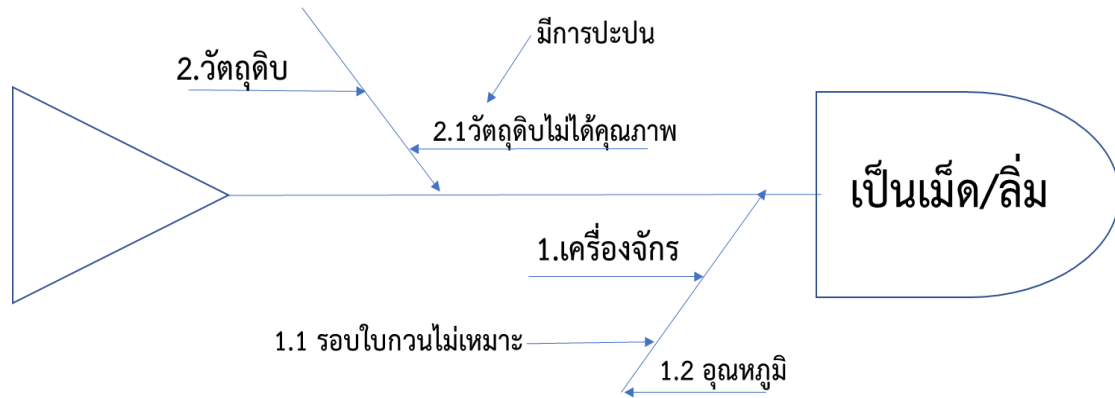
รูปที่ 1 ลักษณะปัญหาเป็นเม็ด / ลิ่ม



รูปที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยกราฟพาเรโต

4.1.2 การวิเคราะห์ปัญหา

ผู้ศึกษาได้คัดเลือกปัญหาจากหลักการ 80:20 พบว่า มีปัญหาย่อยที่ต้องนำมาดำเนินการแก้ไขก่อน คือเป็นเม็ด มีของเสียเฉลี่ย 303.50 กก./เดือน คิดเป็นของเสีย 59.94 %ต่อเดือนเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงในการลดของเสียต่อไปโดยใช้แผนผังก้างปลาที่รูปที่ 3



รูปที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา

จากการวิเคราะห์แผนภูมิ ก้างปลาแสดงสาเหตุของกระบวนการผลิตชมพูสูตร A ผู้ศึกษาได้วางแนวทางการแก้ไขปัญหาแล้ว มากำหนดแนวทางการแก้ไขในหัวข้อที่ผู้ศึกษาได้พิจารณาไว้แล้วดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปสาเหตุของปัญหา

สาเหตุหลัก	สาเหตุรอง	วิธีการแก้ปัญหา	เครื่องมือที่ใช้
- เครื่องจักร	- อุณหภูมิความร้อนไม่ถึง - รอบในกวนไม่เหมาะสม	- ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลนำมาวิเคราะห์ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการใช้งานด้วยการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม 2^k factorial design	- โปรแกรม MiniTab
- วัตถุดิบ	- วัตถุดิบจับตัวกันเป็นก้อน ปะปนกันมา	- จัดทำตะแกรงคัดกรองตรวจสอบวัตถุดิบที่ไม่ ละลายก่อนเทลงถังผสม	- จัดทำจัดทำตะแกรงคัดกรอง

4.1.3 การกำหนดแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตชมพู สูตร A ผู้ศึกษาได้ร่วมประชุมกับฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น พบว่า ปัญหาชมพู สูตร A เป็นเม็ด เป็นปัญหาเร่งด่วนที่ต้องดำเนินการแก้ไข เมื่อแก้ไขปัญหาชมพู สูตร A เป็นเม็ดได้ จะทำให้ของเสียในการผลิตลดลง ผู้ศึกษาได้กำหนดวิธีการลดของเสียในกระบวนการผลิตชมพู สูตร A เพื่อต้องการลดของเสียในกระบวนการผลิตโดยการดำเนินงานจำแนกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ ดังต่อไปนี้การดำเนินการหลักการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดเม็ด/ลิ่ม พบว่า มี 4 ปัจจัยหลัก ๆ ที่ทำให้เกิดของเสีย จึงได้ทำการกำหนดเงื่อนไขในการทดลองแบบกำหนดค่าระดับต่ำและสูง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เงื่อนไขในการทดลอง

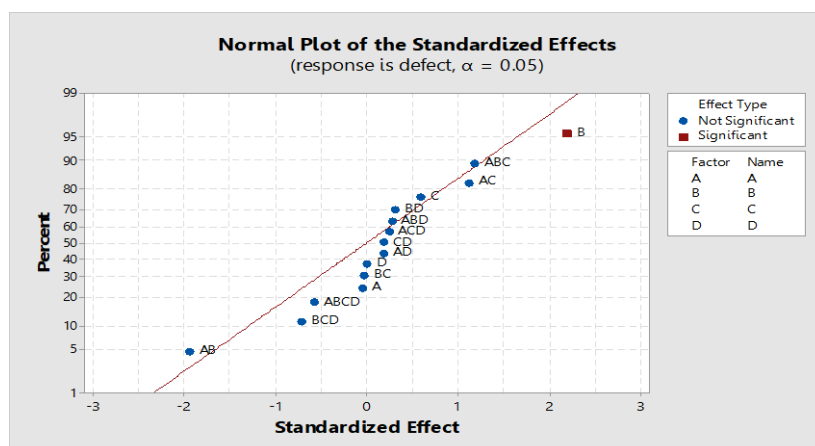
ปัจจัย	ระดับของปัจจัย			
	สัญลักษณ์	ระดับต่ำ	ระดับสูง	หน่วย
Temperature	A	75	90	องศา
ใบกวน 1	B	20	35	rpm.
ใบกวน 2	C	1500	3000	rpm.
working hours	D	7.5	9.5	ชม.

จากตารางที่ 2 การดำเนินการทดลองเบื้องต้นโดยทดสอบ 2^k factorial design กับความเชื่อมั่นที่ 95% มีนัยสำคัญของปัจจัยที่ระดับ 0.05 โดยขั้นตอนการทดสอบ ประกอบด้วย 4 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ จำนวนที่ใช้ทดสอบทั้งหมดรวม 40 ครั้ง ได้ลำดับและผลการทดลองตามข้อมูล ดังตารางที่ 3

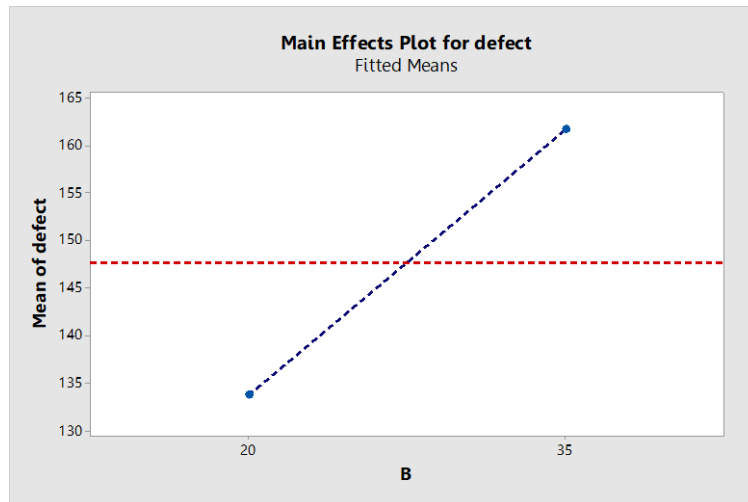
ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	15	13780.4	918.69	2.31	0.032
Linear	4	2520.6	630.16	1.59	0.210
A	1	0.7	0.69	0.00	0.967
B	1	1898.8	1898.75	4.78	0.039
C	1	139.5	139.54	0.35	0.559
D	1	0.0	0.01	0.00	0.997

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า มีเพียงปัจจัยเดียวที่มีค่า P-Value น้อยกว่า $= 0.05$ ที่มีผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ที่ระดับมีนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟ Pareto Chart แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกับของเสีย



รูปที่ 5 Main Effects Plot for defect แสดงรายละเอียดปัญหาของปัจจัย ใบกววน B

จากรูปที่ 5 พบว่า จุดตัดกันสองเส้น ซึ่งเส้นที่หนึ่งมีลักษณะเป็นแนวนอน คือ ค่า defect ส่วนเส้นที่สองมีลักษณะเฉียงตัดกับเส้นที่หนึ่ง คือ เส้นรอบของใบกววน B ทำให้สันนิษฐานได้ว่าถ้าใช้รอบความเร็วสูงของใบกววนที่ 35 rpm. จะทำให้เกิดค่า defect 165 แต่ถ้าใช้รอบความเร็วต่ำของใบกววนที่ 20 rpm. จะทำให้เกิดค่า defect 135 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ควรใช้ความเร็วรอบของใบกววนระดับต่างๆ จะทำให้ลดปัญหา defect ได้มากขึ้น

4.1.4 การกำหนดแก้ไขปัญหาทางกายภาพ

ปรับวิธีการขั้นตอนการเดิมวัตถุดิบ

เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาผลิตมีการปะปนของวัตถุดิบ จึงได้ทำการคัดค้นอุปกรณ์แยกส่วนวัตถุดิบที่เป็นก้อนออกจากวัตถุดิบที่เป็นผง โดยการออกแบบจัดทำตะแกรงที่มี $\varnothing$ 40 cm. ขนาดตะข่าย $\varnothing$ 0.4 cm. ใช้วัสดุ (STAINLESS 304) มาทำการคัดกรองวัตถุดิบก่อนนำไปทำการผลิต ใช้งบลงทุนไปทั้งสิ้น 15,000 บาท หลังจากนำตะแกรงมาใช้งานในระยะเวลา 2 เดือนแรก พบว่า สามารถคัดกรองวัตถุดิบที่จับตัวกันเป็นก้อนได้ดีและทำให้พนักงานสามารถทำงานได้สะดวกขึ้นกว่าเดิมจากเดิมที่ต้องคอยเปิดฝาตรวจเช็คการละลายตัวทุก 30 นาที ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตะข่ายคัดแยกวัตถุดิบที่เป็นก้อน

5. สรุปผลการดำเนินงาน

การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A จากการเก็บข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ทั้งหมด ในช่วงปี 2563 เกิดของเสียเฉลี่ยในแต่ละเดือนเป็นจำนวน 506.33 กิโลกรัมต่อเดือน เป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียอยู่ที่ 5.33% คิดเป็นมูลค่าของเสียโดยประมาณ 354,943 บาทต่อเดือน หลังจากทำการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ Pareto ปัญหาที่พบมากเป็น อันดับหนึ่ง คือ ปัญหาเป็นเม็ด/ลิ่ม หลังจากที่เราทราบถึงปัญหาของการเกิดของเสียแต่ละประเภทแล้ว ผู้ศึกษาจึงได้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียแต่ละประเภทที่เกิดจากกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ผู้ศึกษาได้ประเมินและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเป็นเม็ด/ลิ่ม ที่มีของเสียสูงที่สุด โดยใช้ Mind map ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์การดำเนินการหลักการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม หลังจากได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อ การเกิดเม็ด/ลิ่ม พบว่ามี 4 ปัจจัยหลัก ๆ ที่ทำให้เกิดของเสีย จึงได้ทำการกำหนดเงื่อนไขในการทดลอง

1. การดำเนินการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม (DOE) โดยมีปัจจัยนำเข้าดังนี้

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1.1 temperature | กำหนดใช้สัญลักษณ์ A |
| 1.2 ใบกวน1 | กำหนดใช้สัญลักษณ์ B |
| 1.3 ใบกวน2 | กำหนดใช้สัญลักษณ์ C |
| 1.4 working hours | กำหนดใช้สัญลักษณ์ D |

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า มีเพียงหนึ่งปัจจัยที่มีค่า P-Value น้อยกว่า $= 0.05$ ซึ่งทำให้มีผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A ที่มีนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตแชมพูสูตร A พบว่า มีเพียงปัจจัย B ที่ส่งผล และไม่มีปัจจัยร่วมทั้ง 2 ทาง และ 3 ทางที่ส่งผล เนื่องจากค่า P-value มากกว่า 0.05 ที่ความเชื่อมั่น 95% จากผลลัพธ์ที่ได้นำมาทำการลดรูปแบบการทดลอง (Reduce Model) โดยนำ ปัจจัยใบกวน1 (B) มาวิเคราะห์ พบว่า ค่า P-Value ได้เท่ากับ 0.00 น้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทำการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ พบว่า ค่า R-sq และค่า R-sq(adj) มีค่าเท่ากับ 40.65% และ 39.08% ซึ่งมีค่ามากกว่า 34.06% แสดงว่าปัจจัยกับผลลัพธ์มีความสัมพันธ์กัน

2. ปรับวิธีการขั้นตอนการเติมวัตถุดิบเนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาผลิตมีการปะปนของวัตถุดิบ ผู้ศึกษาจึงได้ทำการคิดค้นอุปกรณ์แยกส่วนวัตถุดิบที่เป็นก้อนออกจากวัตถุดิบที่เป็นผงโดยการออกแบบจัดทำตะแกรงที่มี $\varnothing 40$ cm. ขนาดตะข่าย $\varnothing 0.4$ cm. วัสดุ (STAINLESS 304) หลังจากได้เพิ่มอุปกรณ์ตัวนี้เข้าไปในการทำงานทำให้สามารถทำงานได้ง่ายขึ้นเนื่องจากได้ทำการคัดกรองส่วนผสมวัตถุดิบก่อนนำไปผลิต

6. เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย ฉายะธรี. (2563). การลดของเสียในกระบวนการชุบโครเมียมด้วย วิธีการออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.
- ธีรนนท์ สุทธธรรมรัตน์. (2562). ลดความผิดพลาดที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตแผ่นหน้าต่างอลูมิเนียมระบบผนังกระจกสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ปาพจน์ ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา (2561).การออกแบบการทดลองเพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกของชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พรชัย มามี และศศิธร พ่วงจำจ. (2554). การลดของเสียในกระบวนการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ กรณีศึกษา บริษัท ควอลิตี้ แอสเซมบลี (ไทยแลนด์) จำกัด. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

- วรุตม์ สุจริตจันทร์. (2561). การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนหัวฉีดน้ำมัน. สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- อรรคพล ดวงสีแสน. (2555). การลดของเสียในการผลิตเบาะรถยนต์ด้วยการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ กรณีศึกษาโรงงานผลิตเบาะรถยนต์. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.
- อุดม ลพสุนทร. (2559). การลดของเสียในกระบวนการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นพีซีบี. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- Blockdit. (กรกฎาคม 20, 2020). ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.blockdit.com/posts/5f15112a8112ff0cd5780223>. (วันสืบค้นข้อมูล: 20 กรกฎาคม 2563).
- Now26tv. (กรกฎาคม 06, 2021). ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.now26.tv/hair-care-market-2021-size-share>. (วันสืบค้นข้อมูล: 20 สิงหาคม 2564).

การศึกษาการลงทุนดำเนินงานดูแลระบบอาคารเพื่อทดแทนการจ้างผู้รับเหมาช่วง AN INVESTMENT STUDY OF FACILITY MANAGEMENT IN BUILDING SYSTEM TO REPLACE FOR HIRING SUBCONTRACTORS

กฤตัญญ์ ปลื้มชัย¹, ศักดิ์ชาย รักษการ² และพจนีย์ ศรีวิเชียร³

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

1761 ถนนพัฒนาการ สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250

Kritnat Pluemchai¹, Dr.Sakchai Rakkran² Podchanee Sriwichian³

Master of Engineering in Engineering Management Program

Graduate School, Kasem Bundit University

1761 Pattanakarn Rd., Suan Luang Bangkok 10250, E-Mail: Kritnat101@gmail.com

วันที่รับบทความ 8 ธันวาคม 2564

วันแก้ไขบทความ 29 เมษายน 2565

วันตอบรับบทความ 31 พฤษภาคม 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ศึกษาปัญหาการลงทุนในการดำเนินการเองในการดูแลระบบอาคารสูงทดแทนการจ้างผู้รับเหมาช่วง เพื่อเป็นการลงทุนขยายธุรกิจลดหย่อนรายจ่ายที่ต้องสูญเสียไป จากข้อมูลสัญญาการดำเนินงานปัจจุบัน มีจำนวนอาคาร 40 อาคารที่ทางบริษัทที่ศึกษา ได้ดูแลอยู่ต้องทำในทุกปี จึงทำให้จากปีที่ผ่านมาได้พบมูลค่าการจ้างผู้รับเหมาช่วงรวมเป็นจำนวนเงิน 10,400,000 บาทต่อปี หรือคิดเป็น 7.4% รายจ่ายต่อปี หลังจากนั้นผู้ศึกษาจึงได้วิเคราะห์มูลค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการว่าจ้างผู้รับเหมาช่วง ข้อมูลคุณสมบัติ ค่าจ้างแรงงานต่าง ๆ และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง มาทำการเปรียบเทียบทั้ง 3 ทางเลือก ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ในสถานการณ์ทางเลือกที่ 3 เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีมูลค่าสุทธิการลงทุนน้อยที่สุดเป็นจำนวน 6,444,000 บาทต่อปี และมีความสอดคล้องกับนโยบายของบริษัท รวมถึงความเป็นไปได้ในทางด้านการจัดการมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีข้อดีคือสามารถพัฒนาศักยภาพพนักงานตามความต้องการขององค์กรได้ ปรับปรุงมาตรฐานการทำงานภายในองค์กรเพิ่มประสิทธิภาพทุกภาคส่วน มีโอกาสที่ได้อะไรเพิ่มมากขึ้น เพราะมีผู้เชี่ยวชาญอยู่ในองค์กรมากขึ้น และมีข้อเสียน้อยกว่าสถานการณ์อื่น ๆ ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้รับเหมาช่วงเป็นจำนวน 3,956,000 บาทต่อปี คิดเป็น 38% ของค่าใช้จ่ายจากทางเลือกเดิม

คำสำคัญ: การทดแทนการจ้างผู้รับเหมาช่วง, การดูแลระบบอาคาร

ABSTRACT

This research studies the problem of investing in run own business of the facility management in high-rise buildings instead of hiring sub-contractors, which is expanding investment of the business for compensating with the lost expenses. From the information of the current operating contract, there are 40 buildings that the company has managed every year. As a result, from last year, the total cost of subcontractors was found approximately 10,400,000 baht per year or 7.4% of expenses per year. Therefore, the study has analyzed the cost of hiring a sub-contractor, properties information, labor wages, and related information to compare the three options. The results of the analysis in the scenario of options at 3th are optimal. The minimum net present value is approximately 6,444,000 baht per year and in accordance with the company's policy and the most possible in practical management. Moreover, the advantages of the potential development of employees according to the needs of the organization and improve work standards within the organization to increase efficiency in all sectors. Also, more chances are to get a job because there is more expertise in the organization and get a fewer disadvantages than other options. This can be reduced the cost of hiring a subcontractor by 3,956,000 baht per year, representing 38% of the cost of the original alternative.

KEYWORDS: Replacement to Hire Subcontractors, Facility Management

1. บทนำ

ปัจจุบัน ในขณะที่อาคารสูงกำลังเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อย ๆ แต่ในขณะเดียวกันงานบริหารจัดการอาคารที่เน้นด้านคุณภาพ ความปลอดภัย ก็เป็นอีกหนึ่งเรื่องที่ไม่ควรมองข้าม เพื่อให้ทุกคนสามารถใช้ชีวิตทั้งการพักอาศัยและการทำงานในอาคารสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้รับความสะดวกสบาย และที่สำคัญ คือ ความมั่นคงและปลอดภัยในทุกมิติ จึงส่งผลให้การบริหารจัดการอาคารสำนักงาน (Facilities Management) เข้ามามีบทบาทสำคัญสำหรับผู้ประกอบการอาคาร (สากลทองประภา, 2562) ยิ่งไปกว่านั้น อาคารสูงขนาดใหญ่ที่ผุดขึ้นใหม่ก็ยังมีระบบที่ก้าวล้ำนำสมัยมากขึ้น จึงเป็นความท้าทายของบริษัทผู้ให้บริการด้านบริหารจัดการอาคารสำนักงานที่ต้องปรับตัวเตรียมรับมือให้ทัน ซึ่งตัวแปรสำคัญมาจากเทคโนโลยีหลาย ๆ ด้านทั้งสิ้น โดยการที่จะขับเคลื่อนการบริหารจัดการอาคารสูงในไทยให้ได้มาตรฐานและมีความปลอดภัยนั้น ผู้ให้บริการในด้านนี้จึงจำเป็นต้องเพิ่มทักษะด้านการจัดการอาคารและความปลอดภัย โดยเฉพาะความเป็นมาตรฐานที่มากยิ่งขึ้น ทั้งในด้านการบริหารจัดการอาคารและการดูแลอาคาร ที่รวมถึงการซ่อมแซม การบำรุงรักษาสภาพโครงการ ตลอดจนการเพิ่มทักษะด้านการใช้และคิดค้นระบบเทคโนโลยีด้านการบริหารจัดการที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ให้อาคารสูงในประเทศไทยเป็นอาคารแห่งความปลอดภัยเพื่อการทำงานและการอยู่อาศัยที่ปลอดภัยของทุกชีวิตในอาคาร (มนตรี บัวมาก, 2557)

บริษัทดูแลจัดการระบบอาคารสูงที่ศึกษา ดำเนินธุรกิจด้านการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์มานานกว่า 40 ปี ทำให้เรามีความเชี่ยวชาญในทุกรายละเอียด และตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการอสังหาริมทรัพย์ ดำเนินธุรกิจ 2 ประเภท คือ งานบริหารจัดการอาคาร และงานระบบวิศวกรรมอาคาร ดังนี้ 1. งานบริหารจัดการอาคาร คือ งานที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการอาคารทุกประเภท บริหารงานนิติบุคคลอาคารชุด นิติบุคคลหมู่บ้านจัดสรร 2. งานด้านระบบวิศวกรรมอาคาร ที่ดำเนินงานตั้งแต่ การดูแลควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องจักร งานบำรุงรักษาซ่อมแซม งานจัดทำแผนงาน ตลอดจนการวางแผนควบคุมค่าใช้จ่าย ปัจจุบันพบปัญหาและอุปสรรคด้านการจัดการผู้รับเหมาช่วง โดยเฉพาะในด้านระยะเวลาที่เกินกว่ากำหนดสัญญาที่เกิดขึ้นทำให้เกิดต้นทุนค่าใช้จ่ายกับบริษัทตามมาเป็นจำนวนมาก ที่ต้องจ้างผู้รับเหมาดูแลแต่ละระบบ

ภายในอาคารที่ทางบริษัทได้ดูแลอยู่ เช่น 1. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าประจำปี 2. ตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ 3. ตรวจสอบอาคาร 4. การจัดทำรายงาน Monitor (EIA) ประจำปี สิ่งหลัก ๆ เหล่านี้จำนวนอาคาร 40 อาคารที่ทางบริษัทฯ ได้ดูแลอยู่ต้องทำในทุกปี จึงทำให้จากปีที่ผ่านมาได้พบมูลค่าการจ้างผู้รับเหมาช่วงรวมเป็นจำนวนเงิน 10,400,000 บาทต่อปี คิดเป็นรายจ่ายต่อปี 7.4% จากยอดขายที่ทางบริษัทได้ตั้งเป้าไว้ต่อปี นอกจากนี้ในด้านคุณภาพการให้บริการยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการกับลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเกิดมาจากการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิธีการ วัสดุ และบุคลากรที่ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจศึกษาแนวทางการลงทุนในการดำเนินการดูแลระบบอาคารสูงเองทดแทนการจ้างผู้รับเหมาช่วงเพื่อเป็นการลงทุนขยายธุรกิจลดหย่อนรายจ่ายที่สูงถึง 7.4% ต่อปี โดยคาดว่าจะใช้หลักการและทฤษฎีของการจัดการด้านการเงินและการจัดการงานวิศวกรรมมาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา และคาดว่าผลลัพธ์สามารถทราบถึงแนวทางผลทางเศรษฐศาสตร์การลงทุน และข้อดีข้อเสียในการลงทุนด้านบุคลากร วัสดุ เครื่องมืออุปกรณ์เทคโนโลยี และวิธีการดำเนินการ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการลงทุนการดำเนินการดูแลระบบอาคารสูงทดแทนการจ้างผู้รับเหมาช่วง

2.2 เพื่อกำหนดแนวทางการตัดสินใจการลงทุนทดแทนการจ้างผู้รับเหมาช่วง

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนทางด้านการตลาด ด้านเทคนิค และทางด้านการเงิน และการลงทุนการดำเนินงาน ด้วยการใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลรายละเอียด และใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางการเงิน ประกอบด้วย การประมาณกระแสเงินสดของโครงการ (Cash Flow) การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทน (NPV) การคำนวณอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return) การคำนวณจุดคุ้มทุน (Break Even Point) ระยะเวลาการคืนทุน (Pay Back Period) และการวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจในการลงทุน (สรณธรรัตน์ วิจิตรคุณวัฒน์, 2560) นอกจากนี้ยังเป็นทางเลือกในธุรกิจเพื่อก่อให้เกิดขีดความสามารถในการแข่งขันในการลดต้นทุนขององค์กร (ณิรณัฐ ขวดแก้ว, 2554) และนำพาองค์กรไปสู่การบรรลุผลตามที่ได้ออกวางทั้งในระยะสั้นและระยะยาว (ศุภวรรณ นครน้อย, 2554) เพื่อเปรียบเทียบการใช้กลยุทธ์ของแต่ละองค์กร และนอกจากนี้การออกแบบสอบถามเน้นหนักในการให้น้ำหนักคะแนนน้อยเพื่อทราบถึงการปฏิบัติงานเบื้องต้น หลังจากนั้นเป็นการออกแบบสอบถามคำถามปลายเปิด เพื่อสัมภาษณ์เชิงลึกผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าแต่ละองค์กรจะมุ่งเน้นการกลยุทธ์ (อนุพันธ์ ปทุมสูตร, 2558) มุ่งเน้นการบริหารต้นทุนและมุ่งเน้นการดำเนินงานพร้อมทั้งการสร้างสัมพันธ์ภาพต่อลูกค้าของตน

การลดต้นทุนขององค์กรด้วยการกำหนดแนวทางการบริหารจัดการต้นทุนแรงงาน โดยประยุกต์ใช้การจ้างงาน แบบการจ้างรับเหมาช่วงภายใน ลดการรับเหมาจากภายนอก โดยใช้หลักการเปรียบเทียบระหว่างการจ้างภายในและภายนอกให้เหมาะสมกับจำนวนงานกับการจ้างรับเหมาช่วงภายใน (Internal Outsourcing) (พิรภัทร์ แก้วพิจิตร, 2562) ในการวิเคราะห์ปัญหา โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลงานด้านการจัดการผู้รับเหมาช่วง จากการใช้หลักการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการลงทุนดำเนินการเองทดแทนการจ้างผู้รับเหมาช่วง และจากการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการว่าจ้างผู้รับเหมาช่วง ข้อมูลคุณสมบัติ ค่าจ้างแรงงานต่าง ๆ และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง จึงนำมาวิเคราะห์มาเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ด้านวิศวกรรม ในมิติของความคุ้มค่าต่อการลงทุนเองกับการจ้างผู้รับเหมาช่วงต่อปี คุณสมบัติของแต่ละตำแหน่ง ข้อดีและข้อเสีย สิ่งเป็นประโยชน์ในการนำมาใช้ในการศึกษาได้เป็นอย่างดี (วนิดา วันทา, 2556)

4. วิธีการดำเนินงานและผลลัพธ์

4.1 การกำหนดทางเลือกในการเปรียบเทียบการลงทุน

ทางบริษัทดูแลจัดการระบบอาคารสูงมีการเก็บข้อมูลงานของปัญหาและอุปสรรคด้านการจัดการผู้รับเหมาช่วง โดยเฉพาะในด้านระยะเวลาที่เกินกว่ากำหนดสัญญาที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดต้นทุนค่าใช้จ่ายกับบริษัทตามมาเป็นจำนวนมาก โดยวัดผลจากงานที่เสร็จตามแผนและกำหนดเวลามาตรฐาน ซึ่งจากปีที่ผ่านมาบริษัทที่ศึกษาพบว่าค่าใช้จ่ายในการจัดจ้างผู้รับเหมาภายนอกเป็นจำนวนเงิน 10,400,000 บาท จึงมีการทำวิเคราะห์ของข้อมูลเดิม และกำหนดทางเลือกเชิงกลยุทธ์ 2 ทางเลือก (Scenario) นำมาวิเคราะห์ต้นทุนความคุ้มค่าเลือกกลยุทธ์ที่เหมาะสม ดังต่อไปนี้

4.1.1 ทางเลือกเดิมทางบริษัทฯ จ้างผู้รับเหมาช่วงทั้งหมด ที่ประกอบไปด้วยการจัดทำรายงาน EIA การตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ การตรวจสอบระบบไฟฟ้าประจำปี และการตรวจสอบอาคาร ซึ่งมีการจ้างผู้รับเหมาภายนอกเข้ามาดำเนินการเป็นตัวแทนของบริษัททั้งหมด ซึ่งจะเห็นได้ว่างานแต่ละระบบต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง และมีการจัดทำรายงานประกอบ จึงทำให้ค่าใช้จ่ายในการจัดจ้างสูงตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดการจ้างผู้รับเหมาช่วงต่อปี

รายการตรวจงานระบบ	จำนวนครั้ง/ปี	จำนวนอาคาร	จำนวนเงิน	รวม (บาท)
การจัดทำรายงาน Monitor (EIA)	2	40	100,000	4,000,000
ตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire alarm)	1	40	60,000	2,400,000
ตรวจสอบระบบไฟฟ้าประจำปี	1	40	50,000	2,000,000
ตรวจสอบอาคาร	1	40	50,000	2,000,000
รวม				10,400,000

4.1.2 ทางเลือกในการงดการจ้างภายนอกและดำเนินการเอง โดยเป็นการคัดเลือกพนักงานที่มีความความสามารถส่งไปอบรมและไปพัฒนาให้มีความเชี่ยวชาญในระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

4.1.3 ทางเลือกแบบผสมผสาน ทั้งแบบ 4.1.1 และ 4.1.2 โดยการจัดจ้างผู้รับเหมาภายนอกเฉพาะการตรวจสอบบางระบบที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านในด้าน EIA เพราะเป็นงานที่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญภายนอกเฉพาะเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือและการยอมรับ และส่วนระบบที่พนักงานเดิมสามารถดำเนินการปฏิบัติงานได้ก็จะจัดดำเนินการเอง

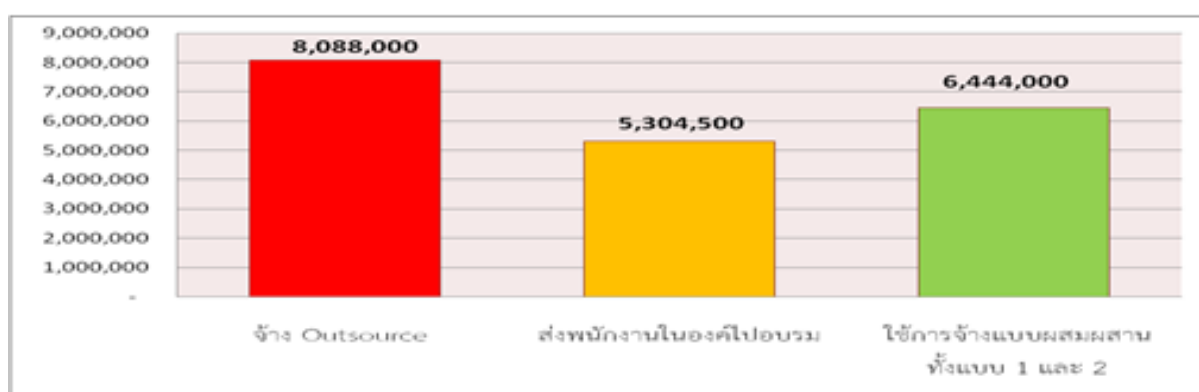
4.2 ผลการเปรียบเทียบด้านต้นทุน

จากการวิเคราะห์ต้นทุนของทางเลือกเชิงกลยุทธ์ทั้ง 3 ทางเลือก สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.2 ซึ่งแยกจ่ายรายจ่ายเงินเดือน จำนวนคน และค่าใช้จ่ายในการอบรมของแต่ละระบบ พบว่าทางเลือกเดิม เป็นปัญหาว่าค่าใช้จ่ายสูง 8,088,000 บาท และรวมค่าใช้จ่ายอื่นๆ 2,312,000 บาท รวมค่าใช้จ่ายสุทธิ 10,400,000 บาท ความแตกต่างระหว่างทางเลือกที่ 1 และ 2 : ทางเลือกที่ 2 ส่งพนักงานบางส่วนไปอบรมยังจ้างผู้เชี่ยวชาญแต่ละระบบและยังจัดจ้างทำ EIA เหมือนเดิมจากภายนอก ส่วนในทางเลือกที่ 3 จัดจ้างบุคลากรครบทุกระบบแต่ยังจัดจ้างทำ EIA เหมือนเดิมจากภายนอก และเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด มีความสอดคล้องกับนโยบายบริษัทและมีความเป็นไปได้ในการจัดการมากที่สุด

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดการเปรียบเทียบต้นทุนของทางเลือกเชิงกลยุทธ์ทั้ง 3 ทางเลือก

รายการตรวจสอบ	ทางเลือกที่ 1		ทางเลือกที่ 2					ทางเลือกที่ 3						
	จ้างผู้รับเหมา ทั้งหมด/เดือน		เงินเดือน ของพนักงาน/ต่อ		ค่าอบรมคนในบริษัท/คน			จ้างวิศวกร/เดือน		เงินเดือน ของพนักงาน/ต่อ		ค่าอบรมคนในบริษัท/คน		
	จำนวนคนที่ใช้ ต่อเดือน	รายจ่าย	เงินเดือน	จำนวน คน	ต่อคน	จำนวนคน	พนักงาน ที่ส่ง อบรม	ค่าจ้าง	จำนวนคน	เงินเดือน	จำนวน คน	ต่อ/คน	จำนวนคน	พนักงาน ที่ส่ง อบรม
ตรวจสอบระบบไฟฟ้าประจำปี	8	276,000	12,000	7	7,500	7	52,500	40,000	1	12,000	7	7,500	7	52,500
การจัดทำรายงาน Monitor (EIA)	4	154,000	ยังใช้ ผู้รับเหมา ช่วง	ยังใช้ ผู้รับเหมา ช่วง	ยังใช้ ผู้รับเหมา ช่วง	ยังใช้ ผู้รับเหมาช่วง	ยังใช้ ผู้รับเหมา ช่วง	ยังใช้ ผู้รับเหมา ช่วง	ยังใช้ ผู้รับเหมา ช่วง	ยังใช้ ผู้รับเหมา ช่วง	ยังใช้ ผู้รับเหมา ช่วง	ยังใช้ ผู้รับเหมา ช่วง	ยังใช้ ผู้รับเหมา ช่วง	ยังใช้ ผู้รับเหมา ช่วง
ตรวจสอบระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (Fire alarm)	4	128,000	12,000	3	6,000	3	18,000	30,000	1	12,000	3	6,000	3	18,000
ตรวจสอบอาคาร	3	116,000	12,000	2	25,000	2	50,000	35,000	1	12,000	2	25,000	2	50,000
			36,000	12	38,500	12	120,500	105,000	3	36,000	12	38,500	12	120,500
รวม/ต่อเดือน		674,000		432,000	(เฉพาะ ค่าอบรม)		120,500	105000		432,000				120,500
รวม/ต่อปี		8,088,000		5,184,000					1,260,000		5,184,000			
รวมทั้งหมด	8	8,088,000.00	8			5,304,500.00	8							6,444,000.00

จากตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบความคุ้มค่าการวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Scenario Planning) มีช่องทางการลดค่าใช้จ่ายของบริษัท คือ นำ Scenario Planning 1, 2, 3 มาเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ซึ่ง ทางเลือก ที่ 3 เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดและมีความสอดคล้องกับนโยบายบริษัท



รูปที่ 4.1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการลงทุน

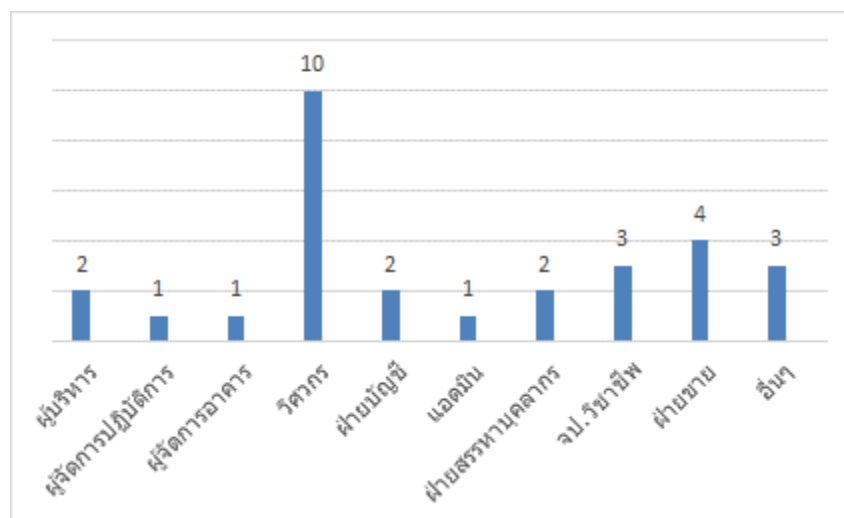
จากรูปที่ 4.1 กราฟวิเคราะห์ 3 ทางเลือกเชิงกลยุทธ์ (Scenario Planning) ทางเลือกที่ 1 มีการจ้าง Outsource ทั้งหมด เป็นจำนวน 8,088,000 บาทต่อปี ทางเลือกที่ 2 ส่งพนักงานบางส่วนไปอบรม จำนวนเงิน 5,304,000 บาทต่อปี ทางเลือก ที่ 3 การจ้างแบบผสมผสาน แบบ 1 และ 2 เป็นจำนวนเงิน 6,444,000 บาทต่อปี

4.3 การวัดผลในด้านประสิทธิภาพ

การวัดผลในด้านประสิทธิภาพของแต่ละ ทางเลือกด้วยประสิทธิภาพด้านความสามารถในการทำงานสำเร็จ ล่วงตามแผนงาน ในการวัดประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการนำข้อมูลเพิ่มเติมต่อการตัดสินใจจึงเสนอมุมมองในการวัดประสิทธิภาพ โดยแบ่งประสิทธิภาพออกเป็นด้านต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์วัดผลในด้านประสิทธิภาพของแต่ละ ทางเลือก ซึ่งดำเนินการประเมินโดยผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder)

ตารางที่ 4.3 ผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder) ภายในองค์กร

การประเมินโดยผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder) ทั้งหมด 29 คน		
ลำดับ	ตำแหน่ง	จำนวน (คน)
1	ผู้บริหาร	2
2	ผู้จัดการปฏิบัติการ	1
3	ผู้จัดการอาคาร	1
4	วิศวกร	10
5	ฝ่ายบัญชี	2
6	แอดมิน	1
7	ฝ่ายสรรหาบุคลากร	2
8	จป. วิชาชีพ	3
9	ฝ่ายขาย	4
10	อื่น ๆ	3
รวม		29



รูปที่ 4.2 แผนภูมิผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stakeholder) ภายในองค์กร

จากรูปที่ 4.2 การประเมิน KPI ภายในองค์กร 10 ตำแหน่ง จากแผนภูมิ เห็นได้ว่า ตำแหน่งวิศวกร มีค่า KPI สูงที่สุด จำนวน 10 คน รองลงมา คือ ตำแหน่งฝ่ายขาย มีค่า KPI สูงปานกลาง จำนวน 4 คน และตำแหน่งผู้จัดการปฏิบัติการ ผู้จัดการอาคาร และแอดมิน มีค่า KPI น้อยที่สุด จำนวน 1 คน ตามลำดับ

การวัดประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 3 ทางเลือก ได้แก่

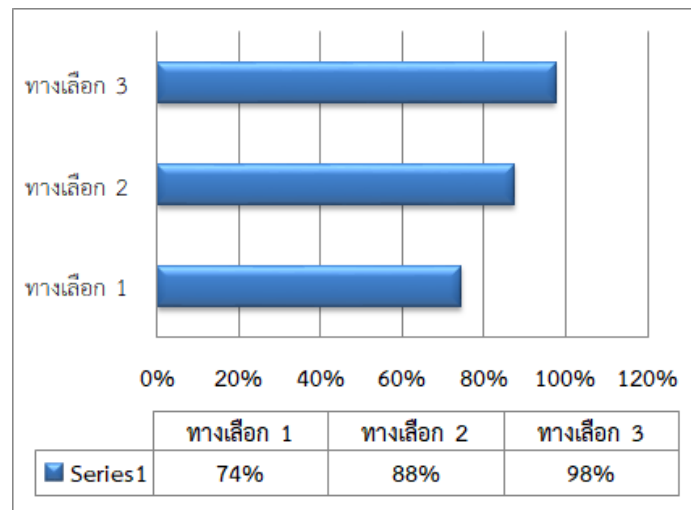
1. ทางเลือก 1 (จ้าง Outsource เป็นพนักงานประจำทั้งหมดต่อปี) ประกอบด้วย
2. ทางเลือก 2 ส่งพนักงานที่มีอยู่ไปอบรมและพัฒนาให้มีความเชี่ยวชาญ
3. ใช้แบบผสมผสาน ทั้งแบบ 1 และ 2

4.4 ผลการวิเคราะห์วัดผลในด้านประสิทธิภาพของแต่ละ ทางเลือก

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์วัดผลในด้านประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือก

ประสิทธิภาพด้าน	ผลการประเมิน (เปอร์เซ็นต์)		
	ทางเลือก 1 (%)	ทางเลือก 2 (%)	ทางเลือก 3 (%)
1. การวางแผน	70	90	100
2. ความถูกต้องและความแม่นยำ	70	90	100
3. ความรวดเร็วและชำนาญ	70	80	90
4. คุณภาพงาน	80	80	100
5. ความถูกต้องครบถ้วน	70	80	100
6. ความน่าเชื่อถือ	80	80	100
7. การติดตามงาน	75	100	100
8. การสื่อสาร	80	100	90
Average	74	88	98

จากตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ด้วย KP I และการวิเคราะห์วัดผลในด้านประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือก พบว่า ทางเลือก 1 มีค่าเฉลี่ย 74% ทางเลือก 2 มีค่าเฉลี่ย 88% ทางเลือก 3 มีค่าเฉลี่ย 98% โดยทางเลือกที่มีประสิทธิภาพที่สูงที่สุด เนื่องจากการวางแผนร่วมกันกับพนักงานภายในบริษัท ทำให้มีประสิทธิภาพในการติดตามสื่อสารและวางแผนได้ดีกว่า



รูปที่ 4.3 การวิเคราะห์ด้วยวัดผลในด้านประสิทธิภาพของแต่ละทางเลือก KPI

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษา เรื่อง ศึกษาการการลงทุนในการดำเนินการดูแลระบบอาคารสูงเองทดแทนการจ้างผู้รับเหมาช่วง จากเปรียบเทียบความคุ้มค่าการวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Scenario Planning) มีช่องทางการลดค่าใช้จ่ายของบริษัท คือ นำ Scenario Planning I, II, III มาเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ซึ่ง Scenario III เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด มีความสอดคล้องกับนโยบายบริษัทและมีความเป็นไปได้ในการจัดการมากที่สุดเป็นจำนวน 6,444,000 บาทต่อปี ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้รับเหมาช่วงเป็นจำนวน 3,956,000 บาทต่อปี คิดเป็น 38% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากทางเลือกเดิม จำนวนเงิน 10,400,000 บาทต่อปี แสดงว่ามีความสอดคล้องงานวิจัยของวิรัช วิรัชนิภาวรรณ (2548) ได้ศึกษาเรื่อง การบริหารจัดการ (Management Administration) การบริหารการพัฒนา (Development Administration) แม้กระทั่งการบริหารการบริการ (Service Administration) แต่ละคำมีความหมายคล้ายคลึงหรือใกล้เคียงกันที่เห็นได้อย่างชัดเจนมีอย่างน้อย 3 ส่วน คือ หนึ่งล้วนเป็นแนวทางหรือวิธีการบริหารงานภาครัฐที่หน่วยงานของรัฐและ/หรือเจ้าหน้าที่ของรัฐนำมาใช้ในการปฏิบัติราชการเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารราชการ สองมีกระบวนการบริหารงาน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การคิด (Thinking) หรือการวางแผน (Planning) การดำเนินงาน (Acting) และทำประเมินผล (Evaluating) และสามมีจุดหมายปลายทาง คือ การพัฒนาประเทศไปในทิศทางที่ทำให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น รวมทั้งประเทศชาติมีความเจริญก้าวหน้าและมั่นคงเพิ่มขึ้น สำหรับส่วนที่แตกต่างกัน คือ แต่ละคำมีจุดเน้นต่างกัน คือ การบริหารจัดการเน้นเรื่องการนำแนวคิดการจัดการของภาคเอกชนเข้ามาใช้ในการบริหารราชการ เช่น การมุ่งหวังผลกำไร การแข่งขัน ความรวดเร็ว การตลาด การประชาสัมพันธ์ การจูงใจด้วยค่าตอบแทน การลดขั้นตอน และการลดพิธีการ เป็นต้น ในขณะที่การบริหารการพัฒนาให้ความสำคัญเรื่องการบริหารรวมทั้งการพัฒนานโยบาย แผน แผนงาน โครงการ (policy, plan, program, project) หรือกิจกรรมของหน่วยงานของรัฐ ส่วนการบริหารการบริการเน้นเรื่องการอำนวยความสะดวกและการให้บริการแก่ประชาชน

6. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัญหา พบว่า มีค่าใช้จ่ายที่มีมูลค่าค่อนข้างสูงของการจ้างผู้รับเหมาช่วงต่อปี จากข้อมูลสัญญาการดำเนินงานปัจจุบัน มีจำนวนอาคาร 40 อาคารที่ทางบริษัทฯ ได้ดูแลอยู่ต้องทำในทุกปี จึงทำให้จากปีที่ผ่านมาได้พบมูลค่าการจ้างผู้รับเหมาช่วงรวมเป็นจำนวนเงิน 10,400,000 บาทต่อปี คิดเป็น 7.4% รายจ่ายต่อปี จึงมีเปรียบเทียบความคุ้มค่าการวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Scenario Planning) มีช่องทางการลดค่าใช้จ่ายของบริษัท คือ นำ Scenario Planning I, II, III มาเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ซึ่ง Scenario III เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด มีความสอดคล้องกับนโยบายบริษัทและมีความเป็นไปได้ในการจัดการมากที่สุดเป็นจำนวน 6,444,000 บาทต่อปี ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้รับเหมาช่วงเป็นจำนวน 3,956,000 บาทต่อปี คิดเป็น 38% ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดจากทางเลือกเดิม จำนวนเงิน 10,400,000 บาทต่อปีและจากการวิเคราะห์ทางเลือกเชิงกลยุทธ์ (Scenario Planning) และการวิเคราะห์วัดผลในด้านประสิทธิภาพของแต่ละ Scenario เปรียบเทียบความคุ้มค่าการวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Scenario Planning) มีช่องทางการลดค่าใช้จ่ายของบริษัท คือ นำ Scenario Planning I, II, III มาเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย ซึ่ง Scenario III เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดและมีความสอดคล้องกับนโยบายบริษัทมากที่สุด

7. เอกสารอ้างอิง

- ณิรุษ ขวดแก้ว. (2554). ศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างรายได้เพิ่มและลดต้นทุน . ใน มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ (หน้า 1-99). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย.
- พิรภัทร์ แก้วพิจิตร. (2562). การศึกษาการบริหารจัดการต้นทุนและแรงงาน. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต. 9(1), 85-101.

- มนตรี บัวมาก. (2557). ปัญหาเกี่ยวกับการบริหารจัดการอาคารสูงตามกฎหมายควบคุมอาคาร. ใน มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, วิทยานิพนธ์ หลักสูตรนิติศาสตรมหาบัณฑิต (หน้า 1-128). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- วนิดา วันทา. (2556). การศึกษาการตัดสินใจการซ่อมบำรุงดอกเอ็นมิลแทนการจ้างภายนอก. การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม (IE-Network 2013). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- วิรัช วิรัชนิภาวรรณ. (2548). การบริหารจัดการและการบริหารการพัฒนาขององค์กรตามรัฐธรรมนูญและหน่วยงานของรัฐ. กรุงเทพฯ: นิติธรรม.
- ศุภวรรณ นครน้อย. (2554). การศึกษากลยุทธ์ทางธุรกิจ และ กลยุทธ์การตลาดของผลิตภัณฑ์ปูนซีเมนต์. ใน สาขาวิชาการตลาด บัณฑิตวิทยาลัย, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (หน้า 1-98). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- สรายุรัตน์ วิจิตรคุณวัฒน์. (2560). การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนจัดตั้งโรงงานผลิตเพชรสังเคราะห์. วิศวกรรมเกษตร บัณฑิต. 8(3), 200-214.
- สากล ทองประภา. (2562). การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการอาคาร. ประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (IET-CON2018) ครั้งที่ 2, (หน้า 60-75). Bangkok.
- อนุพันธ์ ปทุมสูตร. (2558). รูปแบบและกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจรับเหมาก่อสร้าง. หลักสูตรธุรกิจมหาบัณฑิต, วิทยานิพนธ์ (หน้า 1-66). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

การบำรุงรักษาเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์

MAINTENANCE INCREASE EFFICIENCY TO MACHINES FOR PRODUCTION LINE OF THE VEHICLE WIRING HARNESS

วรวิทย์ ทองใส¹ ศักดิ์ชัย รักการ² และ พจนีย์ ศรีวิเชียร³

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

Worawut Thongsai¹ Sakchai Rakkharn² and Podchanee Sriwichian³:

Master of Engineering Program in Engineering Management, Graduate School, Kasem Bundit University

E-Mail: worrawooth_to@hotmail.co.th¹, sakchai.rak@kbu.ac.th², podchanee.sri@kbu.ac.th³

วันที่รับบทความ 13 มกราคม 2565

วันแก้ไขบทความ 12 พฤษภาคม 2565

วันตอบรับบทความ 15 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาปัญหาของการจัดการลดอัตราการหยุดของเครื่องจักร (Downtimes Rate) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟชิ้นส่วน Engine room มีการสูญเสียโอกาสการผลิตที่ 656 ชิ้น/เดือน คิดเป็นมูลค่าสูญเสียโอกาสในการผลิต 3,273,440 บาท/เดือน ซึ่งเครื่องจักรที่พบค่าเวลาในการหยุดเครื่องจักรขัดข้องนอกแผนมากที่สุด 3 ลำดับ คือ 1) Conveyor 63 ชั่วโมง/ปี 2) Grommet 29.67 ชั่วโมง/ปี และ 3) Sub ASSY 29.08 ชั่วโมง/ปี การศึกษาเริ่มจากการดำเนินการศึกษารวบรวมข้อมูล Downtime เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (Mean Time Between Failures: MTBF) และค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (Mean Time to Repair: MTTR) ในการวิเคราะห์คาดการณ์ชิ้นส่วนเครื่องจักรตามปริมาณการผลิตได้ หลังจากนั้นตรวจติดตามสภาพเครื่องจักรและรวมถึงจัดทำระบบเอกสารมาตรฐานต่าง ๆ ประกอบกับการจัดทำตารางมาตรฐานอายุการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหายของเครื่องทั้ง 3 ตัว ในการทำแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่เหมาะสมที่สุด จากผลการศึกษาในช่วง 4 เดือนที่ผ่านมา พบว่า เครื่องจักรทั้ง 3 ตัวมี Downtime ลดลงเป็น 1) Conveyor 30 ชั่วโมง/ปี 2) Grommet 15 ชั่วโมง/ปี 3) Sub ASSY 22 ชั่วโมง/ปี การปรับปรุงประสิทธิภาพเวลาในการหยุดเครื่องจักรเฉลี่ยดีขึ้น 42% นอกจากนี้การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) จากการซ่อมบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ พบว่า สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 12 วัน ทำให้ผลการดำเนินงานตามการวิจัยครั้งนี้มีประสิทธิภาพสูงสุดกับองค์กรเป็นอย่างมาก

คำสำคัญ: การปรับปรุงประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน การซ่อมบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์

ABSTRACT

This research is a study of the problem of the downtime rate reduction management that affects the efficiency of the engine room wiring harness production line. There is a loss of production opportunity at 656 pieces/month, representing a lost value. Opportunity to produce 3,273,440 baht/month, of which the machines found the most unplanned downtime in 3 sequences are 1) Conveyor 63 hours/year 2) Grommet 29.67 hours/year and 3) Sub ASSY 29.08 hours/academic year. The study began with the study to collect Downtime data to analyze the Mean Time between Failures: MTBF and Mean Time to Repair: MTTR data in the component forecast analysis.

machines according to production volume After that, monitoring the condition of the machines and including the preparation of various standard documentation systems, together with the preparation of the standardized table of service life of the damaged parts of the 3 machines in order to make the most suitable preventive maintenance plan. From the results of the study, it was found that during the past 4 months, it was found that Downtime for all 3 machines was reduced to 1) Conveyor 30 hours/year 2) Grommet 15 hours/year 3) Sub ASSY 22 hours/year. The Improvement in average downtime efficiency improved by 42%. Payback Period from predictive maintenance It was found that the capital can be returned within 12 days, making the results of this study the most effective for the organization.

KEYWORDS: Performance improvement, Payback period analysis, Predictive maintenance

1. บทนำ

การผลิตรถยนต์เพื่อจำหน่ายในประเทศและการผลิตรถยนต์เพื่อส่งออกมีแนวโน้มปรับตัวลดลงประมาณร้อยละ -3.0 ถึง -4.0 ภาพรวมอุตสาหกรรมรถยนต์ 8 เดือนแรกของปี 2562 (ม.ค.-ส.ค.) มีปริมาณการผลิตรถยนต์จำนวน 1,403,153 คัน ปรับตัวลดลงร้อยละ -1.25% จากการลดลงของภาคการส่งออกซึ่งเป็นตลาดหลัก โดยมีปริมาณการส่งออก 723,561 คัน ลดลงร้อยละ -4.12% เนื่องจากการส่งออกสำคัญของไทย อย่างออสเตรเลีย และยุโรป กำลังเผชิญปัญหาความเปราะบางทางเศรษฐกิจ (วันนา ยงพรศาลภพ, 2563) เนื่องจากการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า BEV จะมีความต้องการชิ้นส่วนฯ ลดลงอย่างมาก (ในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า BEV ใช้ชิ้นส่วนฯ ระบบส่งกำลังประมาณ 20 ชิ้น เทียบกับรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในซึ่งใช้ชิ้นส่วนฯ มากกว่า 2,000 ชิ้น) แบตเตอรี่จะกลายเป็นชิ้นส่วนฯ หลักในการผลิตรถยนต์แทนเครื่องยนต์โดยคิดเป็นสัดส่วนต้นทุนถึง 30% ของต้นทุนการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า BEV จากการที่เศรษฐกิจไทยกำลังเข้าสู่ช่วงชะลอตัวอย่างชัดเจน ประกอบกับความเข้มงวดของสถาบันการเงินในการปล่อยสินเชื่อที่มากขึ้นขณะที่ภาคการผลิตเพื่อการส่งออกคาดว่า ภาพรวมจะหดตัวต่อเนื่องเป็นปีที่สามติดต่อกัน หากไม่มีปัจจัยบวกที่จะช่วยผลักดันให้อุตสาหกรรมพลิกกลับมาเติบโตได้อีกครั้งหนึ่ง (วันนา ยงพรศาลภพ, 2563)

บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนสายไฟในรถยนต์แห่งหนึ่ง ได้ดำเนินการปรับปรุงด้านประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์อย่างต่อเนื่องโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลการหยุดสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563 มีจำนวน 10 สถานีงาน จากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure: MTBF) และค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (Mean Time To Repair: MTTR) พบว่า เครื่องจักรมีค่า Downtime Rate มากที่สุด 3 ลำดับ คือ 1) Conveyor 2) Grommet และ 3) Sub ASSY การศึกษาในครั้งนี้เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาดำเนินการบำรุงรักษาแบบตามรอบเวลา และการบำรุงรักษาตามสภาพเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สายการผลิตหยุดนอกแผนน้อยที่สุด เพื่อให้สายการผลิตมีผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงตามปริมาณการผลิตที่คุ้มค่าได้อย่างเหมาะสมต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาการลดอัตราการหยุดของเครื่องจักรในสายการผลิตชุดสายไฟของรถยนต์
- 2.2 เพื่อลดการสูญเสียโอกาสในการผลิตงานได้ 15%

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้นำเสนอทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัยการศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต โดยผู้วิจัยทบทวนแนวคิดทฤษฎี วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

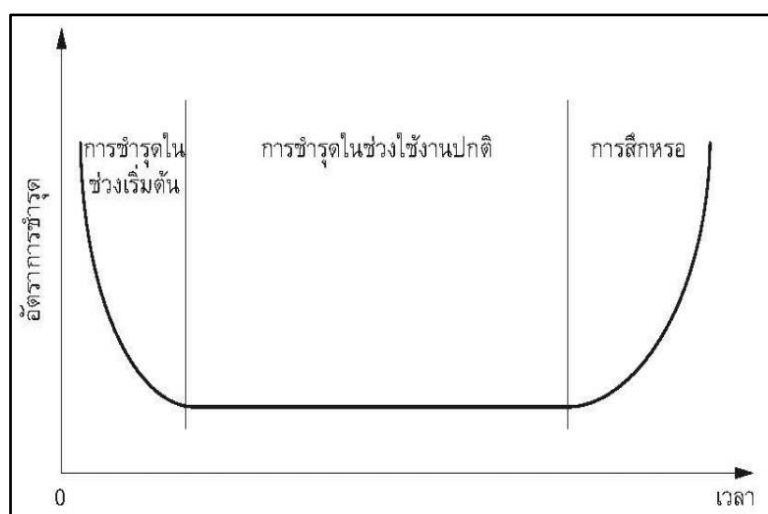
3.1 วิธีการบำรุงรักษา

3.1.1 ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หมายถึง ระบบบำรุงรักษา ประกอบด้วย กิจกรรมประจำ เช่น การตรวจสอบ การตรวจจับ และการแก้ไขความล้มเหลวต่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยเริ่มต้นก่อนที่ความล้มเหลวจะเกิดขึ้น ถูกจัดประเภทเพิ่มเติมเป็นระยะ (Time การซ่อมบำรุงรักษาตามรอบเวลา การเปลี่ยนชิ้นส่วนหรือ Overhaul ตามที่กำหนดในแผนซ่อมบำรุง) การคาดการณ์ (การเฝ้าระวัง การตรวจสอบ การทดสอบและการตรวจสอบเชิงปริมาณทางวิศวกรรม) และการวางแผน (การบำรุงรักษาตามเงื่อนไข การเปลี่ยนชิ้นส่วน Overhaul การปรับปรุงใหม่ การปรับตั้งค่าเครื่องจักร) วัตถุประสงค์หลัก คือ การปรับปรุงอายุการใช้งานของอุปกรณ์และลดความสูญเสียในการผลิตอันเป็นผลมาจากความล้มเหลวของเครื่องจักรและเพื่อความปลอดภัยของพนักงาน (Cogent Engineering, 2021) องค์ประกอบบางประการของการป้องกัน การบำรุงรักษา คือ การดูแลตามปกติ การตรวจสอบตามปกติ การเปลี่ยนเชิงป้องกัน และการตรวจสอบ การวัดค่าต่าง ๆ การใช้ระบบบำรุงรักษาประเภทนี้มีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากชิ้นส่วนที่เสื่อมสภาพ คือ จะต้องทำการเปลี่ยนระหว่างการตรวจสอบ แต่อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายนี้จะถูกชดเชยด้วยอายุการใช้งานของเครื่องจักรที่ยาวนานขึ้น การบำรุงรักษาแก้ไขแบบนี้คือ การดำเนินการแก้ไขเมื่อเกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องที่ค้นพบระหว่างการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อซ่อมแซมอุปกรณ์หรือรายการที่เสียหายนั้นให้อยู่ในสภาพการทำงานเป็นประเภทของการบำรุงรักษาที่ไม่ได้กำหนดไว้

วิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดเวลาหยุดทำงานของระบบเครื่องจักรและค่าบำรุงรักษาที่สอดคล้องกัน คือ กำหนดกลยุทธ์การบำรุงรักษาที่เหมาะสมโดยการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง (CM) และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) เป็นสองกลยุทธ์ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการกำหนดการตัดสินใจบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งกำหนดเป้าหมายไปยังการชีวิตเครื่องจักรได้ดีที่สุด โดยการบำรุงรักษาประเภทนี้มักจะลดต้นทุนการบำรุงรักษาได้โดยรวม

3.1.2 วงจรชีวิตของเครื่องจักรและการเสื่อมสภาพวงจรชีวิตของเครื่องจักรกล (Machinery Life Cycle) ซึ่งเป็นวิธีการที่จะนำมาอธิบายวงจรชีวิตของเครื่องจักรในช่วงเวลาต่าง ๆ โดยเริ่มตั้งแต่การประกอบขึ้นของเครื่องจักร การเสื่อมสภาพของเครื่องจักรการชำรุด และการหมดสภาพการใช้งานของเครื่องจักรซึ่งเป็นที่ยอมรับในทางวิศวกรรมการบำรุงรักษา คือ กราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub Curve) ซึ่งเป็นกราฟที่จะใช้อธิบายลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปกับเครื่องจักร

3.1.3 จุดมุ่งหมายของการบำรุงรักษาเพื่อให้เครื่องมือเครื่องใช้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Effectiveness) คือ สามารถใช้เครื่องมือได้เต็มความสามารถและตรงกับวัตถุประสงค์มากที่สุด ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub Curve) แสดงอาการชำรุดของเครื่องจักร

ที่มา: (ประดิษฐ์ หมูเมืองทอง, สุขญาณ หรรษสุข, 2556).

3.1.4 ประเภทของการบำรุงรักษาในทางปฏิบัติสามารถแยกประเภทของการบำรุงรักษาได้เป็น 2 ประเภท คือ

3.1.4.1 การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance) หมายถึง การบำรุงรักษาตามกำหนด ตามระบบที่วางไว้ สามารถเตรียมการไว้ล่วงหน้า สามารถกำหนดระยะวัน เวลา สถานที่ และจำนวนผู้ปฏิบัติงานที่จะเข้าดำเนินการได้

3.1.4.2 การบำรุงรักษานอกแผน (Unplanned Maintenance) หมายถึง เป็นการบำรุงรักษาในระบบงานที่วางไว้ เนื่องจากเครื่องเกิดการขัดข้องชำรุดเสียหายอย่างกะทันหันต้องเร่งรีบทำการซ่อมแซมทันทีให้เสร็จเรียบร้อยทันการใช้งาน

3.1.5 การวางแผนบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพสามารถป้องกันการเกิดงานซ้ำซ้อนที่ส่งผลกระทบต่อเวลาการเดินเครื่องจักร และคุณภาพผลิตภัณฑ์ บางองค์กรอาจมอบหมายให้ผู้ควบคุมงานบำรุงรักษาได้มีบทบาทในกระบวนการวางแผนและช่างเทคนิคจะมีส่วนร่วมวางแผนและแก้ปัญหาทางงานเร่งด่วนรวมทั้งดำเนินแผนงานประจำวันมากกว่าการวางแผนงานล่วงหน้า

3.1.6 ชนิดของการซ่อมบำรุง

3.1.6.1 การซ่อมบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance) การบำรุงรักษาเมื่อเครื่องเกิดชำรุดและต้องหยุดโดยฉุกเฉินวิธีนี้ แม้ว่าจะเป็นวิธีการดั้งเดิมในการบำรุงรักษา แต่ยังจำเป็นต้องนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากเครื่องจักรทั้งหลายแม้ว่าจะได้รับการบำรุงป้องกันรักษาเยี่ยมเพียงใด ก็ยังมีโอกาสเกิดเหตุเสียโดยฉุกเฉินขึ้นได้ตลอดเวลา เป็นการซ่อมเครื่องจักรหลังจากมีสิ่งขัดข้องเกิดขึ้นกับเครื่องจักรและหยุดโดยฉุกเฉิน

3.1.6.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) จะเป็นการวางแผนโดยกำหนดระยะเวลาในการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่หรือการโอเวอร์ฮอลเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น จะเป็นการวางแผนการป้องกันไว้ล่วงหน้าทำให้ไม่ต้องหยุดการใช้งานสินทรัพย์หรืออุปกรณ์แบบฉุกเฉิน โดยทั่วไประยะเวลาในการทำงานสามารถหาข้อมูลอ้างอิงได้จากคู่มือของผู้ผลิตหรือจากแผนการบำรุงรักษาที่ใช้งานอยู่ เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องและกรองน้ำมัน การเปลี่ยนกรองอากาศรถยนต์

3.1.6.3 การบำรุงรักษาทีวิล (Total Productive Maintenance: TPM) เป็นกรรมวิธีการบำรุงรักษาที่นำเอาการบำรุงรักษาที่ 1–2 มาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมการปฏิบัติงานขององค์กรให้เกิดผลสูงสุดโดยการบำรุงรักษาที่จะใช้ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดการ “ทีวิล” และมีสัมฤทธิ์ภาพสูงสุด

3.1.6.4 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) คือ การดำเนินการเพื่อการดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรหรือส่วนของเครื่องจักรเพื่อขจัดเหตุขัดข้องเรื้อรังของเครื่องจักรให้หมดไปโดยสิ้นเชิงและปรับปรุงสมรรถภาพของเครื่องจักรให้สามารถ “ผลิต” ได้ด้วยคุณภาพ และหรือปริมาณที่สูงขึ้น

3.1.6.5 การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) คือ การบำรุงรักษาแบบทีวิล โดยเป็นศาสตร์ในการรักษาและบูรณาการเครื่องจักร (Medical Science of Machines) ซึ่งเป็นโปรแกรมในการบริหารและจัดการงานซ่อม โดยมีรากเป้าหมาย (Root Objective) ไปที่ “เครื่องจักรกล” (Machining) ในโรงงาน

3.1.6.6 การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention) คือ การดำเนินการใด ๆ ก็ตามที่จะให้ได้มาซึ่งเครื่องจักรที่ไม่ต้องการการบำรุงรักษา หรือต้องการแต่น้อยที่สุด สามารถดำเนินการได้โดยการออกแบบเครื่องจักรให้แข็งแรงทนทาน บำรุงรักษาง่าย ใช้เทคนิคและวัสดุ ซึ่งจะช่วยให้เครื่องจักรมีความเชื่อถือได้สูง รู้จักเลือกซื้อเครื่องจักรที่ดี ทนทาน ซ่อมง่าย และมีราคาที่เหมาะสม (อนุศักดิ์ ฉันทไพศาล, 2561)

3.2 วิธีการบำรุงรักษา (ศิริพร วันพั่น, 2556)

3.2.1 ชนิดของการซ่อมบำรุงการบำรุงรักษาเป็นประจำ (Routine Maintenance) เป็นการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน หรือประจำปี โดยพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงเป็นผู้ดำเนินการ เช่น การหล่อลื่นเครื่องจักร การทำความสะอาด

3.2.2 การบำรุงรักษา หรือตรวจซ่อมตามแผนที่กำหนดไว้ (Periodic Scheduled Repair) เป็นการดำเนินการตามที่ได้กำหนดไว้ แบ่งย่อยได้ ดังนี้

3.2.2.1 การซ่อมเพียงเล็กน้อย (Minor Repair) เป็นการซ่อมแซมให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้ปกติ โดยไม่ซับซ้อน ใช้บุคลากรไม่มากไม่มีการเคลื่อนย้ายเครื่องจักร

3.2.2.2 การซ่อมขนาดปานกลาง (Medium Repair) เป็นการดำเนินงานโดยพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง มีลักษณะการทำงาน ดังนี้ ต้องมีการหยุดการทำงานของเครื่องจักร มีการถอดอุปกรณ์บางอย่างเพื่อออกมาซ่อมแซม และปรับตำแหน่งให้ถูกต้อง เวลาในการหยุดซ่อมต้องไม่เกินระยะเวลาที่กำหนดไว้ในตารางการซ่อม

3.2.2.3 การซ่อมขนาดปานกลาง (Medium Repair) เป็นการดำเนินงานโดยพนักงานการซ่อมใหญ่ (Major Overhaul) เป็นการวางแผนการซ่อมล่วงหน้า เป็นการซ่อมขนาดใหญ่ ต้องใช้บุคลากรในการซ่อมมาก มีลักษณะการทำงาน ดังนี้ มีการถอดชิ้นส่วนของเครื่องจักรออกมาเกือบทั้งหมด มีการประกอบอุปกรณ์ให้เข้าที่ ทดลองเดินเครื่องจักร และตรวจสอบโดยการทำการผลิต

3.2.3 การซ่อมฉุกเฉิน (Emergency Maintenance) เป็นงานซ่อมแซมเครื่องจักรที่เกิดการชำรุด ชัดข้อง โดยไม่มีการคาดการณ์ล่วงหน้ามาก่อน มีลักษณะการทำงาน ดังนี้ มีการซ่อมแซมเมื่อเกิดการชำรุดเสียหาย ทำการแก้ไขเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง ทำการยกเครื่องใหม่ เนื่องจากการซ่อมบำรุงไม่ดีพอ

3.2.4 การบำรุงรักษา หรือตรวจซ่อมตามแผนที่กำหนดไว้ (Periodic Scheduled การซ่อมเพื่อตัดแปลง (Recovery Overhaul) เนื่องจากเครื่องจักรเก่าเกินไป หรือเป็นเครื่องจักรที่มีการซ่อมแซมบ่อย แต่ยังสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องทำการปรับปรุงให้เหมาะกับการใช้งาน

3.3 การบำรุงรักษาแบบแก้ไขปรับปรุง (ศิริพร วันพิน, 2556)

3.3.1 การบำรุงรักษาแบบแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance: CM) หรือเรียกว่า การบำรุงรักษาหลังเกิดการเสียหาย หรือใช้งานจนกระทั่งเสียหาย หรือเรียกว่า Breakdown Maintenance โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

3.3.1.1 งานปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพในการผลิตสูงกว่าที่เป็นอยู่

3.3.1.2 งานดัดแปลงแก้ไขเครื่องจักรให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมเช่นเดียวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันการบำรุงรักษาแบบแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) นี้มักจะมีเป้าหมายในการลดการสูญเสีย ลดต้นทุนในการซ่อมบำรุง ลดเวลาในการซ่อม ยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร

3.3.2 การบำรุงรักษาแบบแก้ไขชนิดมีแผนและไม่มีแผน (Planned and Unplanned Connective Maintenance) คือ การบำรุงรักษาทั้งหมดที่กระทำเพื่อแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นในเครื่องจักร การบำรุงรักษาแบบแก้ไขไม่จำเป็นต้องเป็นการบำรุงรักษาเมื่อเสียหาย หรือการบำรุงรักษาแบบฉุกเฉินเท่านั้น โดยการบำรุงรักษาแบบแก้ไขสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

3.3.2.1 การบำรุงรักษาแบบแก้ไขชนิดมีแผน (Planned corrective Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาต่อเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่มีอาการ หรือสิ่งบ่งบอกถึงการชำรุดเสียหายที่จะเกิดขึ้นแต่ยังสามารถใช้งานต่อไปได้อีกระยะหนึ่งที่เพียงพอในการวางแผนและเตรียมการบำรุงรักษา

3.3.2.2 การบำรุงรักษาแบบแก้ไขชนิดไม่มีแบบแผน (Unplanned Corrective Maintenance) การบำรุงรักษาแบบแก้ไขชนิดไม่มีแบบแผน คือ การบำรุงรักษาที่ไม่สามารถวางแผนได้ เช่น กรณีฉุกเฉินหรือมีความเสียหายเกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิดมาก่อน

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยการนำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้เพื่อลดอัตราการเสียของอุปกรณ์เชื่อมต่อในสายการผลิตกล้องถ่ายรูปดิจิทัลนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในการหยุดการทำงานของเครื่องทดสอบของบริษัทกรณีศึกษาโรงผลิตกล้องถ่ายรูปดิจิทัล (ประโยชน์ ยลวิลาศ. ศุภรัชชัย วรรัตน์, 2555)

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาวิธีการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมการผลิตอัญมณี หรือเครื่องประดับที่เป็นชิ้นงานเครื่องเงินและเพื่อลดการชำรุดของเครื่องจักรและเพิ่มค่าเวลาเฉลี่ยก่อนการชำรุดของเครื่องจักร (Mean time between failure: MTBF) มีขั้นตอนดังนี้ คือ รวบรวมข้อมูลเครื่องจักร โดยใช้แนวทางของ 7QC tools และประยุกต์ใช้หลักการของระบบการซ่อมบำรุงแบบทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) (วันดี จันทน์วล. ศุภรัชชัย วรรัตน์, 2560)

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาวิธีการบริหารต้นทุนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร เครื่องมือ ตลอดจนต้นทุนแรงงานที่สูงขึ้นส่งผลต่อประสิทธิภาพกระบวนการผลิตและความสามารถในการทำกำไรของบริษัท (ปิยฉัตร จันทิวา. วรณลักษณ์ เหล่าทวีทรัพย์ และสุพิชชา ชีวฤกษ์, 2558)

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาวิธีบริหารต้นทุนการซ่อมบำรุงรักษาการพัฒนาแบบการบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมการผลิตขนาดกลางและขนาดย่อมมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบในการบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมการผลิตขนาดกลางและขนาดย่อม (ธีรวัช บุญยโสภณ สักรินทร์ อยู่ผ่อง และ ปรีดา อติวินิจตระกูล, 2557)

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาการบำรุงรักษาตามสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องดื่ม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาสูญเสียที่เกิดจากปัญหาการขัดข้องและความเสียหายของเครื่องจักรในระหว่างการผลิตและกำหนดงานบำรุงรักษาให้กับเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่าง อาศัยหลักการบำรุงรักษา ด้วยทฤษฎีการบำรุงรักษาตามสภาพ (ธีระศักดิ์ พรหมแสน, 2556)

4. วิธีดำเนินการวิจัย/ระเบียบวิธีวิจัย/Research Methodology

วิธีดำเนินการขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

4.1 กระบวนการดำเนินงาน

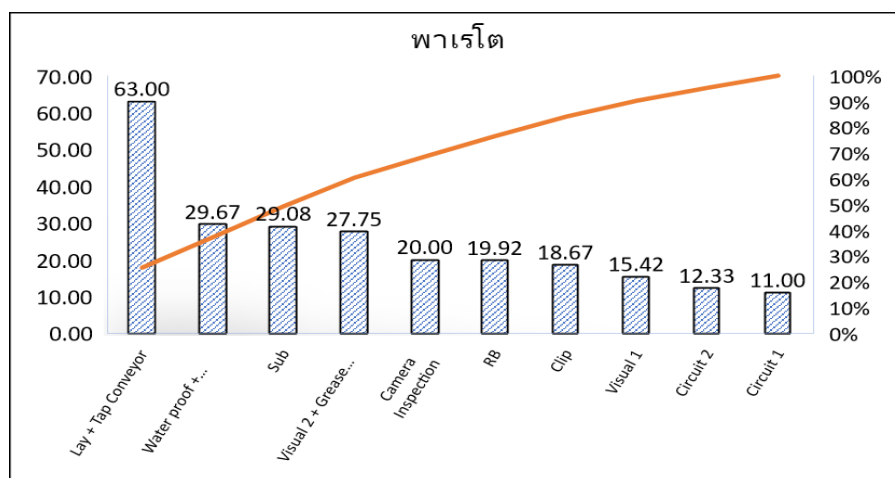
ในกระบวนการดำเนินการวิจัยนี้ได้เริ่มจากการทำการศึกษาปัญหา ค้นคว้าข้อมูล ศึกษาสภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหา หาสาเหตุ กำหนดวิธีการในการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ผลแผนซ่อมบำรุงในบริษัทผลิตสายไฟในรถยนต์ โดยประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีการจัดการงานวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ โดยใช้ข้อมูล MTBF และ MTBR ตามปริมาณการผลิตแทนการกำหนดแผนซ่อมบำรุงแบบเดิม

4.2 การศึกษาสภาพปัญหา

จากการเก็บข้อมูลบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนสายไฟในรถยนต์แห่งหนึ่ง ประกอบด้วย สถานีนงานทั้งหมด 10 สถานีนงาน มีกำลังการผลิต 615 ชิ้น/ต่อวัน และมีกำลังการผลิตชิ้นส่วนสายไฟในรถยนต์ 15,375 ชิ้นต่อเดือน จากการเก็บข้อมูลระยะเวลา 1 ที่ผ่านม พบว่า มีอัตราการหยุดเครื่องนอกแผนการผลิตเฉลี่ย 20.5 ชั่วโมงต่อเดือน ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตและสมรรถนะของสายการผลิตลดลงคิดเป็นมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยประมาณ 39,281,280 ล้านบาทต่อปี

4.3 การวิเคราะห์ปัญหา

จากที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการหยุดสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563 มีจำนวน 10 สถานีนงาน เพื่อวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure: MTBF) และ ค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (Mean Time To Repair: MTTR) โดยมีรายละเอียด จำนวนครั้งที่เสียหาย และเวลาในการหยุดเครื่องจักรของสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ นำเวลาการเสียของเครื่องจักรทำการกราฟพาโต แสดงสัดส่วนของเวลาที่เครื่องจักรที่เสียหาย 80% ของเวลาที่เครื่องจักรเสียหายทั้งหมด มีเครื่องจักรดังนี้ 1. Conveyor 2. Grommet 3. Sub ASSY ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภูมิพาเรโตเวลาที่เครื่องจักรเสียหายตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563

4.3.1 รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องจักรที่มี Downtime สูง

ผู้วิจัยใช้แนวทางการแก้ไขปัญหาโดยทำการสำรวจและกำหนดขอบเขตเครื่องจักรที่สำคัญต่อสายการผลิต โดยในการกำหนดแผนการซ่อมบำรุงตามระยะเวลา (Preventive Maintenance) ได้มีการจัดทำตารางการบำรุงรักษาเครื่องจักรซึ่งแบ่งระยะเวลากการตรวจสอบตามระดับความสำคัญของเครื่องจักร มี 3 ระดับ ดังนี้ 1) Rank A (1 เดือน/1 ครั้ง) = เครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมาก (ไม่มีอุปกรณ์ใช้แทนชั่วคราวได้) 2) Rank B (3 เดือน/1 ครั้ง) = เครื่องจักรที่สามารถทดแทนกันได้โดยไม่กระทบกับสายการผลิต และ 3) Rank C (6 เดือน/1 ครั้ง) = เครื่องจักรที่ไม่เข้าเงื่อนไขข้อกำหนดของ Rank A และ Rank B ซึ่งจากภาพประกอบที่ 2 แผนภูมิพาเรโตเวลาที่เครื่องจักรเสียหายตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563 สามารถสรุปข้อมูลเครื่องจักรที่มีจำนวนครั้งที่เสียหาย (ครั้ง)/ปี เวลาในการหยุดเครื่องจักร (ชั่วโมง)/ปี ค่าเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหาย (ชั่วโมง) MTBF และค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (ชั่วโมง) MTTR ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของเครื่องจักรที่มีจำนวน Downtime สูงของสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์

เครื่องจักรรับภาระงานทั้งปี 5,700 ชั่วโมง	จำนวนครั้งที่เสียหาย (ครั้ง)/ปี	เวลาในการหยุดเครื่องจักร (ชั่วโมง)/ปี	ค่าเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหาย (ชั่วโมง) MTBF	ค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (ชั่วโมง) MTTR
Sub ASSY	36.00	29.08	158.33	0.808
Conveyor	39.00	63.00	146.15	1.62
Grommet	23.00	29.67	247.83	1.29

จากตารางที่ 1 เป็นการแสดงให้เห็นถึงค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย MTBF และค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม MTTR ซึ่งเป็นค่าก่อนการดำเนินการวิจัย และเป็นข้อมูลในการชี้วัดการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายที่แสดงถึงประสิทธิภาพของระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน โดยมีการแสดงรายละเอียดตัวอย่างการคิดคำนวณของกระบวนการ Sub ASSY ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{เวลารับภาระงาน (ชั่วโมง)} &= \text{เวลาทำงานทั้งหมดทั้งปี (ชั่วโมง)} - \text{รวมเวลาเครื่องจักรหยุดตามแผนทั้งปี} \times \text{เวลาทำงานทั้งหมดต่อปี} \\ &= \text{เวลาทำงาน 24 (ชั่วโมง)} \times 25 \text{ วัน} \times 12 \text{ เดือน} \\ &= 7,200 \text{ (ชั่วโมง)/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เวลาหยุด (ชั่วโมง)} &= ((\text{ประชุมก่อนเริ่มงาน 10 นาที} + \text{ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มงาน 10 นาที} + \text{พักเบรกเช้า 10 นาที} + \text{พักเบรก ช่วงกลางวัน 10 นาที} + \text{พักเบรกบ่าย 10 นาที} + \text{ทำความสะอาดก่อนเลิกงาน เวลาปกติ 10 นาที} + \text{พักเบรก ช่วงเย็น 30 นาที} + \text{ทำความสะอาดก่อนเลิกงาน เวลา OT 10 นาที})/60) \times 2 \text{ กะ} \times 25 \text{ วัน} \times 12 \text{ เดือน} \\ &= 1,500 \text{ (ชั่วโมง)/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เวลารับภาระงาน} &= (7,200 \text{ (ชั่วโมง)/ปี} - 1,500 \text{ (ชั่วโมง)/ปี}) \\ &= 5,700 \text{ (ชั่วโมง)/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จำนวนครั้งที่เสียหาย} &= 36 \text{ (ครั้ง)/ปี (จากตารางที่ 4.6 ข้อมูลเครื่องจักร Sub ASSY แสดงค่าจำนวนครั้งที่เสียหายเป็นระยะเวลา 12 เดือน)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เวลาที่สูญเสีย (ชั่วโมง)} &= (\text{ตัวเครื่องไทดัดน้ำเสีย CPG 1 ครั้ง 2.5 ชั่วโมง} + \text{หม้อแปลงแหล่งจ่ายไฟชำรุด 1 ครั้ง 2.5 ชั่วโมง} + \text{ระบบเชื่อมต่อสายไปยังจุดเก็บ Memory 6 ครั้ง 1.5 ชั่วโมง} + \text{หัว Probe หัก 12 ครั้ง 8 ชั่วโมง} + \text{ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้า JIG กับตัว Unit 8 ครั้ง 3.52 ชั่วโมง} + \text{Pin Probe ที่เชื่อมต่อกับตัว JIG ไม่เชื่อมต่อ 6 ครั้ง 6 ชั่วโมง} + \text{ระบบโปรแกรมเลือกผลิตไม่อ่าน 2 ครั้ง 5.02 ชั่วโมง}) \\ &= 29.08 \text{ (ชั่วโมง)/ปี}\end{aligned}$$

เวลาเฉลี่ยระหว่างการ = (เวลารับภาระงาน / จำนวนครั้งที่อุปกรณ์เสียหาย)

เสียหาย MTBF (ชั่วโมง) = (5,700 (ชั่วโมง)/ปี) / (36 (ครั้ง)/ปี)
= 158.33 (ชั่วโมง)/ครั้ง

เวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม = (ผลรวมเวลาหยุดเครื่อง/ จำนวนครั้งที่อุปกรณ์เสียหาย)

MTTR (ชั่วโมง) = (29.08 (ชั่วโมง)/ปี) / (36 (ครั้ง)/ปี)
= 0.808 (ชั่วโมง)/ครั้ง

จากข้อมูลของเครื่องจักรทั้ง 3 ตัว ที่ทางแผนกซ่อมบำรุงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลลงบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักร โดยแยกตามรายการอุปกรณ์การเสียต่าง ๆ ของเครื่องจักรตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาสามารถสรุปข้อมูลขึ้นส่วนอุปกรณ์ความถี่ที่เสียหาย ดังนี้

4.3.2 Conveyor จากข้อมูลจำนวนครั้งที่เสียหายและเวลาในการหยุดเครื่องจักรของสถานงาน Conveyor ในปี 2563 ที่ผ่านมา สามารถแสดงเป็นรายการอุปกรณ์ที่เสียหาย ดังตารางที่ 2 การวิเคราะห์ พบว่า อุปกรณ์ PIN - BOLT (แกนเหล็กข้อต่อโซ่) มีจำนวนครั้งเสียหาย 18 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักร เป็นเวลา 36 ชั่วโมง/ปี เป็นรายการอุปกรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อโอกาสในการผลิตมากที่สุด

ตารางที่ 2 ข้อมูลรายการอุปกรณ์ที่มีจำนวนครั้งที่เสียหายของสถานงาน Conveyor ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

Conveyor	ลำดับ	อุปกรณ์ที่เสียหาย	จำนวนครั้งที่เสียหาย (ครั้ง)/ปี	เวลาในการหยุดเครื่องจักร (ชั่วโมง)/ปี
ชุดขับเคลื่อน	1	MOTOR (มอเตอร์)	4	6
	2	REDUCTION GEAR (เกียร์ทดรอบ)	2	4
	3	CHAIN (โซ่)	-	-
	4	SPROCKET (จานโซ่)	-	-
	5	COUPLING	7	7
ชุดชักลาก	6	SPROCKET (จานโซ่)	-	-
	7	CHAIN (โซ่)	-	-
	8	ARM BAR (เหล็กที่ยึด Board กับโซ่)	6	6
	9	PIN - BOLT (แกนเหล็กข้อต่อโซ่)	18	36
ชุดรถบอร์ตเคลื่อนที่	10	STAND WAGON WHEEL	-	-
	11	CLAMP (ตัวยึดบอร์ต)	-	-
	12	CASTER (ล้อ)	-	-
	13	SUPPORT ARM (แผ่นเหล็กรองรับแขนต่อกับโซ่)	-	-
	14	BEARING PLUMMER BLOCK HOUSING	2	4
	15	APRON (ผ้ารองรับสายไฟ)	-	-
รวม			39	63

จากตารางที่ 2 เป็นการจัดเก็บข้อมูลความถี่จำนวนครั้งที่เสียหายของอุปกรณ์สถานีงาน Conveyor จากแบบฟอร์มลงบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรโดยแยกตามรายการอุปกรณ์ ที่มีจำนวนครั้งเสียหายรวม 39 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักรเป็นเวลารวม 63 ชั่วโมง/ปี ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

4.3.3 Grommet จากข้อมูลจำนวนครั้งที่เสียหายและเวลาในการหยุดเครื่องจักรของสถานีงาน Grommet ในปี 2563 ที่ผ่านมา สามารถแสดงเป็นตารางรายการอุปกรณ์ที่เสียหาย ดังตารางที่ 3 จากการวิเคราะห์พบว่า อุปกรณ์ Low-pressure pump set มีจำนวนครั้งเสียหาย 7 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักร เป็นเวลา 14 ชั่วโมง/ปี เป็นรายการอุปกรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อโอกาสในการผลิตมากที่สุด

ตารางที่ 3 ข้อมูลรายการอุปกรณ์ที่มีจำนวนครั้งที่เสียหายของสถานีงาน Grommet ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม 2563 ถึงเดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

Grommet	ลำดับ	อุปกรณ์ที่เสียหาย	จำนวนครั้งที่เสียหาย (ครั้ง)/ปี	เวลาในการหยุดเครื่องจักร (ชั่วโมง)/ปี
ระบบปั๊มไฮดรอลิกส์	1	Low pressure pump set	7	14
	2	oil seal, Nok S22358	2	4
	3	Needle bearing	-	-
	4	Nedle bearing	4	8
	5	Cam shaft set	-	-
	6	Groove upper ball bearing	-	-
	7	Bearing holder	-	-
	8	Deep groove ball bearing	-	-
	9	สายไฮดรอลิกส์ 4800 PSI 330 BAR 3/8	6	3
Control Box	10	Relay Switch (สวิตช์รีเลย์)	2	0.35
	11	Switch On-Off (สวิตช์หุบ-ถ่าง)	2	0.32
	12	Emergency Button (ปุ่มหยุดฉุกเฉิน)	-	-
	13	ระบบไฟแสดงสถานะการทำงาน	-	-
	14	ระบบนิวเมติกส์ล็อคตัวเครื่อง	-	-
	15	อุปกรณ์ไฟฟ้าในตู้ควบคุม	-	-
รวม			23	29.67

จากตารางที่ 3 เป็นการจัดเก็บข้อมูลความถี่จำนวนครั้งที่เสียหายของอุปกรณ์สถานีงาน Grommet จากแบบฟอร์มลงบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรโดยแยกตามรายการอุปกรณ์ที่มีจำนวนครั้งเสียหายรวม 23 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักร เป็นเวลารวม 29.67 ชั่วโมง/ปี ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม - เดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

4.3.4 Sub ASSY จากข้อมูลจำนวนครั้งที่เสียหายและเวลาในการหยุดเครื่องจักรของสถานีงาน Sub ASSY ในปี 2563 ที่ผ่านมา สามารถแสดงเป็นรายการอุปกรณ์ที่เสียหาย ดังตารางที่ 4 จากการวิเคราะห์พบว่า อุปกรณ์ ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับหัว Probe เชื้อส่วต่าง ๆ มีจำนวนครั้งเสียหาย 12 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักร เป็นเวลา 8 ชั่วโมง/ปี เป็นรายการอุปกรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อโอกาสในการผลิตมากที่สุด

ตารางที่ 4 ข้อมูลรายการอุปกรณ์ที่มีจำนวนครั้งที่เสียหายของสถานงาน Sub ASSY ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม - เดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

Sub Assy	ลำดับ	อุปกรณ์ที่เสียหาย	จำนวนครั้งที่เสียหาย (ครั้ง)/ปี	เวลาในการหยุดเครื่องจักร (ชั่วโมง)/ปี
เชื่อมต่อตัวเครื่อง	1	ตัวเครื่องไค์นำเสียบ CPG	1	2.5
	2	ชุดระบบสาย RJ45	-	-
	3	ระบบปุ่มกดเลือกฟังก์ชัน	-	-
	4	หม้อแปลงแหล่งจ่ายไฟ	1	2.5
	5	ระบบเชื่อมต่อสายไปยังจุดเก็บ Memory	6	1.5
ระบบเชื่อมต่อกับ JIG	6	ระบบเชื่อมต่อสายไปยัง Unit Driver Output	-	-
	7	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับหัว Probe เช็คนส่วนต่าง ๆ	12	8
	8	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้า JIG กับตัว Unit	8	3.52
	9	Pin Probe ที่เชื่อมต่อกับตัว JIG	6	6
	10	ระบบโปรแกรมเลือกใช้ในการผลิต	2	5.02
รวม			36	29.04

จากตารางที่ 4 เป็นการจัดเก็บข้อมูลความถี่จำนวนครั้งที่เสียหายของอุปกรณ์สถานงาน Sub ASSY จากแบบฟอร์มลงบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรโดยแยกตามรายการอุปกรณ์ ที่มีจำนวนครั้งเสียหายรวม 36 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักรเป็นเวลารวม 29.04 ชั่วโมง/ปี ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

4.4 วิธีการปรับปรุง

ผู้วิจัยใช้การบำรุงรักษาแบบตามรอบเวลาและการบำรุงรักษาตามสภาพ คือ การซ่อมบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) เพื่อดำเนินการป้องกันก่อนที่จะเกิดเหตุขัดข้องหรือความชำรุดเสียหาย ซึ่งไม่เพียงแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นประจำวันเท่านั้น แต่มีการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาอย่างเป็นระบบเพื่อดำเนินการแก้ไขและป้องกันไม่ให้อุปกรณ์เดิมเกิดขึ้นอีกกับเครื่องจักร 3 ตัว สำหรับความรับผิดชอบของวิศวกรบำรุงรักษาจะต้องมุ่งค้นหาและจำแนกสาเหตุหลักของปัญหาเพื่อระบุแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการและเครื่องมือหลัก โดยเฉพาะการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักความชำรุดเสียหาย (Root Cause Failure Analysis) ของเครื่องจักร 3 ตัว ซึ่งในแง่ของการบำรุงรักษาเชิงรุกจะมุ่งแนวทางบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ สามารถสร้างความน่าเชื่อถือให้กับระบบสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ โดยมีแนวทางระบบลีน (Lean) และกิจกรรมบำรุงรักษาที่ทุกคนในสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์มีส่วนร่วม หรือที่เรียกว่า Total Productive Maintenance: TPM อย่างต่อเนื่อง

4.4.1 รายละเอียดวิธีการแก้ไขปัญหาเครื่องจักรที่มี Downtime สูง

หลังจากที่ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องจักรที่มี Downtime สูงได้แล้ว นำอาการเสียหายของแต่ละชิ้นส่วนจากประวัติการซ่อมเครื่องจักรมาจัดทำตารางบำรุงรักษาชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหายเชิงป้องกัน ตามกำหนดเวลาเป็นตารางระบุถึงชั่วโมงระยะการใช้งานตามปริมาณการผลิตที่ต้องทำการซ่อมบำรุงตามกำหนด โดยอ้างอิงจากค่าเฉลี่ย MTBF ที่ได้จากผลวิเคราะห์ เพื่อให้ฝ่ายซ่อมบำรุงทำการเปลี่ยนและซ่อมภายในเดือนที่กำหนด ซึ่งในตารางจะระบุเครื่องจักร ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหาย อายุการใช้งาน (ชั่วโมง) เพื่อให้ผู้ทำการตรวจซ่อมสามารถดูได้จากแผนการซ่อมบำรุงและปฏิบัติได้ตามที่กำหนดเอาไว้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางระบุถึงชั่วโมงระยะการใช้งานตามปริมาณการผลิตของพาร์ทที่ต้องทำการซ่อมบำรุงตามกำหนด

ชิ้นส่วน อุปกรณ์	ลำดับ	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหาย	อายุการใช้ งาน (ชั่วโมง)	หมายเหตุ
Conveyor	1	MOTOR (มอเตอร์)	2,500	
	2	REDUCTION GEAR (เกียร์ทดรอบ)	4,500	
	3	COUPLING (ชุดต่อระหว่างมอเตอร์กับเกียร์)	1,200	
	4	ARM BAR (เหล็กที่ยึด Board กับโซ่)	1,500	
	5	PIN - BOLT (แกนเหล็กข้อต่อโซ่)	9,000	*มี 24 ตัว, แขนทยอยเปลี่ยน
	6	BEARING PLUMMER BLOCK HOUSING (ดัลบลูกปืนพร้อมเสื้ดักตา)	4,500	
Grommet	7	Low pressure pump set	1,200	
	8	Oil seal, Nok S22358	4,500	
	9	Nedle bearing	2,500	
	10	สายไฮดรอลิกส์ 4800 PSI 330 BAR 3/8	1,500	
	11	Relay Sswitch (สวิตช์รีเลย์)	4,500	
	12	Switch On-Off (สวิตช์หุบ-ถ่าง)	4,500	
Sub assy	13	ตัวเครื่องไคด์นำเสียบคอมแพค	10,000	*ใช้จนกว่าจะเสีย
	14	หม้อแปลงแหล่งจ่ายไฟ	10,000	*ใช้จนกว่าจะเสีย
	15	ระบบเชื่อมต่อสายไปยังจุดเก็บ Memory	1,500	
	16	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับหัว Probe และเช็คส่วนต่าง ๆ	1,000	
	17	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้า JIG กับตัว Unit	1,200	
	18	Pin Probe ที่เชื่อมต่อกับตัว JIG	1,500	
	19	ระบบโปรแกรมเลือกใช้ในการผลิต	4,500	

4.4.2 รายละเอียดวิธีการแก้ไขปัญหาเครื่องจักรโดยอ้างอิงตารางบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน

การถอดเปลี่ยนตามรอบเวลาและการบำรุงรักษาตามสภาพ เป็นการบำรุงรักษาโดยการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามเวลาที่กำหนดไว้ ตามวัฏจักรหรือวงจรที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากผลที่ได้จริงในอดีต (ตารางที่ 5) ค่าทฤษฎี ให้ชิ้นส่วนของเครื่องจักรทำงานได้ดีตลอดเวลา นำมาจัดทำตารางบำรุงรักษาชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหายเชิงป้องกันใหม่ ตามปริมาณการผลิตที่เกิดขึ้นจริงอย่างเหมาะสม ดังรูปที่ 3

ตารางบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน																		
ชิ้นส่วน อุปกรณ์	ลำดับ	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหาย	ปี 2564															
			ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.		มิ.ย.		ก.ค.		ส.ค.	
			1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15
Conveyor	1	MOTOR (มอเตอร์)	X					X					X				X	
	2	REDUCTION GEAR (เกียร์ทดรอบ)											X					X
	3	COUPLING (ชุดต่อระหว่างมอเตอร์กับเกียร์)	X			X		X		X		X		X		X		X
	4	ARM BAR (เหล็กที่ยึด Board กับโซ่)			X			X		X		X		X		X		X
	5	PIN - BOLT (แกนเหล็กข้อต่อโซ่)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6	BEARING PLUMMER BLOCK									X							X
Grommet	7	Low pressure pump set	X			X		X		X		X		X		X		X
	8	Oil seal, Nok S22358										X						X
	9	Nedle bearing	X					X				X				X		
	10	สายไฮดรอลิกส์ 4800 PSI 330 BAR 3/8			X			X		X				X		X		X
	11	Relay Sswitch (สวิตช์รีเลย์)								X								X
	12	Switch On-Off (สวิตช์หุบ-ถ่าง)								X								X
Sub assy	13	ตัวเครื่องไคต์นำเสียบคอมแพค	X															
	14	หม้อแปลงแหล่งจ่ายไฟ	X															
	15	ระบบเชื่อมต่อสายไปยังจุดเก็บ Memory			X			X		X				X		X		X
	16	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับหัว Probe	X		X		X	X		X		X		X		X		X
	17	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้า JIG กับตัว Unit	X		X			X		X		X		X		X		X
	18	Pin Probe ที่เชื่อมต่อกับตัว JIG			X			X		X				X		X		X
	19	ระบบโปรแกรมเลือกใช้ในการผลิต									X							X

รูปที่ 3 แผนการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามกำหนดเวลาของเครื่องจักรแต่ละตัวเชิงป้องกัน

4.4.3 รายละเอียดตัวอย่างชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้เวลาซ่อมนาน เมื่อมีการเสียหาย ผู้วิจัยใช้แนวทางการแก้ไขโดย เลือกเครื่องจักร กำหนดวิธีการและเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อนำไปสู่การพยากรณ์คำนวณกำหนดแผนซ่อมบำรุงที่แม่นยำได้ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตัวอย่างปัญหาชุดเกียร์สายการผลิตหยุดนอกแผนการซ่อมบำรุง

4.4.4 การติดตามสภาพเครื่องจักร

จากการแก้ไขปรับปรุงชิ้นส่วนของเครื่องจักรทั้ง 3 ตัว ในสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ ประกอบด้วย เครื่องจักรตัวที่ 1) Conveyor 2) Grommet และ 3) Sub ASSY โดยมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลภายหลังการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุง ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2564 ในตารางที่ 6 สถิติเก็บข้อมูลและนำผลที่ได้มาสรุปหาค่าเฉลี่ยวิเคราะห์เปรียบเทียบ การลดอัตราการหยุดของเครื่องจักรในสายการผลิตชุดสายไฟของรถยนต์ ค่าระยะเวลาก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง (Mean Time between Failure: MTBF) ค่าระยะเวลาในการซ่อมบำรุง (Mean Time to Repair: MTTR) และการเปรียบเทียบมูลค่าความสูญเสียโอกาสในการผลิตที่เกิดจากการไม่พร้อมทำงานของเครื่องจักรในตารางที่ 6 และตารางที่ 7 ที่มีการกล่าวถึงการสูญเสียโอกาสในการผลิตและมูลค่าสูญเสียโอกาสในการผลิตที่ลดลง ภายหลังที่มีการใช้แผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

ตารางที่ 6 สถิติเก็บข้อมูลภายหลังการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุง

เครื่องจักรทำงานทั้งปี 5,700 ชั่วโมง	ภาระเฉลี่ย(ชม.)/เดือน	สถิติภายหลังการปรับปรุง เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2564									
		ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		รวม	
		จำนวนขัดข้อง(ครั้ง)	เวลาขัดข้อง(ชม.)	จำนวนขัดข้อง(ครั้ง)	เวลาขัดข้อง(ชม.)	จำนวนขัดข้อง(ครั้ง)	เวลาขัดข้อง(ชม.)	จำนวนขัดข้อง(ครั้ง)	เวลาขัดข้อง(ชม.)	จำนวนขัดข้อง(ครั้ง)	เวลาขัดข้อง(ชม.)
Conveyor	475	2	200	2	120	1	200	1	100	6	10.3
Grommet	475	1	100	1	100	0	0	1	100	3	5
Sub ASSY	475	4	120	3	120	6	150	2	50	5	7.3

ตารางที่ 7 สถิติเก็บข้อมูลภายหลังการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุง

LINE	สรุป									
กระบวนการผลิต	จำนวนครั้งที่เสียหาย ครั้ง/ปี		เวลาในการหยุดเครื่อง ชั่วโมง/ปี		MTBF			MTTR		
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง %	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง%
Conveyor	39.0	18.0	63.0	30.0	146.2	316.7	54	1.6	1.7	3
Grommet	23.0	9.0	29.7	15.0	247.8	633.3	61	1.3	1.7	29
Sub ASSY	36.0	15.0	29.1	22.0	158.3	380.0	58	0.8	1.5	81
เฉลี่ย	32.67	14.00	40.60	22.33	184.1	443.3	58	1.24	1.60	38

จากตารางที่ 6 และ 7 เป็นข้อมูลสถิติภายหลังการปรับปรุง เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2564 และจะใช้ข้อมูลนี้ทำการเปรียบเทียบหาค่าเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหาย MTBF และค่าเฉลี่ยการซ่อมแซม MTTR โดยการประมาณการเฉลี่ยทั้งปี ข้อมูลอายุการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหายบ่อยของเครื่องจักรทั้ง 3 ตัว ที่มีผลกระทบต่อ Downtime ของสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์

สามารถสรุปผลเปรียบเทียบค่า MTBF และค่า MTTR ก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุง และรวมถึงข้อมูลความถี่จำนวนครั้งที่เสียหาย ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2564 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง สรุปได้ดังนี้

4.4.4.1 Conveyor มีจำนวนขัดข้อง 6 ครั้ง เวลาขัดข้อง 10.3 ชั่วโมง MTBF ดีขึ้น 54% และ MTTR ดีขึ้น 3%

4.4.4.2 Grommet มีจำนวนขัดข้อง 3 ครั้ง เวลาขัดข้อง 5 ชั่วโมง MTBF ดีขึ้น 61% และ MTTR ดีขึ้น 29%

4.4.4.3 Sub ASSY มีจำนวนขัดข้อง 5 ครั้ง เวลาขัดข้อง 7.3 ชั่วโมง MTBF ดีขึ้น 58% และ MTTR ดีขึ้น 81%

4.4.5 ผลการเปรียบเทียบชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสในการผลิตก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุง

ตั้งแต่เริ่มดำเนินการปรับปรุง แสดงให้เห็นว่าเวลาของการเกิดการสูญเสียของเครื่องจักรทั้ง 3 ตัวนี้ มีแนวโน้มที่ลดลง MTBF เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 58% และ MTTR เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 38% ซึ่งภายหลังการปรับปรุงได้มีการสรุปเปรียบเทียบชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสในการผลิตก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุง ดังตารางที่ 8 ที่มีการกล่าวถึงการสูญเสียโอกาสในการผลิตและมูลค่าการสูญเสียโอกาสในการผลิตที่ลดลง ภายหลังจากเริ่มมีการใช้แผนในการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสในการผลิตก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุง

LINE	เปรียบเทียบชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสในการผลิต ก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุง					
	สูญเสียโอกาสในการผลิต ชิ้น/ปี (1 ชม.=32 ชิ้น)			มูลค่าสูญเสียโอกาสในการผลิต บาท/ปี (1 ชิ้น= 4,990 บาท)		
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง (ชิ้น)	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง (บาท)
Conveyor	2,016	960	1,056	10,059,840.00	4,790,400.00	5,269,440
Grommet	949	480	469	4,737,173.33	2,395,200.00	2,341,973
Sub ASSY	931	704	227	4,644,026.67	3,512,960.00	1,131,067
รวม	3,896	2,144	1,752	19,441,040	10,698,560	8,742,480

จากตารางที่ 8 เป็นการเปรียบเทียบชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสในการผลิตก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุงของอุปกรณ์ทั้ง 3 สถานงาน โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนเมษายน 2564 ประมาณการคูณ 3 เท่า ประมาณการระยะเวลาตลอดทั้งปี 2564 ซึ่งถ้าเป็นไปตามจริงที่ได้คาดการณ์ไว้ สามารถสรุปจำนวนชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสได้ดังนี้

Conveyor มีโอกาสในการผลิตงานเพิ่มขึ้น 1,056 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าโอกาสในการผลิตงาน 5,269,440 บาท/ปี

Grommet มีโอกาสในการผลิตงานเพิ่มขึ้น 469 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าโอกาสในการผลิตงาน 2,341,973 บาท/ปี

Sub ASSY มีโอกาสในการผลิตงานเพิ่มขึ้น 227 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าโอกาสในการผลิตงาน 1,131,067 บาท/ปี

5. ผลลัพธ์

จากการศึกษาปัญหาการจัดการปัญหาอัตราการหยุดของเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ไม่สามารถทำการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง จึงเกิดปัญหาอัตราการหยุดนอกแผนของเครื่องจักร (Unplan Downtimes Rate) ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์เฉลี่ย 20.5 ชั่วโมงต่อเดือน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยประมาณ 3,273,440 บาทต่อเดือน ผู้วิจัยได้ใช้วิธีแก้ไข โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีและหลักการด้านการจัดการงานวิศวกรรม มาวิเคราะห์และจัดการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) จากผลการวัดโดยใช้เครื่องมือทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถคาดคะเน ทำนาย

พยากรณ์อาการชำรุดในปัจจุบัน เพื่อสามารถจัดวางแผนเพื่อทำการบำรุงรักษาในอนาคต โดยอาจใช้วิธีการวิเคราะห์ผลการบำรุงรักษาจากประวัติเครื่องจักร ประวัติการซ่อมบำรุง ตรวจวัดสภาพเครื่องจักร บันทึกผลการตรวจวัด วิเคราะห์ผลการตรวจวัด และแก้ไขปัญหา ทำให้สามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดได้ตามปริมาณการผลิตได้อย่างเหมาะสม ทำให้สามารถใช้เครื่องจักรอุปกรณ์การผลิตอย่างคุ้มค่าเวลาการทำงานมากที่สุด

โดยวิเคราะห์สร้างรูปแบบพยากรณ์ความต้องการการเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหายตามการแก้ปรับปรุงค่าระยะเวลาก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง (Mean Time between Failure: MTBF) และค่าระยะเวลาในการซ่อมบำรุง (Mean Time to Repair: MTTR) และการเปรียบเทียบมูลค่าความสูญเสียโอกาสในการผลิตที่เกิดจากการไม่พร้อมทำงานของเครื่องจักรสรุปได้ว่า เครื่องจักรตัวที่ 1) Conveyor 2) Grommet และ 3) Sub ASSY ในช่วง 4 เดือน พบว่า Downtime มีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อย ๆ ค่า MTBF เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 58 และค่า MTTR เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 38 โดยมีการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามปริมาณการผลิต ดังนั้นจึงตั้งเป้าหมายไว้อีก 8 เดือนข้างหน้า สายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์จะต้องมีประสิทธิภาพสายการผลิตและมูลค่าสูญเสียโอกาสภายหลังการปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามเป้าหมายที่ $= ((19,441,040 - 10,698,560) \div 10,698,560) \times 100\% = 81.7\%$ ต่อปี และเพื่อหาระยะเวลาคืนทุนจากแผนซ่อมบำรุงประจำปีก่อนทำการปรับปรุงมีค่าใช้จ่าย 216,120.00 บาท/ปี และแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันประจำปีภายหลังการปรับปรุงมีค่าใช้จ่าย 267,920.00 บาท/ปี มีส่วนต่างค่าใช้จ่ายจากการสูญเสียเครื่องจักร 51,800.00 บาท/ปี พบว่า ระยะเวลาคืนทุน $= (51,800 \div 1,311,372) = 0$ เดือน 12 วัน

6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปัญหาการจัดการปัญหาอัตราการหยุดของเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ ที่ทำให้ไม่สามารถทำการผลิตได้อย่างต่อเนื่องโดยการบริหารจัดการการซ่อมบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) สามารถดำเนินการป้องกันก่อนที่จะเกิดเหตุขัดข้องหรือความชำรุดเสียหาย รวมถึงการคาดคะเนอัตราการเสื่อมของเครื่องจักรได้ และจากข้อมูลที่สามารถคาดคะเน ทำนายพยากรณ์อาการชำรุดในปัจจุบัน สามารถจัดวางแผนเพื่อทำการบำรุงรักษาในอนาคต โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ผลการบำรุงรักษาจากประวัติเครื่องจักร ประวัติการซ่อมบำรุง ตรวจวัดสภาพเครื่องจักร บันทึกผลการตรวจวัด วิเคราะห์ผลการตรวจวัด และแก้ไขปัญหา ทำให้สามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดได้ตามระยะเวลาการใช้งานอย่างเหมาะสม ทำให้สามารถใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตอย่างคุ้มค่าเวลาการทำงาน โดยที่เครื่องจักร 1) Conveyor 2) Grommet และ 3) Sub ASSY ในช่วง 4 เดือน พบว่า Downtime มีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อย ๆ ค่า MTBF เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 58 และค่า MTTR เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 38 และมูลค่าสูญเสียโอกาสการผลิตภายหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้น 81.7% รวมถึงส่วนต่างค่าใช้จ่ายจากการสูญเสียเครื่องจักร 51,800.00 บาท/ปี พบว่า ระยะเวลาคืนทุน $= 51,800 \div 1,311,372 = 0$ เดือน 12 วัน

7. ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาที่ได้จากการซ่อมบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) ที่มุ่งเน้นแนวทางการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ของสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์จากค่าเฉลี่ย MTBF และ MTTR ควรปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักร ที่มีอุปกรณ์เสียหายชำรุดบ่อยครั้ง อันเนื่องมาจากการออกแบบโดยวิเคราะห์ความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์เมื่อเทียบกับค่าอะไหล่ที่เสียหายบ่อยครั้งและรวมถึงการลดต้นทุนของสายการผลิตและป้องกันอะไหล่ขาดแคลน ควรคำนวณหาแนวโน้มของปริมาณความต้องการของอะไหล่คงคลัง และปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดของปีถัดไป ดังนั้นสามารถนำไปประยุกต์ประยุกต์ใช้เพื่อดำเนินการแก้ไขบำรุงรักษาเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต ในงานด้านวิศวกรรมไปยังสายการผลิตอื่น ๆ ภายในบริษัทที่มีเงื่อนไขการผลิตที่คล้ายกันได้ เช่น สายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ ผังพวงมาลัยขับเคลื่อน

8. เอกสารอ้างอิง

- วันนา ยงพรศาลภพ. (2563). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Hi-tech-Industries/Automobiles/IO/io-automobile-20>. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 15 ธันวาคม 2563).
- Cogent Engineering. (2021). Manufacturing productivity analysis by applying overall equipment effectiveness metric in a pharmaceutical industry. [Online]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/23311916.2021.1953681>. (Retrieve: 15 March 2021).
- ประดิษฐ์ หมูเมืองทอง. สุขญาณ หรรษสุข. (2556). การวิเคราะห์การสิ้นเสเทือน. ซีเอ็ดยูเคชั่น หน้า 13-34.
- อนุศักดิ์ ฉิ้นไพศาล. (2561). งานบำรุงรักษาที่ผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม. ซีเอ็ดยูเคชั่น หน้า 13-35.
- ศิริพร วันพั่น. (2556). การบำรุงรักษาเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน (ตอนที่ 2). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=19299. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 20 ธันวาคม 2563).
- ประโยชน์ ยลวิลาศ. ศุภรัชชัย วรรัตน์. (2555). การนำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้เพื่อลดอัตราการเสียของอุปกรณ์เชื่อมต่อในสายการผลิตกล้องถ่ายภาพดิจิทัล. การประชุมวิชาการข่างานวิศวกรรมอุตสาหกรรม, ประจำปี 2555 วันที่ 17-19 ตุลาคม 2555 ชะอำ เพชรบุรี หน้า 2057-2063.
- วสันต์ จันทน์วล. ศุภรัชชัย วรรัตน์. (2560). การลดอัตราชำรุดเครื่องจักร กรณีศึกษางานซ่อมบำรุงในสายการผลิตเครื่องประดับและอัญมณี. สารนิพนธ์, สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ปิยฉัตร จันทิมา. วรณลักษณ์ เหล่าทวีทรัพย์ และสุพิชชา ชีวพฤษ. (2558). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตจากการวิเคราะห์การซ่อมบำรุงฉุกเฉินเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 25(3), 485-492.
- ธีรวัช บุญยโสภณ สักรินทร์ อยู่ผ่อง และ ปรีดา อติวินิจตระการ. (2557). การการพัฒนารูปแบบการบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมการผลิตขนาดกลางและขนาดย่อม. กรณีศึกษา โรงงานเครื่องปรับอากาศ. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 24(3), 657-666.
- ธีระศักดิ์ พรหมเสน. (2556). การบำรุงรักษาตามสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องดื่ม. วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

การผลิตสื่อวีดิทัศน์การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ เรื่อง “ศูนย์การเรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน”
Ecotourism video production “Bang Khun Thian Mangrove Forest Learning Center”

รุ่งทิwa เสาร์สิงห์¹ ภคพงษ์ แก่นไม้อ่อน² และเตชินท์ แซ่เตีย³

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เลขที่ 2 ถนนจันทน์ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ

E-Mail rungtiva.s@mail.rmutk.ac.th

Rungtiva Saosing¹ Pakapong Maiorn² and Tachin Saetia³

Rajamangala University of Technology Krungthep, Address 2, Nang Linchi Rd., Thung Maha Mek, Bangkok

วันที่รับบทความ 30 พฤษภาคม 2565

วันแก้ไขบทความ 15 มิถุนายน 2565

วันที่รับบทความ 24 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักท่องเที่ยว จำนวน 294 คน จากตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Yamane กำหนดไว้ 400 คน เครื่องมือรวบรวมข้อมูล คือ 1) แบบประเมินคุณภาพสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ และ 2) แบบประเมินความพึงพอใจ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค มีค่าเท่ากับ .78 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลประเมินคุณภาพสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 ผลประเมินความพึงพอใจสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ จากความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18

คำสำคัญ: การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ศูนย์การเรียนรู้ป่าชายเลนบางขุนเทียน

ABSTRACT

This research the objectives were 1) to develop video media promoting eco-tourism and 2) to study the satisfaction of eco-tourism promotional video media. Sample group There were 294 tourists from Yamane's sample size table, it was defined as 400 people. The data collection tools were 1) the video media quality assessment form promoting ecotourism and 2) the satisfaction assessment form. For the Cronbrac's alpha coefficient, the value was .78. The statistics used in the data analysis were mean, standard deviation. Evaluation of the quality of video media promoting ecotourism from the opinions of 3 experts, it is at a high level., mean is 4.15. The satisfaction assessment results of video media promoting ecotourism from the opinions of the sample at a high level, mean is 4.18.

KEYWORDS: Ecotourism, Bang Khun Thian Mangrove Forest Learning Center

1. บทนำ

การปัญหาอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนที่เกิดจากการพัฒนาประเทศที่รวดเร็วเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์ของไทยจึงเหลืออยู่ไม่มากนัก จากการสำรวจ พ.ศ.2561 เหลือประมาณ 1.538 ล้านไร่ ดังนั้นภาครัฐจึงได้ตั้งเป้าหมายการปรับปรุงสภาพพื้นที่ป่า และให้ทุกภาคส่วนร่วมมือกันดูแลรักษาพื้นที่ให้เกิดความยั่งยืน การมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนและแบ่งปันผลประโยชน์อย่างเป็นธรรม (สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, 2563) รวมทั้งผลจากการศึกษาน้ำทะเลได้กร่อนพื้นดินกรุงเทพไปปีละกว่า 10 เมตร ส่งผลให้กรุงเทพมหานคร ได้พัฒนาพื้นที่บริเวณชายทะเลบางขุนเทียนเป็น “ศูนย์การเรียนรู้ป่าชายเลน” เริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ.2559 มีจุดประสงค์เป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เพื่อให้ทุกคนได้ศึกษาเรียนรู้ การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ผ่านกิจกรรมปลูกป่าชายเลน เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ออกกำลังกาย ปั่นจักรยาน ทั้งนี้ป่าชายเลนบางขุนเทียนเป็นพื้นที่สีเขียว เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ สร้างสมดุลของระบบนิเวศ ใช้เป็นแนวป้องกันปัญหาน้ำทะเลกัดเซาะชายฝั่งตามธรรมชาติ

การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์เป็นการท่องเที่ยวธรรมชาติและเป็นแนวคิดที่นำกิจกรรมการท่องเที่ยวและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมาประสานเข้าด้วยกัน ทั้งยังช่วยสร้างงานให้กับประชาชนในท้องถิ่นใกล้เคียง จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะพัฒนาเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (ศรัณย์ จิตารีย์ และสุรศักดิ์ โดประสี, 2560, และอิทธิพล โกมล, 2553)

จากประเด็นความสำคัญของป่าชายเลนรวมทั้งผู้ศึกษามุ่งผลิตสื่อเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อหน่วยงานและสังคม จึงได้ลงพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์ฝ่ายงานดูแลศูนย์เรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน สำนักงานเขตบางขุนเทียน เพื่อรวบรวมข้อมูลนำมาใช้เป็นแนวทางเขียนบทดำเนินเรื่องเพื่อผลิตสื่อวีดิทัศน์ ซึ่งหน่วยงานมีสื่อเดิมสำหรับใช้เผยแพร่กิจกรรมของศูนย์เรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน รูปแบบแผ่นพับและบทความนำเสนอผ่านเว็บไซต์หน่วยงาน ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมุ่งที่จะผลิตสื่อวีดิทัศน์เพื่อใช้เผยแพร่กิจกรรมท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์พื้นที่ ศูนย์เรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน เพื่อใช้เผยแพร่ให้คนในสังคมได้รับทราบข้อมูลการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์และได้เข้าใจประโยชน์จากพื้นที่ตามนโยบายการจัดสร้างพื้นที่แห่งนี้ได้ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ เรื่อง “ศูนย์การเรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน”
- 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์

การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ หมายถึง การท่องเที่ยวที่เกี่ยวข้องกับแหล่งธรรมชาติ แหล่งวัฒนธรรมอย่างมีความรับผิดชอบ ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ขึ้นและเรียนรู้ เพลิดเพลินไปกับทัศนียภาพ พืชพรรณ ลักษณะทางสิ่งแวดล้อมหรือวัฒนธรรมที่เป็นจุดเด่นปรากฏในแหล่งธรรมชาตินั้น อีกทั้งช่วยสร้างโอกาสทางเศรษฐกิจที่ส่งผลประโยชน์ต่อชุมชนและท้องถิ่น (อิทธิพล โกมล, 2553)

องค์ประกอบสำคัญของการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ มี 4 องค์ประกอบ (ปรีชา คำมาดี และสมพงษ์ อัครวิธิปิติ, 2559) มีดังนี้

- 1) ด้านพื้นที่ แหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติที่มีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น
- 2) ด้านการจัดการ การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ต้องรับผิดชอบ ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมและสังคม
- 3) ด้านกิจกรรมการท่องเที่ยว ต้องได้รับการจัดการและกำหนดมาตรการควบคุมที่เหมาะสม
- 4) ด้านการมีส่วนร่วม ทั้งส่วนของนักท่องเที่ยวและชุมชนเป็นส่วนผสม และเอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกัน

งานวิจัยเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์

จากรายงานวิจัย เรื่อง การจัดการการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ชุมชนหอยสตาร์ ตำบลท่าข้าม อำเภอบะเหลียน จังหวัดตรัง มีวัตถุประสงค์ ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการพัฒนากิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์โดยชุมชนหอยสตาร์ และศึกษาทัศนคติและความเข้าใจในการมีส่วนร่วมต่อการจัดการการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์โดยชุมชน ผลการศึกษาพบว่าชุมชนได้รับประโยชน์จากการจัดรูปแบบกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ เห็นด้วยร้อยละ 97 และรูปแบบกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เห็นด้วยร้อยละ 94.5 (สุชาติ อินกล้า, 2560)

การจัดการการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง จังหวัดสมุทรปราการ โดยศรัณย์ ฐิตารีย์ และสุรศักดิ์ โตประสี (2560) ผลการวิจัยพบว่า 1) ปัจจัยการจัดการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง จังหวัดสมุทรปราการ โดยภาพรวมเหมาะสมอยู่ในระดับมากและการจัดการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง จังหวัดสมุทรปราการโดยภาพรวมมีความสำเร็จอยู่ในระดับมาก และ 2) ปัจจัยการจัดการท่องเที่ยว ด้านการควบคุม การจัดการองค์การการสั่งการและการวางแผนมีความสัมพันธ์กับการจัดการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง จังหวัดสมุทรปราการ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ของนักท่องเที่ยวที่เป็นกลุ่มเยาวชน ในจังหวัดชลบุรี โดยปริษา คำมาดี และสมพงษ์ อัครวิธิปฏิบัติ (2559) กลุ่มตัวอย่าง เป็นเยาวชนที่นักท่องเที่ยวในจังหวัดชลบุรี จำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล เป็นแบบสอบถาม ผลวิจัยพบว่า 1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ของนักท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก 2. ผลการเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ของนักท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์พบว่า 1) นักท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่มีเพศต่างกันมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) นักท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่มีอายุ ระดับการศึกษา อาชีพและรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่างกัน มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์โดยรวมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. วิธีดำเนินการวิจัย/ระเบียบวิธีวิจัย/Research Methodology

ดำเนินงานตามขั้นตอนงาน ตามรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูล ดำเนินการดังนี้

- 1) จัดทำแบบประเมินคุณภาพสื่อวีดิทัศน์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ และแบบประเมินความพึงพอใจสื่อวีดิทัศน์

สำหรับกลุ่มตัวอย่าง

- 2) นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ (IOC) และคัดเลือกข้อที่มีผลประเมินได้ค่า +1 ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่าสอดคล้อง นำไปใช้งาน ผลประเมินแบบประเมินทุกชุด มีข้อคำถามที่มีค่า IOC ช่วง 0.7-1.00

- 3) ทดลองใช้แบบประเมินความพึงพอใจทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ผลสัมฤทธิ์แอลฟาครอนบาคมีค่าเท่ากับ .78

ขั้นตอนประเมินและวิเคราะห์ผลสื่อวีดิทัศน์ ดำเนินการดังนี้

- 1) นำเสนอสื่อวีดิทัศน์ต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อประเมินคุณภาพสื่อโดยใช้แบบประเมิน
- 2) นำเสนอสื่อวีดิทัศน์ต่อกลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นประชากรที่ไม่รู้จำนวนที่แน่นอน คำนวณจากตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Yamane กำหนดไว้ 400 คน ได้รับผลประเมิน จำนวน 294 คน โดยประเมินสื่อจากยูทูปและใช้แบบประเมินความพึงพอใจผ่านระบบออนไลน์
- 3) วิเคราะห์สถิติค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อสรุปผลการประเมินสื่อวีดิทัศน์

5. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ผู้ศึกษาได้นำเสนอสื่อวีดิทัศน์ต่อผู้เชี่ยวชาญ ที่เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อ จำนวน 3 คน แบบประเมินสื่อแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านการนำเสนอ และด้านเทคนิคการผลิต ผลประเมินมีดังนี้

ตารางที่ 1 ผลประเมินสื่อวีดิทัศน์ ด้านนำเสนอเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ด้านนำเสนอเนื้อหา	$\bar{X}$	S.D.	แปล
1	ลำดับเรื่องราวได้น่าสนใจติดตามเนื้อหาจนจบ	3.87	0.74	มาก
2	บทดำเนินเรื่อง ถ่ายทอดเนื้อหาและบรรยากาศท้องเที่ยว	4.15	0.57	มาก
3	วีดิทัศน์มีคุณค่า สามารถนำไปเผยแพร่ใช้ประโยชน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวได้	4.20	0.57	มาก
4	หลังชมสื่อแล้วรู้สึกสนใจไปท่องเที่ยวที่ศูนย์เรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน	4.35	0.74	มาก
	เฉลี่ย	4.14	0.66	มาก

ผลประเมินสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ประเมินด้านนำเสนอเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ ภาพรวมมีผลประเมินในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ผลประเมินรายข้อที่มีค่าสูงสุด คือ หลังชมสื่อแล้วรู้สึกสนใจไปท่องเที่ยวที่ศูนย์เรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน มีผลประเมินในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35

ตารางที่ 2 ผลประเมินสื่อวีดิทัศน์ ด้านเทคนิคการผลิต โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ด้านเทคนิคการผลิต	$\bar{X}$	S.D.	แปล
1	เทคนิคมุกกล้องนำเสนอภาพอย่างสร้างสรรค์	4.00	0.00	มาก
2	ตัดต่อลำดับภาพนำเสนอเนื้อหาเข้าใจได้ง่าย	4.25	0.57	มาก
3	ใช้เพลงประกอบเหมาะสมกับงาน	4.15	0.57	มาก
4	ออกแบบกราฟิกสวยงาม สอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	4.20	0.74	มาก
	เฉลี่ย	4.15	0.47	มาก

ผลประเมินสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ประเมินด้านเทคนิคการผลิต โดยผู้เชี่ยวชาญ ภาพรวมมีผลประเมินในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 ผลประเมินรายข้อที่มีค่าสูงสุด คือ ตัดต่อลำดับภาพนำเสนอเนื้อหาเข้าใจได้ง่าย มีผลประเมินในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25

ตารางที่ 3 ผลประเมินภาพรวมสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปล
1	ด้านการนำเสนอเนื้อหา	4.14	0.66	มาก
2	ด้านเทคนิคการผลิต	4.15	0.47	มาก
	เฉลี่ย	4.15	0.57	มาก

ผลประโยชน์สื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ภาพรวมมีผลประโยชน์ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 เรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ด้านเทคนิคการผลิต มีผลประโยชน์ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 และ ด้านการนำเสนอเนื้อหา มีผลประโยชน์ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14

สำหรับการประเมินความพึงพอใจสื่อวีดิทัศน์ นำเสนอต่อกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน แต่ได้รับผลประเมินกลับคืนมาทางระบบออนไลน์ จำนวน 294 คน คิดเป็นร้อยละ 73.50 ผลประเมินมีดังนี้

ตารางที่ 4 ผลประเมินความพึงพอใจสื่อวีดิทัศน์ โดยกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับ	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปล
1	ลำดับเรื่องราวได้น่าสนใจติดตามเนื้อหาจนจบ	4.20	0.71	มาก
2	ออกแบบกราฟิกสวยงาม ทำให้เข้าใจเนื้อหาดีขึ้น	4.10	0.71	มาก
3	ภาพในสื่อสวยงาม ทำให้เกิดความสนใจไปสถานที่จริง	4.16	0.83	มาก
4	หลังชมสื่อแล้วรู้สึกสนใจไปท่องเที่ยวที่ศูนย์เรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน	4.25	0.74	มาก
เฉลี่ย		4.18	0.75	มาก

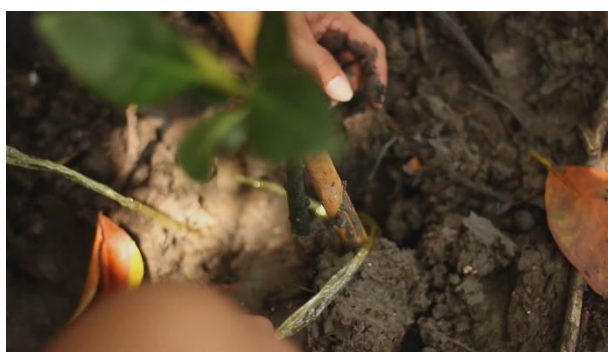
ผลประโยชน์ความพึงพอใจของผู้ชมที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ พบว่าภาพรวมมีผลประโยชน์ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 ผลประเมินข้อที่มีค่าสูงสุด คือ หลังชมสื่อแล้วรู้สึกสนใจไปท่องเที่ยวที่ศูนย์เรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน มีผลประโยชน์ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25



รูปที่ 1 วิทยากรบรรยายให้ความรู้ก่อนทำกิจกรรมเชิงอนุรักษ์



รูปที่ 2 บรรยากาศกิจกรรมปลูกป่าชายเลน



รูปที่ 3 บรรยากาศกิจกรรมเพาะต้นกล้า

6. สรุปผลการวิจัย

ผลประเมินคุณภาพสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อ จำนวน 3 คน ผลประเมินภาพรวมคุณภาพสื่อ อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 หากเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ด้านเทคนิคการผลิต มีผลประเมินในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 และ ด้านการนำเสนอเนื้อหา มีผลประเมินในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14

ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ชมที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ พบว่าภาพรวมมีผลประเมินในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 ผลประเมินข้อที่มีค่าสูงสุด คือ หลังชมสื่อแล้วรู้สึกสนใจไปท่องเที่ยวที่ศูนย์เรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน มีผลประเมินในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25

7. ข้อเสนอแนะ

จากการถ่ายทำวีดิทัศน์ ในช่วงสถานการณ์การแพร่เชื้อโควิด-19 ทำให้กิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ได้ถูกงดการเข้าร่วมกลุ่มคนจำนวนมาก หากในสถานการณ์ปกติ มีข้อเสนอแนะสำหรับการถ่ายทำสื่อวีดิทัศน์ ดังนี้

1) ประสานงานหน่วยงาน เพื่อให้มีการถ่ายทำภาพบรรยากาศกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ที่จะใช้ดึงดูดความสนใจให้นักท่องเที่ยวให้มาทำกิจกรรมในสถานที่จริง

2) ต้องเน้นกลุ่มเป้าหมายเฉพาะให้ชัดเจน เช่น นักเรียนในโรงเรียน เพื่อให้ได้ออกแบบภาพบรรยากาศ บทถ่ายทำที่เน้นกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่ให้อารมณ์ความรู้สึกเฉพาะกลุ่มได้อย่างชัดเจน และนำวีดิทัศน์ไปใช้เผยแพร่ให้เกิดประสิทธิภาพเฉพาะกลุ่มได้ดีขึ้น

3) สภาพการถ่ายทำเน้นกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ บริเวณป่าชายเลน ช่างภาพต้องลงถ่ายทำบรรยากาศในพื้นที่ซึ่งเป็นดินเลน และสัตว์ในดินเลน จึงต้องเตรียมอุปกรณ์ช่วยพยุง (Steadicam) เพื่อลดการสั่นไหวของภาพ รวมทั้งเลนส์ที่เหมาะสมด้วย

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ให้ข้อมูลเพื่อจัดทำบทวิทยานิพนธ์ คุณรัชกร วัฒนพันธ์ ตำแหน่งนักจัดการงานทั่วไปชำนาญการ สำนักงานเขตบางขุนเทียน ผู้ดูแล วิทยาการ ศูนย์เรียนรู้ป่าชายเลน บางขุนเทียน

9. เอกสารอ้างอิง

- ปรีชา คำมาดี และสมพงษ์ อัศววิธิปติ. (2559). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ของนักท่องเที่ยวที่เป็นกลุ่มเยาวชน ในจังหวัดชลบุรี. การประชุมมหาดไทยวิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 7 ณ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- สุชาติ อินกล้า. (2560). รายงานการวิจัย การจัดการการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ชุมชนหอยสตาร์ ตำบลท่าข้าม อำเภอบะเหลียน จังหวัดตรัง .ตรัง: วิทยาลัยการโรงแรมและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง.
- สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา. (2563). รายงานการพิจารณาศึกษา เรื่อง การบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งสู่เป้าหมายยุทธศาสตร์ชาติ กรณีศึกษา ทรัพยากรป่าชายเลน เพื่อศึกษาแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ. กรุงเทพฯ: กลุ่มงานคณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา.
- ศรัณย์ ฐิตารีย์ และสุรศักดิ์ โตประสี. (2560). “การจัดการการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ขององค์การบริหารส่วนตำบลบางน้ำผึ้ง จังหวัดสมุทรปราการ”. วารสารสารสนเทศ. 16(1).
- อิทธิพล โกมล. (2553). โครงการวิจัย รูปแบบการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์: กรณีศึกษาน้ำพุร้อนบ้านวังน้ำมอก อำเภอศรีเชียงใหม่ จังหวัดหนองคาย. กรุงเทพฯ: โครงการรับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ กระทรวงวัฒนธรรม.

คำแนะนำในการจัดเตรียมต้นฉบับสำหรับผู้เขียน
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

1. ข้อมูลเบื้องต้นของวารสาร

ขอบเขตเนื้อหา ประกอบด้วย

- 1.1 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 1.2 วิศวกรรม
- 1.3 เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
- 1.4 เทคโนโลยีสารสนเทศ
- 1.5 สหวิทยาการ

2. นโยบายการพิจารณาตีพิมพ์ผลงาน

2.1 คำแนะนำทั่วไป

2.1.1 ผลงานที่เสนอตีพิมพ์ต้องไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร เอกสารการประชุม หรือสิ่งพิมพ์ใดมาก่อน (ยกเว้นรายงานวิจัย และวิทยานิพนธ์)

2.1.2 ผลงานที่เสนอตีพิมพ์ต้องไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์อื่นใด ทัศนะและข้อคิดเห็นใดๆ ในบทความถือเป็นทัศนะของผู้เขียน กองบรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วยกับทัศนะเหล่านั้นและไม่ถือว่าเป็นความรับผิดชอบของกองบรรณาธิการ กรณีมีการฟ้องร้องเรื่องการละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนแต่เพียงฝ่ายเดียว

2.1.3 ลิขสิทธิ์บทความเป็นของผู้เขียน และสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับการสงวนสิทธิตามกฎหมาย การตีพิมพ์ซ้ำต้องได้รับอนุญาตโดยตรงจากผู้เขียนและสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เป็นลายลักษณ์อักษร

2.2 ประเภทผลงานที่รับตีพิมพ์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช รับพิจารณาตีพิมพ์บทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ดังนี้

- 2.2.1 บทความวิชาการ (Academic Article)
- 2.2.2 บทความวิจัย (Research Article)
- 2.2.3 บทความปริทัศน์ (Review Article)
- 2.2.4 บทวิจารณ์หนังสือ (Book Review)

2.3 การพิจารณาถ้อยแถลงบทความ

2.3.1 บทความที่จะได้รับพิจารณาตีพิมพ์ ต้องเป็นบทความที่แสดงให้เห็นถึงคุณภาพทางวิชาการและมีประโยชน์ทั้งในเชิงทฤษฎีเพื่อให้นักวิจัยสามารถนำไปพัฒนาหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ และประโยชน์ในเชิงปฏิบัติที่นักปฏิบัติสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทั้งในภาคส่วนต่างๆ ทั้งภาครัฐ ภาคธุรกิจ และภาคสังคมและชุมชน

2.3.2 บทความที่จะได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านกระบวนการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 3 ท่านและได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการ

2.4 กระบวนการพิจารณาถ้อยแถลงบทความ (Peer Review)

2.4.1 กองบรรณาธิการจะแจ้งให้ผู้เขียนทราบเมื่อกองบรรณาธิการได้รับบทความเรียบร้อยแล้ว กองบรรณาธิการจะตรวจสอบบทความว่าอยู่ในขอบเขตเนื้อหาวารสารหรือไม่ รวมถึงคุณภาพทางวิชาการ และประโยชน์ทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ

2.4.2 ในกรณีที่กองบรรณาธิการพิจารณาเห็นควรรับบทความไว้พิจารณาตีพิมพ์ กองบรรณาธิการดำเนินการส่งบทความเพื่อกลั่นกรองต่อไป โดยจะส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของบทความว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมจะลงตีพิมพ์หรือไม่ โดยกระบวนการกลั่นกรองนี้ ทั้งผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เขียนจะไม่ทราบข้อมูลของกันและกัน เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพบทความแล้ว กองบรรณาธิการจะตัดสินใจโดยอิงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิว่าบทความนั้น ๆ ควรนำลงตีพิมพ์ หรือควรส่งให้ผู้เขียนแก้ไขแล้วส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินอีกครั้งหนึ่ง หรือปฏิเสธ การตีพิมพ์

3. ข้อกำหนดต้นฉบับ

3.1 การจัดพิมพ์ต้นฉบับ

3.1.1 ผลงานที่เสนอพิจารณาตีพิมพ์ควรมีความยาวประมาณ 5 – 15 หน้ากระดาษ A4

3.1.2 บทความภาษาไทย พิมพ์ด้วย TH Sarabun New ขนาดตัวอักษร 14 Point บทความภาษาอังกฤษ พิมพ์ด้วย TH SarabunNew ขนาดตัวอักษร 14 Point

3.1.3 ระยะขอบกระดาษ 1 นิ้ว (เท่ากันทุกด้าน)

3.1.4 ชื่อเรื่องบทความ ขนาดตัวอักษร 18 Point (ตัวหนา) จัดชิดซ้ายของกระดาษ

3.1.5 ชื่อหัวข้อ ขนาดตัวอักษร 16 Point (ตัวหนา) จัดชิดซ้ายของกระดาษ

3.1.6 บทคัดย่อภาษาไทย ความยาว 1 ย่อหน้า (250 คำ) ขนาดตัวอักษร 14 Point พิมพ์ 1 คอลัมน์ และต้องพิมพ์คำสำคัญต่อท้าย

3.1.7 บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ความยาว 1 ย่อหน้า (250 คำ) ขนาดตัวอักษร 14 Point พิมพ์ 1 คอลัมน์ และต้องพิมพ์คำสำคัญต่อท้าย

3.1.8 เนื้อหาพิมพ์ 1 คอลัมน์ ขนาดตัวอักษร 14 Point

3.1.9 ชื่อและหมายเลขกำกับตาราง ขนาดตัวอักษร 14 Point (ตัวหนา) ให้พิมพ์ไว้บนตารางจัดชิดซ้าย ได้ตารางบอกแหล่งที่มา จัดชิดซ้าย

3.1.10 ชื่อภาพและหมายเลขกำกับภาพ ชื่อแผนภูมิและหมายเลขกำกับแผนภูมิ ขนาดตัวอักษร 14 Point (ตัวหนา) ให้พิมพ์ไว้ใต้ภาพ (ควรเป็นภาพที่ชัดเจน และควรแนบ File ภาพมาด้วย)

3.1.11 แผนภูมิ จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ ใต้ภาพ แผนภูมิบอกแหล่งที่มา จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

3.1.12 ชื่อบรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง ขนาดตัวอักษร 14 Point (ตัวหนา) จัดชิดซ้าย ส่วนเนื้อหา บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง ขนาดตัวอักษร 14 Point พิมพ์ 1 คอลัมน์

3.1.13 พิมพ์ชื่อและนามสกุลของผู้เขียนทุกคน พร้อมระบุคุณวุฒิสูงสุด ตำแหน่งทางวิชาการ (ถ้ามี) ตำแหน่งงาน และหน่วยงานที่สังกัด หรือสถานศึกษา และแนบ File .jpg ภาพถ่ายผู้เขียนมาด้วย

3.1.14 ผู้เขียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของการพิมพ์ต้นฉบับ เช่น ตัวสะกด วรรคตอน และความ สละสลวยของการใช้ภาษา

3.2 ส่วนประกอบของบทความ

3.2.1 บทความวิชาการ หัวข้อและเนื้อหาควรชี้ประเด็นที่ต้องการนำเสนอให้ชัดเจนและมีลำดับ เนื้อหาที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ชัดเจน รวมถึงมีการใช้ทฤษฎีวิเคราะห์และเสนอแนะประเด็น อย่างสมบูรณ์ โดยควรมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ (สามารถมีหัวข้อหรือองค์ประกอบที่แตกต่างได้)

(1) ชื่อเรื่อง (Title)

(2) บทคัดย่อ (Abstract)

สรุปเนื้อหาของบทความให้ได้ใจความชัดเจน กำหนดให้มีทั้งบทคัดย่อภาษาไทยและ ภาษาอังกฤษ โดยเขียนเป็นภาษาไทยก่อน ความยาว 1 ย่อหน้า ไม่เกิน 250 คำ

(3) คำสำคัญ (Keyword)

ระบุคำที่เป็นคำสำคัญของเนื้อหาเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นคำค้นในระบบฐานข้อมูล

(4) บทนำ (Introduction)

เป็นส่วนแนะนำและปูพื้นเรื่องเพื่อให้ผู้อ่านทราบข้อมูลเบื้องต้นของเนื้อหา เป็นการจูงใจให้ ผู้อ่านเกิดความสนใจในเรื่องนั้น ๆ

(5) เนื้อหา (Body of Text)

เป็นส่วนหลักของเนื้อหาบทความ การจัดลำดับเนื้อหา ควรมีการวางแผนจัดโครงสร้างของ เนื้อหาที่นำเสนอให้เหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหานั้น การนำเสนอเนื้อหาควรมีความต่อเนื่องเพื่อช่วยให้ ผู้อ่านเข้าใจสาระนั้นได้โดยง่าย

(6) สรุป (Conclusion)

เป็นการสรุปเนื้อหาในบทความทั้งหมดออกมาอย่างชัดเจน และกระชับโดยมีการสรุปปิดท้าย เนื้อหาที่เราได้นำเสนอไปแล้วว่ามีผลดี หรือผลเสียอย่างไร

(6) เอกสารอ้างอิง (Reference)

เขียนบรรณานุกรมในรูปแบบ APA (American Psychological Association)

3.2.2 บทความวิจัย ควรมีการนำเสนอผลการวิจัยที่ได้รับอย่างเป็นระบบ โดยควรมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ (สามารถมีหัวข้อหรือองค์ประกอบที่แตกต่างได้)

(1) ชื่อเรื่อง (Title)

ชื่อเรื่องควรมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยพิมพ์ชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยและตามด้วยชื่อเรื่องภาษาอังกฤษในบรรทัดต่อมา

(2) บทคัดย่อ (Abstract)

กำหนดให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยเขียนเป็นภาษาไทยก่อน ความยาว 1 ย่อหน้าไม่เกิน 250 คำ (การเขียนบทคัดย่อ คือ การสรุปสาระสำคัญของเรื่องโดยเฉพาะวัตถุประสงค์ วิธีการ และผลการวิจัย)

(3) คำสำคัญ (Keyword)

ระบุคำที่เป็นคำสำคัญของเนื้อหาเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นตัวค้นในระบบฐานข้อมูล

(4) บทนำ (Introduction)

เป็นการอธิบายถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา และเหตุผลที่นำไปสู่การวิจัยมีข้อมูลทางวิชาการสนับสนุนหรือโต้แย้ง รวมถึงแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

(5) วัตถุประสงค์ (Research Objectives)

ระบุถึงวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการวิจัย

(6) วิธีการวิจัย (Research Methodology)

อธิบายถึงกระบวนการดำเนินการวิจัยอย่างละเอียดและชัดเจน

(7) ผลการวิจัย (Results)

เสนอผลการวิจัยที่ตรงประเด็นตามลำดับขั้นของการวิจัย การใช้ตารางหรือแผนภูมิไม่ควรเกิน 5 ตารางหรือแผนภูมิโดยมีการแปลความหมายและวิเคราะห์ผลที่ค้นพบอย่างชัดเจน

(8) อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

ผสมผสานเปรียบเทียบและตีความผลการวิจัยให้เข้ากับหลักทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งเชื่อมโยงผลการวิจัยให้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาการวิจัย

(9) สรุป (Conclusion)

สรุปสาระสำคัญของผลการวิจัย และให้ข้อเสนอแนะที่จะนำผลการวิจัยนั้นไปใช้ประโยชน์

(10) เอกสารอ้างอิง (Reference)

เขียนบรรณานุกรมในรูปแบบของ APA (American Psychological Association)

3.3 การอ้างอิง

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ใช้รูปแบบการอ้างอิงของ APA (American Psychological Association)

3.3.1 การอ้างอิงในเนื้อหาให้ใช้รูปแบบ ดังนี้

(ชื่อ-นามสกุลผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์, เลขหน้า)

ตัวอย่าง

(เกียรติศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2546, 64)

3.3.2 บรรณานุกรมท้ายบทให้ใช้รูปแบบ ดังนี้

(1) หนังสือ

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). **ชื่อหนังสือ**. สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

Bolinger, Dwinght. (1977). **The Form of Language**. London: Longmans.

(2) บทความจากวารสาร

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความ. **ชื่อวารสาร**, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้าที่อ้างอิงถึง

ตัวอย่าง

Klimoski, R., & Palmer, S. (1993). The ADA and the hiring process in organizations. **Consulting Psychology Journal: Practice and Research**, 45(2), 10-36.

(3) วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). **ชื่อวิทยานิพนธ์**. วิทยานิพนธ์ปริญมหาบัณฑิต, ชื่อมหาวิทยาลัย.

ตัวอย่าง

สรรพงษ์ จันทเลิศ. (2546). **การสร้างเว็บไซต์ท่องเที่ยวของจังหวัดเชียงราย**. วิทยานิพนธ์ปริญมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

(4) เว็บไซต์

ชื่อผู้แต่งหรือหน่วยงานเจ้าของเว็บไซต์. (ปีที่จัดทำ). **ชื่อเรื่อง**. สืบค้นเมื่อจาก URL.

ตัวอย่าง

ชวนะ ภวานันท์. (2548). **ธุรกิจสปาไทยน่าก้าวไกลไปกว่านี้**. สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2548, จาก <http://www.businessgai.co.th/content.php?data=407720-opinion>

4. ข้อพิจารณาทางด้านจริยธรรม

ผู้วิจัยต้องคำนึงหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เคารพในบุคคล (Respect to person) เช่น การขอคำยินยอม ความเป็นส่วนตัว การเก็บรักษาความลับ

5. การส่งต้นฉบับ

ผู้เขียนส่งต้นฉบับพร้อมไฟล์ (Microsoft Word) และแบบฟอร์มเสนอแนะขอบทความเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ไปที่ <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/stouscitech> เพื่อทำการลงทะเบียนสมาชิกวารสารและดำเนินการส่งบทความเข้าฐานข้อมูลระบบออนไลน์ของวารสารซึ่งสามารถดาวน์โหลดคำแนะนำการได้ที่ <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/stouscitech/about/submissions>