

การปรับปรุงการทำงานในสายการประกอบอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟ (HF-1000W)

กรณีศึกษา : บริษัท พี อี เทคนิก จำกัด

Work Improvement of Flasher HF-1000W Production Line

A Case Study: P.E. Technique Co., Ltd

อลงกรณ์ เมืองไหว¹ และ ธนิดา โขนงนุช²

Alongkorn Muangwai¹, and Thanida khanongnuch²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

E-mail: alongkornm25@gmail.com

²สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม E-mail: thanida02@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาขั้นตอนการทำงานและวิธีการทำงาน โดยเลือกทำการวิจัยในกรณีศึกษา บริษัท พี อี เทคนิก จำกัด จังหวัดพิษณุโลก ในสายการประกอบผลิตภัณฑ์ควบคุมสัญญาณไฟ (HF-1000 W) โดยได้นำหลักการและทฤษฎีทางด้านการเคลื่อนไหวและการศึกษาเวลามาประยุกต์ใช้ ซึ่งได้ทำการเลือกศึกษาวิธีการจับเวลาโดยตรง และวิธีการ Method Time Measurement (MTM-2) ซึ่งมีการเก็บข้อมูลเบื้องต้นโดยการเข้าไปจับเวลาการทำงานโดยตรง และใช้กล้องวิดีโอเข้าไปจับภาพการเคลื่อนไหวของผู้ปฏิบัติงานในขณะทำงาน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสภาพปัญหาและหาสาเหตุ จากนั้นได้ทำการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่อง พร้อมทั้งหาเวลามาตรฐาน และจัดทำเป็นมาตรฐานการทำงาน

จากการปรับปรุงการทำงานในงานวิจัยนี้ สามารถที่จะลดเวลาในการประกอบได้ถึง 12.37 % และทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น 23.20 % ซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกของผู้ปฏิบัติงานที่จะนำวิธีการดังกล่าวไปปรับปรุงการทำงานให้เกิดความเหมาะสมต่อไป

คำสำคัญ: เวลามาตรฐาน การเคลื่อนไหว การศึกษาเวลา สายการประกอบผลิตภัณฑ์

Abstract

This research studies about procedures and methods for improving the assembly process. Flasher HF-1000W production line of P.E. Technique Co.Ltd., is chosen as a case study. We applies the principles of Motion and Time Study theory to fix the problems. Direct Time Study and Method Time Measurement (MTM-2) are used to collect and analyze data. Then standard time and standard operating procedure are developed to improve the efficiency. The results showed that the assembly time was decrease by 12.37% and productivity increase by 23.20%.

Keyword: standard time motion time study line production

1. บทนำ

ในการดำเนินธุรกิจการค้าใดก็ตามความสำคัญอยู่ที่การจำหน่ายสินค้าและบริการต่าง ๆ แต่การที่จะให้กิจการเจริญมั่นคงอยู่ได้ตลอดไปจำเป็นต้องดำเนินการตามหลัก 3 ประการคือ ต้องมีลูกค้า ต้องปรับปรุงคุณภาพของสินค้า และบริการให้ดียิ่งขึ้นตามลำดับ

ต้องใช้ทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตให้เกิดประโยชน์สูงสุด การปรับปรุงการทำงานเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การผลิตสินค้าและบริการมีประสิทธิภาพ และเป็นเทคนิคในการเพิ่มผลผลิต เพื่อผลิตสินค้าให้ทันกับความต้องการของตลาดที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน

ในการดำเนินการผลิตนั้นมักเกิดปัญหาต่างๆ มากมายที่ทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมายปัญหาต่างๆ จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขและปรับปรุงเพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตของโรงงานซึ่งการแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดยเทคนิคของการปรับปรุงงาน การปรับปรุงงานโดยการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาเป็นวิทยาการพื้นฐานที่สำคัญที่สุดแขนงหนึ่งของการประกอบการอุตสาหกรรม โดยเป็นการศึกษาการเคลื่อนไหว [1] ของผู้ปฏิบัติงานทั้งแบบอิสระและทำงานกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะและจำนวนผู้ปฏิบัติงาน ชนิดประเภทและจำนวนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ โดยจะบ่งบอกถึงค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการผลิตอย่างละเอียดรวมทั้งเวลาที่ต้องใช้ในการผลิตอีกด้วยบริษัท พี อี เทคโนโลยี จำกัด เป็นบริษัทที่ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งการประกอบอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟ (HF-1000 W) ดังภาพที่ 1 เป็นอุปกรณ์ที่ยังไม่ได้มีการศึกษาการทำงาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยจึงเข้าไปศึกษาการทำงานเพื่อปรับปรุงการทำการประกอบอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟ (HF-1000 W) ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และหาเวลายมาตรฐานของการทำงานเพื่อใช้ในการกำหนดค่าแรงจูงใจต่อไป



ภาพที่ 1 อุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟ (HF-1000 W)

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาและจับเวลาในการทำงานในแต่ละขั้นตอนในสายการผลิตของผลิตภัณฑ์ โดยใช้หลักการศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) และการศึกษาเวลายามาตรฐานแบบ Method Time Measurement (MTM-2) [2] ขั้นตอนในการจับเวลาดังกล่าวจะใช้วิธีการจับเวลาโดยตรง นาฬิกาที่ใช้จับเวลาเป็นทศนิยมของวินาที คือ 1 รอบ แบ่งออกเป็น 60 ช่วงดังนั้นเท่ากับ 1 วินาที แล้วทำการจับเวลาเบื้องต้นพนักงานในแต่ละงาน เพื่อใช้ในการคำนวณหาจำนวนรอบที่เหมาะสม และเพื่อคำนวณหาค่าเวลายามาตรฐานของแต่ละงาน ซึ่งใช้เงื่อนไขดังนี้

2.1.1 ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ความคลาดเคลื่อน 5% โดยที่ $k = 2$ และ $s = 0.05$ ดังสมการที่ 1

$$n = \left[\frac{\left(\frac{k}{s\sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}} \right)^2}{\sum x} \right]^2 \quad \text{จากสมการ (1)}$$

เมื่อ n = ตัวประกอบของความเชื่อมั่น

S = ความคลาดเคลื่อน

n' = จำนวนครั้งในการจับเวลา

N = จำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา

X = เวลาที่จับในแต่ละครั้ง

กรณีที่ได้อ่านค่า $n < n'$ ในการคำนวณจะพิจารณา ค่า n'

2.1.2 ระบบการให้อัตราความเร็วจะใช้วิธีการแบบ Westinghouse โดยจะใช้ความชำนาญ ความพยายาม ความสม่ำเสมอ และเงื่อนไข

2.1.3 Normal Time = Selected Time x rating factor

2.1.4 การหาเวลาเพื่อ เนื่องจากลักษณะงานที่ทำเป็นงานที่ไม่หนักมากนัก ความเครียดในการทำงานก็มีไม่มาก และมีการจัดช่วงพักเพื่อให้พนักงานพัก 2 ช่วง คือ ช่วงการทำงานช่วงเช้า และช่วงบ่าย ช่วงละ 10 นาที ส่วนความล่าช้าในด้านอื่น ๆ มีน้อย เพราะก่อนที่พนักงานจะปฏิบัติงานนั้น จะมีการเตรียมวัสดุและเครื่องมืออุปกรณ์ไว้เรียบร้อยแล้ว และจากงานวิจัยได้กำหนดค่าเพื่อความเมื่อล่าช้าไว้ที่ 4%

2.1.5 Standard Time = Normal Time + [% ของเวลาเพื่อ x Normal Time]

2.1.6 การบันทึกภาพการเคลื่อนไหวในสายการผลิตของผู้ปฏิบัติงานทุกขั้นตอนการผลิต

2.2. วิเคราะห์การทำงานในปัจจุบัน

จากข้อมูลที่เก็บได้ นำมาวิเคราะห์สภาพการทำงานในปัจจุบันโดยแบ่งออกเป็น

2.2.1 วิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละขั้นตอนในปัจจุบันและเวลาทั้งหมดในการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยใช้หลัก การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) และการศึกษาเวลามาตรฐานแบบ Method Time Measurement (MTM)

2.2.2 วิเคราะห์สภาพการเคลื่อนไหวของผู้ปฏิบัติงาน โดยใช้หลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว (Principle of Motion Economy)

2.3. วิเคราะห์หาวิธีการปรับปรุงการทำงาน

จากการวิเคราะห์การทำงานในขั้นตอนที่ผ่านมา ข้างต้นจะสามารถทราบถึงปัญหา ซึ่งจะนำปัญหามาวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขปัญหารวมทั้งวิธีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงาน โดยพิจารณาจากหลักต่อไปนี้ 1) การจัดลำดับขั้นตอนในการประกอบ 2) การจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออก 3) การทำให้ขั้นตอนที่จำเป็นในการประกอบง่ายขึ้น 4) การรวมขั้นตอนในการประกอบเข้าด้วยกัน [3]

2.4. ทำการปรับปรุงขั้นตอนการทำงาน

ทำการดำเนินงานตามวิธีที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วและทำการจับเวลาอีกครั้ง

2.5. เปรียบเทียบและประเมินผลการปรับปรุงการทำงานทั้งก่อน - หลัง

เปรียบเทียบเวลาในการประกอบก่อนและหลังการปรับปรุง จากนั้นดูความแตกต่างว่ามีประสิทธิภาพดีขึ้นกี่เปอร์เซ็นต์ โดยดูจากผลผลิตที่ได้ออกมา

2.6. กำหนดมาตรฐาน

2.6.1 กำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงาน โดยบันทึกขั้นตอนและวิธีการในการทำงานใหม่หลังการปรับปรุงในรูปแบบที่เหมาะสม

2.6.2 กำหนดเวลามาตรฐาน โดยการจับเวลาของมาตรฐานวิธีการในการทำงานใหม่ และตั้งเป็นเวลามาตรฐานในการทำงานครั้งต่อไป

2.7. สรุปผลการดำเนินงาน

สรุปผลที่ได้ทั้งหมดจากการดำเนินงาน พร้อมทั้งระบุข้อเสนอแนะอื่นๆ ในงานวิจัยนี้

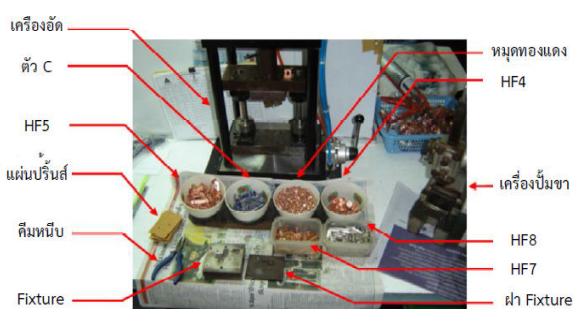
3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1. การวิเคราะห์การประกอบอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟ (HF-1000 W) ด้วยการจับเวลาโดยตรง

หลังจากที่ทำการเก็บข้อมูล และศึกษาเกี่ยวกับชิ้นส่วนประกอบและขั้นตอนในการประกอบของอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟ (HF-1000 W) มีทั้งหมด 6 สถานีงาน วางสถานีงานในแนวตรงเรียงกันไป ตามลำดับของงาน ลักษณะของสถานีงานและการจับเวลามีดังนี้

3.1.1 สถานีงานที่ 1 มีขั้นตอนการประกอบคือ

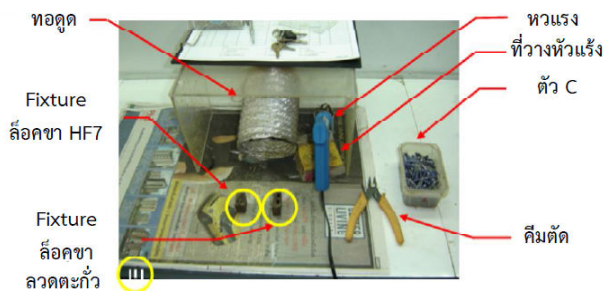
- 1) ใส่หมุดทองแดงลงใน Fixture 4 ตัว 2) วางแผ่นปริ้นลงบน Fixture 3) วาง HF 5, HF 4 ลงบนแผ่นปริ้น 4) วางฝา Fixture บนขา HF 4 - HF 5 แล้วนำ Fixture แบบเข้าเครื่องอัด 5) นำ Fixture ออกจากเครื่องอัด 6) วางปริ้นบนเครื่องปั๊มขาแล้วอัดขา HF 7 ลงบนแผ่นปริ้น 7) อัดขา HF 8 ลงบนแผ่นปริ้นแล้วนำปริ้นออกจากแบบ 8) ใส่ตัว C แล้วพับขาตัว C 9) ส่งสถานีงานต่อไปการจัดวางอุปกรณ์สถานีงานที่ 1 แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในสถานีงานที่ 1

3.1.2 สถานีงานที่ 2 มีขั้นตอนการประกอบคือ

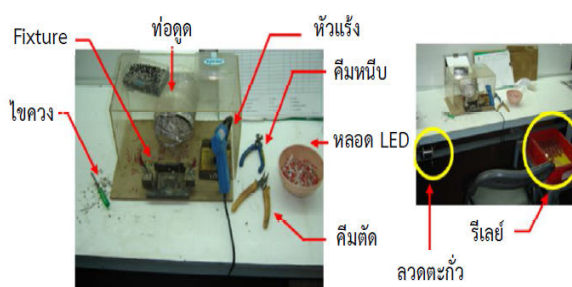
- 1) ใส่ตัว C แล้วพับขาตัว C 2) นำแผ่นปริ้นใส่ Fixture ล็อคขา HF 7 และ HF 8 3) บัดกรีขาตัว C, ขา HF 7, ขา HF 8 4) ตัดขา ตัว C ทั้งสองตัว 5) ส่งสถานีงานต่อไปการจัดวางอุปกรณ์สถานีงานที่ 2 แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในสถานีงานที่ 2

3.1.3 สถานีงานที่ 3 มีขั้นตอนการประกอบคือ

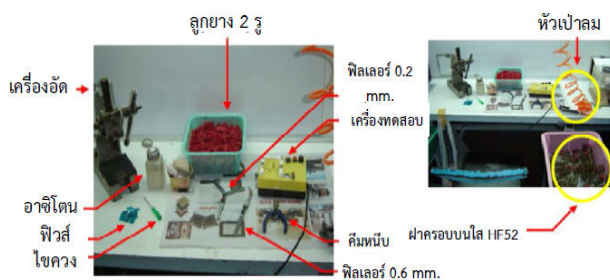
- 1) ใส่รีเลย์ดึงสายรีเลย์ให้เข้าร่องสายรีเลย์โดยดึงให้ตึง 2) ใส่หลอด LED 3) นำลวดถักใส่ขา HF 4 4) บีบขา HF 4 ให้หนีบลวดถัก แล้วบัดกรี 5) ส่งไปสถานีงานต่อไป การจัดวางอุปกรณ์สถานีงานที่ 3 แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในสถานีงานที่ 3

3.1.4 สถานีงานที่ 4 มีขั้นตอนการประกอบคือ

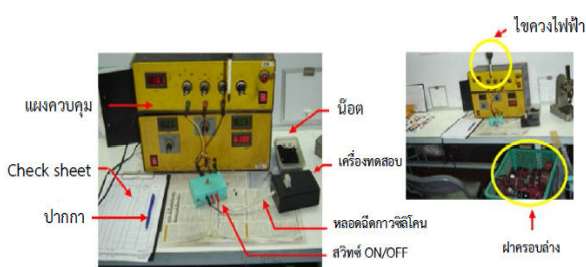
- 1) ตั้งระยะแกนกับแผ่นมูฟส์และตั้งระยะหน้าทองขาว 2) นำอาซิโตนเช็ดที่หน้าทองขาว 3) นำปริ้นใส่ในเครื่องทดสอบ 4) ทดสอบรีเลย์ โดยกดปุ่มสีแดงหลอด LED จะสว่าง 5) ใส่ลูกยาง HF 8 และเป่าลมหน้าคอนแท็ค 6) เป่าลมที่ฝาครอบบนใส 7) นำแผ่นปริ้นมาใส่ฝาครอบบนใส HF 52 8) ใส่ฟิวส์โดยใช้เครื่องอัดกดฟิวส์ลงให้แน่น 9) ส่งไปสถานีงานต่อไปการจัดวางอุปกรณ์สถานีงานที่ 4 แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในสถานีงานที่ 4

3.1.5 สถานีงานที่ 5 มีขั้นตอนการประกอบคือ

- 1) ดูข้อตัวเก็บประจุตัวเก็บประจุด้านลบจะเป็นสีขาวยังสองตัวและจะต้องหันด้านลบ ออกมาด้านนอก
- 2) ต่อ Flasher เข้ากับปลั๊กทดสอบ แรงดันสูง Flasher จะต้องทำงานปกติ โดยดูหลอด LED จะกระพริบ ค่าอยู่ที่ 550-700 ms 3) โยกลิวิตซ์ขึ้นไปที แรงดันต่ำและเปิดสวิตซ์ ON Flasher จะต้องทำงานปกติ โดยดูหลอดไฟจะกระพริบ 4) ปิดสวิตซ์ OFF ของ LOW Flasher จะต้องหยุดการทำงาน โดยที่ หลอดไฟจะหยุด กระพริบ 5) ดึง Flasher ออกจาก ปลั๊กทดสอบ 6) หยอดกาวซิลิโคนใส่รูน็อตทั้ง 4 รู 7) ใส่ฝาครอบล่าง ชั้นสกรูน็อตทั้ง 4 รู ให้แน่น 8) ทำการ ทดสอบแรงดันต่ำและสูงอีกครั้ง 9) ส่งให้สถานีงาน ต่อไปการจัดวางอุปกรณ์สถานีงานที่ 5 แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในสถานีงานที่ 5

3.1.6 สถานีงานที่ 6 มีขั้นตอนการประกอบคือ

- 1) เช็ดกาวบนหัวน็อต 2) ทำความสะอาดทั้งหมด 3) ติดสติ๊กเกอร์ 4) ดูความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ 5) พับ กล่องบรรจุ Flasher 6) นำ Flasher ใส่กล่องแล้วปิด

ฝากล่อง 7) บรรจุกล่อง Flasher 8) นำมาเรียงใส่ กล่องบรรจุ Flasher (กล่องใหญ่) การจัดวางอุปกรณ์ สถานีงานที่ 6 แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ในสถานีงานที่ 6

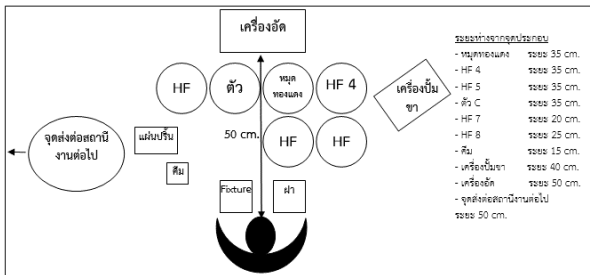
จากการประกอบผลิตภัณฑ์ทั้ง 6 สถานีงาน สามารถแสดงค่าเวลาในขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ การควบคุมสัญญาณไฟ (HF 1000 Watt) ได้ดังตาราง ที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเวลาในขั้นตอนการประกอบทั้ง 6 สถานีงานด้วยวิธีการจับเวลาโดยตรง

สถานีงาน	เวลาปกติ (วินาที)	ค่าเผื่อ (%)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1	115.89	4	120.53
2	102.68	4	106.79
3	81.23	4	84.49
4	78.70	4	81.85
5	103.80	4	107.95
6	64.47	4	67.05
รวม			568.66

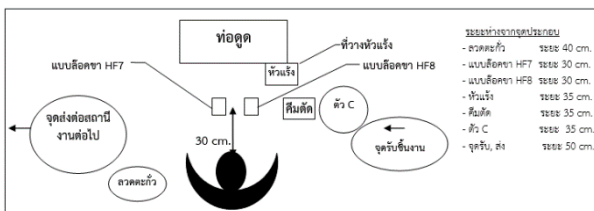
3.2. การวิเคราะห์การประกอบอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟ (HF-1000 W) ด้วยการศึกษาเวลาแบบ Predetermined Motion Time โดยเทคนิค MTM-2 [4]

3.2.1 ตำแหน่งและผังการจัดวางการประกอบที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค MTM-2 ของสถานีงานที่ 1 แสดงดังภาพที่ 8



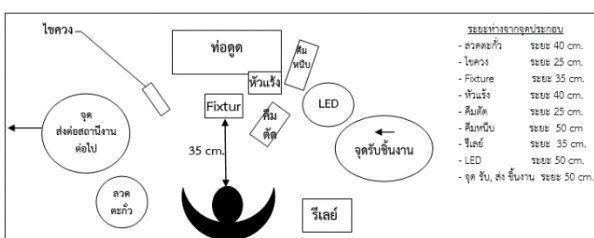
ภาพที่ 8 ตำแหน่งและผังการจัดวางของสถานีงานที่ 1

3.2.2 ตำแหน่งและผังการจัดวางการประกอบที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค MTM-2 ของสถานีงานที่ 2 แสดงดังภาพที่ 9



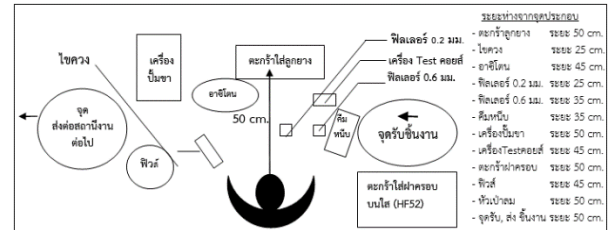
ภาพที่ 9 ตำแหน่งและผังการจัดวางของสถานีงานที่ 2

3.2.3 ตำแหน่งและผังการจัดวางการประกอบที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค MTM-2 ของสถานีงานที่ 3 แสดงดังภาพที่ 10



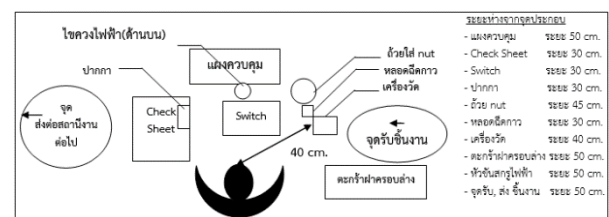
ภาพที่ 10 ตำแหน่งและผังการจัดวางของสถานีงานที่ 3

3.2.4 ตำแหน่งและผังการจัดวางการประกอบที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค MTM-2 ของสถานีงานที่ 4 แสดงดังภาพที่ 11



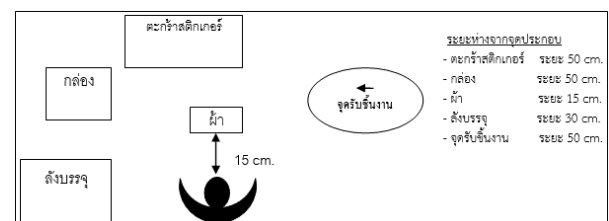
ภาพที่ 11 ตำแหน่งและผังการจัดวางของสถานีงานที่ 4

3.2.5 ตำแหน่งและผังการจัดวางการประกอบที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค MTM-2 ของสถานีงานที่ 5 แสดงดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ตำแหน่งและผังการจัดวางของสถานีงานที่ 5

3.2.6 ตำแหน่งและผังการจัดวางการประกอบที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค MTM-2 ของสถานีงานที่ 6 แสดงดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ตำแหน่งและผังการจัดวางของสถานีงานที่ 6

จากการวิเคราะห์ทั้ง 6 สถานีงานดังกล่าวสามารถแสดงออกมาเป็นค่าเวลาในการประกอบด้วยวิธี MTM2 ดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเวลาในขั้นตอนการประกอบทั้ง 6 สถานีงาน ด้วยวิธี MTM2

สถานีงาน	เวลามาตรฐาน (วินาที)	MTM2	ผลต่าง	% ผลต่าง
1	120.53	113.13	7.40	6.13
2	106.79	102.10	4.69	4.39
3	84.49	82.27	2.22	2.63
4	81.85	80.24	1.61	1.97
5	107.95	104.64	3.31	3.07
6	67.05	63.27	3.78	5.64
Total	568.66	545.65	23.01	4.04

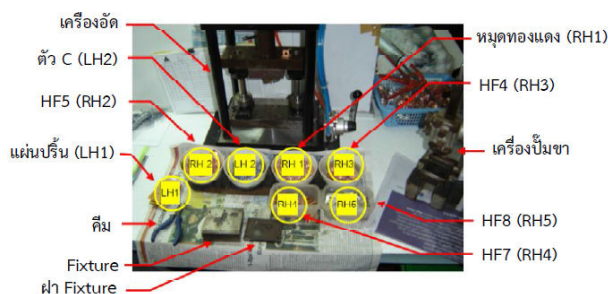
จากตารางที่ 2 เวลาที่ได้จากเวลามาตรฐานและ MTM2 นั้นมีค่าที่แตกต่างกัน โดยเวลาจากวิธี MTM2 มีเวลาการประกอบที่เร็วกว่า 23.01 วินาที คิดเป็น 4.04%

3.3. การวิเคราะห์สภาพปัญหา และการแก้ไขปรับปรุงการทำงาน

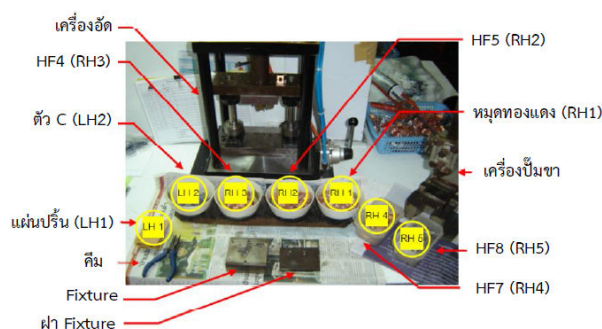
สังเกตเห็นว่าในสถานีงานที่ 1 2 และ 5 ใช้เวลาในการประกอบมากจึงส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์คอขวดขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงวิเคราะห์สภาพปัญหาและทำการปรับปรุงขั้นตอนของการทำงานในการประกอบอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟ (HF-1000 W) ซึ่งพบว่ามีสภาพปัญหาหลักๆ ดังนี้

3.3.1 การจัดวางชิ้นส่วนในการประกอบไม่สอดคล้องกับการเคลื่อนไหวของมือในการประกอบในสถานีงานที่ 1ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการจัดวางชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบในสถานีที่ 1 ให้เป็นระเบียบเพื่อให้ง่ายต่อการหยิบจับไปใช้งาน โดยจัดชิ้นส่วนและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบให้มีการสอดคล้องกับการเคลื่อนไหวของมือและสัมพันธ์กับลำดับขั้นตอนในการประกอบ โดยวางชิ้นส่วนต่างๆ ที่ใช้ในการประกอบ ตามขั้นตอนก่อน-หลังในการหยิบจับโดยเรียงหมุดทองแดง แผ่นปริน HF5 HF4 และตัว C ในแนวโค้งล้อมรอบ Fixture ส่วน HF7 HF8 มีการจัดวางให้ใกล้กับเครื่องปั๊มชาเพราะต้องใช้เครื่องปั๊มชา

ในการอัด อีกทั้งยังแก้ปัญหาการขัดขวางการทำงานของพนักงาน โดยจัดการวางซ้อนกันของชิ้นงาน ดังภาพที่ 14 สถานีงานก่อนปรับปรุงและภาพที่ 15 สถานีงานหลังการปรับปรุง

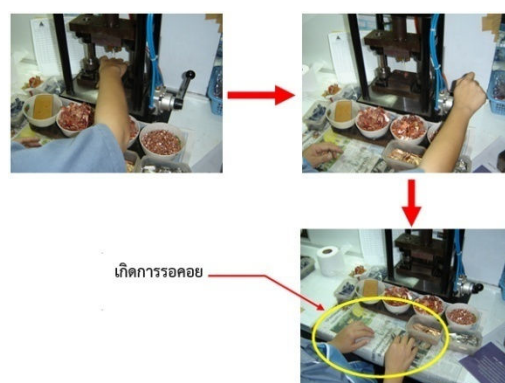


ภาพที่ 14 สถานีงานที่ 1 ก่อนปรับปรุง



ภาพที่ 15 สถานีงานที่ 1 หลังปรับปรุง

3.3.2 เกิดการรอคอยที่ไม่จำเป็นในขั้นตอนการประกอบในสถานีงานที่ 1



ภาพที่ 16 เกิดการรอคอยที่ไม่จำเป็นในสถานีงานที่ 1

จากภาพที่ 16 ขั้นตอนการประกอบในสถานีงานที่ 1 มีการรอกคอยที่ไม่จำเป็นเกิดขึ้น คือเมื่อนำ Fixture เข้าเครื่องอัด กดคันโยกให้เครื่องอัดทำงาน ในขณะที่เครื่องอัดทำงานจะเกิดการรอกคอยเป็นเวลานานพอสมควร ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวมือทั้งสองข้างเกิดการว่างและรอกคอยทำให้สูญเสียเวลาในการประกอบเพิ่มมากขึ้น

จากขั้นตอนในการประกอบได้จัดให้มีขั้นตอนการทำงานในขณะที่รอเครื่องอัดทำงาน โดยขณะที่เครื่องอัดทำการอัด ทางผู้วิจัยได้คิดวิธีการทำงานแบบวน Loop ขึ้นใหม่ โดยในรอบการประกอบแรกเมื่อเครื่องอัดทำงานเสร็จ นำ Fixture ออกจากเครื่องอัด และนำแผ่นปริ้น์ออกจาก Fixture แล้ว ได้นำแผ่นปริ้น์ที่ไปวางไว้ที่เครื่องปั๊มชาแล้วพักไว้ก่อน และได้กลับมาทำการประกอบตั้งแต่เริ่มต้นใหม่ในรอบการทำงานถัดไป และเมื่อเครื่องจักรทำการอัด มือทั้งสองข้างก็ทำการประกอบแผ่นปริ้น์ที่วางไว้ในเครื่องปั๊มชาจนเสร็จสิ้นการประกอบ

3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบไม่เหมาะสมในสถานีงานที่ 2 จากภาพที่ 17 จะเห็นได้ว่า Fixture ที่ช่วยในการประกอบยังมีประสิทธิภาพที่ไม่ดีพอ และทำให้เกิดขั้นตอนในการทำงานที่ไม่จำเป็นเพิ่มขึ้น ในการทำงานที่จะนำแผ่น Print มาบัดกรีนั้น จะต้องนำแผ่น Print มาใส่ลงใน Fixture โดยทำการใส่ที่ละข้างตามลักษณะของ Fixture ทำให้เกิดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน คือมีการเล็ง และการใส่ถึง 2 ครั้งทำให้เวลาในการประกอบมากขึ้น



ภาพที่ 17 เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบก่อนปรับปรุง

ทางคณะผู้วิจัยได้มีการจัดทำ Fixture ขึ้นมาใหม่โดยการปรับปรุงจาก Fixture เดิมให้มีลักษณะเป็นชิ้นเดียวกันและมีขนาดที่เท่ากับแผ่น Print ซึ่งสามารถลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน คือ ลดการเล็งในขั้นตอนการนำแผ่น Print ใส่ Fixture ที่ละข้าง และลดการเคลื่อนที่ ในขั้นตอนที่จะนำแผ่น Print มาใส่ลงใน Fixture ที่ละข้างโดยเปลี่ยนเป็นการเล็งและการใส่เพียงครั้งเดียวทำให้เวลาในการประกอบลดลงดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบหลังปรับปรุง

3.3.4 ขั้นตอนการทำงานไม่เหมาะสมในสถานีงานที่ 5 สถานีงานที่ 5 ในการประกอบฝาหลังมีการเอื้อมมือไปหยิบน็อตและทำการยัดน็อตที่มุมทั้ง 4 มุมของฝาครอบ โดยทำการเอื้อมมือไปหยิบน็อตครั้งละ 1 ตัวและทำการยัดน็อตที่ละมุมซึ่งจะทำให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อนถึง 4 ครั้ง ทำให้เวลาในการประกอบในสถานีงานที่ 5 เพิ่มมากขึ้นดังภาพที่ 19

ทำการยัดน็อตที่ละมุม
(มีการทำซ้ำ 4 ครั้ง)



ภาพที่ 19 เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบหลังปรับปรุง

หลังจากทำการหยอดกาวซิลิโคนทั้ง 4 มุมเรียบร้อยแล้ว จึงทำการหีบอัดมาใส่มุมทั้ง 4 มุม และทำการยึดมุมทั้ง 4 มุมของชิ้นงานในขั้นตอนเดียว โดยสามารถลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนลงได้ เป็นผลทำให้เวลาในการประกอบลดลง

จากที่มีการปรับปรุงในสถานีงานที่ 1 2 และ 5 นั้น ผู้วิจัยได้จับเวลาในการประกอบของทั้ง 3 สถานีนี้ใหม่ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานก่อนและหลังการปรับปรุงของสถานีงานที่ 1 2 และ 5

สถานีงาน	เวลามาตรฐาน		ผลต่าง	%เวลาที่ลดลง
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง		
1	120.53	81.57	32.96	32.32
2	106.79	90.60	16.19	15.16
3	84.49	-	-	-
4	81.85	-	-	-
5	107.95	92.73	15.22	14.10
6	67.05	-	-	-

จากตารางที่ 3 เมื่อปรับปรุงการทำงานแล้วทำให้เวลาในการทำงานของทั้ง 6 สถานีงานลดลง โดยคิดเป็น 12.37%

3.4. การเปรียบเทียบจำนวนผลผลิตชิ้นต่อวันก่อนและหลังการปรับปรุง

ตารางการทำงานของพนักงานใน บริษัท พี อี เทคนิค จำกัด แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางการทำงานของพนักงานใน 1 วัน

กิจกรรม	เวลา
การทำงานช่วงเช้า	08.00 – 12.00 น.
พักช่วงเช้า	10.00 – 10.10น.
พักรับประทานอาหาร	12.00 – 13.00น.
การทำงานช่วงบ่าย	13.00 – 17.00น.
พักช่วงบ่าย	15.00 – 15.10 น.

จากตารางที่ 4 รวมเวลาการทำงานทั้งสิ้น = 7 ชั่วโมง 40 นาที เวลาการทำงาน $(7 \times 60 \times 60) + (40 \times 60) = 27,600$ วินาทีต่อวัน

ดังนั้นก่อนปรับปรุงจะได้เวลาในการทำงานเท่ากับ $27,600 - 568.66 = 27,031.34$ วินาที และจำนวนผลผลิตที่ได้ $= 27031.34 / 120.53 = 225$ ชิ้นต่อวัน และในขณะที่หลังการปรับปรุงได้เวลาในการทำงานทั้งหมด เท่ากับ $27,600 - 498.29 = 27,101.71$ วินาที และจำนวนผลผลิต ที่ได้ $= 27,101.71 / 92.73 = 293$ ชิ้น ต่อ วันจะเห็นได้ว่าจำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้น 68 ชิ้นคิดเป็น 23.20 %

3.5. การตรวจสอบเวลามาตรฐาน

โดยเปรียบเทียบจากผลผลิตที่ออกมา (ชิ้น/วัน) ของการคำนวณหาค่าผลผลิตจากเวลามาตรฐานที่ตั้งไว้หลังการปรับปรุงเทียบกับจำนวนผลผลิตที่ออกมาจากการผลิตจริง ซึ่งได้จากการเข้าไปตรวจสอบจำนวนผลผลิตที่ออกมาต่อวันในโรงงานอุตสาหกรรมกรณีศึกษา

ผลผลิตจากเวลามาตรฐานที่ตั้งไว้หลังการปรับปรุง คือ 293 ชิ้นต่อวัน และการเข้าไปตรวจเช็คการผลิตจริงได้ 272 ชิ้นต่อวัน จะเห็นได้ว่าผลผลิตที่ออกมาจริงนั้นมีค่าที่น้อยกว่าจำนวนที่ได้จากการคำนวณจำนวน 21 คิดเป็น 7.18% เท่านั้น จากการวิเคราะห์พบว่าผลผลิตที่ออกมาจริงมีความแตกต่างกับผลผลิตจากเวลามาตรฐานที่ตั้งไว้เพียงเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากความไม่สม่ำเสมอในการทำงานของพนักงาน เพราะขั้นตอนการทำงานได้กำหนดขึ้นมาใหม่พนักงานจึงไม่มีความชำนาญในการทำงานเท่าที่ควร

3.6. จัดทำมาตรฐานการทำงาน

หลังจากวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานและปรับปรุงกระบวนการทำงานเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการ

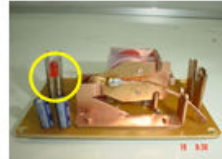
จัดมาตรฐานในการทำงานให้กับพนักงานเพื่อใช้เป็น
ข้อกำหนดที่เหมาะสมกับพนักงานและเพื่อให้เกิด
ความเคยชินในการทำงานต่อไป [5]

1. ใส่หมุดทองแดงลงใน Fixture 4 ตัว	
2. วางแผ่นปริ๊นลงบน Fixture	
3. วาง HF 5, HF 4 ลงบนแผ่นปริ๊น	
4. วางฝา Fixture บนขา HF 4 - HF 5 แล้วนำ Fixture เข้าเครื่องอัด และทำการอัด	
5. เมื่อทำการอัดเสร็จนำ Fixture ออกจากเครื่องอัด	
6. นำแผ่นปริ๊นออกจาก Fixture วางแผ่นปริ๊นในเครื่องปั๊มยา	
7. อัดขา HF 7 ลงบนแผ่นปริ๊น	
อัดขา HF 8 ลงบนแผ่นปริ๊นแล้วนำแผ่นปริ๊นออกจากแบบ	
8. ใส่ C แล้วพับขา C	
9. ส่งสถานีงานต่อไป	

ภาพที่ 20 มาตรฐานในการทำงานของสถานีที่ 1

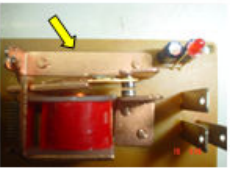
1. ใส่ตัว C แล้วพับขาตัว C	
2. นำแผ่นปริ๊นใส่ Fixture ล้อคขา HF 7 HF 8	
3. บัดกรีขา C, HF 7, HF 8	
4. ตัดขา ตัว C ทั้งสองตัว	
5. ส่งสถานีงานต่อไป	

ภาพที่ 21 มาตรฐานในการทำงานของสถานีที่ 2

1. ใส่รีเลย์ตั้งสายรีเลย์ให้เข้าร่องสายรีเลย์ โดยตั้งให้ตั้ง	
2. ใส่หลอด LED	
3. วางแผ่นปริ๊นลงใน Fixture แล้วทำการบัดกรีขา รีเลย์, ขา LED พร้อมกับตัดขา รีเลย์และขา LED ออก	
4. นำลวดถักใส่ขา HF 4	
5. บีบขา HF 4 ให้หนีบลวดถักแล้วบัดกรี	
6. ส่งไปสถานีงานต่อไป	

ภาพที่ 22 มาตรฐานในการทำงานของสถานีที่ 3

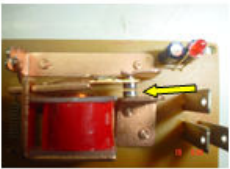
1. ตั้งระยะแกนกับแผ่นมูฟส์



โดยใช้ฟิลเลอร์ 0.2 mm



ตั้งระยะหน้าทองขาว



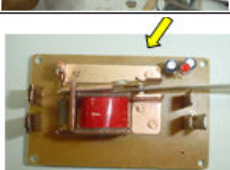
โดยใช้ฟิลเลอร์ 0.6 mm.



2. นำอะซิโตนเช็ดที่หน้าทองขาว



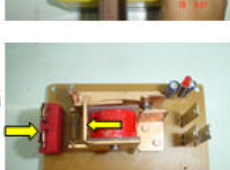
เพื่อที่จะทำให้น้ำทองขาวสะอาด



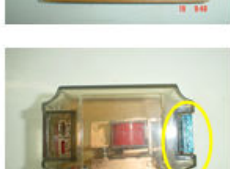
3. นำแผ่นปรินต์ในเครื่องทดสอบ



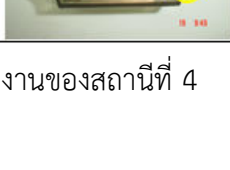
4. ทดสอบรีเลย์ โดยกดปุ่มสีแดง หลอด LED จะสว่าง



5. ใส่ลูกยาง HF 8 และเป่าลมหน้าคอนแทค



6. เป่าลมที่ฝาครอบบนใส่ แล้วนำแผ่นปรินต์ มาใส่ฝาครอบบนใส่



7. ใส่ฟิวส์โดยใช้แบบกดลงให้แน่น

8. ส่งไปสถานีงานต่อไป

ภาพที่ 23 มาตรฐานในการทำงานของสถานีที่ 4

1. คู่ขั้วตัวเก็บประจุ ขั้วตัวเก็บประจุด้านลบ จะเป็นสีขาวยิ่งสองตัวและจะต้องหัน ด้านลบออกมาด้านนอก



2. ต่อ Flasher เข้ากับปลั๊กทดสอบ แรงดัน สูง Flasher จะต้องทำงานปกติ โดยดู หลอด LED จะกระพริบ ค่าอยู่ที่ 550-700 ms



3. โยกสวิตช์ขึ้นไปที่แรงดันต่ำและเปิด สวิตช์ ON Flasher จะต้องทำงานปกติ โดยดูหลอดไฟจะกระพริบ



4. ปิดสวิตช์ OFF ของ LOW Flasher จะต้องหยุดการทำงาน โดยที่หลอดไฟจะ หยุดกระพริบ

5. ค้าง Flasher ออกจากปลั๊กทดสอบ



6. หยอดกาวซิลิโคนใส่รูน็อตทั้ง 4 รู



7. ใส่ฝาครอบล่างขึ้นสกรูน็อตทั้ง 4 รู ให้แน่น



8. ทำการทดสอบแรงดันต่ำ, สูงอีกครั้ง

9. ส่งให้สถานีงานต่อไป



ภาพที่ 24 มาตรฐานในการทำงานของสถานีที่ 5



ภาพที่ 25 มาตรฐานในการทำงานของสถานีที่ 6

4. สรุปผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์การประกอบอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟ (HF-1000 W) ด้วยวิธีการศึกษาเวลาโดยตรงและการศึกษาเวลามาตรฐานแบบ Method Time Measurement (MTM-2)

การเข้าไปจับเวลาโดยใช้หลัก การศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) และการศึกษาเวลามาตรฐานแบบ Method Time Measurement (MTM-2) ซึ่งได้ผลออกมาดังนี้

ค่าเวลา Standard Time ในการประกอบของวิธีการศึกษาเวลาโดยตรง (Direct Time Study) และการศึกษาเวลามาตรฐานแบบ Method Time Measurement (MTM-2) มีค่าแตกต่างกันเพียง 4.04 % ซึ่งเกิดจาก ผู้วิเคราะห์อาจจะไม่สามารถมองเห็น

รายละเอียดของการเคลื่อนไหวในการประกอบได้อย่างละเอียดทั้งหมด

ซึ่งค่าเวลา Standard Time ที่ออกมาจะเห็นได้ว่า สถานีงานที่ 1, 2, 5 ใช้เวลาในการประกอบมาก จึงทำให้ สายการประกอบเกิดภาวะคอขวดขึ้นในสถานีงานดังกล่าว

4.2. การวิเคราะห์สภาพปัญหา และการแก้ไขปรับปรุง

จากเวลามาตรฐานที่ได้จากการเก็บข้อมูลมีการเกิดภาวะคอขวดขึ้นในสถานีงานที่ 1 2 และ 5 ดังนั้นเราจึงมุ่งเน้นที่จะปรับปรุงในสถานีงานดังกล่าว จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาพบว่า 1) สถานีงานที่ 1 พบปัญหาได้แก่ การจัดวางชิ้นส่วนในการประกอบไม่สอดคล้องกับการเคลื่อนไหวของมือในการประกอบ และเกิดการรอคอยที่ไม่จำเป็นในขั้นตอนการประกอบ การแก้ไขและการปรับปรุง คือ ทำการจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบในสถานีงานที่ 1 ให้สอดคล้องกับขั้นตอนในการประกอบ และจัดลำดับขั้นตอนในการประกอบขึ้นมาใหม่เพื่อลดการรอคอยที่เกิดขึ้นจากการแก้ไขปัญหาที่พบในสถานีงานที่ 1 พบว่าเวลาในการประกอบลดลงถึง 38.96 วินาที คิดเป็น 32.32 % 2) สถานีงานที่ 2 พบปัญหาได้แก่ Fixture ที่ใช้ในการประกอบไม่เหมาะสมการแก้ไขและการปรับปรุง คือ ได้ทำการปรับปรุง Fixture ในสถานีงานที่ 2 ขึ้นมาใหม่จากการแก้ไขปัญหาที่พบในสถานีงานที่ 2 พบว่าเวลาในการประกอบลดลงถึง 16.19 วินาที คิดเป็น 15.16 % 3) สถานีงานที่ 5 พบปัญหาได้แก่ขั้นตอนในการทำงานไม่เหมาะสมการแก้ไขและการปรับปรุง คือทำการปรับปรุงขั้นตอนในการทำงานการประกอบฝาหลังโดยลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนลงจากการแก้ไขปัญหาที่พบในสถานีงานที่ 5พบว่าเวลาในการประกอบลดลงถึง 15.22 วินาที คิดเป็น 14.10%

4.3. การจับเวลาหลังการปรับปรุง

หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์สภาพปัญหา และแก้ไขปรับปรุง การทำงานแล้วเข้าไปจับเวลาในการประกอบหลังการปรับปรุงได้ผลดังนี้เวลาในการประกอบรวมลดลงถึง 70.37 วินาที คิดเป็น 12.37 % และได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 68 ชิ้นต่อวันคิดเป็น 23.20 %

4.4. การกำหนดมาตรฐานการทำงาน

หลังจากที่ได้แก้ไขและปรับปรุงการทำงานพร้อมทั้งหาเวลามาตรฐานหลังการปรับปรุงแล้ว ได้จัดทำมาตรฐานการทำงานที่เป็นรูปแบบที่แน่นอนเพื่อให้พนักงานได้ปฏิบัติตาม อย่างถูกต้องและเป็นมาตรฐานต่อไป

4.5. การตรวจสอบเวลามาตรฐาน

หลังจากที่ได้จัดทำมาตรฐานการทำงานแล้ว ได้มีการตรวจสอบเวลามาตรฐานว่าตรงตามที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบผลผลิตที่ออกมาขึ้นต่อวันของเวลามาตรฐานที่ตั้งไว้กับผลผลิตที่ออกมาจริง ผลปรากฏว่าพนักงานสามารถผลิตได้จริงน้อยกว่าที่ตั้งมาตรฐานไว้ 21 ชิ้น คิดเป็น 7.18 % ผลต่างนี้เนื่องมาจากความไม่สม่ำเสมอในการทำงานของพนักงาน เพราะขั้นตอนการทำงานได้กำหนดขึ้นมาใหม่พนักงานจึงไม่มีความชำนาญในการทำงานเท่าที่ควร

4.6. ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

4.6.1 ด้านการปฏิบัติงาน

1) จากมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ จะเห็นได้ว่าเวลาที่ใช้ในการประกอบในสถานงานที่ 5 มีค่ามากที่สุด เป็นผลทำให้การไหลของงานในการประกอบเกิดความไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นควรมีการแบ่งงานไปให้สถานงานที่ 6 ซึ่งใช้เวลาในการประกอบน้อยที่สุด โดยแบ่งขั้นตอนการตรวจสอบขั้นสุดท้ายจากสถานงานที่ 5 มาให้สถานงานที่ 6 เป็นผู้ตรวจสอบแทน เพราะเห็นว่า

ทางโรงงานมีเครื่องตรวจสอบว่างไม่ได้งานอยู่อีก 1 เครื่อง และจะเป็นผลทำให้การไหลของงานมีความต่อเนื่อง สม่่าเสมอมากขึ้น

2) ในสถานงานที่ 6 ควรจัดให้ผู้ปฏิบัติงานมีการพักล่องเตรียมไว้ ในขณะที่มีการรอตัวชิ้นงานมาถึง

4.6.2 ด้านความปลอดภัย

ควรจัดให้ผู้ปฏิบัติงานในสถานงานที่มีการบัดกรี ใส่หน้ากาก หรืออุปกรณ์ที่ป้องกันอันตรายจากควันที่เกิดจากการบัดกรี ถึงแม้ว่าจะมีการใช้ท่อดูดควันออกมาแล้วก็ตาม แต่ในความเป็นจริงท่อดูดไม่สามารถดูดควันออกไปได้หมด

4.6.3 ด้านการกำหนดค่าแรงจูงใจ

ควรนำเอาข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทำการวิจัย (กำลังการผลิตต่อวัน) ไปกำหนดค่าแรงจูงใจให้กับผู้ปฏิบัติงาน โดยคิดให้ค่าแรงพิเศษเป็นรายกลุ่มทั้งสายการประกอบเมื่อพนักงานสามารถผลิตได้สูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อที่จะให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความรู้สึกกระตือรือร้นในการทำงาน และมีทัศนคติที่ดีต่อสถานประกอบการ

4.6.4 ด้านการต่อยอดงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเวลาและปรับปรุงขั้นตอนการทำงานด้วยวิธีการศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลาเท่านั้น แต่ในสถานประกอบการจริงยังสามารถที่จะทำการวิจัยในด้านอื่นๆ ได้อีกเช่น การกำหนดค่าแรงจูงใจที่เหมาะสมต่อพนักงานเนื่องจากเป็นการทำงานที่ผลิตเป็นจำนวนขึ้นต่อวันจะส่งผลให้จำนวนของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นได้ การจัดวางผังโรงงานเพื่อลดการเคลื่อนที่ในสายการประกอบอื่นๆ การจัดการคลังสินค้าเนื่องจากในโรงงานยังไม่มีระบบคลังสินค้าที่แน่นอนมักจะใช้ประสบการณ์ในการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ เป็นต้น ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถทำการวิจัยดังกล่าวและสามารถต่อยอดในอนาคตได้

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามเป็นอย่างสูงที่อำนวยความสะดวกในด้านการเอกสารต่างๆ และค่าใช้จ่ายในการเดินทางและนำเสนองานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, การศึกษาการทำงาน (WORK STUDY), พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์ประกอบเมโทร, 2539.
- [2] อิศรา อีระวัฒน์สกุล, การศึกษาความเคลื่อนไหวและเวลา (MOTION AND TIME STUDY), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2542.
- [3] วันชัย ริจิรวนิช, การศึกษาการทำงานหลักการและกรณีศึกษา, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์, 2543
- [4] ณรงค์ศักดิ์ นันทกสิกร, Method Time Measurement II (MTM-2), เอกสารประกอบการอบรม MTM-2, มกราคม, หน้า 62-96, 2548.
- [5] จีรวรรณสลอัยภยันต์, “การศึกษาวิธีการทำงาน” [online], เข้าถึงจาก www2.engr.tu.ac.th/nkjirawan/Wkstudy/workStudy.pdt, 2557.