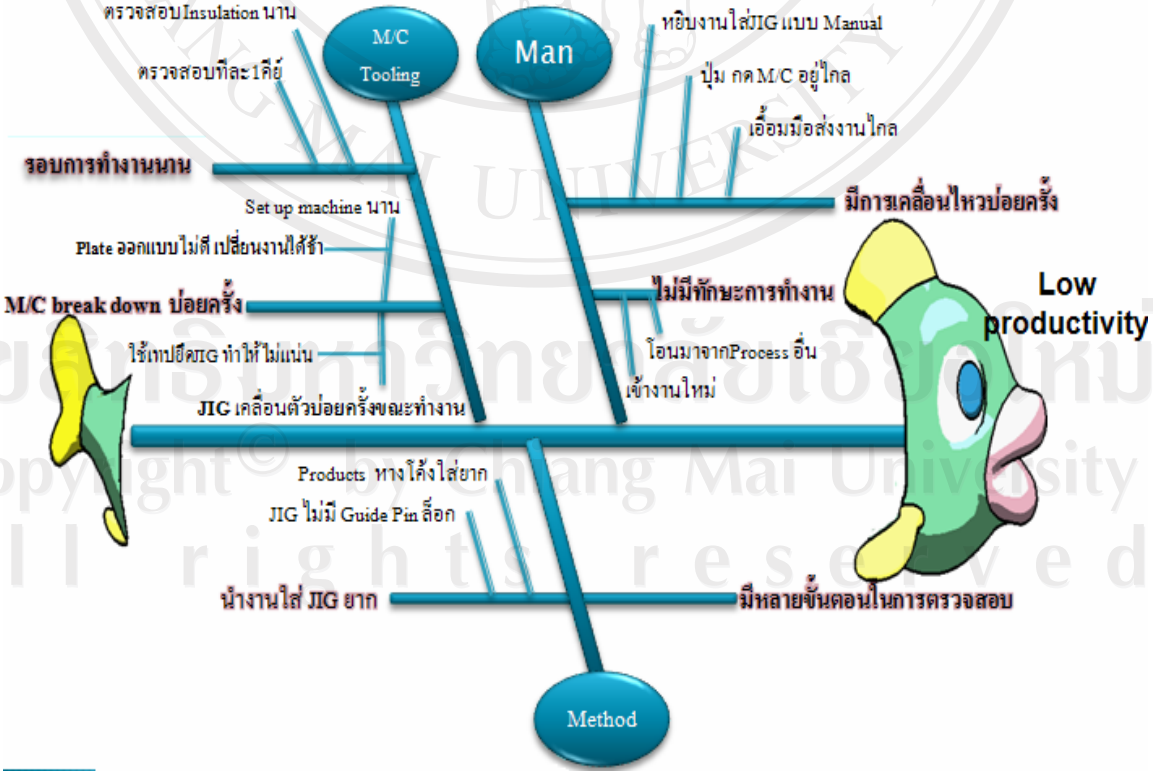
# บทที่4

## ผลการดำเนินงานค้นคว้าแบบอิสระ

จากที่มาและความสำคัญของปัญหากระบวนการตรวจสอบทางไฟฟ้ามีหลายขั้นตอนที่ได้ทำการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้กระบวนการมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น มีการนำเทคนิคการศึกษาการเคลื่อนไหวมาใช้ในการปรับปรุงการหยิบจับงานใส่เครื่องจักรมีการออกแบบวงจรจิ๊กเลื่อนเข้าออกอัตโนมัติ (JIG Auto Slider) เพื่อลดขั้นตอนการทำงานของพนักงาน เทคนิคการลดเวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักรขณะเปลี่ยนชิ้นงานใหม่หรือขณะดำเนินงานลดการหยุดทำงานของเครื่องจักร โดยออกแบบจิ๊กฟิกเจอร์ (Jig Fixture) ยึดงานใหม่ ในส่วนของการตรวจสอบชิ้นงานได้ออกแบบวิธีการตรวจสอบชิ้นงานใหม่ด้วยการลดจำนวนการตรวจสอบลงเหลือ 8 ครั้งจาก 90 ครั้ง ซึ่งจะได้อธิบายในส่วนต่อไป

### 4.1 การคัดเลือกปัญหาจากกระบวนการตรวจสอบทางไฟฟ้า (Selective problem in electrical inspection)




รูป 4.1 การวิเคราะห์ปัญหาการทำงานด้วยแผนภูมิก้างปลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการคัดเลือกปัญหาในกระบวนการตรวจสอบไฟฟ้าทางพนักงานที่เกี่ยวข้องทั้งวิศวกร หัวหน้างานพนักงานฝ่ายผลิต ได้มีการนัดประชุมเพื่อร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งมีการให้คะแนนในแต่ละหัวข้อที่ต้องการทำการปรับปรุงจากผลการให้คะแนนปัญหาที่ทุกฝ่ายต้องการให้ทำการแก้ไขคือ ผลิตผลการตรวจสอบต่ำ (Low Productivity) จึงได้หยิบยกเอาปัญหานี้มาทำการแก้ไข โดยใช้แผนภูมิก้างปลามาช่วยในการวิเคราะห์โดยใช้ 4 M เข้ามาช่วยคือ Man-คน, machine-เครื่องจักร, Method-กระบวนการ และ Material-วัตถุดิบ แต่ในกระบวนการนี้ Material-วัตถุดิบ ไม่เกี่ยวข้องก็ไม่ขอกล่าวถึงโดยพิจารณาปัญหาได้จากรูป 4.1

**4.2 การวิเคราะห์ปัญหา (Analysis the problem)**

จากแผนภูมิก้างปลาหรือแผนภูมิวิเคราะห์สาเหตุ หัวเรื่องผลิตผลการตรวจสอบต่ำ (Low Productivity) ทำให้ทราบสาเหตุของปัญหาซึ่งอธิบายได้ดังนี้

**4.2.1 เครื่องจักร (Machine)**

**4.2.1.1 รอบการทำงานนาน**

ในการตรวจสอบทางไฟฟ้าจะมีการตรวจสอบค่าความเป็นฉนวน (Insulation) หรือการตรวจสอบเส้นลายวงจรลัดวงจร (Short Circuit) หรือไม่ซึ่งใช้เวลาในการตรวจสอบ 3 วินาที หลังจากนั้นทำการตรวจสอบคีย์ว่าเส้นลายวงจรขาด (Open Circuit) หรือไม่โดยการกดคีย์ทีละ1คีย์ ใช้เวลา 10 วินาที

**4.2.1.2 เครื่องจักรหยุดทำงานบ่อยครั้ง**

การที่เครื่องจักรหยุดทำงานมีสาเหตุแรกมาจากการออกแบบเพลทสำหรับใส่กระบอกสูบเล็ก (Small Cylinder) ที่ใช้ในการกดคีย์บนชิ้นงานไม่ค่อยเหมาะสม เมื่อมีการเปลี่ยนชิ้นงานใหม่ต้องใช้เวลาในการเปลี่ยนเพลทนานประมาณ 3-4 ช.ม.อีกสาเหตุเกิดการหยุดงานขณะดำเนินการอยู่เพราะจิ๊ก (JIG) มีการเคลื่อนที่ขณะทำการตรวจสอบชิ้นงานสาเหตุมาจากใช้เทปดำทำการยึดจิ๊กกับตัวเครื่องตรวจสอบ และอีกสาเหตุเกิดจากการเสียดสีกันของชุดตุ้มน้ำหนัก (Weight) และตัวยึดตุ้มน้ำหนัก (Holder) ทำให้การกดคีย์สะดุดไม่ตรงจังหวะกันต้องเสียเวลาทำการตรวจสอบชิ้นงานใหม่อีกครั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**4.2.2 พนักงาน (Man)**

**4.2.2.1 พนักงานมีการเคลื่อนไหวบ่อยครั้ง**

เนื่องมาจากต้องทำการหยิบงานใส่จิ๊กและดันจิ๊กเข้าเครื่องจักรเองอีกทั้งปุ่มกดสวิทซ์เริ่มงานอยู่ไกลทำให้ต้องเอื้อมมือกดปุ่มและกล่องใส่งานดีอยู่ในระยะที่ไม่เหมาะสมทำให้เสียเวลาหยิบงานใส่กล่องงานดี

**4.2.2.2 พนักงานไม่มีทักษะในการทำงาน**

พนักงานบางคนเริ่มเข้ามาทำงานใหม่หรือบางคนเป็นพนักงานเก่าแต่ถูกโอนมาจากแผนกอื่นซึ่งต้องมีการสอนงานใหม่ยังไม่มีความถนัดในงานมากพอทำให้การทำงานช้ากว่าคนอื่น

**4.2.3 ขั้นตอนการทำงาน (Method)**

**4.2.3.1 หยิบงานใส่จิ๊กยาก**

เพราะว่าชิ้นงานชนิดนี้หางคอนเนกเตอร์ถูกออกแบบมาให้มีหางแบบโค้งเป็นตัวแอล (L) ทำให้หางของคอนเนกเตอร์ เมื่อจะใส่ในจิ๊กลำบากบางทีโพรบพิน (Probe Pin) ลงไม่ตรงตำแหน่งคอนเนกเตอร์ของชิ้นงานทำให้ชิ้นงานดีกลายเป็นชิ้นงานเสียและไม่มีไกด์พิน (Guide Pin) ที่ช่วยให้สามารถนำคอนเนกเตอร์สวมใส่บนจิ๊กได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

**4.3 วิเคราะห์แนวทางปรับปรุง**

เมื่อเราได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่ได้จากการอธิบายไปข้างต้นแล้วนำปัญหาแต่ละอย่างมาวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงซึ่งในงานค้นคว้าแบบอิสระนี้ได้เลือกทำการปรับปรุงเฉพาะบางส่วนที่สำคัญและสามารถทำการแก้ไขได้ซึ่งจะได้อธิบายเป็นตารางดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางปรับปรุง

| ลำดับที่ | 4M | ปัญหา | แนวทางปรับปรุง |
|---|---|---|---|
| 1 | Machine | ตรวจสอบทีละ1 คีย์ | ตรวจสอบทีละ 9-12 คีย์ |
| 2 | | จิ๊กเคลื่อนตัวบ่อยครั้งขณะทำงาน | ใช้ตัวล๊อกยึดจิ๊ก (Clamp lock JIG) |
| 3 | | ติดตั้งเครื่องจักรนาน | ออกแบบชุดตรวจสอบใหม่ |
| 4 | Machine | ชุดตุ้มและตัวยึดตุ้มติดขัด | ออกแบบตัวยึดตุ้มใหม่ |
| 5 | Man | มีการเคลื่อนไหวบ่อยครั้ง | นำหลักการศึกษาการเคลื่อนไหวมาใช้ |
| 6 | | เลื่อนชิ้นงานเข้าออกด้วยมือ | ทำจิ๊กเลื่อนเข้าออกอัตโนมัติ |
| 7 | | เอื้อมมือส่งงานไกล | ปรับเปลี่ยนตำแหน่งการวางงาน |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

| ลำดับที่ | 4M | ปัญหา | แนวทางปรับปรุง |
|---|---|---|---|
| **8** | | ปุ่มกดเริ่มงานเครื่องจักรอยู่ไกล | ปรับเปลี่ยนตำแหน่งการวางปุ่มกดใหม่ |
| **9** | Method | หยิบงานใส่จิ๊กยาก | ใส่ไกด์พินบนจิ๊กเพิ่มและใช้บูช (Bush) |

**4.4 ประยุกต์ใช้แนวทางที่ได้จากการวิเคราะห์**

ก่อนประยุกต์ใช้แนวทางการปรับปรุงเรามาวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการตรวจสอบทางไฟฟ้าของชิ้นงานแป้นพิมพ์เมมเบรนสวิทซ์ก่อนด้วยการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิการทำงานดังตาราง4.2และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของคนและเครื่องจักรตาราง4.3

**การวิเคราะห์แผนภูมิการทำงาน**

แผนภูมิวิเคราะห์การทำงาน ☑ คน ☑ เครื่องจักร

Chart No. 1 ขั้นตอนวิธีการทำงานก่อนการปรับปรุง

กิจกรรม การตรวจสอบทางไฟฟ้าของชิ้นงาน

ตารางที่ 4.2แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานการตรวจสอบทางไฟฟ้าของชิ้นงานก่อนการปรับปรุง

| ขั้นตอนการทำงาน | ○ | ⇨ | D | ▽ | ระยะทาง(เมตร) | เวลา(วินาที) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.หยิบชิ้นงานใส่จิ๊ก1 | 0 | | | | | 3 |
| 2.สไลด์จิ๊ก1 เข้าเครื่อง | 0 | | | | | 1.5 |
| 3.กดปุ่มเริ่มงาน1 | 0 | | | | | 1.5 |
| 4.เครื่องจักร1ทำงาน | 0 | | | | | 13 |
| 5.ดึงสไลด์จิ๊ก1ออกมา | 0 | | | | | 1.5 |
| 6.หยิบงานใส่ Good Box1 | 0 | | | | | 1.5 |
| รวม | 6 | | | | | 22 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของคนและเครื่องจักร**

ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคนและเครื่องจักรเพื่อหาเวลาที่เครื่องจักรหรือคนหยุดทำงานนำไปปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของคนและเครื่องจักร

**กิจกรรม** การตรวจสอบทางไฟฟ้าของชิ้นงาน

**ชื่อชิ้นงาน** แป้นพิมพ์เมมเบรนสวิทซ์

☑ ก่อนการปรับปรุง ☐ หลังการปรับปรุง

**ชื่อเครื่องจักร** เครื่องตรวจสอบทางไฟฟ้า ( Schaffner )

ตารางที่ 4.3 แผนภูมิความสันพันธ์คนและเครื่องจักรก่อนการปรับปรุง

| **Operator** | **Time** | | **Machine** | **Time** | |
|---|---|---|---|---|---|
| หยิบชิ้นงานใส่จิ๊ก | 3 | | Idle Time | 6 | |
| สไลด์จิ๊กเข้าเครื่อง | 1.5 | | | | |
| กดปุ่มเริ่มงาน | 1.5 | | | | |
| Idle Time | 13 | | เครื่องจักรทำงาน | 13 | |
| ดึงสไลด์จิ๊กออกมา | 1.5 | | Idle Time | 3 | |
| หยิบงานใส่ Good Box | 1.5 | | | | |
| | 22 | | | 22 | |

| | **การปฏิบัติงานของคน** | **การปฏิบัติงานของเครื่องจักร** |
|---|---|---|
| **เวลาปฏิบัติงาน(วินาที)** | 9 | 13 |
| **เวลาว่างงาน(วินาที)** | 13 | 9 |
| **เวลาครบรอบการทำงาน** | 22 | 22 |
| **%การปฏิบัติงาน** | 9/22 x 100 = 40.9% | 13/22x 100 = 59.09% |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การคำนวณหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมกับคนงานคนเดียว**

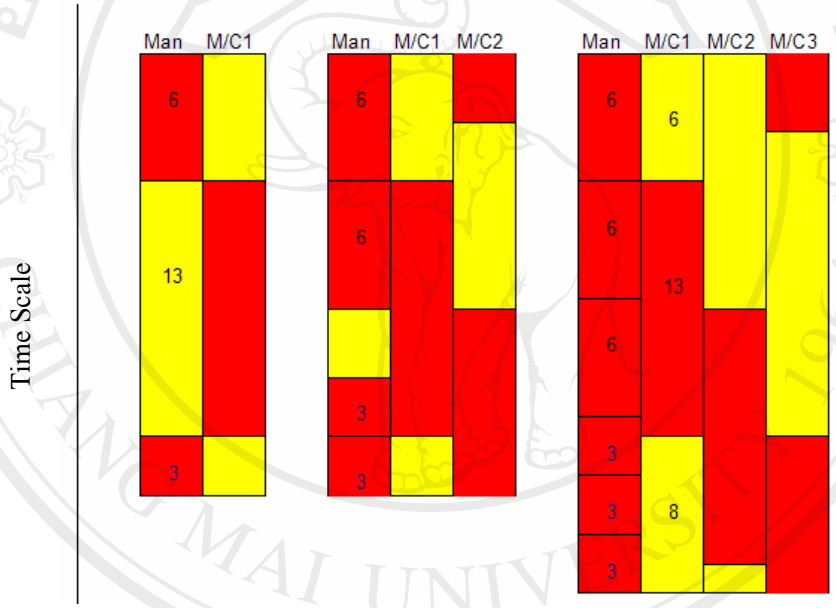
เวลาคนทำงาน = 9 วินาที เวลาเครื่องจักรทำงาน = 13 วินาที

$$n' = \frac{T}{a} = \frac{(a+t)}{a} \quad (4.1)$$

n′ = จำนวนเครื่องจักร a = เวลาที่คนงานทำงาน T = เวลาทั้งวัฏจักร t = เวลาที่เครื่องจักรทำงาน

n’ = (9 + 13) / 9 = 2.44 เครื่อง

ตารางที่4.4 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพจำนวนเครื่องจักรต่อคนงานก่อนการปรับปรุง




| | 1M/C | | 2M/C | | | 3M/C | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Man | M/C | Man | M/C | M/C | Man | M/C | M/C | M/C |
| Idle | 13 | 9 | 4 | 9 | 9 | 0 | 14 | 14 | 14 |
| Working time | 9 | 13 | 18 | 13 | 13 | 27 | 13 | 13 | 13 |
| Total cycle time | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Utilization in percent | 40.91 | 59.09 | 81.82 | 59.09 | 59.09 | 100 | 48.15 | 48.15 | 48.15 |

จากตารางที่ 4.3 เราจะเห็นได้ว่าค่าเปอร์เซนต์การปฏิบัติงานทั้งของคนและเครื่องจักรมีค่าต่ำอยู่มากโดยเฉพาะคนมีเปอร์เซนต์การปฏิบัติงานค่อนข้างต่ำจึงใช้การคำนวณจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมกับคนงานหนึ่งคน จากตารางที่ 4.4 พบว่าควบคุม 3 เครื่องจักรมีประสิทธิภาพมากที่สุด เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของคนเป็นหลัก และในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของคนและเครื่องจักรสามารถทำการปรับปรุงเพิ่มเติมได้ในส่วนต่างๆดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 4.4.1 เครื่องจักร (Machine)

#### 4.4.1.1 ตรวจสอบทีละ 1 คีย์

ในการตรวจสอบชิ้นงานแป้นพิมพ์จะทำการกดบนคีย์ทีละ 1 คีย์เพื่อตรวจดูว่าครบวงจรหรือไม่ ถ้าไม่ครบวงจรหรือเส้นลายวงจรขาดจะไม่มีสัญญาณทางไฟฟ้าในขณะทำการตรวจสอบชิ้นงานนั้นจะกลายเป็นของเสียทันที ในวิธีการเดิมจะตรวจสอบทีละ1คีย์ซึ่งแป้นพิมพ์จะมีคีย์ทั้งหมดประมาณ 90 คีย์ทำให้เราใช้เวลาในการตรวจสอบนานจึงได้มีการคิดค้นวิธีการตรวจสอบใหม่ควรจะทำการตรวจสอบคีย์ทีละแถวของเมทริกซ์ ทำให้ช่วยลดจำนวนครั้งในการกดคีย์ลงได้เหลือเพียง 8 ครั้ง

**ก่อนการปรับปรุง**

ในการตรวจสอบคีย์จะทำการตรวจสอบโดยใช้ชุดตุ้มน้ำหนักช่วยในการกดคีย์แทนนิ้วมือคนโดยกดทีละ1คีย์ เริ่มจาก แถวบนเรียงจากซ้ายไปขวาจนสุดแล้วต่อด้วยคีย์ในแถวถัดไปจากขวาไปซ้ายทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆ ตัวอย่าง F00,F01,F02,…,F16,E14,E12,E11,…E00,D00,D01,D02,…D13,C13, C11,…C00,….,A13

รูป 4.2 ลำดับการกดแป้นพิมพ์ก่อนการปรับปรุง

| | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Y1 | | E14 (Backspace) | F15 (Insert) | F16 (Delete) | C13 (Enter) | | D13 (\) | |
| Y2 | | | | | B12 (↑) | A13 (→) | A12 (↓) | A11 (←) |
| Y3 | | E12 (=) | F13 (Num LK) | F14 (Prt Sc) | D12 ( ] ) | C11 (') | | |
| Y4 | | | | | A03 (L-Alt) | | | A08 (R-Alt) |
| Y5 | A02 (Win) | | | | | | | |
| Y6 | D11 ( [ ) | D10 (P) | F12 (F12) | E11 (-) | | | B10 (/) | A09 (APP) |
| Y7 | C00 (CapsLk) | D00 (Tab) | F00 (Esc) 1 | E00 ( ` ) | C10 (;) | A05 (Space) | | |
| Y8 | E02 (2) | E01 (1) | F01 (F1) 2 | F02 (F2) 3 | D01 (Q) | D02 (W) | C02 (S) | B01 (Z) |
| Y9 | E04 (4) | E03 (3) | F03 (F3) 4 | F04 (F4) 5 | D03 (E) | C03 (D) | C01 (A) | B02 (X) |
| Y10 | D04 (R) | E05 (5) | F05 (F5) 6 | F06 (F6) 7 | D05 (T) | C04 (F) | B03 (C) | B04 (V) |
| Y11 | D06 (Y) | E07 (7) | F07 (F7) 8 | E06 (6) | C05 (G) | C06 (H) | C08 (K) | B06 (N) |
| Y12 | D07 (U) | E08 (8) | F08 (F8) 9 | F09 (F9) 10 | D08 (I) | C07 (J) | B05 (B) | B07 (M) |
| Y13 | E10 (0 zero) | E09 (9) | F10 (F10) | F11 (F11) | D09 (O) | C09 (L) | B09 (. ) | B08 (, ) |
| Y14 | | | | A01 (FN) | | | | |
| Y15 | | | A00 (L-Ctrl) | | | | A10 (R-Ctrl) | |
| Y16 | | B00 (L-Shift) | | | | B13 (R-Shift) | | |

รูป 4.3 ตารางเมทริกซ์ของแป้นพิมพ์

เมื่อเราทำการกด คีย์ที่ 1 คือ F00 เครื่องจักรจะรับข้อมูลเป็น (X3, Y7)

คีย์ที่ 2 คือ F01เครื่องจักรจะรับข้อมูลเป็น (X3, Y8)

คีย์ที่ 3 คือ F02เครื่องจักรจะรับข้อมูลเป็น (X4, Y8)

คีย์ที่ 4 คือ F03เครื่องจักรจะรับข้อมูลเป็น (X3, Y9)

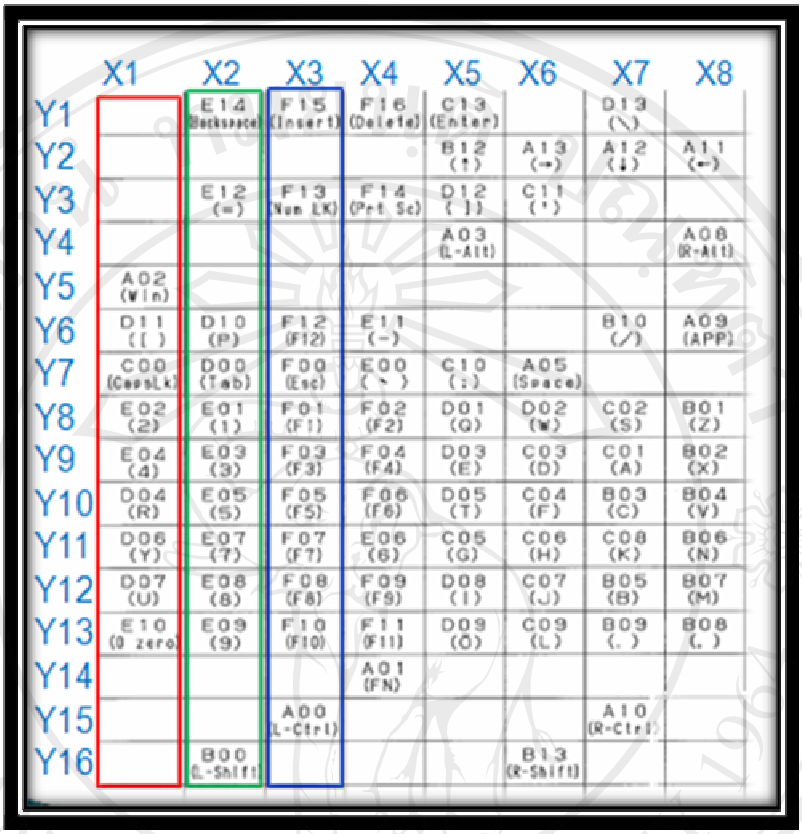
หลักในการกดคีย์ถ้าเราทำการเขียนโปรแกรมให้เครื่องจักรตรวจสอบการกดคีย์แบบเรียงลำดับจะต้องทำการกดแบบคีย์แบบเรียงลำดับด้วยจะทำการกดคีย์แบบข้ามคีย์ไม่ได้เครื่องจักรจะแสดงผลเป็นงานเสียทันที

**หลังการปรับปรุง**

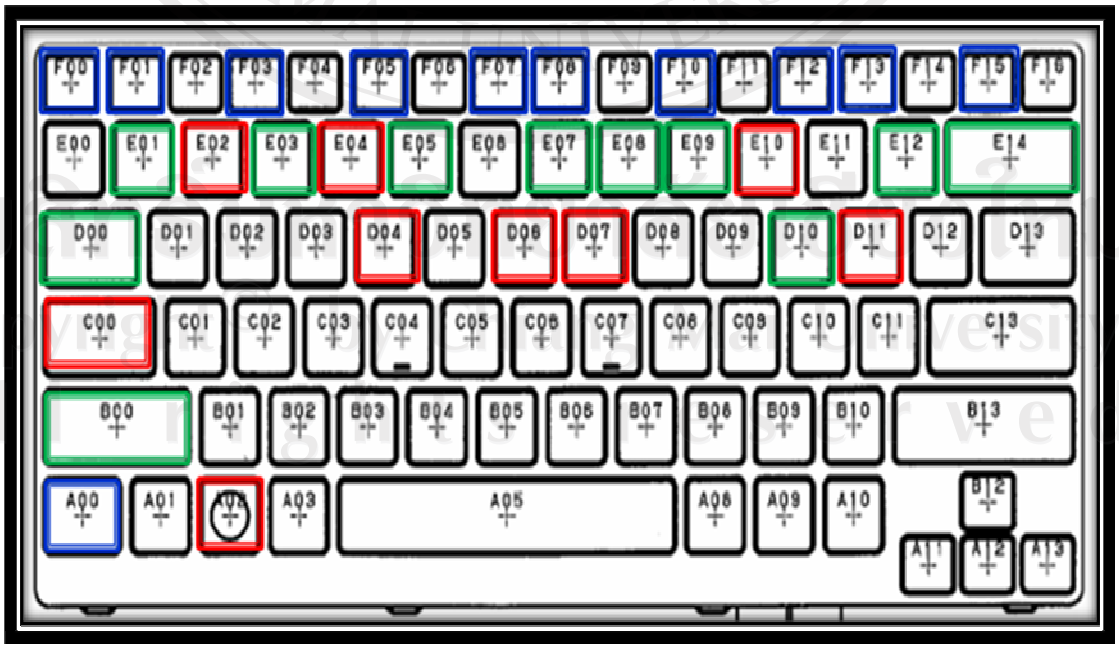
เราได้มีการทดสอบวิธีการลดเวลาการกดคีย์หลายวิธีแต่วิธีที่ทดสอบแล้วได้ประสิทธิภาพมากที่สุดคือ การกดคีย์ครั้งละแถว ในงานค้นคว้าแบบอิสระนี้จะขอกล่าวถึงวิธีที่ได้ผลที่ดีที่สุดเท่านั้นซึ่งก็คือ การกดคีย์ครั้งละแถว แถวหนึ่งจะมีประมาณ 9-12คีย์แล้วแต่เมทริกซ์ของชิ้นงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แป้นพิมพ์โดยเราเลือกด้านที่มีแถวน้อยที่สุดเพราะคือจำนวนครั้งการกดคีย์ในที่นี่เราเลือกแถวของเมทริกซ์ X มีทั้งหมด 8 แถว จึงมีจำนวนครั้งการกดคีย์ 8 ครั้ง




รูป 4.4ตารางเมทริกซ์ของแป้นพิมพ์แบบกดทีละแถวเมทริกซ์ X



รูป 4.5 การกดคีย์บนแป้นพิมพ์ทีละแถวเมทริกซ์ X

ตารางที่ 4.5 ตารางค่าประจำคีย์ของแต่ละแถว

| คีย์ที่ | แถวที่1 (X1) | ค่าประจำคีย์ | แถวที่2 (X2) | ค่าประจำคีย์ | แถวที่3 (X3) | ค่าประจำคีย์ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A02 | X1, Y5 | E14 | X2,Y1 | F15 | X3,Y1 |
| 2 | D11 | X1, Y6 | E12 | X2,Y3 | F13 | X3,Y3 |
| 3 | COO | X1, Y7 | D10 | X2,Y6 | F12 | X3,Y6 |
| 4 | EO2 | X1, Y8 | D00 | X2,Y7 | F00 | X3,Y7 |
| 5 | E04 | X1, Y9 | EO1 | X2,Y8 | F01 | X3,Y8 |
| 6 | D04 | X1, Y10 | E03 | X2,Y9 | F03 | X3,Y9 |
| 7 | D06 | X1, Y11 | E05 | X2,Y10 | F05 | X3,Y10 |
| 8 | D07 | X1, Y12 | E07 | X2,Y11 | F07 | X3,Y11 |
| 9 | E10 | X1, Y13 | E08 | X2,Y12 | F08 | X3,Y12 |
| 10 | | | E09 | X2,Y13 | F10 | X3,Y13 |
| 11 | | | B00 | X2,Y16 | A01 | X3,Y15 |

จากรูป 4.4 และรูป 4.5 แสดงการกดคีย์ครั้งละแถวได้ตามตารางที่ 4.5 ซึ่งวิธีการแบบนี้สามารถลดขั้นตอนการกดคีย์ได้จากประมาณ 90 ครั้งลดลงเหลือ 8 ครั้ง สีแดงแสดงการกดคีย์ครั้งที่ 1 สีเขียวแสดงการกดคีย์ครั้งที่ 2 สีเขียวแสดงการกดคีย์ครั้งที่ 3 และทำแบบนี้จนกว่าจะครบทั้ง 8 แถวซึ่งวิธีแบบนี้จะสามารถลดเวลาการทำงานจาก 10 วินาทีเหลือเพียง 5 วินาที หรือลดลง 50%

| | **ก่อนการปรับปรุง** | **หลังปรับปรุง** |
|---|---|---|
| **เวลาในการกดคีย์(วินาที)** | 10 | 5 |
| **เปอร์เซนต์เวลาลดลง** | (10 - 5)/10 x 100% = 50% | |
| **รอบเวลาการทำงาน(วินาที)** | 22 | 17 |
| **เปอร์เซนต์เวลาลดลง** | (22 - 17)/22 x 100% = 22.72% | |

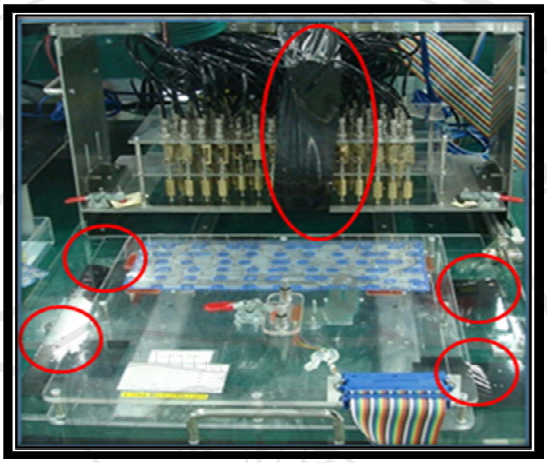
#### 4.4.1.2 จิ๊กเคลื่อนตัวบ่อยครั้งขณะทำงาน

เนื่องจากทางฝ่ายผลิตได้ใช้เทปดำซึ่งเป็นวัตถุดิบเหลือใช้จากกระบวนการผลิตมาใช้ยึดจิ๊กกับแผ่นรองจิ๊กซึ่งเราต้องทำการดึงจิ๊กเข้าออกเพื่อนำงานเข้าตรวจสอบทางไฟฟ้าในหนึ่งวันจะมีจำนวนครั้งการดึงจิ๊กเข้าออกมากกว่า 5,000 ครั้ง ทำให้จิ๊กมีการเคลื่อนตัวบ่อยครั้งประมาณ 15 ครั้งต่อวันแต่ละครั้งทำให้ทางฝ่ายผลิตเสียเวลาในการปรับตั้งประมาณ 2 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ก่อนการปรับปรุง**

พนักงานฝ่ายผลิตได้ใช้เทปดำมาใช้ในการยึดจิ๊กเข้ากับเครื่องซึ่งมีการเคลื่อนที่บ่อยครั้งทำให้จิ๊กเกิดการเคลื่อนตัวขณะทำงาน

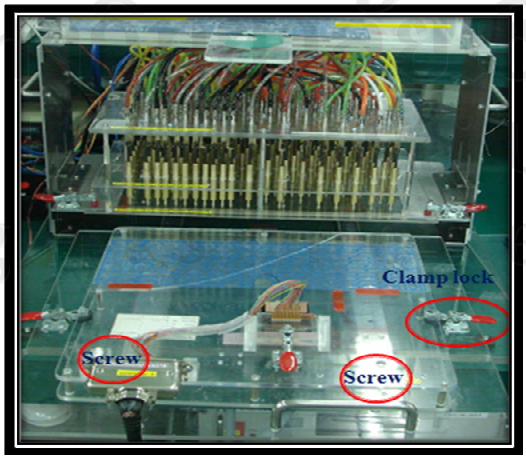


รูป 4.6 การใช้เทปยึดจิ๊กก่อนการปรับปรุง

**หลังการปรับปรุง**

ได้มีการนำตัวยึดล็อกจิ๊ก (Clamp Lock JIG) มาใช้ช่วยในการล็อกจิ๊กกับแผ่นรองงานและมีการเจาะรูระหว่างจิ๊กกับแผ่นรองงานแล้วใช้สกรูช่วยยึดอีกทางทำให้ลดการเคลื่อนตัวของจิ๊กลงได้ ทำให้ฝ่ายผลิตสามารถเพิ่มผลผลิตเพิ่มมากขึ้นได้ โดยจำนวนการเคลื่อนที่ลดลงเป็น 0 ครั้ง หรือลดลง 100%

| | ก่อนการปรับปรุง | หลังปรับปรุง |
|---|---|---|
| **จำนวนครั้งการเคลื่อนที่** | 15 | 0 |
| **เปอร์เซนต์การลดลง** | (10 - 0)/10 x 100% = 100% | |




รูป 4.7 การใช้ตัวจับล็อคยึดและใช้สกรูยึด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

#### 4.4.1.3 การติดตั้งเครื่องจักรนาน

เมื่อมีการเปลี่ยนการตรวจสอบชิ้นงานใหม่ต้องทำการปรับเปลี่ยนชุดกดคีย์ใหม่ตามชุดของชิ้นงานนั้น ซึ่งใช้เวลาในการถอดออกแล้วนำไปประกอบใหม่ใช้เวลาในการประกอบนานมากๆซึ่งสามารถวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิวิเคราะห์การทำงานดังนี้

**ก่อนการปรับปรุง**

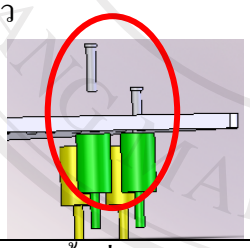
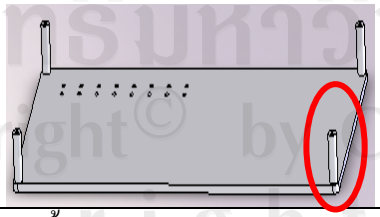
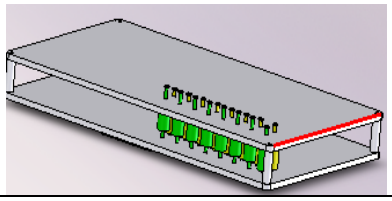
**การวิเคราะห์แผนภูมิการทำงาน**

แผนภูมิวิเคราะห์การทำงาน ☐ คน ☑ อุปกรณ์

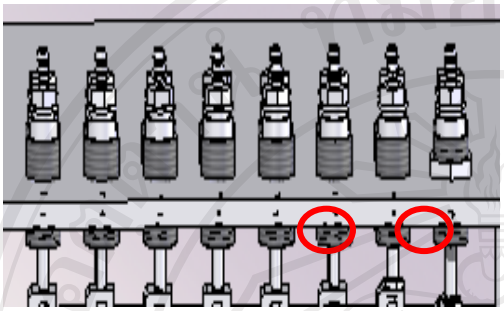
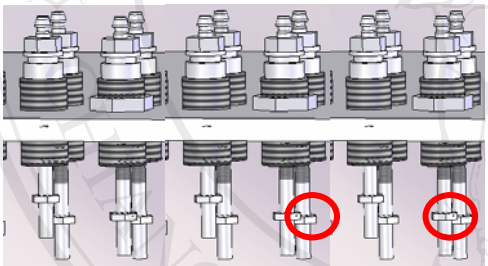
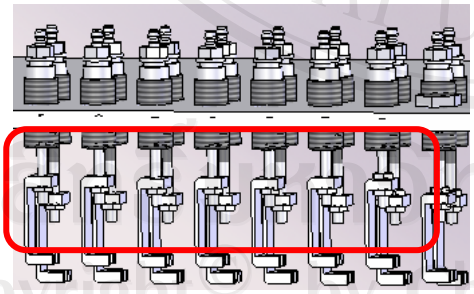
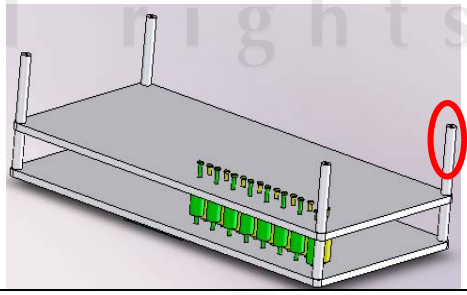
Chart No. 2 วิธีการทำงานแบบเดิมก่อนการปรับปรุง

กิจกรรม การประกอบชุดกดคีย์

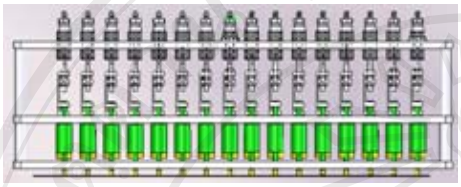
ตารางที่ 4.6 ตารางแผนภูมิวิเคราะห์การทำงานของการประกอบชุดกดคีย์ก่อนการปรับปรุง

| ขั้นตอนการทำงาน | ○ | ⇨ | D | ▽ | ระยะทาง ( เมตร ) | เวลา ( นาที ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.สวมน็อตเข้ากับตุ้มน้ำหนักผ่านเพลทกลาง 90 ตัว  | O | | | | | 50 |
| 2.สวมเสาเหล็กชั้นที่ 1 จำนวน 6 ชิ้นกับเพลทล่าง  | O | | | | | 6 |
| 3.นำตุ้มน้ำหนักและเพลทกลางมาสวมเข้ากับเพลทล่างแล้วขันน็อตยึดกับเสาเหล็ก  | O | | | | | 15 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

| ขั้นตอนการทำงาน | ○ | ⇨ | D | ▽ | ระยะทาง ( เมตร ) | เวลา ( นาที ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.สวมชุดกระบอกสูบเล็กกับเพลทบนแล้วขันน๊อตยึดอย่างละ1ตัวเป็นจำนวน 90 ตัว  | O | | | | | 50 |
| 5.ขันน๊อตสกรูตัวแรกกับกระบอกสูบเล็ก90 ตัว  | O | | | | | 50 |
| 6.สวมตัวยึดตุ้มกับกระบอกสูบแล้วขันน๊อตอีก90 ตัว  O | O | | | | | 50 |
| 7.สวมเสาเหล็กชั้นที่ 2 กับเพลทกลาง 6 ตัว  | O | | | | | 6 |

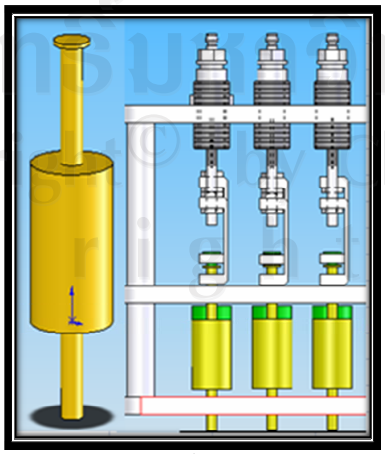
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

| ขั้นตอนการทำงาน | ○ | ⇨ | D | ▽ | ระยะทาง ( เมตร ) | เวลา ( นาที ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8.นำชุดเพลทบน ( Cylinder, Holder ) มาทำการสวมกับชุดตุ้มน้ำหนัก (เพลทกลางและเพลทล่าง)  | O | | | | | 6 |
| รวม | 8 | | | | | 233 |

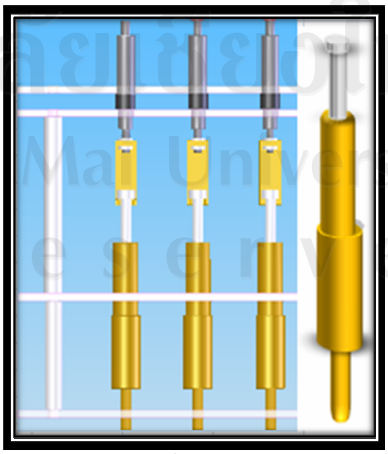
จากแผนภาพทำให้ทราบว่าเวลาที่ใช้ในการประกอบเข้าอย่างเดียวของชุดกดคีย์ใช้เวลาทั้งหมด233 นาที หรือประมาณ 3 ช.ม. 53นาที ยังไม่ได้รวมถึงขั้นตอนการออกออกอีกทำให้เสียเวลาเป็นจำนวนการในการเปลี่ยนชิ้นงานใหม่ จึงได้ทำการออกแบบชุดกดคีย์ใหม่ให้สามารถถอดเข้าออกได้ง่ายกว่าเดิม

**หลังการปรับปรุง**

จากปัญหาที่ฝ่ายผลิตได้พบเจอเมื่อได้ทำการวิเคราะห์แล้วพบว่าเกิดจากการมีจำนวนน๊อตในการประกอบมากครั้ง จึงได้ทำการออกแบบชุดกดคีย์ใหม่เพราะแบบเดิมเป็นแบบต้องขันน๊อตที่หัวตุ้มน้ำหนักดังรูป 4.8 ต้องถอดเข้าออกอยู่ตลอดจึงได้ออกแบบใหม่ไม่ต้องทำการขันน๊อตที่หัวตุ้มน้ำหนักแต่ออกแบบให้ใส่อยู่ตลอดเวลาดังรูป 4.9และทำการปรับปรุงการใช้น๊อตยึดกระบอกสูบเล็กกับเพลทบนแต่ใช้เพลท บน 2 แผ่นทำการหนีบยึดกระบอกสูบเล็กแทนการขันน๊อตทำให้ช่วยลดจำนวนการขันน๊อตได้มากกว่า 90 ตัว สามารถวิเคราะห์การทำงานด้วยแผนภูมิการทำงานดังนี้



รูป 4.8 ชุดกดคีย์ก่อนการปรับปรุง



รูป 4.9 ชุดกดคีย์หลังการปรับปรุง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

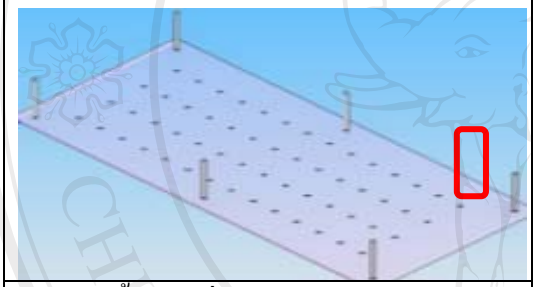
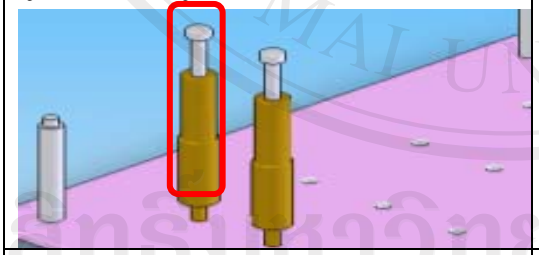
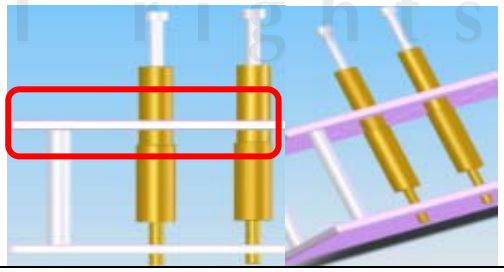
**การวิเคราะห์แผนภูมิการทำงาน**

แผนภูมิวิเคราะห์การทำงาน ☐ คน ☑ อุปกรณ์

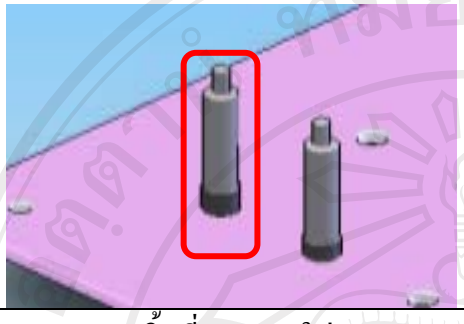
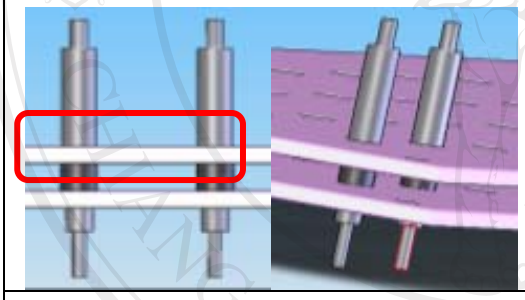
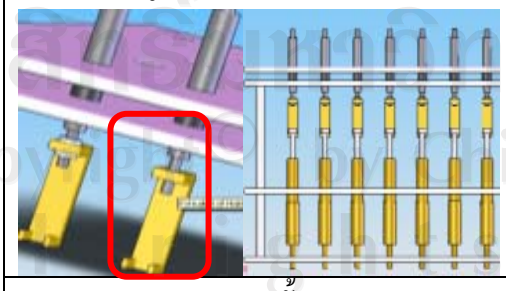
Chart No. 3 วิธีการทำงานใหม่หลังการปรับปรุง

กิจกรรม การประกอบชุดกดคีย์

ตารางที่4.7 ตารางแผนภูมิวิเคราะห์การทำงานของการประกอบชุดกดคีย์หลังการปรับปรุง

| ขั้นตอนการทำงาน | ○ | ⇨ | D | ▽ | ระยะทาง ( เมตร ) | เวลา ( นาที ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.นำเสาแท่งเหล็กสวมใส่บนเพลทที่1ล่างทั้ง 6 ชิ้น  | O | | | | | 6 |
| 2.นำตุ้มน้ำหนักที่ใส่น๊อตแล้วมาสวมใส่ตามรูบนเพลทล่าง ให้ครบทุกรูเส้นผ่านศูนย์กลางของรู  | O | | | | | 8 |
| 3.นำเพลทกลางมาสวมใส่ทางด้านบนของตุ้มน้ำหนักแล้วทำการขันน๊อตสกรู 6 ตัวที่เสาเหล็กเพื่อยึดและล๊อกเพลท  | O | | | | | 15 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

| ขั้นตอนการทำงาน | ○ | ⇨ | D | ▽ | ระยะทาง ( เมตร ) | เวลา ( นาที ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.นำกระบอกสูบมาสวมใส่ตามรูบนเพลทบนชั้น1ให้ครบทุกรู  | O | | | | | 8 |
| 5.นำเพลทบนชิ้นที่2มาสวมใส่กระบอกสูบทางด้านบนแล้วขันน๊อตสกรู 6 ตัวที่เสาเหล็กเพื่อยึดกระบอกสูบให้แน่น  | O | | | | | 8 |
| 6. นำตัวยึดตุ้มมายึดติดกับปลายกระบอกสูบเล็กโดยใช้ น๊อต 2 mm. มาใช้ในการยึดตัวยึดตุ้มทั้งด้านบนและล่างทั้งหมดทุกตัวและบน 1 แล้วขันสรูยึดให้แน่น  | O | | | | | 60 |
| รวมเวลาทั้งหมด | 7 | | | | | 120 |

จากการใช้แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานตามตารางที่4.7 พบว่าการออกแบบชุดกดคีย์ใหม่และชุดเพลททำให้เวลาที่ใช้ลดลงเหลือ 120 นาที หรือ 2 ชั่งโมง ซึ่งทำให้สามารถลดเวลาการติดตั้งลงได้มากถึง 113 นาที หรือ 48.5%

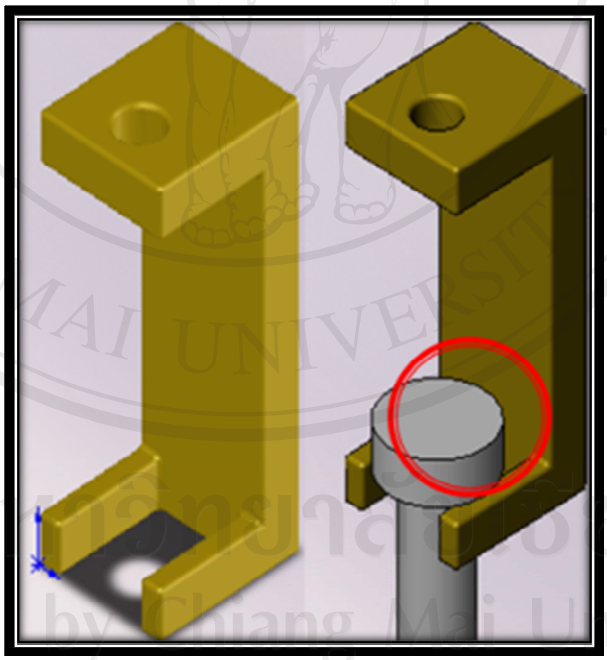
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

| | ก่อนการปรับปรุง | หลังปรับปรุง |
|---|---|---|
| **เวลา** | 233 | 120 |
| **เปอร์เซนต์เวลาลดลง** | (233 - 120)/233 x 100% = 48.5% | |

#### 4.4.1.4 ชุดตุ้มน้ำหนักและตัวยึดตุ้มติดขัด

**ก่อนการปรับปรุง**

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบชุดกดคีย์แบบใหม่แล้วสามารถลดเวลาในการติดตั้งลงได้แต่มีปัญหาในเรื่องของหัวตุ้มน้ำหนัก (Weight) และตัวยึดตุ้มติดขัดเสียดสีกันเวลาปล่อยตุ้มน้ำหนักลงเพื่อกดคีย์ทำให้คีย์นั้นกดติดบ้างไม่ติดบ้างทำให้ต้องเสียเวลาในการปรับตั้งศูนย์กลางใหม่เพื่อไม่ให้เกิดการติดขัดในหนึ่งวันจะเกิดการติดขัดอยู่ประมาณ 25 ครั้งต่อเครื่องใช้เวลาในการปรับตั้งประมาณครั้งละ 2 นาที ดูจากรูป 4.10 ตัวยึดตุ้มที่ผิวในจะเป็นแบบผิวเรียบเมื่อนำหัวตุ้มน้ำหนักมาสวมใส่ที่ตัวยึดตุ้มเพื่อทำการดึงขึ้นลงขณะทำการดึงขึ้นลงหัวตุ้มน้ำหนักจะเสียดสีกับผิวเรียบด้านในตัวยึดตุ้ม



รูป 4.10 ตัวยึดตุ้มเมื่อสวมกับหัวตุ้มน้ำหนักก่อนการปรับปรุง

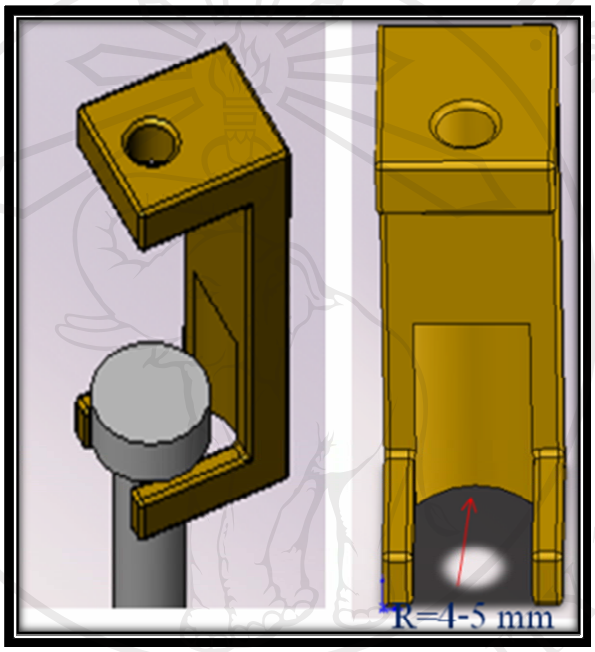
**หลังการปรับปรุง**

ได้มีการออกแบบตัว ตัวยึดตุ้ม ใหม่ให้มีการเจียรผิวออกเป็นโค้งรัศมี ประมาณ 4-5 ม.ม. ตามโค้งของหัวตุ้มน้ำหนักทำให้ช่วยลดการเสียดทานระหว่างหัวตุ้มน้ำหนักและตัวยึดตุ้มได้แต่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ยังคงมีการติดขัดอยู่บ้างจำนวนครั้งการปรับตั้งศูนย์ลดลงเหลือ 3-4 ครั้งต่อวันหรือลดการปรับตั้งได้ 84 %

| | ก่อนการปรับปรุง | หลังปรับปรุง |
|---|---|---|
| **จำนวนครั้งการติดขัด** | 25 | 4 |
| **เปอร์เซนต์การลดลง** | (25 -4)/25x 100% = 84% | |




รูป 4.11 ตัวยึดตุ้มแบบเจียรผิวโค้งเมื่อสวมกับหัวตุ้มน้ำหนักหลังการปรับปรุง

**4.4.2 พนักงาน (Man)**

**4.4.2.1 มีการเคลื่อนไหวบ่อยครั้ง**

จากขั้นตอนการทำงานของพนักงานทำให้เราทราบว่าพนักงานมีการเคลื่อนไหวบ่อยครั้ง ซึ่งเราได้ทำการวิเคราะห์ออกมาด้วยแผนภูมิวิเคราะห์การทำงานตารางที่4.2 ซึ่งจากการวิเคราะห์มีหลายขั้นตอนที่เราสามารถทำการปรับปรุงการทำงานให้ลดขั้นตอนหรือลดเวลาการทำงานได้จากแผนภูมิก้างปลารูป 4.1 เราได้วิเคราะห์แล้วว่าพนักงานมีการเคลื่อนไหวบ่อยครั้งด้วยสาเหตุ

1.เลื่อนชิ้นงานเข้าออกด้วยมือ

2.เอื้อมมือส่งงานไกล

3.ปุ่มกดเครื่องจักรอยู่ไกล

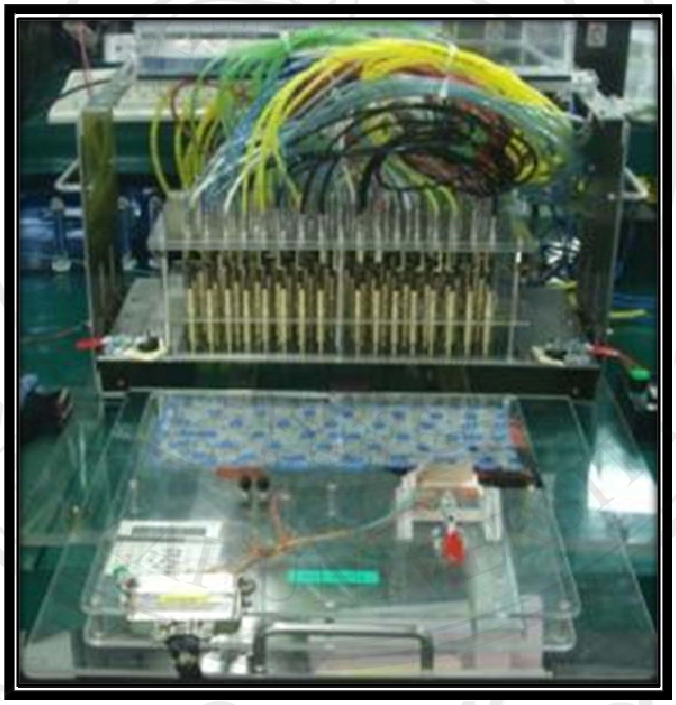
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

#### 4.4.2.1.1 เลื่อนชิ้นงานเข้าออกด้วยมือ

ในส่วนนี้คือการหยิบงานใส่จิ๊กแล้วเราต้องเสียเวลาในการดันจิ๊กเข้าแล้วเอื้อมมือมากดปุ่มเริ่มงาน (Start) จากนั้นเครื่องจักรจึงจะทำงานเริ่มการตรวจสอบชิ้นงาน เราสามารถลดขั้นตอนในส่วนนี้ได้โดยการทำจิ๊กเลื่อนเข้าออกอัตโนมัติ (Auto Slider JIG) ซึ่งจะลดขั้นตอนการดันงานเข้าและดึงงานออก

**ก่อนการปรับปรุง**

หยิบงานใส่จิ๊กและดันจิ๊กเข้าออกด้วยมือมีขั้นตอนการทำงานตามตารางที่4.2 และตารางที่ 4.3 ด้วย 6 ขั้นตอนและใช้รอบเวลา 22วินาที



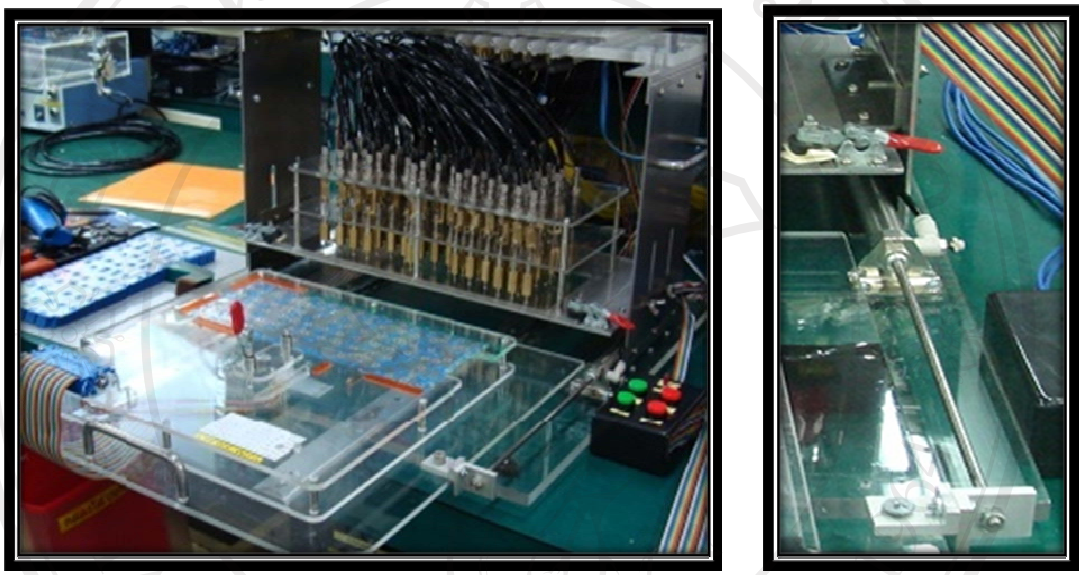
รูป 4.12 รูปจิ๊กสไลด์เข้าออกด้วยมือก่อนการปรับปรุง

**หลังการปรับปรุง**

ได้นำระบบนิวเมตริกส์ (Pneumatics) ประกอบไปด้วยกระบอกสูบ (Cylinder) และโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) และได้มีการออกแบบวงจรใหม่เพื่อทำการเชื่อมต่อกับวงจรหน่วยควบคุมการทำงานของเครื่องจักรทำให้เครื่องจักรเริ่มทำงานตั้งแต่เรากดปุ่มเริ่มงานหลังจากนั้นจิ๊กจะทำการเคลื่อนที่เข้าไปข้างในเองและในระหว่างที่เครื่องจักรกำลังเคลื่อนที่เข้าไป ได้เริ่มการตรวจสอบแล้วทำให้ช่วยลดเวลาการทำงานของเครื่องจักรลงไปได้อีก 1.5 วินาทีและลดขั้นตอนของพนักงานในการเลื่อนจิ๊ก เข้าออก 2 ขั้นตอน เป็นเวลา 3วินาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

| | ก่อนการปรับปรุง | หลังปรับปรุง |
|---|---|---|
| **จำนวนขั้นตอน** | 6 | 4 |
| **เปอร์เซนต์การลดลง** | (6-4)/6x 100% = 33% | |
| **รอบเวลาการทำงาน** | 17 | 12.5 |
| **เปอร์เซนต์การลดลง** | (17-12.5)/17x 100% = 26.47% | |



รูป 4.13 การนำระบบนิวเมตริกซ์มาช่วยหลังการปรับปรุง

#### 4.4.2.1.2 เอื้อมมือส่งงานไกล

จากที่ได้ปรับปรุงไปในบางส่วนแล้วยังมีจุดที่เราสามารถทำการปรับปรุงได้อยู่คือการเอื้อมมือส่งงานเข้ากล่องงานดี (Good Box) ไกลเกินมือเอื้อมทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้าได้จากการที่ต้องเอื้อมมือไกลๆบ่อยครั้งจึงได้มีการปรับปรุงจุดส่งงานให้เข้ามาใกล้มือมากขึ้นทำให้หยิบงานใส่กล่องได้สะดวกสามารถลดเวลาได้

**ก่อนการปรับปรุง**

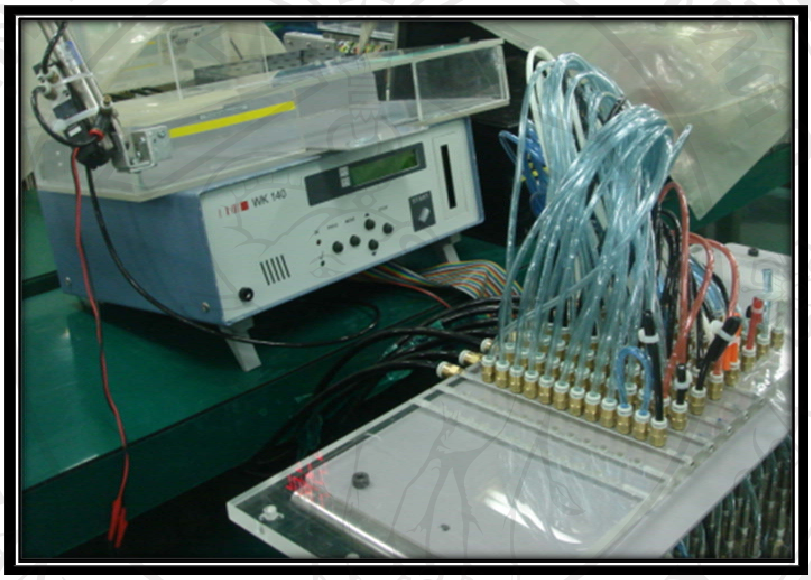
กล่องวางงานดีอยู่ไกลเกินระยะมือเอื้อมถึงให้ทำพนักงานเกิดความเมื่อยล้าและใช้เวลาในการวางงานเพิ่มขึ้น ดังรูป 4.14

**หลังการปรับปรุง**

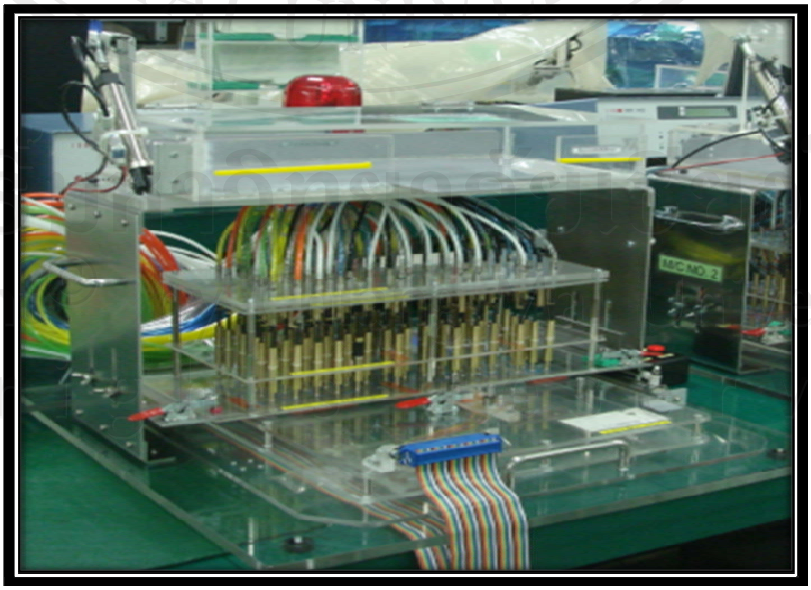
ได้ทำการปรับเปลี่ยนจุดวางงานดีใหม่ ให้อยู่ในระยะที่วางงานดีได้สะดวกมากขึ้นโดยวางไว้ที่บนเครื่องตรวจสอบงานดังรูป 4.15 สามารถลดเวลาได้จาก 1.5 วินาที เหลือเพียง 1 วินาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

| | ก่อนการปรับปรุง | หลังปรับปรุง |
|---|---|---|
| **ลดเวลาการวางงาน** | 1.5 | 1 |
| **เปอร์เซนต์การลดลง** | (1.5-1)/1.5x 100% = 33% | |
| **รอบเวลาการทำงาน** | 12.5 | 12 |
| **เปอร์เซนต์การลดลง** | (12.5-12)/12.5x 100% = 4% | |



รูป 4.14 การวางกล่องงานดีก่อนการปรับปรุง



รูป 4.15 การวางกล่องงานดีหลังการปรับปรุง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

#### 4.4.2.1.3 ปุ่มกดเครื่องจักรอยู่ไกล

ปุ่มกดเริ่มเครื่องจักรทำงานอยู่ไกลเราต้องทำการเอื้อมมือไปกดที่ตัวเครื่องจักรเพื่อให้เริ่มงานบางครั้งพื้นที่การทำงานไม่เพียงพอทำให้การจัดวางเครื่องจักรต้องอยู่ไกลมากขึ้นอีกทำให้เราเสียเวลากับเรื่องนี้จึงได้มีการออกแบบการต่อเชื่อมปุ่มกดเครื่องจักรออกมาใหม่ให้วางใกล้มือมากที่สุดทำให้เราสะดวกในการกดเพื่อเริ่มงานหรือกดเพื่อเคลียร์งาน

**ก่อนการปรับปรุง**

ปุ่มกดการเริ่มงานของเครื่องจักรต้องทำการกดปุ่มบนตัวเครื่องจักรดังรูป4.16 หากเครื่องจักรวางไกลทำให้ต้องเอื้อมมือไปกดไกล ทำให้ใช้เวลามากกว่าปกติ

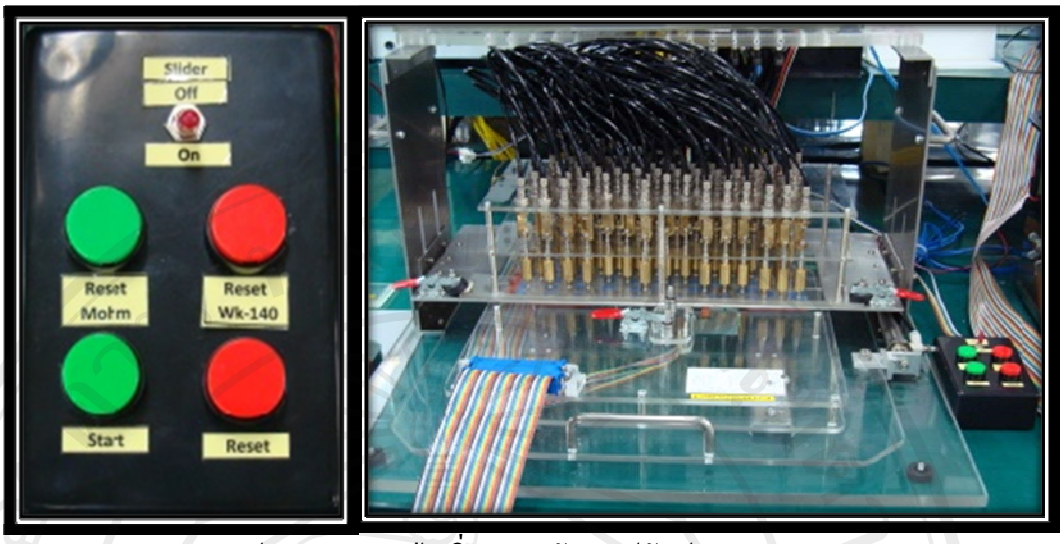
รูป 4.16 การกดปุ่มเริ่มงานที่เครื่องจักรก่อนการปรับปรุง

**หลังการปรับปรุง**

ได้มีการออกแบบการต่อเชื่อมปุ่มกดเครื่องจักรออกมาใหม่ให้วางใกล้มือมากที่สุดทำให้เราสะดวกในการกดเพื่อเริ่มงานหรือกดเพื่อเคลียร์งานซึ่งการปรับปรุงครั้งนี้สามารถช่วยลดเวลาการกดงานจาก 1.5 วินาที เหลือเพียง 1 วินาที

| | ก่อนการปรับปรุง | หลังปรับปรุง |
|---|---|---|
| **ลดเวลาการกดปุ่ม** | 1.5 | 1 |
| **เปอร์เซนต์การลดลง** | (1.5-1)/1.5x 100% = 33% | |
| **รอบเวลาการทำงาน** | 12 | 11.5 |
| **เปอร์เซนต์การลดลง** | (12-11.5)/12x 100% = 4.16% | |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




รูป 4.17 การกดปุ่มเริ่มงานหลังการปรับปรุง

**4.4.3 ขั้นตอนการทำงาน (Method)**

ในส่วนของการปรับปรุงครั้งสุดท้ายจะเป็นในเรื่องของขั้นตอนการทำงาน (Method) จากการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิก้างปลาคือ

**4.4.3.1** หยิบงานใส่จิ๊กยาก

ในการตรวจสอบชิ้นงานเราต้องนำชิ้นงานมาใส่ในจิ๊กเพื่อให้โพรบพิน (Probe Pin) ทำการเชื่อมต่อระหว่างคอนเน็กเตอร์ (Connector) ของชิ้นงานเพื่อให้เครื่องจักรทำการตรวจสอบเส้นลายวงจรสมบูรณ์หรือไม่แต่ในการนำชิ้นงานมาใส่เพื่อให้โพรบพิน (Probe Pin) ตรงกับตำแหน่งของคอนเน็กเตอร์ (Connector) ทำได้ไม่ง่ายมากนักและชิ้นงานมีการออกแบบหางคอนเนกเตอร์แบบหางโค้งเป็นตัวแอล (L) ทำให้บางครั้งชิ้นงานก็ตรงตำแหน่งแต่บางครั้งก็ไม่ตรงตำแหน่งพนักงานต้องเสียเวลานำชิ้นงานเข้าใส่ใหม่เพื่อให้ตรงตำแหน่งถ้าใส่ครบ 2 ครั้งแล้วไม่ดีให้ถือว่าเป็นงานเสียทันทีซึ่งโอกาสที่ชิ้นงานจะไม่ตรงตำแหน่งมีมากถึง 30% ของจำนวนครั้งการใส่

**ก่อนการปรับปรุง**

จากเดิมเราใช้จิ๊กแบบบานพับในการนำโพรบพินเชื่อมต่อเข้ากับคอนเนกเตอร์ของชิ้นงานเมื่อใช้งานไปนานๆจะพบว่าบานพับมีการสั่นครอนไม่มั่งคงเอียงซ้ายเอียงขวาทำให้เกิดการไม่ตรงตำแหน่งของชิ้นงาน

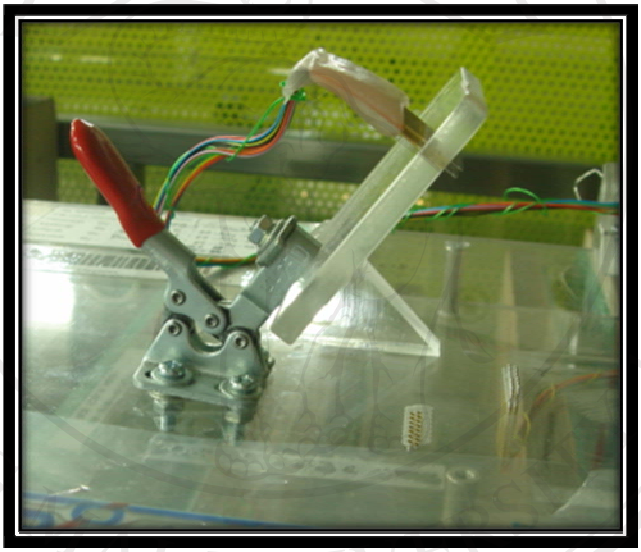
**หลังการปรับปรุง**

ได้มีการออกแบบจิ๊กใหม่โดยเปลี่ยนจากบานพับมาเป็นแบบบูช (Bush) ให้โพรบพินมีการเคลื่อนตำแหน่งในแกน Z หรือแกนตั้งให้โพรบพินเคลื่อนที่ขึ้นกับลงเท่านั้นและในส่วนของหาง

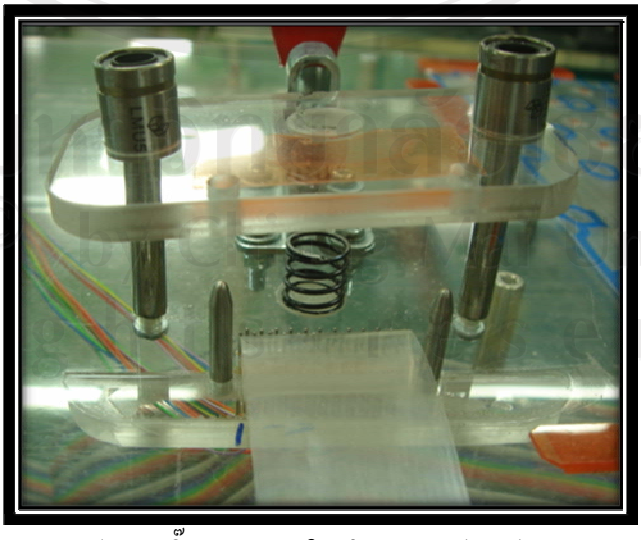
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คอนเน็กเตอร์ได้มีการใส่ไกด์พิน (Guide Pin) ทำการยึดตำแหน่งหางคอนเนกเตอร์ของชิ้นงาน ไม่ให้เคลื่อนที่ทำให้การนำชิ้นงานมาใส่จิ๊ก สะดวกมากขึ้นกว่าเดิมโอกาสไม่ตรงตำแหน่งลดน้อยลงกว่าเดิม และลดเวลาการใส่ชิ้นงานเข้าจิ๊กจาก 3 วินาที เหลือเพียง 2 วินาที

| | **ก่อนการปรับปรุง** | **หลังปรับปรุง** |
|---|---|---|
| **ลดเวลาการใส่งาน** | 3 | 2 |
| **เปอร์เซนต์การลดลง** | (3-2)/3x 100% = 33% | |
| **รอบเวลาการทำงาน** | 11.5 | 10 |
| **เปอร์เซนต์การลดลง** | (11.5-10)/11.5x 100% = 13% | |



รูป 4.18 จิ๊กใช้งานแบบเดิมก่อนการปรับปรุง



รูป 4.19 จิ๊กออกแบบใหม่หลังการปรับปรุง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**4.5 ประเมินผลประสิทธิภาพ**

หลังจากการปรับปรุงในส่วนของเครื่องจักร (Machine) พนักงาน (Man) และขั้นตอนการทำงาน (Method) แล้วเราใช้แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานได้ดังตารางที่4.8 พบว่าขั้นตอนการทำงานลดลงจาก 6 ขั้นตอนเหลือ 4 ขั้นตอน และรอบเวลาจาก 22 วินาที เหลือ 10.5 วินาที และสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของคนและเครื่องจักรหลังการปรับปรุงได้ดังตารางที่4.9

**การวิเคราะห์แผนภูมิการทำงาน**

แผนภูมิวิเคราะห์การทำงาน ☑ คน ☑ เครื่องจักร

Chart No.4 ขั้นตอนวิธีการทำงานหลังการปรับปรุง

กิจกรรม การตรวจสอบทางไฟฟ้าของชิ้นงาน

ตารางที่4.8 แผนภูมิวิเคราะห์การตรวจสอบทางไฟฟ้าหลังการปรับปรุงเครื่องจักรและพนักงาน

| ขั้นตอนการทำงาน | ○ | ⇨ | D | ▽ | ระยะทาง (เมตร) | เวลา (วินาที) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.หยิบชิ้นงานใส่จิ๊ก1 | O | | | | | 2 |
| 2.กดปุ่มเริ่มงาน1 | O | | | | | 1 |
| 3.เครื่องจักร1ทำงาน | O | | | | | 6.5 |
| 4.หยิบงานใส่ Good Box1 | O | | | | | 1 |
| รวม | 4 | | | | | 10.5 |

**การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของคนและเครื่องจักร**

**กิจกรรม** การตรวจสอบทางไฟฟ้าของชิ้นงาน

**ชื่อชิ้นงาน** แป้นพิมพ์เมมเบรนสวิทช์

☐ ก่อนการปรับปรุง ☑ หลังการปรับปรุง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ชื่อเครื่องจักร** เครื่องตรวจสอบทางไฟฟ้า (Schaffner-W324)

ตารางที่4.9 แผนภูมิความสัมพันธ์คนและเครื่องจักรหลังการปรับปรุง

| **Operator** | **Time** | | **Machine1** | **time** | |
|---|---|---|---|---|---|
| หยิบชิ้นงานใส่จิ๊ก1 | 2 | | Idle Time | 3 | |
| กดปุ่มเริ่มงาน1 | 1 | | | | |
| Idle Time | 6.5 | | เครื่องจักรทำงาน | 6.5 | |
| หยิบงานใส่ Good Box1 | 1 | | Idle Time | 1 | |
| รวมเวลา | 10.5 | | | 10.5 | |
| | **การปฏิบัติงานของคน** | | **การปฏิบัติงานของเครื่องจักร** | | |
| **เวลาปฏิบัติงาน(วินาที)** | 4 | | 6.5 | | |
| **เวลาว่างงาน(วินาที)** | 6.5 | | 4 | | |
| **เวลาครบรอบการทำงาน** | 10.5 | | 10.5 | | |
| **%การปฏิบัติงาน** | 4/10.5 x 100 = 38% | | 6.5/10.5 x 100 = 62% | | |

ผลจากการที่เราสามารถลดรอบเวลาการทำงานทั้งของคนและเครื่องจักรลงได้ จึงต้องมีการคำนวณค่าความสัมพันธ์ของคนและเครื่องจักรใหม่เพื่อหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมกับจำนวนพนักงานซึ่งสามารถคำนวนได้ดังต่อไปนี้

**การคำนวณหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมกับคนงานคนเดียว**

เวลาคนทำงาน = 4 วินาที เวลาเครื่องจักรทำงาน = 6.5 วินาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

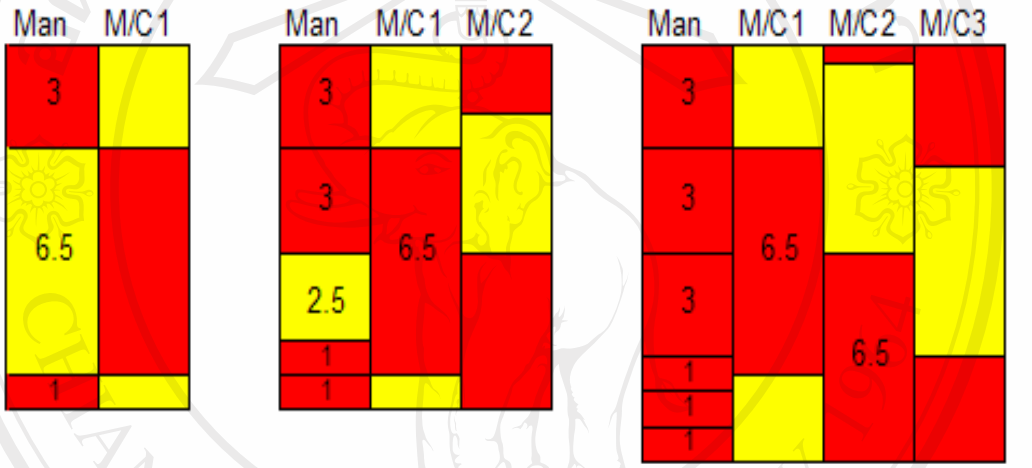
$$n' = \frac{T}{a} = \frac{(a+t)}{a}$$

n′ = จำนวนเครื่องจักร a = เวลาที่คนงานทำงาน T = เวลาทั้งวัฏจักร t = เวลาที่เครื่องจักรทำงาน

n’ = (4 + 6.5) / 4 = 2.65 เครื่อง

จำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมที่สุดที่คนงาน 1 คนควรควบคุมคือ 3 เครื่องพิจารณาการทำงานของคนเป็นหลัก ดูค่าเปรียบเทียบได้จากตารางที่4.10 พบว่า 3 เครื่องมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งสามารถใช้คนได้คุ้มประสิทธิภาพมากถึง 100 % และใช้ประสิทธิภาพของเครื่องจักร 54.17%

ตารางที่4.10 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพจำนวนเครื่องจักรต่อคนงานหลังการปรับปรุง




| | 1M/C | | 2M/C | | | 3M/C | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Man | M/C | Man | M/C | M/C | Man | M/C | M/C | M/C |
| Idle | 6.5 | 4 | 2.5 | 4 | 4 | 0 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| Working time | 4 | 6.5 | 8 | 6.5 | 6.5 | 12 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| Total cycle time | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Utilization in percent | 38.1 | 61.9 | 76.19 | 61.9 | 61.9 | 100 | 54.17 | 54.17 | 54.17 |

**การเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง**

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการตรวจสอบทางไฟฟ้าของเมมเบรนสวิทซ์ ได้มีการปรับปรุงตั้งแต่เครื่องจักร พนักงาน และ กระบวนการ ซึ่งทั้งหมดที่ได้ปรับปรุงมา สามารถสรุปได้ดังตาราง4.11

ตารางที่4.11 ตารางการเปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

| หัวเรื่อง | ก่อนการปรับปรุง | หลังการปรับปรุง | วิธีการปรับปรุง | ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น |
|---|---|---|---|---|
| เวลาตรวจสอบคีย์(วินาที) | 10 | 5 | ตรวจสอบทีละ1แถว | 50% |
| จำนวนครั้งจิ๊กเคลื่อนตัว | 15 | 0 | ใช้ตัวล๊อกยึดจิ๊ก | 100% |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| เวลาที่ใช้ในการติดตั้งเครื่อง จักร(นาที) | 233 | 120 | ออกแบบชุดตรวจสอบใหม่ | 48.5% |
| จำนวนครั้งลูกตุ้มติดขัด | 25 | 4 | ออกแบบตัวยึดตุ้มใหม่ | 84% |
| **หัวเรื่อง** | **ก่อนการปรับปรุง** | **หลังการปรับปรุง** | **วิธีการปรับปรุง** | **ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น** |
| จำนวนขั้นตอนการทำงาน | 6 | 4 | ทำจิ๊กเลื่อนเข้าออกอัตโนมัติ | 33.33% |
| เอื้อมมือส่งงานไกล | 1.5 | 1 | ปรับเปลี่ยนตำแหน่งการวางกล่องงานดีใหม่ | 33.33% |
| ปุ่มกดเริ่มงานอยู่ไกล | 1.5 | 1 | ออกแบบปุ่มกดใหม่ให้วางใกล้มือ | 33.33% |
| หยิบงานใส่จิ๊กยาก | 3 | 2 | เปลี่ยนเป็นแบบบูช | 33.33% |
| เวลาที่คนทำงาน | 9 | 4 | - | 55.55% |
| เวลาเครื่องจักรทำงาน(วินาที) | 13 | 6.5 | | 50% |
| รอบเวลาการทำงาน(วินาที) | 22 | 10.5 | - | 52.27% |
| %ประสิทธิภาพการทำงานเครื่องจักรต่อ3เครื่อง | 48.15% | 54.17% | - | 6.02% |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved