การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบค่าการต้านทานการลื่นไถลของผิวทางระหว่างกรณีฉาบและไม่ฉาบด้วยวัสดุเคลือบผิวเพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน

A Comparative Study of Skid Resistance of Pavement between Coated/Non-Coated with Friction-Increasing Coating Material

วิศิษฐ์ ลีละวาณิชย์[1], ภาวัต ไชยชาณวาทิก[2], ศักดิ์ชาย รักการ[3] และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[4]

[1,2,3] หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
[4]ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
[1]wisit.59@gmail.com, [2]bhawat.cha@kbu.ac.th, [3]sakchai.rak@kbu.ac.th, [4]jeerawat.plo@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าการต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่ฉาบเคลือบและไม่ได้ฉาบเคลือบด้วยวัสดุเคลือบผิวเพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน ชนิดโคลด์พลาสติก (Cold Plastic) เพื่อแก้ปัญหาถนนที่มีแรงเสียดทานที่ไม่เพียงพอ ที่อาจส่งผลให้ไม่สามารถควบคุมทิศทางของยานพาหนะได้ สำหรับกรณีฉาบเคลือบครอบคลุมระยะทาง 1 กิโลเมตร กว้าง 1 เมตร และหนา 4 มิลลิเมตรและทำการเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังฉาบเคลือบเส้นทางและยังได้ทำการทดสอบเพิ่มเติมใน 2 กรณี คือ ผิวทางเปียกที่เคลือบด้วยฟิล์มน้ำหนา 1 มิลลิเมตร และกรณีผิวทางแห้ง ผลการวิจัยพบว่า ค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) ของผิวที่มีการฉาบเคลือบมีค่าแตกต่างกันกับกรณีก่อนฉาบเคลือบอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ทั้งกรณีผิวทางเปียกและแห้ง อีกทั้งพบว่ามีค่าสูงกว่าค่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level) และค่าระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level)

คำสำคัญ: การปรับปรุงประสิทธิภาพผิวทาง; ค่าการต้านทานการลื่นไถล; วัสดุเคลือบผิวทาง

Abstract

The purpose of this research article was to compare the skid resistance value of coated and non-coated pavements with friction-increasing coating materials, cold plastic type to solve the problem of roads with insufficient friction that may cause in of not being able to control the direction. In the case of coating cover a distance of 1 kilometer, a width of 1 meter and a thickness of 4 millimeters, and compares between before and after coated route into 2 cases: Wes surface with 1 millimeter's water film, and dry pavement. The results showed that the skidding resistance values (μ) were significantly different from that of the coated and non-coated with both wet and dry pavement cases at the 95% confidence level. Moreover, precautionary level values and correction level values of the coated case found to be higher than the specified criteria.

Keywords: improving pavement performance; skid resistance value; friction-increasing coating material.

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความความสูญเสียจากอุบัติเหตุจราจรทางถนนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสูญเสียในชีวิตและบาดเจ็บของประชาชน ซึ่งจากการรายงานขององค์การอนามัยโลก [1] พบว่าในปี 2564 ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนมีผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนจำนวน 22,491 คน คิดเป็นอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุทางถนนเท่ากับ 32.7 คนต่อประชากรแสนคน สูงสุดเป็นอันดับ 9 ของโลก ซึ่งสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากสภาพผิวทางที่ไม่ปลอดภัย มีค่าความต้านทานการลื่นไถลต่ำ ทำให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้ใช้รถใช้ถนน [2]

ค่าความต้านทานการลื่นไถลเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าค่าความเสียดทาน หรือค่าความฝืด คือ แรงต้านทานบริเวณผิวสัมผัสระหว่างล้อยางและผิวทาง หรือแรงต้านทานไม่ให้ล้อลื่นไถลบนผิวทาง [3] ซึ่งเป็นองค์กรประกอบต่อความปลอดภัยที่จำเป็นต่อระยะหยุดที่ปลอดภัยและการควบคุมตัวรถไม่ให้ลื่นไถลออกนอกเส้นทาง วิธีการเพิ่มค่าความต้านทานการลื่นไถลหรือค่าความเสียดทานของผิวทางแนวทางหนึ่งที่เป็นที่นิยมในปัจจุบันและถูกนำมาใช้โดยไม่ต้องทำการรื้อผิวทางเดิม คือการนำวัสดุเคลือบผิวเพื่อเพิ่มแรงทาน ชนิดโคลด์พลาสติก (Cold Plastic) ตามมาตรฐาน มอก.2611 ซึ่งเป็นวิธีการฉาบเคลือบผิวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการต้านทานการลื่นไถล หรือเพิ่มค่าความเสียดทานที่ได้รับความนิยมและแพร่หลายในประเทศไทยมาใช้เพื่อเพิ่มความเสียดทานของผิวทาง โดยมีความมุ่งหวังจะลดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในบริเวณที่มีความเสี่ยงและต้องการค่าความต้านทานการลื่นไถลอยู่ในเกณฑ์สูง อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาเพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบเป็นกรณีตัวอย่างในการศึกษาเปรียบเทียบค่าการต้านทานการลื่นไถลของผิวทางระหว่างกรณีก่อนหลังการฉาบเคลือบทั้งกรณีผิวทางเปียกและแห้งพร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์มาตฐานต่อไป

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีการเพิ่มค่าการต้านทานการลื่นไถล

การปรับปรุงผิวทางเพื่อเพิ่มค่าความเสียดทาน (Skid Resistance Values: SRV) เป็นสิ่งสำคัญเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้ถนนและลดอุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลของยานพาหนะในอดีต วิธีการที่นิยมนำมาใช้งานได้ดีคือ Shot Blasting System ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เครื่องพ่นลูกเหล็กขนาดเล็ก ๆ ลงบนผิวถนนเพื่อเพิ่มค่า SRV ของผิวถนนเก่าทั้งนี้ พิชัย ปมาณิกบุตร [4] ได้เปรียบเทียบผลก่อนและและพบว่าค่า SRV หลังการทำ Shot Blasting System เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการทำ Shot Blasting System โดยค่าเฉลี่ย SRV เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 55.56 ซึ่งสามารถเพิ่มความปลอดภัยในการใช้ถนนได้ แต่วิธีการ Shot Blasting System มีข้อด้อยคือจำเป็นต้องใช้งบประมาณที่สูง และมีเครื่องจักรพิเศษที่เฉพาะเจาะจงทำให้วิธีนี้ยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน

2.2 ประเภทของวัสดุเคลือบผิว

ในปัจจุบันประเทศไทยได้ใช้วัสดุเคลือบผิวเพื่อเพิ่มแรงเสียดทานชนิดโคลด์พลาสติก (Cold Plastic) และใช้สารเคมีต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความต้านทานการลื่นไถลของผิวถนน การปรับปรุงนี้ช่วยเพิ่มค่าความเสียดทานของผิวถนนและช่วยลดอุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลของยานพาหนะในการใช้ถนนได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้ยังมีวิธีการฉาบผิวทางแอสฟัลต์และใช้วัสดุเคลือบผิวชนิดอื่น ๆ ที่นิยมนำมาใช้ในงาน การบำรุงรักษาผิวทางที่มีแรงเสียดทานสูง (High Friction Surface Treatment: HFST) เช่น Cape Seal, Slurry Seal ที่ใช้วัสดุเคลือบผิวคือยางชนิด AC60-70 รวมถึง Epoxy,

Polyester, Polyurethane, Thermoplastic, Acrylic ฯลฯ ซึ่งแต่ละประเภทของวัสดุจะมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันไป ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปข้อดีและข้อเสียของวัสดุเคลือบผิวประเภทต่างๆ [5]

ประเภทวัสดุ	ข้อดี	ข้อเสีย
1. Epoxy Resin	- Epoxy สามารถใช้ยึดติดกับวัสดุหลากหลายประเภท - ทนต่อการขูดขีด เสียดสีทนกรดและเบส ทนความร้อนได้ดี - การยึดเกาะสูงและทนต่อแรงดึงมาก	- ไม่ทนต่อ UV - ไอระเหยมีสารก่อมะเร็งซึ่งอันตรายต่อคนและมีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม
2. Polyurethane	- มีความเหนียว มีความแข็ง มีความหนาแน่น มีความทนกรด-ด่างและน้ำมันได้ดี - ทนการขัดสีได้สูง	- หนาแน่น มีความทนกรด-ด่างและน้ำมันได้ดี - ทนการขัดสีได้สูง - ราคาค่อนข้างสูง - การยึดเกาะดีไม่เท่า Epoxy Resin
3. Alkyd Resin	- ยึดติดกับผิววัสดุได้ดี - ทนทานต่อความร้อน - เป็นตัวทำละลายได้ดี	- ไม่ทนต่อกรดและเบส
4. AC 60-70	- มีความยืดหยุ่น - ต้านทานการซึมของน้ำได้ดี - การเคลือบและยึดเกาะตัวดี - เป็นวัสดุที่หาง่ายในท้องตลาด - ราคาถูก	- เสื่อมสภาพได้ง่าย - ต้องมีเวลาบ่มตัว

สำหรับมาตรฐานค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางถนนที่ใช้วัสดุต้านทานการลื่นไถลชนิด Cold Plastic จะอ้างอิงตามตามมาตรฐาน มอก. 2611 ซึ่งผสมวัสดุมวลรวมละเอียด (Fine Aggregate) และสารพิเศษลูกแก้วและโพลิเมทิลเมทาคริเลต (Polymethyl Methacrylate) เป็นตัวยึดเกาะประสานกับผิวถนนเดิมและผสานเชื่อมวัสดุ และอีกตัวคือสารเคมีที่ทำให้เกิดการแข็งตัวเป็นผงฮาร์ดเดนเนอร์กลุ่มเปอร์ออกไซด์ คือ เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide) ที่ช่วยทำให้เกิดการแข็งตัวยึดเกาะถนน เพื่อเพิ่มแรงเพิ่มแรงเสียดทานในผิวถนน ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 การฉาบเคลือบเพิ่มแรงเสียดทานให้พื้นผิวทาง [10]

2.3 คุณลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

สำหรับเครื่องมือทดสอบค่าแรงเสียดทานผิวทางในการศึกษาครั้งนี้เป็นอุปกรณ์ประเภท Fixed-slip ที่ชื่อว่า Airport Surface Friction Tester T-10 (ASFTT-10) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีความสามารถในการทดสอบหลายพื้นผิว เช่น ถนนและผิวทางวิ่ง โดยสามารถทดสอบทั้งในสภาวะแห้งและเปียกตามมาตรฐานของ FAA ICAO Annex 14 UK CAP 683 และใช้ยางทดสอบขนาด 4.00 x 8 [7] ตามมาตรฐาน ASTM E1551 เครื่องมือ ASFT T-10 ประเภท Fixed-slip ใช้ในการสำรวจค่าแรงเสียดทานของผิวทางโดยสายทางที่ศึกษามีลักษณะทางกายภาพเป็นทางตรงไม่มีทางโค้งหรือการเปลี่ยนแปลงระดับ เนื่องจากเครื่องมือ ASFT T-10 เป็นเครื่องมือทดสอบแรงต้านทานในการเคลื่อนที่ทิศทางเดียว โดยสายทางมีความยาวทดสอบไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร และมีช่วงทางตรงก่อนถึงทางทดสอบไม่น้อยกว่า 100 เมตร เพื่อให้เครื่องมือทดสอบสามารถทำความเร็วได้ก่อนการเก็บข้อมูล ตามมาตรฐาน ASTM E2340-06 และสอดคล้องกับมาตฐานเกณฑ์ระดับพึงระวังและระดับปรับปรุงแก้ไขของกรมทางหลวง [6]

สำหรับการตรวจวัดค่าแรงเสียดทานบนพื้นผิวทางการจราจรเพื่อประเมินความปลอดภัยและความเหมาะสมของถนน ค่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level) คือ ค่าแรงเสียดทานที่ใช้ในการตรวจสอบถนนที่มีสภาพเสื่อมโทรมหรือไม่แน่นอน และระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) คือ ค่าแรงเสียดทานที่ถนนควรต้องปรับปรุงหรือแก้ไข เพื่อให้ถนนมีค่าแรงเสียดทานที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับการใช้งานถนนรายละเอียดของเครื่องทดสอบแสดงดังรูปที่ 2 เครื่องทดสอบแสดงดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 เครื่องทดสอบวัดค่าแรงเสียดทาน Airport surface friction tester T-10 [7]

3. วิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 การเพิ่มค่าการต้านทานการลื่นไถลแปลงทดสอบ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วัสดุเคลือบผิวจราจรเพื่อเพิ่มแรงเสียดทานสีแดง (Red Anti-Skid Material) เป็นวัสดุที่ใช้ทฉาบเคลือบผิวจราจร มีผลให้พื้นผิวจราจรมีความฝืดและเพิ่มค่าความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) สำหรับสีเคลือบผิวจราจรชนิดโคลด์พลาสติก (Cold Plastic) ที่นิยมนำมาใช้โดยทั่วไปจะเป็นสีแดงเนื่องจากเป็นสีที่ทำให้ผู้ใช้ทางเห็นแล้วรับรู้ได้ถึงการพึงระวังในการขับขี่มีชื่อทางเคมี คือ โพลีเมททิลทาอะคลีเลต (Polymethyl Methacrylate Resin) เป็นของเหลวที่ต้องผสมกับฮาร์ดเดนเนอร์ (Benzoyl Peroxide) ทำให้ยึดติดกับผิวถนนและแข็งตัวเป็นเนื้อเดียวกัน ทนต่อสภาพภูมิอากาศเหมาะสมกับการใช้งานภายนอก และมีสภาพผิวที่มีความแข็งแรงทนทาน ความหนาของวัสดุฉาบเคลือบอยู่ที่ 4 มิลลิเมตร บนผิวทางแอสฟัลท์ของแปลงทดสอบ ทำการทดสอบที่อุณหภูมิผิวทางปรกติของแปลงทดสอบ

สำหรับการศึกษาค่าความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) เคลือบผิวจราจรชนิดโคลด์พลาสติก (Cold Plastic) นั้นในการเก็บข้อมูลในการวิจัยนี้ได้เลือกเก็บข้อมูลค่าแรงเสียดทานในแปลงทดสอบเพื่อให้ได้ข้อมูลสะท้อนพฤติกรรมที่มีการใช้งานจริงของสายทาง โดยใช้เครื่องมือทดสอบค่าแรงเสียดทานของผิวทางประเภท Fixed-slip ชื่อ Airport Surface Friction Tester T-1 0 (ASFT T-1 0) สำหรับรวบรวมข้อมูลค่าแรงเสียดทานของผิวทาง ซึ่งเป็นเครื่องมือทดสอบประเภทความเร็วสูงและเป็นเครื่องมือที่ละเอียด ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้ ใช้ความเร็วที่ 65 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสำหรับการวิ่งทดสอบ

สำหรับลักษณะของการฉาบแบบเต็มแผ่นและไม่ฉาบ (ผิวทางเดิมก่อนฉาบเคลือบ) ระยะทางเท่ากันคือ 1 กิโลเมตร ผิวทางดังแสดงในรูปที่ 3

รูปที่ 3 การฉาบเคลือบวัสดุเพิ่มแรงเสียดทาน (จัดทำโดยคณะผู้ศึกษา)

3.2 การทดสอบสมมุติฐาน

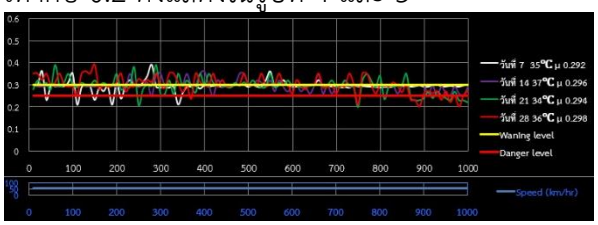
คณะผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างกรณีดังนี้

1. ค่าการต้านทานการลื่นไถลกรณีก่อนฉาบเคลือบ (ผิวทางแห้ง) กับ ค่าการต้านทานการลื่นไถลหลังฉาบเคลือบ (ผิวทางแห้ง)
2. ค่าการต้านทานการลื่นไถลกรณีก่อนฉาบเคลือบ (ผิวทางเปียก) กับ ค่าการต้านทานการลื่นไถลหลังฉาบเคลือบ (ผิวทางเปียก) โดยผลการศึกษาแสดงในหัวข้อที่ 4

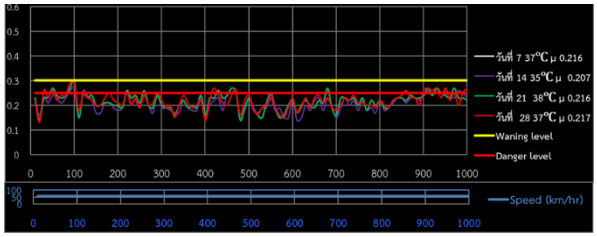
4. ผลการศึกษา

4.1ผลการทดสอบการลื่นไถล

ผลการทดสอบความต้านทานการลื่นไถลก่อนฉาบเคลือบค่าการต้านทานการลื่นไถลประกอบด้วย 2 กรณีผิวทางเปียกกับกรณีผิวทางแห้ง กรณีผิวทางแห้งค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) เท่ากับ 0.29 กรณีผิวทางเปียกค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) เท่ากับ 0.2 ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 5

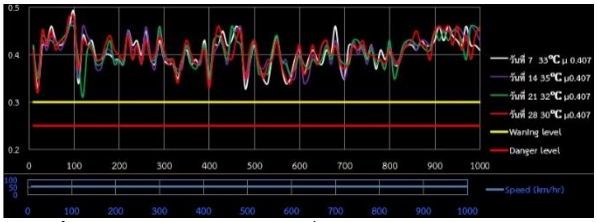


รูปที่ 4 ค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) กรณีผิวทางแห้งเท่ากับ 0.29 [7]

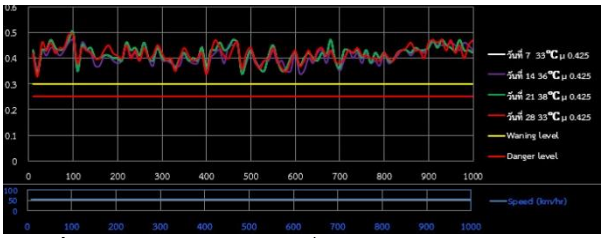


รูปที่ 5 ค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) กรณีผิวทางเปียกเท่ากับ 0.2 [7]

สำหรับกรณีหลังการฉาบเคลือบพบว่าค่าการต้านทานการลื่นไถลมีค่าสูงขึ้นกว่ากรณีก่อนฉาบเคลือบวัสดุเพิ่มแรงเสียดทาน ค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) หลังฉาบเคลือบกรณีผิวทางแห้งมีค่าเท่ากับ 0.407 กับค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) หลังฉาบเคลือบกรณีผิวทางเปียกมีค่าเท่ากับ 0.425 ดังแสดงในรูปที่ 6 และ 7 โดยสรุปดังตารางที่ 2



รูปที่ 6 ค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) หลังฉาบเคลือบกรณีผิวทางแห้ง มีค่าเท่ากับ 0.407 [7]



รูปที่ 7 ค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) หลังฉาบเคลือบกรณีผิวทางเปียก มีค่าเท่ากับ 0.425 [7]

ตารางที่ 2 ค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ)

ลักษณะของผิวทาง	ค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ)	
	ก่อนฉาบเคลือบ	หลังฉาบเคลือบ
ผิวทางเปียก	0.2	0.407.
ผิวทางแห้ง	0.29	0.425

4.2 การทดสอบสมมุติฐาน

เพื่อให้เห็นว่าค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) ของผิวทางก่อนฉาบเคลือบกับหลังฉาบเคลือบด้วยวัสดุเพิ่มแรงเสียดทานจากผลลัพธ์ที่ได้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมมุติฐานเพื่อเปรียบเทียบค่าการต้านทานการลื่นไถลที่ได้ (μ) ว่ามีความแตกต่างกันจริงหรือไม่โดยมีผลการทดสอบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสมมุติฐานกรณีผิวทางแห้ง

ตัวอย่างกรณีผิวทางแห้ง	ก่อนฉาบเคลือบ Water Film Off.	หลังฉาบเคลือบ Water Film Off.
Mean	0.2900	0.4252
Known Variance	0.0016	0.0011
Observations	400	400
z	-52.02888176	
z Critical one-tail	1.644853627	
z Critical two-tail	1.959963985	

1) กำหนดค่าตัวแปร

μ_{BW} แทน ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานก่อนฉาบเคลือบ Water Off

μ_{AW} แทน ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานฉาบเคลือบ Water Film Off

N_{BW}แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดสอบก่อนฉาบเคลือบกรณีผิวทางแห้ง

N_{AW} แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดสอบหลังฉาบเคลือบกรณีผิวทางแห้ง

$\bar{\chi}_{BW}$ แทน ค่าเฉลี่ยค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานก่อนฉาบเคลือบ Water Film Off.

$\bar{\chi}_{AW}$ แทน ค่าเฉลี่ยค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานฉาบเคลือบ Water Film Off.

σ_{BW} แทน ค่าความแปรปรวนของก่อนฉาบเคลือบ Water Film Off

σ_{AW} แทน ค่าความแปรปรวนของการฉาบเคลือบ Water Film.Off

2) ตั้งสมมติฐาน

H_0: $\mu_{BW} = \mu_{AW}$ H_0: ค่าความเสียดทานไม่แตกต่างกัน

H_1: $\mu_{BW} \neq \mu_{AW}$ H_1: ค่าความเสียดทานแตกต่างกัน

3) กำหนดตัวสถิติเพื่อการทดสอบ หาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ตัวอย่าง จากสมการที่ 1

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$ ---------สมการที่ 1

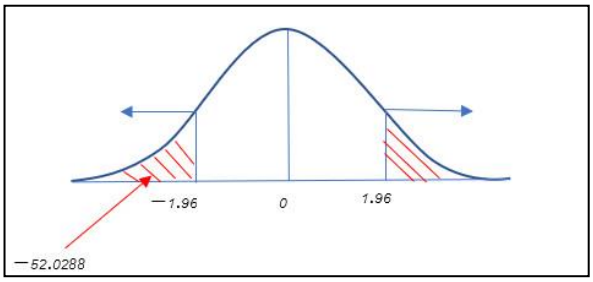
4) ค่าวิกฤตหรือขอบเขตในการยอมรับหรือปฏิเสธ H_0 เนื่องจากการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเป็นการทดสอบแบบสองด้าน

$\frac{\alpha}{2}$ = $\frac{0.05}{2}$

= 0.025 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.5 - 0.025

= 0.475 = 1.96 (ค่าจากตาราง Z)

5) สรุป ค่า Z ที่คำนวนได้มีค่าเท่ากับ -52.0288 ค่าที่คำนวณได้ ซึ่งอยู่ในเขตยอมรับ H_1 ปฏิเสธ H_0 คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานก่อนฉาบเคลือบ Water Film Off. กับค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานหลังฉาบเคลือบ Water Film Off. คือค่าความเสียดทานทั้งสองการทดสอบมีความแตกต่างกัน ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) กรณีก่อนและหลังฉาบเคลือบกรณีพื้นผิวจราจรเปียก

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสมมุติฐานกรณีผิวทางเปียก

ตัวอย่างกรณีผิวทางเปียก	ก่อนฉาบเคลือบ Water Film 1 mm.	หลังฉาบเคลือบ Water Film 1 mm.
Mean	0.20685	0.40685
Known Variance	0.00102	0.00102
Observations	400	400
z	-88.56148855	
z Critical one-tail	1.644853627	
z Critical two-tail	1.959963985	

1) กำหนดค่าตัวแปร

μ_{BW} แทน ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานก่อนฉาบเคลือบ Water Film 1 mm.

μ_{AW} แทน ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานฉาบเคลือบ Water Film 1 mm.

N_{BW}แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดสอบก่อนฉาบเคลือบกรณีผิวทางเปียก

N_{AW} แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดสอบหลังฉาบเคลือบกรณีผิวทางเปียก

$\bar{\chi}_{BW}$ แทน ค่าเฉลี่ยค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานก่อนฉาบเคลือบ Water Film 1 mm.

$\bar{\chi}_{AW}$ แทน ค่าเฉลี่ยค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานฉาบเคลือบ Water Film 1 mm.

σ_{BW} แทน ค่าความแปรปรวนของก่อนฉาบเคลือบ Water Film.

σ_{AW} แทน ค่าความแปรปรวนของการฉาบเคลือบ Water Film.

2) ตั้งสมมติฐาน

H_0: $\mu_{BW} = \mu_{AW}$ H_0: ค่าความเสียดทานไม่แตกต่างกัน

H_1: $\mu_{BW} \neq \mu_{AW}$ H_1: ค่าความเสียดทานแตกต่างกัน

3) กำหนดตัวสถิติเพื่อการทดสอบ หาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย 2 ตัวอย่าง จากสมการที่ 2

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$ ---------- สมการที่ 2

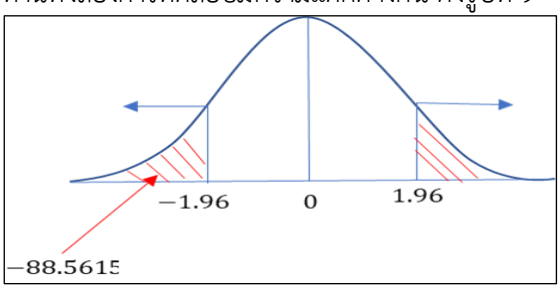
4) ค่าวิกฤตหรือขอบเขตในการยอมรับหรือปฏิเสธ H_0 เนื่องจากการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเป็นการทดสอบแบบสองด้าน

$$\frac{\propto}{2} = \frac{0.05}{2}$$

= 0.025 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.5 - 0.025

= 0.475 = 1.96 (ค่าจากตาราง Z)

5) สรุป ค่า Z ที่คำนวนได้มีค่าเท่ากับ -88.5615 ค่าที่คำนวณได้ ซึ่งอยู่ในเขตยอมรับ H_1 ปฏิเสธ H_0 คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานก่อนฉาบเคลือบ Water Film 1 mm. กับค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานหลังฉาบเคลือบ Water Film 1 mm. คือค่าความเสียดทานทั้งสองการทดสอบมีความแตกต่างกัน ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวทางค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) กรณีก่อนและหลังฉาบเคลือบกรณีพื้นผิวจราจรเปียก

4.3 ผลการเปรียบเทียบกับค่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level) และระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level)

จากผลการทดสอบหาค่าการต้านการลื่นไถลเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการฉาบเคลือบด้วยวัสดุฉาบเคลือบผิวเพื่อเพิ่มแรงเสียดทานพบว่าค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) มีค่าที่สูงขึ้นจากพื้นผิวทางที่ไม่ได้ทำการฉาบเคลือบค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) ก่อนการฉาบเคลือบมีค่าเท่ากับ 0.2 และค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) หลังการฉาบเคลือบมีค่าเท่ากับ 0.4 ซึ่งมีค่าสูงกว่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level) และระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level)

ดัชนีชี้วัดค่า Friction ในต่างประเทศ ค่า Friction ที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องมือทดสอบแบบต่อเนื่อง ในต่างประเทศมีการศึกษาและผ่านใช้งานมาเป็นเวลานาน เช่น สหรัฐอเมริกา นิวซีแลนด์ ออสเตรเลีย ได้มีการตั้งเกณฑ์ค่าระดับพึงระวังสำหรับการตรวจสอบเพื่อความปลอดภัยในการใช้ถนนทั้งทางโค้ง ทางตรง ทางแยก และทางลาดชัน โดย พิจารณาถนน Major หรือ Minor Road

ตารางที่ 5 ระดับพึงระวังของถนนในต่างประเทศ [8]

ลักษณะทางเรขาคณิตของถนน	ระดับพึงระวัง (Investigatory Level)		
	ออสเตรเลีย	นิวซีแลนด์	สหรัฐอเมริกา
ทางโค้ง	0.45-0.50	0.45-0.55	0.45-0.55
ทางตรง	0.35-0.40	0.35-0.45	0.35-0.45
ทางแยก	0.40-0.45	0.40-0.50	0.45-0.55
ทางลาดชัน	0.45-0.50	0.45-0.55	0.45-0.50

จากตารางที่ 5 ช่วงสำหรับ Investigatory ในต่างประเทศ พิจารณาว่าเป็นถนนเป็น Major หรือ Minor Road นิยาม คือ ADT > 2,500 veh/lane ถ้า Minor Road ให้ใช้ค่าน้อยค่าดัชนีสากล (International Friction Index, IFI ค่าการต้านทานการลื่อนไถล (μ) ค่าสัมประสิทธ์ความเสียดทาน (British Pendulum Number, BPN)

ตารางที่ 6 เกณฑ์ระดับพึงระวัง (Investigatory Level ระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) [9]

เกณฑ์ระดับ	IFI	μ *	BPN
ค่าระดับพึงระวัง Investigatory Level	0.32	0.43	42
ค่าระดับปรับปรุงแก้ไข Intervention Level	0.25	0.29	30

จากตารางที่ 6 ระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) อย่างไรก็ตามหลังจากฉาบเคลือบวัสดุเพิ่มแรงเสียดทานมีค่าการต้านทานการลื่นไถลที่สูงขึ้นผ่านเกณฑ์ระดับพึงระวัง (Investigatory Level) ควรให้ความระมัดระวัง และติดตั้งป้ายเตือนให้ผู้ใช้ทางเพิ่มความระมัดระวัง ณ บริเวณจุดเสี่ยงอันตรายต่าง ๆ

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การดำเนินงานศึกษาการทดสอบและเปรียบเทียบค่าการต้านทานการลื่นไถลของผิวทางระหว่างกรณีฉาบและไม่ฉาบด้วยวัสดุเคลือบผิวเพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน พบว่าค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) มีค่าที่สูงขึ้นทั้งกรณีเปียกและแห้งและมีความแตกต่างกับกรณีก่อนฉาบเคลือบอย่างมีนัยสำคัญมีค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) ก่อนฉาบมีค่าเท่ากับ 0.2 และค่าการต้านทานการลื่นไถล (μ) หลังฉาบมีค่าเท่ากับ 0.4 อย่างมีนัยสำคัญที่ร้อยละ 95 นอกจากนี้หลังจากการฉาบก็ยังมีค่าสูงกว่าระดับพึงระวัง (Investigatory Level) และระดับปรับปรุงแก้ไข (Intervention Level) ซึ่งเป็นค่าที่แนะนำโดยกรมทางหลวงโดยมีค่าระดับพึงระวังอยู่ที่ 0.43 และค่าปรับปรุงแก้ไขอยู่ที่ 0.29 ซึ่งสูงกว่า 0.32 กับ 0.25 ตามลำดับ

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บริษัท เอเชีย เทสติ้งอีควิปเม้นท์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] World Health Organization. Global status report on road safety 2018. [อินเทอร์เน็ต]. 2564. [เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 เมษายน 2564].

[2] Cairney, P. (1997). *Skid resistance and crashes: a review of the literature* (No. ARR 311).

[3] Henry, J.J. และ Wambold, JC, 1992: Henry, J.J. and Wambold, J.C. Use of Smooth-Treaded Test Tire in Evaluating Skid Resistance. Transportation Research Record 1348, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 35-42, 1992.

[4] พิชัย ปมาณิกบุตร. (2550). การเพิ่มค่าความต้านทานการลื่นไถลให้แก่ผิวทางแอสฟัลติคคอนกรีตเก่า. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่12.
[5] โครงการศึกษาประสิทธิภาพวัสดุต้านทานการลื่นไถลบนทางหลวง สถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2-20
[6] กรมทางหลวง. (2564). ส่วนสำรวจและประเมินสภาพทาง. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://mai.doh.go.th, เอกสารวิชาการเผยแพร่ PDF, เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2565.
[7] Jittakorn (ม.ป.ป.). Airport Surface Friction Tester T-10. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา https://www.researchgate.net/figure/Airport-Surface-Friction-Tester-on-Trailer-T-10_fig2_352842783, เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2565.
[8] บทความทางวิชาการสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบกรมทางหลวง doh.go.th http://doh.go.th] เอกสารวิชาการเผยแพร่ /pdf เข้าถึงเมื่อ 25 กันยายน 2565
[9] โครงการศึกษาวิจัย และวิเคราะห์ความเสียดทานของผิวทางเพื่อพัฒนาดัชนีชี้วัดและยกระดับด้านความปลอดภัยงานทางของกรม ทางหลวง http://bmm.doh.go.th/website/images/download/64-09-22/.pdf เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน 2565
[10] บริษัท สื่อสากล จำกัด. (30 พฤศจิกายน 2560). ฉาบสารกันลื่นบนถนน ทำถูกหลัก ปลอดภัยแน่. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://autoinfo.co.th/article/202166. (วันสืบค้นข้อมูล: 20 กันยายน 2565).

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์

Increasing Efficiency in the Turbocharger Assembly Process

อรรถพล สายทรัพย์[1] ศักดิ์ชาย รักการ[2] และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[3]

[1,2] หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย

[3] ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250

Saysapattapon@gmail.com[1], sakchai.rak@kbu.ac.th[2], jeerawat.plo@kbu.ac.th[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมให้สูงขึ้นไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 มีสถานีงานทั้งหมด 15 สถานีงาน โดยใช้เครื่องมือ Flow Process chart (FPC) เพื่อศึกษาเวลาและกิจกรรมในการทำงาน จากนั้นใช้หลักการค้นหาความสูญเปล่า 7 ประการ เพื่อวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการ จากนั้นใช้เครื่องมือ ECRS เพื่อขจัดความสูญเปล่าที่ส่งผลต่อเวลาการผลิตให้ล่าช้า และใช้ Line balancing เพื่อชี้วัดประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลก่อนการปรับปรุง มีรอบเวลาการทำงาน กระบวนการคอขวดคือ ST40 ก่อนปรับปรุงใช้เวลาผลิตชิ้นงาน คือ 80.24 วินาที/ชุด หรือ 672.96 ชุด/วัน หรือ 161,508 ชุด/ปี เป้าหมายก่อนการปรับปรุงคือทุกสถานีงานเวลาต้องลดลงร้อยละ 5 หรือน้อยกว่า 76.23 วินาที/ชุด ผลลัพธ์หลังจากการปรับปรุงสถานีงานคอขวดคือ 74.64 วินาที/ชุด หรือ 723.47 ชุด/วัน หรือ 173,628 ชุด/ปี มีผลผลิตเพิ่มขึ้น 50 ชุด/วัน หรือ 1,010 ชุด/เดือน หรือ 12,120 ชุด/ปี อัตราผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.5

คำสำคัญ: เพิ่มประสิทธิภาพ; การจัดสมดุลการผลิต; ปรับปรุงกระบวนการผลิต

Abstract

This research investigates the increasing efficiency in the turbocharger assembly process. The objective is to increase overall efficiency by at least 5% in 15 workstations by using Flow Process Chart (FPC) to study the time and activities in the process. Then, the 7 Wastes principle is used to analyze waste in the process. ECRS is used to eliminate waste that causes production delays. Line balancing is applied to measure the efficiency of the process. The data was collected before the improvement. The cycle time for the bottle-neck process was ST40 with 80.24 seconds/set or 672.96 sets/day or 161,508 sets/year. The target is to reduce the time at every workstation by 5%, which is less than 76.23 seconds/set. Thus, the results of after the improvement, the bottleneck workstation for ST100 is 74.64 seconds/set or 723.47 sets/day or 173,628 sets/year. The production output is increased by 50 sets/day or 1,010 sets/month or 12,120 sets/year. The productivity rate is increased by 7.5%.

Keywords: Increase efficiency; Line balancing; Improve production process

1. บทนำ

ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมรถยนต์ของไทยมีแนวโน้มฟื้นตัวดีขึ้น แต่เป็นอัตราเติบโตที่ชะลอลงเล็กน้อย จากคาดการณ์เดิมในช่วงต้นปี โดยยอดผลิตรถยนต์ในปี พ.ศ. 2565 จะขยายตัวราวร้อยละ 2 หรืออยู่ที่ 1.72 ล้านคัน จากผลกระทบของสงครามรัสเซีย-ยูเครน ที่อาจกระทบต่อห่วงโซ่การผลิตรถยนต์ และปัญหาการขาดแคลนเซมิคอนดักเตอร์รวมทั้งต้นทุนการผลิตรถยนต์ในตลาดโลกที่ปรับตัวสูงขึ้นตามราคาวัตถุดิบต่าง ๆ และยอดขายรถยนต์ในประเทศปี พ.ศ.

2565 คาดว่า จะขยายตัวร้อยละ 2.8 เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน (YOY) หรืออยู่ที่ราว 7.8 แสนคัน ชะลอลงจากคาดการณ์เดิม ณ ต้นปีที่ 8.2 แสนคัน คาดว่าจะส่งผลให้กำลังซื้อของผู้บริโภคยังฟื้นตัวได้จำกัด ส่วนยอดส่งออกรถยนต์ในประเทศปี พ.ศ. 2565 มีแนวโน้มขยายตัวร้อยละ 2.1 (YOY) หรืออยู่ที่ราว 0.98 ล้านคัน มีแนวโน้มฟื้นตัวดีขึ้นกว่าปีที่ผ่านมา [1]

บริษัท แห่งหนึ่งเป็นผู้ผลิตเทอร์โบชาร์จเจอร์ที่มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน เพื่อส่งมอบให้กับผู้ผลิตยานยนต์ชั้นนำในภาคอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์มีการเติบโตเป็นจำนวนมากทำให้ผู้ประกอบการต่าง ๆ มีการเข้าเยี่ยมชม และสั่งซื้อเป็นจำนวนมากจนบางครั้งทำให้เกิดปัญหามีการทำงานที่ล่าช้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ส่งมอบให้ลูกค้าไม่ทันตามกำหนด จากข้อมูลการผลิต 4 เดือนย้อนหลัง มีแผนการผลิตอยู่ที่ 47,021 ชุด แต่ความสามารถในการผลิตจริงอยู่ที่ 44,068 ชุด เมื่อเปรียบเทียบกับแผนการผลิตจะมียอดการผลิตที่ไม่ได้ตามแผนอยู่ที่ 2,953 ชุด

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาสนใจปัญหายอดการผลิตที่ต่ำกว่าเป้าหมายอยู่ร้อยละ 6 โดยจะประยุกต์ใช้หลักการ และทฤษฎีในการจัดการงานวิศวกรรมเข้ามาจัดการปัญหา เพื่อเพิ่มผลผลิตในสายการผลิตพร้อมกับส่งผลให้กระบวนการผลิตนี้มีผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้นร้อยละ 5 ซึ่งสามารถรองรับยอดการสั่งซื้อของลูกค้าได้ดีขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยได้เห็นถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

พิทธพนธ์ พิทักษ์ (2551: 359-364) [2] ศึกษาเรื่อง “การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมล้างขวด” มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอัตราผลิตภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง (อุตสาหกรรมล้างขวด) ผลการศึกษาพบว่าอัตราผลิตภาพรวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 36.0 อัตราผลิตภาพแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 58.5 อัตราผลิตภาพวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.38 อัตราผลิตภาพแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.50

วิลาสินี ศิริธร และนุชสรา เกรียงกรกฎ (2555: 643-648) [3] ได้ศึกษาเรื่อง “การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพของปัญหาในกระบวนการผลิตของโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูป ผลผลิตตัวต่อชั่วโมงจากเดิม 17 ตัวต่อชั่วโมง เพิ่มเป็น 28 ตัวต่อชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 64.7 สามารถเพิ่มผลิตภาพแรงงานจากเดิม 0.52 ตัวต่อคนต่อชั่วโมง เป็น 0.85 ตัวต่อคนต่อชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 38.82 จำนวนขั้นตอนการผลิตจาก 29 ขั้นตอน ลดลงเหลือ 27 ขั้นตอน เวลาในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็วจากเดิม 120 นาทีเป็น 9 นาที คิดเป็นร้อยละ 92.50 และประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตจากร้อยละ 52.08 เป็น 84.56 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 38.41

ธัชณนท์ แดนเขต, ธนภัทร แซ่ลี้ และชาณิดา พิทยานนท์ (2561: 1092-1096) [4, 5, 6] ได้ศึกษาเรื่องการจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตกรณีศึกษาโรงงานผลิตปลาแซลมอนแช่แข็ง มีวัตถุประสงค์เพื่อลดจำนวนสินค้าที่ผลิตไม่ทันตามเวลาความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ลดปัญหาคอขวด และลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นกระบวนการผลิตปลาแซลมอนแช่แข็ง โดยใช้หลักการศึกษาการทำงานและหลักการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีในการลดเวลาในการทำงาน (Cycle Time) ให้พอดีหรือต่ำกว่าเวลาความต้องการของลูกค้า ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตและวิเคราะห์การจัดสรรพื้นที่ให้เหมาะสมให้กับแต่ละกระบวนการทำงาน สามารถลดขั้นตอนในการผลิตจาก 31 ขั้นตอน เหลือ 30 ขั้นตอน ลดเวลารอบการผลิตลงได้คิดเป็นร้อยละ 3.23 ของเวลาเดิม สามารถลดระยะทางโดยรวมของกระบวนผลิตได้ 7.66 เมตร คิดเป็นร้อยละ 14.74 ของระยะทางเดิม และจากการจัดสมดุลสายการผลิตทำให้สามารถลดเวลาในการผลิตต่อรอบลดลง 0.55 นาที ส่งผลให้กำลังการผลิต (Capacity) เพิ่มขึ้นมาเป็น 359.34 กิโลกรัมต่อรอบเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.63 มูลค่าเพิ่มจากกระบวนการผลิตทั้งสิ้น 45,906,117 บาทต่อปี

เสขสัน นาคพ่วง (2563:131-147) [7, 8] ได้ศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร ซึ่งปัญหาในกระบวนการผลิตปัจจุบันพบว่า มีขั้นตอนการผลิตที่ซ้ำซ้อน ทำให้เสียโอกาสในการขายเฉลี่ยถึง 3,823,935 บาท/เดือน ต้อง

ให้พนักงานทำงานล่วงเวลาและจ่ายเงินค่าล่วงเวลา จำนวน 20 คน โดยเฉลี่ยรวม 24,825 บาท/เดือน ของเสียจากขวดแตกในกระบวนการผลิตที่มีความสูญเสียเฉลี่ย 153,915 บาท/เดือนและหยุดซ่อมเครื่องจักรเฉลี่ย 900 นาที/เดือน จึงได้นำแนวคิดการจัดการงานวิศวกรรมโดยการประยุกต์เครื่องมือคุณภาพ 7 อย่าง (7QC Tools) เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาและทำการปรับสมดุลของขั้นตอนการผลิต ให้ผลิตได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ใช้หลักการของลีน (Lean) ในการตัดกระบวนการที่ซ้ำซ้อน การผลิตจากเดิมเฉลี่ย 459,071 ขวด/เดือน เป็น 1,320,453ขวด/เดือน ประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 48.37 เป็นร้อยละ 92.70 คิดเป็นเงิน 12,920,730 บาท/เดือน พนักงานได้มีเวลาพักผ่อน ไม่ต้องจ่ายค่าทำงานล่วงเวลา

ยุทธณรงค์ จงจันทร์ (2555: 281) [9] ได้ศึกษาเพื่อจัดสมดุลสายการผลิต และลดต้นทุน (Cost) ในการซ่อมงาน (Rework) และเปลี่ยนอะไหล่ ติดตั้งดั๊มพ์ (Mounting Dump) พร้อมทั้งเพื่อหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) ผลการดำเนินงานวิจัยสามารถลดรอบเวลาการผลิตรวมลดลง 300 วันต่อคันคิดเป็นร้อยละ 1.03 และสามารถกำหนดเวลามาตรฐานการทำงานได้

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

กรณีศึกษา บริษัทแห่งหนึ่งเป็นผู้ผลิตผลิตเทอร์โบชาร์จเจอร์ ผู้ศึกษาจึงได้กำหนดวิจัยเพื่อทำการศึกษาและปรับปรุงกระบวนการประกอบเพื่อการลดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลการผลิต

จากการศึกษา พบว่าการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ ปี พ.ศ. 2565 ในช่วงเดือนเมษายน ถึง กรกฎาคม มีข้อมูลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการผลผลิตใน เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม 2565

รุ่น	P/A	ยอดผลิต(ชุดต่อเดือน)				รวม
		เม.ย.-65	พ.ค.-65	มิ.ย.-65	ก.ค.-65	
A00X	P	3,321	3,034	4,673	4,256	15,284
	A	3,025	2,834	4,452	3,924	14,235
B00X	P	1,948	2,061	2,033	1,015	7,057
	A	1,876	1,776	1,940	1,013	6,605
HX10	P	1,607	2,470	2,128	1,672	7,877
	A	1,514	2,271	1,905	1,646	7,336
HX20	P	3,500	4,918	3,977	4,408	16,803
	A	3,186	4,776	3,571	4,359	15,892
P(รวม)		10,376	12,483	12,811	11,351	47,021
A(รวม)		9,601	11,657	11,868	10,942	44,068
ผลต่าง		775	826	943	409	2,953

จากตารางที่ 1 แผนและผลผลิตจริง 4 เดือน มีแผนการผลิตอยู่ที่ 47,021 ชุด แต่ความสามารถในการผลิตจริงอยู่ที่ 44,068 ชุด เมื่อเปรียบเทียบกับแผนการผลิตจะมียอดการผลิตที่ไม่ได้ตามแผนอยู่ที่ 2,953 ชุด ความสามารถกระบวนการผลิตคือร้อยละ 93.7 จากข้อมูลดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงมุ่งเน้นในการศึกษาการทำงานในกระบวนการ โดยใช้วิธีการศึกษาการทำงาน (Work Study) [10] ในกระบวนการประกอบทั้ง 15 สถานีงาน

3.2 การวิเคราะห์ปัญหาและดำเนินการแก้ไข

ผู้ศึกษาได้ศึกษาขั้นตอนการทำงานและค้นหาความสูญเปล่า (Lost) ในกระบวนการผลิต ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการประกอบ และได้ทำการจับเวลาในทุก ๆ กิจกรรมงานย่อย นำข้อมูลมาแสดงเป็นกราฟแสดงเวลาของแต่ละกิจกรรมงานย่อยและบันทึก ลงในแผนภูมิกระบวนการไหล [6] พอจะสรุปเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของกิจกรรมงานย่อยของทุกๆ ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 สรุปกิจรรมโดยรวมของแต่ละสถานีงาน

แผนภูมิหมายเลข :...1...แผ่นที่....1...		สรุปผล							
รุ่นผลิต: HXXX	กิจกรรม	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน		หลังปรับปรุง		ลด/เพิ่ม		
กรรมวิธี: ผลิตเทอร์โบชาร์ทเจอร์			จำนวน	เวลา (s)	จำนวน	เวลา (s)			
	การปฏิบัติงาน		63	1003.94					
	การเคลื่อนย้าย		14	107.34					
วิธีการปัจจุบัน วิธีการปรับปรุง	การรอคอย		3	15.04					
สถานที่: กระบวนการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์	การตรวจสอบ		1	25.15					
ผู้บันทึก นายสมบูรณ์ ตาดี วันที่ 21 ก.ค. 2565	การเก็บ		1	3.43					
ผู้อนุมัติ นายธรรดพล สายทรัพย์ วันที่ 21 ก.ค. 2565	ระยะทางรวม (เมตร)		22.10						

ลำดับ	ขั้นตอนการผลิต	ปริมาณ (พนักงา	ระยะทา ง	เวลารวม (วินาที)	สัญลักษณ์				
1	OP10 ประกอบBearing Housing เข้ากับชุด Shaft&Wheel	1	2.7	78.90	4	1	1	0	0
2	OP20 ประกอบCompressor wheel เข้ากับชุด Back plate	1	1.5	79.94	7	1	0	0	0
3	OP30 ทดสอบการรั่วของชุด Core	0	1	76.71	5	1	0	0	0
4	OP40 ขัน Shaft nut และคัดแยกชิ้นงาน NOK อัตโนมัติ	0	2.2	73.79	2	1	0	0	0
5	OP50 บาลานซ์รอบสูง	1	1.5	77.60	6	1	0	0	0
6	ST10 ประกอบ C/H เข้ากับ E-actuator	1	2.4	79.15	4	1	1	0	0
7	ST20 ประกอบชุด C/H เข้ากับชุด Core	1	1	79.27	5	1	0	0	0
8	ST30 ขันน็อตยึดชุด C/H อัตโนมัติ	0	2.1	75.06	3	1	0	0	0
9	ST40 ประกอบ Super-core เข้ากับ T/H	1	1	80.24	4	1	1	0	0
10	ST50 ขันน็อตชุด Super-core เข้ากับชุด T/H อัตโนมัติ	0	1.2	76.86	2	1	0	0	0
11	ST60 ลงโปรแกรมเข้า E-actuator	1	1.5	74.94	4	1	0	0	0
12	ST70 ทดสอบการไหลของอากาศ	1	1	75.08	5	1	0	0	0
13	ST80 ทดสอบการรั่วอัตโนมัติ	0	1.5	75.04	3	1	0	0	0
14	ST90 ตรวจสอบองศา และตรวจอื่นๆ ด้วยกล้องอัตโนมัติ	0	1.5	75.04	4	1	0	0	0
15	ST100 ตรวจสอบขั้นสุดท้าย และการบรรจุภัณฑ์	1	0	77.30	5	0	0	1	1
	รวม	9	22.10	1154.92	63	14	3	1	1

จากตารางที่ 2 โดยรวมใช้พนักงานปฏิบัติงาน 9 คน ระยะทางเคลื่อนที่รวม 22.10 เมตร เวลารวมที่ใช้ในการผลิต 1,154.92 วินาที ขั้นตอนการปฏิบัติงานรวม 63 ขั้นตอน ขั้นตอนการเคลื่อนที่รวม 14 ขั้นตอน ขั้นตอนการตรวจสอบงานรวม 1 ขั้นตอน และสามารถสรุปผล 9 สถานีงานที่มีรอบการทำงาน (Cycle Time) สูง ต้องทำการวิเคราะห์ และแก้ปัญหาดังต่อไป

ตารางที่ 3 สถานีงานวิกฤติ 9 สถานี

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
สถานี	ST40	OP20	ST20	ST10	OP10	OP50	ST100	ST50	OP30
เวลา(s)	80.24	79.94	79.27	79.15	78.90	77.60	77.30	76.86	76.71

จากตารางที่ 3 จากการศึกษาเวลาการทำงานของกระบวนการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ทั้งหมด 15 สถานีงาน มีสถานีงานวิกฤติ 9 สถานี ประกอบไปด้วย ST40, OP20, ST20, ST10, OP10, OP50, ST100, ST50, OP30 ที่มีเวลามากกว่าเป้าหมายที่ต้องลดร้อยละ 5 หรือ 76.23 วินาที ผู้ศึกษาวิจัยต้องทำการปรับปรุงสถานีงานวิกฤติทั้ง 9 สถานี ให้ต่ำกว่าเวลาเป้าหมายที่ต้องลดร้อยละ 5 หรือ 76.23 วินาที ส่วนสถานีงานที่เหลืออีก 6 สถานีงาน คือ ST70, ST30, ST80, ST90, ST60, OP40 ไม่จำเป็นต้องทำการปรับปรุงเนื่องจากเวลาใกล้เคียงและน้อยกว่าค่าเป้าหมาย

3.3 กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

1) ในสถานีงานคอขวด จะใช้หลักการปรับสมมดุลไลน์ [6]
2) จะทำการทดลองเพิ่มสปีดการเคลื่อนที่ของชิ้นงานของแต่ละสถานีงาน
3) จะทำการปรับปรุงลำดับขั้นตอนการทำงานโดยใช้หลักการ ECRS [7]
4) จะทำการออกแบบจิ๊กอุปกรณ์เพื่อช่วยในการประกอบให้ง่ายขึ้น
5) จะทำการปรับเปลี่ยนเลย์เอาต์เพื่อให้ง่ายสะดวก และรวดเร็ว [11]
6) จะทำการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตทั้งหมดโดยหลักการค้นหาความสูญเปล่า 7 ประการ และดำเนินการแก้ไข [12]

3.4 ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

ในการวิเคราะห์การดำเนินงานการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ โดยใช้หลักการการค้นหาความสูญเปล่า 7 ประการ [6] เพื่อวิเคราะห์หาความสูญเปล่าในกระบวนการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ โดยพิจารณาการประยุกต์ใช้หลัก ECRS [13, 6] ดังต่อไปนี้

3.4.1 การกำจัด (Eliminate) เป็นการตัดสิ่งที่ไม่จำเป็นในกระบวนการดำเนินงานหรือในระบบออกไปเพื่อลดระยะเวลาในการทำงานให้สั้นลง จากการศึกษาการทำงานพบว่า มีขั้นตอนและอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็น คือ ST 40 มีการแก้ไขโปรแกรม PLC ของขั้นตอนการทำงาน โดยที่ตัดขั้นตอนการกด 2 มือยืนยันออก เนื่องจากมี Area Sensor ที่ป้องกันการการหนุนของตัวชิ้นงานอยู่แล้ว เมื่อพนักงานขันน็อตตัวที่ 1 เสร็จ Carrier จะหมุนไปที่ตำแหน่งที่ 2 ที่ 3 อัตโนมัติ

ตามลำดับ โดยที่พนักงานไม่ต้อง กด 2 มือยืนยันซ้ำ ๆ หลายครั้ง

3.4.2 การรวมกระบวนการ (Combine) เป็นการรวมงานเข้าด้วยกันเพื่อประหยัดเวลาในการทำงาน จากการศึกษาการทำงานพบว่า มีขั้นตอนที่สามารถรวมขั้นตอนได้ ดังนี้ OP20 เปลี่ยนลำดับขั้นตอนการทำงาน จากขั้นตอนที่ 2.3 เป็น 2.2 สลับกัน เนื่องจากขั้นตอนก่อนปรับปรุงขั้นตอนที่ 2.2 นั้นเป็นขั้นการประกอบชิ้นส่วนย่อย 4 ชิ้นส่วนประกอบเข้าด้วยกัน แล้วก็จะไป 2.3 วางสแกน Compressor Wheel แล้วให้ความร้อน จากนั้นก็จะประกอบชิ้นส่วนต่อจนถึง 2.6 พนักงานเกิดการรอการให้ความร้อน Compressor Wheel ดังนั้นการสลับขั้นตอนการทำงาน จากขั้นตอนที่ 2.3 ไปเป็น 2.2 จะทำให้พนักไม่เกิดการรอ ฯลฯ

3.4.3 การจัดใหม่ (Rearrange) เป็นการจัดเรียงใหม่จัดลำดับความสำคัญในการทำงานใหม่ให้ง่ายขึ้นเพื่อลดเวลาการทำงาน จากการศึกษาการทำงานพบว่า มีขั้นตอนและอุปกรณ์ที่สามารถจัดใหม่ได้ดังนี้ OP10 เพิ่ม Stoper ที่ระยะ 1.4 เมตรเพื่อลดระยะทางและลดเวลาในการเคลื่อนย้ายไปสถานี OP20 ฯลฯ

3.4.4 การทำให้ง่าย (Simplify) เป็นการปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น เพื่อลดระยะเวลาในการทำงานให้เสร็จเร็วขึ้น จากการศึกษาการทำงานพบว่า มีขั้นตอนและอุปกรณ์ที่สามารถปรับปรุงได้ดังนี้ 1. ออกแบบเปลี่ยนขนาด Tool กดจาก Φ32mm เป็น Φ35mm และเปลี่ยนจากเหล็กธรรมดากดให้เป็นหัวแม่เหล็กกดเพื่อไม่ให้ V-ring เอียงตกรูด้านล่างขณะกดลงร่องล็อค ฯลฯ

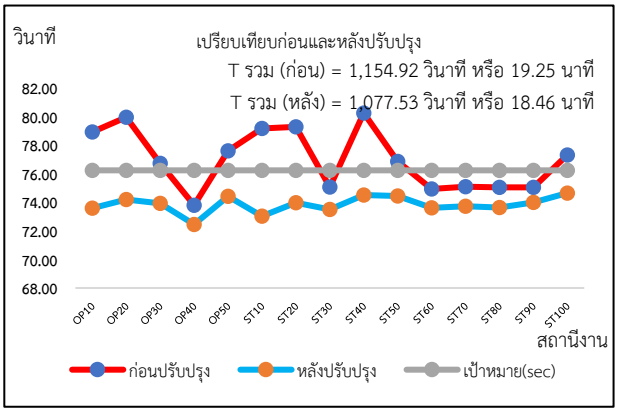
จากการปรับปรุงแก้ไขปัญหาของกระบวนการประกอบ สามารถเปรียบเทียบผลการก่อนและหลังการปรับปรุง ได้จากแผนภูมิกระบวนการไหล [6] ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบกิจรรมก่อนและหลังปรับปรุง

แผนภูมิหมายเลข :...1...แผ่นที่....1...		สรุปผล							
รุ่นผลิต: HXXX	กิจกรรม	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน		หลังปรับปรุง		ลด/เพิ่ม		
กรรมวิธี: ผลิตเทอร์โบชาร์ทเจอร์			จำนวน	เวลา (s)	จำนวน	เวลา (s)			
	การปฏิบัติงาน		62	1049.47	63	984.09	-65.39		
	การเคลื่อนย้าย		14	107.19	14	86.18	-21.00		
วิธีการปัจจุบัน วิธีการปรับปรุง	การรอคอย		3	15.11	3	9.97	-5.14		
สถานที่: กระบวนการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์	การตรวจสอบ		1	27.16	1	23.84	-3.32		
ผู้บันทึก นายสมบูรณ์ ตาดี วันที่ 4 พ.ย. 2565	การเก็บ		1	3.43	1	3.45	0.02		
ผู้อนุมัติ นายวิชัย มุ่งมั่น วันที่ 4 พ.ย. 2565	ระยะทางรวม (เมตร)		20.80		20.80		0.00		

ลำดับ	ขั้นตอนการผลิต	ปริมาณ (พนักงาน)	ระยะทาง (เมตร)	เวลารวม (วินาที)	สัญลักษณ์				
1	OP10 ประกอบBearing Housing เข้ากับชุด Shaft&Wheel	1	1.4	73.57	4	1	1	0	0
2	OP20 ประกอบCompressor wheel เข้ากับชุด Back plate	1	1.5	74.18	7	1	0	0	0
3	OP30 ทดสอบการรั่วของชุด Core	0	1	73.92	5	1	0	0	0
4	OP40 ขัน Shaft nut และคัดแยกชิ้นงาน NOK อัตโนมัติ	0	2.2	72.45	2	1	0	0	0
5	OP50 บาลานซ์รอบสูง	1	1.5	74.40	6	1	0	0	0
6	ST10 ประกอบ C/H เข้ากับ E-actuator	1	2.4	73.02	4	1	1	0	0
7	ST20 ประกอบชุด C/H เข้ากับชุด Core	1	1	73.97	5	1	0	0	0
8	ST30 ขันน็อตยึดชุด C/H อัตโนมัติ	0	2.1	73.49	3	1	0	0	0
9	ST40 ประกอบ Super-core เข้ากับ T/H	1	1	74.50	4	1	1	0	0
10	ST50 ขันน็อตชุด Super-core เข้ากับชุด T/H อัตโนมัติ	0	1.2	74.44	2	1	0	0	0
11	ST60 ลงโปรแกรมเข้า E-actuator	1	1.5	73.61	4	1	0	0	0
12	ST70 ทดสอบการไหลของอากาศ	1	1	73.71	5	1	0	0	0
13	ST80 ทดสอบการรั่วอัตโนมัติ	0	1.5	73.62	3	1	0	0	0
14	ST90 ตรวจสอบองศา และตรวจการประกอบอื่นๆ ด้วยกล้องอัตโนมัติ	0	1.5	74.00	4	1	0	0	0
15	ST100 ตรวจสอบขั้นสุดท้าย และการบรรจุภัณฑ์	1	0	74.64	5	0	0	1	1
	รวม (หลังปรับปรุง)	9	20.80	1,107.53	63	14	3	1	1
	รวม (ก่อนปรับปรุง)	9	22.10	1,154.92	63	14	3	1	1
	รวม (เปรียบเทียบ)	0	-1.3	-47.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

จากตารางที่ 4 หลังปรับปรุงใช้พนักงานปฏิบัติงาน 9 คน เท่าเดิม ระยะทางเคลื่อนที่รวมลดลง 1.3 เมตร เวลารวมที่ใช้ในการผลิต ลดลง 47.4 วินาที รายการอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง การปฏิบัติงานในกระบวนการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์สามารถสรุปเป็นกราฟเปรียบเทียบเวลาก่อนและหลังปรับปรุง สามารถปรับสมดุลไลน์การประกอบ [8, 14] ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การวิเคราะห์ความสมดุลไลน์การประกอบ [8,15] ได้จากสมการที่ (1)

ก่อนปรับปรุง

Work In Process (WIP) = Throughput Rate x Lead Time (1)

= 44.86 ชุด/ชั่วโมง x 19.25 นาที

WIP = 14.39 ชุด

Direct Labor Utilization (DLU) = WIP / No. of Stations

$$= \frac{14.39}{15} \times 100$$

DLU = 96%

หากมีชิ้นงานที่รอผลิตอยู่ 100 ชุด จะสามารถคำนวณได้จาก

Lead Time = WIP / Throughput Rate

$$= 100 \text{ ชุด} / \frac{44.86}{60} \text{ ชุด/นาที}$$

Lead Time = 133.74 นาที (8,024.4 วินาที)

เท่ากับว่างาน 1 ชุด ที่เข้าคิวรอในกระบวนการ จะใช้เวลาที่อยู่ในกระบวนการทั้งหมด 152.99 นาที (19.25+133.74)

หลังปรับปรุง

Work In Process (WIP) = Throughput Rate x Lead Time (1)

= 48.23 ชุด/ชั่วโมง x 18.46 นาที

WIP = 14.84 ชุด

Direct Labor Utilization (DLU) = WIP / No. of Stations

$$= \frac{14.84}{15} \times 100$$

DLU = 96%

หากมีชิ้นงานที่รอผลิตอยู่ 100 ชุด จะสามารถคำนวณได้จาก

Lead Time = WIP / Throughput Rate

$$= 100 \text{ ชุด} / \frac{48.23}{60} \text{ ชุด/นาที}$$

Lead Time = 124.40 นาที (7,464 วินาที)

เท่ากับว่างาน 1 ชุด ที่เข้าคิวรอในกระบวนการ จะใช้เวลาที่อยู่ในกระบวนการทั้งหมด 142.86 นาที (14.46+124.40)

3.5 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

จากการศึกษาและวิเคราะห์แก้ไขในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ พบว่า ต้องสั่งอุปกรณ์ที่หาไม่ได้ในองค์กร และวัสดุบางอย่างในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าใช้จ่ายในการในการปรับปรุงกระบวนการ

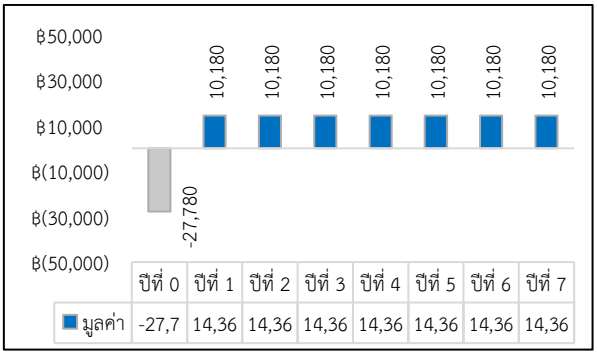
รายการค่าใช้จ่ายการปรับปรุงไลน์การผลิต					
No.	รายการ	สถานีใช้งาน	Q'ty	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
1	Tool กด V-ring	OP10	1	5,000	5,000
2	Stoper	OP20	1	2,000	2,000
3	ชั้นวาง	OP50	1	5,000	5,000
4	ลิฟท์ยกกล่องงาน	ST10	1	10,500	10,500
5	Spring Balance	ST10,40, 100	3	1,760	5,280
				รวม	27,780

จากตารางที่ 5 มูลค่ารวมทั้งหมดในการปรับปรุงกระบวนการ จำนวน 27,780 บาท (โดยการเพิ่มและเปลี่ยนอุปกรณ์ในสถานีงานที่ OP10, OP20, OP50, ST10, ST40, ST100)

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายก่อน และหลังปรับปรุง

รายการ	ก่อน	หลัง	เทียบ/วัน	เทียบ/เดือน	เทียบ/ปี
พนักงาน (คน)	18	18	0	-	-
ค่าแรง/คน (บาท)	450	450	0	-	-
ค่าแรงรวมต่อวัน	8,100	8,100	0	-	-
ระยะเวลา (ชุด)	80.24	74.64	-5.6	-168	-2,016
ชิ้นงานเฉลี่ย (ชุด)	673	723	50.5	1,010	12,120
เฉลี่ยค่าแรง (บาท)	12.04	11.12	-42.41	-848	-10,180

จากตารางที่ 6 สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการลดเวลาในการทำงานได้ 5.6 วินาที/ชุด จำนวนชิ้นงานที่สามารถผลิตเพิ่มขึ้นต่อวัน 50 ชุด/วัน เฉลี่ยต่อเดือนคิดเป็นมูลค่าอยู่ที่ 848 บาท สามารถลดต้นทุนรวมได้ 10,180 บาทต่อปี



รูปที่ 2 เงินลงทุนสุทธิเริ่มโครงการมีมูลค่า 27,780 บาท มีกำหนดการผลตอบแทนที่คาดหวังภายใน 7 ปี โดยมีกระแสเงินสดรับของโครงการมีมูลค่า 10,180 บาทต่อปี เป็นระยะเวลา 7 ปีตามกำหนดการอายุเฉลี่ยการใช้งานของอุปกรณ์ที่ลงทุน โดยงานลงทุนในโครงการนี้กำหนดให้เมื่อสิ้นสุดโครงการมูลค่าซากที่เกิดขึ้นหลังสิ้นสุดโครงการมีมูลค่า 0 บาท สำหรับงานโครงการมีค่าที่จำเป็นสำหรับใช้พิจารณาโครงการดังต่อไปนี้ สามารถหาได้จากสมการที่ (2)

$$NPV = \sum_{t=1}^{N} \frac{CF_t}{(1+k)^t} - \text{เงินลงทุนในโครงการ} \qquad (2)$$

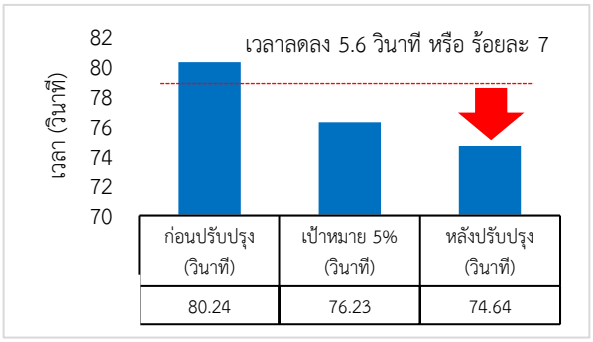
CFt = กระแสเงินสดรับและจ่ายปีที่ t

K = ค่าของทุนหรืออัตราผลตอบแทน

$$NPV = \frac{10,180}{(1+0.1)^1} + \frac{10,180}{(1+0.1)^2} + \frac{10,180}{(1+0.1)^3} + \frac{10,180}{(1+0.1)^4} + \frac{10,180}{(1+0.1)^5} + \frac{10,180}{(1+0.1)^6} + \frac{10,180}{(1+0.1)^7} - 27,780$$

NPV = 21,781 บาท

ดังนั้นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ตลอดอายุโครงการ 7 ปี มีมูลค่า 21,781 บาท ซึ่งมีค่าเป็นบวก หมายความว่า ได้เงินสดรับมากกว่าเงินสดจ่ายที่ลงทุน เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้ของโครงการมีค่า



มากกว่า 0 ตัดสินใจลงทุนหรือยอมรับโครงการนั้น หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 หรือ มีค่าเป็นลบไม่ลงทุนในโครงการดังกล่าวเนื่องจากไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน [15]

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) สามารถหาได้จากสมการที่ (3)

ระยะเวลาคืนทุน

$$= \frac{\text{เงินลงทุนสุทธิเริ่มโครงการ} - \text{กระแสเงินสดรับแต่ละปีจนเงินจ่ายลงทุนสุทธิเมื่อเริ่มโครงการเท่ากับศูนย์}}{\text{ปีสุดท้ายของกระแสเงินสดรับโครงการเท่ากับศูนย์}}$$

(3)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{27,780 - 10,180 - 10,180}{10,180}$$

= 2.73 ปี หรือ 2 ปี 8 เดือน 22 วัน

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) ของโครงการนี้คือ 2.73 ปีโดยทั่วไปเกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้นจะพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ยอมรับได้ ซึ่งอาจแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการขึ้นอยู่กับว่าโครงการนั้นๆมีความต้องการเงินต้นคืนกลับมาในช่วงเวลาใด [15]

4. ผลการวิจัย

จากการดำเนินการจัดการการลดเวลาในกระบวนการผลิตเป้าหมายการปรับปรุงคือทุกสถานีงานเวลาต้องลดลงร้อยละ 5 หรือน้อยกว่า 76.23 วินาที/ชุด ซึ่งหลังจากการประยุกต์นำหลักการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมมาช่วยในการวางแผนดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาตามที่วางไว้จนลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้เก็บ

รวบรวมผลการดำเนินการในช่วงเดือนเมษายน ถึง พฤศจิกายน 2565 สรุปผลการดำเนินการ ดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 เป้าหมายการปรับปรุงคือทุกสถานีงานเวลาต้องลดลงร้อยละ 5 หรือน้อยกว่า 76.23 วินาที/ชุด สามารถลดเวลาสถานีคอขวดคือ ST40 ก่อนปรับปรุงใช้เวลาผลิตชิ้นงาน 80.24 วินาที/ชุด หรือ 44.86 ชุด/ชั่วโมง หลังปรับปรุงใช้เวลาผลิตชิ้นงาน 74.64 วินาที/ชุด หรือ 48.23 ชุด/ชั่วโมง อัตราเวลาที่ลดลงร้อยละ 7 หลังจากการปรับปรุงสถานีงานคอขวดคือ ST100 คือ 74.64 วินาที/ชุด จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมให้สูงขึ้นต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 มีสถานีงานทั้งหมด 15 สถานีงาน โดยใช้เครื่องมือ FPC เพื่อศึกษาเวลา และกิจกรรมในการทำงาน จากนั้นใช้หลักการค้นหาความสูญเปล่า 7 ประการ เพื่อวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการ จากนั้นใช้เครื่องมือ ECRS เพื่อขจัดความสูญเปล่าที่ส่งผลต่อเวลาการผลิตให้ล่าช้า และใช้ Line balancing เพื่อชี้วัดประสิทธิภาพของกระบวนการ

สรุปผลโดยรวมก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการประกอบเทอร์โบชาร์จเจอร์ ได้ดังต่อไปนี้

4.1 สามารถลดเวลาสถานีคอขวดคือ ST40 ก่อนปรับปรุงใช้เวลาผลิตชิ้นงาน 80.24 วินาที/ชุด หรือ 44.86 ชุด/ชั่วโมง หลังปรับปรุงสถานีคอขวดคือ ST100 ใช้เวลาผลิตชิ้นงาน 74.64 วินาที/ชุด หรือ 48.23 ชุด/ชั่วโมง อัตราเวลาที่ลดลงร้อยละ 7 คิดเป็นผลผลิตก่อนปรับปรุงจะผลิตได้ 672.96 ชุด/วัน หรือ 13,459 ชุด/เดือน หรือ 161,508 ชุด/ปี หลังปรับปรุงจะผลิตได้ 723.47 ชุด/วัน หรือ 14,469 ชุด/เดือน หรือ 173,628 ชุด/ปี เพิ่มขึ้น 50 ชุด/วัน หรือ 1,010 ชุด/เดือน หรือ 12,120 ชุด/ปี อัตราผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 7.5

4.2 สามารถปรับสมดุลไลน์ (Line balancing) [8] ลดเวลารวมที่ใช้ผลิตชิ้นงานได้ดังนี้ ก่อนปรับปรุง 1,154.92 วินาที หรือ 19.25 นาที/ชุด หลังปรับปรุงเวลาผลิตชิ้นงาน 1,077.53 วินาที หรือ 18.46 นาที/ชุด จากการปรับสมดุลไลน์ ก่อนและหลังจะเห็นได้ว่าการจัดสมดุลการผลิต สามารถลดเวลาในกระบวนการผลิตได้ 47.40 วินาที หรือ 0.79 นาที หากมีชิ้นงานที่รอผลิตอยู่ 100 ชุด ก่อนปรับปรุงกระบวนการไหลลื่นจากเดิม 152.99 นาที (9,179.4 วินาที)/ชุด หลังปรับปรุง 142.86 นาที (8,571.60 วินาที)/ชุด ทำให้ลดเวลาในการรอคอยในกระบวนการได้ 10.13 นาที (607.80 วินาที)/ชุด

4.3 สามารถลดต้นทุนด้านแรงงาน จากยอดการผลิตที่เพิ่มขึ้น 50 ชุด/วัน เฉลี่ยต่อเดือนคิดเป็นมูลค่าอยู่ที่ 848 บาท ลดต้นทุนรวมได้ 10,180 บาทต่อปี จากการลงทุนในการปรับปรุงกระบวนการจำนวนเงินสุทธิ 27,780 บาท การคาดในการศึกษา คือ ผลตอบแทนที่คาดหวัง คือ มากกว่าร้อย 10 ซึ่งผลลัพธ์จริงมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 21,781 บาท และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับร้อยละ 31.16 และระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 2.73 ปี

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลต่างๆ ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] ประพันธ์ สุขทะใจ. (2565). เข้าถึงเมื่อ 1 กันยายน. เข้าถึงได้จาก http: // www.naewna.com/business /columnist/52132.

[2] พิทักษ์ พิทธพนธ์. (2552). “การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมล้างขวด.” 3 กันยายน.

[3] วิลาสินี ศิริธร และนุชสรา เกรียงกรกฎ. (2555). “การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม.” 21 กันยายน.

[4] ธัชณนท์ แดนเขต, ธนภัทร แซ่ลี้ และชาณิดา พิทยานนท์. (2561). “การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตกรณีศึกษาโรงงานผลิตปลาแซลมอนแช่แข็ง.” การประชุมวิชาการข่ายงาน

วิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2561. 3 กันยายน: 1092-1096.

[5] วิทยา อินทร์สอน. (2565). สาขาช่างเชื่อมโลหะ วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ เทคนิคการเพิ่มผลผลิตโดยลดความสูญเปล่า. เข้าถึงเมื่อ 2 9 กันยายน. เข้าถึงได้จาก http://www.thailandindustry.com.

[6] เกียรติ บันเทิงใจ และธวัชชัย ศุภดิษฐ์. (2555). “การเพิ่มผลผลิตของกระบวนการเชื่อมคานกันกระแทกรถยนต์.” 3 กันยายน.

[7] เสขสัน นาดพ่วง, ศักดิ์ชาย รักการ และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่ (2563). "การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพร." วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต ปีที่ 10 ฉบับที่ (2 พฤษภาคม-สิงหาคม): 131-147.

[8] คณาธนสาร บุญเลิศ. (2565). “ลดเวลา-เพิ่มความลื่นไหลให้กระบวนการด้วยการจัดสมดุลการผลิต (Line Balancing). เข้าถึงเมื่อ 2 9 กันยายน. เข้าถึงได้จาก https : //www.nairienroo.com

[9] ยุทธณรงค์ จงจันทร์. (2555). "การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตติดตงดั้มพ์." 281-288,

[10] วิทยา อินทร์สอน. (2565). “แนวคิดของการเพิ่มผลผลิต,” เข้าถึงเมื่อ 5 กันยายน. เข้าถึงได้จาก : http://www.thailandindustry.com.

[11] ศิริรักษ์ อมรรัตน์ปิ่นชัยมูล ณัฐพล ศิริรักษ์ และศิระพงศ์ ลือชัย. (2565). “ปรับปรุงสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์กรณีศึกษาสายการผลิต Power main A Plat No.1.” 3 กันยายน.

[12] มังกร โรจน์ประการ. (2566). Layout Kaizen การปรับปรุงเลย์เอาต์โรงงาน. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[13] ยุทธณรงค์ จงจันทร์. (2557) “การเพิ่มผลผลิตกระบวนการชุบเคลือบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ.” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี. 25-38.

[14] ลิตเติ้ล "Wikipedia" (2566). เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก : https : // en.wikipedia.org/wiki/Little%27s_law.

[15] "มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2565). เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก :https: //www.stou.ac.th/stouonline/lom/data/sec/Lom14/04-02-02.html.

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการบริการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบ AHU ขนาด 120,000 BTU หลังการขาย

Efficiency improvement in after-sales maintenance process for 120,000 BTU AHU air conditioners

ณัฐธนวุฒิ ใจเด็ด[1] ศักดิ์ชาย รักการ[2] และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[3]

[1,2] หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
[3] ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
[1]jeerawat.plo@kbu.ac.th, [2]sakchai.rak@kbu.ac.th, [3]jeerawat.plo@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการบริการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ซึ่งพบปัญหาการปฏิบัติการมีการใช้ผู้ปฏิบัติงาน 3 คนต่อครั้ง ใช้เวลาเฉลี่ยในการให้บริการต่อครั้ง คือ 125 นาที 2 วินาที ดังนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์การทำงานเพื่อกำหนดวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยได้ประยุกต์ใช้หลักการกำหนดภาระงานด้วย VACP เพื่อกำหนดขั้นตอนและเวลาที่เหมาะสม ปรับปรุงลำดับขั้นตอนการทำงานโดยใช้หลักการ ECRS ทำการออกแบบจิ๊กเครื่องมืออุปกรณ์ ทรัพยากร (คน เครื่องจักร อุปกรณ์) เพื่อช่วยในการประกอบชิ้นงานให้ง่ายขึ้น ผลการวิจัยพบว่าหลังจากปรับปรุง ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ คือ (1) ลดเวลาการปฏิบัติงานลงได้ร้อยละ 7.6 (2) ลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานให้เหลือ 2 คน โดยลดเวลาเฉลี่ยจาก 125 นาที 2 วินาที/เครื่อง เหลือเพียง 115 นาที 5 วินาที/เครื่อง ทำให้พนักงานมีเวลาพักผ่อนเพิ่มขึ้นประมาณ 30 นาที/วัน ซึ่งทำให้บริษัท (3) สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการลดจำนวนพนักงานจาก 3 คน เหลือ 2 คน คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 15,000 บาท หรือคิดเป็นปีละ 180,000 บาท

คำสำคัญ: การปรับปรุงประสิทธิภาพ; กระบวนการผลิต; เพิ่มประสิทธิภาพ

Abstract

This research is to study the improvement of the efficiency of the maintenance service process for air conditioning units, which faces a problem of requiring three workers to operate each time, resulting in an average service time of 125 minutes 2 seconds/ unit. Therefore, the researcher analyzed the work process to determine a solution by applying VACP workload determination principle to set appropriate steps and time, and improving the work process sequence using the ECRS principle. Tools, equipment, and resources (man, m/c, equipment) were also redesigned to facilitate assembly. The research results improvements: (1) 7.6 percent reduction in work time, (2) reduction in the number of workers to 2, with an average time/unit reduced from 125 minutes 2 seconds to only 115 minutes 5 seconds allowing employees to have an additional break time of about 30 min/ day, and (3) company can reduce expenses by cutting number of employees from 3 to 2, resulting in an average monthly savings of 15,000 BHT or 180,000 BHT/Year.

Keywords: Efficiency improvement, Production process, Performance enhancement

1. บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในแถบภูมิประเทศเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรทำให้มีอากาศร้อน เครื่องปรับอากาศจึงได้เข้ามามีบทบาทสำคัญทั้งในอุตสาหกรรม ที่พักอาศัย และรวมถึงในอาคาร โดยเครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงเมื่อเทียบกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ซึ่งปกติแล้วการทำงานของเครื่องปรับอากาศในอาคารสำนักงาน ค่าของการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 60 ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด ถ้าไม่มีการบำรุงรักษาจากการตรวจสอบ พบว่า เมื่อเวลาผ่านไปสิ่งสกปรกหรือฝุ่นละอองจะเกาะแน่นบนแผงคอยล์เย็น ทำให้การทำงานเครื่องปรับอากาศเกิดปัญหาตามมา เพื่อการลดปัญหาดังกล่าวจะต้องมีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศให้อยู่ในคุณภาพที่ดี และพร้อมต่อการใช้งานที่ยาวนานอย่างต่อเนื่อง [1]

จากผลการสำรวจงานวิจัยของ จักรพงษ์ เพ็งแจ่มแจ้ง (2559: บทคัดย่อ) [2] ได้วิจัยวิธีการทำงานของพนักงานทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ ได้ทำการออกแบบเครื่องทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน พบว่า สามารถลดเวลาในการทำความสะอาดลดลงเหลือ 45 นาที 55 วินาที/เครื่อง จากเดิม 63 นาที 5 วินาที คิดเป็นร้อยละ 27.75 ลือชัย อมรรัตน์ปิ่นชัยมูล (17 ตุลาคม 2561: 93) [3] ได้วิจัยการปรับปรุงสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ มุ่งเน้นเพื่อกำจัดความสูญเปล่า เริ่มจากการศึกษากระบวนการทำงานตามหลักการความสูญเปล่า 7 ประการ จากนั้นใช้แผนผังก้างปลาวิเคราะห์หาสาเหตุของแต่ละปัญหาเพื่อนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยหลักการ ECRS ยุทธณรงค์ จงจันทร์ (2555: 281) [4] ได้ศึกษาเพื่อจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) และลดต้นทุน (Cost) ในการซ่อมงาน (Rework) และเปลี่ยนอะไหล่ติดตั้งดั๊มพ์ (Mounting Dump) พร้อมทั้งเพื่อหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) ผลการดำเนินงานวิจัยสามารถลดรอบเวลาการผลิตรวมลดลง 300 วันต่อคัน คิดเป็นร้อยละ 1.03 และสามารถกำหนดเวลามาตรฐานการทำงานได้ K.J. Chua (2556: 87-104) [5] ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการทำความเย็น 2 ระดับ โดยได้ออกแบบระบบทำความเย็นที่ลดการใช้พลังงานสำหรับเครื่องปรับอากาศ และวิธีการจัดลำดับเครื่องทำความเย็นอัจฉริยะที่ลดการใช้พลังงานหลักสำหรับการทำความเย็น

ดังนั้นในการวิจัยในครั้งนี้ต้องการปรับปรุงกระบวนการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบ AHU ที่มีการใช้ประสิทธิภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน 3 คน คิดเป็นแค่เพียงร้อยละ 60.11 เท่านั้น โดยจะประยุกต์ใช้หลักการ และทฤษฎีในการจัดการงานวิศวกรรมเข้ามาจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการลดเวลาขั้นตอนในการทำงาน จัดตารางการปฏิบัติงานและจัดสรรผู้ปฏิบัติงานที่เหมาะสม ซึ่งคาดว่าสามารถลดเวลาลงได้อย่างน้อยร้อยละ 5 และลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานลงให้สามารถไปหมุนเวียนทำงานอื่นทดแทน

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

กรณีศึกษา เพื่อให้การศึกษานี้มีประสิทธิผลในการดำเนินการในโครงการครั้งนี้ ผู้ศึกษาเห็นว่าในการ วิเคราะห์ข้อมูลมาเป็นองค์ประกอบการพิจารณาทางด้านมาตรการนี้ต้องมีการตรวจวิเคราะห์ขั้นตอนการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานทั้ง 3 คน เพื่อนำมากำหนดแนวทางการลดเวลาการปฏิบัติงานอย่างน้อยและลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการทำงานการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ แบบ AHU ขนาด 120,000 BTU รวมถึงการจัดการเชิงวิศวกรรมโดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลการบริการ เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2565

2) วิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของกระบวนการให้บริการ

3) กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

4) ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

2.1 ศึกษาข้อมูลการบริการ เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2565

จากปัญหาของกระบวนการบริการหลังการขาย การตรวจสอบเครื่อง อุปกรณ์ และการบริการล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ อย่างน้อยอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมฝุ่นละอองสิ่งสกปรกของบริษัทนั้น ๆ จากข้อมูลการบริการ 4 เดือน (พฤษภาคม – สิงหาคม 2565) ย้อนหลังมีการให้บริการล้างอุปกรณ์ระบบปรับอากาศแบบ AHU อยู่ 10 บริษัท จำนวน 15 เครื่อง ระยะเวลาที่ให้บริการต่อเครื่อง คือ 125 นาที 2 วินาที/เครื่อง ให้บริการทั้งหมด 240 ครั้ง รวมเวลาที่ใช้ไป 30,005 นาที ซึ่งมีผู้ปฏิบัติงานจำนวน 3 คน ปัญหาที่พบ ได้แก่

1) แผงคอยล์เย็นในตัวเครื่อง AHU อุดตัน ทำให้การแลกเปลี่ยนความเย็นมีปัญหา

2) ปัญหาอุณหภูมิในห้องไม่สามารถทำอุณภูมิได้ต่ำกว่า 22 องศาเซลเซียส

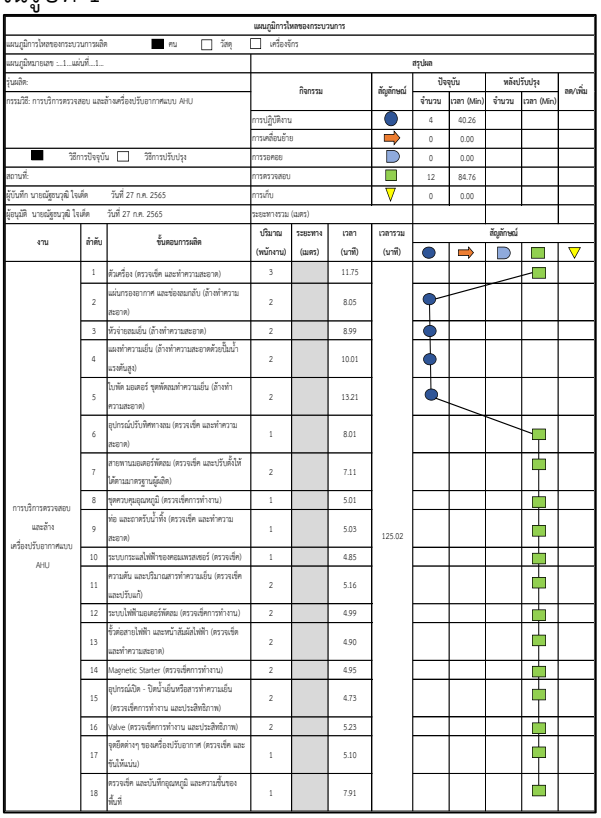
3) ปัญหาการล้างแผงคอยล์เย็น ช่างไม่มีความชำนาญในการถอดล้าง และไม่เข้าใจในขั้นตอนการทำงานซึ่งทำให้เกิดความล่าช้า เรื่องเวลาในการล้างทำความสะอาด

4) ปัญหาแรงดันน้ำยาแอร์ในระบบไม่ถึง 120 Psi เนื่องจากน้ำยาขาด ทำให้ AHU ทำอุณหภูมิไม่ได้ตามกำหนด ที่ 23 – 25 องศาเซลเซียส

5) ไม่มีเอกสารมาตรฐานในการปฏิบัติงาน (Work instruction)

2.2 การวิเคราะห์ปัญหาและดำเนินการแก้ไข

ในการวิจัยได้รวบรวมข้อมูลในกระบวนการให้บริการล้างอุปกรณ์ระบบปรับอากาศแบบ AHU ขนาด 120,000 BTU โดยในส่วนของการปรับปรุงกระบวนการให้บริการล้างอุปกรณ์ โดยใช้วิธีการศึกษางาน จากการศึกษาขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนให้บริการล้างอุปกรณ์ระบบปรับอากาศแบบ AHU และได้ทำการจับเวลาในทุก ๆ กิจกรรมงานย่อย นำข้อมูลมาแสดงเป็นกราฟแสดงเวลาของแต่ละกิจกรรมงานย่อย และบันทึก ลงในแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) [6] ดังแสดงในรูปที่ 1

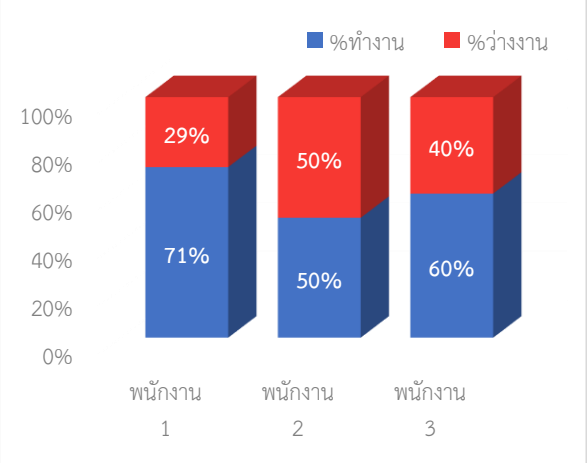


รูปที่ 1 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart)

โดยสรุปเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานมีการใช้พนักงานปฏิบัติงาน จำนวน 3 คน เวลารวมที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด และตรวจสอบ 125 นาที 2 วินาที/เครื่อง ขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด และตรวจสอบ 18 ขั้นตอน คือ (1) ตัวเครื่อง (ตรวจเช็ค และทำความสะอาด) (2) แผ่นกรองอากาศ และช่องลมกลับ (ล้างทำความสะอาด) (3) หัวจ่ายลมเย็น (ล้างทำความสะอาด) (4) แผงทำความเย็น (ล้างทำความสะอาดด้วยปั๊มน้ำแรงดันสูง) (5) ใบพัด มอเตอร์ ชุดพัดลมทำความเย็น (ล้างทำความสะอาด) (6) อุปกรณ์ปรับทิศทางลม (ตรวจเช็ค และทำความสะอาด) (7) สายพานมอเตอร์

พัดลม (ตรวจเช็ค และปรับตั้งให้ได้ตามมาตรฐานผู้ผลิต) (8) ชุดควบคุมอุณหภูมิ (ตรวจเช็คการทำงาน) (9) ท่อ และถาดรับน้ำทิ้ง (ตรวจเช็ค และทำความสะอาด) (10)ระบบกระแสไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ (ตรวจเช็ค) (11) ความดัน และปริมาณสารทำความเย็น (ตรวจเช็ค และปรับแก้) (12) ระบบไฟฟ้ามอเตอร์พัดลม (ตรวจเช็คการทำงาน) (13) ขั้วต่อสายไฟฟ้า และหน้าสัมผัสไฟฟ้า (ตรวจเช็ด และทำความสะอาด) (14) Magnetic Starter (ตรวจเช็คการทำงาน) (15) อุปกรณ์เปิด - ปิดน้ำยา (ตรวจเช็คการทำงาน) (16) วาล์ว (Valve) (ตรวจเช็คการทำงาน และประสิทธิภาพ) (17) จุดยึดต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศ (ตรวจเช็ค และขันให้แน่น) และ (18) ตรวจเช็ค และบันทึกอุณหภูมิ และความชื้นของพื้นที่

ซึ่งการให้บริการล้างอุปกรณ์ระบบปรับอากาศแบบ AHU ทั้ง 18 ขั้นตอน เวลารวมที่ใช้คือ 125 นาที 2 วินาที พนักงานคนที่ 1 มีอัตราการปฏิบัติงานอยู่ที่ร้อยละ 71 มีอัตราว่างงานอยู่ที่ร้อยละ 29 พนักงานคนที่ 2 มีอัตราการปฏิบัติงานอยู่ที่ร้อยละ 50 มีอัตราว่างงานอยู่ที่ร้อยละ 50 พนักงานคนที่ 3 มีอัตราการปฏิบัติงานอยู่ที่ร้อยละ 60 มีอัตราว่างงานอยู่ที่ร้อยละ 40 ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ประสิทธิภาพการให้บริการล้างอุปกรณ์ระบบปรับกาศแบบ AHU

ดังนั้น สรุปได้ว่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการให้บริการต่อครั้ง คือ 125 นาที 2 วินาที โดยใช้ผู้ปฏิบัติงาน 3 คนต่อครั้ง ซึ่งมีจำนวนเข้าให้บริการทั้งหมดเท่ากับ 240 ครั้ง จาก 15 เครื่อง คิดเป็นเวลาเฉลี่ยรวมทั้งหมดในการให้บริการอยู่ที่ 30,005 นาที หรือ 500.08 ชั่วโมง โดยพนักงานปกติทำงานวันละ 8 ชั่วโมง จึงคิดเป็นค่าเฉลี่ยการให้บริการทั้งหมด 62.51 วัน ซึ่งพบว่าใช้เวลาน้อยกว่าระยะเวลา 4 เดือน ที่มีเวลาทำงานอยู่ 104 วัน (26 วันต่อเดือน × 4 เดือน) คิดเป็นการใช้ประสิทธิภาพการทำงาน (Utilization) เท่ากับร้อยละ 60.11 เท่านั้น

2.3 กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

ในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการบริการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบ AHU พิจารณาโดยประยุกต์ใช้หลัก 4 M [7] ดังต่อไปนี้

1) การกำหนดภาระงานด้วย VACP [8] ในการปฏิบัติงานของพนักงาน (Man)

2) การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานที่เหมาะสมและทันสมัย (Machines)

3) การกำหนดวัสดุและวัตถุดิบที่ใช้ในการทำงาน (Materials)

4) การกำหนดขั้นตอนการทำงานเพื่อลดงานที่ซ้ำซ้อน และการจัดลำดับของงานที่ไม่เหมาะสม (Methods)

2.4 ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

1) การกำหนดภาระงานด้วยวิธี VACP ในการปฏิบัติงานของพนักงาน (Man) เป็นการกำหนดภาระงานที่เหมาะสมกับหน้าที่และความชำนาญ โดยการประเมินด้วยหลักการ VACP ประกอบด้วย ทักษะการสังเกตและวิเคราะห์หน้างาน (Visual: V) ทักษะการให้คำปรึกษาและการร่วมทีม (Auditory: A) ทักษะการแก้ปัญหา (Cognitive: C) และทักษะพิสัย (Psychomotor: P) โดยทำการประเมินด้วยวิธี

สัมภาษณ์ผู้ประกอบการ และพนักงานทั้ง 3 คน ของบริษัทในมิติต่าง ๆ ตามหลักของ VACP โดยการกำหนดคะแนนพนักงาน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การกำหนดคะแนนในการสอบถามผู้ประกอบการและพนักงาน

หัวข้อคำถามด้าน	หัวข้อคำถามย่อย	คะแนน
ทักษะการสังเกตและวิเคราะห์หน้างาน (Visual: V)	1) ความสามารถในการประเมินและวิเคราะห์	30
	2) ความสามารถในการกำหนดขอบเขตงาน	
ทักษะการให้คำปรึกษาและการร่วมทีม (Auditory: A)	1) ความสามารถในการถ่ายทอดงาน	30
	2) ความสามารถในการทำงานร่วมกับเพื่อนร่วมงาน	
ทักษะการแก้ปัญหา (Cognitive: C)	1) ความสามารถในการเรียนรู้และแก้ปัญหา	20
	2) ความสามารถในการใช้งาน	
ทักษะพิสัย (Psychomotor: P)	1) ความสามารถในการนำไปปฏิบัติงานได้จริง	20
	2) ความสามารถในการทำงานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ	

จากนั้นทำการสรุปผลคะแนนประเมินในพนักงานแต่ละคน ซึ่งผลการประเมินทักษะความสามารถพนักงานทั้ง 3 คน ตามหลักเกณฑ์ VACP ในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 91.0 คะแนน เมื่อมองในแต่ละทักษะ พบว่า ทักษะการสังเกตและวิเคราะห์หน้างาน (Visual: V) มีคะแนนเฉลี่ย 26.7 คะแนน พนักงานคนที่ 1 และพนักงานคนที่ 3 มีคะแนนต่ำกว่า 30 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์จำเป็นต้องพัฒนาทักษะด้านนี้ให้เพิ่มขึ้น ทักษะการให้คำปรึกษาและการร่วมทีม (Auditory: A) มีคะแนนเฉลี่ย 28.3 คะแนน พนักงานคนที่ 3 มีคะแนนต่ำกว่า 30 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจำเป็นต้องพัฒนาทักษะด้านนี้ให้เพิ่มขึ้น ทักษะการแก้ปัญหา (Cognitive: C) มีคะแนนเฉลี่ย 17 คะแนน พนักงานคนที่ 1 และพนักงานคนที่ 3 มีคะแนนต่ำกว่า 20 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจำเป็นต้องพัฒนาทักษะด้านนี้ให้เพิ่มขึ้น และทักษะพิสัย (Psychomotor: P) มีคะแนนเฉลี่ย 18.0 คะแนน พนักงานคนที่ 1 และพนักงานคนที่ 2 มีคะแนนต่ำกว่า 20 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจำเป็นต้องพัฒนาทักษะด้านนี้ให้เพิ่มขึ้นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินทักษะความสามารถพนักงานทั้ง 3 คนตามหลักเกณฑ์ VACP

หัวข้อคำถามด้าน	ผลการประเมิน			รวม	เฉลี่ย
	1	2	3		
ทักษะการสังเกตและวิเคราะห์หน้างาน (Visual: V)	25	30	25	80	26.7
ทักษะการให้คำปรึกษาและการร่วมทีม (Auditory: A)	30	30	25	85	28.3
ทักษะการแก้ปัญหา (Cognitive: C)	17	20	17	54	18.0
ทักษะพิสัย (Psychomotor: P)	18	16	20	54	18.0
รวมคะแนน	90	96	87	273	91.0

ซึ่งผลการประเมินทักษะความสามารถพนักงานทั้ง 3 คน ตามหลักเกณฑ์ VACP ในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 91.0 คะแนน เมื่อมองในแต่ละทักษะพบว่า ทักษะการสังเกตและวิเคราะห์หน้างาน (Visual: V) มีคะแนนเฉลี่ย 26.7 คะแนน พนักงานคนที่ 1 และพนักงานคนที่ 3 มีคะแนนต่ำกว่า 30 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์จำเป็นต้องพัฒนาทักษะด้านนี้ให้เพิ่มขึ้น ทักษะการให้คำปรึกษาและการร่วมทีม (Auditory: A) มีคะแนนเฉลี่ย 28.3 คะแนน พนักงานคนที่ 3 มีคะแนนต่ำกว่า 30 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจำเป็นต้องพัฒนาทักษะด้านนี้ให้เพิ่มขึ้น

ทักษะการแก้ปัญหา (Cognitive: C) มีคะแนนเฉลี่ย 17 คะแนน พนักงานคนที่ 1 และพนักงานคนที่ 3 มีคะแนนต่ำกว่า 20 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จำเป็นต้องพัฒนาทักษะด้านนี้ให้เพิ่มขึ้น และทักษะพิสัย (Psychomotor: P) มีคะแนนเฉลี่ย 18.0 คะแนน พนักงานคนที่ 1 และพนักงานคนที่ 2 มีคะแนนต่ำกว่า 20 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จำเป็นต้องพัฒนาทักษะด้านนี้ให้เพิ่มขึ้น

2) การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานที่เหมาะสมและทันสมัย (Machines) และเหมาะสม โดยใช้หลักการ ECRS ทำการออกแบบจิ๊กเครื่องมืออุปกรณ์ ทรัพยากร (คน เครื่องจักร อุปกรณ์) เพื่อช่วยในการประกอบชิ้นงานให้ง่ายขึ้น ดังตารางที่ 3

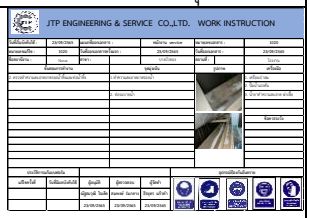
ตารางที่ 3 ใช้หลักการ ECRS เพื่อปฏิบัติงานง่ายขึ้น

กระบวนการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1. การตรวจเช็คและทำความสะอาดอุปกรณ์การทำงานในแต่ละสถานที่	ไม่มีตู้เก็บเครื่องมือโดยพนักงานจะต้องขนย้ายและไม่มีการทำความสะอาดก่อน-หลังการใช้งาน	ใช้เก็บกล่องเครื่องมือแบบรถสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ลดเวลาในการขนย้ายอุปกรณ์
2. การทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ และช่องลมกลับ	โบลเวอร์เป่าลมไฟฟ้าทำความสะอาดเสียเวลาในการเสียบปลั๊ก และเก็บสายไฟ	โบลเวอร์เป่าลมแบบแบตเตอร์รี่ซึ่งใช้งานง่าย และสามารถใช้งานได้ทุกที่ลดเวลาทำงานได้
	ไขควงที่ใช้งานปัจจุบันเป็นแบบขันด้วยมือ	ไขควงไฟฟ้าใช้งานง่ายสะดวกสบายลดเวลาในการใช้งาน

3) การกำหนดวัสดุและวัตถุดิบที่ใช้ในการทำงาน (Materials) ซึ่งการปรับปรุงการใช้น้ำยาทำความสะอาดแทนน้ำเปล่า ทำให้ใช้เวลาในการทำความสะอาดได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์กำหนดหาน้ำยาทำความสะอาดที่เหมาะสมและสอดคล้องไม่ส่งผลกระทบต่อเครื่องมือและกระบวนการทำงานในการล้างของกระบวนการบริการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบ AHU

4) การกำหนดวิธีขั้นตอนการทำงานเพื่อลดงานที่ซ้ำซ้อน และการจัดลำดับของงานที่ไม่เหมาะสม (Methods) ในการปรับปรุงกระบวนการล้างทำความสะอาดแผงทำความเย็นด้วยปั๊มน้ำแรงดันสูงที่มีการใช้เวลาในการดำเนินการที่ไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการในการฉีดล้างของพนักงานแต่ละคน ดังนั้นเพื่อทำให้การใช้เวลาในการทำความสะอาดฉีดล้างได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยผู้ศึกษาได้วิเคราะห์กำหนดจัดทำคู่มือในการฉีดล้างที่สอดคล้องกับเครื่องมือและน้ำยาในการล้างของกระบวนการบริการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบ AHU ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จัดทำคู่มือในกระบวนการบริการบำรุงรักษา

กระบวนการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1. การล้างทำความสะอาดแผงทำความเย็นด้วยปั๊มน้ำแรงดันสูง	ไม่มีคู่มือมาตรฐานในการปฏิบัติงาน	 จัดทำคู่มือมาตรฐานในการปฏิบัติงานเพื่อให้พนักงานทำงานถูกวิธี ตามมาตรฐานเวลาที่กำหนดไว้ทุกสถานีงาน

2.5 ผลการวิจัย (Results)

หลังการปรับปรุงกระบวนการ และการใช้หลักการ ECRS เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานของกิจกรรมงานย่อยของทุก ๆ สถานีงานซึ่งมีพนักงาน

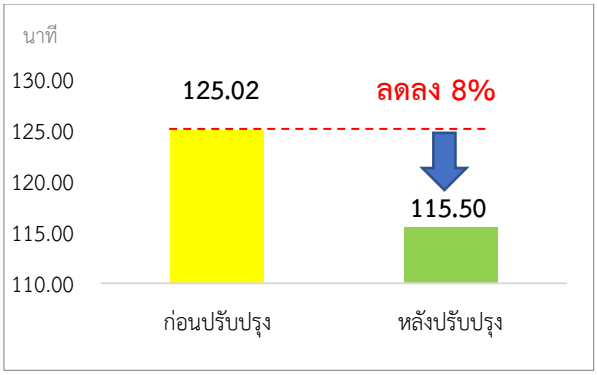
ปฏิบัติงาน 2 คน เวลารวมที่ใช้ในการล้างทำความสะอาด และตรวจสอบ 115 นาที 50 วินาที/เครื่อง ขั้นตอนการปฏิบัติงานรวม 4 ขั้นตอน ขั้นตอนการตรวจสอบงานรวม 14 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 3

แผนภูมิหมายเลข :...1...แผ่นที่....1...		สรุปผล						
รุ่นผลิต:		กิจกรรม	สัญลักษณ์	ปัจจุบัน		หลังปรับปรุง		
กรรมวิธี: การบริการตรวจสอบ และล้างเครื่องปรับอากาศแบบ AHU				จำนวน	เวลา (Min)	จำนวน	เวลา (Min)	ลด/เพิ่ม
		การปฏิบัติงาน		4	40.26	4	36.59	3.67
		การเคลื่อนย้าย		0	0.00	0	0.00	0.00
ก่อนปรับปรุง หลังปรับปรุง		การรอคอย		0	0.00	0	0.00	0.00
สถานที่: บริษัท A		การตรวจสอบ		12	84.76	12	78.91	5.85
ผู้บันทึก นายณัฐธนวุฒิ ใจเด็ด วันที่ 3 พ.ย. 2565		การเก็บ		0	0.00	0	0.00	0.00
ผู้อนุมัติ นายณัฐธนวุฒิ ใจเด็ด วันที่ 3 พ.ย. 2565		ระยะทางรวม (เมตร)		0		0		0.00

งาน	ขั้นตอนการผลิต	ปริมาณ (พนักงาน)	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	เวลารวม (นาที)	สัญลักษณ์
การบริการตรวจสอบ และล้างเครื่องปรับอากาศแบบ AHU	1	2		9.05	115.50	
	2	2		6.38		
	3	2		8.99		
	4	2		8.34		
	5	2		12.88		
	6	1		7.68		
	7	2		6.95		
	8	1		4.85		
	9	1		4.70		
	10	1		4.52		
	11	2		5.00		
	12	2		4.49		
	13	2		4.52		
	14	2		4.67		
	15	2		4.67		
	16	2		5.13		
	17	1		4.89		
	18	1		7.81		

รูปที่ 3 แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) หลังการปรับปรุง

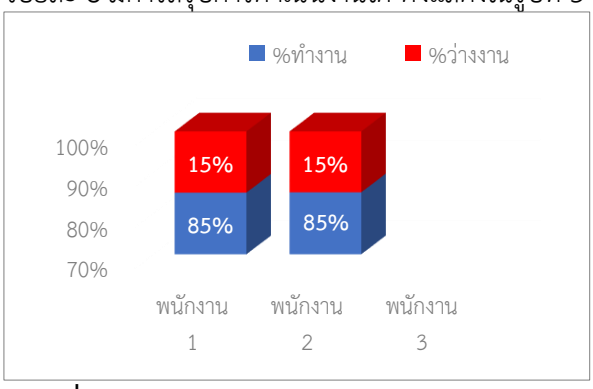
ผู้วิจัยได้มีการปรับรูปแบบการทำงานแบบใหม่เพื่อให้พนักงานมีการทำงานให้เต็มประสิทธิภาพ และสามารถลดจำนวนพนักงานได้ 1 คน จากการให้บริการล้างอุปกรณ์ระบบปรับอากาศแบบ AHU พนักงานคนที่ 1 มีอัตราการปฏิบัติงานอยู่ที่ร้อยละ 85.05 พนักงานคนที่ 2 มีอัตราการปฏิบัติงานอยู่ที่ร้อยละ 85.13 พนักงานคนที่ 3 ไม่มี ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ประสิทธิภาพการให้บริการอุปกรณ์ระบบปรับอากาศแบบ AHU หลังการขาย

3. สรุป

จากการวิจัยสรุปผลการดำเนินงานการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการบริการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศของบริษัทกรณีศึกษา หลังการปรับปรุงกระบวนการสามารถลดเวลาในการให้บริการต่อวันลงได้ร้อยละ 5 และลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานให้เหลือ 2 คน ซึ่งจาก 125 นาที 2 วินาที เหลือ 115 นาที 50 วินาที ซึ่งลดลง 9 นาที 52 วินาที คิดเป็นร้อยละ 8 มีการสรุปการดำเนินงานได้ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณของเสียก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

สรุปก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการบริการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบ AHU ข้อมูลที่บันทึกไว้ช่วงก่อนปรับปรุงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม 2565 ใช้เวลาเฉลี่ยทั้งสิ้น 125 นาที 2 วินาที/เครื่อง ใน 1 เครื่อง ใช้พนักงาน 3 คน ใน 1 วัน สามารถให้บริการได้ 3 เครื่อง/วัน เนื่องจากมี

ระยะเวลาที่ต้องไปให้บริการลูกค้าตามต่างสถานที่กัน และหลังปรับปรุงกระบวนการในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2565 ใช้เวลาเฉลี่ยทั้งสิ้น 115 นาที 50 วินาที/เครื่อง ใน 1 เครื่อง ใช้พนักงาน 2 คน ใน 1 วัน สามารถให้บริการได้ 3 เครื่องต่อวัน คิดเป็นปรับปรุงกระบวนการสามารถลดเวลาในการให้บริการได้ร้อยละ 8 ต่อวัน สิ่งที่บริษัทได้รับจากการปรับปรุงครั้งนี้คือสามารถลดค่าใช้จ่ายจากการลดจำนวนพนักงานจาก 3 คน เหลือ 2 คน คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 15,000 บาท หรือ คิดเป็นสามารถลดต้นทุนรวมได้ 180,000 บาทต่อปี

4. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลต่าง ๆ ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงพลังงาน (2565).*คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (อาคาร) พ.ศ. 2553*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file_handbook/Pre_Build/Build_14.pdf, เข้าดูเมื่อวันที่ 25/06/2565.

[2] จักรพงษ์ เพ็งแจ่มแจ้ง (2559). *การปรับปรุงการบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน,* [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://libdoc.dpu.ac.th, เข้าดูเมื่อวันที่ 25/06/2565.

[3] อมรรัตน์ ปิ่นชัยมูล, ณัฐพล ศิริรักษ์ และ ศิระพงศ์ ลือชัย (2561). การปรับปรุงสายการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ, *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*, หน้า 93 – 105.

[4] ยุทธณรงค์ จงจันทร์ (2555). การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตติดตั้งดั้มพ์, *ประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ*, หน้า 281-288.

[5] K.J. Chua, S.K. Chou, W.M. Yang and J. Yan. (2013). Achieving better energy-efficient air conditioning – A review of technologies and strategies, *Applied Energy*, vol. 104, pp. 87-104.

[6] วิทยา อินทร์สอน (2565). *แนวคิดของการเพิ่มผลผลิต*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา http://www.thailandindustry.com, เข้าดูเมื่อวันที่ 25/06/2565.

[7] Claudio Favia, Michele Germanib, Marco Marconib, (2017). *A 4 M approach for a comprehensive analysis and improvement of manual assembly lines*, Procedia Manufacturing 11.

[8] C. andemir and H. Handley (2011). Employee Task Assignments for Organization Modeling: A Review of Models and Applications, Copyright, *American Society for Engineering Management*.

การจัดการการบำรุงรักษาเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว

Maintenance management of machines in manufacturing process for brake cylinders and relay valves

สุทัน ทิศสุกใส[1] ศักดิ์ชาย รักการ[2] และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[3]

[1,2]หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
[3]ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
[1]sutanthidsuksai@gmail.com, [2]sakchai.rak@kbu.ac.th, [3]jeerawat.plo@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาการจัดการการบำรุงรักษาเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว กรณีศึกษาบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด จังหวัดระยอง เป็นผู้จัดหาเทคโนโลยีและบริการชั้นนำระดับโลกที่ช่วยปรับปรุงความปลอดภัย ประสิทธิภาพ และการเชื่อมต่อของยานยนต์เพื่อการพาณิชย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและลดระยะเวลาเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วโดยเริ่มจากการ เก็บข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรกล การผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว ในสายการผลิตระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2565 – เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 มาทำการวิเคราะห์สาเหตุปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วพร้อมทั้งหาแนวทางป้องกันจากนั้นจึงนำแนวทางป้องกันนี้มาสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงรุกและ นำไปใช้กับเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วในสายการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว ก่อนพัฒนาระบบ PM จะเห็นได้ว่าอัตราการขัดข้องโดยรวมเฉลี่ยของเครื่องจักรอยู่ที่ 0.50 %ต่อเดือน และเมื่อหลังจากการพัฒนาระบบ PM อัตราการขัดข้องโดยรวมเฉลี่ยของเครื่องจักรลดลงเหลือ 0.02 %ต่อเดือน ลดลงจากเดิม 0.48 % คิดเป็น 96.0 % และความพร้อมใช้งานโดยรวมเฉลี่ยก่อนพัฒนาระบบ PM อยู่ที่ 99.50 %ต่อเดือน หลังจากการพัฒนาระบบ PM อัตราความพร้อมใช้งานโดยรวมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 99.98 %ต่อเดือน ความพร้อมการใช้งานเพิ่มขึ้นจากเดิม 0.48 % คิดเป็น 0.48 % ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 60.20% เพิ่มเป็น 75.80%

คำสำคัญ: การบำรุงรักษาเชิงรุก ; การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ; กระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว

Abstract

This research is a study of the maintenance management of machinery in the production process of brake drums and relay valves. Case study in automotive parts manufacturing company in the Eastern Seaboard Industrial Estate in Rayong Province is a world-leading provider of technology and services that improve the safety, efficiency, and connectivity of commercial vehicles in order to increase production efficiency and reduce the time of machine failures in the production process of brake cylinders and relay valves. The data has been collected by mechanical failures, manufacture of brake drums and relay valves on the production line between January 2022 – June 2022 to analyze the causes of machine failures in the production process of brake drums and relay valves. Then, we find ways to prevent them by using the prevention method to create a proactive maintenance plan is applied to machines in the production of brake cylinders and relay valves in the production of brake cylinders and relay valves. Before developing the PM system, it can be seen that the average overall failure rate of

the machine is 0.50% per month, and when after the development of the PM system, the average overall failure rate of the machine is reduced to 0.02% per month, down from 0.48%, representing 96.0%. And the average overall availability before the development of the PM system was 99.50% per month. After the development of the PM system, the average overall availability rate increased to 99.98% per month, Availability increased from the original 0.48%, representing 0.48%. The overall efficiency of the machine (OEE) has increased from 60.20% to 75.80%.

Keywords: Proactive maintenance; Preventive Maintenance; Production process of brake drums and relay valves

1. บทนำ

จุดมุ่งหมายของการบำรุงรักษา เพื่อให้เครื่องมือใช้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิผล (Effectiveness) คือ สามารถใช้ เครื่องมือเครื่องใช้ได้เต็มความสามารถและตรงกับวัตถุประสงค์ที่จัดหามามากที่สุด เพื่อให้เครื่องมือเครื่องใช้มีสมรรถนะการทำงานสูง (Performance) และช่วยให้เครื่องมือเครื่องใช้มีอายุการใช้งาน ยาวนาน เพราะเมื่อเครื่องมือได้ใช้งานไประยะเวลาหนึ่งจะเกิดการสึกหรอ ถ้าหากไม่มีการปรับแต่ง หรือซ่อมแซมแล้ว เครื่องมืออาจเกิดการขัดข้อง ชำรุดเสียหาย หรือทำงานผิดพลาด เพื่อให้เครื่องมือ เครื่องใช้มีความเที่ยงตรงน่าเชื่อถือ (Reliability) คือ การทำให้เครื่องมือเครื่องใช้มีมาตรฐาน ไม่มี ความคลาดเคลื่อนใด ๆ เกิดขึ้น เพื่อความปลอดภัย (Safety) ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญ เครื่องมือ เครื่องใช้จะต้องมีความปลอดภัยเพียงพอต่อผู้ใช้งาน ถ้าเครื่องมือเครื่องใช้ทำงานผิดพลาด ชำรุดเสียหาย ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ อาจจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ และการบาดเจ็บต่อผู้ใช้งานได้ การ บำรุงรักษาที่ดีจะช่วยควบคุมการผิดพลาด เพื่อลดมลภาวะของสิ่งแวดล้อม เพราะเครื่องมือเครื่องใช้ที่ ชำรุดเสียหายเก่าแก่ ขาดการบำรุงรักษา จะทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น มีฝุ่นละอองหรือไอ ของสารเคมีออกมา มีเสียงดัง เป็นต้น ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อ ประหยัดพลังงาน เพราะเครื่องมือเครื่องใช้ส่วนมากจะทำงานได้ต้องอาศัยพลังงาน เช่น ไฟฟ้า น้ำมัน เชื้อเพลิง ถ้าหากเครื่องมือเครื่องใช้ได้รับการดูแลให้อยู่ในสภาพดี เดินราบเรียบไม่มีการรั่วไหลของ น้ำมัน การเผาไหม้สมบูรณ์ ก็จะสิ้นเปลืองพลังงานน้อยลง ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้ [1]

บริษัทอุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้เครื่องจักรกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนยานยนต์ในรถบรรทุก ที่สนใจศึกษานี้มีเครื่องจักรประกอบ หม้อเบรคและรีเลย์วาล์วอยู่18 เครื่อง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท มีกำลังการผลิตต่อเดือนอยู่ที่ ไลน์การผลิตหม้อเบรค SBA 4,260 ชิ้น ไลน์การผลิตหม้อเบรค BC 7,840 ชิ้น ไลน์การผลิตรีเลย์วาล์ว 4 PCV 2,328 ชิ้น มีจำนวนพนักงาน 50 คน บริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งในนิคมอุตสาหกรรม WHA จังหวัดระยอง ดำเนินธุรกิจด้านผลิตอุปกรณ์ผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว ป้อนข้อมูลส่งให้กับบริษัทผลิตยานยนต์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยในสายการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว กระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว มียอดขายหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว ต่อเดือนอยู่ที่ 16,097,316 บาท แต่หลังจากเกิดปัญหาเครื่องจักร ในกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว มีอัตราการขัดข้องอยู่บ่อยครั้ง จึงมีผลกระทบต่อยอดขายลดลงอยู่ที่ 15,626,546 บาท จากปัญหาดั้งกล่าวจึงได้ทำการดำเนินการเก็บข้อมูลของปัญหา เป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าเครื่องจักรที่มีปัญหาที่ทำให้ยอดขายหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว คือ เครื่องจักร กระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว ที่มีการใช้งานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 7 ปี

มีอยู่ ทั้งหมด 3 เครื่อง โดยมีอัตราความพร้อมใช้งานต่ำกว่า 99.66%

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจปัญหาเครื่องจักรกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว ที่มีอัตราการความพร้อมใช้งานที่ต่ำกว่า 99.66% โดยการนำระบบการจัดการบำรุงรักษาแบบเชิงรุกมาใช้แก้ไขปัญหาเครื่องจักรที่มีความพร้อมใช้งานที่ต่ำกว่า 99.66% เพื่อลดอัตราการขัดข้องเครื่องจักรให้ลดลงไม่น้อยกว่า 10% ให้กลับมามีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นเพื่อให้ตอบสนองต่อกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ สามารถส่งมอบสินค้าทันตามระยะเวลาที่กำหนด

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.

อภิชาติ นาควิมล (2560: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การพัฒนาระบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มประสิทธิผลในสายการผลิต (กรณีศึกษาบริษัท คอสมอส บริวเวอรี่ (ประเทศไทย) จำกัด)” หลังจากดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ สำหรับปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ผลการวิจัยพบว่า ความถี่และเวลาสูญเสียจากการหยุดเครื่องจักรมีค่าลดลง อัตราการเดินเครื่องจักรมีค่าสูงขึ้น มีระบบบำรุงรักษาดีขึ้น พนักงานมีความรู้และทักษะสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของ สายการผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 52.8 เป็นร้อยละ 70.9 และค่าอัตราความพร้อมในการใช้งานเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 55.6 เป็นร้อยละ 72.2 [2]

อิงควัต คงคุณาวัฒน์ และคณะ (2560: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง กรณีศึกษาศูนย์เครื่องจักรกล และระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์” จากนั้นออกแบบระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน โดยใช้โปรแกรมฐานข้อมูลเพื่อนำมาเก็บข้อมูลและวางแผนการซ่อมบำรุงหลังจากดำเนินงานระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE) มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 55.17% เพิ่มเป็น 76.73% ทำให้เครื่องจักรกลมีความพร้อมในการทำงานมากขึ้น ส่งผลให้เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) เพิ่มขึ้นจากเดิม 65.03 ชั่วโมง เพิ่มเป็น 80.84 ชั่วโมง หรือเพิ่มขึ้นเท่ากับ 24.31% [3]

วิศรุต สุวรรณไตรย์ และ นุชสรา เกรียงกรกฎ (2557: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงของโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์ทางการแพทย์ในจังหวัดฉะเชิงเทรา” ก่อนการเกิดเหตุขัดข้อง เพื่อให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ผลการวิจัยพบว่า ค่าเวลาเฉลี่ยในการเกิดเหตุขัดข้อง (MTBF) เพิ่มขึ้นจาก 1,483.92 ชั่วโมง เป็น 2,522.16 ชั่วโมง และระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) ลดลงจาก 26.63 ชั่วโมง เป็น 0 ชั่วโมง และเวลาในการซ่อมเครื่องเป่าขวดพลาสติกลดลงจาก 411.67 ชั่วโมง เป็น 61.33 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจากเดิมร้อยละ 66.52 เป็น 82.46 [4]

วสันต์ จันทร์นวล (2562: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การลดอัตราชำรุดของเครื่องจักร กรณีศึกษางานซ่อมบำรุงในสายการผลิตเครื่องประดับและอัญมณี” ผลจากการคำนวณพบว่า อัตราการชำรุดของเครื่องจักรน้อยลง เครื่องจักรมีค่า MTBFโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 87 นาที เมื่อคำนวณเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้น 142.4%, MTTR โดยเฉลี่ยลดลง 21นาที มีค่าความพร้อมใช้งานจากเดิมก่อนปรับปรุง คือ 68.9% และหลังปรับปรุงคือ 84% ซึ่งเพิ่มขึ้น 15.1% เมื่อคิดเทียบกับค่าความพร้อมใช้งานปี 2560 มีอัตราเพิ่มขึ้น 121.9% ผลการวิจัยพบว่า อัตราการชำรุดเครื่องจักรลดลง 0.00155 ครั้งต่อนาที [5]

กิตติพิชญ์ มนต์ขลัง (2562: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรซีเอ็นซีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต” งานวิจัยนี้มี จากนั้นจึงนำแนวทางป้องกันนั้นมาสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและนำไปใช้กับเครื่องจักร ซีเอ็นซี ในสายการผลิต ผลการวิจัยพบว่า

อัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Machine Availability) โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 97.77% เป็น 99.39% เพิ่มขึ้น 1.62% ระยะเวลา เฉลี่ยก่อนเกิดการขัดข้อง (Mean Time Between Failure: MTBF) โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 3,442.03 นาที เป็น 4,651.64 นาที เพิ่มขึ้น 26.43% ระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อม (Mean Time to Repair: MTTR) โดยเฉลี่ยลดลงจาก 77.97 นาทีเป็น 28.36 นาทีลดลง 63.63% [6]

อุมาพร บุญลีระวัฒน์ (2549) การศึกษาการลดเวลาหยุดเครื่องจักร โดยใช้เทคนิค PERT จาก การศึกษาวิจัยพบว่าในกระบวนการของการผลิตกระดาษ นั้น เครื่องจักรจะมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตกระดาษจะต้องมีการ หยุดเครื่องเป็นประจำเดือนละ 24 ชั่วโมง (288 ชั่วโมง ปี) ซึ่งเป็นแผนงานที่โรงงานกำหนด (Plan Shut Down) โดยเครื่องจักรใน โรงงานตัวอย่างนั้นมีกำลังการผลิตถึง 30 ตัน/ชั่วโมงทำให้เสียกำลังในการ ผลิตไปเดือนละ 720 ตัน ซึ่งทำให้โรงงานเกิดความเสียหายคิดเป็นมูลค่าถึง 21,600,000 บาท คิดเป็น มูลค่าถึง 21,600,000 บาท เพื่อเป็นการลดความเสียหายนี้ พนักงานใช้ เวลาในการซ่อมบำรุงไปทั้งหมด 286.10 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับแผนงานเดิมคือ 288 ชั่วโมง ทำให้สามารถ ลดเวลาการหยุดเครื่องเพื่อซ่อมบำรุงโดยรวมได้ 1 ชม. 50 นาทีต่อปี หรือลด ได้เฉลี่ย 9.16 นาทีต่อเดือน หรือ 0.64% โดยในบางเดือนนั้นเห็นว่าไม่สามารถลดเวลาลงได้ ตาราง กับกำลังการผลิตของเครื่องจักรที่มีถึง 30 ตันต่อ ชั่วโมงแล้วการได้เวลาในการเดินเครื่องเพิ่มขึน 1 ชม. 50 นาทีทำให้สามารถได้ผลผลิตกระดาษที่ เพิ่มมากขึ้น 55 ตัน คิดเป็นมูลค่าถึง 1,650,000 บาท [7]

ไพโรจน์ นวลคล้าย (2531) การปรับปรุงรูปแบบการดำเนินงานช่างระบบปรับอากาศของ หน่วยซ่อมบำรุงโรงพยาบาลรามาธิบดี ผลการวิจัยพบว่า การนำหลักการบริหาร คือ POSDCORB มา ประยุกต์ใช้กับการปรับปรุงรูปแบบการดำเนินงานใหม่ของหน่วยช่าง ระบบปรับ อากาศนับว่าเป็นสิ่ง เหมาะสม ทำให้สามารถจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดทั้งทางด้านวัสดุอุปกรณ์และด้านบุคลากรให้ เกิดประโยชน์เพิ่มขึ้น ซึ่งการจัดรูปแบบการบริหารงานใหม่ของหน่วยงานช่าง ระบบปรับอากาศครั้งนี้ เกือบไม่ต้องใช้งบประมาณอะไรเลยจึงสมควรที่จะถือว่ารูปแบบที่สร้างขึ้นนี้มีความเหมาะสมที่จะ นำมาใช้ปฏิบัติในการดำเนินงานหน่วยช่างระบบปรับอากาศต่อไป และควรจะนำไปประยุกต์ใช้ในงาน อื่นๆ ให้กว้างมากขึ้น[8]

อำพล เทศดี (2552) ได้ศึกษาการลดค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงโดยแนวทาง PM การศึกษาการ วิจัย การวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องปรับอากาศ ในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ได้ดำเนินการ โดยใช้ข้อมูลค่าใช้จ่ายก่อนทำการบำรุงรักษาเชิง ป้องกันมาเปรียบเทียบกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (แบบใหม่) จากการศึกษา พบว่าการบำรุงรักษา ตามแบบเดิมเป็นการบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อม (Breakdown) ขาดการดูแลรักษาที่เป็นระบบทำให้ เสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมสูง ตลอดจนเสียเวลารอคอยในการซ่อมและยังส่งผลกระทบถึงผู้ใช้อีกด้วย สำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM) กล่าวคือ ป้องกันเหตุขัดข้องก่อน 25 เกิดความเสียหาย ทำให้เครื่องปรับอากาศอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ความถี่ในการซ่อมลดลง ค่าใช้จ่ายในการซ่อมก็ลดลงไปด้วย โดยการจัดทำมาตรฐานในการซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพจัดทำแผนการ บำรุงรักษาเป็นรายปี จัดทำใบตรวจสอบเครื่องปรับอากาศประจำเดือน ประจำ 6 เดือน และประจำปี ตลอดจนการเก็บประวัติและสรุปค่าใช้จ่ายประจำเดือนเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนในปีต่อไป และใช้ ข้อมูลในการตั้งงบประมาณในการซ่อมบำรุงรักษา[9]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

กรณีศึกษา ผู้ผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วผู้ศึกษาจึงได้กำหนดโครงการเพื่อทำการศึกษาและ การจัดการการบำรุงรักษาเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วโดยมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลการผลิตเดือน มกราคม ถึง มิถุนายน 2565

การเก็บข้อมูลปัญหา ดำเนินการเก็บข้อมูลปัญหาของระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการ ขัดข้อง (MTBF) ระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) อัตราการขัดข้องเฉลี่ย และอัตราความพร้อมใช้งานโดยเฉลี่ยในช่วงระยะเวลา ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ.2565ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 พบว่ามี จำนวน 3เครื่องที่อัตราความพร้อมใชง้านต่ำ กว่า 99.66% ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลค่าเฉลี่ย MTBF MTTR และอัตราความพร้อมใช้งานของ เครื่องกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วในช่วงระยะเวลา6 เดือน ทั้ง 3 เครื่อง

รหัสเครื่องจักร	MTBF (นาที/ครั้ง)	MTTR (นาที/ครั้ง)	อัตราการขัดข้อง (%)	ความพร้อมใช้งาน (%)
1	38,626.00	262.64	0.68	99.32
2	38,303.03	181.82	0.47	99.53
3	45146.45	156.58	0.35	99.65
รวม	122075.5	601.04	1.5	298.5
ค่าเฉลี่ย	40691.83	200.35	0.5	99.5

1. เครื่อง SBA SPRING SIDE LEAK TESTING เวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง 38,626นาที/ครั้ง เวลาเฉลี่ยในการซ่อม 262.64 นาที/ครั้ง อัตราการขัดข้อง 0.68% และความพร้อมใช้งาน 99.32%

2. เครื่อง BC PERFORMANCE เวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง 38,303.03 นาที/ครั้ง เวลาเฉลี่ยในการซ่อม 181.82 นาที/ครั้ง อัตราการขัดข้อง 0.47% และความพร้อมใช้งาน 99.53%

3. เครื่อง 4 PCV CLOSING PRESSURE TEST CLOSING เวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง 45,146.45 นาที/ครั้ง เวลาเฉลี่ยในการซ่อม 156.58 นาที/ครั้ง อัตราการขัดข้อง 0.35% และความพร้อมใช้งาน 99.65%

3.2 การวิเคราะห์ปัญหาและดำเนินการแก้ไข

จากยอดขายหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วมีอัตราลดลงจากเดิมถึง 0.5% สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วมีการขัดข้องบ่อยและมีอัตราความพร้อมใช้งานต่ำ กว่า 99.66% จำนวน 3 เครื่อง ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจาก ประวัติการแจ้งซ่อมในรอบ 6 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2565 –มิถุนายน พ.ศ. 2565 ซึ่งสรุปปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วโดยแบ่งเป็น 2ระบบ คือระบบ Mechanical และระบบ Electrical และ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำแนกปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว

ระบบ	ปัญหาขัดข้อง	ความถี่ รวม (ครั้ง)	เวลาขัดข้องรวม (นาที)
Electrical	4 CPV จอฟ้า	2	310
Mechanical	BC Flow รั่ว เกินมาตฐาน	2	520
Mechanical	SBA Flow รั่ว เกินมาตฐาน	1	150
Electrical	BC Parameter Lost	1	210
รวม		6	1,190

จำแนกปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วที่มี อัตราเฉลี่ยความพร้อมใช้านต่ำกว่า 99.66% จึงทำการวิเคราะห์สาเหตุการ ขัดข้องและหาแนวทางป้องกัน ปัญหาการขัดข้องนั้นๆ หลังจากวิเคราะห์สาเหตุของอาการขัดข้องและหาแนวทางป้องกันของเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วแล้วจึงนำ การป้องกันของอาการขัดข้องนั้น ๆ มาพัฒนาแผนการจัดการบำรุงรักษาเชิงรุกต่อไป

3.3 กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

วิธีการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษาเชิงรุก โดยการกำหนดขอบเขตอายุการใช้งานอุปกรณ์อะไหล่ของเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว แบ่งระยะเวลาการตรวจสอบตามระดับความสาคัญ ของอุปกรณ์อะไหล่ของเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วมี 3 ระดับดังนี้

3.3.1 Rank A (1 เดือน/1 ครั้ง) = อุปกรณ์อะไหล่ของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว ที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตหม้อเบรค

และรีเลย์วาล์ว (หาอะไหล่ได้เกินกว่า 3 วัน หรือไม่สามารถหาอะไหล่ได้)

3.3.2 Rank B (3 เดือน/1 ครั้ง) = อุปกรณ์อะไหล่ของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว ที่สามารถทดแทนกันได้โดยไม่กระทบกับสายการผลิต

3.3.3 Rank C (6 เดือน/1 ครั้ง) = อุปกรณ์อะไหล่ของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว ที่ไม่เข้าเงื่อนไขข้อกำหนดของ Rank A และ Rank B

3.4 แผนการตรวจเช็คเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว

เนื่องจากมีอัตราการขัดข้องบ่อยครั้ง จึงต้องปรับเปลี่ยนแผนการบำรุงรักษาจาก 1ครั้งต่อ1ปี ในปี พศ 2564 จึงปรับเปลี่ยน เป็น3ครั้งต่อ1ปี ในปี พศ 2565

ตารางที่ 3 แผนการตรวจเช็คเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วตามระดับความสำคัญของอุปกรณ์

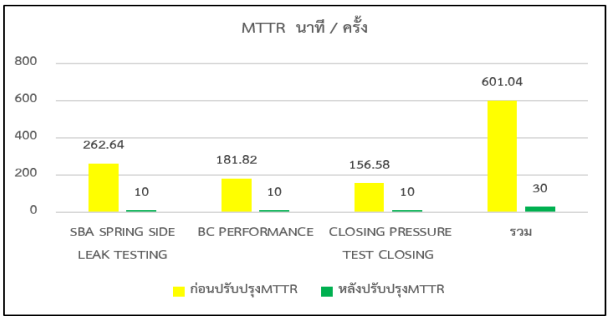
ชื่อเครื่องจักร	หัวข้อการเช็ค	ช่วงเวลาในการเช็ค	Nov	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
			2021	2022					
SBA SPRING SIDE LEAK TESTING (OPN 090)	Pressure Gauge / Sensor	6ครั้ง/ปี	last year plan	NEW PLAN		NEW PLAN		NEW PLAN	
SBA SERVICE SIDE LEAK TEST (OPN 095)	Pressure Gauge / Sensor	6ครั้ง/ปี	last year plan	NEW PLAN		NEW PLAN		NEW PLAN	
BC PERFORMANCE (OPN 040)	Pressure Gauge / Sensor	6ครั้ง/ปี	last year plan	NEW PLAN		NEW PLAN		NEW PLAN	

3.5 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

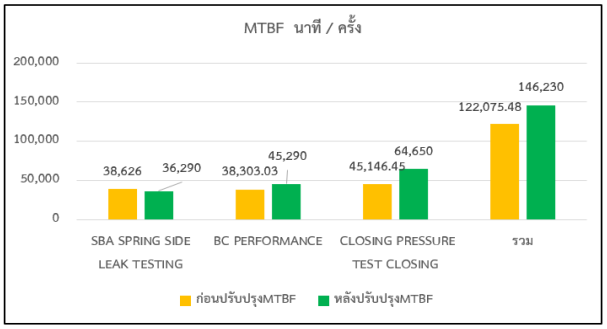
เป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในรูปแบบการดูแลสภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์ภายในโรงงานที่ใช้การตรวจสอบ ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามเวลาที่มีการกำหนดเอาไว้ เป้าหมายของการทำ Preventive Maintenance คือ การตรวจสอบชิ้นส่วนและเปลี่ยนแปลงก่อนที่จะเสียหายจนหยุดการทำงาน ทำความสะอาดและตรวจสอบการติดตั้ง เพื่อคงประสิทธิภาพการทำงานให้คงที่ ป้องการส่วนประกอบต่าง ๆ จากการที่ระบบทำงานผิดพลาด เพิ่มอายุการทำงานของอุปกรณ์ พัฒนาความรู้ของทีม และรูปแบบการทำแผนงาน เนื่องจากเครื่องจักรหยุดการทำงานบ่อยครั้ง จึงดำเนินการวางแผนการซ่อมบำรุง Pressure Gauge Sensor ประจำปีจาก 1 ครั้งต่อปี เปลี่ยนเป็น 6 ครั้งต่อปี เพื่อป้องกันปัญหาการขัดข้อง และลดอัตราสูญเสียของ [10]

4. สรุปผลการวิจัย

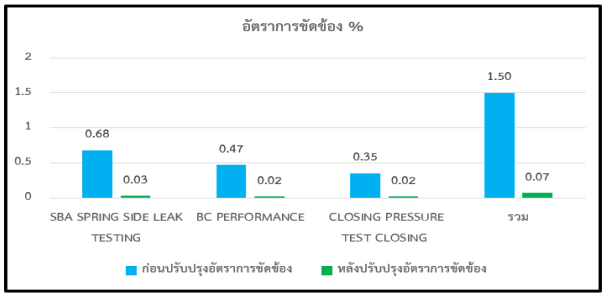
จากการดำเนินงานวิจัยและวางแผนการบำรุงรักษาเชิงรุกเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว เพื่อลดอัตราการขัดข้องและเพิ่มอัตราความพร้อมใช้งานให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 99.66% โดยการเก็บข้อมูล 2 ช่วงเวลา คือก่อนการปรับปรุงมีช่วงเวลาตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ.2565 -มิถุนายน พ.ศ. 2565และหลังการปรับปรุงตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2565 - กันยายน พ.ศ. 2565โดยมีผลการดำเนินการ อัตราความพร้อมใช้งานเฉลี่ยของเครื่องจักรระยะเวลาก่อนเกิดการขัดข้องเฉลี่ย (MTBF) และระยะเฉลี่ยในการซ่อม(MTTR) ก่อนและหลัง



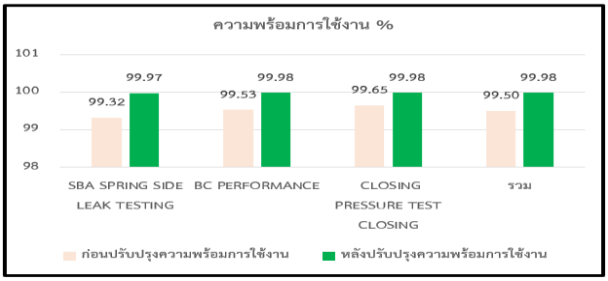
รูปที่ 1 การเปรียบเทียบค่า MTTR เครื่องจักรก่อนและหลังการจัดทำระบบ PM



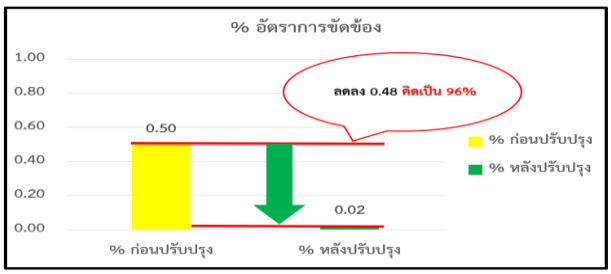
รูปที่ 2 การเปรียบเทียบ MTBF ขัดข้องก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง



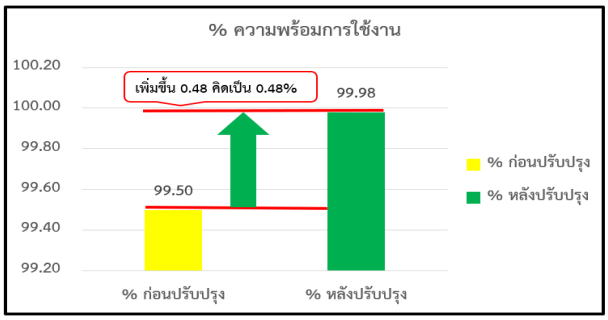
รูปที่ 3 การเปรียบเทียบค่า % อัตราการขัดข้องเครื่องจักรก่อนและหลังการจัดทำระบบ PM



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบค่า %ความพร้อมใช้งานเครื่องจักรก่อนและหลังการจัดทำระบบ PM



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรโดยรวมเฉลี่ยก่อนและหลังการจัดทำ PM



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบอัตราและความพร้อมใช้งานเครื่องจักรโดยรวมเฉลี่ยก่อนและหลังการจัดทำ PM

การวิจัยในครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว ของบริษัทในกรณีศึกษา ตั้งแต่เดือน มกราคม –มิถุนายน พ.ศ.2565 จากปัญหาทั้งหมดของกลุ่มเครื่องจักรซึ่งมีความพร้อมใช้งานต่ำกว่า 99.66% และได้จำแนกแบ่งปัญหาการขัดข้องออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบ(Mechanical)และระบบ(Electrical)ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่อายุการใช้งานมากกว่า 7 ปีจำนวน 3 เครื่อง

จากผลการดำเนินการวิจัยการจัดการบำรุงรักษาเชิงรุกเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วในกระบวนการผลิตหม้อเบรคและรีเลย์วาล์วจากที่มีการจัดการงานบำรุงรักษาแบบเชิงรุกเครื่องจักรหม้อเบรคและรีเลย์วาล์ว สามารถนำข้อมูลที่ได้มา วิเคราะห์การวัดระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเกิดการขัดข้องแต่ละครั้งก่อนพัฒนาระบบ PM จะเห็นได้ว่าอัตราการขัดข้องโดยรวมเฉลี่ยของเครื่องจักรอยู่ที่ 0.50 %ต่อเดือน และเมื่อหลังจากการพัฒนาระบบ PM อัตราการขัดข้องโดยรวมเฉลี่ยของเครื่องจักรลดลงเหลือ 0.02 %ต่อเดือน ลดลงจากเดิม 0.48% คิดเป็น 96.0% และความพร้อมใช้งานโดยรวมเฉลี่ยก่อนพัฒนาระบบ PM อยู่ที่ 99.50%ต่อเดือน หลังจากการพัฒนาระบบ PM อัตราความพร้อมใช้งานโดยรวมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 99.98%ต่อเดือน เพิ่มขึ้นจากเดิม 0.48% คิดเป็น 0.48% ตามลำดับ ซึ่งอัตราขัดข้องโดยรวมมากกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ (>10%)

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในกรณีศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลต่าง ๆ ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท ออยเซิร์ฟ จำกัด. (2553). ประเภทของงานบำรุงรักษา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.oilservethai.com/ndex.php?lay=show&ac=article&Id=539679359&

[2] อภิชาติ นาควิมล (2560: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การพัฒนาระบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มประสิทธิผลในสายการผลิต [ออนไลน์].

[3] อิงควัต คงคุณาวัฒน์ และคณะ (2560: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง [ออนไลน์].

[4] วิศรุต สุวรรณไตรย์ และ นุชสรา เกรียง กรกฎาคม (2557: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงของโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์ทางการแพทย์[ออนไลน์].

[5] วสันต์ จันทร์นวล (2562: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การลดอัตราชำรุดของเครื่องจักร กรณีศึกษางานซ่อมบำรุงในสายการผลิตเครื่องประดับและอัญมณี” [ออนไลน์].

[6] กิตติพิชญ์ มนต์ขลัง (2562: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรซีเอ็นซีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต [ออนไลน์https://www.en.kku.ac.th/portal/src/v3.pdf

[7] อุมาพร บุญลีระวัฒน์ (2549) การศึกษาการลดเวลาหยุดเครื่องจักรโดยใช้เทคนิคPERT PMhttps://www.en.kku.ac.th/portal/src/v3.pdf

[8] ไพโรจน์ นวลคล้าย (2531) การปรับปรุงรูปแบบการดำเนินงานช่างระบบปรับอากาศของ หน่วยซ่อมบบำรุงโรงพยาบาลรามาธิบดี[ออนไลน์]. https://www.en.kku.ac.th/portal/src/v3.pdf

[9] อำพล เทศดี (2552) ได้ศึกษาการลดค่าใช้จ่ายการ: ซ่อมบำรุงโดยแนวทางPM[ออนไลน์]. https://www.en.kku.ac.th/portal/src/v3.pdf

[10]Fusion2023[ออนไลน์https://www.fusionsol.com/blog/preventivemaintenance/Naichangmashare. (2563). ระบบงานซ่อม และการบำรุงรักษาโดยทั่วไป (Maintenance

การจัดการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ดับเพลิง
The Efficiency Improvement of the Procurement Process of Fire Fighting Equipment.

อนุวัฒน์ ดุลย์ไธสง[1] ศักดิ์ชาย รักการ[2] และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[3]

[1,2] หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
[3] ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
[1]anuwat.dul@gmail.com, [2]sakchai.rak@kbu.ac.th, [3]jeerawat.plo@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ดับเพลิง เพื่อลดความล่าช้าในกระบวนการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ไม่ต่ำกว่า 10% ได้ทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในบริษัท ติดตั้งงานระบบดับเพลิง รวมทั้งปัจจัยที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการดำเนินการของบริษัท ซึ่งพบว่า ปัญหากระบวนการจัดซื้อจัดหาที่เกิดปัญหาด้านการจัดซื้อล่าช้าเนื่องจากไม่มีขั้นตอนการทำงานการจัดซื้อจัดหาที่เป็นระบบ ต้องเสียเวลาในการทำการจัดซื้อจัดหา ซึ่งทำให้เกิดปัญหาด้านการจัดซื้อล่าช้า เฉลี่ย 22% โดยเริ่มจากการศึกษาวิเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริง ทั้งทางด้านวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังการไหลของกระบวนการเพื่อหาเวลามาตรฐานในกิจกรรมขั้นตอนการจัดซื้อ ด้านใช้หลักการ ECRS วิเคราะห์ความความสูญเปล่าและขจัดขั้นตอนที่ไม่เกิดมูลค่าในแต่ละกิจกรรม เพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อ จากนั้นจัดทำระบบฐานข้อมูลของแผนกจัดซื้อ และนำไปประยุกต์ใช้กับระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ผลการวิจัยพบว่าหลังจากการปรับปรุงทำให้สามารถลดขั้นตอนการทำงานได้จากเดิม 18 ขั้นตอนเหลือ 12 ขั้นตอน สามารถลดเวลาการทำงานลงจากเดิม 19 วัน เป็น 12 วัน และสามารถลดปัญหาด้านการจัดซื้อล่าช้าจากเดิมเฉลี่ย 22% ลดลงเหลือเฉลี่ย 10%

คำสำคัญ: การปรับปรุงประสิทธิภาพ; กระบวนการจัดซื้อจัดหา; การลดความสูญเปล่า

Abstract

This research is to study the improvement of the management of the improving efficiency of the procurement process for fire fighting equipment, to reduce the delay in the procurement process of materials and equipment not less than 10%. It has been analyzed the actual problems in case study including factors that directly affect the operation of the company, which were found in procurement process problems. The problems were delayed by there was no systematic procurement process, wasting time in procurement, which caused an average of 22%. It is started with an analytical study and collecting data from actual operations. Both in the analysis of problems and process flow charts to find the standard time in the procurement process activities. The ECRS principle is to analyze waste and eliminate unnecessary steps in each activity to improve the purchasing process then create a database system of the purchasing department and then applied by computer program system. The results of the research is found that after the improvement, the working process can be reduced from 18 steps to 12 steps, working time can be reduced from 19 days to 12 days, and delay procurement problems can be reduced from the original average 22%, down to an average of 10%.

Keywords: Efficiency improvement, Procurement process, ECRS

1. บทนำ

ในยุคการแข่งขันกันทางธุรกิจ องค์กรที่จะอยู่รอดและเติบโตต่อไปจะต้องพร้อมรับมือสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นความต้องการของลูกค้า ต้นทุนการผลิตที่ปรับตัวสูงขึ้น เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การจัดซื้อจัดหา (Procurement) เป็นจุดเชื่อมโยงที่สำคัญในโซ่อุปทาน สามารถมีอิทธิพลต่อความสำเร็จโดยรวมของบริษัท หน่วยงานจัดซื้อจัดหาถูกคาดหวังให้สร้างมูลค่าเพิ่ม (Value Added) ให้กับบริษัท ไม่ว่าจะด้วยการบริหารจัดการซัพพลายเออร์ การสร้างพันธมิตร การควบคุมปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบให้มีเพียงพอต่อการผลิต ไม่ให้น้อยจนสินค้าขาดสต็อกหรือมากเกินไป [1] หากองค์กรสามารถบริหารจัดการงานด้านการจัดซื้อจัดหาให้มีประสิทธิภาพ จะส่งผลให้ประหยัดต้นทุน สร้างผลกำไรให้แก่องค์กร และสามารถแข่งขันกับคู่แข่งรายอื่นได้ [2]

บริษัท ติดตั้งงานระบบดับเพลิง ดำเนินธุรกิจด้านรับเหมาและออกแบบด้านการติดตั้งและอุปกรณ์ในงานระบบดับเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิต ทางบริษัทฯ ได้ถือกำเนิดขึ้นเพื่อรองรับความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้น ตลอดจนเพื่อเป็นการตอบสนองความไว้วางใจของกลุ่มลูกค้าต่าง ๆ ทั้งภาครัฐ และเอกชน เป็นผู้นำเข้า และตัวแทนจำหน่ายระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ คุณภาพจากทั้งประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศในทวีปยุโรป ในปัจจุบันพบว่า การจัดซื้อจัดหาในรอบปีที่ผ่านมา มีมูลค่ายอดขายประมาณ 10 ล้านบาท สอดคล้องกับยอดธุรกิจโดยรวมที่มีการเติบโตประมาณ 80 ล้านบาท ซึ่งธุรกิจนี้การจัดซื้อจัดหามีผลกระทบต่อการทำงานในงานโครงการปัญหากระบวนการจัดซื้อจัดหาที่เกิดปัญหาด้านการจัดซื้อล่าช้าเนื่องจากไม่มีขั้นตอนการทำงานการจัดซื้อจัดหาที่เป็นระบบ ต้องเสียเวลาในการทำการจัดซื้อจัดหา ทำให้ต้องมีการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการจัดซื้อจัดหา จากการเก็บข้อมูลย้อนหลังช่วงเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม 2565 พบว่า กระบวนการจัดซื้อจัดหาที่มีความล่าช้า 65 ใบ เฉลี่ยคิดเป็น 22% จากใบสั่งซื้อเฉลี่ย 73 ใบสั่งซื้อ

ดังนั้นในการวิจัยในครั้งนี้ต้องการปรับปรุงกระบวนการปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อจัดหาขององค์กรด้านการจัดซื้อล่าช้าเฉลี่ย 22% โดยจะประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีในการจัดการงานวิศวกรรมเข้ามาแก้ปัญหา และคาดว่าจะสามารถกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการจัดซื้อจัดหาขององค์กรต่อไป โดยตั้งเป้าลดปัญหาความล่าช้าของกระบวนการจัดซื้อจัดหา 10% ของปัญหาความล่าช้าในกระบวนการจัดซื้อจัดหา

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการผลสำรวจงานวิจัยของ มนัสดา คำรินทร์ (2562: 109-115) [3] ได้วิจัยการพัฒนาการบริการของผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลมหาสารคาม โดยการประยุกต์ใช้ Lean six sigma พบว่า สามารถลดขั้นตอนการบริการเหลือ 5 ขั้นตอน เวลาลดลงเหลือ 4 ชั่วโมง 36 นาที เวลาที่ให้คุณค่าเพิ่มขึ้น 37% และความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ขนิษฐา ไชยพันธุ์รุ้งสินี เขียวงาม ภิญญาพัชญ์ ญานะคำ มานพ แก้วโมราเจริญ (2563: 66-79) [4] ได้วิจัยการปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อกับหน่วยงานของรัฐทั้งหมดและเลือกกระบวนส่วนหนึ่งเป็นต้นแบบ โดยการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น พบว่า ความสำคัญของปัจจัยเรียงตาม 4 อันดับแรกได้แก่ (1) การจัดซื้อจัดจ้างที่สนับสนุนงานวิจัย (2) การจัดซื้อจัดจ้างที่เน้นการให้บริการ (3) การจัดซื้อจัดจ้างที่บ่งบอกความเป็นสำนักหอสมุด (4) การจัดซื้อจัดจ้างที่สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ตามลำดับ ลักขณา ฤกษ์เกษม ชนิภา นิวาสานนท์

(2562: 41-48) [5] ได้วิจัยการลดระยะเวลาและการลดระยะทาง โดยการใช้แนวคิดลีน พบว่า ลดระยะเวลาการผลิตเหลือ 48.32 นาที หรือ 7% และลดระยะทางการผลิตลงเหลือ 35 เมตร หรือ 76% อาทิตย์ คำหาญสุนทร (2563: 22-27) [1] ได้วิจัยการบริหารจัดซื้อจัดหาตลับลูกปืนสำหรับเครื่องจักรที่มีมูลค่าจากตัวแทนจำหน่ายสูงกว่าผู้ผลิต โดยการใช้เทคนิค AHP และเทคนิค Multi Criteria พบว่า ค่าเฉลี่ยปัจจัยด้านราคา ระยะเวลาการส่งสินค้า ความถี่การส่งสินค้า เท่ากับ 0.55, 0.31, 0.14 และลดต้นทุนได้ 228,987 บาทต่อปี วราภรณ์ ตาลประไพ อภิชาต ประสิทธิ์สม (2561: 114-127) [6] ได้วิจัยการปรับปรุงการสั่งซื้อวัสดุก่อสร้าง โดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามทำการสำรวจบริษัทรับเหมา 18 บริษัท (54 ตัวอย่าง) พบว่า สามารถนำเสนอการสั่งซื้อได้ 2 แนวทาง แนวทางที่ 1 เหมาะกับผู้รับเหมา 10-50 คน และมีตำแหน่งเกี่ยวข้องกับจัดซื้อ 3-5 คน แนวทางที่ 2 เหมาะกับผู้รับเหมาที่น้อยกว่า 10 คนและมีตำแหน่งเกี่ยวข้องกับจัดซื้อ 1-3 คน Tsung-Yueh Lu (2561: 382-390) [7] ได้วิจัยการปรับปรุงกระบวนการผลิตชุดชั้นในสตรี โดยใช้หลักการ 5W1H, ECRS, และแนวทาง 7S ในการปรับปรุง พบว่า สามารถลดเวลาเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ลงเหลือ 1296.60 วินาที การตรวจสอบซ้ำชุดชั้นในแต่ละคู่ลดลงเหลือ 15.01 วินาที เวลาในการผลิตสินค้าลดลงเหลือ 3.3% เปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงลดเวลาในกระบวนการผลิตทั้งหมดได้ 23.83% Bambang Suhardi (2562: 1-13) [8] ได้วิจัยการผลิตแบบลีนในกระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์ โดยใช้หลักการ 5W1H และหลักการ ECRS ในการปรับปรุง พบว่า สามารถลดระยะเวลาในกระบวนการผลิตได้ 7.79% Amayanti Deasy Syah Tantri Yanuar Rahmat (2562: 152-166) [9]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

กรณีศึกษา เพื่อนำหลักการจัดการกระบวนการ รวมทั้งการจัดการเชิงวิศวกรรม มาทำการวิเคราะห์การระบวนการในการจัดซื้อจัดหาประกอบด้วยภาพรวม และขั้นตอนของการจัดซื้อจัดหาภายในบริษัท ค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาและประยุกต์ใช้หลักการด้านการจัดงานวิศวกรรมในการปรับปรุง เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ และลดความล่าช้าในการสั่งซื้อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดซื้อจัดหาของบริษัท โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเดือน เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2565

2) วิเคราะห์ข้อมูลปัญหาของกระบวนการจัดซื้อ

3) กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

4) ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

3.1 ศึกษาข้อมูลการจัดซื้อเดือน เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2565

จากปัญหาของกระบวนการจัดซื้อล่าช้า เนื่องจากไม่มีขั้นตอนการจัดซื้อที่เป็นระบบ ต้องเสียเวลาในการทำการจัดซื้อจัดหา ทำให้ไม่มีประสิทธิภาพส่งผลให้กิจการเสียโอกาสในการขายและให้บริการลูกค้า จากข้อมูลย้อนหลัง 4 เดือน (พฤษภาคม – สิงหาคม 2565) กระบวนการจัดซื้อจัดหาที่มีความล่าช้า 65 ใบ เฉลี่ยคิดเป็น 22% จากใบสั่งซื้อ เฉลี่ย 73 ใบสั่งซื้อ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงจำนวนใบสั่งซื้อที่ล่าช้า

รายการ	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	รวม	เฉลี่ย/เดือน
ใบสั่งซื้อ	70	75	72	75	292	73
ล่าช้า	20	15	10	20	65	16.25
%ล่าช้า	28.57	20.00	13.89	26.67	22.26	22.28

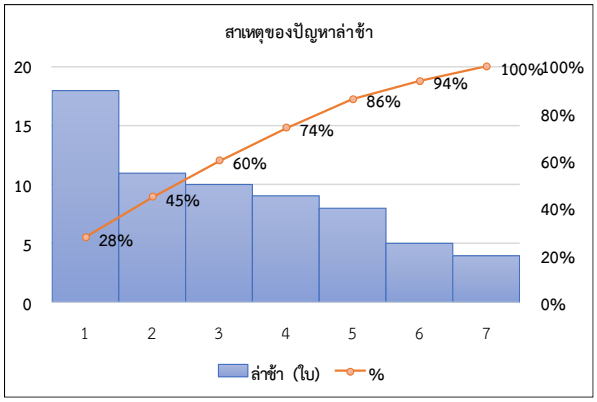
3.2 การวิเคราะห์ปัญหาและดำเนินการแก้ไข

ในการวิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมิ ในกระบวนการจัดซื้อจัดหา ข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในแผนกจัดซื้อ พนักงานจัดซื้อ และผู้ใช้งานตลอดจนเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆของบริษัท โดยในส่วนการปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อจัดหา โดยใช้วิธีการศึกษางาน จากการศึกษาขั้นตอนในกระบวนการจัดซื้อตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ และได้ทำการจับระยะเวลาดำเนินงานในทุกขั้นตอน นำข้อมูลมาแสดงในแผนภูมิกิจกรรมดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กิจกรรมโดยรวมของกระบวนการจัดซื้อ

กิจกรรม	ประเภทกิจกรรม	ระยะเวลา (วัน)
1. ออกใบความต้องการ		0.5
2. อนุมัติเอกสารเบื้องต้น		0.5
3. ส่งเจ้าหน้าที่จัดซื้อ		0.5-1
4. ตรวจสอบข้อมูลความต้องการพื้นฐาน		
5. อนุมัติเอกสารใบความต้องการ		1
6. คัดเลือกผู้ขาย		0.5-1
7. ขอใบเสนอราคา		
8. การรอใบเสนอราคา		3
9. รวบรวมใบเสนอราคาจัดทำใบเปรียบราคา		0.5
10. เลือกผู้ขายเพื่อจัดทำใบสรุปซื้อ		2
11. การอนุมัติใบสรุปซื้อ		1
12. ต่อรองราคากับผู้ขายที่ถูกคัดเลือก		1
13. จัดทำใบสั่งซื้อ		
14. อนุมัติใบสั่งซื้อ		2
15. ส่งใบสั่งซื้อให้ผู้ขาย		
16. ยืนยันใบสั่งซื้อแจ้งกำหนดการส่งสินค้า		1
17. รอส่งขัพพลายเออร์การส่งมอบ		5-30
18. การรับสินค้า		0.5
รวม	6 3 3 6	19-45

จากตารางที่ 2 โดยสรุประยะเวลารวมในการดำเนินงานในกระบวนการจัดซื้อได้ 19–45 วัน ขั้นตอนการดำเนินงาน 18 ขั้นตอน ในส่วนของการจำแนกสาเหตุของปัญหาความล่าช้าในกระบวนการจัดซื้อ โดยใช้วิธีจำแนกสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโต ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภูมิสาเหตุของปัญหา

จากภาพที่ 1 สามารถจำแนกรายละเอียดสาเหตุที่เกิดความล่าช้าได้ ดังนี้ 1 คือ ผู้ใช้มีการให้ข้อมูลในการสั่งซื้อไม่ครบถ้วน 2 คือ การอนุมัติใบสรุปซื้อ PR ล่าช้ากว่ากำหนด 3 คือ รอใบเสนอราคาจากผู้ขายเกินกว่า 3 วัน 4 คือ พนักงานจัดซื้อขาดการติดตามงาน 5 คือ การอนุมัติใบสั่งซื้อล่าช้ากว่ากำหนด 6 คือ การต่อรองราคากับผู้ขายใช้เวลาเกิน 1 วัน 7 คือ การคัดเลือกผู้ขายใช้เวลานานกว่า 1 วัน

จากสาเหตุที่ได้สรุปได้ว่า โดยใช้วิธีศึกษาและหาแนวทางการแก้ไข โดยดูความสำคัญของสาเหตุจากเปอร์เซ็นต์ที่มากที่สุดอันดับแรก ได้แก่ 1 คือ ผู้ใช้มีการให้ข้อมูลในการสั่งซื้อไม่ครบถ้วน 2 คือ การอนุมัติใบสรุปซื้อ PR ล่าช้ากว่ากำหนด และ 3 คือ รอใบเสนอราคาจากผู้ขายเกินกว่า 3 วัน

3.3 กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

จากการวิจัยสาเหตุของปัญหาเพื่อดำเนินการผู้วิจัยให้ความสนใจสาเหตุที่มีเปอร์เซ็นต์สูงสุดจำนวน 3 อันดับแรกของสาเหตุปัญหา ได้แก่ ผู้ใช้มีการให้ข้อมูลในการสั่งซื้อไม่ครบถ้วน การอนุมัติใบสรุปซื้อ PR ล่าช้ากว่ากำหนด และรอใบเสนอราคาจากผู้ขายเกินกว่า 3 วัน นำมากำหนดแนวทางการแก้ไข ได้ดังนี้

1. เปลี่ยนขั้นตอนการทำงานโดยใช้หลักการ ECRS เพื่อลดเวลาที่สูญเปล่า

2. วางระบบ Code สินค้าเพื่อให้ผู้สั่งซื้อเลือกสเปคของสินค้าได้ถูกต้อง

3. นำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ My account-cloud มาแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดซื้อ

3.4 ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

3.4.1 หลักการ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อ โดยการนำแนวคิดลีนมาใช้ในเรื่องการลดความสูญเปล่ามาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อแยกความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดซื้อ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความสูญเปล่าจากมุมมองของผู้ปฏิบัติงาน

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ
1. ออกใบความต้องการ	การทำงานซ้ำซ้อน รอคอย
4. ตรวจสอบข้อมูลความต้องการพื้นฐาน	การทำงานซ้ำซ้อน รอคอย
6. คัดเลือกผู้ขาย 7. ขอใบเสนอราคา 8. การรอใบเสนอราคา	การรอคอย
9. รวบรวมใบเสนอราคาจัดทำใบเปรียบเทียบราคา	การรอคอย
10. เลือกผู้ขายเพื่อจัดทำใบสรุปซื้อ	การรอคอย
16. ยืนยันใบสั่งซื้อแจ้งกำหนดการส่งสินค้า	การทำงานซ้ำซ้อน

จากตารางที่ 3 พบว่ามีอยู่ 2 ปัญหา คือ ช่วงเวลาของการรอคอยและขั้นตอนในการทำงานที่ซ้ำซ้อน จากสาเหตุและปัญหาข้างต้น ผู้ศึกษาได้เสนอแนวคิดในการปรับรูปแบบของกระบวนการจัดซื้อ โดยพิจารณาการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การแยกประเภทกิจกรรมในกระบวนการจัดซื้อตามหลักการ ECRS

ลำดับ	กิจกรรม	Eliminate	Combine	Rearrange	Simplify
1	ออกใบความต้องการ				X
2	อนุมัติเอกสารเบื้องต้น		X		X
3	ส่งเจ้าหน้าที่จัดซื้อ				X
4	ตรวจสอบข้อมูลความต้องการพื้นฐาน	X			
5	อนุมัติเอกสาร ใบความต้องการ		X		
6	คัดเลือกผู้ขาย	X			
7	ขอใบเสนอราคา				X
8	การรอใบเสนอราคา	X			
9	รวบรวมใบเสนอราคาจัดทำใบเปรียบราคา	X			
10	เลือกผู้ขายเพื่อจัดทำใบสรุปซื้อ	X			
11	การอนุมัติใบสรุปซื้อ				X
12	ต่อรองราคากับผู้ขายที่ถูกคัดเลือก			X	
13	จัดทำใบสั่งซื้อ				X
14	อนุมัติใบสั่งซื้อ				X
15	ส่งใบสั่งซื้อให้ผู้ขาย				X
16	ยืนยันใบสั่งซื้อแจ้งกำหนดการส่งสินค้า	X			
17	รอส่งซัพพลายเออร์การส่งมอบ			X	
18	การรับสินค้า			X	

จากตารางที่ 4 การวิเคราะห์โดยใช้แผนภาพแสดงการแยกประเภทกิจกรรมภายในกระบวนการจัดซื้อตามหลักการ ECRS โดยการวิเคราะห์และแยกประเภทในแต่ละกิจกรรมดังนี้

1. Eliminate (การกำจัด) พบว่า งานที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่าส่วนใหญ่เกิดจากการรอคอยที่เป็นผลมาจากความผิดพลาดในการทำงาน ทำให้กระบวนการทำงานไม่ต่อเนื่อง

2. Combine (การรวม) เป็นการนำกระบวนการที่ทำงานที่เกี่ยวข้องกันมารวมกัน เพื่อให้กระบวนการทำงานรวดเร็วยิ่งขึ้น และลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนออกไป พบว่า ในส่วนของการอนุมัติคำสั่งซื้อซ้ำซ้อน เพราะผ่านการตรวจสอบจากผู้ออกใบความต้องการมาแล้ว

3. Rearrange (การจัดใหม่) และ 4. Simplify (การปรับปรุงใหม่ให้ง่ายขึ้น) โดยการนำแนวคิดใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ My account-cloud มาใช้ในกระบวนการจัดซื้อ เพื่อให้กระบวนการจัดซื้อมีความรวดเร็วถูกต้องมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

3.4.2 การสร้างฐานข้อมูลวางระบบ Code สินค้า จัดทำฐานข้อมูลบริษัทในส่วนงานจัดซื้อ และส่วนที่เกี่ยวข้องข้อมูลพนักงาน ข้อมูลสินค้า ข้อมูล Supplier เพื่อให้เกิดความความสะดวกรวดเร็ว

ถูกต้องในการใช้งาน และไม่เกิดความผิดพลาดในการสั่งซื้อสินค้า สำหรับผู้ใช้แต่ละฝ่ายภายในบริษัท เพราะฐานข้อมูล มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการใช้งานโปรแกรม ซึ่งข้อมูลบริษัท ประกอบด้วย ที่อยู่ เบอร์โทร ข้อมูลรายการสินค้ามีจำนวนทั้งสิ้น 75 รายการ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

- วิเคราะห์ข้อมูลของรายการสินค้า และขั้นตอนการทำงานในการหาข้อมูลรายละเอียดที่จำเป็น และสร้างฐานข้อมูล

- การกำหนดรหัสสินค้าของบริษัท เพื่อนำไปใช้ในการบันทึกข้อมูลในกระบวนการจัดซื้อ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ My Account-cloud

- สร้างรหัสสินค้าของบริษัทตามที่ได้กำหนดไว้ เพื่อนำไปใช้ในการบันทึกข้อมูลในกระบวนการจัดซื้อ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ My Account-cloud

3.4.3 นำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ My account-cloud มาแก้ไขปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดซื้อ เริ่มจากการตั้งกลุ่มทำงาน เพื่อชี้แจงถึงลักษณะโปรแกรม ประโยชน์ต่าง ๆ หลังการใช้โปรแกรม และให้ตัวแทนในส่วนที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เข้าอบรมและทดสอบการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ myaccount-cloud และประเมินผลความพึงพอใจ หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดซื้อจัดหาก่อน และหลังปรับปรุง

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบกิจกรรมก่อนและหลังปรับปรุง

หัวข้อ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
กิจกรรม	18 ขั้นตอน	12 ขั้นตอน
เวลาทั้งหมด	19 วัน	12 วัน

จากตารางที่ 5 หลังปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อ โดยใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการจัดซื้อ และเปรียบเทียบกิจกรรมในกระบวนการจัดซื้อก่อนและหลัง แต่ละกิจกรรมสามารถลดขั้นตอนจากเดิม 18 ขั้นตอนเหลือ 12 ขั้นตอน และสามารถลดเวลาการทำงานลงจากเดิม 19 วัน เหลือ 12 วัน

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบความล่าช้าใบสั่งซื้อ

หัวข้อ	พ.ค.-ส.ค. 2565	ก.ย.-ธ.ค. 2565
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ใบสั่งซื้อล่าช้า	65	35

จากตารางที่ 6 ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการจัดซื้อ ซึ่งเป็นระบบใหม่ เพื่อให้กระบวนการทำงานเกิดประสิทธิภาพ โดยหลังปรับปรุง จำนวนใบสั่งซื้อมีความล่าช้าลดลงจาก 65 ใบเหลือ 35 ใบ

ตารางที่ 7 การประเมินผลความพึงพอใจ

ลำดับที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ					N	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	S.D.	เกณฑ์การประเมิน
		5	4	3	2	1					
1	ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ	1	6	2	1	0	10	3.70	74.00	0.78	มาก
2	การทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ	2	5	2	1	0	10	3.80	76.00	0.87	มาก
3	ความง่ายของการใช้งานระบบ	1	5	3	1	0	10	3.60	72.00	0.80	มาก
4	ลดระยะเวลาในขั้นตอนการอนุมัติ	2	5	3	2	0	12	3.58	71.67	0.95	มาก
5	ลดระยะเวลาในการทำงาน	1	6	3	0	0	10	3.80	76.00	0.60	มาก
รวม		7	27	13	5	0	52	3.70	73.93	0.80	มาก

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบจัดซื้อด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ My account-cloud ผลการใช้งานอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยระดับมาก ซึ่งแสดงว่าระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Myaccount-cloud สามารถให้การทำงานของแผนกจัดซื้อจัดจ้างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.5 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

จากการวิเคราะห์การปรับปรุงแก้ไขปัญหาในการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ดับเพลิงล่าช้า มีค่าใช้จ่ายที่จำเป็นต้องใช้เพื่อลงทุนประกอบด้วย การซื้อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ MyAccount-cloud มีค่าใช้จ่าย Line cense แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 8 ตารางแสดงค่าใช้จ่าย

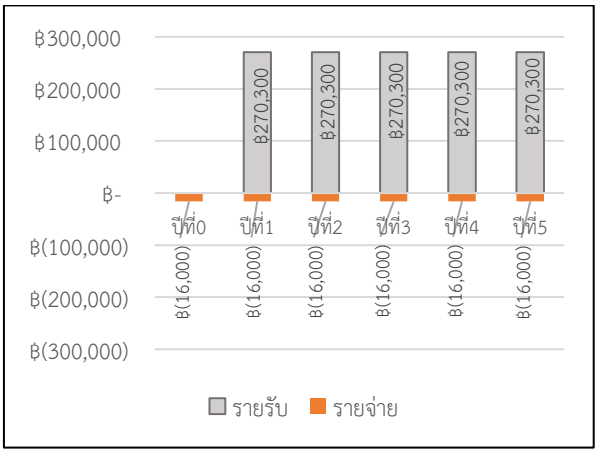
รายการค่าใช้จ่าย				
ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคา/ปี (บาท)	ราคารวม (บาท)
1	ค่า Line cense โปรแกรม MyAccount-Cloud / 6 ผู้ใช้งาน	1	16,000	16,000
			รวม	16,000

จากตารางที่ 8 มูลค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ดับเพลิง คิดเป็นเงิน 16,000 บาท

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าปรับจากการส่งมอบงานล่าช้าจากปัญหาใบจัดซื้อล่าช้า

รายการ	พ.ค.-ส.ค.	ก.ย.-ธ.ค.	รวม	พ.ค.-ส.ค.	ก.ย.-ธ.ค.	รวม
ค่าปรับล่าช้า	ก่อนปรับปรุงเฉลี่ยต่อเดือน	หลังปรับปรุงเฉลี่ยต่อเดือน	ลดลงต่อเดือน	ก่อนปรับปรุงเฉลี่ยต่อปี	หลังปรับปรุงเฉลี่ยต่อปี	ผลต่างต่อปี
	42,750	20,225	22,525	513,000	242,700	270,300

จากตารางที่ 9 ปัญหาความล่าช้าในกระบวนการสั่งซื้อทำให้ส่งมอบงานให้กับลูกค้าล่าช้าและมีค่าปรับ ตั้งแต่เดือน พ.ค. – ส.ค. 2565 มีค่าปรับล่าช้าเฉลี่ยต่อเดือน 42,750 บาท คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ปีละ 513,000 บาท ซึ่งหลังจากการปรับปรุงปัญหาความล่าช้าในกระบวนการสั่งซื้อ ทำให้ส่งมอบงานให้กับลูกค้าล่าช้าและมีค่าปรับ ตั้งแต่เดือน ก.ย. – ธ.ค. 2565 มีค่าปรับล่าช้าเฉลี่ยต่อเดือน 20,225 บาทและคิดเป็นมูลค่าลดลงเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 22,525 บาท คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ปีละ 242,700 บาท และมีผลต่างคิดเป็นมูลค่า 270,300 บาท (513,000-242,700)



รูปที่ 2 กระแสเงินสดรับและเงินลงทุนสุทธิเริ่มโครงการ

จากรูปที่ 2 เงินลงทุนสุทธิเริ่มโครงการมีมูลค่า 16,000 บาท โดยมีกระแสเงินสดจ่ายของโครงการมีมูลค่า 16,000 บาทต่อปี และมีกระแสเงินสดรับของโครงการ 270,300 บาทต่อปี เป็นระยะเวลา 5 ปีตามกำหนด โดยการลงทุนในโครงการนี้กำหนดให้เมื่อสิ้นสุดโครงการไม่มีมูลค่าซากที่เกิดขึ้นหลังสิ้นสุดโครงการ สำหรับงานโครงการมีค่าที่จำเป็นสำหรับใช้พิจารณาโครงการดังต่อไปนี้

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

สามารถหาได้จากสมการที่ (1)

$$NPV = \sum_{t=0}^{N} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \text{เงินลงทุนในโครงการ} \qquad (1)$$

CF_t = กระแสเงินสดรับและจ่ายปีที่ t

r = อัตราดอกเบี้ยเงินกู้เพื่อลงทุน

$$NPV = \frac{254,300}{(1+0.08)^1} + \frac{254,300}{(1+0.08)^2} + \frac{254,300}{(1+0.08)^3} + \frac{254,300}{(1+0.08)^4} + \frac{254,300}{(1+0.08)^5}$$

NPV = 999,346 บาท

ดังนั้นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ตลอดอายุโครงการ 5 ปี มีมูลค่า 999,346 บาท ซึ่งมีค่าเป็นบวก หมายความว่า ได้เงินสดรับมากกว่าเงินสดจ่ายที่ลงทุน เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้ของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ตัดสินใจลงทุนหรือยอมรับโครงการนั้น หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 หรือมีค่าเป็นลบไม่ลงทุนในโครงการดังกล่าว เนื่องจากไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน [10]

2. ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) สามารถหาได้จากสมการที่ (2)

ระยะเวลาคืนทุน

$$= \frac{\text{เงินลงทุนสุทธิเริ่มโครงการ} - \text{กระแสเงินสดรับแต่ละปีจนเงินจ่ายลงทุนสุทธิเมื่อเริ่มโครงการเท่ากับศูนย์}}{\text{ปีสุดท้ายของกระแสเงินสดรับโครงการเท่ากับศูนย์}} \quad (2)$$

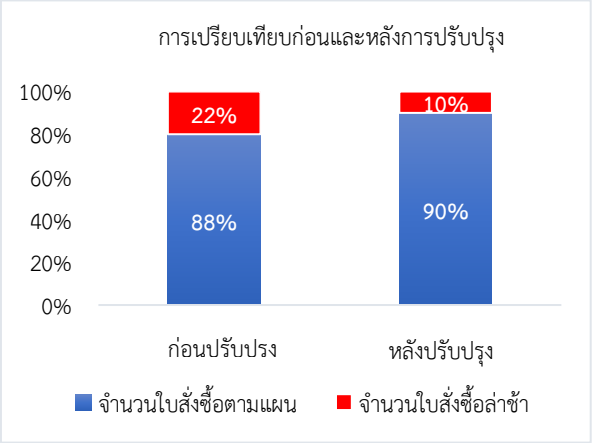
$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{16,000}{254,300}$$

= 0.06 ปี หรือ 0 ปี 0 เดือน 23 วัน

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) ของโครงการนี้คือ 0.06 ปี โดยทั่วไปเกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้น จะพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ยอมรับได้ ซึ่งอาจแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการขึ้นอยู่กับว่าโครงการนั้น ๆมีความต้องการเงินต้นคืนกลับมาในช่วงเวลาใด [10]

4. สรุปผลการวิจัย

การดำเนินงานการจัดการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ดับเพลิง เป้าหมายในการปรับปรุงคือลดปัญหาความล่าช้าของกระบวนการจัดซื้อจัดหาไม่ต่ำกว่า 10% ซึ่งหลังจากการประยุกต์นำหลักวิเคราะห์ทางวิศวกรรมมาช่วยในการวางแผนการดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาตามที่ตั้งเป้าไว้จนลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รวบรวมผลการดำเนินการในช่วงเดือนกันยายน - เดือนธันวาคม พ.ศ. 2565 สรุปผลการดำเนินการ ดังรูปที่ 3



จากรูปที่ 3 เป้าหมายการปรับปรุงคือจำนวนใบสั่งซื้อล่าช้าต้องลดลงไม่ต่ำกว่า 10% ก่อนปรับปรุงใบสั่งซื้อล่าช้าเฉลี่ย 22% หลังปรับปรับปรุงลดลงเหลือ 10% ซึ่งทำให้กระบวนการจัดซื้อมีความล่าช้าลดลงถึง 45% มากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ดับเพลิง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความล่าช้าในกระบวนการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์ไม่ต่ำกว่า 10% โดยประยุกต์ใช้หลักการ ECRS เพื่อขจัดความสูญเปล่าที่ส่งผลต่อเวลาทำงานในการกระบวนการจัดซื้อที่ล่าช้า และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ My account-cloud มาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการทำงานและลดความผิดพลาด ลดความล่าช้าในกระบวนการจัดซื้อจัดหา

4.1 สามารถลดขั้นตอนและเวลาของกิจกรรม

กระบวนการจัดซื้อก่อนปรับปรุงมีกิจกรรมทั้งหมด 18 ขั้นตอน หลังปรับปรุงเหลือ 12 ขั้น และเวลาก่อนปรับปรุง 19 วัน หลังปรับปรุงเหลือ 12 วัน

4.2 สามารถลดความล่าช้าใบสั่งซื้อ คือ ใบสั่งซื้อล่าช้าก่อนปรับปรุงมีจำนวนใบสั่งซื้อล่าช้าจำนวน 65 ใบ หลังปรับปรุงใบสั่งซื้อล่าช้าลดลงเหลือ 35 ใบ

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจ ผลการประเมินจากการใช้โปรแกรมจัดซื้อด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Myaccount-cloud ผลการใช้งานอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยระดับมาก ซึ่งแสดงว่าระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Myaccount-cloud สามารถให้การทำงานของแผนกจัดซื้อจัดจ้างมีประสิทธิภาพ

4.4 สามารถลดค่าปรับจากการส่งมอบงานล่าช้าจากปัญหาใบจัดซื้อล่าช้า ปัญหาความล่าช้าในกระบวนการสั่งซื้อก่อนปรับปรุง มีค่าปรับล่าช้าเฉลี่ยต่อเดือน 42,750 บาท คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ปีละ 513,000 บาท หลังจากการปรับปรุงมีค่าปรับล่าช้าเฉลี่ยต่อเดือน 20,225 บาทและคิดเป็นมูลค่าลดลงเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 22,525 บาท คิดเป็นมูลค่าเฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ปีละ 242,700 บาท และมีผลต่างคิดเป็นมูลค่า 270,300 บาท (513,000-242,700)

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่งที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลต่าง ๆ ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] อาทิตย์ คำหาญสุนทร. (2563). “นวัตกรรมและเทคโนโลยี 4 ขั้น กับอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อพัฒนาประเทศไทย 4.0.” เอกสารการประกอบการประชุมวิชาการ เรื่อง การบริหารงานจัดซื้อตลับลูกปืนสำหรับเครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพ กรณีศึกษาบริษัทอะลูมิเนียมแผ่น จัดโดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า.

[2] อัญชลี ปราบหงษ์. (พฤษภาคม 2559). “การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดซื้อจัดหาตามแนวคิดแบบลีน กรณีศึกษาบริษัทให้บริการด้าน รักษาความปลอดภัยและทำความสะอาด.” วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซอุปทาน คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

[3] มนัสดา คำรินทร์. (2562). “การประยุกต์ใช้ Lean Six Sigma ในการพัฒนาคุณภาพการบริการผู้ป่วยที่รับบริการที่ แผนกผู้ป่วยนอกของศูนย์สามัคคี โรงพยาบาลมหาสารคาม.” โรงพยาบาลมหาสารคาม. 16,3 (กันยายน – ธันวาคม): 109-115.

[4] ขนิษฐา ไชยพันธุ์ รุ้งสินี เขียวงาม ภิญญาพัชญ์ ญานะคำ มานพ แก้วโมราเจริญ. (2563). “ปัจจัยที่มีผลต่อการปรับปรุงกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างของสำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น.” สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทยฯ. 13,1 (มกราคม – มิถุนายน): 66-79

[5] ลักขณา ฤกษ์เกษม ชนิภา นิวาสานนท์. (2562). “การประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีน ในโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าแฟชั่น.” เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร. 2,2 (กรกฎาคม – ธันวาคม): 41-48.

[6] วราภรณ์ ตาลประไพ อภิชาต ประสิทธิ์สม. (2561). “การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการสั่งซื้อวัสดุก่อสร้างของบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างขนาดเล็ก.” วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต. 8,3 (กันยายน – ธันวาคม): 114-127.

[7] Tsung- Yueh Lu. (2561). “Improve Production Process Performance By Using Lean Management A Case Study of Lady Underwear.” ICEB 2018 PROCEEDINGS GUILIN, CHINA. 18,62 (ธันวาคม): 382-390.

[8] Bambang Suhardi. (2562). “Minimizing waste using lean manufacturing and ECRS

principle in Indonesian furniture industry. ” Cogent Engineering. 6,1 (มกราคม): 1-13.
[9] Amayanti Deasy Syah Tantri Yanuar Rahmat. (2 5 6 2) . “ Development of lean consumption concept in improving procurement process of new item and project procurement.” RJOAS. 8,92 (สิงหาคม): 152-166.
[10]] "มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช," 22 2 2566: [Online].Available:https://www.stou.ac.th/stouonline/lom/data/sec/Lom14/04-02-02.html

การจัดการการบำรุงรักษาเครื่องคอมเพรสเซอร์ในกระบวนการอัดก๊าซธรรมชาติ

Compressor Maintenance Management in Gas Compression Process

ชาญชัย ลภาไพโรจน์[1] ศักดิ์ชาย รักการ[2] และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[3]

[1,2] หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
[3] ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
mod.natty5675@gmail.com[1], sakchai.rak@kbu.ac.th[2], jeerawat.plo@kbu.ac.th[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้เน้นการจัดการการบำรุงรักษาเครื่องคอมเพรสเซอร์ในกระบวนการอัดก๊าซ โดยเป้าหมายหลักคือการลดปัญหาข้อบกพร่องของเครื่องจักรให้ลดลงร้อยละ 10 จากปัญหาข้อบกพร่องของเครื่องคอมเพรสเซอร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน จากการศึกษาพบว่าแผนการบำรุงรักษาที่ใช้ในปัจจุบันยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาการขัดข้องและเสียหายที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพ สาเหตุหลักเกิดจากเครื่องจักรที่ใช้งานมานานและเสื่อมสภาพตามเวลา ร่วมกับขาดการซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพและขาดข้อมูลสำคัญในการกำหนดแผนการบำรุงรักษา ดังนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้กราฟพาเรโต้เพื่อจัดลำดับจำนวนครั้งของปัญหาที่เกิดขึ้นจำนวนมากไปหาน้อยจากนั้นนำ 3 ปัญหาหลักมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนภูมิก้างปลา และจัดทำแผนการซ่อมบำรุงระยะสั้นและระยะยาว จัดทำแผนอะไหล่เครื่องจักร ควบคุมอะไหล่คงคลัง และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์หลังจากทำการปรับปรุงลดปัญหาข้อบกพร่อง ผลลัพธ์ของการปรับปรุงแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างที่เกิดขึ้น ซึ่งประกอบไปด้วยการเพิ่มค่าความพร้อมการใช้งานเครื่องจักร (Machine Availability) จากร้อยละ 98.62 เป็นร้อยละ 99.60 ลดจำนวนครั้งที่เสียหายลงจาก 40 ครั้ง/เดือน เป็น 9 ครั้ง/เดือน หรือลดลงร้อยละ 77.5 ลดเวลาในการหยุดเครื่องจักร จาก 228 ชั่วโมง/เดือน เป็น 65.26 ชั่วโมง/เดือน ลดค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (Mean Time to Repair: MTTR) จาก 26.72 ชั่วโมง/เดือน เป็น 26.37 ชั่วโมง/เดือน เพิ่มค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Mean Time Between Failures: MTBF) จาก 3,712.50 ชั่วโมง/เดือน เป็น 5,430.77 ชั่วโมง/เดือน และลดมูลค่าการสูญเสียในการอัดก๊าซรวมค่าเฉลี่ยจาก 992,122 บาท/เดือน เป็น 283,973 บาท/เดือน การศึกษานี้ช่วยปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานเครื่องจักร ทำให้เกิดการลดปัญหาข้อบกพร่อง และเสริมสร้างความพร้อมในการให้บริการที่ดีขึ้น

คำสำคัญ: การลดปัญหาข้อบกพร่องเครื่องจักร; การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน; การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร

Abstract

This research study focuses on the management of maintenance and improvement of efficiency in the compressor equipment in the gas compression process. The main objective is to reduce the occurrence of equipment malfunctions by 10% from the current level of problems. The study revealed that the current maintenance practices were unable to effectively address and prevent malfunctions and damages that occurred over time due to aging machinery, as well as insufficient and incomplete maintenance information. Therefore, the researchers conducted an analysis using Pareto charts to prioritize and identify the main problems, followed by fishbone diagrams to determine the root causes. Short-term and long-term maintenance plans were developed, along with spare parts planning and

inventory control. Economic analysis was also conducted to assess the cost-effectiveness after implementing the improvement measures.

The results of the improvement efforts demonstrated significant differences, including an increase in machine availability from 98.62% to 99.60%, a decrease in the number of damages from 40 incidents per month to 9 incidents per month (a reduction of 77.5%), a reduction in machine downtime from 228 hours per month to 65.26 hours per month, a decrease in mean time to repair (MTTR) from 26.72 hours per month to 26.37 hours per month, an increase in mean time between failures (MTBF) from 3,712.50 hours per month to 5,430.77 hours per month, and a decrease in the average loss value from gas compression, including downtime, from 992,122 THB per month to 283,973 THB per month.

This study has helped improve and enhance the operational efficiency of the machinery, resulting in a reduction of equipment malfunctions and improved service readiness.

Keywords: Machine Defects Reduction, Preventive Maintenance, Increasing Efficiency Machine

1. บทนำ

ในปัจจุบันการนำก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทยขึ้นมาใช้จึงเป็นการเปิดศักราชใหม่ของการพึ่งพาพลังงานที่มีอยู่ภายในประเทศอย่างเป็นรูปธรรม และเนื่องด้วยก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด คุณภาพดี และราคาถูกกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ทำให้ปริมาณการใช้ก๊าซธรรมชาติของไทยสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทุกปี ผู้รับสัมปทานสำรวจและผลิตก๊าซจึงได้เสาะแสวงหาแหล่งก๊าซใหม่ ๆ เพื่อนำก๊าซจากแหล่งที่มีอยู่ขึ้นมาใช้ให้ได้มากที่สุด ขณะเดียวกันหน่วยงานภาครัฐ และเอกชนได้พยายามนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด นอกเหนือจากการนำไปเป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรมและยานพาหนะ โดยให้การสนับสนุนพิเศษในการนำก๊าซธรรมชาติมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ หรือที่เรียกว่า NGV [1,2]

บริษัทแห่งหนึ่งเป็นผู้ให้บริการอัดก๊าซธรรมชาติ (“บริษัท”) ประกอบธุรกิจสถานีก๊าซธรรมชาติหลักเอกชน (Private Mother Station: PMS) โดยให้บริการอัดก๊าซธรรมชาติ NGV ให้รถขนส่งก๊าซธรรมชาติของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) (ปตท.) เพื่อขนส่งไปให้กับสถานีบริการ NGV นอกแนวท่อส่งก๊าซ หรือสถานีลูก (Daughter Station) รวมถึงดำเนินการปรับปรุงคุณภาพก๊าซธรรมชาติ เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดก่อนที่จะนำไปใช้ในส่วนอื่น ๆ ต่อไป โดยมีลูกค้า คือ ปตท.

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาปัญหาข้อบกพร่องของเครื่องคอมเพรสเซอร์ที่ทำให้สูญเสียการอัดก๊าซไปในเดือนเมษายน – มิถุนายน 2565 เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 15.20 โดยจะประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีในการจัดการงานวิศวกรรมเข้ามาแก้ปัญหา และคาดว่าจะสามารถกำหนดวิธีการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กรต่อไป โดยตั้งเป้าลดปัญหาข้อบกพร่องของเครื่องจักรร้อยละ 10 ของปัญหาข้อบกพร่องของเครื่องคอมเพรสเซอร์ เฉลี่ยในเดือนตุลาคม - ธันวาคม 2565

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยได้เห็นถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้ การปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ชุดห้องครัวแบบถอด-ประกอบ เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่การทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment: QFD) และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบร่วมกันปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ชุดห้องครัวจากการร้องเรียนของลูกค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ของบริษัท

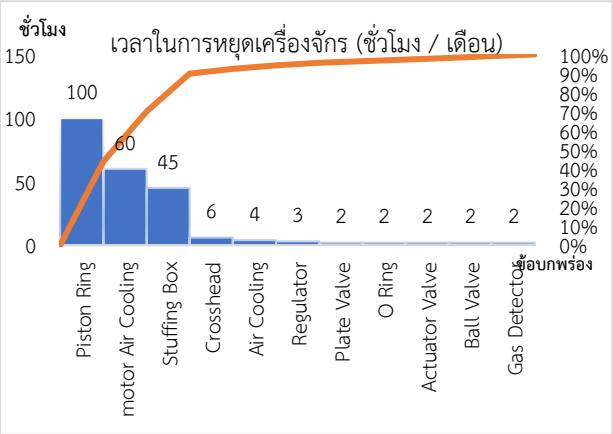
กรณีศึกษา เพื่อลดลักษณะข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ โดยเริ่มจากการใช้แผนภาพพาเรโตคาดการณ์ลักษณะข้อบกพร่องหลักที่เป็นเหตุให้ลูกค้าร้องเรียน จากการวิเคราะห์พบว่า ลักษณะข้อบกพร่องหลักที่เป็นเหตุให้ลูกค้าร้องเรียนเกิดจากรูปแบบผลิตภัณฑ์พื้นฐาน และกระบวนการติดตั้งและทำสี จึงปรับปรุงรูปแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish Bone Diagram) ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง จากนั้นใช้เทคนิค FMEA [3,4] ทำการปรับปรุงข้อบกพร่องที่มีค่า RPN ตั้งแต่ 120 ขึ้นไปก่อนเป็นลำดับแรก หลังจากทำการปรับปรุงรูปแบบผลิตภัณฑ์พื้นฐานและกระบวนการติดตั้งและทำสีโดยใช้เทคนิค QED และเทคนิค FMEA ตามลำดับ ผลที่ได้สามารถลดลักษณะข้อบกพร่องหลักที่เป็นเหตุให้ลูกค้าร้องเรียนจากร้อยละ 34.12 ลดลงร้อยละ 11.81 และสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้มากกว่าผลิตภัณฑ์รูปแบบเดิมร้อยละ 36.18 [5,6]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

กรณีศึกษา บริษัทแห่งหนึ่งเป็นผู้ให้บริการอัดก๊าซธรรมชาติ ผู้ศึกษาจึงได้กำหนดวิจัยเพื่อทำการศึกษาและปรับปรุงเพื่อลดข้อบกพร่องของเครื่องคอมเพรสเซอร์ โดยการนำหลักการจัดการกระบวนการรวมถึงการจัดการเชิงวิศวกรรมโดยมีขั้นตอนการปฏิบัติดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาข้อมูล

จากการศึกษา พบว่าการขัดข้องอุปกรณ์เครื่องจักร เดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 มีข้อมูลดังรูปที่ 1

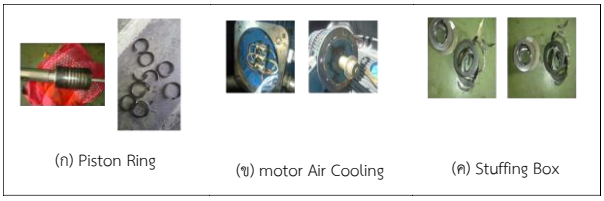


รูปที่ 1 ข้อมูลการปัญหาการขัดข้องออกเป็น 3 อุปกรณ์ คือ 1. Piston Ring 2. motor Air Cooling 3. Stuffing Box รายละเอียดเพิ่มเติมตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การชำรุดของเครื่องจักร

ข้อบกพร่อง	จำนวนครั้งที่เสียหาย (ครั้ง)	เวลาในการหยุดเครื่องจักร (ชั่วโมง/เดือน)	ค่าเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหาย (ชั่วโมง)	ค่าเฉลี่ยการซ่อมแซม (ชั่วโมง)	อัตราการพร้อมใช้งาน (%)
Piston Ring	20	100	15	5.00	93.33
motor Air Cooling	5	60	25	12.00	96
Stuffing Box	15	45	33	3.00	97
Plate Valve	10	2	750	0.20	100
Regulator	15	3	500	0.20	100
Crosshead	3	6	250	2.00	100
O Ring	8	2	750	0.25	100
Actuator Valve	5	2	750	0.40	100
Ball Valve	3	2	750	0.67	100
Gas Detector	2	2	750	1.00	100
Air Cooling	2	4	375	2.00	100

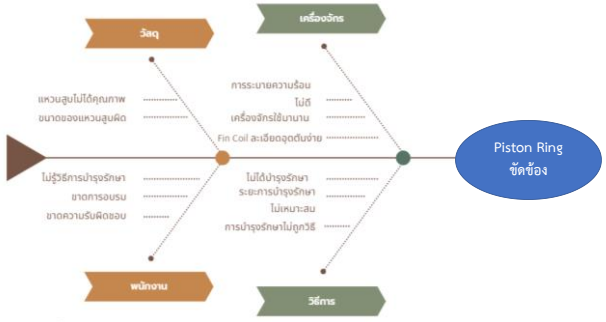
จากตารางที่ 1 เป็นข้อมูลการชำรุดขัดข้องอุปกรณ์เครื่องจักรใน เดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน 2565 ปัญหาทั้งหมดของอุปกรณ์เครื่องจักรซึ่งมีความพร้อมใช้งานต่ำที่สุด และได้จำแนกแบ่งตามถาพประกอบที่ 2



รูปที่ 2 เครื่องจักรที่เสียหายร้อยละ 80 ของเวลาทั้งหมด เครื่องจักรเสียหายทั้งหมด

3.2 การวิเคราะห์ปัญหาและดำเนินการแก้ไข

ผู้ศึกษาได้ศึกษาสาเหตุของปัญหาการเกิดเวลาสูญเสียการผลิตของเครื่องจักร และสาเหตุของการเกิดความเสียหายของเครื่องคอมเพรสเซอร์โดยใช้แผนภูมิก้างปลา สาเหตุของการเกิดความเสียหายของเครื่องคอมเพรสเซอร์ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนภูมิก้างปลา โดยรวมการวิเคราะห์แบบผังก้างปลา Piston Ring Motor Air Cooling Stuffing Box ขัดข้องบ่อย พบว่าเครื่องจักร (Machine) การระบายความร้อนไม่ดี ทำการวิเคราะห์ และแก้ปัญหาดังต่อไป

3.3 กำหนดแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

1) วิเคราะห์จัดแผนการซ่อมบำรุงระยะสั้น และระยะยาว [7,8]

2) วิเคราะห์จัดแผนอะไหล่เครื่องจักร และควบคุมอะไหล่คงคลัง

3) วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในการเปลี่ยนวัสดุอะไหล่ [9]

4) วิเคราะห์ Composition Gas ที่ส่งผลกับเครื่องจักร

5) ทำการวิเคราะห์ผลโดยการพิจารณาประเมินผลจากตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ ได้แก่ จำนวนครั้งในการเกิดความเสียหายของเครื่องจักร เวลาที่ต้องสูญเสียเนื่องจากเกิดการขัดข้องและเสียหายของเครื่องจักรในระหว่างการผลิต ค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักร อัตราความพร้อมในการทำงานของเครื่องจักร ผู้ศึกษาขอยกตัวอย่างการดำเนินการแก้ปัญหาของเครื่อง

3.4 ดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

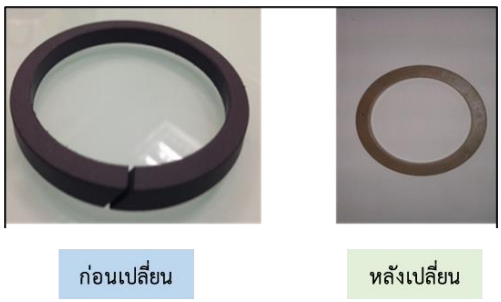
ทำการเก็บข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรในโรงงานกรณีศึกษา และวิเคราะห์ความสำคัญของเครื่องจักรเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรให้เป็นหมวดหมู่ เพื่อเข้าระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันมาวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร ดังสามารถแสดงรายละเอียดในเนื้อหา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นกับโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่

3.4.1 จัดแผนการซ่อมบำรุงระยะสั้นโดยการปรับปรุงตารางการซ่อมบำรุง เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม และการใช้งานเครื่องจักรในปัจจุบัน เช่น ความร้อน ฝุ่นละออง แผน PM ตามปริมาณการใช้งาน (USAGE-BASED PREVENTIVE MAINTENANCE) ในการกำหนดแผน PM ตามลักษณะปริมาณการใช้งาน จะ “ชี้ชัดมากกว่า” แบบแผน PM ที่กำหนดตามระยะเวลา เพราะ สภาพ และคุณสมบัติของชิ้นส่วนเครื่องจักร รวมถึงชิ้นส่วนสิ้นเปลืองต่างๆ (Consume part) จะสามารถทำนายได้แม่นยำกว่า

3.4.2 การจัดแผนการซ่อมบำรุงระยะยาว การจัดแผนการซ่อมบำรุงระยะยาวเพื่อทำให้เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการวางแผนการใช้งานในระยะยาว เพื่อคงรักษาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตภายในโรงงาน ให้สามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพได้อย่างต่อเนื่องและสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากยิ่งขึ้น โดยเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ยังคงคุณภาพและสภาพการใช้งานได้เป็นอย่างดี ไม่มีการชำรุดที่รุนแรงเกิดขึ้น ผู้ชำนาญการกำหนดวัสดุที่จะใช้เปลี่ยนอะไหล่ภายใน

อุปกรณ์ เพื่อลดปัญหาข้อบกพร่องของเครื่องคอมเพรสเซอร์ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

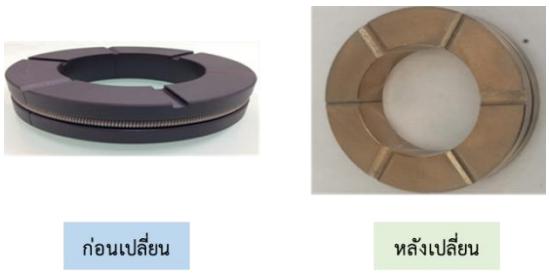
1) Piston Ring แหวนสูบ Compressor ชำรุด แตกหักบาง เกิดจากความร้อนสะสมของเครื่องจักรที่ไม่ดีจึงทำให้วัสดุที่ใช้อยู่ไม่สามารถทนได้ จากเดิมเป็นวัสดุ Carbon+Teflon ไปเป็น Peek ซึ่งสามารถรองรับแรงดันและอุณหภูมิได้สูงกว่าดังภาพประกอบที่ 4



รูปที่ 4 ก่อนและหลังการเปลี่ยน Piston Ring

นำเอาข้อมูล Technical Data Sheet วัสดุอะไหล่เดิม และวัสดุใหม่ที่จะทำการเปลี่ยนมาทำการเปรียบเทียบข้อดี และข้อเสีย จากการนำ Technical Data วัสดุ Carbon + Teflon กับ Peek แล้วพบว่า Peek สามารถทนความร้อนได้ดีกว่า Carbon + Teflon ถึง 40 องศาเซลเซียส และมีค่าความแข็งของวัสดุที่มากกว่าเพื่อป้องกันการบิดตัวเสียรูปเมื่อพบเจอแรงดัน

2) Stuffing Box รั่ว เกิดจาก Pressure Breaker ชำรุด เกิดจากความร้อนสะสมของเครื่องจักรที่ไม่ดีจึงทำให้วัสดุที่ใช้อยู่ไม่สามารถทนได้ จากเดิมเป็นวัสดุ Carbon+Teflon ไปเป็น Brass ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ก่อนและหลังการเปลี่ยน Pressure Breaker

นำเอาข้อมูล Technical Data Sheet วัสดุอะไหล่เดิม และวัสดุใหม่ที่จะทำการเปลี่ยนมาทำการเปรียบเทียบข้อดี และข้อเสีย จากการนำ Technical Data วัสดุ Carbon + Teflon กับ Brass แล้วพบว่า Brass สามารถทนความร้อนได้ดีกว่า Brass ถึง 40 องศาเซลเซียส และมีค่าความแข็งของวัสดุที่มากกว่าเพื่อป้องกันการบิดตัวเสียรูปเมื่อพบเจอแรงดัน

3) Motor Air Cooling Motor Air Cooling Short Circuit เกิดจากความร้อนสะสมของเครื่องจักรที่ไม่ดีจึงทำให้จาระบีที่ใช้อยู่ไม่สามารถทนได้ พร่องไว จากเดิมเป็น ลูกปืน SKF 6203 2Z/C3 (Made in China) ซึ่งเป็นฝาเหล็กไม่สามารถแกะฝามาทำการอัดจาระบีได้ เปลี่ยนเป็น ลูกปืน Toyo 6203 C3 (Made in Japan) ซึ่งเป็นฝาพลาสติกสามารถแกะฝามาทำการอัดจาระบีที่ทนความร้อนสูงเพิ่มได้ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 ก่อนและเปลี่ยนลูกปืน

นำเอาข้อมูล Technical Data Sheet จาระบีใหม่ที่จะทำการเปลี่ยนมาทำการตรวจสอบค่าคุณสมบัติที่จะนำมาใช้งาน จากการนำ Technical Data จาระบีใหม่ที่จะทำการเปลี่ยนแล้วพบว่าสามารถทนความร้อนได้ถึง –40 to +150 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้การละลายตัวของจาระบีเกิดขึ้นช้าลง ส่งผลให้อายุการใช้งานสูงขึ้น

3.4.3 การจัดแผนอะไหล่เครื่องจักร และควบคุมอะไหล่คงคลัง จัดแผนอะไหล่เครื่องจักร และควบคุมอะไหล่คงคลัง และจะมีการทบทวนปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 การกำหนดจำนวนสินค้าคงคลัง

โดยจะทำการสำรองเพียง 2 เครื่องซึ่งลดลงจากเดิมสำรอง 4 เครื่องซึ่งจะทำให้มูลค่าสินค้าคงคลังลดลง

3.5 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

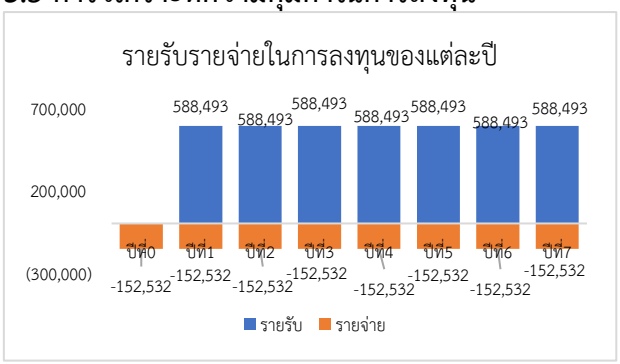
ในการเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมเพื่อใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนในโครงการ ซึ่งใช้หลักการวิเคราะห์ ต้นทุนผลประโยชน์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายในการในการสั่งซื้ออะไหล่สำรอง

ลำดับ	รายการ	ต้นทุนก่อนแก้ไข	ต้นทุนหลังแก้ไข	ก่อนดำเนินการแก้ไข (ครั้ง)	หลังดำเนินการแก้ไข (ครั้ง)	จำนวน	ค่าใช้จ่ายก่อนแก้ไข	ค่าใช้จ่ายหลังแก้ไข	ผลต่าง
1	Piston Ring	1,067	1,450	20	4	7	149,380	40,600	-108,780
2	motor Air Cool	14,250	1,360	5	1	2	142,500	2,720	-139,780
3	Stuffing Box	5,989	5,461	15	4	5	449,145	109,212	-339,933
						รวม	741,025	152,532	-588,493

จากตารางที่ 2 มูลค่ารวมทั้งหมดในการสั่งซื้ออะไหล่สำรองหลังปรับปรุงจำนวน 152,532 บาท จะเห็นได้ว่าก่อนปรับปรุงที่มีการสั่งซื้ออะไหล่อยู่ที่ 741,145 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับหลังปรับปรุงทำให้บริษัทประหยัดต้นทุนได้ถึง 588,493 บาท/ปี

3.5 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน



รูปที่ 8 รายรับรายจ่ายในการลงทุนแต่ละปี

เงินลงทุนสุทธิในแต่ละปีมีมูลค่า 152,532 บาท มีกำหนดการผลตอบแทนที่คาดหวังภายใน 7 ปี โดยมีอัตราการประหยัดต้นทุนอยู่ที่ปีละ 588,493 บาทต่อปี เป็นระยะเวลา 7 ปีตามการเปลี่ยนหรือการอัพเกรดวัสดุอุปกรณ์ สำหรับงานโครงการมีค่าที่จำเป็นสำหรับใช้พิจารณาโครงการดังต่อไปนี้

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) [9]

สามารถหาได้จากสมการที่ (1)

$$NPV = \sum_{t=1}^{N} \frac{CF_t}{(1+k)^t} - \text{เงินลงทุนในโครงการ} \quad (1)$$

CF_t = กระแสเงินสดรับและจ่ายปีที่ t

K = ค่าของทุนหรืออัตราผลตอบแทน

$$NPV = \frac{588,493}{(1+0.1)^1} + \frac{588,493}{(1+0.1)^2} + \frac{588,493}{(1+0.1)^3} + \frac{588,493}{(1+0.1)^4} + \frac{588,493}{(1+0.1)^5} + \frac{588,493}{(1+0.1)^6} + \frac{588,493}{(1+0.1)^7} - /152,532$$

NPV = 2,117,242 บาท

ดังนั้นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ตลอดอายุโครงการ 7 ปี มีมูลค่า 2,117,242 บาท ซึ่งมีค่าเป็นบวก หมายความว่า ได้เงินสดรับมากกว่าเงินสดจ่ายที่ลงทุน เกณฑ์การตัดสินใจสำหรับวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ ถ้ามูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้ของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ตัดสินใจลงทุนหรือยอมรับโครงการนั้น หากมูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่า 0 หรือ มีค่าเป็นลบไม่ลงทุนในโครงการดังกล่าวเนื่องจากไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน [9]

อัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal Rate of Return: IRR)

สามารถหาได้จากสมการที่ (2)

$$\text{เงินลงทุนในโครงการ} = \sum_{t=1}^{N} \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} \quad (2)$$

$$152,532 = \frac{588,493}{(1+IRR)^1} + \frac{588,493}{(1+IRR)^2} + \frac{588,493}{(1+IRR)^3} + \frac{588,493}{(1+IRR)^4} + \frac{588,493}{(1+IRR)^5} + \frac{588,493}{(1+IRR)^6} + \frac{588,493}{(1+IRR)^7}$$

IRR = 48.44 %

ดังนั้นอัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal Rate of Return: IRR) ของการลงทุนในครั้งนี้ คือร้อยละ 48.44 ซึ่งมีค่ามากกว่าต้นทุนของเงินทุน สำหรับเกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้นจะพิจารณาหาก IRR มากกว่าต้นทุนของเงินทุน ให้ตัดสินใจลงทุน หาก IRR น้อยกว่าต้นทุนของเงินทุนให้ตัดสินใจไม่ลงทุน

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) สามารถหาได้จากสมการที่ (3)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนสุทธิเริ่มโครงการ} - \text{กระแสเงินสดรับแต่ละปีจนเงินจ่ายลงทุนสุทธิเมื่อเริ่มโครงการเท่ากับศูนย์}}{\text{ปีสุดท้ายของกระแสเงินสดรับโครงการเท่ากับศูนย์}} \quad (3)$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{152{,}532 - 588{,}493}{588{,}493}$$

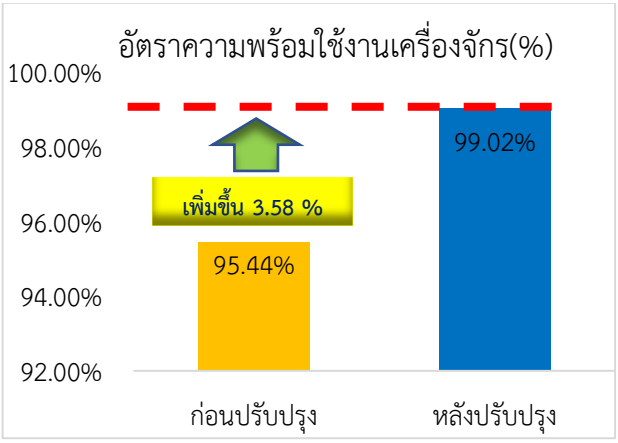
= 0.35 ปี หรือ 0 ปี 4 เดือน 6 วัน

ดังนั้นระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) ของโครงการนี้คือ 0.35 ปี โดยทั่วไปเกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้น จะพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ยอมรับได้ ซึ่งอาจแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการขึ้นอยู่กับว่าโครงการนั้นๆมีความต้องการเงินต้นคืนกลับมาในช่วงเวลาใด [9]

4. วิธีการและผลการดำเนินการวิจัย

จากปัญหาข้อบกพร่องของเครื่องคอมเพรสเซอร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน จากการศึกษาพบว่าแผนการบำรุงรักษาที่ใช้ในปัจจุบันยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สาเหตุหลักเกิดจากเครื่องจักรที่ใช้งานมานาน และเสื่อมสภาพตามเวลา รวมถึงขาดการซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิภาพ และขาดข้อมูลสำคัญในการกำหนดแผนการบำรุงรักษาดังนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้กราฟพาเรโต้เพื่อจัดลำดับจำนวนครั้งของปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นนำ 3 ปัญหาหลักมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนภูมิก้างปลา และจัดทำแผนการซ่อมบำรุงระยะสั้นและระยะยาว จัดทำแผนอะไหล่เครื่องจักร ควบคุมอะไหล่คงคลัง และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์หลังจากทำการปรับปรุงลดปัญหาข้อบกพร่อง ตั้งแต่เดือน (กรกฎาคม - กันยายน 65) ในแต่ละเครื่องจะมีเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (Mean Time Between Failure: MTBF) เวลาเฉลี่ยในการซ่อม (Mean Time To Repair: MTTR) และความพร้อมใช้งานเครื่องจักร ดังนี้ดังรูปที่ 9

รูปที่ 9 การเปรียบเทียบจำนวนครั้งเสียหายโดยรวมเฉลี่ยก่อนการจัดทำ PM มีจำนวน 40 ครั้งหลังทำ PM มี 9 ครั้ง ซึ่งสามารถการขัดข้องของเครื่องจักรได้จำนวน 31 ครั้ง หรือร้อยละ 77



รูปที่ 10 ความพร้อมใช้งานโดยรวมเฉลี่ยก่อนพัฒนาระบบ PM อยู่ที่ร้อยละ 95.44 ต่อเดือน หลังจากการพัฒนาระบบ PM อัตราความพร้อมใช้งานโดยรวมเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 99.02 ต่อเดือน เพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 3.58 ซึ่งอัตราขัดข้องโดยรวมมากกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ (>ร้อยละ 10)

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่งที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลต่างๆในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (ม.ป.ป.). ก๊าซธรรมชาติตอนที่ 3 แหล่งก๊าซธรรมชาติ NGV คืออะไร. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก:https: // www.doeb.go.th/ knowledge/data/ngv3.pdf. (วันสืบค้นข้อมูล: 15 มิถุนายน 2565).

[2] บริษัท สากล เอนเนอยี จำกัด (มหาชน). (ม.ป.ป.). ธุรกิจสถานีก๊าซธรรมชาติหลักโดยเอกชน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https: // www.sakolenergy.com/ th/ our-business/the-ngv-mother-station. (วันสืบค้นข้อมูล: 15 มิถุนายน 2565).

[3] มนตรี บุญมาก, พงศกร เอมจั่น, ณชา แย้มยงค์. (2560). การวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขปัญหาในกระบวนการฉีดหลอดพลาสติกโดยใช้ทฤษฎี การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ FMEA ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม แขนงวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

[4] วิชาญ ทองไพรวรรณ. (2554). การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA ในการปรับปรุงกระบวนการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์ขึ้นรูปแก้วที่ใช้บนโต๊ะอาหาร. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[5] ธีระศักดิ์ พรหมเสน. (2556). การบำรุงรักษาตามสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องดื่ม. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[6] ภีมภิวัฒน์ วิไลลักษณ์, สุชาญชัย บัวชัยยา. (2558). การลดเวลาสูญเสียของเครื่องมือทางการแพทย์ที่มีความเสี่ยงสูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการแก่ผู้ป่วยในหอผู้ป่วยหนัก. สานักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 7 จังหวัดขอนแก่น กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ.

[7] บริษัท ออยเซิร์ฟ จำกัด. (ม.ป.ป.). ประเภทของงานบำรุงรักษา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.oilservethai.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539679359&Ntype=11. (วันสืบค้นข้อมูล: 20 มิถุนายน 2565).

[8] พิษณุ มนัสปิติ. (เมษายน - มิถุนายน 2561). การวิเคราะห์และเพิ่มผลผลิตการบรรจุขวดโดยทฤษฎีซ่อมบำรุงรักษา. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 41(2), 199-210.

[9] "มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช," เข้าถึงเมื่อ 22022566Available:https://www.stou.ac.th/stouonline/lom/data/sec/Lom14/04-02-02.html.

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการตอบรับกลับของความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการปั๊มสูบน้ำของบริษัทผู้จัดจำหน่ายและติดตั้งปั๊มน้ำ

An efficiency study of satisfaction feedback in pump service quality for pumping distributor and installer company

นายธรรมนูญ เศษวงค์[1], ศักดิ์ชาย รักการ[2] และ จีรวัฒน์ ปล้องใหม่[3]

[1,2] หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
[3]สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ 1761 ถนนพัฒนาการ แขวงสวนหลวง เขตสวนหลวง กรุงเทพฯ 10250
[1]thummanoon.setwong@gmail.com, [2]sakchai.rak@kbu.ac.th, [3]jeerawat.plo@kbu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการตอบรับกลับของความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการปั๊มสูบน้ำของบริษัทผู้จัดจำหน่ายและติดตั้งปั๊มน้ำ มุ่งเน้นไปที่การตอบกลับผลสำรวจความพึงพอใจต่อการใช้ผลิตภัณฑ์และการใช้บริการของบริษัท อาศัยข้อมูลที่ลูกค้าตอบกลับมาทั้ง 4 กลุ่มหลักของบริษัท ได้แก่ กลุ่มอาคารสูงเชิงพาณิชย์ CBS (Commercial Building Services) กลุ่มบ้านและอาคารพานิชย์ DBS (Domestic Buildings Services) กลุ่มอุตสาหกรรม IND (Industry) กลุ่มหน่วยงานภาครัฐ WU (Water Utility) ข้อมูลการตอบกลับมาทุกกลุ่มรวมกัน 102 ราย จากการส่งสำรวจออกไปทั้งหมด 958 ราย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 11% ผลการศึกษาพบว่า จากผลการตอบรับกลับของความพึงพอใจดีขึ้นเพิ่มขึ้นเป็น 20% การเพิ่มจำนวนการตอบกลับขึ้นมา 9% ด้วยการแก้ไข้ปัญหา 3 ด้านด้วยกัน 1) ด้านข้อมูลบริการ แก้ปัญหาด้วยโปรแกรม SAP พัฒนา CRM เข้ามาใช้กำหนดระยะเวลาการตอบกลับข้อมูลภายใน 24 ชั่วโมง 2) ด้านเวลาให้บริการ แก้ปัญหาด้วยโปรแกรม Office 365 พัฒนา Share point สร้าง Schedule plan ให้เรียงลำดับการร้องขอการบริการ การกำหนดวันเข้าบริการและการเข้าให้บริการ 3) ด้านพื้นที่ให้บริการ ได้กำหนดพื้นที่ให้บริการในเขตกรุงเทพ ฯ ปริมณฑลให้ตัวแทนบริการมีเขตกำหนด การที่มีระบบเข้ามาช่วยประสานด้านข้อมูลยังสามารถต่อยอดพัฒนาเพิ่มระบบใหม่ ๆ เข้ามาเพิ่มประสิทธิภาพในงานด้านบริการให้มากขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพปั๊มสูบน้ำ; คุณภาพบริการ; ความพึงใจในบริการ

Abstract

This research study aims to study the efficiency improvement of the satisfaction feedback on pump service quality of pump distributors and installers, which focus on responding to satisfaction surveys on the use of the company's products and services. Based on the information that customers have responded from all 4 main groups of the company. These include CBS (Commercial Building Services) commercial high-rise buildings, DBS (Domestic Buildings Services), IND (Industry), government agencies, WU (Water Utility) with 102 cases out of a total of 958 surveys sent out, representing of 11%. The study found a result is satisfaction improved by 20%, increasing the number of responses by 9% by solving 3 problems. 1) Service information the problem with the SAP program with develop CRM for using to determine the response time within 24 hours. 2) Service time solve problems with Office 365 with programs with develop Share point for creating schedule plan to sort service requests. Determine the service date and access to the service 3) Service area has specified service areas in Bangkok and vicinity for service agents to help coordinate information can also be further developed and added new systems to increase the efficiency of service work in the future.

Keywords: Pump performance; Service quality; Service satisfaction

1. บทนำ

ในโลกยุคใหม่ที่มีการแข่งขันที่มากขึ้น ความพึงพอใจเป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นได้ [1] การที่จะทราบว่าบุคคลนั้นมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจได้โดยตรง แต่สามารถวัดได้โดยอ้อม โดยการวัดที่ความคิดเห็นของคนเหล่านั้นและการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงจึงจะสามารถวัดความพึงพอใจได้

[2] ความพึงพอใจของลูกค้า หรือ Customer satisfaction คือ แนวคิดที่นำไปสู่ความสำเร็จในการสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้าเกิดจากระหว่างความคาดหวังของลูกค้ากับการบริการจากตัวผู้ประกอบการ การวัดระดับความสำเร็จของ Customer Satisfaction เป็นการที่ลูกค้าได้สะท้อนความรู้สึกเชิงบวกให้องค์กรสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้

[3] พึงพอใจจากการใช้บริการ ผู้ใช้ปั๊มสูบน้ำของบริษัทและได้เกิดปัญหาการตอบกลับผลสำรวจความพึงพอใจจากการให้บริการเข้ามายังฝ่ายบริการน้อยมากไม่ถึง 15%ของจำนวนที่ส่งออกไปทั้งหมด ทางฝ่ายบริการต้องการข้อมูลจากผลสำรวจความพึงพอใจจากการให้บริการมา [4] ปรับปรุงงานด้านคุณภาพบริการจนถึงการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ปั๊มสูบน้ำให้ตรงความต้องการของการให้บริการมากที่สุด ได้มีการวางเป้าหมายการตอบกลับผลสำรวจความพึงพอใจจากการให้บริการให้ได้มากกว่า 15%

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจปัญหาการตอบกลับผลสำรวจความพึงพอใจจากการใช้บริการ ให้เพิ่มมากขึ้นกว่า 15%ของจำนวนที่ส่งออกไปทั้งหมด โดยการวิเคราะห์การจัดการข้อมูลการส่งการสำรวจความพึงพอใจออกสู่การให้บริการที่มีปัญหาติดขัดข้องตรงจุดไหน ข้อมูลส่งออกไปถึงการให้บริการหรือไม่ และสามารถใช้ระบบบริหารการจัดการข้อมูลเดิม SAP มาใช้แก้ไขปัญหาการตอบกลับผลสำรวจความพึงพอใจจากการให้บริการ เพื่อเพิ่มการตอบกลับผลสำรวจความพึงพอใจจากการให้บริการจากต่ำกว่า 15% เป็นมากกว่า 15% โดยมีเป้าหมายที่ 20% [5] เพื่อสร้างความเชื่อหมั่นและการปรับปรุงงานด้านบริการให้ดียิ่งขึ้น

2. วิธีดำเนินการวิจัย

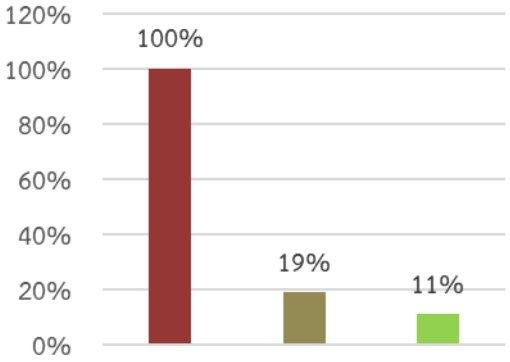
2.1 การเก็บข้อมูลปัญหา

[6] การส่งแบบสอบถามผ่านระบบทางอีเมลและทางข้อความโทรศัพท์ให้ลูกค้า ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 การส่งแบบสำรวจความพึงพอใจออกไปยังลูกค้ารวมทั้งหมด 958 ราย มีการเปิดทำแบบสำรวจอยู่ที่ 183 ราย มีเพียง 102 ราย ที่ทำสมบูรณ์และส่งกลับมาให้ฝ่ายบริการ ส่วนลูกค้าที่ไม่สนใจทำการสำรวจความพึงพอใจจำนวน 755 ราย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางสรุปการส่งแบบสำรวจและการตอบรับกลับผลสำรวจความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการ

การส่งข้อมูลสำรวจ (ราย)	การสนใจทำแบบสำรวจ (ราย)	การตอบกลับผลสำรวจ (ราย)
958	183	102

เมื่อนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย พบว่า การไม่ตอบกลับผลสำรวจความพึงพอใจมีเปอร์เซ็นต์สูงถึง 81% มีการตอบกลับเฉลี่ยอยู่ที่ 19% ใน 19% ยังแยกย่อยลูกค้าที่เปิดทำแบบสำรวจแล้วทำให้เสร็จสมบูรณ์ 11% ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ค่าเปรียบเทียบการส่งผลสำรวจการตอบรับกลับผลสำรวจความพึงพอใจต่อคุณภาพการบริการ

2.2. การวิเคราะห์ปัญหา

[7] จากผลตอบกลับจากผลสำรวจความพึงพอใจต่อคุณภาพให้บริการทั้งหมด 102 ราย นำมาจัดกลุ่มลูกค้าตามผลิตภัณฑ์และบริการสามารถแบ่งกลุ่มออกเป็นการใช้งานออกเป็น 4 กลุ่มตลาดหรือประเภทการใช้งาน

1. ผลิตภัณฑ์และบริการกลุ่มอาคารสูงเชิงพาณิชย์ CBS การตอบกลับมาทั้งหมด 37 ราย
2. ผลิตภัณฑ์และบริการกลุ่มอาคารที่พักอาศัย DBS การตอบกลับมาทั้งหมด 54 ราย
3. ผลิตภัณฑ์และบริการกลุ่มอุตสาหกรรม IND การตอบกลับมาทั้งหมด 11 ราย

[8] จากผลสำรวจสามารถแยกย่อยรายละเอียดถึงความไม่พอใจในการให้บริการ Pain points ของผลตอบรับกลับจากผลสำรวจ [9] ความพึงพอใจต่อคุณภาพให้บริการลูกค้าออกมาได้ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลตอบรับกลับจากผลสำรวจความพึงพอใจต่อคุณภาพให้บริการ

ลำดับ	ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data)
1	ระยะเวลาขอใบเสนอราคาเกิน 3 วัน
2	ระยะเวลาการส่งสินค้าเกินระยะเวลาที่กำหนด (เกิน 90 วัน)
3	ปั๊ม Booster pumps set ติดตั้งอุปกรณ์มาไม่ตรงสเปค (16 ชุด)
4	ปั๊ม Transfer pumps set การทำงานไม่ตรงตามข้อกำหนด (3 ชุด)
5	ปั๊ม Fire pumps set การทดสอบ Performance test ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน NFPA20 (2 ชุด)
6	การเข้าให้บริการของฝ่ายบริการช้าเกิน 3 วัน หลังวันรับแจ้ง
7	การเสนอราคาปั๊มทดแทนช้ามากกว่า 30 วัน

2.3 วิธีการแก้ปัญหา

จากข้อมูลการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาการไม่ตอบกลับของผลสำรวจความพึงพอใจต่อคุณภาพของการให้บริการมีจำนวนที่มากถึง 81% โดยได้วิเคราะห์จากข้อมูลการตอบกลับผลสำรวจของลูกค้าจำนวน 102 ราย ได้วิเคราะห์ถึงการแก้ไขปัญหาในทุกกลุ่มลูกค้า ดังนี้

1) ผลิตภัณฑ์และบริการกลุ่มอาคารสูงเชิงพาณิชย์ CBS (Commercial Building Services)

2) ผลิตภัณฑ์และบริการกลุ่มอาคารที่พักอาศัย DBS (Domestic Buildings Services)

3) ผลิตภัณฑ์และบริการกลุ่มอุตสาหกรรม IND (Industry

[10] ซอฟต์แวร์ CRM สามารถเข้ามาแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถระบุวิธี 5 (1) จัดระเบียบข้อมูลลูกค้า (Keep customer data organized) ผู้มีโอกาสเป็นลูกค้าของบริษัทสามารถติดต่อเจ้าหน้าที่ของบริษัทผ่านแหล่งที่มาต่าง ๆ (2) เวิร์กโฟลว์

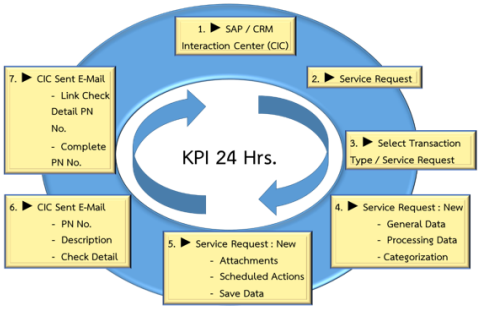
อัตโนมัติ (Automated Workflows) ติดตามลูกค้าในทุกขั้นตอนของกระบวนการคอนเวอร์ชั่น เมื่อสร้างจุดสัมผัสต่าง ๆ เพื่อให้ลูกค้าเกิด Conversion พวกเขาจะมีเหตุผลที่แท้จริงมากขึ้นในการเชื่อมโยงกับแบรนด์ ซอฟต์แวร์ CRM (3) การตั้งค่าแบบฟอร์มบนเว็บ (Setting up a web-form) อีกวิธีในการจัดการข้อร้องเรียนของลูกค้า (4) บันทึกข้อร้องเรียน (Record complaints) ตัวชี้ที่กล่าวถึงข้างต้นส่วนใหญ่เกี่ยวกับวิธีการรับฟังข้อร้องเรียนของลูกค้า (5) การติดตามผล (Follow-up) 80%ของยอดขายต้องการการโทรติดตามผลประมาณ 8 ครั้ง หลังจากการพบว่า การโทรครั้งแรก บางครั้งการขาดการติดตามทำให้คุณต้องเสียกำไรมหาศาล ได้รับความสำคัญของการติดตาม มีความสำคัญเท่าเทียมกันสำหรับตัวแทนหลังจากเข้าร่วมการร้องเรียน

การจัดการแก้ไขข้อร้องเรียนของลูกค้าของบริษัทผ่านซอฟต์แวร์ CRM ดังแสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 2 ซอฟต์แวร์ CRM

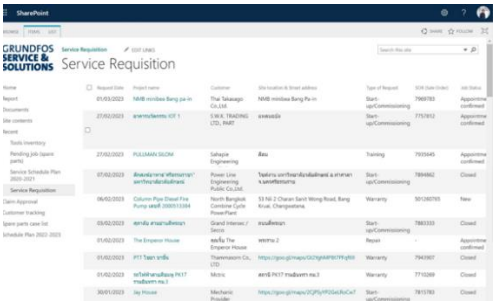
การแก้ไขปัญหาโดยระบบ [10] SAP CRM Interaction Center ได้สามารถแก้ไขปัญหาได้หลายอย่างด้วยกันไม่ว่าจะเป็นกรแก้ไขด้านการส่งข้อร้องเรียนที่ไม่ได้รับการแก้ไข การติดตามระยะเวลาการขนส่งเพื่อให้เป็นไปตามกำหนด การกำหนดระยะเวลาส่งใบเสนอราคา การขอรหัสสินค้าที่ไม่มีในระบบ GPC [11] เพื่อยืนยันความถูกต้อง การส่งขอข้อมูลสเปคปั๊มรหัสสินค้าที่ไม่มีการผลิตแล้ว การติดตาม ASP (Authorized Service Partner) ผ่านระบบ [10] CIC ในระบบไปยังฝ่ายที่รับผิดชอบเกี่ยวข้องและโรงงานผลิตที่รับผิดชอบผลิตสินค่นั้น ๆ เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลที่ต้องการ โดยมีขั้นตอนส่งผ่านระบบ SAP CRM Interaction Center

กำหนด KPI การตอบกลับภาย 24 ชั่วโมง ข้อมูลที่ต้องให้เข้าไปใช้ข้อมูล หลังจากนั้นผู้ร้องขอข้อมูลตรวจสอบเสร็จเรียบร้อยต้องทำการปิด PN No. ให้ทราบว่าได้รับข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ กระบวนการทั้งหมดจะจัดอยู่ใน Flow Chart CIC ดังแสดงในรูปที่ 3



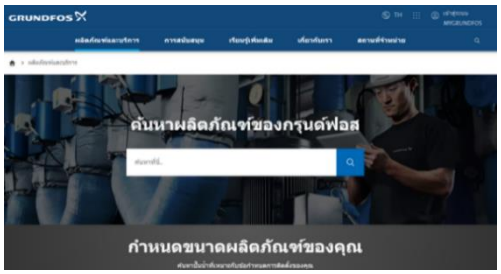
รูปที่ 3 Flow Chart CIC

การดึงโปรแกรม [12] Office 365 Grundfos SharePoint สามารถเข้ามาจัดการเรื่องการจัดอันดับคิวงานได้ 100% การขอคิวงานมายังฝ่ายบริการผ่าน Service Requisition ได้มีการบันทึก วัน เวลาที่ชัดเจนสามารถจัดอันดับช้าเร็วได้เป็นวินาทีเลยทีเดียว นอกจากนี้ยังทำให้ฝ่ายบริการนำข้อมูลที่ทางฝ่ายต่าง ๆ ได้บันทึกไว้ใน Share Point ที่บังคับให้กรอกลงไปนั้นครบถ้วนลดเวลาการหาข้อมูลเพิ่มเติมได้รวดเร็วต่อการใช้งานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4



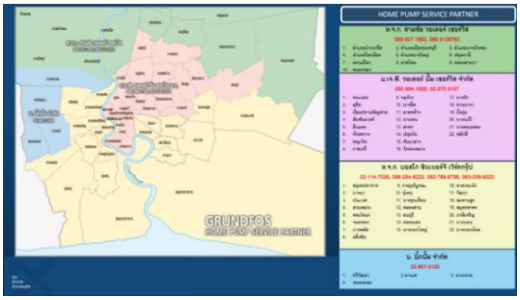
รูปที่ 4 Share Point/Service Requisition

[13] การเลือกปั๊มทดแทนผ่านระบบ [11] Grundfos Product Center (GPC) เลือกปั๊มรุ่นใหม่ที่มีขนาดกับอัตราการไหลและแรงดันที่ใช้งานที่ใกล้เคียงการใช้งานในปัจจุบันของระบบที่จะนำปั๊มใหม่ไปทดแทน บริษัทได้มีโปรแกรมเลือกปั๊มไว้สำหรับรองรับการเลือกปั๊มทดแทนนั้น คือ Grundfos Product Center: GPC ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 Grundfos Product Center (GPC)

การกำหนดพื้นที่เขตการให้บริการ กำหนดพื้นที่ให้กับตัวแทนจำหน่ายให้ชัดเจน โดยไม่ให้มีการวิ่งงานเข้าไปในพื้นที่รับผิดชอบของตัวแทนจำหน่ายรายอื่น ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 พื้นที่รับผิดชอบของตัวแทนจำหน่าย

ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ (Economics Cost) ต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาระบบที่กล่าวมาข้างต้นโดยสามารถแบ่งออกได้ ดังตารางที่ 3

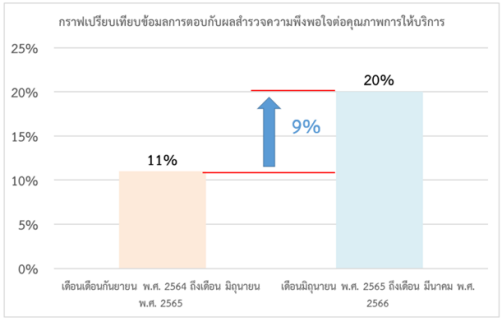
ตารางที่ 3 รายการแสดงต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์

ลำดับ	รายการ
1	การพัฒนาใช้โปรแกรม SAP/CRM Interaction Center (CIC) [11] - ค่าไลเซนส์ หรือลิขสิทธิ์การใช้งานโปรแกรม/ปี - ค่าที่ปรึกษาการใช้งานโปรแกรม/ครั้ง - ค่า [12] อบรมใช้งานโปรแกรม/ครั้ง
2	การพัฒนาใช้โปรแกรม SharePoint 365 - ค่าไลเซนส์ หรือลิขสิทธิ์การใช้งานโปรแกรม (SharePoint365, 2566 [ออนไลน์].) - ค่าอบรมใช้งานโปรแกรม/ครั้ง (Estimate THB 1,200 x 4Hrs)

3. ผลการวิจัย

การแก้ไขปัญหาโดยใช้หลักการแก้ไขปัญหาเชิงวิศวกรรมได้คำนึงถึงการใช้ประโยชน์ของการดึงศักยภาพของระบบ [14] ขึ้นมาใช้งานให้เหมาะสมอีกทั้งยังสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อใช้งานกับงานในส่วนอื่นของบริษัทได้อีก นอกจากฝ่ายบริการแล้วยังมีฝ่ายขาย ฝ่ายขนส่ง จนกระทั่งการติดตามข้อมูลจาก

ตัวแทนจำหน่ายของบริษัทได้อีกด้วย อีกทั้งยังพัฒนาโปรแกรม Share Point ให้สามารถใช้งานได้หลากหลายรูปแบบมากขึ้น การเข้าไปเรียนรู้เพิ่มเติมได้รู้ถึงข้อจำกัดของโปรแกรมเลือกปั๊ม GPC [11] นำไปสู่การจัดการกับข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยตามลำดับข้างต้นที่กล่าวมา พบว่า การตอบกลับผลสำรวจความพึงพอใจต่อคุณภาพให้บริการดีขึ้นตามลำดับ และมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่องจากทีม CSS (Customer Service Support) ผลสำรวจส่งกับมาเป็นจำนวนในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2566 การส่งแบบสำรวจความพึงพอใจออกไปยังลูกค้ารวมทั้งหมด 940 ราย มีการเปิดทำแบบสำรวจอยู่ที่ 462 ราย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ที่ 49% มี 186 รายที่ตอบกลับสมบูรณ์ สามารถนำข้อมูลมาสู่การพัฒนาการให้บริการได้ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การตอบกลับที่ 20% จากเดิมเปอร์เซ็นต์การตอบกลับอยู่ที่ 11% กราฟแสดงเปรียบเทียบข้อมูลการตอบกับผลสำรวจความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการก่อนและหลังทำการแก้ไขเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 10 เดือน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการตอบรับกลับของ [14] ความพึงพอใจได้ 9% ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ข้อมูลการตอบกับผลสำรวจความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการก่อนทำการแก้ไขและหลังทำการแก้ไข

4. สรุปผลการวิจัย

การสร้างความพึงพอใจต่อคุณภาพให้บริการอย่างต่อเนื่องประโยชน์ที่ได้รับสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการตอบรับกลับของความพึงพอใจขึ้นได้ 9% ส่งผลดีต่อสินค้าและบริการทำให้เกิดความไว้วางใจเชื่อมั่นจากลูกค้าเพิ่มมากขึ้น จากการพัฒนาระบบสนับสนุนที่ดีขึ้นช่วยสนับสนุนสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้าสามารถตรวจการทำงานได้ในทุกขั้นตอน การนำระบบการจัดการ 4M (Man, Money, Material, Management) เข้ามาใช้สามารถตรวจสอบต้นทุนที่เกิดโดยไม่จำเป็นได้เป็นป้องกันการขาดทุนในธุรกิจนั้น ๆ ได้ทำให้สามารถแข่งขันกับตลาดได้อย่างยั่งยืน การศึกษาในครั้งนี้ซึ่งสอดคล้องกับกับงานวิจัย [3] ได้ทำการวิจัยเรื่องการประเมินคุณภาพการให้บริการสำนักหอสมุดกลาง

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทผู้จัดจำหน่ายและติดตั้งปั๊มสูบน้ำในกรณีที่ให้ความความอนุเราะห์ข้อมูลต่าง ๆ และความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณ ดร.ศักดิ์ชาย รักการ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ที่ได้กรุณาสละเวลาที่มีค่าให้ความรู้คำปรึกษาในเรื่องข้อมูลทางด้านวิชาการด้วยดีมาโดยตลอด ในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] นาฎสิริ ผ่องมหึงษ์. (2563). การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้รับบริการที่มีต่อโรงพยาบาล. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[2] ชุติมา แก่นจันทร์. (2562). อิทธิพลของคุณภาพการให้บริการ การรับรู้คุณค่า และภาพลักษณ์ต่อความเต็มใจที่จะจ่ายต่อ

[3] พิมล เมฆสวัสดิ์. (2550). การประเมินคุณภาพการบริการสำนักงานหอสมุดกลาง. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

[4] ทักษญา เปรมชุติวัต. (2561). ปัจจยัด้านพฤติกรรมและความพึงพอใจของนกัท่องเที่ยวชาวไทยที่มีอิทธิพล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
[5] หัสยา อินทคง. (2560). คุณภาพบริการ คุณภาพผลิตภัณฑ์ กลยุทธ์ราคาและคุณลักษณะของร้านค้า ที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ
[6] BLAKE |VES. (1983). The Measurement of User Information Satisfaction. Dartmouth College.
[7] ณัฏฐกันย์ ชาภูคา. (2561). การพัฒนาคุณภาพการให้บริการของสานักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประจำปีการศึกษา 2560, 28.
[8] RUUT VEENHOVEN. (1995). DEVELOPMENTS IN SATISFACTION-RESEARCH. Printed in the Netherlands.
[9] ยุทธพงษ์ สุขเพราะนา. (2558). ความพึงพอใจของประชาชนต่อภารกิจของกรมทรัพยากรน้ำ
[10] CIC, SAP/CRM Grundfos. (2566, Jan 23). SAP/CRM Grundfos. Retrieved from SAP/CRM Interation Center: www.grundfos.com.
[11] GrundfosGPC. (2566, March 03). Grundfos Product Center. Retrieved from Grundfos Product Center: https://product-selection.grundfos.com.
[12] SharePoint365. (18 March 2566). www.microsoft.com. เข้าถึงได้จาก www.microsoft.com: https://www.microsoft.com/th-th/microsoft-365/sharepoint
[13] ปาริฉัตร ถนอมวงษ์. (2561). ความพึงพอใจในการเลือกใช้บริการและคุณภาพการให้บริการมีอิทธิพลต่อการพัฒนาธุรกิจเงินฝาก
[14] พิมานมาศ ลีเลิศวงศ์. (2552). ความพึงพอใจและพฤติกรรมการบริโภคของลูกค้าที่มีความสัมพันธ์กับแนวโน้มการใช้บริการร้าน