# การเพิ่มผลผลิต โดยใช้เทคนิควิศวกรรมวิธีการ
# กรณีศึกษา: กระบวนการขัดในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

# PRODUCTIVITY IMPROVEMENT BY METHOD ENGINEERING TECHNIQUE: A CASE STUDY OF A POLISHING PROCESS AT A HARD DISK DRIVE COMPONENT MANUFACTURER

ปรัชญากรณ์ ขันทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

# การเพิ่มผลผลิตโดยใช้เทคนิควิศวกรรมวิธีการ
# กรณีศึกษา: กระบวนการขัดในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ปรัชญากรณ์ ขันทอง

วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การเพิ่มผลผลิตโดยเทคนิควิศวกรรมวิธีการ กรณีศึกษา: กระบวนการขัดในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ |
| **ชื่อ-นามสกุล** | นายปรัชญากรณ์ ขันทอง |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมอุตสาหการ |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | รองศาสตราจารย์ ณฐา คุปตัษเฐียร, Ph.D |
| **ปีการศึกษา** | 2555 |

# บทคัดย่อ


วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตและการทำงานของเครื่องจักรในโรงงานผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดิสก์ไดรฟ์ โดยได้นำเอาหลักการปรับตั้งเครื่องจักรและเทคนิควิศวกรรมวิธีการมาเป็นแนวทางในการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานและเพิ่มผลผลิตของกระบวนการขัดจากการศึกษากระบวนการทำงานของการขัดชิ้นงานที่แผนก Middle End กับ Back End ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดิสก์ไดรฟ์ พบว่าอัตราการเดินเครื่องจักรต่ำอยู่ที่ร้อยละ 38.77 ส่งผลกระทบให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรต่ำอยู่ที่ร้อยละ 29.95 เป็นผลให้การมอบส่งสินค้าไม่ทันตามระยะเวลาที่กำหนด ขั้นตอนการดำเนินงานเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลและระบุสาเหตุของปัญหา ซึ่งพบปัญหาจุดคอขวดอยู่ที่เครื่องขัดใช้เวลาในการปรับตั้งนานแล้วทำการหาแนวทางปรับปรุงที่เหมาะสมแล้วยืนยันผลการปรับปรุงจริงด้วยการออกแบบการทดลอง

ผลการปรับปรุงสามารถช่วยลดเวลาลงจากเดิม 15.68 นาที/รุ่นการผลิต เหลือเพียง 3.41 นาที/รุ่นการผลิต และสามารถเพิ่มผลผลิตได้จากเดิม 4,000,000 ชิ้น/เดือน เป็น 6,000,000 ชิ้น/เดือน ผลิตภาพด้านแรงงานเพิ่มจาก 99.72 ชิ้นต่อจำนวนแรงงานต่อชั่วโมงการทำงาน เป็น 161.58 ชิ้นต่อชั่วโมง แรงงานผลิตภาพด้านการลงทุนเพิ่มจาก 0.0069 ชิ้นต่อบาท เป็น 0.012 ชิ้นต่อบาท ส่งผลให้สามารถส่งมอบสินค้าได้ตามกำหนดและตามปริมาณความต้องการที่มีเพิ่มมากขึ้น



**คำสำคัญ :** เพิ่มผลผลิต ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร อัตราการเดินเครื่องจักร

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Productivity Improvement by Method Engineering Technique: A Case Study of a Polishing Process of a Hard Disk Drive Component Manufacturer |
| **Name-Surname** | Mr. Prachyakorn Kuntong |
| **Program** | Industrial Engineering |
| **Thesis Advisor** | Associate Professor Natha Kuptasthien, Ph.D |
| **Academic Year** | 2012 |

# ABSTRACT

The objective of this research was to improve the efficiency of process and machining operation at a hard disk drive component manufacturer. The method engineering technique and setup time reduction was used to enhance the efficiency by reduce setup time for productivity improvement of polishing process. Polishing processes of the Middle End and Back End department at the case study company were selected to study. Found the availability rate of 38.77 was low affect to the overall equipment effectiveness value is at 29.95 percent. Hence, the production could not achieve the monthly target which lingered the delivery time.

The process begins by gathering the data and determines the cause of the problem. The polishing machine is bottleneck process. After confirm result by design of experimental.

For improvement can reduce setup time from 15.68 minutes / lot to 3.41 minutes / lot. the quantity of product increased from 4,000,000 pieces / month to 6,000,000 pieces / month. the labor productivity from 99.72 to 161.58 parts per labor hour, the capital was increased from 0.0069 to 0.012 bath/pieces. Consequently, the delivery time and production output met with the customer requirements.

**Keywords** : productivity improvement, overall equipment effectiveness, availability

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้คำปรึกษา แนวคิด ข้อเสนอแนะ ข้อคิดเห็นต่างๆ และตรวจสอบข้อบกพร่อง อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้จนงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะครูอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้การเรียนการสอนด้าน สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิทยานิพนธ์นี้สามารถเสร็จสิ้นได้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และจะไม่สามารถเสร็จสิ้นได้ถ้าปราศจากกำลังใจจากครอบครัว เพื่อนๆ ทุกคน และผู้วิจัยขอขอบพระคุณหัวหน้างานแผนกวิศวกรควบคุมการผลิตและพนักงานทุกคน ที่ได้ให้โอกาสและคำแนะนำเป็นแนวทางในการทำการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ปรัชญากรณ์ ขันทอง

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ..... 3

1.3 สมมุติฐานการศึกษา ..... 4

1.4 ขอบเขตของการศึกษา ..... 4

1.5 ขั้นตอนการศึกษา ..... 4

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา ..... 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 6

2.1 การเพิ่มผลผลิต ..... 6

2.2 เทคนิคทางวิศวกรรมวิธีการ ..... 11

2.3 การปรับตั้งเครื่องจักร (Set up time reduction) ..... 16

2.4 การบำรุงรักษาทวีผล ..... 18

2.5 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE – Overall Equipment Effectiveness) ..... 20

2.6 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC tools) ..... 21

2.7 การวิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis FMEA) ..... 23

2.8 การขยายหน้าที่ด้านคุณภาพ (Quality Function Deployment, QFD) ..... 29

2.9 เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ค่าทางสถิติของงานวิจัย ..... 31

2.10วิจารณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 35

# สารบัญ(ต่อ)


บทที่ หน้า

3 การดำเนินการวิจัย ..... 40
3.1 การกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น ..... 41
3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ..... 41
3.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ..... 50
3.4 การปรับปรุงกระบวนการ ..... 53
3.5 การประเมินผลการวิจัย ..... 55
3.6 การจัดทำมาตรฐานควบคุมการทำงานหลังการปรับปรุงกระบวนการ ..... 55
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ..... 56
4.1 ผลการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น ..... 56
4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องขัด ..... 60
4.3 ผลการพิจารณาและนำมาตรการตอบโต้แก้ไขปัญหาไปปฏิบัติ ..... 82
4.4 การปรับปรุงการทำงานเพื่อเพิ่มอัตราการเดินเครื่องขัด ..... 84
4.5 ผลการปรับปรุงการเพิ่มอัตราการเดินเครื่องขัด ..... 90
4.6 จัดตั้งการควบคุมและขั้นตอนการเผยแพร่การเพิ่มอัตราการเดินเครื่องขัด ..... 93
4.7 ผลการวิเคราะห์อัตราคุณภาพ ..... 98
4.8 ผลการปรับปรุงอัตราคุณภาพ ..... 119
4.9 จัดตั้งการควบคุมและขั้นตอนการเผยแพร่ในการเพิ่มอัตราคุณภาพ ..... 120
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ..... 123
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน ..... 123
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย ..... 125
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัติ ..... 126
รายการอ้างอิง ..... 129
ภาคผนวก ..... 132
ภาคผนวก ก ข้อมูลที่ใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ..... 133
ภาคผนวก ข ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ ..... 142
ภาคผนวก ค การศึกษากระบวนการผลิต ..... 151
ประวัติผู้เขียน ..... 160

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

2.1 สัญลักษณ์งานพื้นฐานในการปรับตั้งเครื่องจักร ..... 17

2.2 เกณฑ์การให้ลำดับขั้นผลกระทบของความรุ่นแรง ..... 26

2.3 การให้ลำดับโอกาสเกิดความผิดพลาด ..... 27

2.4 โอกาสที่จะตรวจจับโดยการควบคุมกระบวนการโอกาสที่จะตรวจจับโดยการควบคุมกระบวนการ ..... 27

4.1 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรของบริษัทกรณีศึกษา ..... 61

4.2 ของเสียที่เกิดจากกระบวนการขัด ..... 64

4.3 เป้าหมายการวิจัย (ตัวชี้วัดการวิจัย) ..... 67

4.4 แผนภูมิการไหลของงานของกระบวนการขัด ..... 68

4.5 สรุปแผนภูมิการไหลของงานของกระบวนการขัด ..... 69

4.6 แนวทางในการปรับปรุงเรื่องการปรับตั้งเครื่องจักร ..... 75

4.7 สรุปผลการวิเคราะห์งาน ..... 78

4.8 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง ..... 79

4.9 สรุปแนวคิดในการปรับปรุง ..... 80

4.10ผลของการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดออกและเข้าเครื่องขัด ..... 85

4.11แบบซอยงานสำหรับกลุ่มพนักงานหยิบงานออกและเข้าเครื่องขัด ..... 94

4.12แบบซอยงานสำหรับกลุ่มพนักงานสนับสนุนและล้างผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ..... 95

4.13ตารางงานมาตรฐานแบบผสมของพนักงานปรับตั้ง ..... 96

4.14ตารางงานมาตรฐานแบบผสมของพนักงานกลุ่มล้างชิ้นงานตัวอย่าง ..... 96

4.15งานมาตรฐานแบบผสมของพนักงานกลุ่มสนับสนุน ..... 97

4.16ความสามารถในการทำงานของกระบวนการขัด ..... 97

4.17ลำดับการทำงานมาตรฐาน ..... 98

4.18ผลการวิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบ ..... 99

4.19ผลสรุปลำดับคะแนนในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบที่สำคัญ ..... 100

4.20คิวเอฟดีสำหรับการออกแบบ อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงาน ..... 102

4.21ผลการทดสอบชั่วโมงการใช้งาน อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานกับเปอร์เซ็นต์คุณภาพ ..... 103

4.22คิวเอฟดีสำหรับการออกแบบอุปกรณ์เก็บชิ้นงาน ..... 107

# สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.23ผลการวิเคราะห์พื้นผิวของชิ้นงาน ..... 111
4.24ผลการวิเคราะห์ลักษณะของเสียและสารเคมีบนพื้นผิวของชิ้นงาน ..... 112
4.25คิวเอฟดีสำหรับการออกแบบอุปกรณ์เก็บหยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง..... 114
4.26ผลการวิเคราะห์พื้นผิวของชิ้นงาน ..... 117
4.27ผลการวิเคราะห์ลักษณะของเสียและสารเคมีบนพื้นผิวของชิ้นงาน ..... 117
4.28ผลการวิเคราะห์ลักษณะขอบของชิ้นงาน ..... 118
4.29สรุปสมมติฐานการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบที่สำคัญ..... 118
5.1 สรุปผลการวิจัย (ผลลัพธ์ตัวชี้วัดการวิจัย)..... 125
5.2 ผลการปรับปรุงกระบวนการสายการผลิตกรณีศึกษา ..... 126

# สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า


2.1 หลักการการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว ..... 16
2.2 ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว ..... 17
2.3 กระบวนการขยายหน้าที่ด้านคุณภาพ ..... 29
2.4 บ้านแห่งคุณภาพ ..... 30
3.1 แผนผังบุคลากรที่ดำเนินการวิจัย ..... 40
3.2 ใบตรวจสอบการไหลของกระบวนการ ..... 43
3.3 แผนภูมิการปฏิบัติงานแบบทวีคูณ (Multiple Activity Chart) ..... 44
3.4 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูล ..... 45
3.5 การแยกแยะกิจกรรม ..... 46
3.6 ผลการวิเคราะห์ ..... 46
3.7 ตัวอย่างกราฟแสดงผลการวิเคราะห์ ..... 47
3.8 แผนภาพแสดงเหตุและผลของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปัญหาการเดินเครื่องจักรและคุณภาพที่กระบวนการขัดต่ำ ..... 48
3.9 ใบตรวจสอบผลการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว ..... 50
3.10การรวบรวมวิธีแก้ไขปัญหาและมาตรการโต้ตอบปัญหา ..... 51
3.11แบบฟอร์มการประเมิน QFD ..... 52
4.1 ผลการผลิตกับความต้องการของ บริษัทกรณีศึกษา ..... 56
4.2 แผนภูมิของกระบวนการผลิตภัณฑ์บริษัทกรณีศึกษา ..... 57
4.3 แสดงจุดคอขวดของโรงงาน ..... 58
4.4 เครื่องขัด (Polishing Machine) ..... 58
4.5 ทิศทางการไหลของสารละลายผงขัด ..... 59
4.6 ภาพใบบันทึกกระบวนการผลิตประจำวัน ..... 60
4.7 แผนภูมิพาเรโต้แสดงการสูญเสียเวลาของกระบวนการขัด ..... 62
4.8 แผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการขัดชิ้นงานในช่วงที่เครื่องจักรหยุด ..... 63
4.9 แผนภูมิพาเรโต้ชนิดของเสียที่เกิดจากกระบวนการขัด ..... 64
4.10แผนภูมิการปฏิบัติงานแบบทวีคูณของพนักงานและเครื่องขัด ก่อนการปรับปรุง ..... 71
4.11แผนภูมิพาเรโตของกิจกรรมหยิบงานเข้าและออกจากเครื่องขัด ..... 72

# สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า


4.12การแยกงาน ..... 73
4.13การจัดทำแผนมาตรการตอบโต้ปัญหาและปฏิบัติเพื่อการแก้ปัญหา ..... 83
4.14อุปกรณ์การล้างชิ้นงาน ..... 84
4.15อุปกรณ์การเก็บอุปกรณ์หยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง ..... 84
4.16การทดสอบความพอเพียงของแบบจำลอง (Model Adequacy Check) ..... 86
4.17ผลการวิเคราะห์วิธีการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าและออกจากเครื่องขัด ..... 87
4.18ผลการวิเคราะห์อิทธิพลหลักวิธีการของหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าและออกจากเครื่อง ..... 88
4.19รูปแบบการจัดการทำงานระบบใหม่ ..... 89
4.20รูปแบบการจัดทีมงานปรับตั้ง ..... 90
4.21แผนภูมิการปฏิบัติงานแบบทวีคูณก่อนและหลังปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักร ..... 91
4.22ยอดการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง ..... 92
4.23เวลาการปรับตั้งเครื่องขัดก่อนและหลังการปรับปรุง ..... 92
4.24แผนภาพแสดงเหตุและผลของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน ..... 99
4.25แผนภาพพาเรโตเรียงตามลำดับค่า RPN ..... 101
4.26การติดตั้งอุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานเครื่องขัดและลักษณะของ อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงาน ..... 102
4.27การทดสอบความพอเพียงของแบบจำลอง (Model Adequacy Check) ..... 104
4.28ผลการวิเคราะห์การทดสอบชั่วโมงการใช้งาน อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานกับ อัตราคุณภาพ ..... 105
4.29กราฟแสดงคุณภาพโดยเฉลี่ยก่อนติดตั้งและหลังติดตั้ง อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงาน ..... 106
4.30การเก็บชิ้นงานด้วยมือ ..... 106
4.31อุปกรณ์เก็บชิ้นงานด้วยระบบสุญญากาศ ..... 108
4.32หลักการทำงานของอุปกรณ์เก็บชิ้นงานด้วยระบบสุญญากาศ ..... 108
4.33การทดสอบความพอเพียงของแบบจำลอง (Model Adequacy Check) ..... 109
4.34ผลการวิเคราะห์วิธีการใช้อุปกรณ์เก็บชิ้นงาน ..... 110
4.35การหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องแล้วโดนขอบของจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัด ..... 113

# สารบัญภาพ (ต่อ)

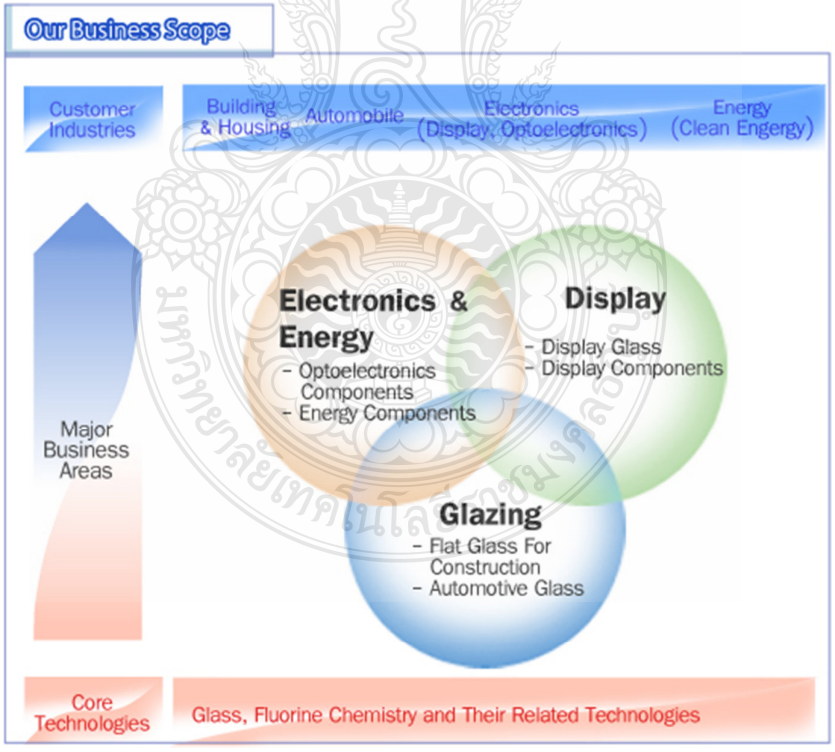
ภาพที่ หน้า

4.36อุปกรณ์เก็บหยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง ..... 114
4.37การเตรียมชิ้นงานในขณะที่เครื่องจักรทำงาน ..... 115
4.38ผลการวิเคราะห์วิธีการใช้อุปกรณ์หยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง ..... 116
4.39อัตราคุณภาพก่อนและหลังการปรับปรุง ..... 119
4.40มาตรฐานการใช้อุปกรณ์เก็บชิ้นงาน ..... 120
4.41มาตรฐานการใช้อุปกรณ์ปรับตั้งเตรียมงานเข้าเครื่อง ..... 121
4.42ตัวอย่างกระดานการจัดกิจกรรมบำรุงรักษาแบบทวีผล ..... 122
5.1 สรุปแนวทางการดำเนินงานวิจัย (การปรับปรุงสายการผลิตกรณีศึกษา) ..... 124

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

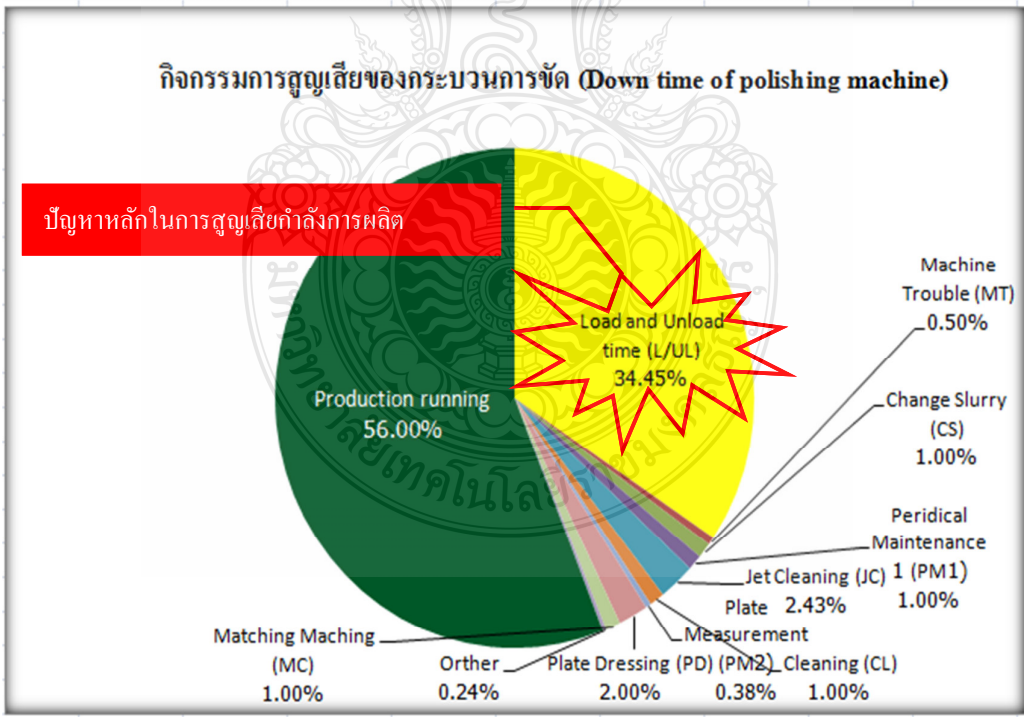
โรงงานตัวอย่างที่หยิบยกเป็นกรณีศึกษา เป็นโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2548) โดยมีสำนักงานใหญ่อยู่ที่ประเทศญี่ปุ่น โรงงานตัวอย่างได้รับการยอมรับในฐานะผู้นำด้านการผลิตชิ้นส่วนสำคัญในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟและผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ขนาดใหญ่ มีบริษัทในเครือบริษัทอีกกว่า 30 ประเทศ ทั่วโลกในโซนเอเชีย ยุโรป และอเมริกาเหนือ ผลิตภัณฑ์ของบริษัทส่วนใหญ่ในเครือจะเป็นสินค้าและบริการประเภทกระจกที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยบริษัทมุ่งให้ความสำคัญต่อการรักษาคุณภาพให้ได้ตามมาตรฐานและการจัดส่งตามเวลาที่กำหนด เช่น กระจกที่ใช้ในรถยนต์ อาคารบ้านเรือน กระจกที่ใช้ในวงการอิเล็กทรอนิกส์ ดังแสดงในภาพที่ 1.1




**ภาพที่ 1.1** ธุรกิจในเครือโรงงานตัวอย่าง

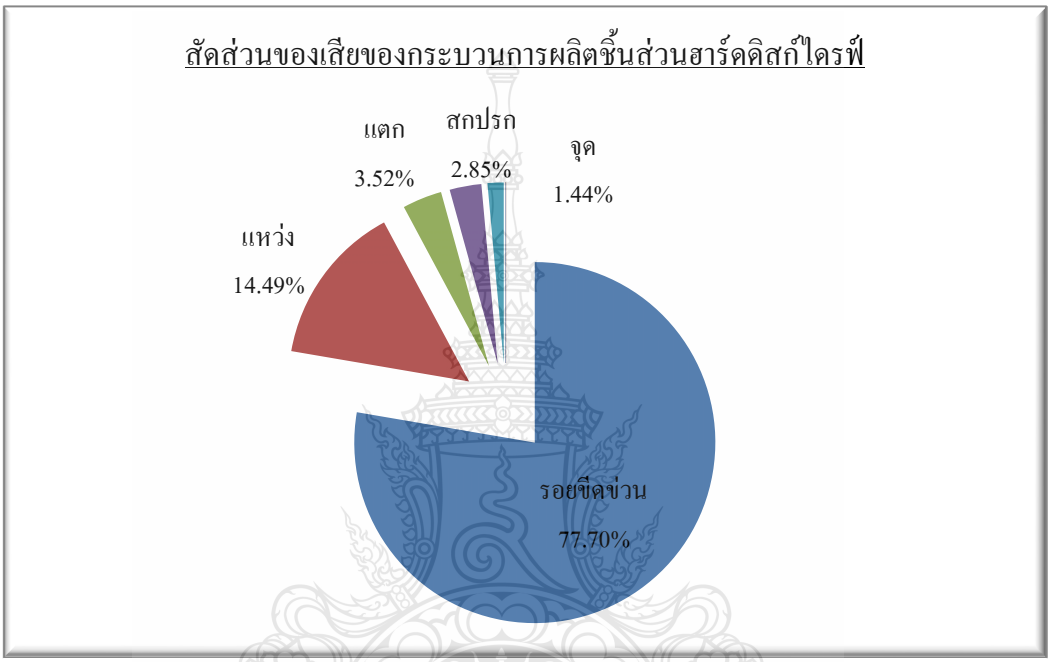
จากภาพที่ 1.1 เป็นขอบเขตของธุรกิจในเครือโรงงานตัวอย่างซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม หลักๆ ได้แก่ กลุ่มพลังงานและอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics and Energy) เช่น ผลิตเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ กลุ่มกระจกแผ่นเรียบ (Glazing) เช่น กระจกรถยนต์ กลุ่มผลิตกระจกแผ่นเล็ก (Display) เช่น จอแบบสัมผัสต่างๆ

ปัญหาในกระบวนผลิตในสายการผลิตของโรงงานตัวอย่าง คือ ไม่สามารถที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เนื่องจากกำลังการสั่งซื้อมีเพิ่มมากขึ้นจาก 4,000,000 ชิ้น/เดือน เป็น 6,000,000 ชิ้น/เดือน จากปัญหาเบื้องต้น ทางผู้วิจัยและทีมงานได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ซึ่งพบสาเหตุที่คาดว่าเป็นสาเหตุหลัก 2 สาเหตุด้วยกัน คือ อัตราการเดินเครื่องจักรต่ำซึ่งปัจจุบันอยู่ที่ร้อยละ 38.77 และอัตราคุณภาพต่ำซึ่งปัจจุบันอยู่ที่ร้อยละ 70.90 จากการศึกษากระบวนการผลิตทั้งโรงงาน ดังแสดงในภาคผนวก ค พบว่าจุดคอขวดของโรงงานอยู่ที่กระบวนการขัด เนื่องจากอัตราการเดินเครื่องจักรต่ำ โดยเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตเหล่านี้ใช้เวลาในการปรับตั้งสูงประมาณ 15.68 นาที/รุ่น หรือคิดเป็นประมาณร้อยละ 34.45 ของกิจกรรมการสูญเสีย (Down Time) ต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 1.2




**ภาพที่ 1.2** กิจกรรมการสูญเสียเวลาในกระบวนการผลิต

สำหรับอัตราคุณภาพ จากข้อมูลของฝ่ายผลิตกระบวนการขัดชิ้นงาน (Polishing Process) ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2553 อัตราคุณภาพอยู่ที่ร้อยละ 70.05 ดังแสดงในภาพที่ 1.3 พบว่าของเสียหลักที่เกิดจากกระบวนการขัด คือ รอยขีดข่วนและรอยแหว่งบนผิวชิ้นงาน คิดเป็นร้อยละ 77.70 และ 14.49 ตามลำดับ




**ภาพที่ 1.3** สัดส่วนของเสียของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

จากทั้ง 2 สาเหตุ ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจในการนำหลักการทางวิศวกรรม วิธีการเข้ามาบริหารจัดการและมาประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ไขปัญหาในการเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพการทำงาน เช่น การลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต การลดเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องจักร การเพิ่มอัตราคุณภาพโดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบ FMEA เป็นต้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.เพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องขัดให้น้อยลงจาก 15.68 นาที/รุ่น เหลือ 3.41นาที/รุ่น

2.เพื่อเพิ่มผลผลิต (Quantity) ให้ได้มากกว่า 6,000,000 ชิ้น/เดือน และอัตราคุณภาพให้ได้มากกว่าร้อยละ 82.28

**1.3 สมมุติฐานการศึกษา**

เทคนิคทางวิศวกรรมวิธีการสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรจาก 15.68 นาที/รุ่น เหลือ 3.41 นาที/รุ่น เพื่อเพิ่มผลผลิต (Quantity) มากกว่า 6,000,000 ชิ้น/เดือน โดยที่อัตราคุณภาพต้องมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 82.2

**1.4 ขอบเขตของการศึกษา**

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ผ่านโมเดล AH4SGT ณ โรงงานตัวอย่าง โดยทำการศึกษาเฉพาะกระบวนการขัดที่เป็นจุดคอขวด (Bottle Neck) เท่านั้น

**1.5 ขั้นตอนการศึกษา**

1.5.1 การศึกษาภาพรวมบริษัทกรณีศึกษา เป็นการศึกษาข้อมูลประวัติของบริษัท

1.5.2 กรณีศึกษาและการพิจารณาวิเคราะห์เลือกงานที่จะทำการวิจัยพร้อมกับการจัดตั้งทีมงานเพื่อรับผิดชอบดำเนินการวิจัย

1.5.3 การศึกษากระบวนการผลิตของสายการผลิตกรณีศึกษาอย่างละเอียด

1.5.4 การระบุสภาพปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุอันแท้จริงที่เกิดขึ้นในสายการผลิตกรณีศึกษาเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขได้ตรงจุดและมีประสิทธิภาพ

1.5.5 การปรับปรุงแก้ไขปัญหา เป็นวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงและดำเนินการทดลองเพื่อยืนยันผลการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิตกรณีศึกษา

1.5.6 การประเมินผลการวิจัยเป็นการติดตามผลหลังจากที่ได้ดำเนินการปรับปรุงสายการผลิตกรณีศึกษาว่าผลลัพธ์ที่ได้สามารถบรรลุเป้าหมายการวิจัย (ตัวชี้วัดการวิจัย) ที่ตั้งไว้หรือไม่

1.5.7 การจัดทำมาตรฐานควบคุมการทำงานหลังการปรับปรุงกระบวนการ เพื่อให้พนักงานปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง ต่อเนื่อง ป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเดิมซ้ำขึ้นอีก และทำการสรุปผลการวิจัย

**1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา**

1.6.1 ทำให้บริษัทตัวอย่างลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรจาก 15.68 นาที/รุ่น ให้เหลือ 3.41 นาที/รุ่น

1.6.2 ทำให้ผลผลิตที่ผลิตได้ (Productivity) ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 6,000,000 ชิ้น/เดือน

1.6.3 ทำให้อัตราคุณภาพที่ผลิตได้ ($1^{st}$ Yield) ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือ มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 82.28

1.6.4 ได้ศึกษาแนวคิดหลักการของวิศวกรรมวิธีการและประยุกต์ใช้ในปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต

1.6.5 สามารถเข้าใจการประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาอย่างมีระบบ

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 การเพิ่มผลผลิต

การเพิ่มผลผลิต หมายถึง การเพิ่มอัตราผลผลิต โดยที่อัตราผลผลิต (Productivity) จะแตกต่างจากคำว่า ผลผลิต (Product หรือ Production Output) และการผลิต (Production) ดังนั้น คำทั้งสามคำนี้จึงมีความหมายที่ต่างกัน [1]

ผลผลิต คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ได้จากกระบวนการผลิตหรือบริการ

การผลิต คือ กระบวนการทำงานในการผลิตหรือบริการ

อัตราผลผลิต คือ อัตราส่วนของหน่วยผลผลิตต่อหน่วยกำลังหรือวัสดุที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิต กล่าวอีกนัยหนึ่ง อัตราผลผลิต คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณหน่วยที่ผลิตได้ต่อหน่วยของทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตนั้นๆ ทรัพยากรที่ใช้รวมถึงที่ดิน สิ่งปลูกสร้าง วัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมือ และแรงงาน ดังนั้น อัตราผลผลิต (Productivity) คือ อัตราส่วนระหว่างผลผลิตที่ได้ (Output) กับทรัพยากรที่ใช้ (Input)

ผลผลิตที่ได้ หมายถึง ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตมิใช่ปริมาณการผลิตเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการคงปริมาณการผลิตไว้เท่าเดิมและเพิ่มอัตราผลผลิต โดยที่คุณภาพของผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย

### 2.1.1 วิธีการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม

องค์ประกอบที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมพอสรุปได้ ดังนี้

1) การลงทุน (Investment)

2) อัตราส่วนเงินทุน/แรงงาน (Capital/Labor)

3) การวิจัยและพัฒนา (Research and Development)

4) การใช้เงินทุน (Capital Utilization)

5) กฎระเบียบแห่งรัฐ (Government Regulation)

6) อายุของโรงงานและเครื่องจักร (Age of Plant & Equipment)

7) ต้นทุนพลังงาน (Energy Cost)

8) การประสมประสานของแรงงาน (Workforce Mix) (แรงงานชำนาญการและแรงงานทั่วไปประสมประสาน)

9) จริยธรรมในงาน (Work Ethic)

10) การบริหารงาน (Management)

11) อิทธิพลของสมาพันธ์แรงงาน (Union's Influence)

12) ความหวั่นเกรงของแรงงานต่อการตกงาน (Work's Fear about Loss of Job)

การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม ถ้าพิจารณาจากสูตรของอัตราการผลิตที่ใช้อยู่จำเป็นดังนี้

$$\text{อัตราผลผลิต} = \frac{\text{ผลผลิต (Output )}}{\text{ทรัพยากรที่ใช้ (Input)}} \qquad (2.1)$$

เราสามารถทำการเพิ่มผลผลิตจากอัตราผลผลิตที่สูงขึ้นเป็น 5 แนวทาง ดังนี้

1) ผลผลิตเพิ่มแต่ทรัพยากรที่ใช้เท่าเดิม (Output เพิ่ม Input เท่าเดิม)

2) ผลผลิตเพิ่มขณะที่ใช้ทรัพยากรลดลง (Output เพิ่ม Input ลดลง)

3) ผลผลิตเพิ่มขณะที่ใช้ทรัพยากรสูงขึ้น แต่ใช้อัตราที่ต่ำกว่า (Output เพิ่ม Input เพิ่มน้อยกว่า)

4) ผลผลิตคงที่ขณะที่ใช้ทรัพยากรลดลง (Output คงที่ Input ลดลง)

5) ผลผลิตลดลงขณะที่ใช้ทรัพยากรลดลงในอัตราสูงกว่า (Output ลดลง Input ลดลงมากกว่า)

การเพิ่มผลผลิตโดยมีการลดต้นทุนการผลิต (ลดส่วนของทรัพยากรที่ใช้) น่าจะเป็นแนวทางการเพิ่มผลผลิตที่ได้ผลสูงสุด ขณะที่การเพิ่มผลผลิตโดยการลดกำลังการผลิตหรือเพิ่มผลผลิตโดยลดต้นทุนลง (ลดทรัพยากรที่ต้องใช้) ในสัดส่วนที่มากกว่าผลผลิตที่ลดลง เป็นแนวทางการเพิ่มผลผลิตที่ไม่น่าจูงใจที่สุด ปัจจุบันเกิดแนวคิดด้านการลดขนาดองค์กร (Down Sizing) เพื่อลดต้นทุนการผลิต และมีผู้บริหารขององค์กรบางองค์กรพยายามนำแนวคิดนี้ไปใช้ทั้งๆ ที่องค์กรของตนเป็นองค์กรที่กำลังเติบโต ดังนั้นจะเห็นว่าการนำแนวการคิดการลดขนาดขององค์กรโดยมีผลผลิตเท่าเดิมเป็นไปในลักษณะเพิ่มผลผลิตหรือผลผลิตเท่าเดิมโดยลดต้นทุน (ลดทรัพยากรที่ใช้) ซึ่งเหมาะสำหรับองค์กรที่อยู่ตัวคือไม่ขยายตัวอีกแล้ว โดยโอกาสขยายตัวทางธุรกิจมีน้อยหรือองค์กรที่มีธุรกิจแบบ Sunset Industry คือ มีลักษณะถดถอยของธุรกิจการนำแนวคิดแบบ (Down Sizing) ของธุรกิจลักษณะนี้ย่อมเป็นการเหมาะสมยิ่ง แต่กรณีองค์กรที่ยังมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องน่าจะใช้แนวคิดการเพิ่มผลผลิตแบบเพิ่มต้นทุน (เพิ่มทรัพยากรที่ใช้)

2.1.2 สาเหตุที่ทำให้อัตราผลผลิตตกต่ำ

อัตราผลผลิตที่ตกต่ำเนื่องจากองค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้

1) คนงานขาดความชำนาญ ขาดความสามารถ ขาดการศึกษา ขาดการให้คำแนะนำและฝึกอบรมที่ดี

2) สิ่งแวดล้อมในการทำงาน แสงสว่างไม่เพียงพอ อุณหภูมิไม่เหมาะสม การถ่ายเทอากาศไม่สะดวก ความปลอดภัยในการทำงานไม่ดี ความสัมพันธ์ในหมู่คนทำงานไม่ดี

2.1.3 สาเหตุทางเทคนิคและการวางแผน

1) ไม่มีการวางแผน

2) เครื่องจักรไม่เหมาะสม

3) ไม่มีมาตรฐานในการผลิต

4) การออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่ดี

5) กระบวนการผลิตไม่ถูกต้อง

6) การจัดวางผังโรงงานไม่ดี

7) เวลาว่างมากเกินไป

2.1.4 สิ่งกระตุ้นและองค์ประกอบอื่นๆ

1) ลักษณะการบริหารงานและโครงสร้างของบริษัทในการเลื่อนตำแหน่งงานไม่ดี

2) หัวหน้างานขาดความรับผิดชอบ

3) อิทธิพลจากสหภาพแรงงาน

4) ไม่มีสิ่งจูงใจด้านผลตอบแทนและสวัสดิการในการทำงาน

2.1.5 เทคนิคการปรับปรุงงานเพื่อการเพิ่มผลผลิต

หลักทั่วไปในการปรับปรุงงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้นนั้น ไม่ว่าจำเป็นงานประเภทใด หรือลักษณะใด มีหลักใหญ่ๆ ที่ใช้ได้โดยทั่วๆ ไป และเหมือนกันอยู่ 4 ประการ ดังนี้

1) การกำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำออกไป (Eliminate) งานหรือการปฏิบัติงานที่ไม่จำเป็น หมายถึง การสูญเปล่าของแรงงาน เวลา วัสดุสิ่งของหรือเงินทุน ค่าใช้จ่ายที่นำมาลงทุนหรือดำเนินกิจการหรือจัดงานนั้นขึ้น การพิจารณาขั้นตอนการทำงานเพื่อการกำจัดออกนั้นจะเริ่มโดยการพิจารณาว่าจะกำจัดขั้นตอนการทำงานได้หรือไม่" โดยพิจารณาว่า

1. งานขั้นตอนนี้อาจจะไม่มีความสำคัญอีกต่อไปแล้ว
2. งานขั้นตอนนี้อาจจะมีขึ้นเพื่อความสะดวกของพนักงานเท่านั้น
3. งานขั้นตอนนี้อาจจะตัดออกได้ ถ้ามีการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่
4. งานขั้นตอนนี้อาจจะตัดออกได้ ถ้ามีการใช้เครื่องมือที่ดีกว่าเดิม

2) การรวมขั้นตอนการทำงานหลายส่วนเข้าด้วยกัน (Combine)

ในกระบวนการผลิต ถ้าแบ่งขั้นตอนการผลิตหรือการปฏิบัติงานมากเกินไป ทำให้ใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ การเคลื่อนย้ายวัสดุมากเกินความจำเป็นด้วย ก่อให้เกิดปัญหาอื่นตามมา เช่น การไม่

สมดุลในหลายขั้นตอนของกระบวนการผลิต การทำงานเกิดความล่าช้า เสียเวลาจึงจำเป็นต้องหาทางรวมขั้นตอนหรือส่วนของงานที่จำเป็นนั้นมารวมกันใหม่ กรณีการรวมขั้นตอนหรือส่วนของงานเข้าด้วยกันนั้น กระทำได้โดยพิจารณาว่า "จะรวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกันได้หรือไม่" โดยพิจารณาดังนี้

1. การออกแบบสถานที่ทำงานและเครื่องมือใหม่
2. การเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการทำงาน
3. การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบและรายละเอียดของชิ้นส่วน
4. การเพิ่มทักษะให้แก่พนักงาน

3) การจัดขั้นตอนการทำงานใหม่ (Rearrange)

ในการผลิตสินค้าใหม่มักเริ่มต้นผลิตจำนวนน้อยก่อน เพราะเป็นขั้นทดลอง แต่เมื่อขยายกำลังการผลิต ปริมาณการผลิตจะเพิ่มขึ้นทีละน้อย หากลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานยังคงเหมือนเดิม มักเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาในเรื่องการเคลื่อนย้ายวัสดุ และการไหลของงานไม่สะดวก เพราะจำนวนผลิตเพิ่มขึ้นกว่าเดิม จำเป็นต้องจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่โดยพิจารณา "จะจัดขั้นตอนการทำงานใหม่ได้หรือไม่" เพื่อให้เกิดการลดขั้นตอนในการผลิตและรวมถึงหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. การลดขั้นตอนการทำงานบางส่วนให้สั้นลงหรือง่ายขึ้น
2. การลดขั้นตอนการขนย้ายวัสดุและการเดินทาง
3. การประหยัดพื้นที่ในการทำงานและประหยัดเวลา
4. การใช้เครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4) การปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify)

เป็นการปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานให้ง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม เช่น งานที่มีขั้นตอนการปฏิบัติที่ยุ่งยากซับซ้อน เข้าใจยากก็ต้องหาทางทำให้ง่ายขึ้น หาทางใช้เครื่องผ่อนแรง หรือเครื่องมือ เครื่องจักรที่ทันสมัย และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานจะพิจารณาว่า "จะปรับปรุงขั้นตอนการทำงานได้หรือไม่"โดยคำนึงถึงหลักที่แสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1. การวางผังสถานที่ทำงานใหม่
2. การออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ให้ที่ดีขึ้น
3. การฝึกพนักงาน การควบคุมงาน และการให้บริการอย่างดี
4. การแบ่งขั้นงานให้ย่อยลงถ้าจำเป็น

จากหลักการของการปรับปรุงงานนั้นจะเห็นว่า "การกำจัด"ควรจะมาก่อน ทั้งนี้ก็เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาว่า งานบางขั้นตอนได้เสียเวลาจัดรวม จัดลำดับ หรือปรับปรุงไปแล้วจึงพบว่าไม่จำเป็นต้องทำส่วน "การรวม" ควรจะทำถัดมา เพื่อไม่ให้เกิดกรณีที่มีการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานก่อน จนโอกาสที่จะรวมขั้นตอนการทำงานหมดไป "การจัดลำดับ" ควรจะทำภายหลังจากที่ได้มีการกำจัดและยุบงานเข้ารวมกันแล้วส่วน "การปรับปรุงงาน" เป็นเรื่องที่ไม่กระทบกระเทือนการทำงาน เนื่องจากเกี่ยวข้องเฉพาะงานแต่ละชิ้น จึงควรมาทำหลังสุดเมื่อแน่ใจว่า งานทุกงานจำเป็นและมีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องแล้ว

ประโยชน์ของการปรับปรุงงานนั้นสามารถมองในแง่ต่างๆ ได้ ดังนี้

1) การปรับปรุงงานเป็นผลดีต่อสมาชิกของบริษัทหรือองค์การแต่ละคน คือ
   1. เพิ่มความมั่นคงในการทำงานมากขึ้น
   2. ทำให้ค่าจ้างแรงงานของตนเองเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ
   3. ลดความเหน็ดเหนื่อยจากการใช้แรงงานให้น้อยลง
   4. ทำให้มาตรฐานการครองชีพสูงขึ้น
   5. ทำให้สถานที่ทำงานสะดวกสบายขึ้น
   6. เปิดโอกาสให้สมาชิกพัฒนาความสามารถของตนเองมากขึ้น
   7. ทำให้สมาชิกเกิดความเพลิดเพลินและเร้าใจชวนให้อยากทำงาน เพราะลักษณะของงานเปลี่ยนไปในทางที่ดี
2) การปรับปรุงงานเป็นผลดีต่อบริษัทหรือองค์การ คือ
   1. ลดค่าใช้จ่ายในการผลิตหรือบริการแต่ละหน่วยให้น้อยลง
   2. ทำให้มีเงินเหลือเพื่อใช้จ่ายทางอื่นมากขึ้น
   3. ทำให้สามารถลดราคาของสินค้าลงเพื่อแข่งขันกับคู่แข่งได้
   4. เพิ่มความมั่นคงทางด้านเศรษฐกิจให้มากขึ้น เพราะมีรายได้หรือกำไรมากขึ้นเรื่อยๆ
   5. ทำให้สามารถปรับปรุงคุณภาพของสินค้าหรือบริการดีขึ้น
   6. ช่วยทำให้การตัดสินเกี่ยวกับการเลือกซื้อเครื่องมือเครื่องใช้ประเภทต่างๆ ดีขึ้น
   7. ช่วยลดการต้านทานการเปลี่ยนแปลงของสมาชิก
   8. ทำให้ได้รับความร่วมมือและมีการทำงานเป็นแบบ Teamwork ดีขึ้น
   9. ทำให้สัมพันธภาพที่มีต่อผู้บริโภคและประชาชนดีขึ้น
3) ช่วยทำให้บริษัทหรือองค์การ สามารถจัดทำสัญญาในฐานะเป็นผู้รับจ้าง

บางอย่าง อันสืบเนื่องมาจากการประมูลในราคาต่ำกว่าบริษัทหรือองค์การอื่น เพราะได้มีการปรับปรุงงานเพื่อลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ลง แต่ได้ปริมาณและคุณภาพดีเท่าเดิมได้

4) การปรับปรุงงานเป็นผลดีต่อสังคมส่วนรวม คือ

1. ทำให้สินค้าหรือบริการมีราคาถูกลง ทุกคนสามารถซื้อหาได้ เป็นการยก

2. มาตรฐานการครองชีพให้สูงขึ้น สะดวกสบาย มีความสุขสบายมากขึ้น สนองความต้องการได้มากขึ้นดำรงชีพประจำวันง่ายขึ้น

3. ลดความสูญเปล่าในด้านแรงงาน และวัสดุสิ่งของให้น้อยลง

4. ทำให้สัมพันธภาพระหว่างนายจ้างกับลูกจ้างดีขึ้น

**2.2 เทคนิคทางวิศวกรรมวิธีการ**

เทคนิคทางวิศวกรรมวิธีการ (Method Engineering Techniques) หมายถึง กลุ่มของเทคนิคต่างๆ ที่ใช้ศึกษากระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานโดยลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นสามารถทำการขจัดของเสีย การปฏิบัติงานที่ไม่คงที่แน่นอน การทำงานที่ไม่ทำให้เกิดผลงาน รวมถึงการยกระดับคุณภาพของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้น รวมทั้งการขนส่งที่มีความรวดเร็วและประหยัด เทคนิคทางวิศวกรรมวิธีการ จะใช้กันในระดับจัดการระดับหน่วยงานออกแบบพนักงานทุกระดับที่อยู่ในองค์การและเจ้าหน้าที่ในสำนักงาน สามารถเรียนรู้และนำไปปรับปรุงในการดำเนินงาน [2]

เทคนิคทางวิศวกรรมวิธีการ จึงเป็นเทคนิคที่ใช้ในการปรับปรุงการทำงานเป็นกระบวนการเพื่อการเพิ่มผลผลิตที่สำคัญได้แก่

1) การปรับปรุงงาน (Work Improvements)

2) การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study)

3) การวัดผลงาน (Work Measurement)

2.2.1 การปรับปรุงงาน

การปรับปรุงงาน (Work Improvement) หมายถึง การพัฒนาหรือกำหนดหาวิธีการใหม่ๆ มาการดำเนินการ การปรับปรุงงานจึงรวมถึงสภาพการทำงานและกระบวนการทำงาน เพื่อลดความผันแปรที่เกิดขึ้นจากสาเหตุต่างๆ ในกระบวนการผลิต โดยองค์การจัดเตรียมความพร้อมทั้งที่ใช้ในการปฏิบัติงานและใช้ในการป้องกันให้ได้มาตรฐาน ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ การปรับปรุงจึงมีวัตถุประสงค์สำคัญคือ

1) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพวิธีการทำงาน

2) เพื่อรักษาเป้าหมายและมาตรฐานของงานตามที่องค์การกำหนดไว้

3) เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน และปรับปรุงการดำเนินงานให้ได้ผลตามเป้าหมาย

4) เพื่อการพัฒนามาตรฐานหรือเป้าหมายของการดำเนินงานให้สูงขึ้น

การปรับปรุงจะเป็นการกำหนดว่า องค์การจะปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาการดำเนินงานขั้นตอนใดและด้วยวิธีการใดตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ตามวิธีการที่เหมาะสม เช่น การปรับปรุงระบบงานหรือวิธีการดำเนินงาน การปรับปรุงทรัพยากรหรือการพัฒนาบุคลากร เป็นต้น ถ้าองค์การพบว่างานที่ทำนั้นสามารถตัดทอนลงได้ เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการดำเนินงาน หรือขั้นตอนของงานที่ซับซ้อน ถ้าแยกงานนั้นออกจากกันจะทำให้การดำเนินงานได้เร็วขึ้นก็ควรจะแยกออกเพื่อให้การดำเนินงานขององค์การมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพิ่มมากขึ้น สรุปขั้นตอนการปรับปรุงงานได้ดังนี้

1. การปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการผลิตขององค์การ ได้แก่ ลดต้นทุนของคงคลังสินค้าและต้นทุนต่อหัวผู้ปฏิบัติงาน ลดชั่วโมงการทำงานในกระบวนการผลิตลดเวลากระบวนการผลิตและช่วงเวลาการจัดหาวัตถุดิบ

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพ หน้าที่การทำงาน ได้แก่ ยกระดับการปฏิบัติงานด้วยการปรับปรุงคุณภาพและความเที่ยงตรง การปฏิบัติงานให้ราบรื่น โดยการแลกเปลี่ยนข่าวสารที่มีประโยชน์บริหารการจัดงานที่ทันต่อเหตุการณ์ ยกระดับและสร้างมาตรฐานในการทำงาน ปรับปรุงสัดส่วนของบุคลากรที่มีทักษะหลายอย่างให้สูงขึ้น

3. ปรับปรุงและสร้างสรรค์งาน ได้แก่ ลดการปฏิบัติงานที่ซับซ้อน ปรับเปลี่ยนการปฏิบัติงานให้ง่ายขึ้น ปรับเปลี่ยนบรรยากาศการสร้างขวัญและกำลังใจในการทำงาน ยกระดับความสมัครใจในการปฏิบัติงานที่ท้าทายต่อความสามารถของพนักงาน

2.2.2 การศึกษาวิธีการทำงาน

การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) หมายถึง การศึกษาวิธีการทำงานจากการบันทึกและวิเคราะห์วิธีการทำงานขององค์การที่กำลังทำอยู่เพื่อเสนอวิธีการทำงานแบบใหม่อย่างมีระบบและประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการทำงานให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลการศึกษาวิธีการทำงานจะช่วยให้เกิดการปรับปรุงกระบวนการในการทำงาน ให้มีความเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน โดยยึดหลักการยศาสตร์ (Ergonomic) และสิ่งแวดล้อมในการทำงานเป็นสำคัญ

การยศาสตร์ (Ergonomic) เป็นเทคนิควิธีการ การนำปัจจัยเกี่ยวกับมนุษย์มาประกอบการออกแบบในการทำงาน ให้มีความสมดุลเหมาะสมกับสมรรถนะทางสรีรวิทยาโดยเฉพาะพนักงานที่จะต้องปฏิบัติงานนั้นๆ

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิธีการทำงาน พอสรุปได้ดังนี้

1) เพื่อปรับปรุงกระบวนการและวิธีการทำงานขององค์การ

2) เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงานขององค์การให้เหมาะสม

3) เพื่อปรับปรุงการใช้เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4) เพื่อลดขั้นตอนการทำงานให้สะดวกต่อการทำงานของพนักงาน

5) เพื่อหาวิธีการหรือกระบวนการในการขนย้ายวัสดุให้มีความเหมาะสม ในการทำงานของพนักงาน

ขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงานประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) เลือกงานที่จะทำการศึกษา (Select) การพิจารณาเลือกงานที่จะศึกษาองค์การจะต้องเลือกงานที่มีความจำเป็นเหมาะสม เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์การ โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

1. ความจำเป็นและความเร่งด่วนในการปรับปรุงหรือแก้ไข
2. ความเป็นไปได้ที่จะปรับปรุงวิธีการทำงาน
3. ความคุ้มค่าเป็นการเปรียบเทียบผลประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับปรุง
4. ปัญหาและอุปสรรคการนำวิธีการทำงานไปปฏิบัติ

2) การบันทึกข้อมูล (Record) เป็นการรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนวิธีการทำงานขององค์การเพื่อนำมาวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลในการทำงานสรุปได้ดังนี้

3) การบันทึกตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการผลิต

4) การบันทึกข้อมูลที่บ่งบอกถึงการเคลื่อนไหว

การบันทึกข้อมูลนิยมใช้ในรูปแบบของแผนภูมิโดยจะบันทึกขั้นตอนการทำงานทั้งก่อนและภายหลังจากที่ได้มีการปรับปรุงวิธีการทำงานนั้น การบันทึกในรูปแบบแผนภูมิจะใช้สัญญาลักษณ์เป็นมาตรฐานสากลแทนขั้นตอนต่างๆ ของการทำงาน เพื่อความสะดวกต่อการปรับปรุงและแก้ไขการปฏิบัติงาน

1. สัญญาลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกกระบวนการ (Process Chart Symbols)

| สัญญาลักษณ์ | ความหมาย |
|---|---|
| | (Operations) การปฏิบัติงาน |
| | (Inspection) การตรวจสอบ |
| | (Transport) การเคลื่อนย้าย |
| | (Delay) การรอคอย |
| | (Permanent Storage) การหยุดหรือการเก็บไว้ถาวร |
| | (Combined Activities) รวมกิจกรรม |

2. การตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียด (Examine) เป็นการตรวจอย่างละเอียดของขั้นตอนการทำงานที่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข โดยทั่วไปจะใช้หลักเกณฑ์ที่เรียกว่า E-C-R-S คือ

E: Eliminate การจัดขั้นตอนส่วนที่ไม่จำเป็นในงานนอก

C: Combine รวมขั้นตอนที่ก่อให้เกิดความล่าช้าในการทำงานเข้าด้วยกัน

R: Rearrange สลับขั้นตอนการทำงานใหม่เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน

S: Simplify ปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานขององค์การเพิ่มขึ้น

3. การวิเคราะห์พัฒนา (Analytical Development) เป็นการวิเคราะห์ทุกอย่างที่จะต้องมีการพัฒนาโดยเฉพาะองค์การผลิตเพื่อการตรวจสอบข้อบกพร่องและวิธีการปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับองค์การ

4. การนำวิธีการทำงานแบบใหม่ไปใช้และกำหนดเป็นมาตรฐานในการทำงานตลอดจนรักษาวิธีการทำงานให้คงสภาพอยู่ (Maintain)

2.2.3 การวัดผลงาน

การวัดผลงาน (Work Measurement) เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาการทำงาน บางครั้งเรียกว่า การศึกษาเวลา (Time Study) เพื่อคำนวณหาเวลามาตรฐานการทำงาน โดยมุ่งเน้นที่จะศึกษาเวลาที่จะใช้ในการทำงาน โดยพิจารณาจากสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานนั้น เช่นอุณหภูมิ เสียง แสงสว่างและความเครียดที่มีผลกระทบต่อการทำงานแต่ละประเภท เพื่อนำเวลาที่หาได้มากำหนดเป็นเวลามาตรฐาน (Standard Study) มีขั้นตอนการวัดผลงาน มีดังนี้

1. เลือกงานที่จะวัด โดยทั่วไปแล้วมักจะเป็นงานที่มีปัญหาหรือเป็นงานใหม่ขององค์การบันทึกข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับงานเลือกวัดผล

2. ตรวจสอบข้อมูลที่บันทึก พร้อมทั้งบันทึกงานที่ไม่ได้ก่อให้เกิดผลผลิต

3. วัดผลงานโดยใช้เทคนิควิธีการวัดผล เพื่อคำนวณเวลามาตรฐานของงาน

4. กำหนดขอบเขตงานต่างๆ ให้ชัดเจนและเก็บข้อมูลไว้เป็นหลักฐาน (Define)

การศึกษาเวลาแบ่งออกได้เป็น การศึกษาโดยตรง (Direct Time Study) เป็นการศึกษาเวลาโดยใช้การจับเวลาในขณะปฏิบัติงานโดยตรง และการศึกษาเวลามาตรฐาน พรีดีเทอร์มีน (Predetermined Time Standard : PTS) เป็นการศึกษาเวลาโดยจะใช้ข้อมูลมาตรฐานเวลาจากความสัมพันธ์ของการเคลื่อนไหวของพนักงาน นำมาประเมินค่าเป็นตัวเลขของเวลา รวมถึงการพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำงานเวลามาตรฐาน พรีดีเทอร์มีนจะบอกถึงมาตรฐานเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนไหวพื้นฐานของการทำงาน การวัดผลงานจะช่วยให้องค์การกำจัดเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดผลงานรายละเอียดการวัดผลงานมีดังนี้

1) เวลามาตรฐาน (Standard Time) หมายถึง เวลาที่วัดได้ของการทำงานภายใต้ภาวการณ์ทำงาน

2) เวลาที่วัดได้ หมายถึง เวลาที่ใช้ในการทำงาน การวัดจะเป็นต้องวัดจากคนงานตัวอย่างที่เหมาะสม จำนวนครั้งตามหลังสถิติ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

3) อัตราการประเมิน หมายถึง การคำนวณอัตราการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อนำมาใช้ปรับค่าเวลาให้เหมาะสมมากขึ้น

4) เวลาเผื่อ หมายถึง เวลาปรับเพิ่มเพื่อให้ได้ค่าเวลาที่เป็นมาตรฐานใกล้เคียงกับความเป็นจริง เวลาเผื่อ ได้แก่ เผื่อส่วนตัว ความเมื่อยล้าและการรอคอย

ประโยชน์ของการวัดผลงาน มีดังต่อไปนี้

1) ใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการทำงานด้วยวิธีการต่างๆ

2) เป็นข้อมูลในการจัดความสมดุลในการผลิตให้กับพนักงาน รวมทั้งกำหนดรอบเวลาในการผลิต [3]

3) ใช้ในการวางแผนและควบคุมการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้ตามประมาณในเวลาที่กำหนด

4) ใช้เป็นข้อในการประเมินค่าใช้จ่าย ราคาขาย และกำหนดเวลาในการผลิต [15].

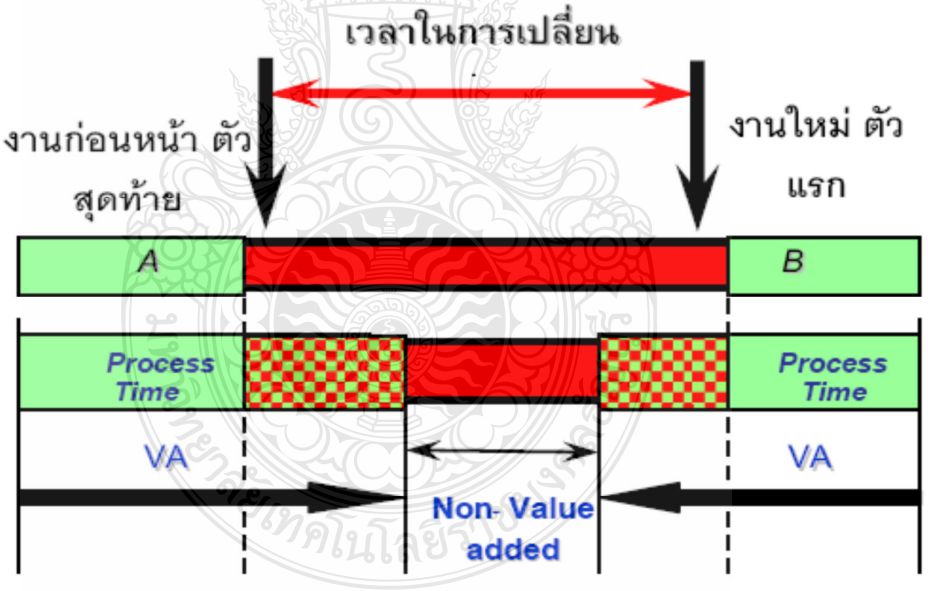
5) ใช้ในการกำหนดมาตรฐานการทำงานของคนและเครื่องจักร ตอลดจนการกำหนดแรงจูงใจ

6) ใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมการใช้จ่ายค่าจ้างแรงงานและกำหนดค่าแรงมาตรฐาน

2.2.4 การสุ่มงาน (Work Sampling) เป็นเทคนิคการวัดผลงานอีกวิธี โดยการนำวิธีการทางสถิติมาช่วยในการผลิตในการเก็บข้อมูล เพื่อนำมาใช้คำนวณสัดส่วนของเวลาการทำงาน ช่วยให้องค์การสามารถกำหนดมาตรฐานเวลาการทำงาน ช่วยให้องค์การสามารถกำหนดประสิทธิภาพการทงานได้สะดวกขึ้น [4]

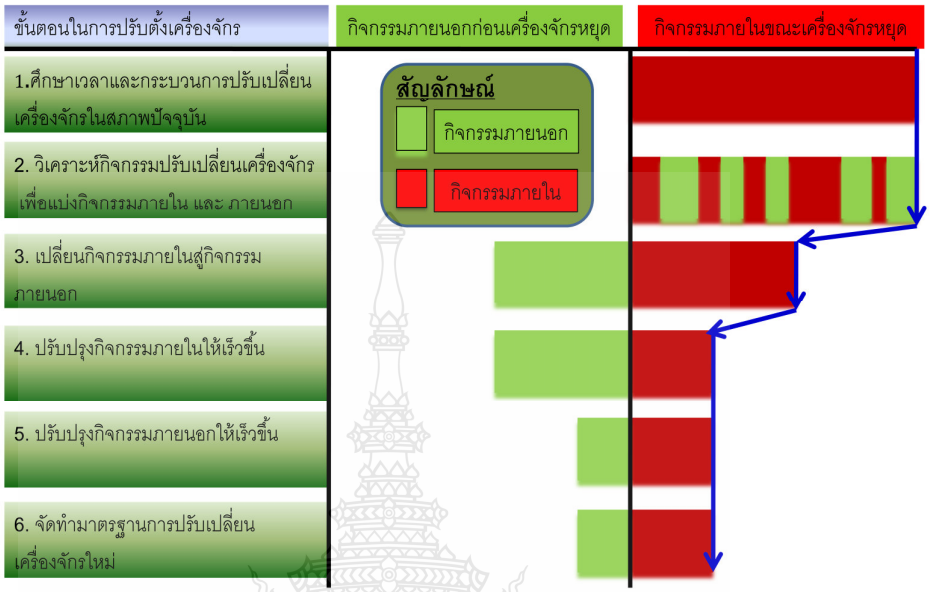
**2.3 การปรับตั้งเครื่องจักร (Set Up Time Reduction)**

การปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว หมายถึง เวลาที่ใช้ตั้งแต่เครื่องจักรทำการหยุดรวมถึงการปรับค่าต่างๆ ให้ถูกต้อง จนเครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างปกติ หลักการ คือ พยายามลดเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อให้เหลือแต่เวลาที่ก่อให้เกิดมูลค่าไปถึงกำจัดความสูญเสียในกระบวนการผลิตปรับเปลี่ยนกิจกรรมบางอย่างไปทำในขณะที่เครื่องจักรทำการผลิตหรือทำการปรุงกิจกรรมที่ทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดให้ใช้เวลาน้อยที่สุดแสดงได้ดังภาพ [5]




**ภาพที่ 2.1** หลักการการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว

ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้




**ภาพที่ 2.2** ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว

จากภาพ เป็นการแสดงขั้นตอนในการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว สีเขียว หมายถึง กิจกรรมภายนอก (OED) คือ กิจกรรมที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรทำงานสีแดง หมายถึง กิจกรรมที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรหยุด (IED) คือ กิจกรรมที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรหยุด

**ตารางที่ 2.1** สัญลักษณ์งานพื้นฐานในการปรับตั้งเครื่องจักร

| งานพื้นฐานของการปรับตั้งเครื่องจักร | เครื่องจักรทำงาน (OED) | เครื่องจักรหยุด (IED) |
|---|---|---|
| 1. งานเตรียมความพร้อม ( *Preparation*) P | ⟷ | |
| 2. งานถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ แม่พิมพ์ต่างๆ (Mold *Exchange*: Dis-assembly & setting) E | | ⟷ |
| 3. งานปรับตั้งค่าความถูกต้องของอุปกรณ์ เครื่องจักรต่างๆ ในการผลิต เพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพ (Trial Run *Adjustments*) A | | ⟷ |
| 4. งานวัด และตรวจสอบผลผลิตที่ได้เพื่อยืนยันคุณภาพ ก่อนให้ผลิตต่อเนื่อง (Measure & inspection) M | | ⟷ |

**2.4 การบำรุงรักษาทวีผล**

การบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance) เรียกย่อว่า TPM เป็นเทคนิคเพื่อการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สม่ำเสมอตลอดอายุการใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ เครื่องจักรต้องมีการจัดทำประวัติ เพื่อกำหนดตารางเวลาการบำรุงรักษาและรับผิดชอบ ถ้าไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ดี อาจทำให้เกิดปัญหาในสายการผลิต ทำให้การผลิตต้องหยุดชะงักเพื่อซ่อมแซมแก้ไขเครื่องจักร ยิ่งหยุดเครื่องนานเท่าใดองค์การก็จะยิ่งเสียหายมากขึ้นเท่านั้น คำย่อ TPM มีความหมายถึงดังนี้

T = Total การพัฒนาประสิทธิภาพรวมของเครื่องจักร โดยมุ่งเน้นหลักการอาศัยความร่วมมือของพนักงานทุกคน

P = Productive การผลิตมุ่งเน้นประสิทธิภาพสูงสุด

M = Maintenance การดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อให้การบริหารการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น การบำรุงรักษาทวีผล หมายถึง การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตขององค์การ ด้วยการลดต้นทุนโดยรวมของเครื่องจักรตลอดอายุการใช้งานให้ราบรื่น และลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากข้อบกพร่องของเครื่องจักร

2.4.1 หลักการบำรุงรักษาทวีผล

เครื่องจักรและพนักงานเป็นปัจจัยสำคัญของกระบวนการผลิตที่สามารถควบคุมได้ง่ายหากว่าวัตถุดิบ ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่ยากแก่การควบคุม การรักษาเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและอายุการใช้งานที่ยาวนาน จึงเป็นเทคนิคที่นิยมใช้กันมาก สำหรับการบำรุงรักษาเครื่องจักร หลักการรักษาทวีผลประกอบด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

1) การเพิ่มประสิทธิผลของเครื่องจักร โดยการขจัดความสูญเสีย 6 ประการ คือ

1. การหยุดของเครื่องจักรเพื่อปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักรใหม่
2. การหยุดของเครื่องจักร เนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง
3. เครื่องจักรเสียความเร็ว (Speed) หรืออัตราเร่งในการผลิต
4. การหยุดเล็กๆ น้อยๆ ของเครื่องจักร เพื่อซ่อมแซมหรือตรวจซ่อม
5. การผลิตของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต
6. การสูญเสียวัตถุดิบตอนเริ่มทำการผลิต (Start Up)

2) การให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมบำรุงรักษาเรื่องจักร เช่น การทำความสะอาดการทำกิจกรรมกลุ่ม การบำรุงรักษาเครื่องจักรและการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรให้สูงขึ้น

การจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยการจัดทำตารางการซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักร

3) การพัฒนาความรู้ทักษะของพนักงาน เรื่องการดูแลรักษาเครื่องจักร รวมทั้งปลูกจิตสำนึกในการบำรุงรักษาเครื่องจักร

4) การสร้างระบบการป้องกัน การบำรุงรักษาเครื่องจักร จะเน้นหนักในขั้นตอนการออกแบบ เพื่อให้ใช้ได้งานได้โดยไม่จำเป็นต้องบำรุงรักษา (Maintenance Free) โดยอาศัยข้อมูลการใช้งานของเครื่องจักรต่างๆ

2.4.2 วิธีการบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance) ประกอบไปด้วยการบำรุงรักษาหลายรูปแบบ ดังนี้

การบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นการวางแผนกำหนดช่วงเวลาการตรวจสอบ และการบำรุงรักษาเครื่องจักร รวมทั้งอุปกรณ์ชิ่นส่วนต่างๆ โดยไม่ต้องคำนึงถึงสภาพของชิ้นส่วน เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นเป็นการวางแผนป้องกันไว้ล่วงหน้า โดยไม่ทำให้กระบวนการผลิตขององค์การต้องหยุดชะงักลงการบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน แบ่งออกเป็น

1) การบำรุงรักษาตามที่กำหนดเวลา เป็นการนับเวลาจากการบำรุงรักษาครั้งหนึ่งไปยังอีกครั้งหนึ่งมักจะเป็นเวลาที่คงที่ เมื่อครบกำหนดเวลาไว้จะบำรุงรักษา โดยอาจกำหนดเวลาเป็น วัน เดือน หรือปี เป็นต้น

2) การบำรุงรักษาตามอายุการใช้งาน เป็นการกำหนดช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาแต่ละช่วงอาจมีเวลาเท่ากัน ซึ่งจะทำการบำรุงรักษาเมื่ออุปกรณ์เครื่องจักรถูกใช้งานเท่ากับที่กำหนดไว้

2.4.3 การบำรุงรักษาแบบแก้ไข (Inspection Maintenance) เป็นการตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องจักร เพื่อประเมินสภาพตามความเป็นจริง แบ่งออกเป็น

1) การตรวจสอบระบบการทำงานของเครื่องจักร (Function Check) เป็นการตรวจสอบระบบการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ว่าสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ต่างๆ หรือไม่

2) การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักร (Condition Check) เป็นการตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อมที่จะทำงานได้

3) การบำรุงรักษาแบบแก้ไข (Break Down) เป็นการซ่อมแซม เปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร เมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้องและเสียหายในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่โดยไม่รู้ล่วงหน้ามาก่อนว่าจะเกิดการเสียหายขึ้น และเมื่อเกิดการเสียหายแล้ว ทำให้ต้องหยุดเครื่องเพื่อทำการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหายนั้น

2.4.4 ประโยชน์ของการบำรุงรักษาทวีผล TPM ที่สำคัญคือ

การพัฒนาคนให้สามารถบำรุงรักษาเครื่องจักรและปรับปรุงเครื่องจักรให้ดีขึ้น แบ่งออกเป็น

1) พนักงานสามารถบำรุงรักษาเครื่องจักรได้ด้วยตัวเองในดับหนึ่ง

2) พนักงานซ่อมบำรุงสามารถซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร /อุปกรณ์ได้

2.4.5 การปรับปรุงเครื่องจักร/อุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเป็นการยืดหยุ่นการใช้งานของเครื่องจักร ทำให้ไม่เกิดการหยุดชะงักในกระบวนการผลิต อันจะนำมาซึ่งการเพิ่มผลผลิตและกำไรสูงสุดขององค์การ

## 2.5 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE – Overall Equipment Effectiveness)

เป็นวิธีการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เครื่องจักรที่ดีไม่ใช่เป็นเพียงแค่เครื่องจักรที่ไม่เสีย หากแต่ต้องเป็นเครื่องจักรที่เปิดขึ้นมาแล้วทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพโดยทั่วไปการลดต้นทุนการผลิตจะประกอบด้วย: [6]

1) ลดช่วงเวลาที่ไม่ได้ทำการผลิต (Unproductive Time)

2) ลดระยะเวลาที่ใช้ผลิต (Cycle Times)

3) ลดของเสีย/เศษที่เกิดจากการผลิต (Waste/Scrap)

2.5.1 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรประกอบด้วย

อัตราการเดินเครื่อง (Availability) คือ ความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงานระยะเวลาที่เครื่องจักรหยุด (Downtime Loss) มีสาเหตุมาจากเครื่องจักรขัดข้อง (Break downs) การปรับแต่งเครื่องจักร (Setup, Adjustments) หรือการจัดการกระบวนการการทำงานที่ไม่ดี (Management) ดังสมการที่ 2.1

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลาที่ต้องการทำงาน} - \text{เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{เวลาที่ต้องการทำงาน}} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดินจริง}}{\text{เวลาที่ต้องการทำงาน}} \qquad 2.1$$

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance) คือ สมรรถนะการทำงานของเครื่องจักรการสูญเสียประสิทธิภาพ (Performance Loss) มีสาเหตุมาจากการหยุดเล็กน้อย การเดินเครื่องตัวเปล่า (Minor Stoppage and Idling Losses) และการสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร (Speed Losses)

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลามาตรฐาน x จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \quad 2.2$$

อัตราคุณภาพ (Quality) คือ ความสามารถในการผลิตของดีตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักร การสูญเสียด้านคุณภาพ (Quality Loss) มีสาเหตุมาจากความสูญเสียเนื่องจากชิ้นงานเสีย (Defects) งานซ่อม (Rework) และความสูญเสียช่วงเริ่มต้นการผลิต (Start Up Loss)

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด} - \text{จำนวนชิ้นงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}} \quad 2.3$$

ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) คือ ค่าที่ได้จากผลคูณระหว่างอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ ซึ่งแสดงถึงความพร้อมของเครื่องจักรในการใช้งานว่าเป็นอย่างไร การเดินเครื่องจักรเต็มความสามารถหรือไม่ มีการผลิตชิ้นงานเสียมากน้อยเท่าไร

## 2.6 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC tools)

เครื่องมือทั้ง 7 ชนิด สามารถแจกแจงได้ดังนี้

2.6.1 ผังแสดงเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) หรือผังก้างปลา (Fishbone Diagram) บางครั้งเรียกว่า Ishikawa Diagram ซึ่งเรียกตามชื่อของ Dr. Kaoru Ishikawa ผู้ซึ่งเริ่มนำผังนี้มาใช้ในปี ค.ศ. 1953 เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ ทางคุณภาพกับปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดผังก้างปลา หรือง่ายๆ ก็คือ หัวปลาที่เขียนนั้นก็คือ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ส่วนก้างแต่ละก้างนั้นก็คือเหตุที่ทำให้เกิดผลนั้น โดยในส่วนของการผลิตนั้นมักจะใช้ 4M นั่นก็คือ Man Machine Method Material และในปัจจุบันนั้นได้มีการเพิ่ม M ที่ 5 ก็คือ Money อีกด้วยจะยกตัวอย่างให้เห็นกันชัดเจนมากขึ้น เช่น หัวปลา คือ ไลน์การผลิตหยุด สาเหตุเกิดจาก

1) Man - คนขาดประสิทธิภาพ ความเชี่ยวชาญในการทำงาน จะต้องทำการถามต่อ ด้วย Why Why Analysis ว่าทำไมคนถึงทำงานไม่มีประสิทธิภาพ อาจจะเกิดจาก แรงจูงใจต่ำ ขาดการฝึกอบรมอย่างต่อเนื่อง พนักงานลาออกบ่อยเป็นต้น

2) Machine - เครื่องจักรทำงานช้า ติดขัด เสียบ่อย ต้องถามต่อว่าทำไมเสียบ่อย อาจจะเป็นเพราะขาดการบำรุงรักษาทั้งในเชิงป้องกันและบำรุงรักษา เป็นต้น

3) Method - วิธีการไม่ดี อาจจะเกิดจาก ทำงานซ้ำบ่อย Rework Repair บ่อย เพราะฉะนั้นทางแก้อาจจะใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการเข้ามาช่วย รวมทั้งการศึกษา Time and Motion Study และ Ergonomic ที่เน้นทางด้านการศึกษาความเหมาะสมทางกายภาพของมนุษย์ต่อการทำงานให้เหมาะสม

4) Material - วัสดุ ชิ้นส่วน ที่ใช้ในการผลิตซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ เป็นที่แน่นอนว่าชิ้นส่วนประกอบที่ไม่ดี ย่อมทำให้ผลิตภัณฑ์มีปัญหาอย่างแน่นอน

2.6.2 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น กฎที่จะต้องจำกันไว้นั่นก็ คือ กฎ 80-20 เพื่อความจดจำได้ง่าย อ.กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ ได้ให้ท่องจำว่า "สิ่งสำคัญมีน้อย สิ่งจิ๊บจ๊อยมีมาก" สาเหตุหลักทั้งหมดที่ทำให้เกิดปัญหานั้นมีเพียงสาเหตุหลักๆ เพียงไม่กี่สาเหตุ (สิ่งสำคัญมีน้อย) ส่วนสาเหตุที่เหลือจำนวนมากทั้งหมดอีก 80% เป็นสาเหตุย่อยๆ ของปัญหานั้นๆ โดยปกติแล้วพาเรโตนั้นจะใช้คู่กับแผนภาพก้างปลา

2.6.3 กราฟ (Graphs) คือ ภาพลายเส้น แท่ง วงกลม และจุดเพื่อใช้แสดงค่าของข้อมูลว่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือแสดงองค์ประกอบต่างๆ รายละเอียดกราฟเส้น

2.6.4 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) คือ แบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆ ไว้เพื่อใช้บันทึกข้อมูลได้ง่าย และสะดวก

2.6.5 ฮีสโตแกรม (Histogram) เป็นกราฟแท่งที่ใช้สรุปการอนุมาน (Inference) ข้อมูลเพื่อที่จะใช้สรุปสถานภาพของกลุ่มข้อมูลนั้น

2.6.6 ผังการกระจาย (Scatter Diagram) คือ ผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัวว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง

2.6.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือ แผนภูมิที่มีการเขียนขอบเขตที่ยอมรับได้ของคุณลักษณะตามข้อกำหนดทางเทคนิค (Specification) เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการผลิต โดยการติดตามและตรวจจับข้อมูลที่ออกนอกขอบเขต (Control Limit) นับว่าในปัจจุบันนี้แนวความคิดของการควบคุมคุณภาพ ได้ถูกเผยแพร่และนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางทั่วโลกในหลากหลายองค์กร ทุกระดับชั้นไม่ว่าจะเป็นหัวหน้างานหรือคนงานระดับปฏิบัติการชายหรือหญิง พนักงานประจำหรือลูกจ้างชั่วคราว โดยมีจุดประสงค์เดียวกันเพื่อนำมาซึ่งคุณภาพของสินค้าและ

บริการอันเป็นที่พึงพอใจของลูกค้า (Customer Satisfaction – CS) ซึ่งมิใช่ความพึงพอใจขององค์กร(Company Satisfaction) แต่เพียงอย่างเดียว

**2.7 การวิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis FMEA)**

การวิเคราะห์ภาวะความผิดพลาดและการวิเคราะห์ผลกระทบในกระบวนการหรือ FMEA Process ช่วยเพิ่มความเที่ยงตรง (Reliability) ของกระบวนการเพื่อการผลิตหรือการออกแบบการควบคุมกระบวนการจุดประสงค์ของ FMEA มีดังนี้

1) สามารถที่จะพิจารณาและประเมินโอกาสที่จะเกิดภาวะความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการและผลกระทบต่างๆ

2) แบ่งแยกกิจกรรมซึ่งสามารถที่จะกำจัดหรือลดโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาด

3) กระบวนการเตรียมเอกสารต่างๆ เพื่อส่งเสริมกิจกรรมดังที่กล่าวมาข้างต้น

4) ประโยชน์ในการประยุกต์ใช้วิเคราะห์ภาวะความผิดพลาดและการวิเคราะห์ผลกระทบเมื่อมีการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ภาวะความผิดพลาดและการวิเคราะห์ผลกระทบอย่างเหมาะสม ประโยชน์ของการใช้จะมีดังต่อไปนี้

1. ทำให้มีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้น เนื่องมาจากวิธีการต่างๆ ของการทำงานของภาวะความผิดพลาดและการวิเคราะห์ผลกระทบจะใช้ผู้เชี่ยวชาญจากหลายหน่วยงาน ดังนั้น ความเข้าใจที่ดีขึ้นร่วมกันในการออกแบบและใช้งานจะเป็นสิ่งที่ทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ลดเวลาการทำงานหากภาวะความผิดพลาดและสาเหตุได้ถูกค้นพบก่อนที่จะมีการสร้างชิ้นงานต้นแบบหรือประกอบชิ้นงาน จะสามารถลดเวลาในการทดสอบชิ้นงานที่ได้รับการออกแบบอย่างไม่เหมาะสมไปได้มาก

3. ลดต้นทุนการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ไม่เหมาะสม มักจะถูกออกแบบใหม่ที่ดีกว่าอยู่บ่อยครั้ง ดังนั้น หากมีการพบความผิดพลาดอย่างรวดเร็วก็จะสามารถลดจุดด้อยได้ก่อน อันจะทำให้มีการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้อยครั้ง เป็นผลให้ต้นทุนการผลิตลดลง

4. ลดต้นทุนการรับประกันการซ่อมและเรียกกลับมาซ่อมหรือปรับปรุง การปรับปรุงให้การออกแบบและผลิตมีประสิทธิภาพจะสามารถลดปริมาณความเสียหาย ซึ่งเกี่ยวเนื่องโดยตรงกับต้นทุนการรับประกันการซ่อมและเรียกกลับมาซ่อม ซึ่งจะลดต้นทุนโดยรวมของผลิตภัณฑ์และเป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์ของบริษัทให้ดียิ่งขึ้น

5. คุณภาพสูงขึ้นสิ่งที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดล้วนแต่เป็นองค์ประกอบที่ช่วยให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นผลให้ผู้ใช้มีความพึงพอใจมากยิ่งขึ้น

6. สามารถเก็บข้อมูลดียิ่งขึ้น การสร้างและการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมของภาวะผิดพลาดและการวิเคราะห์ผลกระทบจะเป็นสิ่งที่ต้องมีการเก็บข้อมูลในการออกแบบผลิตภัณฑ์ไว้ทั้งหมด ซึ่งจะป้องกันความผิดพลาดซึ่งจะเคยเกิดขึ้นในอดีตอันเกิดจากความตั้งใจที่ดี นอกเหนือจากนั้นการเก็บข้อมูลการปรับปรุงและวิเคราะห์ต่างๆ จะช่วยให้การออกแบบขั้นต่อไปในอนาคตมีความสะดวกยิ่งขึ้น

5) ชนิดของวิเคราะห์ภาวะความผิดพลาดและการวิเคราะห์ผลกระทบนั้น เป็นวิธีการวิเคราะห์ปัญหาหรือความล้มเหลวอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนสำหรับการค้นหาสาเหตุของความผิดพลาดก่อนที่จะเกิดขึ้นจริง เพื่อเป็นการป้องกันก่อนที่จะเกิดปัญหารายแรงขึ้นมาภายหลังและเป็นการลดความเสี่ยงของการเกิดปัญหา โดยทั่วไปแล้ว FMEA สามารถแบ่งตามวิธีการนำไปใช้งานได้หลายอย่างคือ

1. System FMEA จะใช้สำหรับการออกแบบหรือปรับปรุงระบบการทำงานในการใช้งานมักจะรวมอยู่ในขั้นตอนของ FMEA ชนิดอื่น ได้แก่ การสร้างแนวความคิดในการออกแบบและกำหนดรายละเอียดของระบบงาน การออกแบบ การพัฒนา การทดสอบ และการประเมินผลระบบ

2. Design FMEA ซึ่งนิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลและการแก้ไขงานที่มีการทดลองหรือปฏิบัติเป็นครั้งแรกมักจะพิจารณาเกี่ยวข้องกับกลุ่มของการรวมส่วนประกอบต่างๆ หรือส่วนย่อยๆ เข้าด้วยกันและส่วนของผลิตภัณฑ์ว่ามีหน้าที่การใช้งานตามที่ออกแบบเหมาะสมแล้วหรือไม่และส่วนใดจะมีปัญหาจะป้องกันหรือลดระดับความเสี่ยงได้มากน้อยแค่ไหน

3. Process FMEA ซึ่งนิยมใช้สำหรับกระบวนการผลิตมีลักษณะเหมือนกับ Design FMEA แต่จะทำการพิจารณาเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตที่สำคัญ คือ พนักงาน เครื่องจักร วัสดุวิธีการ การวัดและสภาพแวดล้อมของการผลิต โดยทั่วไปแล้วเครื่องจักรจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดเมื่อจัดทำProcess FMEA

4. Service FMEA เกี่ยวข้องกับการให้บริการเป็นหลัก โดยนิยมให้คนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดเมื่อจัดทำ Service FMEA

5. Machinery FMEA ซึ่งนิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์เครื่องจักรอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้โดยแบ่งเป็นส่วนประกอบต่างๆ เช่น โครงสร้างเครื่องจักร เครื่องมือส่วนทำความเย็น ส่วนส่งกำลัง ส่วนหล่อลื่น ชุดเกียร์ ตลับลูกปืน ฯลฯ

6) งานเอกสารของ FMEA การวิเคราะห์ปัญหาหรือความล้มเหลวที่เกิดขึ้นโดยวิธีการ FMEA ซึ่งถือว่าเป็นการวางระบบเตือนภัยล่วงหน้าและเป็นเทคนิคการป้องกันปัญหาชนิดหนึ่ง ซึ่งมีส่วนช่วยวิศวกรกระบวนการในการศึกษาสาเหตุและผลกระทบต่างๆ ก่อนที่การออกแบบหรือวิธีการกระบวนการผลิตจะสรุปผลขั้นสุดท้ายทุกเรื่องทุกด้านที่มีการวิเคราะห์ร่วมกัน จะถูกบันทึกลงแบบฟอร์มมาตรฐานของ FMEA โดยมักจะเริ่มต้นจากหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งของกระบวนการผลิตจะถูกนำมาพิจารณาอย่างละเอียดว่ามีชนิดหรือภาพแบบของปัญหาและความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นหรือเคยเกิดขึ้นมาแล้วมีอะไรบ้าง มีสาเหตุมาจากเรื่องใด และจะมีผลกระทบอย่างไรหลังจากนั้นจะมีการประมาณตัวเลขระดับความเสี่ยงหรือที่เรียกกันว่าค่า RPN ซึ่งมาจากคำว่า Risk Priority Number ให้กับแต่ละปัญหา

7) การคำนวณค่า RPN มาจากผลคูณค่าพารามิเตอร์ 3 ตัว คือ O×S×D เมื่อ

S = Severity คือ เกณฑ์การให้ลำดับขั้นผลกระทบของความรุ่นแรง

O = Occurrence คือ การให้ลำดับโอกาสเกิดความผิดพลาด

D = Detection คือ โอกาสที่จะตรวจจับโดยการควบคุมกระบวนการ

ค่า S O และ D นิยมใช้เป็นตัวเลขจำนวนเต็มมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 10 ดังนั้นเมื่อค่าระดับความเสี่ยงต่ำสุดของการเกิดปัญหา คือ ค่า RPN = 1 ซึ่งมาจาก 1×1×1 หมายความว่า ความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีน้อยมาก และความรุนแรงของผลกระทบ เมื่อเกิดปัญหานี้มีน้อยมากเช่นกันและสามารถตรวจจับปัญหานี้ได้ก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้าอย่างสมบูรณ์ส่วนค่าระดับความเสี่ยงสูงสุดของการเกิดปัญหา คือ ค่า RPN = 1000 ซึ่งมาจาก 10 × 10 × 10 หมายความว่าความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีมาก เช่น พบทุกวันและระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้ก็มีมากเช่นกระบวนการผลิตต้องหยุดทั้งหมด หรือลูกค้า ต้องยกเลิกสัญญาสั่งซื้อ เป็นต้น และยังไม่มีวิธีการตรวจจับปัญหานี้ได้ก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้าเลย ทั้งนี้การให้คะแนนค่า S O และ D ซึ่งประเมินค่าโดยมีการลำดับความสำคัญดังตารางที่ 2.1 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ

**ตารางที่ 2.2** เกณฑ์การให้ลำดับขั้นผลกระทบของความรุ่นแรง

| **เกณฑ์ (ผลกระทบของระดับความรุ่นแรง)** | **ลำดับที่ (Rank)** |
|---|---|
| อาจจะทำให้เกิดอันตรายกับเครื่องจักรอื่นหรือกับผู้ปฏิบัติงานอย่างสูง | 10 |
| อาจทำให้เกิดอันตรายกับเครื่องจักรอื่นหรือกับผู้ปฏิบัติงาน | 9 |
| ทำให้การผลิตหยุดชะงักอย่างมาก และผลิตจำนวน 100% อาจจะต้องกลายเป็นผลิตภัณฑ์เสีย (Scrapped 100%) | 8 |
| ทำให้การผลิตหยุดชะงักบ้าง ผลิตภัณฑ์อาจจะต้องมีการนำมาเลือกบางส่วนที่เสียออก (<100% เป็นผลิตภัณฑ์เสีย) | 7 |
| ทำให้การผลิตหยุดชะงักบ้าง ผลิตภัณฑ์มีเสีย <100% แต่อาจไม่ต้องนำมาเลือกบางส่วนออก | 6 |
| ทำให้การผลิตหยุดชะงักบ้าง ผลิตภัณฑ์จำนวน <100% อาจจะต้องมาผลิตอีกครั้ง (Reworked 100%) | 5 |
| ทำให้การผลิตหยุดชะงักบ้าง ผลิตภัณฑ์อาจจะต้องมีการนำมาเลือกบางส่วนที่เสียออก แล้วนำส่วนที่เหลือมาทำอีกครั้ง (Reworked <100%) | 4 |
| ทำให้การผลิตหยุดชะงักบ้าง ผลิตภัณฑ์จำนวนน้อยกว่า 100% อาจจะต้องนำมาทำ | 3 |
| ใหม่ในสายการผลิต แต่ภายนอกสถานีการผลิต | |
| ทำให้กรผลิตหยุดชะงักบ้าง ผลิตภัณฑ์จำนวนน้อยกว่า 100% อาจจะต้องนำมาทำใหม่ในสายการผลิต และภายในสถานีการผลิต | 2 |
| ไม่มีผลกระทบ | 1 |

**ตารางที่ 2.3** การให้ลำดับโอกาสเกิดความผิดพลาด

| **โอกาสในกรเกิดความผิดพลาด (Occurrence Opportunity of Failure)** | **อัตราความเป็นไปได้ในการเกิดความผิดพลาด (Possible Failure Rate)** | **ลำดับที่ (Rank)** |
|---|---|---|
| สูงมาก (ความผิดพลาดเกิดขึ้นเกือบแน่นอน) | มากกว่าหรือเท่ากับ 1 ใน 2 | 10 |
| | 1 ใน 3 ถึง 1 ใน 2 | 9 |
| สูง (ความผิดพลาดมีบ่อยครั้ง) | 1 ใน 8 ถึง 1 ใน 3 | 8 |
| | 1 ใน 20 ถึง 1 ใน 8 | 7 |
| ปานกลาง (ความผิดพลาดเกิดขึ้นบ้าง) | 1 ใน 80 ถึง 1 ใน 20 | 6 |
| | 1 ใน 400 ถึง 1 ใน 80 | 5 |
| | 1 ใน 2000 ถึง 1 ใน 400 | 4 |
| ต่ำ (ความผิดพลาดเกิดขึ้น น้อยครั้ง) | 1 ใน 15000 ถึง 1 ใน 2000 | 3 |
| | 1 ใน 150000 ถึง 1 ใน 15000 | 2 |
| ต่ำมาก (ความผิดพลาดมีโอกาสเกิดได้น้อยมาก) | มากกว่า 1 ใน 1500000 ถึง 1 ใน 150000 | 1 |

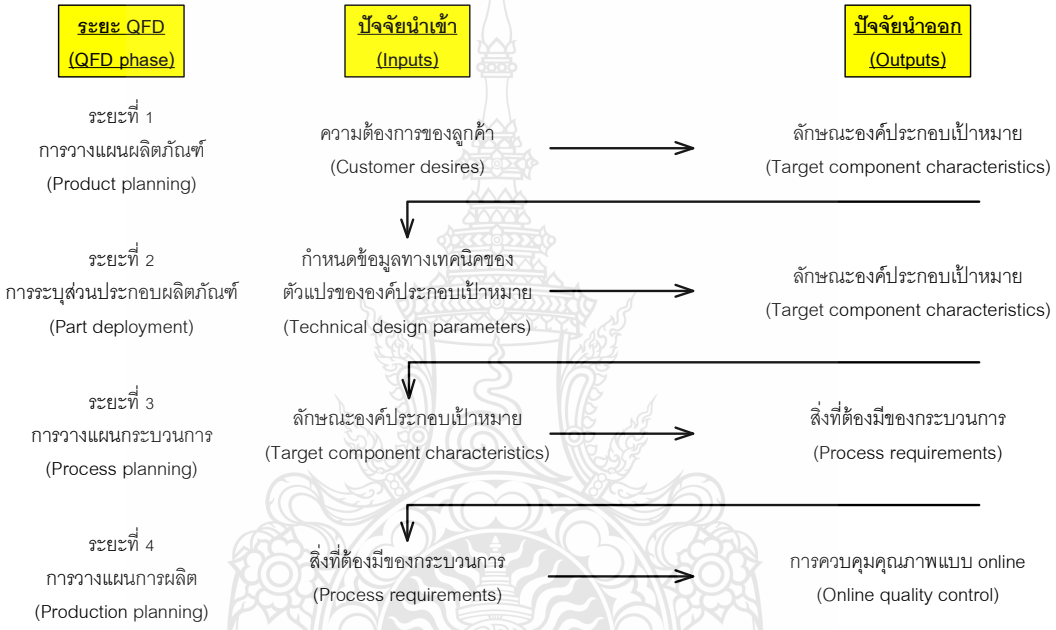
**ตารางที่ 2.4** โอกาสที่จะตรวจจับโดยการควบคุมกระบวนการ

| **โอกาสการตรวจ (Detection Opportunity)** | **โอกาสที่จะตรวจจับโดยการควบคุมกระบวนการ (Opportunity of Detection by Process Control)** | **ลำดับที่ (Rank)** |
|---|---|---|
| ไม่สามารถตรวจจับได้ อย่างแน่นอน | การควบคุมการออกแบบไม่สามารถตรวจจับโอกาสที่จะ เป็นสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาด (หรือไม่มีการควบคุมการออกแบบเลย) | 10 |
| มีโอกาสตรวจจับได้เล็กน้อยที่สุด | การควบคุมการออกแบบมีโอกาสตรวจจับที่จะเป็นสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาดได้เล็กน้อยที่สุด | 9 |

| | | |
|---|---|---|
| มีโอกาสตรวจจับได้เล็กน้อยมาก | การควบคุมการออกแบบมีโอกาสตรวจจับโอกาสที่เป็นสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาดได้เล็กน้อยมาก | 8 |
| มีโอกาสตรวจจับได้ต่ำมาก | การควบคุมการออกแบบมีโอกาสตรวจจับโอกาสที่เป็นสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาดได้ต่ำมาก | 7 |
| มีโอกาสตรวจจับได้ต่ำ | การควบคุมการออกแบบมีโอกาสตรวจจับโอกาสที่เป็นสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาดได้ต่ำ | 6 |
| มีโอกาสตรวจจับได้ปานกลาง | การควบคุมการออกแบบมีโอกาสตรวจจับโอกาสที่เป็นสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาดได้ปานกลา | 5 |
| มีโอกาสตรวจจับได้ค่อนข้างสูง | การควบคุมการออกแบบมีโอกาสตรวจจับโอกาสที่เป็นสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาดได้ค่อนข้างสูง | 4 |
| มีโอกาสตรวจจับได้สูง | การควบคุมการออกแบบมีโอกาสตรวจจับโอกาสที่เป็นสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาดได้สูง | 3 |
| มีโอกาสตรวจจับได้สูงมาก | การควบคุมการออกแบบมีโอกาสตรวจจับโอกาสที่เป็นสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาดได้สูงมาก | 2 |
| มีโอกาสตรวจจับได้ค่อนข้างแน่นอน | การควบคุมการออกแบบมีโอกาสตรวจจับโอกาสที่เป็นสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาดได้ค่อนข้างแน่นอน | 1 |

## 2.8 การขยายหน้าที่ด้านคุณภาพ (Quality Function Deployment, QFD)

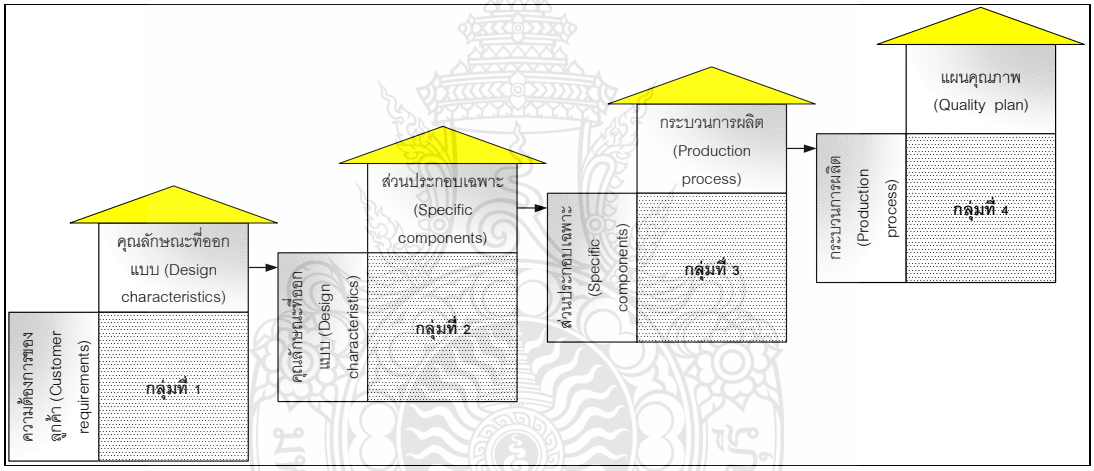
การขยายหน้าที่ด้านคุณภาพ (Quality Function Deployment, QFD) หมายถึง การพิจารณาคุณภาพซึ่งเป็นลักษณะรวมของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ลูกค้าต้องการ แล้วเปลี่ยนความต้องการเหล่านั้นของลูกค้าเข้าสู่การออกแบบ โดยมีปัจจัยที่เป็นความต้องการของลูกค้าเป็นเป้าหมายในการออกแบบด้วยการขยายหน้าที่ด้านคุณภาพ เป็นกระบวนการซึ่งมี 4 ระยะที่เชื่อมความต้องการของลูกค้าและความต้องการด้านลักษณะเฉพาะของสินค้าหรือบริการในระยะการออกแบบ (Design Phase) เข้าไว้ด้วยกัน




**ภาพที่ 2.3** กระบวนการขยายหน้าที่ด้านคุณภาพ

ภาพที่ 2.3 แสดงกระบวนการขยายหน้าที่ด้านคุณภาพใน 4 ระยะ แต่ละระยะจะทำหน้าที่เหมือนกระบวนการแปรสภาพที่มีปัจจัยนำเข้า (Inputs) และปัจจัยนำออก (Outputs) ของกระบวนการแปรสภาพ โดยระยะที่ 1 เป็นช่วงของการวางแผนผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์รวมอยู่ด้วย และในการออกแบบผลิตภัณฑ์นี้จะต้องนำข้อมูลความต้องการของลูกค้ามาเป็นปัจจัยนำเข้าที่สำคัญประกอบในการออกแบบปัจจัยนำออกของระยะที่ 1 คือลักษณะองค์ประกอบเป้าหมาย โดยเป้าหมายนี้คือผลได้จากปัจจัยที่เป็นความต้องการของลูกค้า ระยะที่ 2 เป็นการเปลี่ยนลักษณะองค์ประกอบเป้าหมายที่เป็นความต้องการของลูกค้า ให้เป็นองค์ประกอบทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์ที่จะ

ผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ระยะที่ 3 เป็นช่วงของการวางแผนกระบวนการ โดยเป็นการออกแบบ คัดเลือกกระบวนการที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ระยะที่ 4 เป็นช่วงของการวางแผนการผลิต โดยมีการควบคุมคุณภาพ เพื่อผลิตสินค้าที่มีคุณลักษณะที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างสม่ำเสมอ จากกระบวนการขยายหน้าที่ด้านคุณภาพ ยังมีเครื่องมืออีกอย่างหนึ่งของการขยายหน้าที่ด้านคุณภาพ คือบ้านแห่งคุณภาพ (House of Quality) เป็นเทคนิคด้านรูปภาพสำหรับกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับผลิตภัณฑ์หรือบริการหรือ เป็นระบบที่สัมพันธ์แบบเมตริกซ์ ซึ่งใช้ในการขยายแนวทางหน้าที่ด้านคุณภาพ โดยช่วยในการเปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้ามาสู่การตัดสินใจในการออกแบบและงานด้านวิศวกรรม ทำให้ผู้บริหารการปฏิบัติการสามารถสร้างผลิตภัณฑ์และกระบวนการให้ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามลักษณะที่ลูกค้าต้องการได้




**ภาพที่ 2.4** บ้านแห่งคุณภาพ

จากภาพที่ 2.4 การสร้างบ้านแห่งคุณภาพ มีขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดความต้องการของลูกค้า (Identify Customer Wants) ในขั้นที่ 1 จะพิจารณาความต้องการของลูกค้า (Customer Requirements) โดยนำมาเป็นปัจจัยนำเข้า (Inputs) ซึ่งจะผ่านกระบวนการเพื่อให้ออกมาเป็นปัจจัยนำออก (Outputs) คือ คุณลักษณะที่ออกแบบ (Design Characteristics) ซึ่งจะอยู่ในกลุ่มที่ 1 ของภาพที่ 2.2 กลุ่มนี้เป็นการเปลี่ยนความต้องการของลูกค้าให้เป็นคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการเพื่อเป็นเป้าหมายและแนวทางในการตัดสินใจในการออกแบบผลิตภัณฑ์

ขั้นที่ 2 กำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่สามารถสนองความต้องการของลูกค้า (Identify How the Goods or Service will be Satisfy Customer Wants) ในขั้นที่ 2 คือกลุ่มที่ 2 ซึ่งจะนำปัจจัยนำออกของกระบวนการในกลุ่มที่ 1 คือ คุณลักษณะที่ออกแบบ (Design Characteristics) มาเป็นปัจจัยนำเข้า (Inputs) ของกลุ่มที่ 2 เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ซึ่งจะได้ปัจจัยนำออก (Outputs) คือ ส่วนประกอบเฉพาะ (Specific Components) กลุ่มนี้เป็นการเปลี่ยนจากแบบของผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ทำหน้าที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ขั้นที่ 3 กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการ (Related Customer Wants to Product How) ในขั้นที่ 3 คือกลุ่มที่ 3 ซึ่งจะนำปัจจัยนำออกของ

กระบวนการในกลุ่มที่ 2 คือส่วนประกอบเฉพาะ (Specific Components) มาเป็นปัจจัยนำเข้า (Inputs) ของกลุ่มที่ 3 เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะได้ปัจจัยนำออก (Outputs) คือ กระบวนการผลิต (Production Process) กลุ่มนี้เป็นการค้นหา ออกแบบ คัดเลือกกระบวนการผลิตที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบเฉพาะ เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ได้โดยมีคุณภาพตามที่ออกแบบไว้

ขั้นที่ 4 กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการต่างๆ ของบริษัท (Identify Relationships between the Firms How) ในขั้นที่ 4 คือกลุ่มที่ 4 ซึ่งจะนำปัจจัยนำออกของกระบวนการในกลุ่มที่ 3 คือ กระบวนการผลิต (Production Process) มาเป็นปัจจัยนำเข้า (Inputs) ของกลุ่มที่ 4 เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะได้ปัจจัยนำออก (Outputs) คือ แผนคุณภาพ (Quality Plan) ซึ่งหมายถึงแผนการทำงานที่มีคุณภาพ โดยมีการนำความต้องการของลูกค้ามาเป็นปัจจัยหลักในการออกแบบผลิตภัณฑ์ คัดเลือกกระบวนการผลิต และการควบคุมคุณภาพในทุกขั้นตอน เพื่อให้มั่นใจได้ว่ากระบวนการทั้งหมดจะมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดีและเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า

## 2.9 เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ค่าทางสถิติของงานวิจัย

2.9.1 การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์(Regression Analysis and Correlation)

การวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้องใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่พิเศษกว่าบัญญัติไตรยางศ์ ซึ่งก็คือ " Regression Analysis " และแทนที่จะเรียกว่าการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ก็จะเรียกว่า การประมาณการ (Prediction) แทน เมื่อเป็นเช่นนี้ ตัวแปรฝั่งที่ไม่มีค่าคลาดเคลื่อน เราจะเรียกว่าตัวประมาณการ (Predictor) โดยใช้ สัญลักษณ์แทนคือ $X$ ตัวแปรที่มีความคลาดเคลื่อน จะเรียกว่า ตัวตอบสนอง (Response) สัญลักษณ์แทนคือ $Y$ โดยที่

$$Y = F(X) \qquad (2.5)$$

ผลการวิเคราะห์ที่ได้ จะได้สมการหรือฟังก์ชันคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์กันของทั้งสองตัวแปร เช่น % Bacteria Killed ($Y$) = 67.45 + 0.214* Temperature($X$) ความสัมพันธ์ที่เขียนแทนด้วยฟังก์ชันคณิตศาสตร์ดังกล่าวเราจะเรียกว่า Model หรือ Mathematical Model และฟังก์ชันคณิตศาสตร์ที่ได้ จะสามารถนำไปประมาณการ ตัวแปรฝั่งที่มีค่าคลาดเคลื่อนได้ โดยใช้ค่าของตัวแปรฝั่งที่มีค่าไม่คลาดเคลื่อน แปลว่าเมื่อรู้ค่าตัวแปรที่ค่าไม่คลาดเคลื่อน และรู้ฟังก์ชั่นคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ แล้วก็สามารถรู้ค่าตัวแปรฝั่งที่มีค่าคลาดเคลื่อนได้ Mathematical Model ดังกล่าวจึงเรียกว่า Transfer function ในที่สุด ในการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรสองฝั่งโดยใช้ Regression analysis นั้นสามารถที่จะใช้ได้กับหลายลักษณะความสัมพันธ์ และปริมาณตัวแปร เช่น Simple Linear Regression Analysis จะใช้เมื่อต้องการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง สองตัวแปร และความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรดังกล่าวจะต้องเป็นในลักษณะเชิงเส้น ดังตัวอย่างง่ายๆ % Bacteria Killed (Y) = 67.45 + 0.214* Temperature(X)

2.9.2 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (Statistical significance)

T-Statistic เมื่อเราได้ Model มาแล้วจะต้องพิสูจน์ทางสถิติ ค่าคงที่ (b0) และสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระทุกค่า ($b1b2....bn$) ว่ามีนัยสำคัญต่อ Model หรือไม่ โดยตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_a : \beta_i \neq 0$$

ถ้าเราต้อง Accept $H_0$ โดยดูจากค่า T ที่คำนวณได้ถ้าน้อยกว่าค่า T-critical ก็แปลว่าค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระตัวนั้นๆ ไม่มีนัยสำคัญต่อ Model ก็ตัดออกได้ โดยจะไม่ทำให้ Model นั้นเกิดความแตกต่างแต่อย่างใด ในทางตรงกันข้ามเราต้อง Reject $H_0$ เมื่อ T ที่คำนวณได้มากกว่า T-critical ก็แปลว่าค่าคงที่หรือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระตัวนั้นๆ มีนัยสำคัญต่อ Model ไม่สามารถตัดออกได้นี่ทำให้ Regression analysis ต้องมี T-test หรือมีค่า t ปรากฏในตารางผลการวิเคราะห์ F-Statistic สุดท้ายเราได้ Model ที่ถือว่าดีที่สุดเท่าที่จะหาได้แต่ก็ใช่ว่า Model ดังกล่าวจะใช้ในการ Predict ค่า Y ได้ถูกต้อง เราจำเป็นต้องพิสูจน์ทราบว่า Model ที่ได้นั้นเมื่อนำไป Predict ค่า Y แล้วจะมีความคลาดเคลื่อนมากแค่ไหน หรือก็คือ มี Error ระหว่าง Y และ $\hat{Y}$ มากแค่ไหน

$H_0$ : Error ที่เกิดขึ้นที่ (Y) เกือบทั้งหมดมาจากตัวแปรอิสระ

$H_a$ : Error ที่เกิดขึ้นที่ (Y) ส่วนน้อยเท่านั้นที่มาจากตัวแปรอิสระ

หากผลการทดสอบด้วย F - Test พบว่า Accept Ho หรือ F - Statistic ที่ได้มีค่าต่ำกว่าค่า F-Critical ก็ให้ถือว่า Model นั้นมีความผิดพลาดสูง จนไม่อาจยอมรับให้นำไปใช้ต่อไปได้ ก็ถือว่าอย่างอื่นก็ไม่ต้องวิเคราะห์ต่อในทางตรงกันข้ามหากผลการทดสอบด้วย F-Test พบว่า Reject Ho หรือ

F - Statistic ที่ได้มีค่ามากกว่าค่า F - Critical ก็ให้ถือว่า Model นั้น เมื่อนำไป Predict ค่า Y แล้วมีความผิดพลาดน้อยสามารถยอมรับได้ จึงเป็นเหตุให้ Regression Analysis ต้องมี ANOVA เพราะใน ANOVA มี F-Test อยู่นั่นเอง Coefficient of Determination ใช้พิสูจน์ว่า Model ที่ได้นั้นมีที่มาที่ดีพอจะใช้ Model จากผลการวิเคราะห์ ไป Predict ค่า Y ในอนาคตได้หรือไม่ แม้ว่า F - Test จะบอกว่า Model มีความผิดพลาดต่ำแค่ไหนก็ตาม แต่หากที่มาของการเก็บข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ ไม่เหมาะสม ก็ยังถือว่า Model นั้นที่ดีได้อาจเพราะเหตุบังเอิญ

$R^2$เป็นค่าที่บ่งบอกว่าข้อมูลดิบของการวิเคราะห์นั้น เหมาะสมหรือไม่ จะมีค่าระหว่าง 0 - 1 ยิ่งเข้าใกล้ 1 ก็ยิ่งดี โดยทั่วไปควรมีค่า 0.6 ขึ้นไป แต่ก็ไม่ได้มีกฎเกณฑ์แน่นอนตายตัว

$R^2$-Adjust เป็นค่าที่บ่งบอกว่า $R^2$ ที่ได้นั้นเหมาะสมจริงไหม โดยจะทำการลด Sample (N) ลง 1 ตัว แล้วหาค่า $R^2$ ใหม่อีกครั้ง เลยเรียกว่า Adjust หากมีค่าต่ำกว่า $R^2$ มากผิดปกติ ก็ให้สรุปว่า Sample size ต่ำเกินไป หรือ $R^2$ มี Sensitivity ต่อการเปลี่ยนแปลง N มากเกินไป มีโอกาสที่ Model จะผิดพลาดก็สูงทีเดียว ที่เหมาะสม ค่า $R^2$-Adjust จะต้องต่ำกว่า $R^2$ เพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงจะถือว่าการทดลองครั้งนี้ เก็บข้อมูลมาดี Sample Size เหมาะสม หากกำลังใช้ Regression Analysis แล้ว ค่า $R^2$ และ $R^2$ - Adjust นี้สามารถจะทำให้ Model ที่ได้นั้น ไม่อาจจะยอมรับให้ใช้ได้ ต้องกลับไปดำเนินการเก็บข้อมูลเพิ่มและเริ่มทำการวิเคราะห์ใหม่อีกครั้งหนึ่ง แม้ว่า F - test จะปรากฏผลว่า Model นั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำก็ตาม

2.9.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว หรือ One-way ANOVA เป็นวิธีการทดสอบเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นตัวเดียวกับตัวแปรตามเพียงตัวเดียวโดยที่ตัวแปรอสิระหรือตัวแปรต้นอาจมีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ (Qualitative Variable) ที่จำแนกออกเป็นระดับหรือประเภทต่างๆ เช่น เก่ง-ปานกลาง-อ่อน ดีมาก-ดี-พอใช้-แย่ เป็นต้นส่วนตัวแปรตามอาจมีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ (Quantitative Variable) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นว่าจะส่งผลอย่างไรกับตัวแปรตาม ตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานมีดังนี้

1) ตั้งสมมติฐาน

$H_0$: $\mu_1 = \mu_2 = \ldots = \mu_k$

$H_1$: มีอย่างน้อยหนึ่งคู่ที่ไม่เท่ากัน

2) กำหนดระดับนัยสำคัญ ($\alpha$)

3) กำหนดตัวสถิติทดสอบและคำนวณค่า

4) ตัวสถิติทดสอบคือเอฟ และ สร้างตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนดูบริเวณการทดสอบ

5) ถ้าค่าเอฟที่คำนวณน้อยกว่าค่าที่เปิดจากตาราง หมายถึงค่าที่คำนวณได้จากตัวอย่างตกบริเวณยอมรับ $H_0$ ตัดสินใจยอมรับ $H_0$ สรุปว่าไม่มี เหตุผลเพียงพอที่ปฏิเสธสมมติฐาน $H_0$ หากค่าเอฟที่คำนวณได้มากกว่าค่าในตารางหมายถึงค่าที่คำนวณได้จากตัวอย่างตกบริเวณปฏิเสธ $H_0$ ตัดสินใจปฏิเสธ $H_0$ และ สรุปผลว่ามีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ ที่ไม่เท่ากัน

2.9.4 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มประชากร (2-sample T-test)

หลักการทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มประชากร (2-sample T-*test)* คือ วิธีการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรสุ่มปกติจำนวน 2 ชุด โดยไม่จำเป็นต้องทราบว่าพารามิเตอร์มีค่าเท่าใด และมีจำนวนการเก็บผลซ้ำน้อยหรือกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ($n < 30$) โดยการทดสอบจะมีเงื่อนไขข้อตกลงดังนี้ คือ

1) กลุ่มตัวอย่างทั้งสองต้องทำการสุ่มจากประชากรที่มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ

2) ไม่ทราบค่าความแปรปรวนของประชากร ($\sigma_1^2, \sigma_2^2$) โดยใช้ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง ($S_1^2, S_2^2$) แทน

3) กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต้องเป็นอิสระต่อกัน (Independent)

4) โดยงานวิจัยนี้จะใช้การทดสอบสมมติฐานในกรณีค่าความแปรปรวน (Variance) ของข้อมูลทั้งสองกลุ่มประชากรเท่ากัน ซึ่งมีการตั้งสมมติฐาน คือ

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = \Delta_0$$

$$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq \Delta_0$$

เมื่อ $\mu_1$ : คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการพิจารณาจากประชากรกลุ่มที่ 1

$\mu_2$ : คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการพิจารณาจากประชากรกลุ่มที่ 2

$\Delta_0$ คือ ผลต่างค่าพารามิเตอร์ของประชากรทั้ง 2 กลุ่มเป็นศูนย์ ($\Delta = 0$)

2.9.5 การทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Design)

จะใช้กับการทดลองที่มีปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัย ซึ่งเป็นการทดลองที่มีหลายปัจจัย (Multiple Factor Experiment) และเนื่องจากปัจจัย (Factor) มีมากกว่า 1 ปัจจัย ดังนั้น นอกจากการเกิดอิทธิพลของปัจจัยหลัก (Main Effect) ที่สนใจแล้วยังอาจเกิดอิทธิพลของปัจจัยร่วม (Interaction Effect) ได้ ด้วยอิทธิพลของปัจจัยร่วม (Interaction Effect) คือ ผลที่เกิดขึ้นจากการที่ปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปแล้วมีผลทำให้อิทธิพล (Effect) ของอีกปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงด้วย

**2.10 วิจารณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

จากการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มผลผลิตพบว่าองค์กรที่จะสามารถอยู่รอดได้ในโลกแห่งการแข่งขันทางธุรกิจ คือ องค์กรที่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานอย่างต่อเนื่อง เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการจึงถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงและวัดประสิทธิภาพในการ

ทำงานซึ่งได้แก่ การวัดอัตราผลิตภาพ (Productivity) การศึกษาการทำงาน (Work Study) การกำจัดความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Wastes) [7] โดยพยายามให้กระบวนการผลิตเกิดความสมดุลมากที่สุด การจัดวางผังโรงงานใหม่ทำให้การไหลของงานระหว่างกระบวนการเป็นไปอย่างต่อเนื่อง สามารถลดจำนวนพนักงาน และการเพิ่มผลิตภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และการปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนกันสะเทือนภายในรถยนต์ [8-9]

นอกจากการใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการเข้ามาแก้ปัญหาในงานวิจัยแล้วยังพบอีกว่า การศึกษาเวลา (Time Study) หรือการวัดผลงาน (Work Measurement) [10] มีการประยุกต์ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิด (7 QC Tools) [11] เพื่อนำมาเก็บข้อมูลสภาพปัญหาหรือของเสีย (Defect) ในเชิงสถิติทำให้การนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตซึ่งช่วยให้การตัดสินใจต่อการแก้ปัญหาต่างๆ เป็นไปอย่างมีหลักการ และถูกต้อง เครื่องมือควบคุมคุณภาพ เหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น การจัดสมดุลสายการประกอบแบบสองด้านในโรงงานประกอบรถยนต์ การเพิ่มประสิทธิภาพในโรงงานล้างขวด [12] การประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกม่าในการปรับปรุงคุณภาพการเคลือบสี สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ [13] การปรับปรุงกระบวนการผลิตยางท่อเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต [14] และการปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนโคมเพดานแก้ว [15] แต่มีบางงานวิจัยที่นำ เครื่องมือควบคุมคุณภาพมาทำการออกแบบ และประยุกต์ใช้ในการเก็บข้อมูลเวลาตัวอย่างเพื่อใช้ในการคำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) ซึ่งกระบวนการผลิตมีความหลากหลาย และซับซ้อนแตกต่างกันทั้งใน

เรื่องของวัตถุดิบที่ใช้ วิธีการ/เทคโนโลยี เครื่องจักรอุปกรณ์ รวมถึงความสามารถของพนักงานจึงจำเป็นต้องมีการประเมินค่าสมรรถนะในการทำงาน เนื่องจากพนักงานแต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกันทั้งในเรื่องของความเอาใจใส่ ความพยายาม ความแม่นยำ และความกระตือรือร้นในการทำงาน และจะต้องมีการคิดเวลาเผื่อให้กับพนักงานด้วย เช่น ค่าเวลาเผื่อส่วนบุคคล ความเครียด และความล่าช้า [16] ตัวอย่าง เช่น การจัดทำเวลามาตรฐานการลดชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิตในการผลิตชิ้นส่วนของรถตักดินซึ่งผลจากการจัดทำเวลามาตรฐานทำให้พนักงาน

สามารถทำงานได้เร็วขึ้น รอบเวลาในการผลิตรวมลดลงคิดเป็น 21.04 % ที่สำคัญพนักงานมีเวลาการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน โดยทุกงานวิจัยที่ได้กล่าวไว้ในเบื้องต้น จะมีประเด็นหัวข้อการศึกษาวิจัยที่เหมือนกัน คือ การปรับปรุงผลิตภาพ (Productivity Improvement) โดยเริ่มจาก ขั้นตอนการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการ โดยมีการสร้างแผนผังสายธารแห่งคุณค่ากระบวนการเพื่อระบุสภาพปัญหาแท้จริงที่เกิดขึ้น ดังเช่น การระบุปัญหาความสูญเปล่าในโรงงานประกอบรถยนต์ [17] การจำแนกคุณค่าในการเพิ่มผลผลิตในสายการประกอบด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษา โรงงานผลิตพาเลทไม้ยางพารา[18] การระบุปัญหาความสูญเปล่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้วยเทคนิคและวิธีการทางวิศวกรรมอุตสาหการในโรงงานผลิตเบาะรถตู้ [19] ซึ่งทั้ง 3 งานวิจัยข้างต้นจะวิเคราะห์สภาพปัญหาที่แท้จริงเพื่อกำหนดเป้าหมายการวิจัย (ตัวชี้วัดการวิจัย) และสำหรับในงานวิจัยนี้ก็จะทำการระบุสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในการบวนการและกำหนดเป้าหมายการวิจัยโดยการใช้การศึกษาสภาพปัจจุบัน สำหรับขั้นตอนการหาสาเหตุของปัญหานั้นมีการใช้เครื่องมือ คือ แผนภูมิพาเรโต ช่วยให้การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหามีความง่ายขึ้น เช่น การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้งานเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ [20] การระบุสาเหตุปัญหาในกระบวนการฉีดพลาสติก [21] เพื่อวิเคราะห์สาเหตุปัญหาอย่างมีระบบ พร้อมกับการวิเคราะห์จุดคอขวด (Bottleneck) ที่เกิดในสายการผลิต อาทิเช่น การวิเคราะห์เวลาในแต่ละสถานีงานที่เป็นจุดคอขวดในสายการประกอบรถยนต์ [22] การวิเคราะห์หาจุดคอขวดที่เกิดขึ้นในสายการผลิตประกอบรถยนต์ และการระบุหาจุดคอขวดและปัญหาในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเลคทรอนิกส์ [23] ด้วยการคำนวณจังหวะความต้องการของลูกค้า (Tart Time) ที่เพิ่มขึ้น แล้วทำการวิเคราะห์หาจำนวนสถานีงานในสายการผลิตที่เหมาะสม เช่น การหาจำนวนสถานีงานที่น้อยสุดให้แก่สายการประกอบรถยนต์ และสุดท้ายก็ทำการวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการ เช่น การวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอยในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ [24] ซึ่งวิธีการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาทั้งหมดที่กล่าวข้างต้นจะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ร่วมกับการวิเคราะห์กิจกรรมที่ไม่จำเป็นในสายการผลิตด้วย

จากนั้นจึงทำการระดมสมอง (Brainstorming) เพื่อวิเคราะห์หาแนวคิดมาตรการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม โดยใช้วิธีการเพิ่มผลผลิตที่ได้ (Output) จากสายการผลิตให้เพียงพอกับความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นด้วยการปรับปรุงค่ารอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ตรงจุดที่เป็นคอขวด (Bottleneck) ให้เหมาะสม การวิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงผลิตภาพของกระบวนการผลิตเครื่องครัว [25] พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์หาแนวคิดมาตรการลดปัจจัยนำเข้า (Input) และลดเวลาการว่างงาน (Idle Time) ของพนักงานในสายการผลิตกรณีศึกษาโดยประยุกต์ใช้หลักการจัดสมดุลสายการผลิต

(Line Balancing) เช่น การจัดสมดุลแบบสองด้านในสายการประกอบรถยนต์ [26] แล้วทำการวิเคราะห์จัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ในสายการผลิตให้มีความคุ้มค่าและเหมาะสม ดังเช่น การลดจำนวนพนักงานลงให้เหมาะสมในสายการประกอบรถยนต์ การจัดสรรจำนวนพนักงานในสายการประกอบรถยนต์ ท้ายสุดจึงทำการวิเคราะห์เพื่อกำจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็นออกไปจากสายการผลิตโดยใช้หลักการปรับปรุงงาน (ECRS) ดังเช่น การปรับปรุงวิธีการทำงานในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ การเพิ่มประสิทธิภาพงานในกระบวนการผลิตเบาะรถตู้ การวิเคราะห์และปรับปรุงงานความไม่สม่ำเสมอของการผลิตพาเลทไม้ยางพารา ซึ่งแนวคิดการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่ได้ศึกษาจากข้างต้นก็จะนำมาประยุกต์ใช้กับสายการผลิตกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ เมื่อทำการวิเคราะห์จนได้แนวทางวิธีการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เหมาะสมแล้ว จึงนำวิธีการปรับปรุงมาดำเนินการปฏิบัติจริงโดยอาศัยหลักการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) ในการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Test) เพื่อยืนยันและประเมินผลหลังการปรับปรุงให้ได้ตามเป้าหมายการวิจัยที่ได้ตั้งไว้ ดังเช่น การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบ $2^{2k}$ เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่เหมาะสมในการอบชิ้นส่วนโคมเพดานแก้ว และการออกแบบฟูลแฟคทอเรียล (Full Factorial Design) เพื่อกำหนดปัจจัยการผลิต 5 ปัจจัย ที่เหมาะสมต่อกระบวนการฉีดขึ้นภาพพลาสติก ซึ่งงานวิจัยทั้ง 2 ข้างต้นจะใช้การออกแบบแฟคทอเรียลที่คล้ายกันแต่ต่างกันเพียงจำนวนปัจจัย รอบการทดลองและลักษณะของปัญหาที่แตกต่างกันตามตัวแปรเท่านั้น โดยเหตุผลที่เลือกใช้การออกแบบการทดลองนี้เพราะเป็นเครื่องมือคุณภาพตัวหนึ่งอันจะช่วยอำนวยประโยชน์ในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมตามเป้าหมาย ซึ่งขั้นตอนการยืนยันและประเมินผลหลังการปรับปรุงด้วยวิธีการออกแบบการทดลองข้างต้นนี้จะนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้แต่จะเป็นการใช้หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแบบทางเดียว (1 – way ANOVA) ดังเช่น การวิเคราะห์ปัจจัยที่แท้จริงของการวางหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ผิดตำแหน่ง และการทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ากลางของสองกลุ่มประชากรที่มีการกระจายแบบปกติและเป็นอิสระต่อกัน (2-sample t- test) ดังเช่น การวิเคราะห์อัตราผลผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการในโรงงานผลิตท่อยาง ขั้นตอนสุดท้ายของการวิจัย คือ ต้องทำการสร้างมาตรฐานควบคุมการทำงาน (Standard Work) เพื่อใช้เป็นมาตรฐานควบคุมการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงกระบวนการ ดังเช่น การกำหนดมาตรฐานและวิธีการทำงานในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนกันสะเทือนภายในรถยนต์ โดยแนวคิดการสร้างมาตรฐานควบคุมการทำงานนี้จะนำมาใช้ดำเนินการในงานวิจัยนี้หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงสายการผลิตกรณีศึกษา

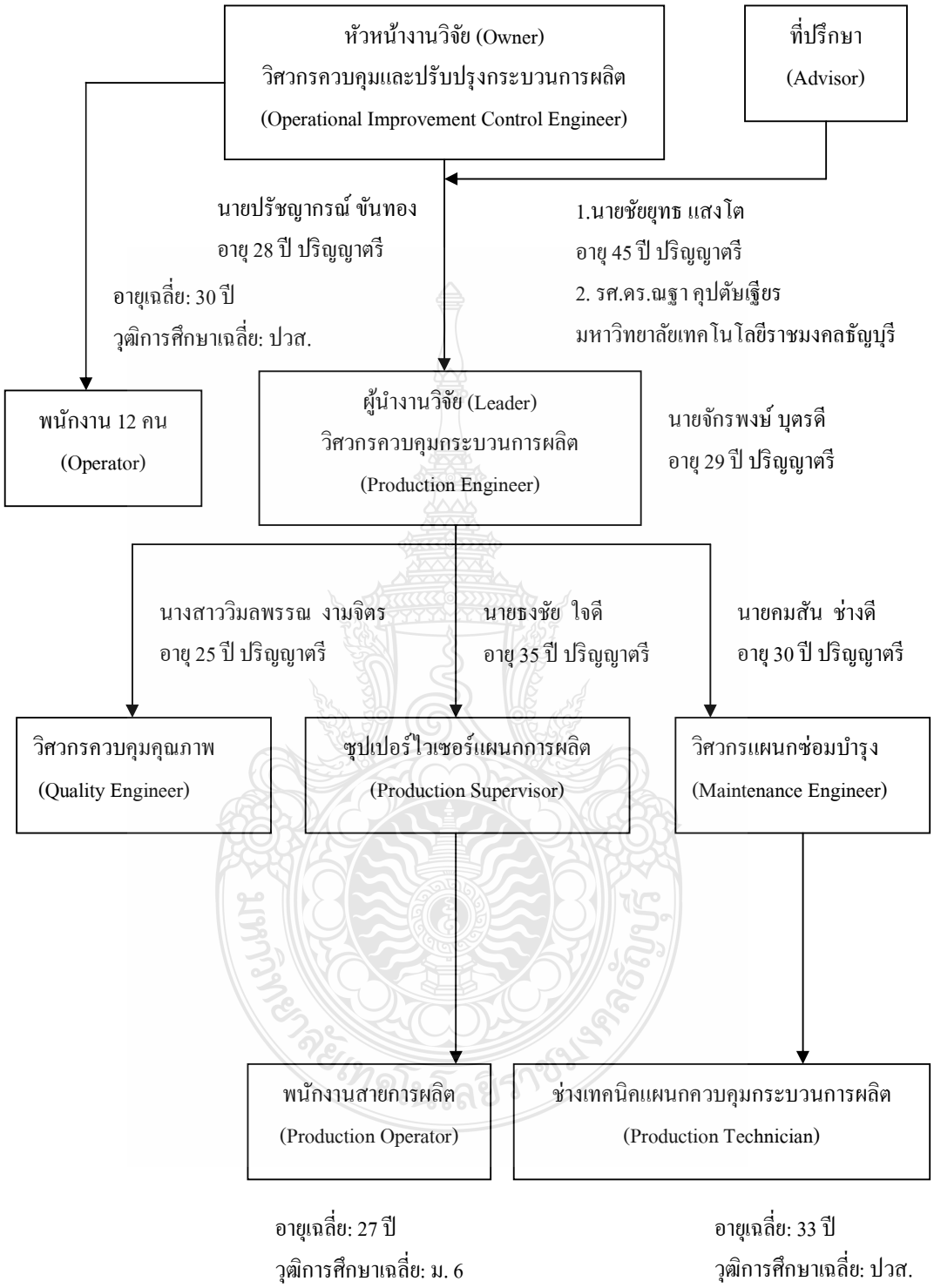
ดังนั้นจะกล่าวโดยสรุปว่า งานวิจัยนี้จะดำเนินการปรับปรุงกระบวนการด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการเป็นหลัก โดยเริ่มจาก การระบุประเด็นหัวข้อการศึกษาวิจัย

คือ การปรับปรุงผลิตภาพ (Productivity Improvement) ของสายการผลิตกรณีศึกษา แล้วทำการศึกษาสภาพปัญหาแท้จริงที่เกิดขึ้นในสายการผลิตกรณีศึกษา จากนั้นทำการระดมสมอง (Brainstorming) เพื่อรวบรวมสาเหตุของปัญหาแล้วทำการศึกษาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่แท้จริง โดยใช้หลักการวิเคราะห์จังหวะความต้องการของลูกค้า (Tart Time) วิเคราะห์การใช้ประโยชน์ของทรัพยากร (Utilization Analysis) จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม โดยใช้เครื่องมือของเทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ เช่น หลักการปรับปรุงค่ารอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของจุดที่เป็นคอขวด (Bottle Neck) และหลักการปรับปรุงงาน (ECRS) แล้วจึงนำเอาวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้นมาดำเนินการปฏิบัติจริงโดยอาศัยหลักการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแบบทางเดียว (1–Way ANOVA) และการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ากลางของสองกลุ่มประชากร (2-Sample T- Test) เพื่อยืนยันและประเมินผลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตของสายการผลิตกรณีศึกษา และสุดท้ายจึงทำการจัดสร้างเอกสารมาตรฐานควบคุมการทำงาน (Standard Work) เพื่อใช้เป็นมาตรฐานควบคุมการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุงกระบวนการสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

# บทที่ 3
# การดำเนินการวิจัย

ในส่วนนี้จะบรรยายเกี่ยวกับขั้นตอนการนำทฤษฎีการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยวิศวกรรมวิธีการมาประยุกต์ใช้ โดยนำเอาหลักการในเรื่องของการลดความสูญเสีย (Waste) รวมถึงการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยเนื้อหาจะเน้นหลักการต่างๆ เป็นลักษณะภาพรวมและเหตุผลการนำมาใช้เพื่อความเข้าใจในการประยุกต์ใช้ทฤษฎีเหล่านี้ในขั้นตอนต่างๆ ของการดำเนินงานได้อย่างเหมาะสม ซึ่งทั้งหมดนี้มีเป้าหมาย คือ การเพิ่มผลผลิตและการปรับปรุงคุณภาพ เพื่อการตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าให้สูงขึ้นและช่วยลดต้นทุนภายในองค์กรลงอย่างมีประสิทธิภาพ

ระเบียบวิธีวิจัยเริ่มจากการการระบุปัญหาและการการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงด้วยวิธีการทางสถิติ เมื่อทราบสาเหตุที่แท้จริงแล้วจึงทำการปรับปรุงโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองสุดท้าย คือขั้นตอนการควบคุมโดยวางแผนเพื่อควบคุมกระบวนการให้สามารถธำรงไว้ซึ่งผลของการปรับปรุง ซึ่งสามารถแสดงเป็นแผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยได้ดังภาพที่ 3.1




**ภาพที่ 3.1** แผนผังบุคคลากรที่ดำเนินการวิจัย

**3.1 การกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น**

การดำเนินการในขั้นตอนนี้ เริ่มจากการเก็บข้อมูลข้อมูลการผลิตระหว่างเดือนมกราคม 2552 ถึง กรกฎาคม 2553 จากแผนกวางแผนกระบวนการผลิตและหากระบวนการที่เป็นจุดคอขวดของโรงงานและมีการเก็บข้อมูลทางด้านประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรที่กระบวนการที่เป็นจุดคอขวด เพื่อระบุปัญหาของทาง บริษัทกรณีศึกษาปัญหาในกระบวนผลิตในสายการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

**3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร**

การดำเนินการในขั้นตอนนี้มีอยู่ 2 อย่าง ดังนี้

3.2.1 การศึกษาอัตราการเดินเครื่องจักร เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการปรับปรุงโดยเริ่มต้นจากการสร้างแผนภูมิการไหลของกระบวนการขัดชิ้นงาน ทำให้สามารถทราบถึงปัจจัยและความสัมพันธ์ในแต่ละงานในกระบวนการ หลังจากนั้นนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาจากการศึกษาสร้างแผนภูมิการไหลของกระบวนการมาเข้าสู่การระดมสมองสร้างแผนภาพแสดงเหตุและผลของปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาที่ทำการศึกษา เพื่อแสดงเหตุและผลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและนำปัจจัยที่ระบุแผนภาพมาเข้าสู่กระบวนการระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ เพื่อค้นหาสาเหตุที่น่าจะมีผลกระทบต่อปัญหามากที่สุดและสุดท้ายทำการวิเคราะห์ระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิการเดินเครื่องจักรและคุณภาพของชิ้นงาน ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ก็ คือ สาเหตุของปัญหาที่ก่อให้เกิดปัญหา จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์

1) ขั้นตอนการศึกษาแผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการ (Process Flow)

การดำเนินการในขั้นตอนนี้ จะทำการศึกษาแผนภูมิของกระบวนการขัดชิ้นงานที่ประกอบไปด้วยขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 36 ขั้นตอน เป็นขั้นตอนแรกของการศึกษาและพัฒนาคุณภาพของการผลิต เนื่องจากจะทำให้สามารถทราบถึงปัจจัยและความสัมพันธ์ในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการ ในการศึกษาขั้นตอนนี้ทีมงานจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการผลิตและสามารถระบุปัญหาซึ่งจะก่อให้เกิดข้อบกพร่องได้อย่างชัดเจนซึ่งผลของขั้นตอนนี้ก็คือ ทำให้ทราบว่าขั้นตอนใดมีโอกาสก่อให้เกิดอัตราในการเดินเครื่องจักรต่ำ และขั้นตอนการที่ส่งผลในเรื่องของคุณภาพของชิ้นงาน ปัญหาดังกล่าวได้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์สาเหตุต่อไป

หลังจากที่มีการระบุปัญหาของ บริษัทกรณีศึกษาแล้วในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษากระบวนการที่ทำให้เกิดปัญหาในสายการผลิต โดยอาศัยแผนภูมิแสดงการไหลของงาน

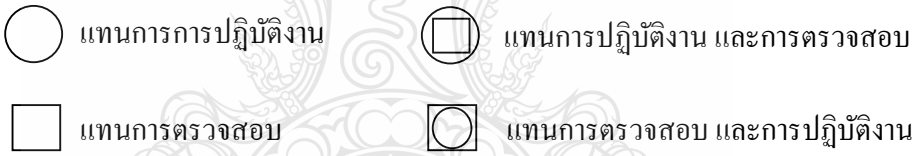
(Flow Process Chart) เพื่อค้นหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นของกระบวนการขัด เพื่อบริหารและจัดการแก้ไขปัญหาให้เป็นระบบ

2) จัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลการไหลของสายการผลิตตัวอย่างจึงจำเป็นต้องเริ่มจากการเก็บข้อมูลของกระบวนการผลิตจากหัวหน้างานหรือพนักงานที่มีประสบการณ์ โดยอันดับแรกผู้วิจัยเลือกใช้แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) ในการเก็บเนื่องจากแผนภูมิชนิดนี้จะทำให้มองเห็นกระบวนการไหล และขั้นตอนในการผลิตได้อย่างชัดเจน ซึ่งมีวิธีการในการบันทึกข้อมูลดังนี้

1. ทำการแยกชิ้นส่วนงานโดยลำดับการประกอบจนได้ชิ้นส่วนเป็นชิ้นส่วนหลักๆ ที่ต้องนำชิ้นส่วนอื่นๆ มาประกอบ

2. เริ่มมีการบันทึกจากการวางแผนบนหน้ากระดาษโดยบันทึกจากชิ้นส่วนหลักก่อนแล้วเขียนลูกศรจากซ้ายไปขวาในแนวนอน บนลูกศรให้เขียนรายละเอียดหรือชื่อของชิ้นส่วนงาน

3. ที่ปลายของหัวลูกศรให้ลากเส้นตรงในแนวดิ่งตั้งฉากกับลูกศรแล้วเริ่มเขียนสัญลักษณ์ตามลำดับขั้นตอนเพื่อแสดงสถานะในการผลิตโดยกำหนดให้ [9]




4. เขียนรายละเอียดการปฏิบัติงาน และการตรวจสอบไว้ด้านขวาของสัญลักษณ์

5. ชิ้นส่วนสำเร็จที่สั่งซื้อมาให้โยงเข้าไปหาชิ้นส่วนหลักในช่วงที่ต้องการจะประกอบเข้าด้วยกัน แล้วเขียนรายละเอียดที่จำเป็นไว้ เป็นการวิเคราะห์กระบวนการที่เกิดปัญหาเพื่อหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตโดยทำการศึกษาการไหลของกระบวนการผลิตซึ่งงานวิจัยนี้ทำการศึกษาอยู่ 2 แบบ คือ 1) การศึกษาการไหลของกระบวนการประเภทผู้ปฏิบัติงาน (Man Type) 2) การศึกษาการไหลของกระบวนการประเภทการไหลของชิ้นงาน (Material Type) โดยผู้วิจัยจะติดตามการไหลของกระบวนการแต่ละประเภทว่ามีกระบวนการไหนบ้างโดยใช้สัญลักษณ์แสดงการทำกิจกรรมต่างๆ ที่กล่าวในตารางที่ 3.4 มีการออกแบบใบตรวจสอบดังนี้

Flow Process Chart

| Location: | | | Summary | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Activity: | 1 | | Symbol | Event | Present | Proposed |
| Date: | | | ○ | operation | | |
| Operation: | | | ⇨ | transport | | 2 |
| Circle appropriate Method and Type | | | D | Delay | | |
| Method: Present | | Proposed | □ | Inspection | | |
| Type: Worker | Material | Machine | ▽ | Storage | | |
| Remark: | | | | Time (min) | | |
| | | | | Distance(m) | | |
| | | | | Cost | | |

| Event Description | Symbol | Time (min) | Distance(m) | Method recommence |
|---|---|---|---|---|
| 3 | ○ ⇨ D □ ▽ | | | |
| | ○ ⇨ D □ ▽ | | | |
| | ○ ⇨ D □ ▽ | | | |
| | ○ ⇨ D □ ▽ | | | |
| | ○ ⇨ D □ ▽ | | | |

**ภาพที่ 3.2** ใบตรวจสอบการไหลของกระบวนการ

1) รายละเอียดต่างๆ ของการวิเคราะห์กระบวนการในส่วนนี้จะทำการใส่ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา (Location) กิจกรรมที่ทำ (Activity) วันที่ทำการวิเคราะห์ (Date) ชื่อพนักงานที่ทำการวิเคราะห์ (Operator) ผู้ทำการวิเคราะห์ (Analysis) และประเภทของการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

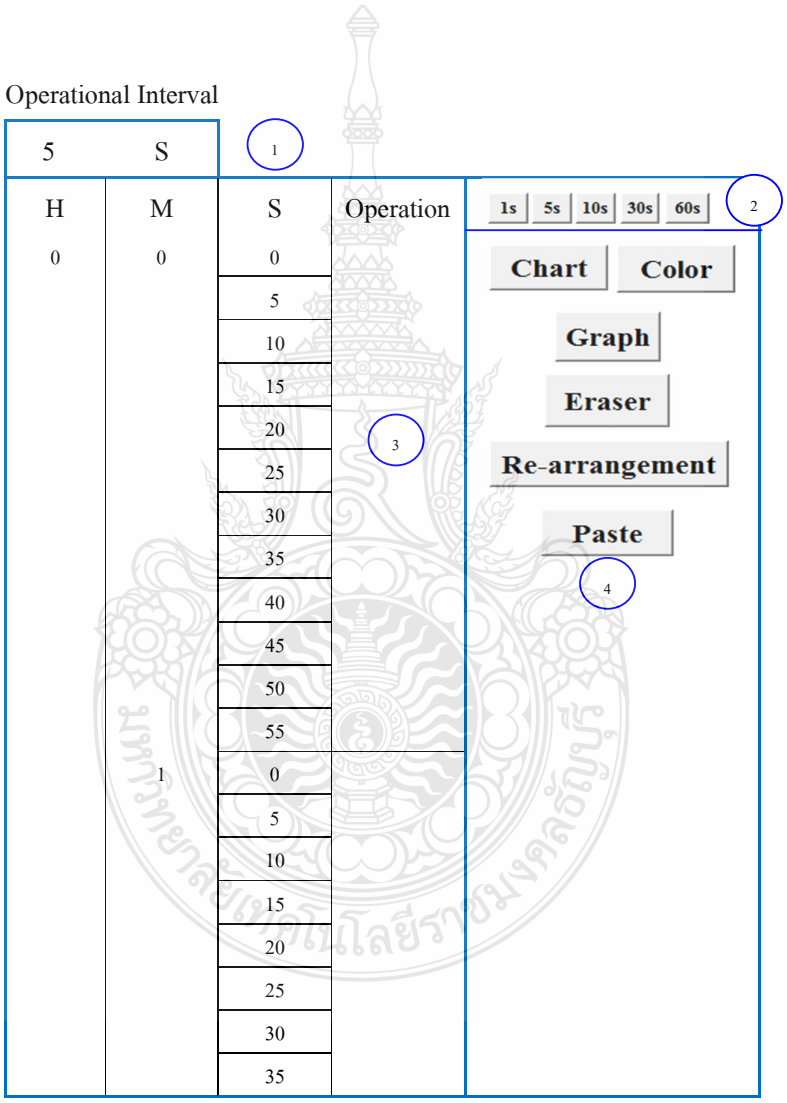
1. รายละเอียดของกิจกรรมที่ทำการศึกษา (Event Description) เป็นการจดบันทึกขั้นตอนของกระบวนการและระบุสัญลักษณ์ของกิจกรรม เวลาและระยะทางที่เกิดขึ้นของแต่ละกิจกรรม

2. การสรุปผลการวิเคราะห์กิจกรรม (Summary) เป็นการสรุปกิจกรรมต่างที่เกิดขึ้นในกระบวนการขั้นตอนการศึกษาแผนภูมิภาคปฏิบัติงานแบบทวีคูณ (Multiple Activity Chart) เป็นการวิเคราะห์การปฏิบัติงานของกระบวนการขัด เพื่อปรับปรุงการปรับอัตราการเดินเครื่องและอัตราคุณภาพ เช่น การปรับปรุงในเรื่องของการปรับตั้งเครื่องจักรโดยการออกแบบอุปกรณ์ที่ส่งเสริมในเรื่องของคุณภาพ การวิเคราะห์งานจากการสุ่มถ่ายวิดิโอของการผลิตชิ้นงานใน 1 รุ่นการผลิต เพื่อนำ

งานมาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิการปฏิบัติงานแบบทวีคูณ (Multiple Activity Chart) เพื่อระบุจุดที่ต้องการปรับปรุงในส่วนของการปฏิบัติงาน โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1) ถ่ายวิดิโอของกระบวนการขัด 1 รุ่นการผลิต โดยใช้พนักงาน 3 คน ในการปฏิบัติงาน

2) นำวิโอที่ถ่ายได้มาทำการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิการปฏิบัติงานแบบทวีคูณ (Multiple Activity Chart) ซึ่งผู้วิจัยและทีมงานได้ทำการออกแบบโปรแกรมเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์กิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นดังนี้




**ภาพที่ 3.3** แผนภูมิการปฏิบัติงานแบบทวีคูณ (Multiple Activity Chart)

2) ขั้นตอนในการใช้โปรแกรม

1. ส่วนที่ 1 ตั้งชื่องานที่ต้องการวิเคราะห์

2. ส่วนที่ 2 เลือกความละเอียดของสเกลเวลาที่ต้องการวิเคราะห์จะมีสเกลที่ 1 วินาที 5 วินาที 10 วินาที 30 วินาทีและ 60 วินาที สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้สเกลที่ 60 วินาที เพราะเวลาที่วิเคราะห์นาน 35 นาทีต่อรุ่นการผลิต

3. ส่วนที่ 3 เป็นการลงรายละเอียดของกิจกรรมว่าใน 60 วินาที พนักงานทำกิจกรรมอะไรอยู่เครื่องจักรอยู่ในสถานะไหน แต่ละกิจกรรมให้บันทึกตามเวลาที่ปรากฏในวิดีโอ และเมื่อจบกระบวนการปฏิบัติงานให้บันทึกคำว่า end

Operational Interval

5 S

| H | M | S | Operation |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | เตรียมอุปกรณ์ |
| | | 1 | |
| | | 2 | หยุดเครื่องจักรรอ |
| | | 3 | รอ |
| | | 4 | หยิบงานออกจากเครื่อง |
| | | 5 | |
| | | 6 | เอางานไปเก็บ |
| | | 7 | รอ |
| | | 8 | |
| | | 9 | |
| | | 10 | End |
| | | 11 | |
| | | 12 | |
| | | 13 | |
| | | 14 | |
| | | 15 | |
| | | 16 | |
| | | 17 | |
| | | 18 | |
| | | 19 | |

1s 5s 10s 30s 60s

Chart Color

Graph

Eraser

Re-arrangement

Paste

**ภาพที่ 3.4** ตัวอย่างการบันทึกข้อมูล

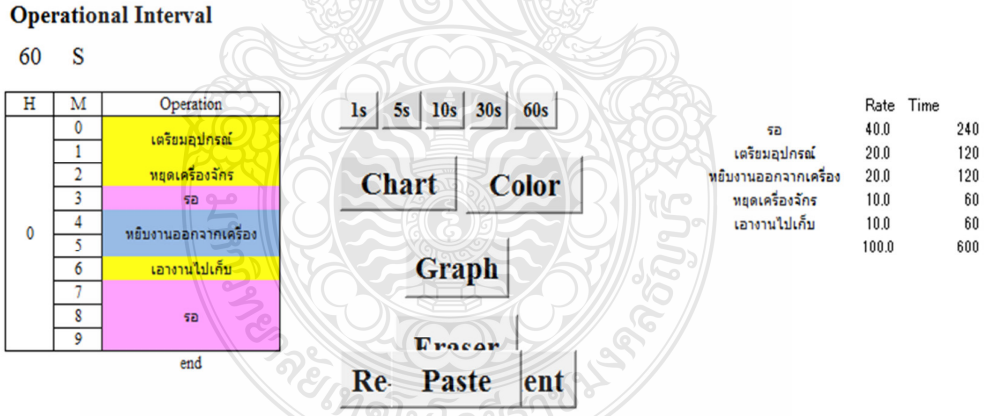
4. ส่วนที่ 4 การเลือกโปรแกรมการใช้งาน สามารถแบ่งได้ดังนี้

3) การเลือกสีของกิจกรรมโดยการคลิกเมาส์ที่แถบ Color วัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถแยกแยะกิจกรรมที่ว่าเป็นกลุ่มกิจกรรมใดบ้างเพื่อทำการวิเคราะห์ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ โดยแบ่งเป็นกลุ่มดังนี้

- สีน้ำเงิน คือ กิจกรรมที่สร้างมูลค่า (Value Add)
- สีเหลือง คือ กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าแต่จำเป็นต้อง (Non-Value Add)
- สีชมพู คือ ความสูญเปล่า เช่นการว่างงาน การรองาน
- สีเขียว คือ แสดงสถานะของเครื่องจักรว่าทำงาน
- สีแดง คือ แสดงสถานะของเครื่องจักรว่าหยุด

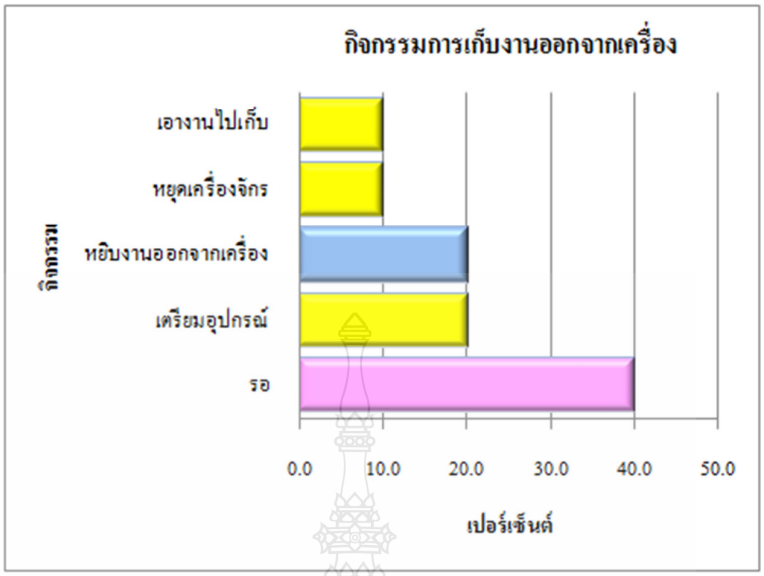
**ภาพที่ 3.5** การแยกแยะกิจกรรม

1. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของกิจกรรมการวิเคราะห์โดยการคลิกเมาท์ที่แถบ Chart




**ภาพที่ 3.6** ผลการวิเคราะห์

จากภาพที่ 3.6 เป็นผลการวิเคราะห์กิจกรรม ซึ่งแต่ละกิจกรรมโปรแกรมก็จะคำนวณ เวลาที่ใช้และอัตราของเวลาในแต่ละกิจกรรมหากต้องการข้อมูลที่เป็นกราฟให้คลิกเมาท์ที่แถบ Graph




**ภาพที่ 3.7** ตัวอย่างกราฟแสดงผลการวิเคราะห์

4) การศึกษาอัตราคุณภาพ สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

การดำเนินการในขั้นตอนนี้ เริ่มจากการศึกษาความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลของปัญหาที่เชื่อว่าเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบที่ทำให้เกิดในการเดินเครื่องจักรต่ำและคุณภาพต่ำในการระบุสาเหตุของปัญหาต้องกระทำโดยวิธีการระดมสมองจากทีมงานที่จัดตั้งขึ้นมาและมีความเชี่ยวชาญหรือคุ้นเคยในกระบวนการผลิตนั้นๆ เพราะการละเว้นหรือมองข้ามปัจจัยบางอย่างอาจจะทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาผิดจุดได้ สาเหตุที่ระบุได้จากแผนภาพแสดงเหตุและผลจะเป็นการกำหนดปัจจัยเพื่อที่จะทำการวิเคราะห์ด้วยหลักทางสถิติต่อไป โดยผู้วิจัยได้การศึกษาความสัมพันธ์ของสาเหตุและผล โดยอธิบายถึงปัจจัยนำเข้าโดยใช้แผนภาพก้างปลาและการระดมสมอง (Fish Bone Diagram) ดังแสดงในภาพที่ 3.8 โดยพิจารณาปัจจัยในด้านต่างๆ ดังนี้

ก. ด้านพนักงาน (Man)

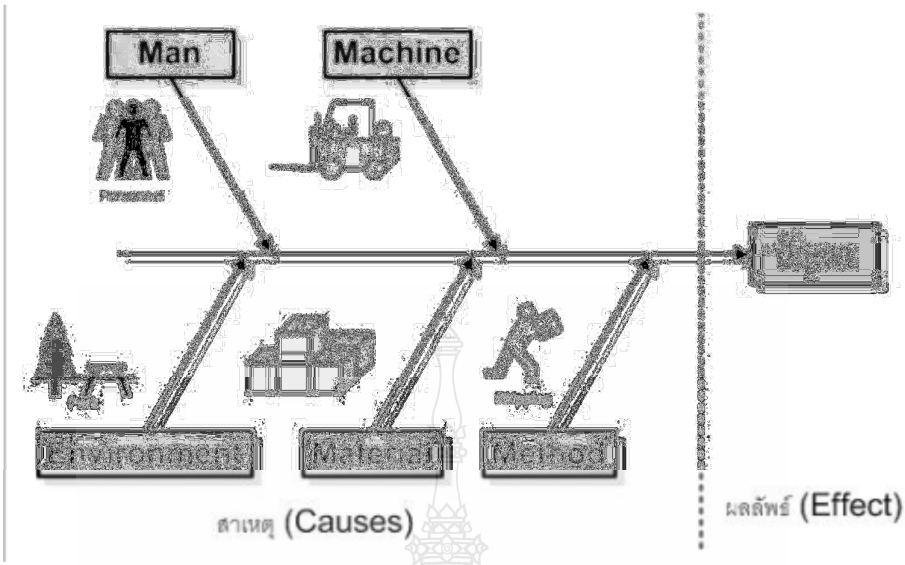
ข. ด้านเครื่องจักร (Machine)

ค. ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment)

ง. ด้านการวัด (Measurement)

จ. ด้านวิธีการ (Method)

ฉ. ด้านวัตถุดิบ (Material)




**ภาพที่ 3.8** เหตุและผลของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปัญหาการเดินเครื่องจักรและคุณภาพที่กระบวนการขัดต่ำ

5) การวิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)

หลังจากที่ได้มีการระดมสมองในการทำแผนภาพก้างปลาแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ถึงผลกระทบอันเนื่องจากลักษณะข้อบกพร่อง (Failure Mode and Effect Analysis) หรือที่เรียกว่า FMEA ซึ่งเป็นกลวิธีที่ใช้ในการเข้าถึงสาเหตุของปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้ในการศึกษาปัญหาที่เป็นไปได้เพื่อป้องกันมิให้ปัญหาที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดปรากฏการขึ้นมาและใช้หลักการ FMEA มาทำการออกแบบอุปกรณ์การทำงานเพื่อสนับสนุนให้อัตราคุณภาพของชิ้นงานเพิ่มสูงขึ้นและเป็นการจัดลำดับความสำคัญเพื่อที่จะได้นำมาแก้ไขต่อไป

6) ขั้นตอนการวิเคราะห์ถึงผลกระทบอันเนื่องจากลักษณะข้อบกพร่อง

1. ระบุขั้นตอนการดำเนินงาน ซึ่งเป็นการแยกขั้นตอนต่างๆ ออกเป็นขั้นตอนย่อย

2. ระบุถึงปัจจัยป้อนเข้าที่น่าจะสำคัญต่อความผันแปรในกระบวนการ (Potential Key Process Input Variation: Potential KPIV)

3. ระบุลักษณะข้อบกพร่องที่มีแนวโน้มว่าจะเกิด (Potential Failure Mode) โดยการตั้งคำถามว่าภายในขั้นตอนย่อยๆ ของกระบวนการนั้น ถ้าการทำงานไม่เป็นไปตามหน้าที่ที่ต้องการแล้วลักษณะข้อบกพร่องจะเป็นอย่างไร

4. ระบุลักษณะผลกระทบของข้อบกพร่องที่มีแนวโน้มว่าจะเกิด (Potential Effect of Failure) โดยการตั้งคำถามว่าถ้าหากลักษณะข้อบกพร่องที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้นแล้วจะส่งผลกระทบต่อปัญหาที่สนใจอย่างไร

5. ให้คะแนนความรุนแรงของผลกระทบ (Severity of the Effect: S) โดยการให้คะแนนจะใช้หลักการที่แสดงในตารางที่ 2.1

6. ระบุสาเหตุที่มีแนวโน้มในการเกิดข้อบกพร่อง (Potential Causes of Failure)

7. ให้คะแนนโอกาสในการเกิด (Occurrence: O) ซึ่งโอกาสในการเกิดคือโอกาสของสาเหตุที่ได้รับการระบุถึงจะเกิดขึ้นและมีผลทำให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องโดยการให้คะแนนจะใช้หลักการที่แสดงในตารางที่ 2.2

8. ระบุการควบคุมในปัจจุบัน (Current Control) โดยให้รายละเอียดของการควบคุมเพื่อใช้ในการป้องกันมิให้ลักษณะข้อบกพร่องเกิดขึ้นมา

9. ให้คะแนนการตรวจจับ (Detection : D) ซึ่งการตรวจจับคือการประเมินถึงกิจกรรมที่กระทำในการควบคุมเพื่อสืบหาและตรวจจับลักษณะข้อบกพร่องก่อนการผลิตหรือการส่งมอบให้ลูกค้า โดยการให้คะแนนจะใช้หลักการที่แสดงในตารางที่ 2.3

10. คำนวณตัวเลขแสดงลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (Risk Priority Number : RPN) ซึ่งสามารถคำนวณจากผลคูณของคะแนนตามความรุนแรงของผลกระทบ คะแนนโอกาสในการเกิดและคะแนนการตรวจจับ

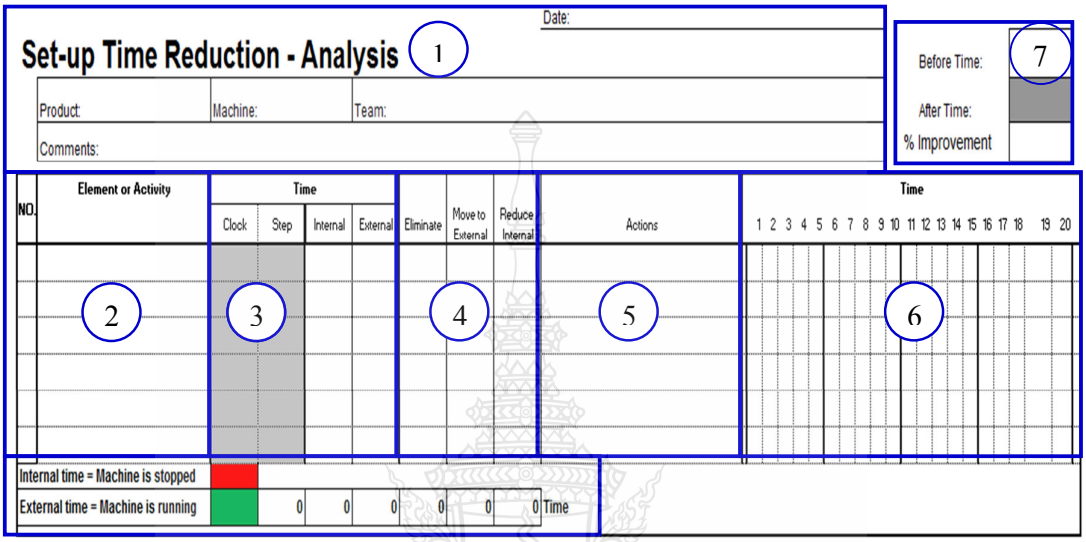
3.2.4 การจัดลำดับความสำคัญของค่าความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number: RPN)

การจัดลำดับความสำคัญในการแก้ข้อบกพร่องจะดำเนินการโดยนำค่า RPN ที่คำนวณได้มาจัดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยโดยอาศัยหลักการพาเรโต (Pareto Principle) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ความมีเสถียรภาพของข้อมูลที่มีการจำแนกประเภทหรือแบบหลายพวก จากนั้นดำเนินการตัดสินใจเลือกข้อบกพร่องที่ต้องการแก้ไขในงานวิจัยนี้ทางทีมงานจะเลือกข้อบกพร่องเฉพาะที่มีความสำคัญมาดำเนินการแก้ไขเท่านั้น โดยลำดับของการปฏิบัติการแก้ไขจะพิจารณาโดยใช้ตัวตัวเลข 80 : 20 โดยประมาณ หรือเลือกพิจารณาข้อบกพร่องที่มีค่า RPN มากกว่า 100 มาดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขซึ่งในการเลือกข้อบกพร่องที่มีค่า RPN มากกว่า 100 มาปฏิบัติการแก้ไขนั้นมีงานวิจัยหลายงานที่นำมาใช้และได้ผลดี ยกตัวอย่าง เช่น การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA ในการปรับปรุงกระบวนการออกแบบและพัฒนาแม่พิมพ์ขึ้นรูปแก้วที่ใช้บนโต๊ะอาหาร [24]

### 3.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

3.3.1 การนำเสนอแนวคิดในการแก้ไขปัญหาในเรื่องการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร

1) การปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว (Setup Time Reduction) มีการออกแบบใบตรวจสอบดังนี้




**ภาพที่ 3.9** ใบตรวจสอบผลการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว

จากภาพที่ 3.9 สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ส่วนที่ 1ประกอบด้วยรายละเอียดของการวิเคราะห์ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการศึกษา (Product) เครื่องจักรที่ต้องการศึกษา (Machine) ทีมงานที่ทำการศึกษา (Team)

2) ส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่แสดงกิจกรรมที่ทำที่ต้องการศึกษา(Element or Activity)

3) ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่แสดงเวลาที่ทำการศึกษาแต่ละกิจกรรมได้จากวิดีโอที่ทำการวิเคราะห์ (Clock Time) และเวลาที่เกิดขึ้นในแต่ละกิจกรรม (Step Time) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ กิจกรรมที่ทำในขณะเครื่องจักรหยุด (Internal Activity) และกิจกรรมที่ทำในเวลาที่เครื่องจักรผลิตงาน (Eternal Activity)

4) ส่วนที่ 4 เป็นส่วนที่แสดงการพิจารณากิจกรรมแต่ละประเภทว่าเป็นความสูญเปล่า (Waste) เป็นกิจกรรมที่สามารถย้ายไปทำในขณะที่เครื่องจักรผลิตได้ (Move to External Activity) และเป็นกิจกรรมภายในแต่สามารถลดเวลาให้น้อยลง (Reduce Internal Activity)

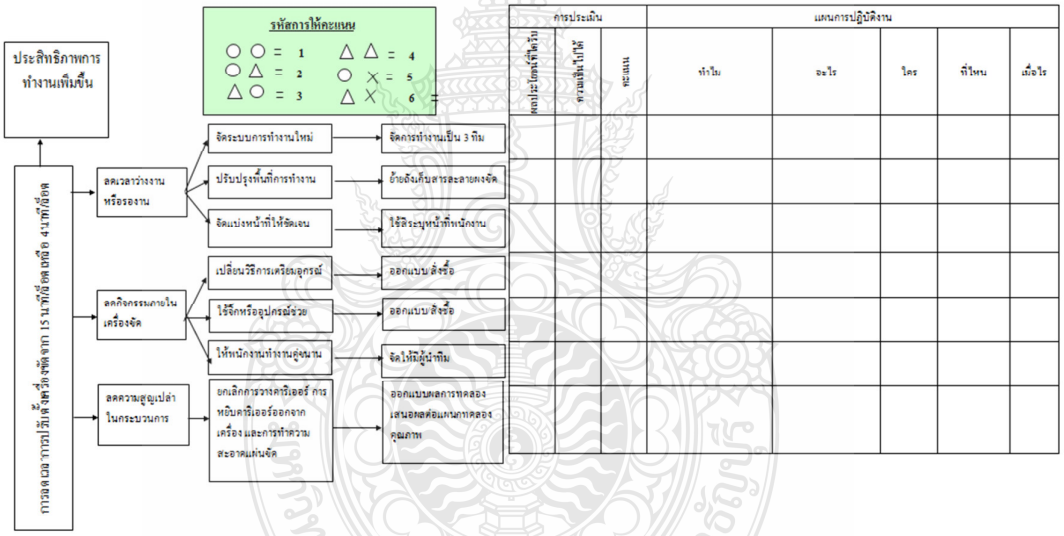
5) ส่วนที่ 5 เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดของงานที่จำเป็นต้องแก้ไขเพื่อลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรลง

6) ส่วนที่ 6 เป็นส่วนที่แสดงเวลาของกิจกรรมที่ทำในขณะเครื่องจักรหยุด แทนด้วยสีแดง และเวลาที่แสดงกิจกรรมที่ทำในเวลาที่เครื่องจักรผลิตงาน แทนด้วยสีแดง

7) ส่วนที่ 7 เป็นส่วนที่ใช้ในการสรุปผล

3.3.2 การพิจารณาและนำมาตรการตอบโต้ปัญหาไปปฏิบัติ

ทางทีมงานวิจัยได้ใช้แผนภูมิเชิงระบบหรือใช้แผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) เพื่อรวบรวมปัญหา มาตอบโต้ทั้งหมดที่จะตกลงนำไปปฏิบัติพร้อมกับกำหนดเวลาและมาตรการตอบโต้ และประเมินความสำคัญเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหามาตรการโต้ตอบปัญหาการปรับปรุงเครื่องจักรแบบรวดเร็ว ดังแสดงในภาพที่ 3.11

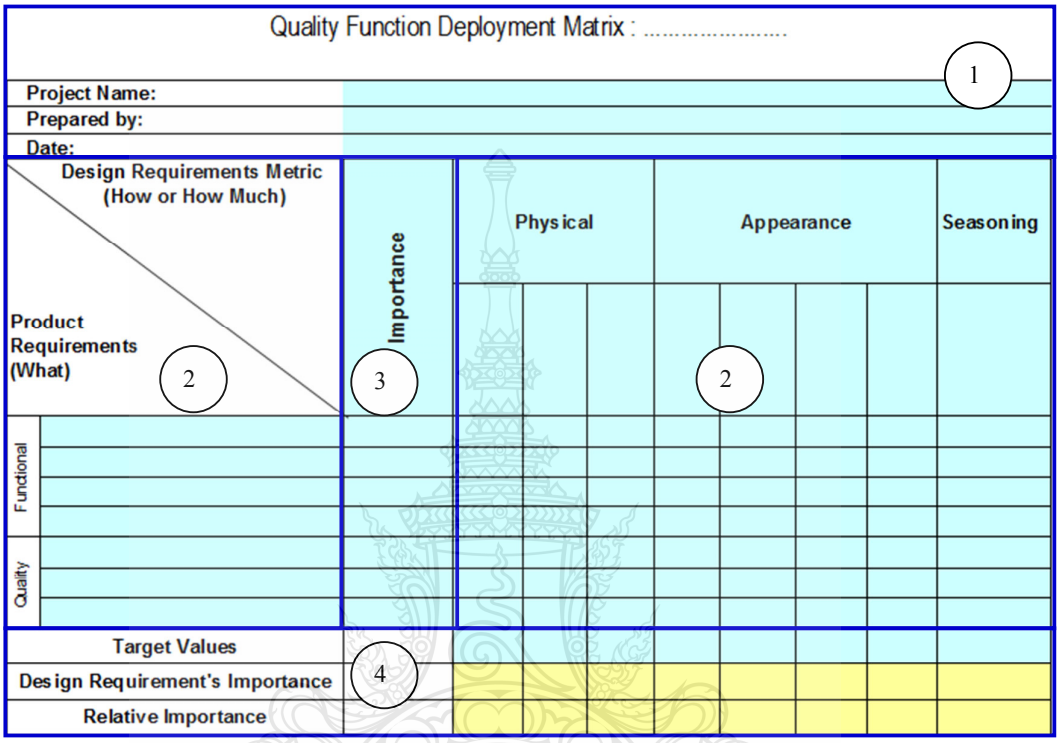



**ภาพที่ 3.10** การรวบรวมวิธีแก้ไขปัญหาและมาตรการโต้ตอบปัญหา

3.3.3 การทดออกแบบอุปกรณ์การทำงานสนับสนุนอัตราคุณภาพ

ในการทดสอบปัญหาและประเมินผลการแก้ไขปัญหามีวิธีการปรับปรุงเรื่องการลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร การออกแบบเครื่องมือเพื่อช่วยในการทำงาน ในการออกแบบอุปกรณ์การทำงานจะอาศัยหลักการของ QFD (Quality Function Devolvement) ซึ่งจะทำการสอบถามพนักงาน

แล้วประเมินผลเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานเพื่อนำมาออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในกระบวนการผลิตดังต่อไปนี้




**ภาพที่ 3.11** แบบฟอร์มการประเมิน QFD

จากภาพที่ 3.12 สามารถอธิบายได้ดังนี้คือส่วนที่ 1 เป็นการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการประเมิน ประกอบด้วย ชื่ออุปกรณ์ที่ทำการประเมิน ผู้รับผิดชอบการจัดเตรียม และวันที่ทำการประเมิน ส่วนที่ 2 แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้ 1) สิ่งที่ต้องการออกแบบ (Design Requirement Metric) เป็นการอธิบายว่าจะทำการออกแบบอย่างไรให้ตรงกับความต้องการมอง 3 ด้าน ดังนี้ คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical) ภาพร่างของสิ่งที่ต้องการออกแบบ (Appearance) และความสะดวกในการใช้งาน 2) ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบคืออะไร (Product Requirement) มอง 2 แบบ คือ ฟังก์ชันในการออกแบบและสนับสนุนในเรื่องของคุณภาพเมื่อมีการใช้งาน ส่วนที่ 3 ความสำคัญในการออกแบบ อาศัยหลักการของ FMEA ตารางที่ 2.3 มีคะแนนประเมิน 1 – 10 คะแนน

ส่วนที่ 4 เป็นส่วนที่ทำการสรุปผลการประเมินและคุณสมบัติพิเศษทางด้านเทคนิคการมองเป็น3 หัวข้อ ดังนี้ คุณสมบัติทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ (Target Value) เช่น น้ำหนัก วัสดุที่ใช้ทำ เป็นต้น ความสำคัญในการออกแบบ (Design Requirement's Importance) คำนวณได้จากผลรวมของผลคูณระหว่างค่าความสำคัญในการออกแบบ (Importance) x สิ่งที่ต้องการออกแบบ (Design Requirement Metric) และเปอร์เซ็นต์แสดงความสำคัญของการออกแบบ(Relative Importance) เป็นค่าที่บ่งชี้ว่าในอุปกรณ์ที่ต้องการออกแบบนั้นเน้นความสำคัญตรงจุดไหนเปอร์เซ็นต์มากแสดงว่าสำคัญมากตามไปด้วย

**3.4 การปรับปรุงกระบวนการ**

เมื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานก่อนที่จะนำไปใช้ในสายการผลิตต้องมีการทดลองว่าผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมีผลกระทบในเชิงคุณภาพหรือไม่ก่อนที่จะทำการสั่งผลิตอุปกรณ์ขึ้นมาในงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบการทดลองอยู่ 4 แบบ ดังนี้

1) การออกแบบอุปกรณ์เก็บงาน (Pick Up Box) มีการทดสอบดังนี้

1. การวิเคราะห์แบบสมการถดถอย (Regression Analysis) เพื่อพิสูจน์ว่าเวลาการล้างทำความสะอาดกล่องรองชิ้นงานไม่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงานเมื่อใช้กล่องรองชิ้นงานที่ออกแบบ (Pick up box) วิธีการทดสอบ คือ ทำการเปรียบเทียบเวลาในการใช้งานอุปกรณ์โดยไม่ต้องทำความสะอาดเปรียบเทียบแบบเดิมกับแบบใหม่ที่มีการใช้อุปกรณ์ที่ทำการออกแบบมา เนื่องจากว่าอุปกรณ์แบบเดิมต้องทำความสะอาดทุกๆ รุ่นการผลิต

2) การออกแบบอุปกรณ์หยิบชิ้นงานออกจากเครื่องด้วยระบบสุญญากาศแทนการใช้มือหยิบจับ มีการทดสอบดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ 1-Way ANOVA เพื่อพิสูจน์การใช้อุปกรณ์เก็บชิ้นงานและการเก็บด้วยมือว่าที่สภาวะใดให้ผลในเชิงคุณภาพดีกว่า

2. การวิเคราะห์อนุภาคที่อยู่บนแผ่นชิ้นงาน (Optical Surface Analysis) เป็นการวิเคราะห์ชิ้นงานโดยใช้เครื่องโอเอสเอ เพื่อตรวจสอบอนุภาคที่ติดบนชิ้นงาน โดยอาศัยหลักการของการชักสิ่งตัวอย่างขึ้นมาทำการวิเคราะห์

3. สารเคมีที่ติดอยู่บนผิวของชิ้นงาน ด้วยการใช้เครื่องกล่องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM&EDX) เพื่อพิสูจน์ว่าไม่มีสารเคมีที่ต้องห้ามติดบนพื้นผิวของชิ้นงาน

3) การออกแบบอุปกรณ์การหยิบงานเข้าเครื่อง มีการทดสอบดังนี้

1. การทดสอบแบบ 2 - Sample T Test เป็นการวิเคราะห์วิธีการหยิบงานเข้าเครื่อง ด้วยการใช้อุปกรณ์ส่งผลในเรื่องของคุณภาพหรือไม่

2. การวิเคราะห์อนุภาคที่อยู่บนแผ่นชิ้นงาน (Optical Surface Analysis) เป็นการวิเคราะห์ชิ้นงานโดยใช้เครื่อง โอเอสเอ เพื่อตรวจสอบอนุภาคที่ติดบนชิ้นงาน โดยอาศัยหลักการของการชักสิ่งตัวอย่างขึ้นมาทำการวิเคราะห์

3. สารเคมีที่ติดอยู่บนผิวของชิ้นงานด้วยการใช้เครื่องกล่องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM&EDX) เพื่อพิสูจน์ว่าไม่มีสารเคมีที่ต้องห้ามติดบนพื้นผิวของชิ้นงาน

4. การวิเคราะห์ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นบริเวณขอบของชิ้นงานด้วยเครื่องไมโครแมก

4) การกำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการ

การยกเลิกการหยิบจิ๊กออกจากเครื่องขัดและเข้าเครื่องขัดเนื่องจากกิจกรรมดังกล่าวทีมงานวิจัยลงความเห็นให้กิจกรรมดังกล่าวคือความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ดังนั้นเพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าหากไม่มีการหยิบจิ๊กออกและเข้าเครื่องขัดไม่ส่งผลในเรื่องของคุณภาพของชิ้นงาน มีการทดสอบดังนี้

1. การทดสอบแบบ 2 - Sample T Test เป็นการวิเคราะห์วิธีการหยิบงานเข้าเครื่อง ด้วยการใช้อุปกรณ์ส่งผลในเรื่องของคุณภาพหรือไม่

2. การวิเคราะห์อนุภาคที่อยู่บนแผ่นชิ้นงาน (Optical Surface Analysis) เป็นการวิเคราะห์ชิ้นงานโดยใช้เครื่อง โอเอสเอ เพื่อตรวจสอบอนุภาคที่ติดบนชิ้นงาน

3. สารเคมีที่ติดอยู่บนผิวของชิ้นงาน ด้วยการใช้เครื่องกล่องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM&EDX) เพื่อพิสูจน์ว่าไม่มีสารเคมีที่ต้องห้ามติดบนพื้นผิวของชิ้นงาน การวิเคราะห์ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นบริเวณขอบของชิ้นงานด้วยเครื่องไมโครแมก

5) การลดเวลาว่างและการรองาน

ในการลดเวลาการว่างงานและการรองานผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขอยู่ 2 แบบ ดังนี้

1. การปรับเปลี่ยนพื้นที่การทำงานใหม่ เป็นการวางแผนผังของเครื่องจักรใหม่เพื่อลดเวลาการว่างงาน หรือรองานจากแบบก่อนการปรับปรุงเป็นการวางเครื่องจักรแบบกลุ่มๆ ทำให้เกิดปัญหามากมาย เช่น เกิดสินค้าที่ยังไม่จบกระบวนการผลิต (Work In Process) มาก เนื่องจากเป็นการผลิตแบบผลัก การไหลของงานไม่ต่อเนื่อง เกิดการรองาน เนื่องจากพนักงานรอเครื่องจักรขณะทำงาน เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยและทีมงานจึงได้มีการปรับวางผังของเครื่องจักรใหม่ให้มีลักษณะเป็นแบบตัวไอ เรียงกระบวนการตั้งแต่ กระบวนการขัดหยาบ กระบวนการขัดละเอียดขั้นต้น กระบวนการขัดละเอียด

ขั้นกลาง และกระบวนการขัดละเอียดสุดท้าย ลักษณะของงานจะไหลไปทีละล็อตเป็นการผลิตแบบดึง (Pull) ทำให้สามารถลดปัญหาของเกิดสินค้าที่ยังไม่จบกระบวนการผลิต (Work in Process) ลงได้

2. การจัดระบบการทำงานใหม่จัดระบบการทำงานของพนักงานใหม่เดิมรับผิดชอบ 3 คน/เครื่อง มาเป็นภาพแบบการทำงานเป็นทีมที่ใหญ่ขึ้นโดยอาศัยหลักการบริหารคนและเครื่องจักร

**3.5 การประเมินผลการวิจัย**

เป็นการติดตามผลลัพธ์หลังจากการนำเอาวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหามาปฏิบัติจริง (ปรับปรุงสายการผลิตกรณีศึกษา ว่าผลลัพธ์ที่ได้หลังการปรับปรุงสามารถบรรลุเป้าหมายการวิจัย (ตัวชี้วัดการวิจัย) ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ดังนี้คือ

1. ติดตามค่าปริมาณผลผลิต คือว่ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 21,000 ชิ้นต่อกะ หรือไม่

2. เปรียบเทียบเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร หลังการปรับปรุงว่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3.41 นาทีต่อรุ่นหรือไม่

**3.6 การจัดทำมาตรฐานควบคุมการทำงานหลังการปรับปรุงกระบวนการ**

สำหรับรายละเอียดในส่วนนี้ คือ การจัดทำมาตรฐานควบคุมการทำงาน ซึ่งประกอบด้วย ลำดับการทำงานมาตรฐาน (Standard Work) รายละเอียดสำคัญการทำงาน (Job Breakdown) ระเบียบวิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction) และใบตรวจสอบ (Check Sheet) เพื่อใช้เป็นมาตรฐานควบคุมการปฏิบัติงานอันใหม่หลังการปรับปรุงกระบวนการให้พนักงานปฏิบัติงานตามมาตรฐานได้อย่างถูกต้องต่อเนื่องและป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเดิมซ้ำขึ้นอีก

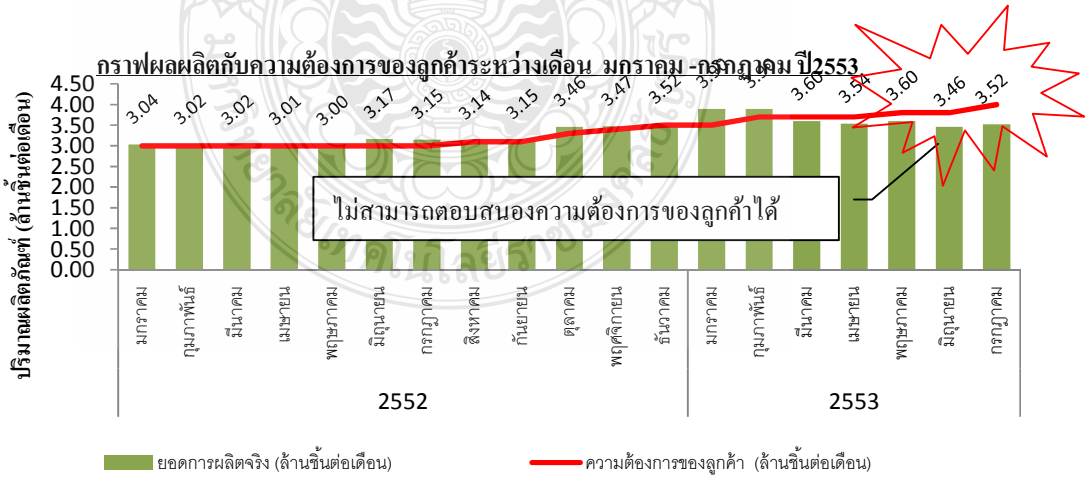
# บทที่ 4
# ผลการดำเนินการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยตามวิธีการและขั้นตอนที่ได้กล่าวมาในบทที่ 3 ได้มีการบันทึกผลการดำเนินงานวิจัยในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดและผลลัพธ์ได้ดังต่อไปนี้

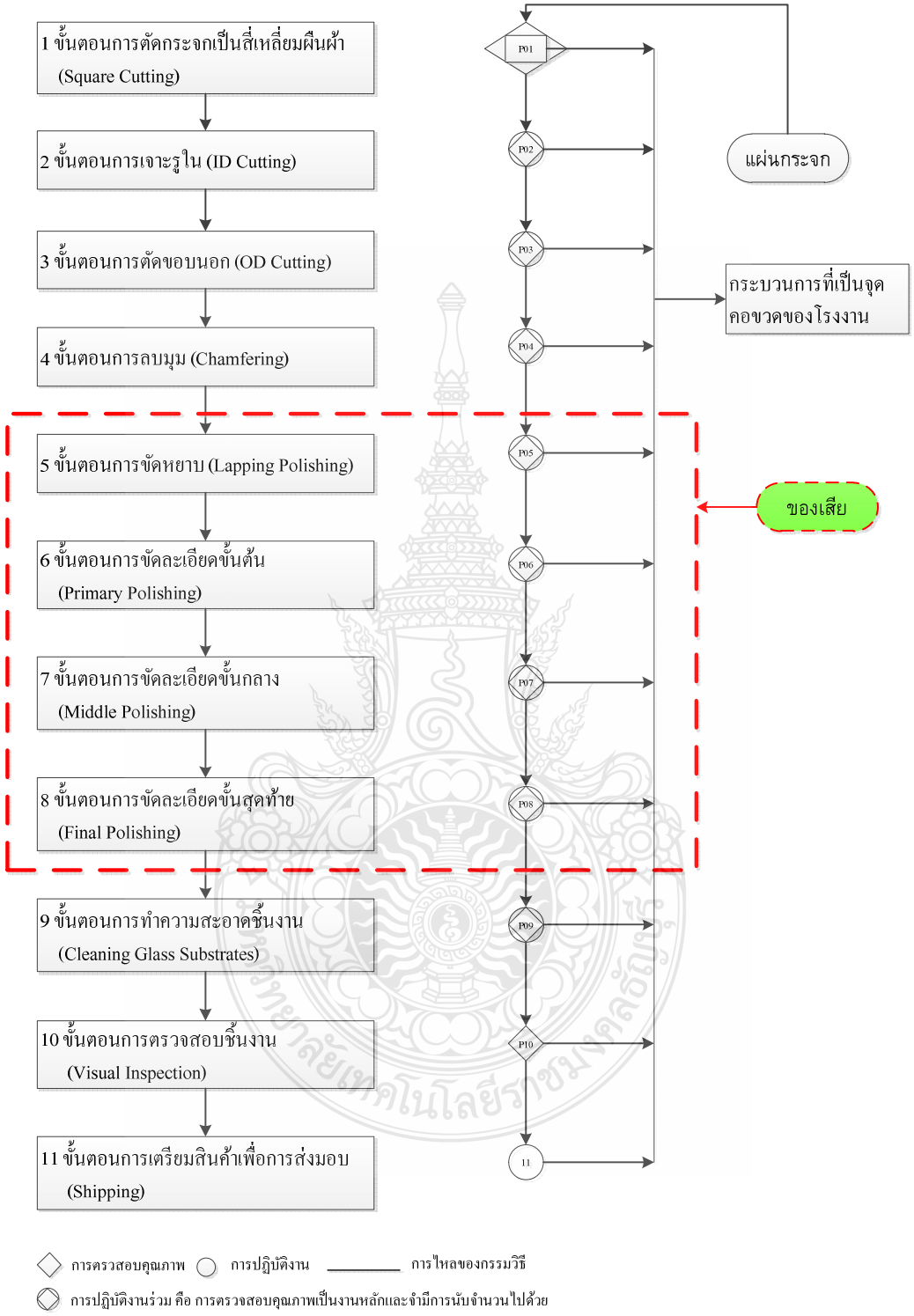
**4.1 ผลการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น**

4.1.1 การศึกษากระบวนการผลิตของ บริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษามีสายการผลิตแบบต่อเนื่อง มีกระบวนการหลักๆ ทั้งหมดอยู่ 11 กระบวนการ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 ปัจจุบันมีสายการผลิตทั้งหมด 5 สายการผลิต เวลาทำงาน 8 ชั่วโมง เวลาทำงานล่วงเวลา 4 ชั่วโมง แบ่งกลุ่มการทำงานออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มการทำงานกลางวัน (Day Shift) กลุ่มการทำงานกลางคืน (Night Shift) และแบ่งเป็นกะ 3 กะ คือ กะ A B และ C ข้อมูลการผลิตระหว่างเดือนมกราคม 2552 ถึง กรกฎาคม 2553 จากแผนกวางแผนกระบวนการผลิต เพื่อระบุปัญหาของทางบริษัทกรณีศึกษาปัญหาในกระบวนผลิตในสายการผลิตของโรงงานตัวอย่าง จากข้อมูลการผลิตระหว่างเดือนมกราคม 2552 ถึง กรกฎาคม 2553 จากแผนกวางแผนกระบวนการผลิต พบว่ายอดความต้องการสินค้าจากลูกค้ามีแนวโน้มสูง (เส้นกราฟสีแดง) เพิ่มสูงขึ้น ไม่สามารถที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เนื่องจากกำลังการผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการ (เส้นกราฟสีแดง) ดังแสดงในภาพที่ 4.1

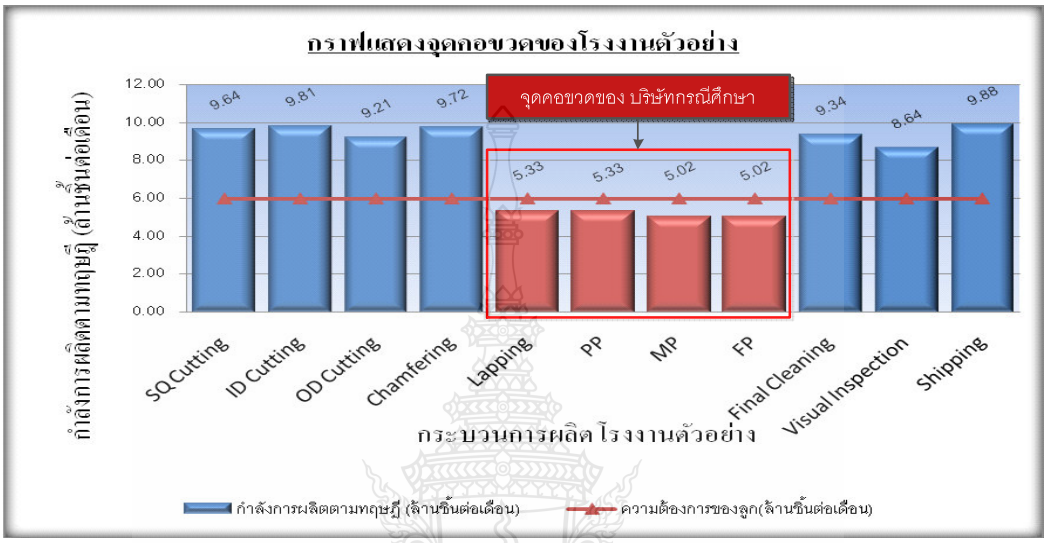



**ภาพที่ 4.1** ผลการผลิตกับความต้องการของบริษัทกรณีศึกษา



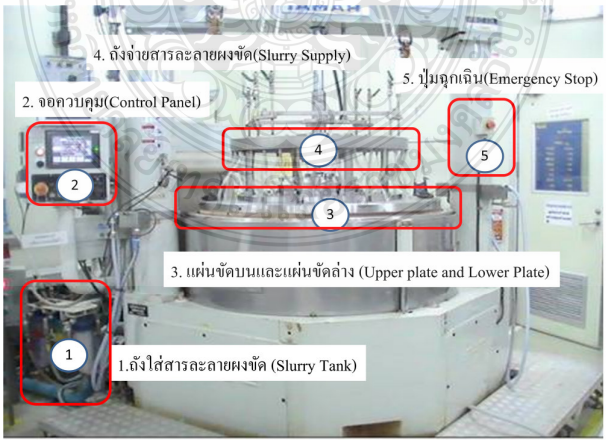

**ภาพที่ 4.2** แผนภูมิของกระบวนการผลิตภัณฑ์บริษัทกรณีศึกษา

จากการศึกษากระบวนการผลิตทั้งกระบวนการอย่างละเอียดในภาคผนวก ค ทำให้สามารถแสดงขั้นตอนการไหลของ บริษัทกรณีศึกษาตั้งแต่วัตถุดิบรับเข้าผ่านกระบวนการผลิตจนเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์ดังแสดงในภาพที่ 4.3



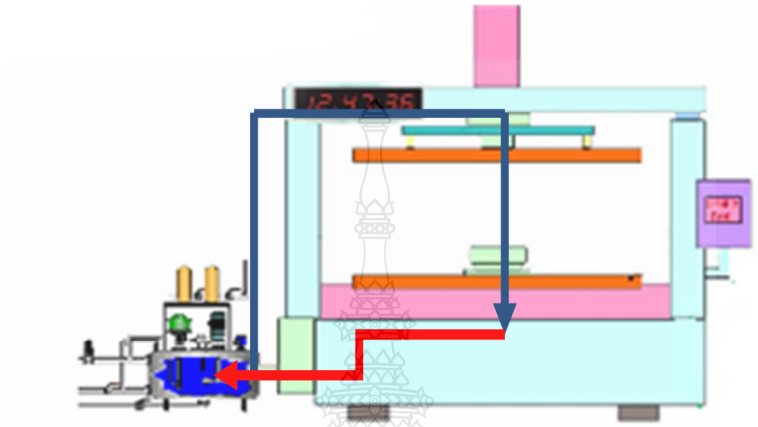

**ภาพที่ 4.3** แสดงจุดคอขวดของโรงงาน

4.1.2 เครื่องจักรที่เป็นปัญหาเป็นแบบ 22 B Polishing Machine มีลักษณะดังภาพที่ 4.4 ดังนี้




**ภาพที่ 4.4** เครื่องขัด (Polishing Machine)

จากภาพที่ 4.4 เครื่องขัดมีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้ หมายเลข 1 เป็นถังใส่สารละลายผงขัด (Slurry Tank) มีหน้าบรรจุสารละลายผงขัดที่ใช้ขัดชิ้นงานมีหลักการทำงานโดยใช้ปั๊มสูบสารละลายที่ถังขึ้นไปเก็บที่ถังจ่ายสารละลายผงขัดโดยผ่านเครื่องกรอง

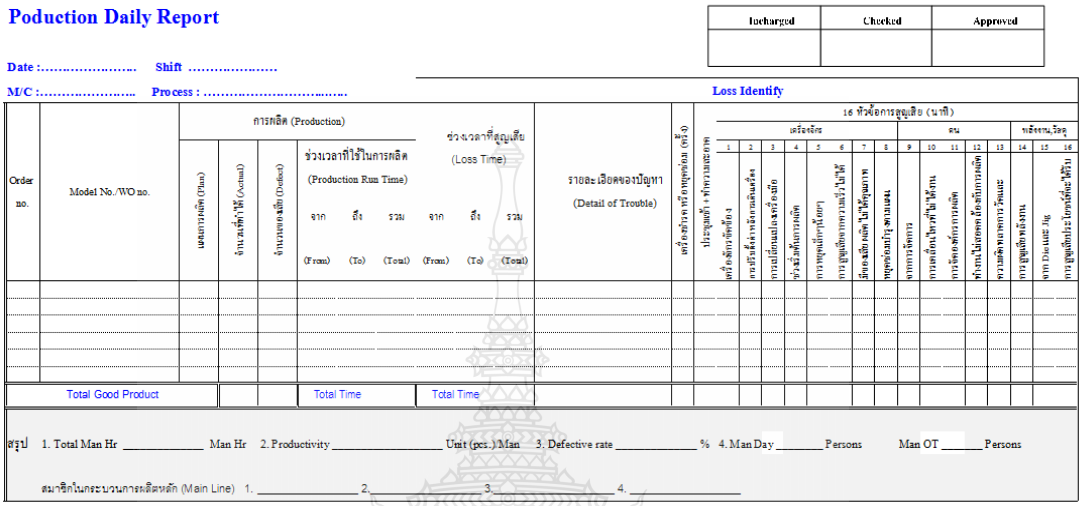



**ภาพที่ 4.5** ทิศทางการไหลของสารละลายผงขัด

จากภาพที่ 4.5 แสดงทิศทางการไหลของสารละลายผงขัดเพื่อใช้ในการขัดผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณภาพตามที่กำหนดโดยสารละลายผงขัดที่ใช้เสร็จแล้วจะถูกนำกลับมาใช้ขัดใหม่โดยผ่านการกรองเพื่อกรองเอาเศษกระจกและอนุภาคของแข็งต่างๆ ออกจากสารละลาย เพื่อให้ชิ้นงานได้ประสิทธิภาพตามต้องการ หมายเลข 2 จอควบคุม (Control Panel) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมเครื่องขัด และปรับหรือตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น อัตราการไหลของน้ำ อัตราการไหลของสารละลายผงขัด อุณหภูมิของสารละลายผงขัด ควบคุมแรงดันที่กดของแผ่นขัดที่ขัดงาน ควบคุมการขึ้นลงหรือการหมุนของแผ่นขัด เป็นต้น หมายเลข 3 แผ่นขัดบนและแผ่นขัดล่าง (Lower Plate and Upper Plate) มีหน้าที่เป็นอุปกรณ์การขัดและรองรับชิ้นงานให้ได้ตามค่าที่กำหนด หมายเลข 4 ถังจ่ายสารละลายผงขัด (Slurry Supply) เป็นที่พักสารละลายผงขัดที่สูบขึ้นมาก่อนที่จะไหลลงตามสายเข้าสู่แผ่นบนและแผ่นล่างของแผ่นขัดเพื่อขัดชิ้นงาน หมายเลข 5 ปุ่มฉุกเฉิน (Emergency Stop) เป็นปุ่มที่ใช้กดหยุดเครื่องจักรเมื่อมีปัญหาขณะเดินเครื่องเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ

## 4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องขัด

ผู้วิจัยได้ออกแบบใบตรวจสอบเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตที่เป็นปัญหา



**Poduction Daily Report**

| Incharged | Checked | Approved |
|---|---|---|
| | | |

Date :..... Shift .....

M/C :..... Process : .....

Loss Identify

| Order no. | Model No./WO no. | การผลิต (Production) | | | ช่วงเวลาที่สูญเสีย (Loss Time) | | | | 16 หัวข้อการสูญเสีย (นาที) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ช่วงเวลาที่ใช้ในการผลิต (Production Run Time) | | | | เครื่องจักร | | | | | | | คน | | | | | วัสดุพลังงาน | | | | |
| | | แผนการผลิต (Plan) | จำนวนที่ได้ (Actual) | จำนวนของเสีย (Defect) | จาก (From) | ถึง (To) | รวม (Total) | จาก (From) | ถึง (To) | รวม (Total) | รายละเอียดของปัญหา (Detail of Trouble) | เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ขัด (ครั้ง) | ประสูญเสีย จำนวนและเวลา | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total Good Product | | | | | Total Time | | | Total Time | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

สรุป 1. Total Man Hr _____ Man Hr 2. Productivity _____ Unit (pcs.)/Man 3. Defective rate _____ % 4. Man Day _____ Persons Man OT _____ Persons

สมาชิกในกระบวนการผลิตหลัก (Main Line) 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____

**ภาพที่ 4.6** ภาพใบบันทึกกระบวนการผลิตประจำวัน

จากภาพที่ 4.6 แบ่งข้อมูลที่เก็บออกเป็น 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1) แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการที่เก็บข้อมูลวันที่เก็บ

2) แสดงรายละเอียดในส่วนของยอดการผลิตและเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต

3) แสดงรายละเอียดในส่วนของเวลาการสูญเสียในการผลิตโดยแบ่งความสูญเสียออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ ความสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักร คน และวัสดุพลังงาน

4) แสดงการสรุปข้อมูลประกอบด้วย เวลาการทำงานทั้งหมด (Total Man Hour) ประสิทธิผล (Productivity) อัตราของเสีย (Quality Rate) และจำนวนพนักงานที่ทำการผลิต ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลใช้เวลาทั้งหมด 1 สัปดาห์ เพื่อให้ได้ครบทุกกลุ่มของการทำงานข้อมูลที่ได้สามารถสรุปได้ดังนี้

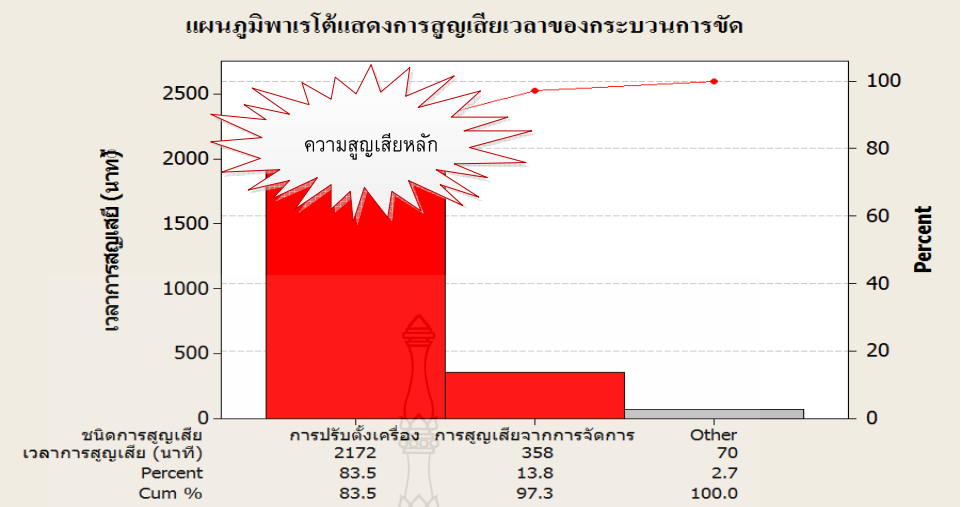
จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของกระบวนการขัดก่อนทำงานวิจัยนี้ พบว่า สายการผลิตตัวอย่างก่อนทำการปรับปรุง มีประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรต่ำอยู่ที่ 29.95 เปอร์เซ็นต์ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมทั้งสามปัจจัยเพื่อมาทำการวิเคราะห์และวางแผนการแก้ไขปัญหาเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาสายการผลิตนี้ จากการศึกษาพบว่าความสูญเสียทั้ง 7 ประการ เกิดจากการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพและเกิดของเสียกับผลิตภัณฑ์ส่วนด้านความสูญเสียที่เกิด

จากเครื่องจักร (16 ความสูญเสียหลัก) จะเกิดจากการสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักร (Shout Down Losses) และความสูญเสียเนื่องจากการลดลงของความเร็ว (Speed Losses) ส่วนความสูญเสียด้านอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจะมีน้อยดังแสดงในตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรของบริษัทกรณีศึกษา

| รายละเอียด | 19 พ.ค. 53 | 20 พ.ค. 53 | 21 พ.ค. 53 | 22 พ.ค. 53 | 23 พ.ค. 53 | 24 พ.ค. 53 | 25 พ.ค. 53 | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ช่วงเวลาการผลิต (นาที) | 290 | 276 | 278 | 282 | 280 | 279 | 265 | 278.64 |
| ช่วงเวลาความสูญเสีย (นาที) | 360 | 374 | 372 | 368 | 370 | 371 | 385 | 371.36 |
| กำลังการผลิต (ชิ้น ต่อ กะการทำงาน) | 4,497 | 4,275 | 4,311 | 4,371 | 4,348 | 4,333 | 4,114 | 4,321 |
| จำนวนของเสีย (ชิ้น ต่อ กะการทำงาน) | 1,108 | 1,285 | 1,097 | 1,320 | 1,261 | 1,050 | 1,089 | 1,173 |
| จำนวนพนักงานที่ปฏิบัติงาน | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| เวลาการทำงานรวม (จำนวนพนักงาน*ชั่วโมงการทำงาน) | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| ประสิทธิผล (ชิ้น ต่อ จำนวนพนักงาน*ชั่งโมงการทำงาน) | 124.92 | 118.75 | 119.75 | 121.40 | 120.77 | 120.36 | 114.27 | 120 |
| อัตราการเดินเครื่อง (%) | 40 | 38.65 | 38.62 | 39.62 | 38.71 | 38.46 | 37.34 | 38.77 |
| สมรรถนะการเดินเครื่อง (%) | 124.92 | 118.75 | 119.75 | 121.40 | 120.77 | 120.36 | 114.24 | 120.03 |
| อัตราคุณภาพ (%) | 72.52 | 67.01 | 71.82 | 69.95 | 71 | 72.92 | 71.06 | 70.90 |
| ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (%) | 32.49 | 28.02 | 29.99 | 29.43 | 29.79 | 32.20 | 27.74 | 29.95 |

จากตารางที่ 4.1 พบว่าช่วงเวลาที่มีการผลิตโดยเฉลี่ยแล้วมีแค่ 278.64 นาที จากเวลาการทำงานทั้งหมด 720 นาที ที่เหลือจะเป็นเวลาความสูญเสียโดยเฉลี่ยคิดเป็น 371.36 ดังที่กล่าวข้างต้นค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ เนื่องจากได้รับผลกระทบจาก 2 ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยด้านอัตราคุณภาพ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 70.90 และปัจจัยด้านอัตราการเดินเครื่องจักร โดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 38.77 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการปรับปรุงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร จากการวิเคราะห์จากใบตรวจสอบบันทึกกระบวนการผลิตประจำวันพบว่าอัตราการการเดินเครื่องจักรมีความสูญเสียที่มาจากการปรับตั้งเครื่องจักร (Setup Time) และความสูญเสียที่เกิดจากการจัดการรอเครื่องจักรให้จบกระบวนการทำงาน ดังแสดงในแผนภูมิพาเรโตต่อไปนี้

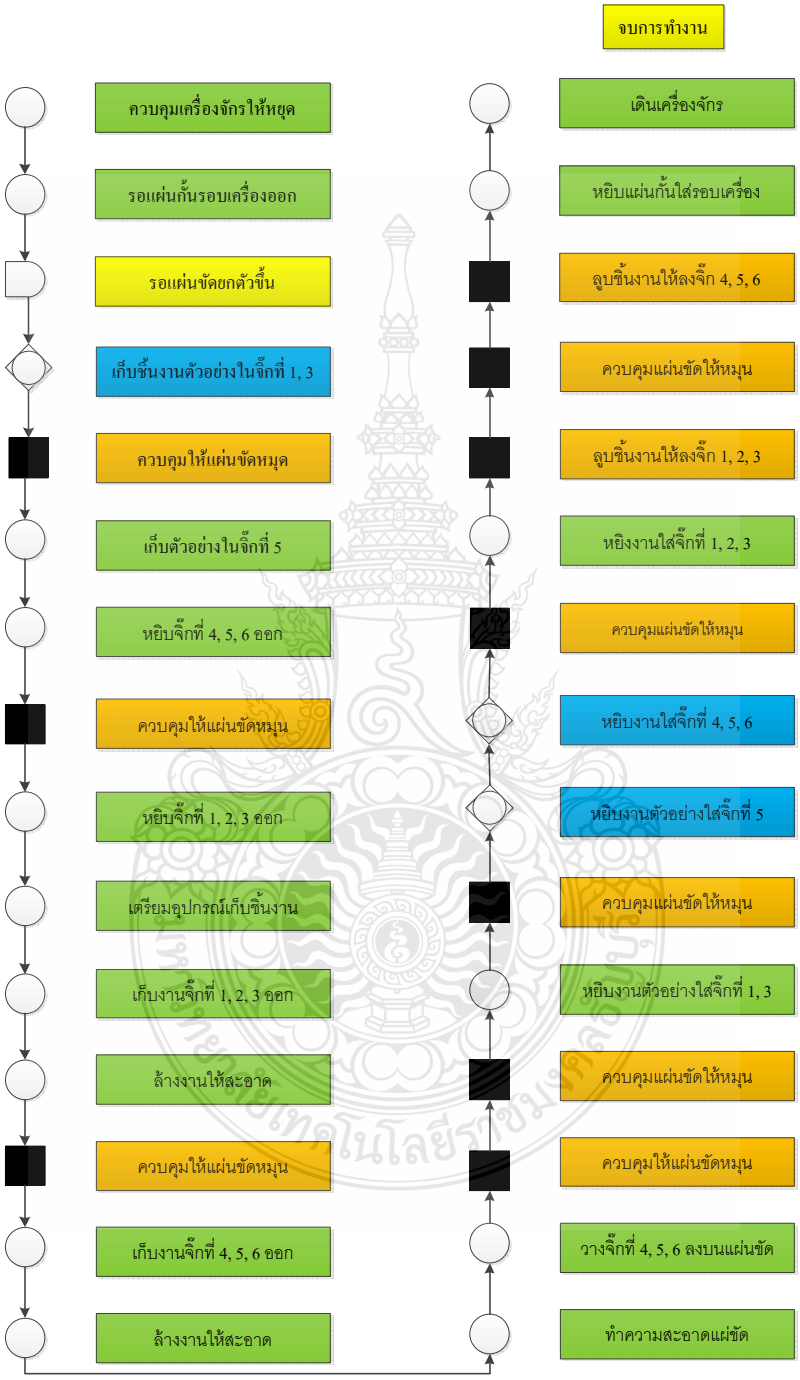



**ภาพที่ 4.7** แผนภูมิพาเรโต้แสดงการสูญเสียเวลาของกระบวนการขัด

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นพบว่าการปรับตั้งเครื่องจักรที่กระบวนการขัดเป็นความสูญเสียหลัก ซึ่งการเก็บข้อมูลในระยะ 1 สัปดาห์พบว่าสูญเสียเวลาไปทั้งหมด 2,172 นาที หรือ 83.5 เปอร์เซ็นต์ของปัญหาทั้งหมด และความสูญเสียอันดับต่อมาคือเกิดจากการจัดการบริหาร เช่น การรองานที่ยังไม่จบกระบวนการสูญเสียเวลาไปทั้งหมด 358 นาที หรือ 13.8 เปอร์เซ็นต์ของปัญหาทั้งหมด

4.2.1 ขั้นตอนการปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการขัด

ขั้นตอนการการปรับตั้งเครื่องจักรสามารถอธิบายตามการไหลของกระบวนการดังต่อไปนี้



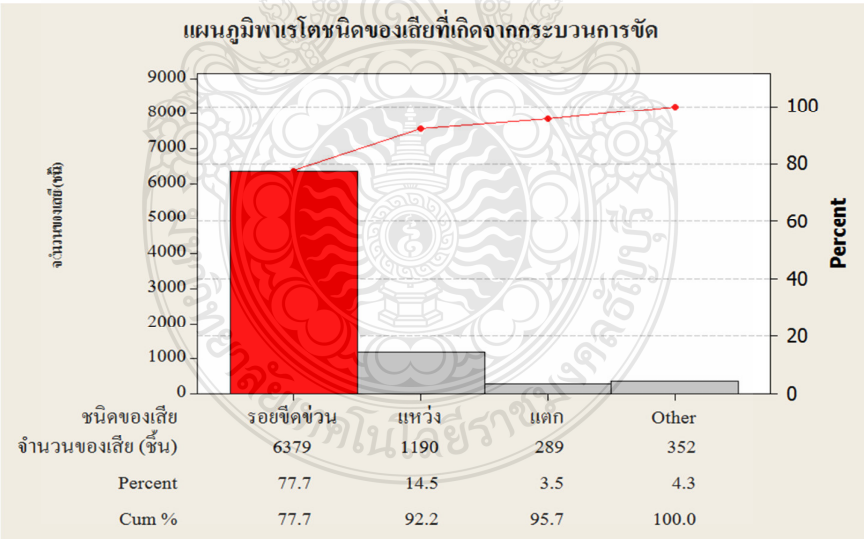

**ภาพที่ 4.8** แผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการขัดชิ้นงานในช่วงที่เครื่องจักรหยุด

4.2.2 ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

ในเรื่องการปรับปรุงอัตราคุณภาพผู้วิจัยได้ทำการออกแบบใบตรวจสอบลักษณะของของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการขัดดังนี้ซึ่งได้เก็บข้อมูลพร้อมกับการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรดังนี้

**ตารางที่ 4.2** ของเสียที่เกิดจากกระบวนการขัด

| วันที่ | Input | Output | ลักษณะของเสีย | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | รอยขีดข่วน | แหว่ง | แตก | สกปรก | จุด | ฝุ่นติด | อื่นๆ |
| 19 พ.ค. 53 | 4,497 | 1,108 | 663 | 290 | 50 | 80 | 25 | - | - |
| 20 พ.ค. 53 | 4,275 | 1,285 | 992 | 143 | 27 | 60 | 63 | - | - |
| 21 พ.ค. 53 | 4,311 | 1,097 | 876 | 213 | 5 | 3 | - | - | - |
| 22 พ.ค. 53 | 4,371 | 1,320 | 1,123 | 110 | 54 | 20 | 13 | - | - |
| 23 พ.ค. 53 | 4,348 | 1,261 | 985 | 231 | 31 | 14 | - | - | - |
| 24 พ.ค. 53 | 4,333 | 1,050 | 764 | 114 | 98 | 57 | 17 | - | - |
| 25 พ.ค. 53 | 4,114 | 1,089 | 976 | 89 | 24 | - | - | - | - |
| รวม | 30,248 | 8,210 | 6,379 | 1,190 | 289 | 234 | 118 | - | - |




**ภาพที่ 4.9** แผนภูมิพาเรโต้ชนิดของเสียที่เกิดจากกระบวนการขัด

จากตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.9 พบว่าชนิดของเสียหลักที่เกิดจากกระบวนการขัดคือ รอยขีดข่วน คิดเป็น 77.7 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือรอยแหว่ง คิดเป็น 14.5 เปอร์เซ็นต์ ในกระบวนการแก้ไขปัญหาเรื่องคุณภาพทีมงานวิจัยจะทำการปรับปรุงไปพร้อมๆ กับการปรับปรุงเรื่องการปรับตั้งเครื่องจักรในลักษณะการออกแบบอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานของพนักงานที่คำนึงถึงเรื่องคุณภาพและความสะดวกในการใช้งานโดยอาศัยหลักการออกแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพ (Quality Function Devolvement) จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาและสาเหตุหลักข้างต้น จึงสามารถวิเคราะห์ค่าผลิตภาพ (Productivity) ของสายการผลิตกรณีศึกษา เพื่อใช้กำหนดเป็นเป้าหมาย (ตัวชี้วัด) การวิจัย ได้ โดยมีค่าที่ใช้ในการคำนวณค่าผลิตภาพเป็นดังนี้ คือ

1. ปริมาณผลผลิตต่อกะจากสายการผลิตกรณีศึกษาในปัจจุบัน = 12,960 ชิ้นต่อกะ
2. ปริมาณผลผลิตต่อกะสายการผลิตกรณีศึกษาที่ต้องการ (เป้าหมาย) $\geq$ 21,000 ชิ้นต่อกะ
3. จำนวนพนักงานที่ใช้ในสายการผลิตกรณีศึกษาในปัจจุบัน = 12 คน
4. จำนวนพนักงานที่ใช้ในสายการผลิตกรณีศึกษาที่ต้องการ (เป้าหมาย) $\leq$ 8 คน

ดังนั้นจึงสามารถคำนวณค่าผลิตภาพ (Productivity) ของสายการผลิตกรณีศึกษาได้ดังนี้คือ

1) การคำนวณค่าผลิตภาพด้านแรงงาน (Labor Productivity) ได้จากสมการ

$$\text{ค่าผลิตภาพด้านแรงงาน (Labor Productivity)} = \frac{\text{ผลผลิตต่อกะ}}{\text{ชั่วโมงการทำงานต่อกะ x จำนวนแรงงาน}}$$

ค่าผลิตภาพด้านแรงงานของสายการผลิตกรณีศึกษาในปัจจุบัน $= 12{,}960 / [10.83 \times 12]$

$= 99.72$ ชิ้นต่อชั่วโมงต่อแรงงาน

ค่าผลิตภาพด้านแรงงานของสายการผลิตกรณีศึกษา (Ideal) $\geq 21{,}000 / [10.83 \times 8]$

$\geq 161.58$ ชิ้นต่อชั่วโมงต่อแรงงาน

ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม = $[(161.58 - 99.72) / 291.90] \times 100 = 21.19$ % (ร้อยละ 21.19) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ค่าผลิตภาพด้านแรงงาน (Labor Productivity) หลังการปรับปรุงต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 21.19

2) การคำนวณค่าผลิตภาพเชิงการลงทุน (Capital Productivity) ได้จากสมการ

ค่าผลิตภาพด้านการลุงทุน (Capital Productivity) = ผลผลิตต่อกะ / (อัตราค่าจ้าง x จำนวนแรงงาน) + ค่าใช้จ่ายดำเนินงาน

ค่าผลิตภาพเชิงการลงทุนของสายการผลิตกรณีศึกษาในปัจจุบัน = 12,960 / [(357.5 x 12) + 2,500,000]

= 0.0069 ชิ้นต่อบาท

ค่าผลิตภาพเชิงการลงทุนของสายการผลิตกรณีศึกษา (Ideal) $\geq$ 21,000 / [(357.5 x 8) + 2,500,000]

$\geq$ 0.0103ชิ้นต่อบาท

ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม = [(0.0069 – 0.0103) / 0.0.0103] x 100 = 33.01 % (ร้อยละ 33.01) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ค่าผลิตภาพเชิงการลงทุน (Capital Productivity) หลังการปรับปรุงต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 33.01 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องดำเนินการปรับปรุงค่าผลิตภาพ (Productivity) ของสายการผลิตกรณีศึกษา โดยกำหนดให้ค่าผลิตภาพด้านแรงงาน (Labor Productivity) และค่าผลิตภาพเชิงการลงทุน (Capital Productivity) หลังการปรับปรุงต้องเพิ่มขึ้นจากค่าปัจจุบันไม่ต่ำกว่าร้อยละ 40 และ 25 ตามลำดับ

3) ค่าการปรับตั้งเครื่องจักร ค่าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

-ค่าการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนการปรับปรุงโดยเฉลี่ย 15.86 นาทีต่อรุ่น

-ยอดการผลิตก่อนการปรับปรุง 12,960 ชิ้นต่อกะ

-ยอดผลิตหลังการปรับปรุง 21,000 ชิ้นต่อกะ

ดังนั้น ค่าการปรับตั้งเครื่องจักรหลังการปรับปรุง = $\frac{(21{,}000 \text{ X } 15.86) - 15.86}{17280}$

= 3.41 นาที ต่อ รุ่น (ลดลง 12.45 นาที ต่อ รุ่น)

ซึ่งมีค่าลดลงจากเดิม = [12.27/ 15.68] x 100 = 78.25 % (ร้อยละ 78.25) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ค่าการปรับตั้งเครื่องจักร หลังการปรับปรุงต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50.00

4) อัตราคุณภาพ ค่าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

-อัตราคุณภาพก่อนการปรับปรุงโดยเฉลี่ย ร้อยละ 69.03

-ยอดการผลิตก่อนการปรับปรุง 12960ชิ้น ต่อ กะ

- ยอดผลิตหลังการปรับปรุง 21,000 ชิ้น ต่อ กะ

ดังนั้น ค่าอัตราคุณภาพ $$\frac{(21{,}000 \text{ X } 0.6903) \text{ x } 100}{17{,}280}$$

$$= 83.89$$

ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม = [0.6903/0.8389] x 100 = 82.28% (ร้อยละ 82.28) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ค่าอัตราคุณภาพ หลังการปรับปรุงต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 82.28% สำหรับการกำหนดเป้าหมาย (ตัวชี้วัด) การวิจัยและสรุปแนวทาง (การปรับปรุง) การดำเนินงานจะสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 4.3** เป้าหมายการวิจัย (ตัวชี้วัดการวิจัย)

| ตัวชี้วัดการวิจัย | ค่าเป้าหมาย (Target Value) |
|---|---|
| ยอดการผลิต (ชิ้น ต่อ กะ) | $\geq$ 21,000 |
| เวลาการปรับตั้งเครื่องจักร (นาที ต่อ รุ่น) | $\leq$ 3.41 |
| อัตราคุณภาพ | $\geq$ ร้อยละ 82.28 |

4.2.2 การศึกษาขั้นตอนการไหลของกระบวนการ (Process Flow)

วัตถุประสงค์เพื่อกำหนดสาเหตุด้านอัตราการเดินเครื่องจักรต่ำ ผลการดำเนินงานปรับปรุงสายการผลิตกรณีศึกษา สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้ ผลการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าในสายการผลิตการศึกษาจะแบ่งแสดงได้ดังนี้

**ตารางที่ 4.4** แผนภูมิการไหลของงานของกระบวนการขัด

| Flow Process Chart | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| แผนภูมิหมายเลข แผ่นที่1/1 | | | สรุปผล | | | | | | |
| ผลิตภัณฑ์ : AH4SGT | | | Activity | | Activity | เวลา | ระยะทาง | | |
| | | | การปฏิบัติงาน | | 19 | 1,068.92 | 156 | | |
| | | | เคลื่อนย้าย | | 3 | 120.54 | 100 | | |
| กิจกรรม : กระบวนการขัด | | | ล่าช้า | | 14 | 481.14 | 0 | | |
| | | | ตรวจสอบ | | 1 | 436.63 | 0 | | |
| | | | จัดเก็บ | | 0 | 0 | 0 | | |
| วิธีการ : ปัจจุบัน | | | รวม | | 37 | 2102.69 | 256 | | |
| ขั้นตอนที่ | ขั้นตอนการผลิต | เวลา (วินาที) | ระยะทาง (เมตร) | สัญลักษณ์ | | | | | หมายเหตุ |
| 1 | ควบคุมเครื่องจักรหยุด | 3.21 | | | | | | | |
| 2 | หยิบแผ่นกั้นออก | 6.46 | | | | | | | |
| 3 | รอแผ่นขัดแผ่นบนเลื่อนขึ้น | 40.64 | | | | | | | |
| 4 | เก็บงานตัวอย่างจิ๊กที่ 1,3 | 16.57 | | | | | | | |
| 5 | หมุนแผ่นขัด | 20.74 | | | | | | | |
| 6 | เก็บงานตัวอย่างจิ๊กที่ 5 | 11.97 | | | | | | | |
| 7 | หยิบจิ๊กที่ 4, 5,6 ออกไปล้าง | 16.43 | 4 | | | | | | |
| 8 | หมุนแผ่นขัด | 44.75 | | | | | | | |
| 9 | หยิบจิ๊กที่ 1, 2, 3 ออกไปล้าง | 26.29 | 4 | | | | | | |
| 10 | เตรียมอุปกรณ์เก็บงาน | 20.53 | | | | | | | |
| 11 | เก็บงานที่จิ๊กที่ 1, 2, 3 | 76.97 | | | | | | | |
| 12 | เอาชิ้นงานไปล้าง | 40.75 | 4 | | | | | | |
| 13 | หมุนแผ่นขัด | 20.75 | | | | | | | |
| 14 | เก็บงานที่จิ๊กที่ 4,5,6 | 76.97 | | | | | | | |
| 15 | เอาชิ้นงานไปล้าง | 28.45 | 4 | | | | | | |
| 16 | เช็ดแผ่นขัด | 49.53 | | | | | | | |
| 17 | หยิบจิ๊กที่ 1, 2,3 มาวาง | 40.85 | | | | | | | |
| 18 | หมุนแผ่นขัด | 10.67 | | | | | | | |
| 19 | หยิบจิ๊กที่ 4,5,6 มาวาง | 36.47 | | | | | | | |
| 20 | วางงานตัวอย่างในจิ๊กที่ 5 | 47.76 | | | | | | | |
| 21 | หมุนแผ่นขัด | 25.47 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | วางงานตัวอย่างในจิ๊กที่ 1,3 | 5.87 | | ● | ⇨ | D | ▭ | ▽ | |
| 23 | วางงานในจิ๊กที่ 1,2,3 | 60.74 | | ● | ⇨ | D | ▭ | ▽ | |
| 24 | หมุนแผ่นขัด | 10.54 | | ○ | ⇨ | D | ■ | ▽ | |
| 25 | วางงานในจิ๊กที่ 4,5,6 | 80.86 | | ● | ⇨ | D | ▭ | ▽ | |
| 26 | ลูบงานบนในจิ๊ก4,5,6 | 80.45 | | ○ | ⇨ | D | ▬ | ▽ | |
| 27 | หมุนแผ่นขัด | 10.67 | | ○ | ⇨ | D | ▬ | ▽ | |
| 28 | ลูบงานในจิ๊ก1,2,3 | 40.56 | | ○ | ⇨ | D | ▬ | ▽ | |
| 29 | เอาแผ่นขัดลง | 10.65 | | ● | ⇨ | D | ▭ | ▽ | |
| 30 | ปิดแผ่นกัน | 6.96 | | ● | ⇨ | D | ▭ | ▽ | |
| 31 | รอให้แผ่นขัดประกบกัน | 26.86 | | ○ | ⇨ | ▮ | ▭ | ▽ | |
| 32 | กดปุ่มเดินเครื่องจักร | 25.75 | | ○ | ⇨ | D | ▬ | ▽ | |
| 33 | ลงข้อมูล | 90.43 | | ○ | ⇨ | D | ▬ | ▽ | |
| 34 | เตรียมงานรุ่นต่อไป | 210.30 | 140 | ● | ⇨ | D | ▭ | ▽ | |
| 35 | รวมงาน | 245.64 | | ● | ⇨ | D | ▭ | ▽ | |
| 36 | ส่งงานไปกระบวนต่อไป | 120.54 | 100 | ○ | ➡ | D | ▭ | ▽ | |
| 37 | รอเก็บงานรุ่นต่อไป | 413.64 | | ○ | ⇨ | ▮ | ▭ | ▽ | |

จากตารางที่ 4.3 มีทั้งหมด 37 ขั้นตอน ใช้เวลารวมทั้งหมด 2,102.69 วินาที หรือคิดเป็น 35.07 นาที ต่อรุ่นและสามารถจำแนกกิจกรรมที่แฝงไปด้วยความสูญเปล่าออกได้ดั้งนี้

**ตารางที่ 4.5** สรุปแผนภูมิการไหลของงานของกระบวนการขัด

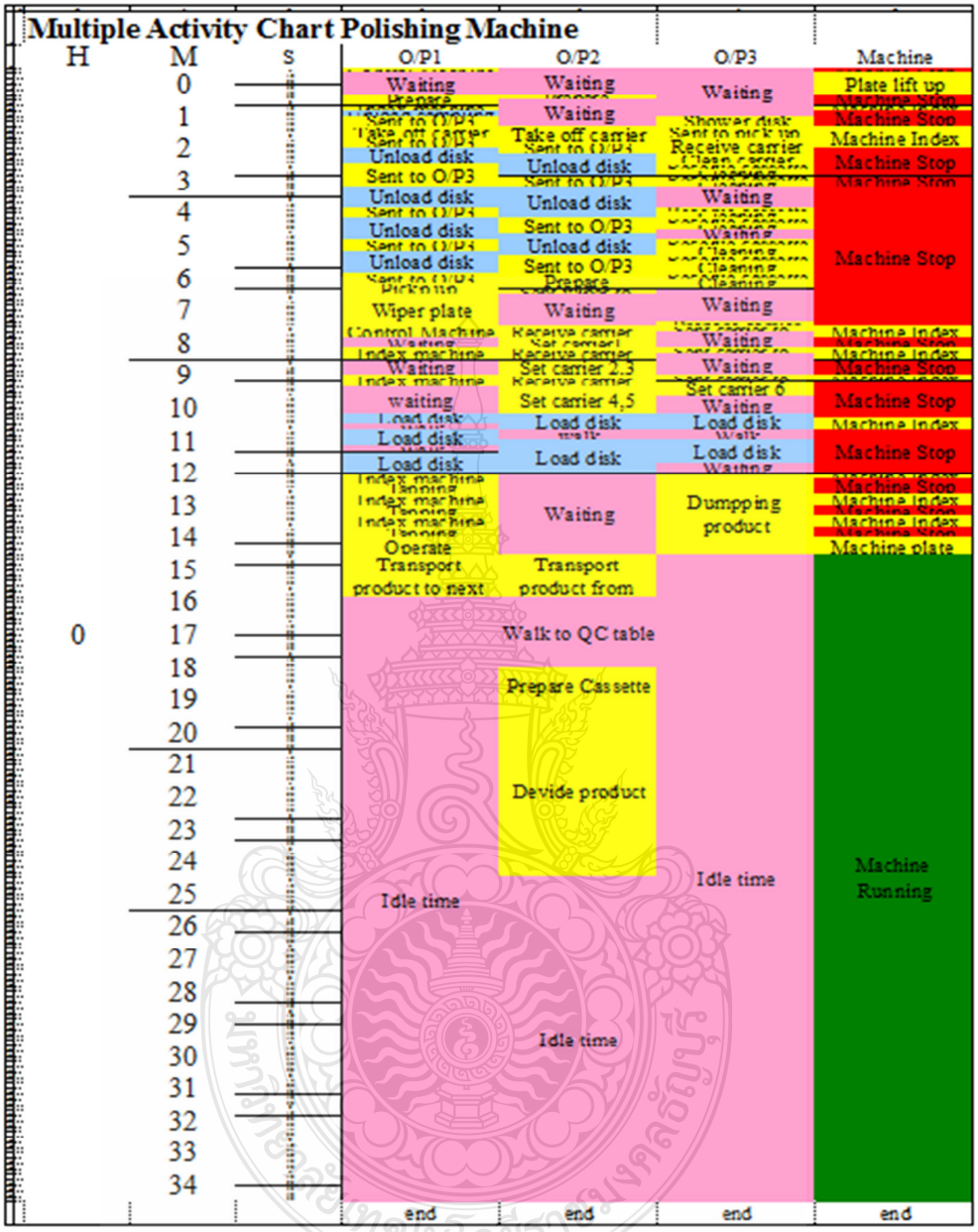
| ตารางสรุปผลการสำรวจ | สภาพปัจจุบัน | | | เปอร์เซ็นต์ทั้งหมด | |
|---|---|---|---|---|---|
| | จำนวน | เวลา (วินาที) | ระยะทาง(เมตร) | จำนวน | เวลา |
| การปฏิบัติงาน ○ | 19 | 1068.92 | 156 | 50.84 | 60.94 |
| การตรวจสอบ □ | 14 | 436.63 | 0 | 20.77 | 0 |
| การขนย้าย ⇨ | 1 | 120.54 | 100 | 5.73 | 39.06 |
| การรอคอย D | 3 | 481.14 | 0 | 22.88 | 0 |
| การเก็บถาวร ▽ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รวมระยะทางและเวลา | 37 | 2,102.69 | 256 | 100.00% | 100.00% |

จากตารางพบว่ากิจกรรมดังกล่าวยังมีความสูญเปล่าเกิดขึ้น เพื่อจำแนกความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตให้ออกมาให้เห็นชัดเจนผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์งานด้วยแผนภูมิการปฏิบัติงานแบบทวีคูณดังนั้น

4.2.3 การศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานแบบทวีคูณ (Multiple Activity Chart)

วัตถุประสงค์เพื่อกำหนดสาเหตุด้านอัตราการเดินเครื่องจักรต่ำ ในขั้นตอนนี้จะเป็นการวิเคราะห์การปฏิบัติงานของพนักงานที่ปฏิบัติงานในช่วงที่เครื่องจักรหยุดเพื่อให้พนักงานปรับตั้งเครื่องจักร เพื่อผลิตงานล็อตต่อไปซึ่งจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการปรับปรุงเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดยอาศัยหลักการการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Set up Time Reduction) เพื่อค้นหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต การวิเคราะห์ในข้อมูลในเบื้องต้นจะใช้แผนภูมิวิเคราะห์การทำงานแบบการปฏิบัติงานทวีคูณ (Multiple Activity Chart) ซึ่งข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ได้มาจากการสุ่มถ่ายวีดิโอในกระบวนการขัดโดยเริ่มตั้งแต่เครื่องจักรหยุดจนถึงเครื่องจักรหยุด การบันทึกกระบวนการขัดในขณะที่เครื่องขัดหยุด เพื่อให้พนักงานปรับตั้งเครื่องจักรพบว่าในขณะที่เครื่องจักรหยุดกิจกรรมการทำงานของพนักงานยังมีความสูญเปล่าอยู่มากซึ่งในการปรับปรุงกระบวนการผลิตจะวิเคราะห์งานเพียงแค่กระบวนการไหลไม่เพียงพอ ดังนั้น เพื่อสามารถที่จะบ่งชี้ความสูญเสียให้ชัดเจนผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์งานด้วยแผนภูมิการปฏิบัติงานแบบทวีคูณดังภาพที่ 4.10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

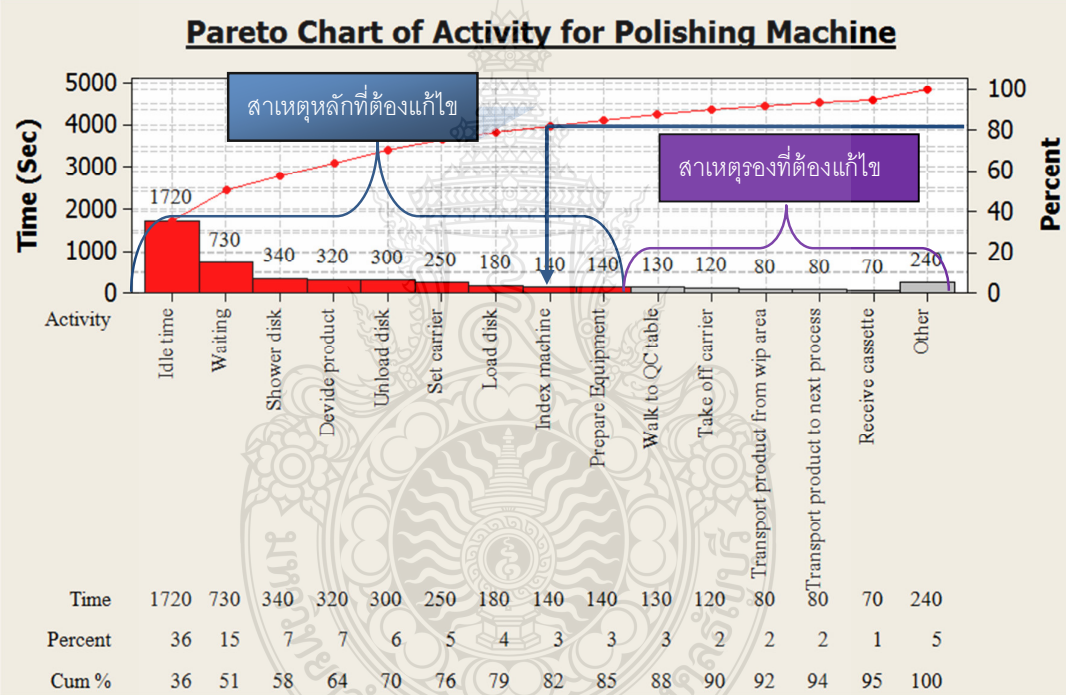



สัญลักษณ์

- กิจกรรมที่สร้างมูลค่า (Value Add)
- กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ (Non-Value Add)
- เครื่องจักรทำงาน (Machine Running)
- ความสูญเปล่า (Waste)
- เครื่องจักรหยุด (Machine Stop)

**ภาพที่ 4.10** แผนภูมิการปฏิบัติงานแบบทวีคูณของพนักงานและเครื่องขัด ก่อนการปรับปรุง

จากภาพที่ 4.10 เป็นแผนภูมิปฏิบัติงานแบบทวีคูณของพนักงานและเครื่องจักรที่กระบวนการขัดจากแผนภูมิแกน Y แทนด้วยสเกลของเวลาที่เครื่องจักรและพนักงานทำงานใน 1 ล็อต ทำงาน คอลัมน์ที่ 1 แทนเวลาหน่วยเป็นชั่วโมง คอลัมน์ที่ 2 แทนเวลาหน่วยเป็นนาที คอลัมน์ที่ 3 แทนเวลาหน่วยเป็นวินาที สำหรับแกน X แทนพนักงานและเครื่องจักร จากแผนภูมิเป็นการศึกษาการทำงานของพนักงาน 3 คน และเครื่องขัด 1 เครื่อง จากแผนภูมิพบว่าในการปฏิบัติของพนักงานยังมีกิจกรรมที่เป็นความสูญเสียถึง 52.2% กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า 37.9% และกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่า 9.9% สำหรับเครื่องจักรมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่า 57.1% กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า 31.4% และกิจกรรมที่เป็นความสูญเสีย 11.4%




**ภาพที่ 4.11** แผนภูมิพาเรโตของกิจกรรมหยิบงานเข้าและออกจากเครื่องขัด

จากภาพที่ 4.11 เป็นการลำดับความสำคัญของสาเหตุในการแก้ไขเรื่องกิจกรรมการหยิบงานเข้าและออกจากเครื่องจักรโดยใช้กฎ 80:20จากแผนภูมิพาเรโตสามารถแบ่งสาเหตุออกเป็น 2 สาเหตุดังนี้

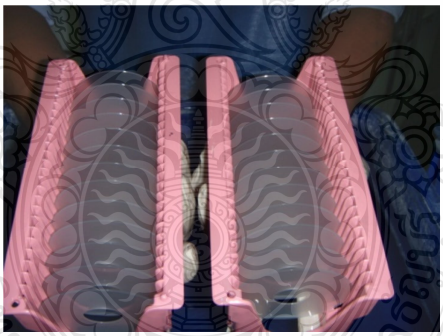
1) สาเหตุหลักที่ทำให้กิจกรรมหยิบงานเข้าและออกจากเครื่องจักรใช้เวลานาน ได้แก่

1. กิจกรรมการว่างงาน(Idle Time) คิดเป็น 36% จากสาเหตุทั้งหมด สาเหตุของการว่างงานเกิดจากพนักงานรอเครื่องจักรขณะทำงานเนื่องจากกิจกรรมที่พนักงานทำใช้เวลาน้อยกว่ารอบการผลิตทำให้เกิดการว่างงานขึ้น

2. กิจกรรมการรอคอย (Waiting Time) คิดเป็น 15 % จากสาเหตุทั้งหมดเป็นกิจกรรมที่พนักงานรอเพื่อนขณะปฏิบัติงาน เช่น รอเพื่อนขณะเช็ดแผ่นขัดเพื่อทำความสะอาดหน้าแผ่นขัดให้สะอาดก่อนที่จะหยิบงานเข้าเครื่องจักร และกิจกรรมที่พนักงานรอเครื่องจักร เช่น รอเครื่องจักรในขณะที่แผ่นขัดบนยกตัวขึ้น

3. กิจกรรมการทำความสะอาด (Cleaning) คิดเป็น 7% ของสาเหตุทั้งหมดเป็นกิจกรรมที่ทำความสะอาดชิ้นงาน ทำความสะอาดจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดและทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้พนักงานไม่สามารถที่จะหยิบงานเข้าหรือออกจากเครื่องจักรได้

4. กิจกรรมการแยกงาน (Divide Product) คิดเป็น 7% จากสาเหตุทั้งหมด เป็นกิจกรรมที่แยกงานออกจากคาสเซ็ต (Process Cassette) เพื่อป้องกันชิ้นงานชนกันขณะทำการหยิบงานเข้าเครื่องจักรสาเหตุที่มีการสูญเสียเวลาที่จุดนี้เนื่องจากพนักงานใช้อุปกรณ์หยิบจับออกทีละชิ้น



**ภาพที่ 4.12** การแยกงาน

5. กิจกรรมการเก็บงานออกจากเครื่อง (Unload Disk) คิดเป็น 6 % ของสาเหตุทั้งหมด สาเหตุที่ทำให้ช้าเนื่องจากพนักงานเก็บทีละชิ้นและใช้พนักงานเก็บแค่ 2 คน อีก 1 คน ทำหน้าที่ล้างชิ้นงาน

6. กิจกรรมการวางจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัด(Set Carrier) คิดเป็น 5 % ของสาเหตุทั้งหมดเป็นกิจกรรมการเตรียมวางจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดลงเครื่องเพื่อเตรียมหยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง สาเหตุการสูญเสียเกิดจากใช้พนักงาน 1 คน ในการปฏิบัติ

7. กิจกรรมการหยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง (Load Disk) คิดเป็น 4% ของสาเหตุทั้งหมด เนื่องจากพนักงานหยิบงานเข้าเครื่องจักรทีละชิ้น

8. กิจกรรมการทำให้แผ่นขัดหมุน (Index Machine) คิดเป็น 3% ของสาเหตุทั้งหมด เนื่องจากในขณะที่แผ่นขัดหมุนพนักงานต้องหยุดรอให้หยุดก่อนถึงจะทำงานได้

9. กิจกรรมการเตรียมอุปกรณ์ (Prepare Equipment) คิดเป็น 3% ของสาเหตุทั้งหมด เป็นกิจกรรมการเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บชิ้นงาน ลูบงาน เตรียมจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัด สาเหตุการสูญเสียเกิดจากใช้พนักงาน 1 คน ในการปฏิบัติงานและเตรียมผิดเวลา

2) สาเหตุรองที่ทำให้กิจกรรมหยิบงานเข้าและออกจากเครื่องจักรใช้เวลานาน ได้แก่ กิจกรรมดังต่อไปนี้

1. กิจกรรมการเดินไปส่งงานที่โต๊ะคิวซี (Walk to QC Table) คิดเป็น 3% ของสาเหตุทั้งหมดเนื่องจากระยะทางการเดินไกล

2. กิจกรรมการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดออกจากเครื่อง(Take off Carrier)คิดเป็น 2% ของสาเหตุของการสูญเสียพนักงานคนเดียวในการปฏิบัติงาน

3. กิจกรรมการรับคาสเซ็ต (Receive Cassette) เป็นกิจกรรมที่พนักงานรับคลาสเซ็ตจากพนักงานอีกคนเพื่อล้างชิ้นงานแล้วนำไปเก็บสาเหตุความสูญเสียเกิดจากพนักงานไม่สามารถไปเก็บชิ้นงานได้

4. กิจกรรมการเดินไปส่งงานที่โต๊ะคิวซี (Walk to QC Table) คิดเป็น2% ของสาเหตุทั้งหมดเนื่องจากระยะทางการเดินไกล

5. กิจกรรมการไปรับงานไปที่จุดเก็บชิ้นงาน (Transport Product to Work in Process Area) คิดเป็น 2% ของสาเหตุทั้งหมดสาเหตุความสูญเสียเกิดจากระยะทางไกล

6. กิจกรรมการรับจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัด (Receive Carrier) เพื่อเตรียมที่จะหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องเป็นกิจกรรมที่มีความสูญเสียเนื่องจากรับส่งคนเดียว

7. กิจกรรมอื่นๆ (Other Activity) คิดเป็น 5% ของสาเหตุทั้งหมด ได้แก่ กิจกรรม กิจกรรมการลูบชิ้นงาน (Tapping) เป็นกิจกรรมที่ใช้ฟองน้ำที่มีความสะอาดและมีความละเอียดสูงในการลูบชิ้นงานหลังการหยิบงานเข้าเครื่องจักรแล้วเพื่อให้ชิ้นงานลงรูจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัด เนื่องจากหากไม่ลงเมื่อทำการเดินเครื่องจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับแผ่นที่ใช้รองแผ่นขัดขาดสาเหตุการ

สูญเสีย คือ ใช้พนักงาน 1 คน ในการลูบชิ้นงานและกิจกรรมการลูบทำความสะอาดแผ่นขัด (Wiper) เพื่อทำความสะอาดแผ่นขัดให้สะอาดก่อนทำการหยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง สาเหตุการสูญเสียเกิดจากใช้พนักงาน 1 คน ในการปฏิบัติงาน

4.2.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาอัตราการเดินเครื่องขัด

ในหัวข้อนี้จะเป็นการแสดงวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆ ลดเวลาในกระบวนการหยิบงานเข้าและออกจากเครื่องจักรจาก 15.68 นาที/รุ่น ให้อยู่ที่ 3.41 นาที/รุ่น ซึ่งในกระบวนการแก้ไขปัญหาจะอาศัยหลักการของการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว (Setup Time Reduction) และหลักการของวิศวกรรมวิธีการ เช่น กลยุทธ์การผลิตความคิด (Idea – Generating Strategies) เพื่อปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.2.5 การนำเสนอแนวคิดในการแก้ไขปัญหา

1) การปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว (Setup Time Reduction)

การปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว หมายถึง เวลาที่ใช้ตั้งแต่เครื่องจักรทำการหยุดเพื่อทำการหยิบงานออกจากและหยิบงานเข้าเครื่องขัดรวมถึงการปรับค่าต่างๆ ให้ถูกต้องจนเครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างปกติหลักการ คือ พยายามลดเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าให้เหลือน้อยที่สุดเพื่อให้เหลือแต่เวลาที่ก่อให้เกิดมูลค่าและลดเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ให้เหลือน้อยที่สุดรวมไปถึงกำจัดความสูญเสียในกระบวนการผลิตปรับเปลี่ยนกิจกรรมบางอย่างไปทำในขณะที่เครื่องจักรทำการผลิตหรือทำการปรุงกิจกรรมที่ทำในขณะที่เครื่องจักรหยุดให้ใช้เวลาน้อยที่สุด

**ตารางที่ 4.6** แนวทางในการปรับปรุงเรื่องการปรับตั้งเครื่องจักร

| ขั้นตอนที่ | ขั้นตอนการผลิต | เวลา (วินาที) | การวิเคราะห์งาน | | | | | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | TYPE | Waste | OED | IED | ECRS | |
| 1 | ควบคุมเครื่องจักรหยุด | 3.21 | P | | | ● | | |
| 2 | หยิบแผ่นกั้นออก | 6.46 | P | | | ● | S | POKAYOKA |
| 3 | รอแผ่นขัดแผ่นบนเลื่อนขึ้น | 40.64 | P | ● | | | E | |
| 4 | เก็บงานตัวอย่างจิ๊กที่ 1,3 | 16.57 | E | | | ● | S | Vacuum tools |
| 5 | หมุนแผ่นขัด | 20.74 | A | ● | | | E | |
| 6 | เก็บงานตัวอย่างจิ๊กที่ 5 | 11.97 | E | | | ● | S | Vacuum tools |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | หยิบจิ๊กที่ 4, 5,6 ออกไปล้าง | 16.43 | E | ● | | | E | |
| 8 | หมุนแผ่นขัด | 44.75 | A | ● | | | E | |
| 9 | หยิบจิ๊กที่ 1, 2, 3 ออกไปล้าง | 26.29 | E | ● | | | E | |
| 10 | เตรียมอุปกรณ์เก็บงาน | 20.53 | P | | ● | | S | |
| 11 | เก็บงานที่จิ๊กที่ 1, 2, 3 | 76.97 | E | | | ● | S | Vacuum tools |
| 12 | เอาชิ้นงานไปล้าง | 40.75 | P | | ● | | S, R | Auto Spray |
| 13 | หมุนแผ่นขัด | 20.75 | A | ● | | | E | |
| 14 | เก็บงานที่จิ๊กที่ 4,5,6 | 76.97 | E | | | ● | S, R | Vacuum tools |
| 15 | เอาชิ้นงานไปล้าง | 28.45 | P | | ● | | S, R | Auto spray |
| 16 | เช็ดแผ่นขัด | 49.53 | A | ● | | | E | |
| 17 | หยิบจิ๊กที่ 1, 2,3 มาวาง | 40.85 | A | ● | | | E | |
| 18 | หมุนแผ่นขัด | 10.67 | A | ● | | | E | |
| 19 | หยิบจิ๊กที่ 4,5,6 มาวาง | 36.47 | A | ● | | | E | |
| 20 | วางงานตัวอย่างในจิ๊กที่ 5 | 47.76 | E | | ● | | R, S, C | จิ๊กเตรียมงาน |
| 21 | หมุนแผ่นขัด | 25.47 | A | ● | | | E | |
| 22 | วางงานตัวอย่างในจิ๊กที่ 1,3 | 5.87 | A | | | ● | R, S, C | จิ๊กเตรียมงาน |
| 23 | วางงานในจิ๊กที่ 1,2,3 | 60.74 | E | | ● | | R, S, C | จิ๊กเตรียมงาน |
| 24 | หมุนแผ่นขัด | 10.54 | A | ● | | | E | |
| 25 | วางงานในจิ๊กที่ 4,5,6 | 80.86 | E | | ● | | R, S, C | จิ๊กเตรียมงาน |
| 26 | ลูบงานบนในจิ๊ก 4,5,6 | 80.45 | A | ● | | | E | |
| 27 | หมุนแผ่นขัด | 10.67 | A | ● | | | E | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 28 | ลูบงานในจิ๊ก1,2,3 | 40.56 | A | ● | | | E | |
| 29 | เอาแผ่นขัดลง | 10.65 | M | | | ● | | POKA YOKA |
| 30 | ปิดแผ่นกัน | 6.96 | E | | | ● | S | |
| 31 | รอให้แผ่นขัดประกบกัน | 26.86 | P | ● | | | E | |
| 32 | กดบุ่มเดินเครื่องจักร | 25.75 | M | | | ● | | |
| 33 | ลงข้อมูล | 90.43 | M | | ● | | R | |
| 34 | เตรียมงานรุ่นต่อไป | 210.30 | P | | ● | | R,C,S | |
| 35 | รวมงาน | 245.64 | P | | ● | | R,C,S | |
| 36 | ส่งงานไปกระบวนต่อไป | 120.54 | P | | ● | | S | |
| 37 | รอเก็บงานรุ่นต่อไป | 413.64 | P | ● | | | | |

เมื่อชนิดของงานแทนด้วยสัญลักษณ์ต่างๆ ดังนี้

P หมายถึง การเตรียมความพร้อม

E หมายถึง การถอดหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ

A หมายถึง การปรับค่าความถูกต้องของอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพ

M หมายถึง การวัดและการตรวจสอบผลผลิตที่ได้เพื่อยืนยันคุณภาพก่อนให้ผลิตต่อเนื่อง

Waste หมายถึง ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ใช้สัญลักษณ์แทนด้วยสีแดง

IED หมายถึง กิจกรรมที่ต้องทำขณะเครื่องจักรหยุดหรือกิจกรรมภายใน

OED หมายถึง กิจกรรมที่ต้องทำขณะเครื่องจักรทำงานหรือกิจกรรมภายนอก

E หมายถึง การขจัดทิ้ง

C หมายถึง การรวมงาน

R หมายถึง การปรับเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการทำงาน

S หมายถึง การออกแบบวิธีการทำงานที่ง่ายๆ

จากตารางที่ 4.6 พบว่าในกิจกรรมการปรับตั้งเครื่องจักรสามารถตัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นออกทำให้ช่วงเวลาในการทำงานในช่วงที่เครื่องจักรหยุดน้อยลงจากตารางสามารถวิเคราะห์งานได้ดังนี้

**ตารางที่ 4.7** สรุปผลการวิเคราะห์งาน

| การวิเคราะห์งาน (จำนวนลำดับขั้นตอนการทำงาน) | | | |
|---|---|---|---|
| TYPE | Waste | OED | IED |
| P | 3 | 6 | 2 |
| E | 2 | 3 | 5 |
| A | 12 | 1 | 0 |
| M | 0 | 0 | 3 |

จากตารางที่ 4.7 พบว่าความสูญเปล่าที่ถูกกำจัดไปมีทั้งหมด 17 ขั้นตอน และกิจกรรมที่ถูกย้ายมาทำขณะเครื่องจักรทำงานอีก 10 ขั้นตอน ดังนั้นเหลือขั้นตอนในการปรับตั้งเครื่องจักรเพียงแค่ 10 ขั้นตอน

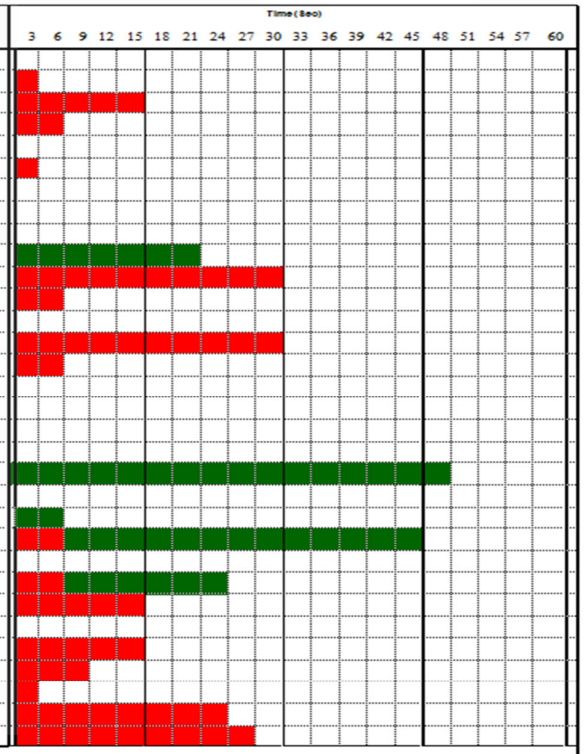
**ตารางที่ 4.8** เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

Date: 31 June 2010

## Set-up Time Reduction - Analysis

| | | | |
|---|---|---|---|
| Product: AH4-SGT | Machine: Polishing Machine | Team:PEGAS@s Chai!Yo! | Before Time: 15.68 |
| Comments:Study L/Ul time at polishing machine only | | | After Time: 3.41 |
| | | | % Improvement 78.26% |

| No. | Element or Activity | Time (Sec) Clock | Step | Internal | External | Waste | Move to External | Reduce Internal | Actions |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Operate machine stop | 0:00 | | | | | | | |
| 2 | Take off safety cover | 0:05 | 5 | 3 | | | | 2 | Parallel job use operator 6 person |
| 3 | Waiting plate lift up | 0:45 | 40 | 25 | | | | 15 | Adjudge newmatic systym |
| 4 | Unload sampling carrier1,3 | 1:00 | 15 | 5 | | | | 11 | Parallel job use operator 6 person |
| 5 | Index machine | 1:20 | 29 | | | 29 | | | Don't index |
| 6 | Unload sampling Carrier5 | 1:31 | 11 | 2 | | | | 9 | Parallel job use operator 6 person |
| 7 | Take off carrier 4,5,6 | 1:46 | 15 | | | | | 15 | Don't take off |
| 8 | Index machine | 2:30 | 40 | | | | | | Don't index |
| 9 | Take off carrier1,2,3 | 2:55 | 25 | | | 25 | | | Don't take off |
| 10 | Prepare equipment unload | 3:15 | 20 | 20 | | | 20 | | Prepare during machine running |
| 11 | Unload disk in carrier 1,2,3 | 4:30 | 75 | 30 | | | | 30 | Apply tool for unload use vacuum systm |
| 12 | Shower disk | 5:10 | 40 | 5 | | | | 34 | Apply spray shower tank |
| 13 | Index machine | 5:30 | 20 | | | 20 | | | Don't index |
| 14 | Unload disk in carrier 4,5,6 | 6:35 | 75 | 30 | | | | | Apply tool for unload use vacuum systm |
| 15 | Shower disk | 7:01 | 26 | 5 | | | | 23 | Apply spray shower tank |
| 16 | Wipper plate | 7:50 | 49 | | | 49 | | | Don't wipper |
| 17 | Set carrier 1,2,3 | 8:30 | 40 | | | 40 | | | Don't set carrier |
| 18 | Index machine | 8:40 | 10 | | | 10 | | | Don't index |
| 19 | Set carrier 3,4,5 | 9:45 | 65 | | | 65 | | | Don't set carrier |
| 20 | Load sampling carrier 1,3 | 10:32 | 47 | | | | 47 | | Apply jig for loading |
| 21 | Index machine | 10:55 | 24 | | | 23 | | | Don't index |
| 22 | Load sampling carrier 5 | 11:00 | 5 | | | | 5 | | Apply jig for loading |
| 23 | Load disk in carrier 4,5,6 | 11:50 | 50 | 5 | | | 45 | | Apply jig for loading |
| 24 | Index machine | 12:00 | 10 | | | 10 | | | Don't index |
| 25 | Load disk in carrier 1,2,3 | 12:30 | 30 | 5 | | | 25 | | Apply jig for loading |
| 26 | Tapping carrier 1,2,3 | 13:30 | 58 | 15 | | | | 28 | Parallel job use operator 3 person |
| 27 | Index machine | 13:40 | 10 | | | 10 | | | Don't index |
| 28 | Tapping carrier 4,5,6 | 14:20 | 40 | 15 | | | | 25 | Parallel job use operator 3 person |
| 29 | Operate machine down | 14:30 | 10 | 10 | | | | | |
| 30 | Close safety cover | 14:35 | 5 | 2 | | | | 3 | Parallel job use operator 6 person |
| 31 | Waiting plate down | 15:00 | 25 | 25 | | | | 10 | Adjudge newmatic systym |
| 32 | Start machine running | 15.27 | 27 | 27 | | | | | |
| Machine is stopped | | | | | | | | | |
| Machine is running | | | 941 | 229 | 0 | 281 | 142 | 205 | Sec |



จากตารางที่ 4.8 เป็นการวิเคราะห์กิจกรรมภายในและภายนอกสำหรับการปรับตั้งเครื่องจักรโดยการระดมสมองกับทีมงานวิจัยสามารถสรุปข้อมูลเบื้องต้นดังนี้

**ตารางที่ 4.9** สรุปแนวคิดในการปรับปรุง

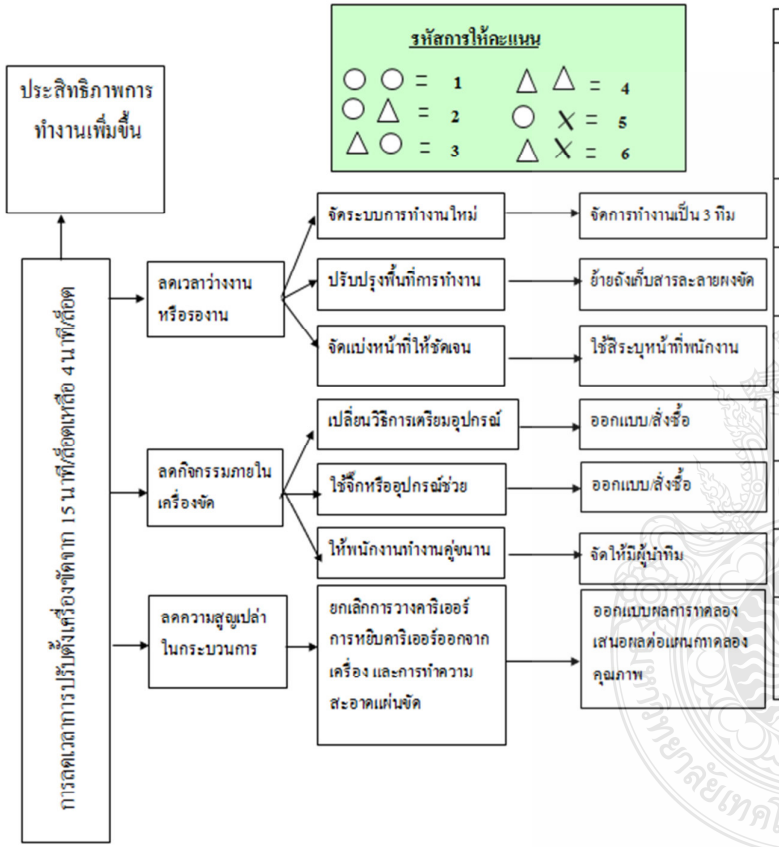
| กลยุทธ์ | หลักการสำคัญ | กิจกรรมที่ประยุกต์ใช้ |
|---|---|---|
| 1.การกำจัดให้หมดไป | จะเกิดอะไรขึ้นหากยุติการใช้วัสดุหรือขั้นตอนนี้ | 1. การยกเลิกการ Index Machine จัดการบริหารให้พนักงานปฏิบัติงานรอบเครื่องจักรแทนการยืนปฏิบัติงานฝั่งเดียว<br>2. ยกเลิกการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดออกจากเครื่องให้พนักงานหยิบชิ้นงานออกได้เลย<br>3. ยกเลิกการทำความสะอาดแผ่นขัดหลังจากเก็บงาน<br>4. ยกเลิกการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าเครื่องให้พนักงานโหลดงานได้เลย |
| 2.การเปลี่ยนแปลงลำดับการทำงาน | ลองสลับเปลี่ยนคิวงานหรือลำดับขั้นตอนการทำงาน | 1. ย้ายกิจกรรมการหยิบงานเข้าเครื่องจักรไปทำในขณะที่เครื่องจักรทำงาน โดยใช้จิ๊กเตรียมงานไว้ก่อน<br>2. กิจกรรมการเตรียมอุปกรณ์เก็บงานย้ายไปทำในขณะที่เครื่องจักรทำงาน |
| 3.การแยกระหว่างปกติกับผิดปกติ | ปัญหาหรือเหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นเป็นปกติหรือนานๆ ครั้ง | 1. ยกเลิกการหยิบงานทีละชิ้นด้วยมือด้วยการใช้จิ๊กทีเดียวได้หลายชิ้น |
| 4.ค่าคงที่และตัวแปร | จะเป็นอย่างไรหากควบคุมดูแลเฉพาะสิ่งที่ผิดแปลกไปจาก | 1. การควบคุมเครื่องขัดไม่ให้หยุดพร้อมกันเพื่อให้พนักงานเก็บงาน |

| | | |
|---|---|---|
| | ผิดปกติเท่านั้น | ออกจากเครื่องจักรทีละเครื่อง |
| 5.การขยายและการลดขนาดลง | จะเกิดอะไรขึ้นหากทำให้โตหรือเล็กลง | 1. การจัดการบริหารพนักงานใหม่จาก 3 คน/เครื่อง เป็น 6 คน ปฏิบัติงานเก็บงานออกและหยิบงานเข้าเครื่องขัด |
| 6.การผนวกรวมและการแบ่งแยกออกไป | จะเกิดอะไรขึ้นหาเอามารวมกันหรือแยกออกจากกัน | 1. การรวมกันขั้นตอนการหยิบงานตัวอย่างกับชิ้นงานเข้าเครื่องจักรโดยทำการหยิบใส่จิ๊ก<br>2. การย้ายถังเก็บสารละลายผงขัดที่ติดกับเครื่องขัดออกให้ห่างจากตัวเครื่องเพื่อให้พนักงานหกคนสามารถเข้าไปทำงานได้ |
| 7.การรวมหน้าที่หรือแบ่งแยกหน้าที่ออกจากกัน | จะเกิดอะไรขึ้นหากมีการรวมหน้าที่หรือแยกหน้าที่ออกจากกัน | 1. การออกแบบถังทำความสะอาดชิ้นงานพร้อมเก็บงานไปในตัว |
| 8.การเพิ่มงานหรือลดงานบางอย่าง | จะเกิดอะไรขึ้นหากจะเพิ่มหน้าที่/คุณสมบัติบางอย่างหรือลดหน้าที่บางอย่างลง | 1. การออกแบบอุปกรณ์เก็บจิ๊กให้มีการควบคุมระดับน้ำไปในตัวเพื่อให้ชิ้นงานเปียกก่อนโหลดตลอดเวลา |
| 9.ของที่เหมือนกันและที่ต่างกัน | พยายามทำของวิธีการให้เหมือนกับอันอื่นหรือให้แตกต่างไปจากเดิม | 1. การระบุตำแหน่งของจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดโดยการเจาะรูเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการโหลดผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง<br>2. การกำหนดตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างลงบนจิ๊กเพื่อป้องกันการโหลดงานตัวอย่างผิดจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัด |

| | | |
|---|---|---|
| 10.การแยกระหว่างปกติกับผิดปกติหรือไม่ | ปัญหาหรือเหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นเป็นปกติหรือนานๆครั้ง | 1. การยกเลิกการเก็บชิ้นงานด้วยมือ หากอุปกรณ์เสียสามารถเก็บมือได้<br>2. ยกเลิกการหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องด้วยมือ หากจิ๊กชำรุดให้ใช้มือได้ |
| 11.นำไปใช้ที่อื่นหรือทดแทนด้วยอันอื่น | อุปกรณ์หรือชิ้นงานนั้นจะนำไปใช้กับงานอื่นๆ อีกได้หรือไม่หรือสามารถทดแทนด้วยสิ่งอื่นได้ | 1. การออกแบบจิ๊กให้ใช้ได้ทุกกระบวนการ |
| 12.การต่ออนุกรมหรือแบบขนาน | พยายามเปลี่ยนวิธีการจัดเรียงงานหรือคิวในการทำงานเช่น การต่อกันแบบอนุกรมหรือตามลำดับไปเป็นแบบขนานหรือทำไปพร้อมๆ กัน | 1. กำหนดให้พนักงาน 6 คนหยิบชิ้นงานออกพร้อมๆ กันหรือลูบชิ้นงานด้วยฟองน้ำพร้อมกัน |

**4.3 ผลการพิจารณาและนำมาตรการตอบโต้แก้ไขปัญหาไปปฏิบัติ**

ทางทีมงานวิจัยได้ใช้แผนภูมิเชิงระบบหรือใช้แผนภูมิต้นไม้ (Tree Diagram) เพื่อรวบรวมมาตอบโต้ทั้งหมดที่จะตกลงนำไปปฏิบัติพร้อมกับกำหนดเวลาและมาตรการตอบโต้ 3 อย่าง ที่ได้รับการประเมินความสำคัญเร่งด่วนอันดับ 1 ได้รับการนำไปปฏิบัติอย่างครบถ้วน ดังภาพที่ 4.13 ซึ่งมาตรการโต้ตอบปัญหาการปรับปรุงเครื่องจักรแบบรวดเร็ว ได้มีการให้สมาชิกทำการประเมินเปรียบเทียบเทอมความเป็นไปได้และเทอมของผลประโยชน์ตอบแทน ผลที่ได้รับนั้นอาจจะไม่ได้รับตามความคาดหวัง ดังนั้น จึงได้ทำการทดลองแก้ไขตามมาตรการแก้ไขปัญหาที่นำเสนอแต่ละตัวเพื่อทำการตรวจสอบและเก็บข้อมูลขึ้นมาใหม่




**รหัสการให้คะแนน**

| | | | |
|---|---|---|---|
| ○ ○ = 1 | △ △ = 4 |
| ○ △ = 2 | ○ X = 5 |
| △ ○ = 3 | △ X = 6 |

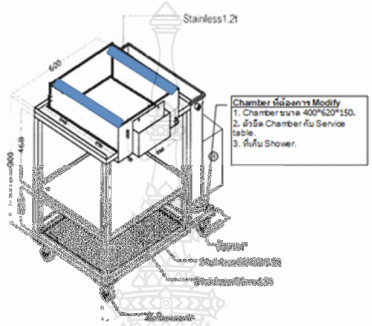
| การประเมิน | | | แผนการปฏิบัติงาน | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สามารถดำเนินการได้ทันที | ความเป็นไปได้ | คะแนน | ทำไม | อะไร | ใคร | ที่ไหน | เมื่อไร |
| O | X | 5 | เพื่อเพิ่มจำนวนพนักงานปฏิบัติงาน | เปลี่ยนจำนวนพนักงานทำงาน | จักรพงษ์ | สายการผลิตและโมเดลไลน์ | 28/6/2010 |
| △ | O | 3 | ให้ทำงานล้อมเครื่อง | ถังเก็บสารละลายผงขัดและการปรับพื้นที่ใหม่ | คมสัน | สายการผลิตและโมเดลไลน์ | 15/6/2010 |
| O | △ | 2 | ให้รู้หน้าที่ของตนเอง | หยิบงานเข้าและเก็บงาน | ปรัชญากรณ์ | Training room | 5/6/2010 |
| O | O | 1 | ลดกิจกรรมภายใน | Box prepare | คมสัน<br>ปรัชญากรณ์ | F&E shop | 15/5/2010 |
| O | O | 1 | ลดกิจกรรมภายใน | จิ๊กและ Vacuum tool | คมสัน<br>ปรัชญากรณ์ | F&E shop | 15/5/2010 |
| O | X | 5 | ควบคุมจังหวะการทำงาน | การทำ Set up time | จักรพงษ์ | สายการผลิตและโมเดลไลน์ | 28/6/2010 |
| △ | △ | 4 | ยืนยันผลการทำ Set up ttime ไม่ส่งผลต่อคุณภาพ | ออกแบบการทดลอง | ปรัชญากรณ์<br>จักรพงษ์<br>วิมลพรรณ | สายการผลิตและโมเดลไลน์ | 21/6/2010 |

**ภาพที่ 4.13** การจัดทำแผนมาตรการตอบโต้ปัญหาและปฏิบัติเพื่อการแก้ปัญหา

**4.4 การปรับปรุงการทำงานเพื่อเพิ่มอัตราการเดินเครื่องขัด**

4.4.1 การออกแบบอุปกรณ์การล้างชิ้นงาน

จากการวิเคราะห์ในเบื้องต้นของแผนภูมิการปฏิบัติงานแบบทวีคูณ (Multiple Activity Chart) พบว่าพนักงานคนที่ 3 รับชิ้นงานแล้วนำมาล้าง ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวนี้ไม่ส่งผลให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับบริษัท ดังนั้นทีมงานวิจัยได้คิดและออกแบบอุปกรณ์การล้างชิ้นงานดังภาพที่ 4.14




**ภาพที่ 4.14** อุปกรณ์การล้างชิ้นงาน

จากภาพที่ 4.14 การสร้างอุปกรณ์สนับสนุนการทำงาน หลักการออกแบบจะอาศัยการรวมกิจกรรมต่างๆ บางกิจกรรมที่ทำในขณะเก็บชิ้นงานออกและหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องขัด เช่น กิจกรรมการล้างชิ้นงาน กิจกรรมการล้างอุปกรณ์หลังหยิบงานเข้าเครื่องจักร กิจกรรมการเตรียมคาสเส็ต เป็นต้น มาอยู่ในอุปกรณ์ตัวเดียววัตถุประสงค์เพื่อลดระยะทางในการเดินและการเวลาในการรอคอยลง

4.4.2 การออกแบบอุปกรณ์การเก็บอุปกรณ์หยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง

การออกแบบจะออกแบบรถให้มีลักษณะเป็นชั้นสำหรับเก็บอุปกรณ์หยิบชิ้นงานเข้าเครื่องมีลักษณะเป็นวงกลม มีทั้งหมด 4 ชั้น ดังภาพที่ 4.15

**ภาพที่ 4.15** อุปกรณ์การเก็บอุปกรณ์หยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง

4.4.3 การกำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการ

1) การยกเลิกการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดออกจากเครื่องขัดและหยิบเข้าเครื่องจากกิจกรรมดังกล่าวทำให้เกิดการสูญเสียและมีเวลาการรอคอยเกิดขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยและทีมงานจึงได้ทำการพิสูจน์ว่าหากยกเลิกกิจกรรมดังกล่าวมีผลตอบสนองในเรื่องของคุณภาพอย่างไร โดยใช้การวิเคราะห์แบบแบบ Factorial Design แบบ 2-Level Factorial (Default Generators) โดยกำหนด 2 ปัจจัย ที่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน ดังนี้

A แทนการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดออกเครื่อง มี 2 ระดับ คือ หยิบออก (-1) และไม่หยิบออก (1)

B แทนการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าเครื่อง มี 2 ระดับ คือ หยิบเข้า (-1) และ ไม่หยิบเข้า (1)

**ตารางที่ 4.10** ผลของการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดออกและเข้าเครื่องขัด

| A | B | Treatment Combination | การทดลองซ้ำ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| - | - | (1) | 65.76 | 65.78 | 71.95 | 66.75 |
| + | - | A | 75.67 | 74.98 | 75.42 | 72.43 |
| - | + | B | 75.94 | 74.53 | 75.14 | 74.29 |
| + | + | Ab | 81.01 | 83.92 | 86.30 | 89.94 |

1. สมมติฐานงานวิจัย

$H_0$ วิธีการของหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าและออกจากเครื่องมีผลตอบสนองต่ออัตราคุณภาพต่างกัน

$H_1$ วิธีการของหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าและออกจากเครื่องไม่มีผลตอบสนองต่ออัตราคุณภาพต่างกัน

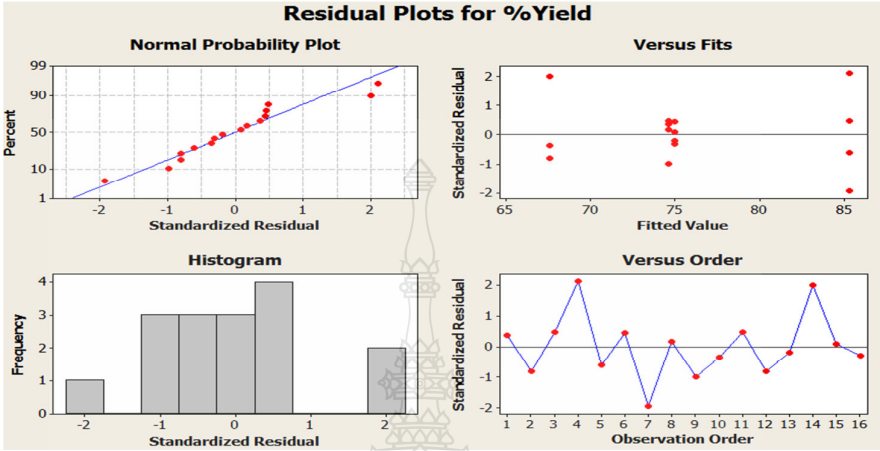
2. สมมติฐานทางสถิติ

$H_0$ : $P_1 = P_2$

$H_1$ : $P_1 \neq P_2$

$P_1$ : อัตราคุณภาพการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานออกขณะขัดเข้าเครื่อง

$P_2$ : อัตราคุณภาพการไม่หยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานออกขณะขัดเข้าเครื่องใช้โปรแกรม Minitab15 คำนวณ ได้ผลลัพธ์ดังนี้




**ภาพที่ 4.16** การทดสอบความพอเพียงของแบบจำลอง (Model Adequacy Check)

จากภาพที่ 4.16 สรุปได้ดังนี้ การทดสอบความพอเพียงของแบบจำลอง (Model Adequacy Check) Normal Probability Plot - ข้อมูลอยู่ใกล้เส้น แสดงว่าค่า y มีการแจกแจงแบบปกติ Histogram - จำนวนครั้งของการทดลอง (n, Replicate) มีค่าน้อยคือ 2 จึงไม่จำเป็นต้องพิจารณา

Versus Fits - ข้อมูลกระจายตัวแบบสุ่ม แสดงว่าค่าความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มเท่ากัน

Versus Order - ค่าความคาดเคลื่อนเป็นแบบสุ่ม ไม่มีรูปแบบที่เป็น Pattern ชัดเจน แสดงว่าค่าความแปรปรวนมีค่าคงที่

**Factorial Fit: %Yield versus A, B**

Estimated Effects and Coefficients for %Yield (coded units)

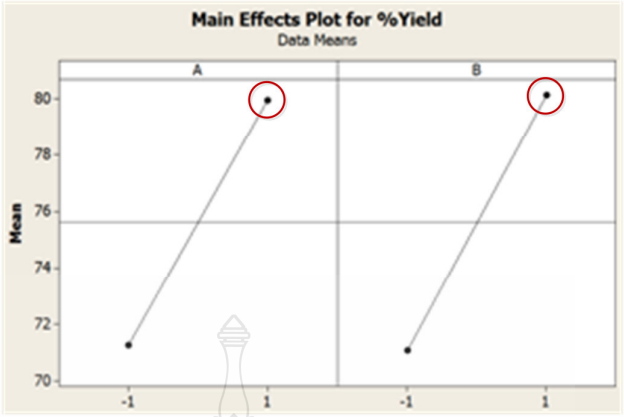
| Term | Effect | Coef | SE Coef | T | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Constant | | 75.6131 | 0.6352 | 119.04 | 0.000 |
| A | 8.6912 | 4.3456 | 0.6352 | 6.84 | 0.000 |
| B | 9.0412 | 4.5206 | 0.6352 | 7.12 | 0.000 |
| A*B | 1.6262 | 0.8131 | 0.6352 | 1.28 | 0.225 |

S = 2.54080 PRESS = 137.721
R-Sq = 89.20% R-Sq(pred) = 80.80% R-Sq(adj) = 86.50%

**ภาพที่ 4.17** ผลการวิเคราะห์วิธีการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าและออกจากเครื่องขัด

จากภาพที่ 4.17 สามารถสรุปได้ดังนี้ A แทนการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดออกเครื่อง ค่า P-Value = 0 <$\alpha$ = 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับ H1 ดังนั้นจึงสรุปว่า การหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดออกเครื่อง มีผลตอบสนองต่ออัตราคุณภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

B แทนการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าเครื่องค่า P-Value = 0 <$\alpha$ = 0.05 ดังนั้น จึงยอมรับ H1 ดังนั้นจึงสรุปว่า การหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าเครื่อง มีผลตอบสนองต่ออัตราคุณภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อิทธิพลร่วม (Interaction) การหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดออกจากเครื่องกับการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าเครื่องค่า P-Value = 0.225>$\alpha$ = 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ $H_0$ดังนั้นจึงสรุปว่าอิทธิพลร่วม (Interaction) การหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดออกเครื่องกับการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าเครื่อง ไม่มีผลต่อผลตอบสนองต่ออัตราคุณภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



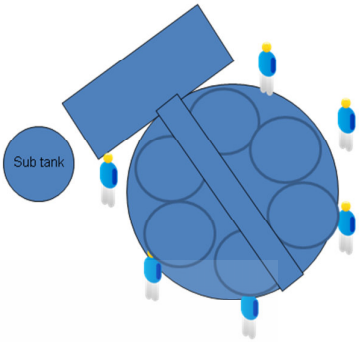

**ภาพที่ 4.18** ผลการวิเคราะห์อิทธิพลหลักวิธีการของหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าและออกจากเครื่อง

จากภาพที่ 4.18 สามารถสรุปได้ดังนี้ปัจจัยวิธีการของหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าและออกจากเครื่อง (Main Effect) มีผลต่อการตอบสนองด้านคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยถ้าต้องการให้ผลตอบสนองของคุณภาพนี้มีค่ามากที่สุด ต้องกำหนดปัจจัยวิธีการของหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าและออกจากเครื่องให้มีระดับสูงคือการยกเลิกการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดออกจากเครื่องและการหยิบจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดเข้าเครื่อง

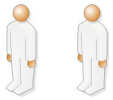
3. การลดเวลาว่างและการรองาน

จัดระบบการทำงานของพนักงานใหม่เดิมรับผิดชอบ 3 คน/เครื่อง มาเป็นรูปแบบการทำงานเป็นทีมที่ใหญ่ขึ้นโดยอาศัยหลักการบริหารคนและเครื่องจักร

ก่อนย้ายถังเก็บสารละลายผงขัด




การยืนปฏิบัติงานของพนักงาน



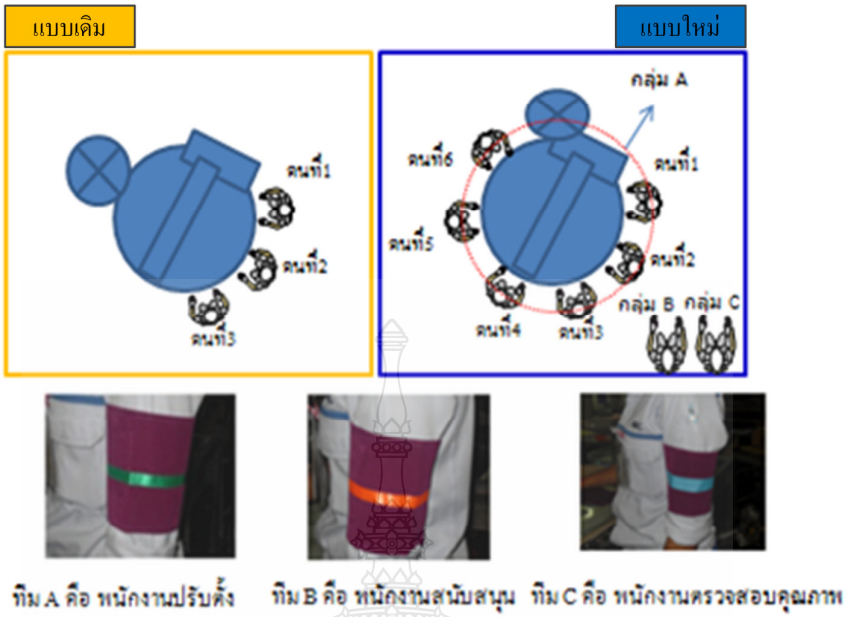
**ภาพที่ 4.19** รูปแบบการจัดการทำงานระบบใหม่

จากภาพที่ 4.19 หลังจากที่มีการปรับปรุงพื้นที่การทำงานใหม่ ก็ได้มีการจัดการบริหารการทำงานแบบใหม่คือจะมีการแบ่งพนักงานออกเป็น 3กลุ่มดังนี้

1.1 พนักงานปรับตั้ง ใน 1 ทีมมีทั้งหมด 6 คน มีหน้าที่ในการเก็บชิ้นงานออกจากเครื่องและหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องลักษณะการปฏิบัติงานจะทำทีละเครื่องเรียงกระบวนการตั้งแต่กระบวนการขัดหยาบ กระบวนการขัดละเอียดขั้นต้น กระบวนการขัดละเอียดขั้นกลาง และกระบวนการขัดละเอียดสุดท้าย พนักงานกลุ่มนี้จะใช้ริบบิ้นสีเขียวเพื่อบ่งชี้ตำแหน่งและหน้าที่การปฏิบัติงาน

1.2 พนักงานสนับสนุนการผลิตมีทั้งหมด 1 คน ทำหน้าที่ในการเตรียม/วางแผนอุปกรณ์หรือชิ้นงานในการปฏิบัติงาน เก็บชิ้นงานที่เก็บเสร็จแล้ว ลงข้อมูลการผลิต ล้างอุปกรณ์การหยิบงานเข้าเครื่อง เป็นต้นพนักงานกลุ่มนี้จะใช้ริบบิ้นสีส้มเพื่อบ่งชี้ตำแหน่งและหน้าที่การปฏิบัติงาน

1.3 พนักงานคิวซี มีทั้งหมด 1 คน ทำหน้าที่ในการล้างผลิตภัณฑ์ตัวอย่างและนำชิ้นงานไปตรวจสอบคุณภาพว่าได้ตามกำหนดหรือไม่พนักงานกลุ่มนี้จะใช้ริบบิ้นสีฟ้าเพื่อบ่งชี้ตำแหน่งและหน้าที่การปฏิบัติงาน



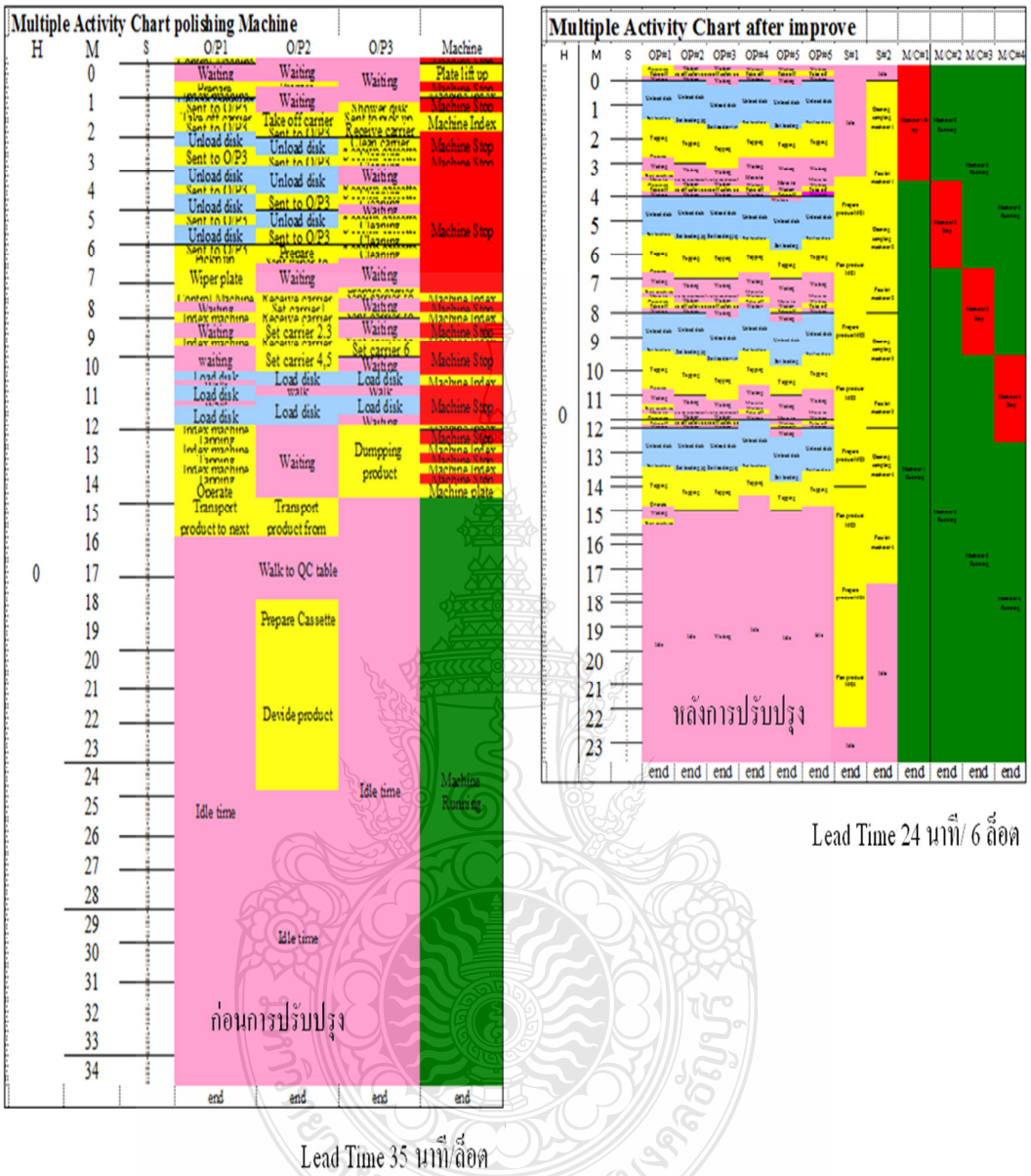

**ภาพที่ 4.20** รูปแบบการจัดทีมงานปรับตั้ง

**4.5 ผลการปรับปรุงการเพิ่มอัตราการเดินเครื่องขัด**

เป็นการติดตามดูว่าหลังจากที่นำมาตรการตอบโต้ลงไปปฏิบัติแล้ว มีความเปลี่ยนแปลงที่วัดเป็นตัวเลขได้ในคุณลักษณะทางคุณภาพที่เป็นตัวปัญหานั้นหรือไม่

4.5.1 ตรวจสอบผลการปรับปรุงงาน

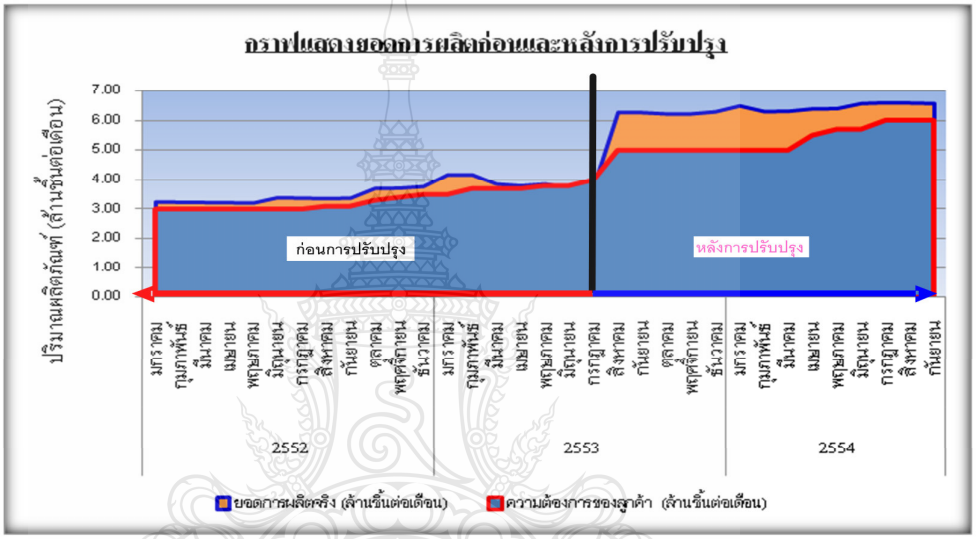
ในขั้นตอนนี้จะทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องขัดก่อนและหลังปรับปรุงในเบื้องต้นการเปรียบเทียบเวลาด้วยแผนภูมิปฏิบัติงานแบบทวีคูณ ดังภาพที่4.21



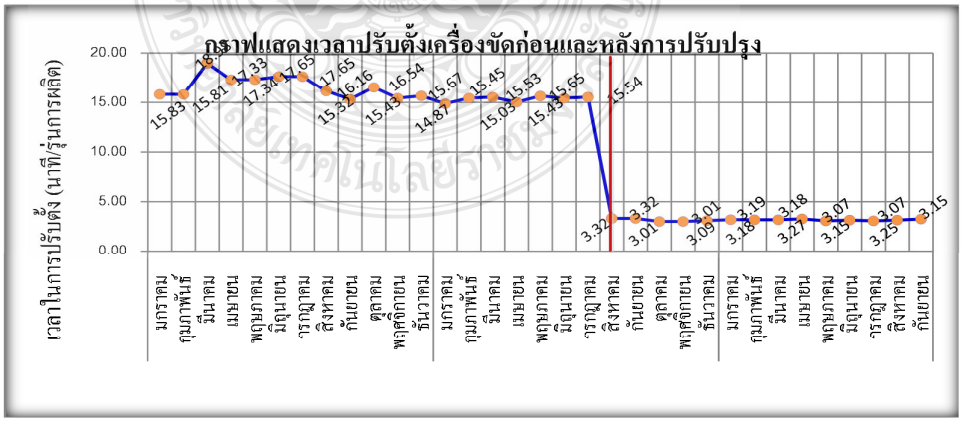

**ภาพที่ 4.21** แผนภูมิการปฏิบัติงานแบบทวีคูณก่อนและหลังปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักร

จากภาพที่ 4.21 สามารถสรุปได้ว่าหลังจากมีการปรับปรุงแก้ไขในหัวข้อต่างๆ แล้วนำไปดำเนินการในสายการผลิตพบว่าเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลดลงจาก 15.68 นาที/รุ่นเหลือเพียงแค่ 3.41 นาที/รุ่นการผลิตและจะพบว่ากิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าลดลงเนื่องจากการใช้อุปกรณ์เข้ามาช่วยและการจัดการบริหารงานให้พนักงานทำงานแบบคู่ขนานกล่าวคือทำงานไปพร้อมๆ หรือใกล้เคียงกัน

4.5.2 การเปรียบเทียบผลกับเป้าหมายที่วางไว้




**ภาพที่ 4.22** ยอดการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง




**ภาพที่ 4.23** เวลาการปรับตั้งเครื่องขัดก่อนและหลังการปรับปรุง

หลังจากที่ได้มีการอบรมพนักงานเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติงานแบบใหม่และวิธีการสอนงานในอุตสาหกรรม พบว่าเดือน สิงหาคม 2553 เวลาปรับตั้งเครื่องจักรลดลงจาก 15.68 นาที/รุ่น เหลือเพียงแค่ 3.16 นาที/รุ่น โดยเฉลี่ยและทำให้ยอดการผลิตเพิ่มขึ้นและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้โดยที่ไม่ต้องลงทุนซื้อเครื่องจักรเข้ามาใหม่

**4.6 จัดตั้งการควบคุมและขั้นตอนการเผยแพร่การเพิ่มอัตราการเดินเครื่องขัด**

วัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้คือ การยุติสาเหตุของปัญหาและนำเอามาตรการปฏิบัติที่ถูกต้องลงไปปฏิบัติอย่างจริงจังเพื่อป้องกันการซ้ำอีก ขณะเดียวกันก็สร้างหลักประกันว่าจะปฏิบัติงานตามมาตรฐานอันใหม่อย่างถูกต้องด้วยการจัดตั้งการควบคุม ลงไปในมาตรฐานปฏิบัติงานอันใหม่ รายละเอียดขั้นตอนย่อยๆ มีดังนี้

4.6.1 การจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงาน

ในการจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานผู้วิจัยและทีมงานได้กำหนดมาตรฐานการทำงานโดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1) การจัดทำแบบซอยงาน (Job Breakdown Sheet) วัตถุประสงค์ของการทำเพื่อใช้อบรมพนักงานเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติงานแบบใหม่ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1. ขั้นตอนสำคัญ (Main Step) เป็นขั้นตอนที่อธิบายถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงาน

2. จุดสำคัญ (Key Point) เป็นการอธิบายถึงจุดสำคัญในการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนว่ามีหลักสำคัญอย่างไรในการทำงาน

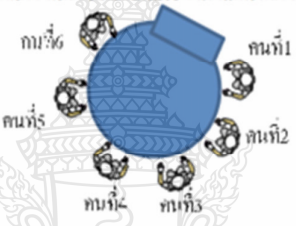
3. เหตุผล (Reason) เป็นการบอกถึงวิธีการปฏิบัติงานเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจถึงเหตุผลที่ต้องทำงานนั้นๆ ซึ่งรายละเอียดในการจัดทำแบบซอยงานได้อธิบายดังตารางที่ 4.9 และ 4.10 ดังนี้

**ตารางที่ 4.11** แบบซอยงานสำหรับกลุ่มพนักงานหยิบงานออกและเข้าเครื่องขัด

*Page 1 Of 1*

## Job Breakdown Sheet

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ชื่องาน (JOB) :** การปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็วของกระบวนการขัด | | REV. | Effective Date : 1 Aug 10 |
| | | Mr.Prachyakorn-Ku | Mr.Chuchart-Si |
| **วัตถุประสงค์ :** | | | |
| 1. ลดเวลาในการหยิบงานออกและเข้าเครื่องจักรจาก 15 นาที/ล็อตเหลือแค่ 4 นาที/ล็อต | | ( Senior Leader up Confirm ) | ( Issued by Operater up ) |
| **อุปกรณ์ :** Vacuum Tool and Loading Jig | **พื้นที่ทำงาน :** Area#1,2,3 | | |
| **วัตถุดิบ :** AH4SGT | **PROCESS :** Polishing Machine | | |

| ขั้นตอนสำคัญ ( Main Step ) | จุดสำคัญ ( Key Point ) | เหตุผล ( Reasons ) |
|---|---|---|
| กลุ่มพนักงานหยิบงานออกและเข้าเครื่องจักร | | |
| 1.พนักงานคนที่ 1 ควบคุมให้เครื่องจักรหยุด | พนักงานทั้ง 6 ต้องยืนประจำตำแหน่งที่กำหนด<br>  <br> | เพื่อเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติงาน |
| 2.เมื่อเพลทบนชิ้นสุดให้หยิบ Safety Cover ออก | หยิบออกพร้อมๆกัน | ลดเวลาในการปฏิบัติงาน |
| 3.เก็บชิ้นงานออกจากเครื่อง<br> | 1.ใช้ Vacuum Tools ในการเก็บ<br>2.ห้ามลากชิ้นงาน<br>3.เก็บเสร็จให้ส่งงานเข้าถังล้างอัตโนมัติ | 1.ลดเวลาและความเมื่อยล้า<br>2. ลดการเกิดของเสียในกระบวนการ<br>3.หากทิ้งไว้ชิ้นงานจะแห้ง |
| 4. การเสียบชิ้นงานเข้าเครื่องด้วย Loading Jig | 1. ต้องเสียบให้ตรงตำแหน่ง<br>2.ทำพร้อมๆกัน | 1.ป้องกันการผสมกันระหว่างงานตัวอย่างกับงานปกติ<br>2. ลดเวลาในการปฏิบัติงาน |
| 5.ลูบชิ้นงาน<br> | 1.พร้อมๆกัน<br>2.ฟองน้ำที่นำมาลูบต้องสะอาด | 1. ลดเวลาในการปฏิบัติงาน<br>2. ลดการเกิดของเสียในกระบวนการ |
| 6.เอาเพลทลง | 1..ในขณะเอาเพลทลงให้ปิด safety cover ด้วย | 1.เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน |

History :

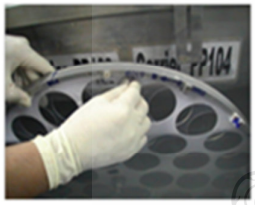
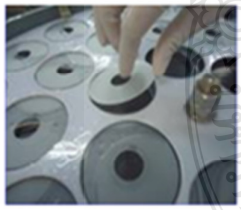
Ref. QW-PDE-11-03-303 F-PDE-00-034 REV. 2

**ตารางที่ 4.12** แบบซอยงานสำหรับกลุ่มพนักงานสนับสนุนและล้างผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

Page 1 Of 1

## Job Breakdown Sheet

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ชื่องาน (JOB) :** การปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็วของกระบวนการขัด | | REV. | Effective Date : 1 Aug 10 |
| | | Mr.Prachyakorn-Ku | Mr.Chuchart-Si |
| **วัตถุประสงค์ :** | | ( Senior Leader up Confirm ) | ( Issued by Operater up ) |
| 1. ลดเวลาในการหยิบงานออกและเข้าเครื่องจักรจาก 15 นาที/ล็อตเหลือแค่ 4 นาที/ล็อต | | | |
| **อุปกรณ์ :** Vacuum Tool and Loading Jig | **พื้นที่ทำงาน :** Area=1,2,3 | | |
| **วัตถุดิบ :** AH4SGT | **PROCESS :** Polishing Machine | | |

| ขั้นตอนสำคัญ ( Main Step ) | จุดสำคัญ ( Key Point ) | เหตุผล ( Reasons ) |
|---|---|---|
| กลุ่มพนักงานสนับสนุน | | |
| 1.เตรียมงานก่อนการผลิต | 1.เตรียมในขณะเครื่องจักรทำงาน | 1. ลดกิจกรรมภายใน |
| 2.ล้าง Loading Jig | 1.ล้างในขณะเครื่องจักรทำงาน | 1. ลดกิจกรรมภายใน |
|  | 2.วาง Loading Jig ในตำแหน่งที่กำหนด | 2.ลดเวลาการหางาน |
| 3.โหลดงานเข้า Loading Jig | 1.เตรียมในขณะเครื่องจักรทำงาน | 1. ลดกิจกรรมภายใน |
|  | 2.ก่อนโหลดต้องเลื่อนจุดโหลดให้อยู่ที่กำหนด | 2.ป้องกันงานล่วง |
| | 3.หยิบงานเข้า Loading Jig เบาๆ | 1.ป้องกันงานเสีย |
| **กลุ่มล้างผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง** | | |
| 1. ล้างผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง | 1.ล้างล็อตที่กำลังเก็บออกจากเครื่อง | 1.ป้องกันการมิกซ์ล็อต |
| | 2.ต้องวางในตำแหน่งที่กำหนด | 2.ป้องกันการมิกซ์ล็อต |
| 2.เป่าให้แห้ง | 1.ห้ามใช้ผ้าเช็ดต้องใช้เครื่องเป่าเท่านั้น | 1.เพื่อความสะอาดของชิ้นงาน |
| 3.นำชิ้นงานไปวัด | 1.วัดค่าที่กำหนด | 1.เพื่อดำเนินการส่งไปยังกระบวนการถัดไ |
| 4.ส่งงานไปยังกระบวนการถัดไป | 1.งานที่ส่งต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพ | 1.เพื่อให้ชิ้นงานได้คุณภาพ |

History :

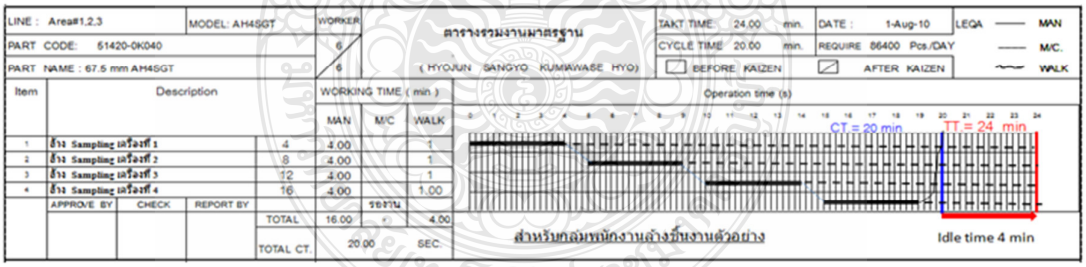
Ref. QW-PDE-11-03-303 F-PDE-00-034 REV. 2

4.6.2 การสร้างตารางงานมาตรฐานแบบผสม (Standard Combination) เป็นการสร้างมาตรฐานการทำงานระหว่างพนักงานกับเครื่องจักรสามารถแบ่งได้ดังนี้ 2.1 ตารางงานมาตรฐานแบบผสมของพนักงานกลุ่มหยิบงานเข้าและออกจากเครื่องจักรแสดงดังตารางที่ 4.11 ดังนี้

**ตารางที่ 4.13** งานมาตรฐานแบบผสมของพนักงานปรับตั้ง

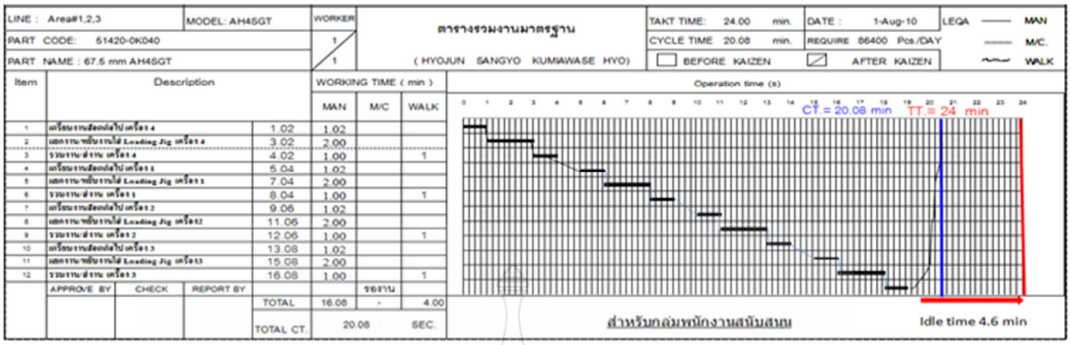
จากตารางที่ 4.13 พนักงานกลุ่มนี้จะทำการเก็บงานทีละเครื่องโดยมีรอบการทำงาน 23.41 นาที/รอบ การปรับตั้งเครื่องจักรจะมีทั้งหมด 4 ครั้งใน 1 รอบครั้งละ 3.41 นาที จากตารางรอบการทำงานจะอยู่ที่ 20นาทีมีเวลาว่าง 4 นาที/รอบ ซึ่งเวลาว่างเหล่านี้จะให้พนักงานทำ 5ส และดูแลเครื่องจักรที่รับผิดชอบ 2 คน/เครื่อง ตารางปฏิบัติงานมาตรฐานแบบผสมของกลุ่มพนักงานล้างชิ้นงานตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 4.12 ดังนี้

**ตารางที่ 4.14** งานมาตรฐานแบบผสมของพนักงานกลุ่มล้างชิ้นงานตัวอย่าง




จากตารางที่ 4.14 พนักงานกลุ่มนี้จะทำการล้างชิ้นงานตัวอย่างทีละเครื่องตามกลุ่มพนักงานเก็บและหยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง จากตารางรอบการทำงานจะอยู่ที่ 20 นาทีมีเวลาว่าง 3.41 นาที/รอบ ซึ่งเวลาว่างเหล่านี้จะให้พนักงานทำ 5ส และดูแลเครื่องจักรที่รับผิดชอบ 2 คน/เครื่องดูแลเรื่องเอกสารการส่งงานไปยังกระบวนการต่อไปว่าถูกต้องหรือไม่ ตารางปฏิบัติงานมาตรฐานแบบผสมของกลุ่มพนักงานสนับสนุนดังตารางที่ 4.25 ดังนี้

**ตารางที่ 4.15** งานมาตรฐานแบบผสมของพนักงานกลุ่มสนับสนุน




จากตารางที่ 4.15 พนักงานกลุ่มนี้จะทำการเตรียมงานไว้ให้ทีละเครื่องเพื่อลดกิจกรรมภายในตามกลุ่มพนักงานเก็บและหยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง จากตารางรอบการทำงานจะอยู่ที่ 20.08 นาที มีเวลาว่าง 3.41 นาที/รอบ ซึ่งเวลาว่างเหล่านี้จะให้พนักงานทำ 5ส และดูแลเครื่องจักรที่รับผิดชอบ 2 คน/เครื่อง ตารางแสดงความสามารถในการทำงานของกระบวนการขัด จากภาพที่ 4.16 พบว่าความสามารถของกระบวนการอยู่ที่ 6,450 ชิ้น/กะ/เครื่อง หรือ30ล็อต/กะ/เครื่อง การสร้างลำดับการทำงานมาตรฐาน เป็นการสร้างมาตรฐานการทำงาน

**ตารางที่ 4.16** ความสามารถในการทำงานของกระบวนการขัด

**KOTEIBETSU NORYOKU HYO**

**ตารางความสามารถในการทำงานของ PROCESS**

| APPROVED | CHECK | REPORT |
|---|---|---|
| Chaiyut | Prachyakorn | Kamon |

วันที่บันทึก 1 เดือน สิงหาคม ปี 2553

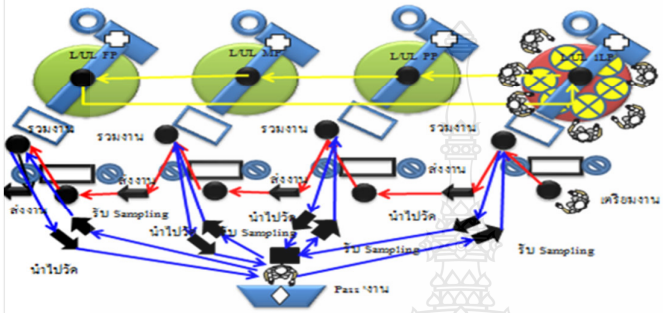
| ตารางแสดงความสามารถในการทำงาน ของ Polishing Process | ชื่อสินค้า | 67.5 mm AH4SGT | LINE | Area1,2,3 | สังกัด OIC | ชื่อ-สกุล นายปรัชญากรณ์ ขันทอง |
|---|---|---|---|---|---|---|

| ลำดับที่ | ชื่อ PROCESS | รหัสเครื่อง | เวลาพื้นฐาน | | | TOOLING | | ความสามารถในการผลิต (PCS/Shift) | วิธีเขียนภาพ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | เวลาที่ทำงานด้วยมือ (นาที) | เวลาที่เครื่องทำงาน (นาที) | เวลาที่ทำงานเสร็จ (นาที) | จำนวนที่เปลี่ยน (ชิ้น/ครั้ง) | เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยน (นาที/ครั้ง) | | ทำงานด้วยมือ ——— ทำงานด้วยเครื่อง ------ |
| 1 | เตรียมงานล็อตต่อไป | - | 1.02 | - | 1.02 | - | - | - | 1.02 |
| 2 | แยกงานก่อนไหลถ | - | 2 | | 2.00 | - | - | | 2 |
| 3 | เก็บงานออกและหยิบงาน | Polishing | 4 | | 4.00 | 216 | 1 | 6450 | 4 |
| 4 | รวมงาน/ส่งงาน | - | 1 | - | 1.00 | - | - | - | 1. |
| | | ยอดรวม | 8.02 | | | | | 6450 | |

MACHINE CAPACITY/SHIFT OF BOTTLE NECK PROCESS (PCS./SHIFT)

**ตารางที่ 4.17** ลำดับการทำงานมาตรฐาน

| PROCESS | Polishing | ลำดับการทำงานมาตรฐาน | ขั้นตอน | การปรับตั้งเครื่องจักร | จาก | ถึง |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PART NO. | 51407 – 0K020 | | การผลิต | 67.5 mm AH4SGT | | |
| PART NAME | 67.5 mm AH4SGT | | ผู้จัดทำ | Prachyakorn | | |




| เดือน / ปี | TAKT TIME | CYCLE TIME | OPERATOR |
|---|---|---|---|
| 1/8/2010 | 1.67 | 24 | s |

| ผู้อนุมัติ | เช็คโดย | ออกโดย | ตรวจสอบคุณภาพ | ความปลอดภัย | สต๊อกมาตรฐาน | จำนวนสต๊อก | ลำดับพนักงาน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chaiyut | Prach-yakorn | Kamon | ◇ | ⬡ | ● | 0 | 1 |

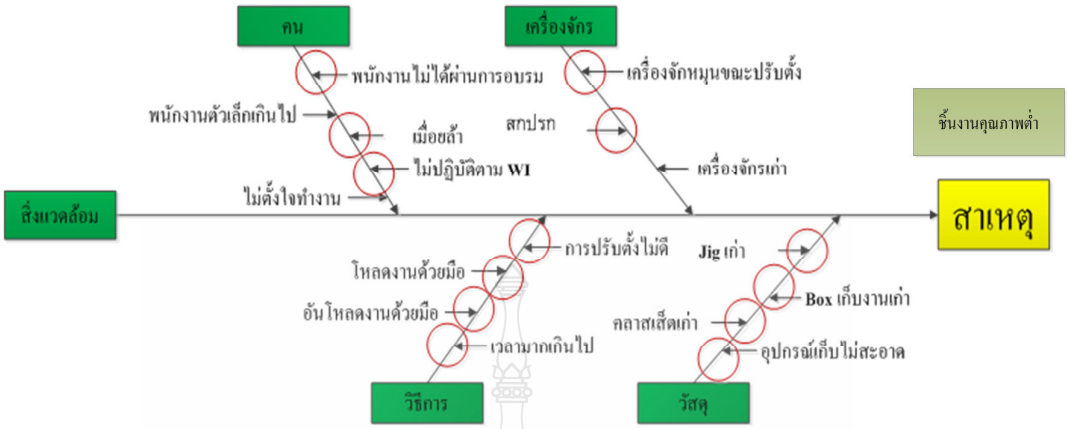
T.T = เวลาทำงานต่อวัน / จำนวนที่ผลิตต่อชิ้น

C.T. หมายถึง เวลาในการทำงาน 1 รอบ ที่ชุดแดงทำงานได้ปกติสามารถทำงานมาตรฐานของพนักงาน 1 คน

## 4.7 ผลการวิเคราะห์อัตราคุณภาพ

4.7.1 ผลการวิเคราะห์แผนภาพสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

เมื่อทำการศึกษากระบวนการปรับตั้งเครื่องจักรของกระบวนการขัดแล้ว ทั้งกระบวนการอย่างละเอียดแล้ว พอทำให้ทราบว่าตัวแปรเข้าที่สำคัญของกระบวนการมีอะไรบ้าง จากนั้นทำการระดมสมองเพื่อทำการหาสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมด สำหรับหัวข้อปัญหาของโครงงานวิจัยนี้คือ การเกิดด้านคุณภาพต่ำ ทางผู้วิจัยและทีมงานที่ประกอบด้วยวิศวกรและผู้ที่เกี่ยวข้องหลายๆ ฝ่าย ได้ช่วยกันระดมสมอง (Brainstorm) เพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว โดยใช้แผนภาพแสดงเหตุและผลของปัจจัยดังภาพที่ 4.24 ซึ่งจากแผนภาพแสดงเหตุและผลของปัจจัยนั้น จะพบว่าสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหานั้นมีจำนวนมากมาย แต่ปัญหาหลักๆ จะมุ่งเน้นไปในส่วนขั้นตอนการปรับตั้งที่ส่งผลในเรื่องของคุณภาพของชิ้นงาน แต่ผู้วิจัยและทีมงานมีความจำเป็นต้องทำการคัดเลือกเฉพาะสาเหตุที่สำคัญ จึงนำปัจจัยทั้งหมดมาวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ เพื่อให้คะแนน และพิจารณาว่าสาเหตุใดบ้างที่เป็นที่ควรนำมาทำการแก้ไขปัญหา และนำคะแนนไปสร้างแผนภาพพาเรโตของขั้นตอนต่อไป




**ภาพที่ 4.24** แผนภาพแสดงเหตุและผลของปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน

4.7.2 การวิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis)

เมื่อทำการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องและจากการระดมสมองเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ โดยเริ่มจากการระดมสมองและทำการคิดอย่างเป็นระบบโดยคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ ดังนั้นสาเหตุที่มิได้ตัดออกจากแผนภาพแสดงสาเหตุและผลจะถูกนำมาทำการวิเคราะห์ต่อในการวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ เพื่อสามารถค้นหาสาเหตุที่น่าจะมีผลกระทบต่อปัญหามากที่สุดได้ ดังตารางที่ 4.18

**ตารางที่ 4.18** ผลการวิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบ

| Process Description/ Function | | Potential Failure Mode | Potential Effect of Failure | SEV | Potential Causes of Failure | OCC | Current Control | DET | RPN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | เครื่องจักร | เครื่องจักรหมุนขณะปรับตั้ง | ความเร็วในการหมุน | 10 | รอยขีดข่วนบนตัวชิ้นงาน | 9 | PLC | 6 | 540 |
| | | เครื่องสกปรก | พื้นผิววางงานสกปรก | 8 | รอยขีดข่วนบนตัวชิ้นงาน | 7 | 5ส. | 5 | 280 |
| 2. | คน | เมื่อยล้า | ผิดจังหวะในการโหลด | 10 | รอยขีดข่วนบนตัวชิ้นงาน | 9 | PI | 9 | 810 |
| | | ไม่ปฏิบัติตาม WI | หาสาเหตุยาก | 7 | รอยขีดข่วนบนตัวชิ้นงาน | 8 | WI | 3 | 168 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ไม่ได้รับการอบรม | ทำงานไม่ถนัด | 5 | รอยขีดข่วนบนตัวชิ้นงาน | 8 | WI | 3 | 120 |
| 3 | วัสดุ | Jig เก่า | สกปรก | 6 | รอยขีดข่วนบนตัวชิ้นงาน | 5 | WI | 3 | 90 |
| | | Box เก็บงานไม่สะอาด | สกปรก | 5 | เกิดคราบที่ชิ้นงาน | 8 | WI | 4 | 160 |
| | | Cassettes เก่า | สกปรก | 3 | เกิดคราบที่ชิ้นงาน | 6 | OPL | 4 | 72 |
| | | อุปกรณ์เก็บงานไม่สะอาด | สกปรก | 9 | รอยขีดข่วนบนตัวชิ้นงาน | 7 | OPL | 5 | 280 |
| 4 | วิธีการ | โหลด/อันโหลดงานด้วยมือ | ของเสีย | 10 | รอยขีดข่วนบนตัวชิ้นงาน | 9 | WI | 8 | 720 |
| | | การปรับตั้งไม่ดี | ของเสีย | 8 | รอยขีดข่วนบนตัวชิ้นงาน | 9 | WI | 8 | 576 |
| | | เวลาว่างมาก | พนักงานเรียบทำงาน | 7 | รอยขีดข่วนบนตัวชิ้นงาน | 6 | WI | 5 | 210 |

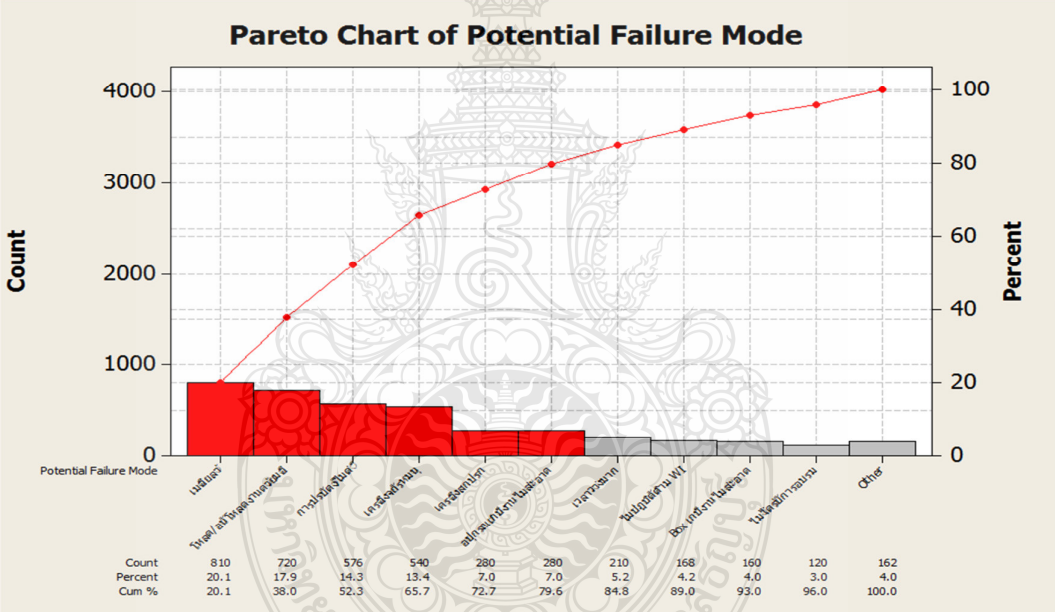
จากการแสดงผลการวิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบพบว่ามีข้อบกพร่องอยู่ 10 ข้อบกพร่องที่มีค่า RPN-Score มากกว่า 100 คะแนน ที่ผู้วิจัยและทีมงานเลือกมาดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขต่อไป ดังตารางที่ 4.17

**ตารางที่ 4.19** ผลสรุปลำดับคะแนนในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบที่สำคัญ

| ลำดับ | สาเหตุ | RPN Score |
|---|---|---|
| 1 | เมื่อยล้า | 810 |
| 2 | โหลด/อันโหลดงานด้วยมือ | 720 |
| 3 | การปรับตั้งไม่ดี | 576 |
| 4 | เครื่องจักรหมุนขณะปรับตั้ง | 540 |
| 5 | เครื่องสกปรก | 280 |
| 6 | อุปกรณ์เก็บงานไม่สะอาด | 280 |
| 7 | เวลาว่างมาก | 210 |
| 8 | ไม่ปฏิบัติตาม WI | 168 |
| 9 | Box เก็บงานไม่สะอาด | 160 |
| 10 | ไม่ได้รับการอบรม | 120 |

4.7.3 การวิเคราะห์ด้วยแผนภาพพาเรโตเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

จากค่าตัวเลขระดับความเสี่ยง (RPN) ซึ่งมาจากการวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการข้างต้นสามารถนำมาสร้างแผนภาพพาเรโต เพื่อทำการคัดเลือกข้อบกพร่องที่สำคัญ และพิจารณาว่าข้อบกพร่องใดบ้างที่เป็นสาเหตุที่ควรนำมาทำการแก้ไขปัญหา ดังภาพที่ 4.14 โดยหลักของการพิจารณาคัดเลือก ข้อบกพร่องที่สำคัญนั้นจะใช้หลักการพาเรโต คือ ข้อมูลที่มีความสำคัญจะมีเพียงจำนวนเล็กน้อย และข้อมูลที่มีความสำคัญเล็กน้อยมีจำนวนมากโดยใช้ตัวเลข 80 : 20 โดยประมาณหรือเลือกพิจารณาข้อบกพร่องที่มีค่า RPN มากกว่า 100 มาดำเนินการปฏิบัติการแก้ไขก็ได้ แต่สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการเลือกพิจารณาข้อบกพร่องที่มีค่า RPN มากกว่า 100 มาเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อบกพร่องมาดำเนินการแก้ไขต่อไป




**ภาพที่ 4.25** แผนภาพพาเรโตเรียงตามลำดับค่า RPN

จากภาพที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่าข้อบกพร่องที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาในเรื่องของอัตราการเดินเครื่องจักรและอัตราคุณภาพต่ำ ของกระบวนการขัดชิ้นงาน มีดังต่อไปนี้คือ ความเมื่อยล้า 810 คะแนน โหลดและอันโหลดงานจากเครื่องขัด 720 คะแนน การปรับตั้งเครื่องขัดไม่ดี 576 คะแนน เครื่องจักรหมุนขณะปรับตั้ง 540 คะแนน เครื่องสกปรกและอุปกรณ์เก็บงานไม่สะอาด 280 คะแนน ข้อบกพร่องที่ได้รับการคัดเลือกนี้มีระดับคะแนน RPN-Score มากกว่า 100 คะแนน และข้อบกพร่องที่

ก่อให้เกิดปัญหาเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ยังไม่มีมาตรฐานการผลิตที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดปัญหาน้อยที่สุด ซึ่งจะทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

### 4.8 การปรับปรุงกระบวนการด้านอัตราคุณภาพ

สรุปผลการนำมาตรการตอบโต้ไปปฏิบัติโดยการออกแบบอุปกรณ์เพื่อการลดกิจกรรมที่ทำในเครื่องจักรหยุด (Reduce Internal Activity) และเพิ่มอัตราคุณภาพดังนี้

4.8.1 การออกแบบอุปกรณ์เก็บงาน (อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงาน)

ในการออกแบบได้อาศัยหลักการQFD (Quality Function Devolvement) ดังนี้

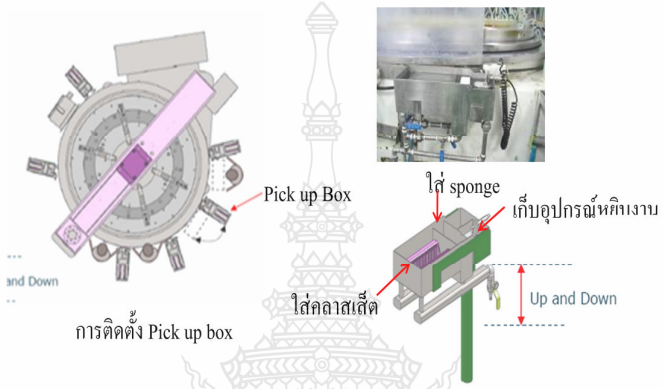
**ตารางที่ 4.20** คิวเอฟดีสำหรับการออกแบบอุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงาน

**Quality Function Deployment Matrix : Pick up box disign**

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Project Name:** | | Pick up box | | | | | | | | | |
| **Prepared by:** | | Mr.Prachyakorn Kuntong ,Mr.Komson Chang-Dee | | | | | | | | | |
| **Date:** | | 10/5/2010 | | | | | | | | | |
| **Design Requirements Metric (How or How Much)** / **Product Requirements (What)** | | **Importance** | **Physical** | | | **Appearance** | | | | **Seasoning** | |
| | | | Light | Easy to use | Over flow | Can keep sponge and cassette | Small | Durable | Safety | Drain 1 time/shift | Clean 1 time/shift |
| Functional | Have over flow | 10 | 3 | 9 | 9 | 9 | 3 | 3 | 1 | 9 | 9 |
| | Can keep sponge | 9 | 1 | 9 | 9 | 9 | 1 | 1 | 1 | 9 | 9 |
| | Can keep cassette | 10 | 1 | 9 | 9 | 9 | 1 | 3 | 1 | 9 | 9 |
| Quality | Spong clean | 10 | 1 | 1 | 9 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Water don't have contam | 10 | 1 | 3 | 9 | 3 | 1 | 1 | 1 | 9 | 9 |
| | Not effect to quality | 10 | 1 | 9 | 9 | 3 | 1 | 1 | 1 | 9 | 9 |
| **Target Values** | | | Use stainless steel | Have value control | Have chamber | Have chamber | N.A. | Use stainless steel | Install at machine | 1 time/shift | 1 time/shift |
| **Design Requirement's Importance** | | | 79 | 391 | 531 | 411 | 79 | 99 | 59 | 451 | 451 |
| **Relative Importance** | | | 3 | 15 | 21 | 16 | 3 | 4 | 2 | 18 | 18 |

จากตารางที่ 4.20 เป็นการรวบรวมข้อมูลสำหรับความต้องการของพนักงานในการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวางคลาสเส็ตกับชิ้นงานขณะเก็บ (อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงาน) ซึ่งปัจจุบันพนักงานใช้กล่องพลาสติกขนาด10 x 25 เซนติเมตร มาเติมน้ำและใส่คลาสเส็ตลงไป เพื่อเก็บชิ้นงานเก็บเสร็จก็ทำความสะอาดกล่องอีกครั้ง กล่าว คือ จะต้องล้างทำความสะอาดทุกๆ ล็อตของการปฏิบัติงาน จากข้อมูลการสอบถามพบว่า ความสำคัญในความต้องการของการออกแบบ (Design

Requirement Importance) คือ ต้องการให้กล่องมีลักษณะน้ำไหลวน คิดเป็น 531 คะแนน หรือ 21% ความต้องการในการเทน้ำทิ้งและทำความสะอาด 1 ครั้ง/กะ คิดเป็น 451 คะแนนหรือ 18% ความต้องการในการเก็บฟองน้ำหรือคลาสเส็ตไปในตัว คิดเป็น 411 คะแนน หรือ 16% ง่ายต่อการใช้งานคิดเป็น 391 คะแนน หรือ 15% เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยและทีมงานจึงแปลงความต้องการของพนักงานออกมาได้ดังภาพที่ 4.26




**ภาพที่ 4.26** การติดตั้งอุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานเครื่องขัดและลักษณะของ อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงาน

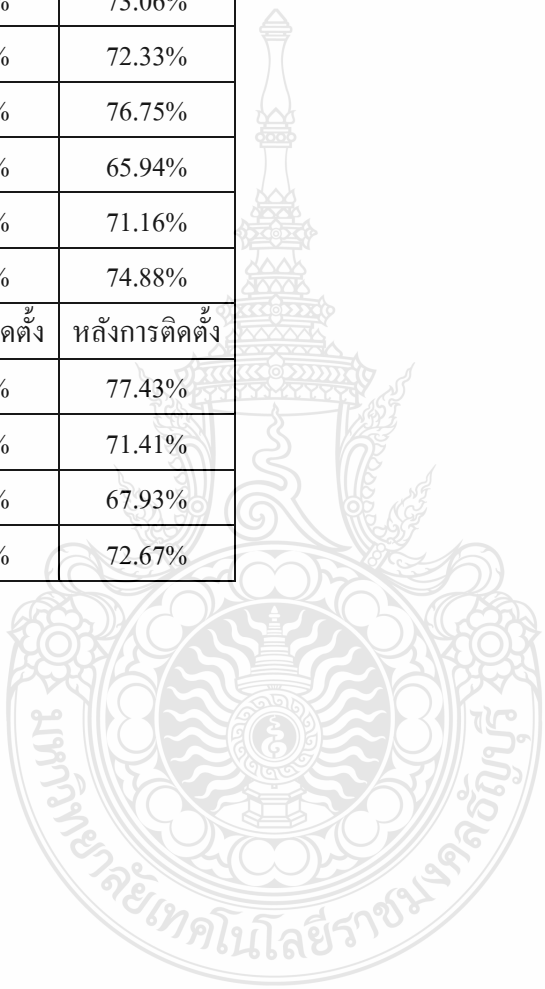
จากภาพที่ 4.26 การติดตั้ง อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานที่เครื่องขัดจะมีการติดตั้งทั้งหมด 6 จุด สำหรับพนักงาน 6 คน ที่เก็บและหยิบงานออกจากเครื่องจักร ลักษณะของอุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

- สามารถปรับขึ้นลง ตามความสูงของพนักงานได้
- สามารถสวิงในแนว 180 องศาและ 90 องศา ได้
- มีช่องเก็บชิ้นงาน อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บ ฟองน้ำ

หลักการทำงานของอุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานจะมีหลักการน้ำจะถูกเปิดให้ไหลเข้าช่องเก็บชิ้นงานหลังจากนั้นจะไหลไปสู่ช่องเก็บฟองน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้ฟองน้ำแห้งและสุดท้ายน้ำจะไหลไปสู่ช่องเก็บอุปกรณ์การเก็บชิ้นงานแล้วไหลย้อนกลับไปยังถังพักแล้วน้ำจะถูกเครื่องสูบขึ้นมาใช้อีกครั้งโดยผ่านเครื่องกรองผลของการปรับปรุงเป็นการพิสูจน์ว่าเวลาไม่มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงานโดยใช้แบบการวิเคราะห์แบบสมการถดถอย (Regression Analysis) ให้ผลการทดสอบตารางที่ 4.21

**ตารางที่ 4.21** ผลการทดสอบชั่วโมงการใช้งาน อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานกับเปอร์เซ็นต์คุณภาพ

| ชั่วโมง | ก่อนการติดตั้ง | หลังการติดตั้ง |
|---|---|---|
| 1 | 74.86% | 74.93% |
| 2 | 70.43% | 71.81% |
| 3 | 64.67% | 74.39% |
| 4 | 64.45% | 73.06% |
| 5 | 62.51% | 72.33% |
| 6 | 61.21% | 76.75% |
| 7 | 60.65% | 65.94% |
| 8 | 63.42% | 71.16% |
| 9 | 60.45% | 74.88% |
| ชั่วโมง | ก่อนการติดตั้ง | หลังการติดตั้ง |
| 10 | 59.56% | 77.43% |
| 11 | 50.58% | 71.41% |
| 12 | 51.23% | 67.93% |
| Average | 62.00% | 72.67% |



การทดสอบชั่วโมงการใช้งาน อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานมีผลอย่างไรกับคุณภาพดังนี้

1) สมมติฐานงานวิจัย

$H_0$ เวลาการทำความสะอาดอุปกรณ์ของสภาวะการติดตั้งมีผลตอบสนองต่ออัตราคุณภาพต่างกัน

$H_1$ เวลาการทำความสะอาดอุปกรณ์ของสภาวะการติดตั้งไม่มีผลตอบสนองต่ออัตราคุณภาพ

สมมติฐานทางสถิติ

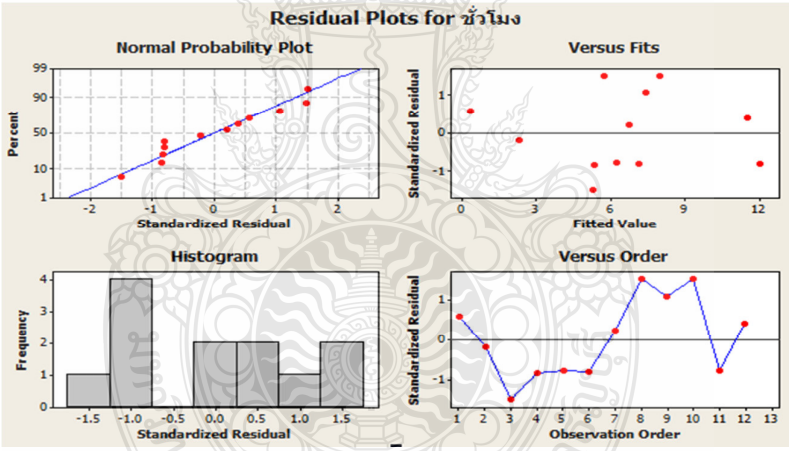
$H_0 : P_1 = P_2$

$H_1 : P_1 \neq P_2$

$P_1$ : อัตราคุณภาพก่อนการติดตั้งอุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงาน

$P_2$ : อัตราคุณภาพหลังการติดตั้งอุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงาน

สรุปผลจากการใช้โปรมแกรมมินิแทบ 15(Minitab15) ได้ดังนี้




**ภาพที่ 4.27** การทดสอบความพอเพียงของแบบจำลอง (Model Adequacy Check)

จากภาพที่ 4.27 สรุปได้ดังนี้

1. Normal Probability Plot - ข้อมูลอยู่ใกล้เส้น แสดงว่าค่า y มีการแจกแจงแบบปกติ
2. Histogram - กราฟมีลักษณะทรงระฆังคว่ำ แสดงว่าค่า y มีการแจกแจงแบบปกติ
3. Versus Fits - ข้อมูลกระจายตัวแบบสุ่ม แสดงว่าค่าความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มเท่ากัน
4. Versus Order - ค่าความคาดเคลื่อนเป็นแบบสุ่ม ไม่มีรูปแบบที่เป็น Pattern ชัดเจน แสดงว่าค่าความแปรปรวนมีค่าคงที่

**Regression Analysis: ชั่วโมง versus ก่อนการติดตั้ง, หลังการติดตั้ง**

The regression equation is
ชั่วโมง = 32.5 - 49.3 ก่อนการติดตั้ง + 6.3 หลังการติดตั้ง

12 cases used, 1 cases contain missing values

| Predictor | Coef | SE Coef | T | P |
|---|---|---|---|---|
| Constant | 32.53 | 10.60 | 3.07 | 0.013 |
| ก่อนการติดตั้ง | -49.346 | 7.581 | -6.51 | 0.000 |
| หลังการติดตั้ง | 6.29 | 15.31 | 0.41 | 0.691 |

S = 1.61912  R-Sq = 83.5%  R-Sq(adj) = 79.8%

Analysis of Variance

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Regression | 2 | 119.406 | 59.703 | 22.77 | 0.000 |
| Residual Error | 9 | 23.594 | 2.622 | | |
| Total | 11 | 143.000 | | | |

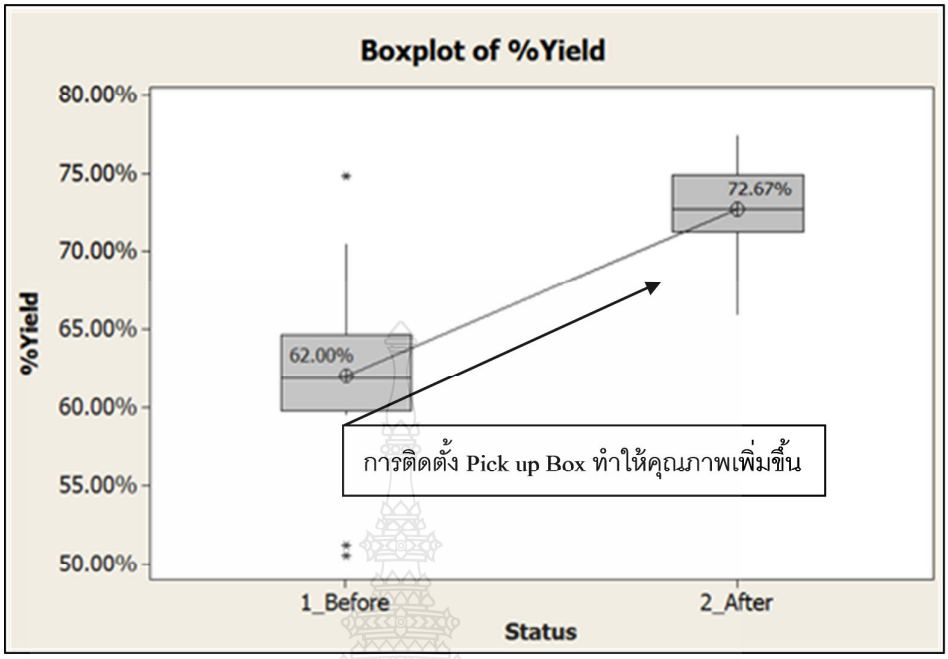
| Source | DF | Seq SS |
|---|---|---|
| ก่อนการติดตั้ง | 1 | 118.964 |
| หลังการติดตั้ง | 1 | 0.442 |

**ภาพที่ 4.28** ผลการวิเคราะห์การทดสอบชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานกับอัตราคุณภาพ

จากภาพที่ 4.28 สามารถสรุปได้ดังนี้ สมการแบบถดถอย(The Regression Equation) ดังนี้ ชั่วโมง = 32.5 - 49.3 ก่อนการติดตั้ง + 6.3 หลังการติดตั้ง จากสมการพบว่าชั่วโมงของการทำความสะอาด อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานส่งผลตอบสนองต่อคุณภาพ 83.5%และอีก16.5% มาจากปัจจัยอื่นและสรุปได้ดังนี้

1. เวลาในการทำความสะอาดก่อนติดตั้ง อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานค่า P-Value = 0 $<\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงยอมรับ $H_1$ สรุปว่าเวลาในการทำความสะอาดอุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานก่อนมีผลต่อผลตอบสนองของคุณภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. เวลาในการทำความสะอาดหลังการติดตั้งอุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานค่า P-Value = 0.691$>\alpha = 0.05$ ดังนั้น จึงยอมรับ $H_0$สรุปว่า เวลาในการทำความสะอาด หลังการติดตั้งอุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานไม่มีผลต่อผลตอบสนองของคุณภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์จึงสรุปว่า การติดตั้ง อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงานทำให้คุณภาพของชิ้นงานดีขึ้นจาก62.00%เป็น 72.57%ดังแสดงในภาพที่ 4.29 และความถี่ในการทำความสะอาดเป็น 1 ครั้ง/กะ




**ภาพที่ 4.29** กราฟแสดงคุณภาพโดยเฉลี่ยก่อนติดตั้งและหลังติดตั้ง อุปกรณ์รองภาชนะใส่ชิ้นงาน

4.8.2 การออกแบบอุปกรณ์หยิบชิ้นงานออกจากเครื่อง ด้วยระบบสุญญากาศแทนการใช้มือหยิบจับจากการศึกษาพบว่าพนักงานเกิดความเมื่อยล้าจากการหยิบชิ้นงานที่หยิบชิ้นงานออกจากเครื่องเนื่องจากการหยิบจับไม่เป็นไปตามหลักการการยุทธศาสตร์ดังนี้

**ภาพที่ 4.30** การเก็บชิ้นงานด้วยมือ

จากภาพแสดงลักษณะการเก็บชิ้นงานที่อยู่บนแผ่นขัดที่เรียบพนักงานจะมีวิธีการเก็บโดยใช้นิ้วโป้งงัดขอบของชิ้นงานขึ้นมาหลังจากนั้นใช้นิ้วชี้สอดเข้าไปที่รูในพร้อมกับประคองแผ่นงาน

ด้วยนิ้วกลาง ด้วยวิธีการเช่นนี้พนักงานจะมีอาการปวดข้อมือเนื่องจากในขณะที่เก็บต้องเกร็งอยู่เรื่อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการออกแบบอุปกรณ์การเก็บชิ้นงานด้วยการดึงเอาความต้องการของพนักงานมาออกแบบอุปกรณ์ด้วยการใช้หลักการของ คิวเอฟดี (Quality Function Devolvement) ดังตารางที่ 4.22

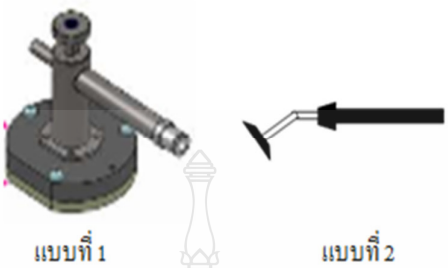
**ตารางที่ 4.22** คิวเอฟดีสำหรับการออกแบบอุปกรณ์เก็บชิ้นงาน

**Quality Function Deployment Matrix : Vacuum Tools**

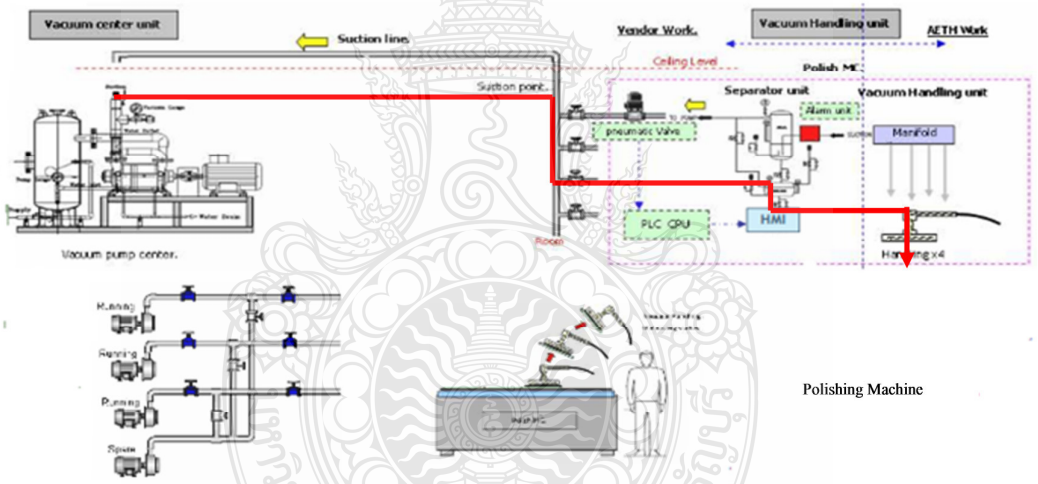
| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Project Name:** | | Vacuum tools | | | | | | | | |
| **Prepared by:** | | Mr.Prachyakorn Kuntong ,Mr.Komson Chang-Dee | | | | | | | | |
| **Date:** | | 12/5/2010 | | | | | | | | |
| **Design Requirements Metric (How or How Much)** / **Product Requirements (What)** | | **Importance** | **Physical** | | | **Appearance** | | | | **Seasoning** |
| | | | Light | Easay to use | Don't fingeredge | Small | Surface smoot | Can remain slurry | Safety | Clean 1 time/shift |
| Functional | Use vacuum system | 10 | 9 | 3 | 9 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | Control vacuum by figer | 10 | 9 | 9 | 9 | 9 | 1 | 9 | 9 | 9 |
| | Use vacuum from machine | 7 | 1 | 3 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Quality | Surface smooth | 6 | 3 | 1 | 3 | 1 | 9 | 3 | 1 | 3 |
| | Can reduce defect | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 1 | 9 |
| | Easy to cleaning | 7 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| **Target Values** | | | 250g | NA | NA | NA | Polyester | Slurrycant into system | NA | NA |
| **Design Requirement's Importance** | | | 340 | 282 | 396 | 268 | 216 | 260 | 204 | 280 |
| **Relative Importance** | | | 15 | 13 | 18 | 12 | 10 | 12 | 9 | 12 |

จากตารางที่ 4.22 เป็นผลการวิเคราะห์ความต้องการของพนักงานออกมาเป็นการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้เก็บชิ้นงานซึ่งปัจจุบันใช้มือ จากผลสรุปได้ว่า ใช้แล้วไม่ปวดมือ (Finger Edge) ได้คะแนน 396 คะแนน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 18% ความต้องการที่จะให้อุปกรณ์มีน้ำหนักเบา ได้คะแนน 340 คะแนน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 15% ความสะดวกในการใช้ (Easy to Use) ได้คะแนน 282 คะแนน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 13% ไม่ต้องทำความสะอาดบ่อยเพียง 1 ครั้ง/กะ ได้คะแนน 280 คะแนน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์12%มีรูปร่างเล็ก (Small) ได้คะแนน 268 คะแนน คิดเป็น 12% สารละลายผงขัดไม่ค้างใน

ระบบ (Slurry Can Remain) ได้คะแนน 260 คะแนน คิดเป็น 12% เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยและทีมงานจึงแปลงความต้องการของพนักงานออกมามีอยู่ 2 แบบได้ดังภาพที่ 4.31




**ภาพที่ 4.31** อุปกรณ์เก็บชิ้นงานด้วยระบบสุญญากาศ




**ภาพที่ 4.32** หลักการทำงานของอุปกรณ์เก็บชิ้นงานด้วยระบบสุญญากาศ

จากภาพที่ 4.32 หลักการทำงานของอุปกรณ์เก็บงานด้วยระบบสุญญากาศเริ่มจากการนำเอาอุปกรณ์ไปแตะหน้าสัมผัสของชิ้นงานที่เป็นกระจกตัวอุปกรณ์ก็จะทำการดูดชิ้นงานขึ้นมา ลมที่ใช้จะมาจากจุดควบคุมระบบสุญญากาศผ่านมาตามท่อแยกไปแต่ละกระบวนการผ่านตัวกรองเพื่อกรองสิ่งสกปรกออกให้เป็นระบบสุญญากาศที่สะอาดแล้วผ่านไปยังจุดเชื่อมต่อ (Manifold) ที่ติดอยู่รอบเครื่องขัด 6 จุด

ผลการปรับปรุงอุปกรณ์เก็บชิ้นงานด้วยระบบสุญญากาศ (Vacuum System) เป็นการพิสูจน์ผลการใช้อุปกรณ์เก็บชิ้นงานและการเก็บด้วยมือว่าที่สภาวะใดให้ผลในเชิงคุณภาพาดีกว่าโดยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ 1-Way ANOVA สำหรับการวิเคราะห์ผลตอบสนองทางด้านคุณภาพและเนื่องจากการใช้อุปกรณ์สัมผัสกับชิ้นงานโดยตรงจึงได้ทำการวิเคราะห์โดยละเอียดที่ได้รับการสนับสนุนจากแผนกควบคุมคุณภาพ หัวข้อที่ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมดังนี้

1) การวิเคราะห์อนุภาคที่อยู่บนแผ่นชิ้นงาน เรียกการวิเคราะห์นี้ว่า โอเอสเอ (Optical Surface Analysis) โดยใช้เครื่องมือการวัด ตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์

2) การวิเคราะห์สารเคมีที่ติดอยู่บนผิวของชิ้นงานด้วยการใช้เครื่องกล่องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM&EDX) ตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์คุณภาพให้ผลการทดสอบดังนี้

1. สมมติฐานงานวิจัย

   $H_0$วิธีการของเก็บชิ้นงานมีผลตอบสนองต่ออัตราคุณภาพต่างกัน

   $H_1$วิธีการของเก็บชิ้นงานมีผลตอบสนองต่ออัตราคุณภาพไม่ต่างกัน

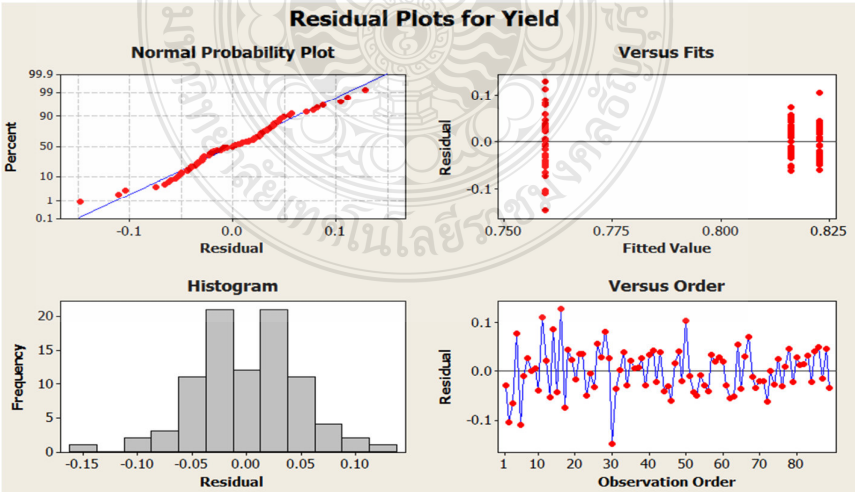
2. สมมติฐานทางสถิติ

   $H_0 : P_1 = P_2$

   $H_1 : P_1 \neq P_2$

   $P_1$ : อัตราคุณภาพการเก็บชิ้นงานด้วยมือ

   $P_2$ : อัตราคุณภาพการเก็บชิ้นงานด้วยระบบสุญญากาศ สรุปผลจากการใช้โปรมแกรมมินิแทบ 15(Minitab15) ได้ดังนี้




**ภาพที่ 4.33** การทดสอบความพอเพียงของแบบจำลอง (Model Adequacy Check)

จากภาพที่ 4.33สรุปได้ดังนี้

1) Normal Probability Plot –ข้อมูลอยู่ใกล้เส้น แสดงว่าค่า y มีการแจกแจงแบบปกติ

2) Histogram –กราฟมีลักษณะทรงระฆังคว่ำ แสดงว่าค่า y มีการแจกแจงแบบปกติ

3) Versus Fits –ข้อมูลกระจายตัวแบบสุ่ม แสดงว่าค่าความแปรปรวนของแต่ละกลุ่มเท่ากัน

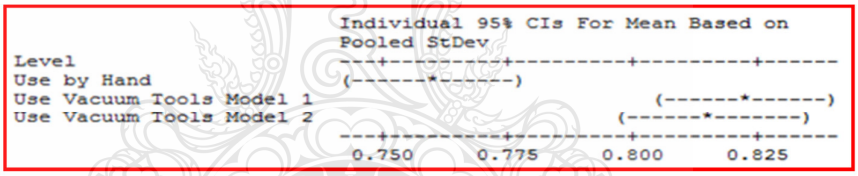
4) Versus Order –ค่าความคาดเคลื่อนเป็นแบบสุ่ม ไม่มีรูปแบบที่เป็น Pattern ชัดเจน แสดงว่าค่าความแปรปรวนมีค่าคงที่

**One-way ANOVA: Yield versus Method**

| Source | DF | SS | MS | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| Method | 2 | 0.07227 | 0.03613 | 15.13 | 0.000 |
| Error | 86 | 0.20533 | 0.00239 | | |
| Total | 88 | 0.27760 | | | |

S = 0.04886  R-Sq = 26.03%  R-Sq(adj) = 24.31%

| Level | N | Mean | StDev |
|---|---|---|---|
| Use by Hand | 30 | 0.75940 | 0.06604 |
| Use Vacuum Tools Model 1 | 29 | 0.82277 | 0.03778 |
| Use Vacuum Tools Model 2 | 30 | 0.81616 | 0.03662 |




Pooled StDev = 0.04886

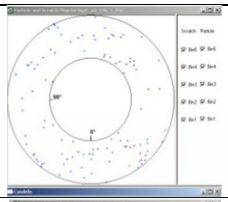
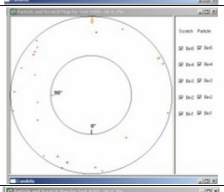
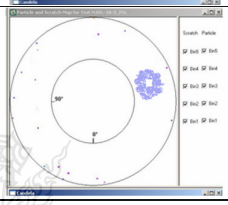
Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons among Levels of Method

Individual confidence level = 98.06%

**ภาพที่ 4.34** ผลการวิเคราะห์วิธีการใช้อุปกรณ์เก็บชิ้นงาน

จากภาพที่ 4.34 สามารถสรุปได้ดังนี้ วิธีการเก็บชิ้นงานค่า P-Value = 0.00<$\alpha$ = 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ $H_1$ สรุปว่าวิธีการเก็บชิ้นงาน มีผลต่อผลตอบสนองของคุณภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิเคราะห์อนุภาคที่อยู่บนแผ่นชิ้นงาน (Optical Surface Analysis)

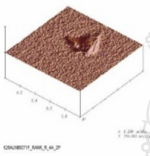
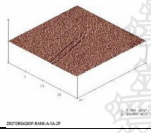
**ตารางที่ 4.23** ผลการวิเคราะห์พื้นผิวของชิ้นงาน

| ชนิดของการเก็บชิ้นงาน | อนุภาคโดยเฉลี่ย | รูปภาพ | ผลการยืนยัน |
|---|---|---|---|
| เก็บด้วยมือ | 50.65 |  | ยอมรับ 30 รุ่น |
| เก็บด้วย Model 1 | 18.34 |  | ยอมรับ 30 รุ่น |
| เก็บด้วย Model 2 | 19.23 |  | ยอมรับ 30 รุ่น |

ตารางที่ 4.23 พบว่าจำนวนอนุภาคที่อยู่บนชิ้นงานด้วยวิธีการเก็บชิ้นงานด้วยมือมีสูงที่สุด เนื่องจากในขณะที่พนักงานเก็บชิ้นงานพนักงานมีการลากชิ้นงานทำให้อนุภาคติดขึ้นมากับชิ้นงานพบอนุภาคโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 50.65 จุด/ชิ้น ส่วนการใช้อุปกรณ์ในการหยิบชิ้นงานแบบที่ 1พบอนุภาคโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 18.34 จุด/ชิ้น จะให้ผลที่ดีกว่าเนื่องจากไม่เกิดรอยบนแผ่นผิวของชิ้นงาน ส่วนแบบที่ 2 พบอนุภาค โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 19.23 จุด/ชิ้น สาเหตุที่เกิดรอยบนผิวชิ้นงานเนื่องจากผิวหน้าของอุปกรณ์สัมผัสกับชิ้นงานมากเกินไปทำให้ระบบสุญญากาศเกิดขึ้นที่บริเวณหน้าสัมผัสมากเกินไป

ผลวิเคราะห์สารเคมีที่ติดอยู่บนผิวของชิ้นงานด้วยการใช้เครื่องกล่องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM&EDX) ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

**ตารางที่ 4.24** ผลการวิเคราะห์ลักษณะของเสียและสารเคมีบนพื้นผิวของชิ้นงาน

| ชนิดของการเก็บชิ้นงาน | ลักษณะของเสียที่พบ | สารเคมีที่พบ | ผลการยืนยัน |
|---|---|---|---|
| เก็บด้วยมือ |  | **C, O, Ca, Na** | ยอมรับ |
| เก็บด้วย Model 1 |  | **C, Ce** | ยอมรับ |
| เก็บด้วย Model 2 | | **C, O, Ca, Na** | ยอมรับ |

จากตารางที่ 4.24 เป็นการวิเคราะห์สารเคมีที่ติดอยู่บนผิวของชิ้นงานและลักษณะของของเสียที่พบ สามารถสรุปได้ว่าการใช้มือเก็บชิ้นงานมีโอกาสพบของเสียมากกว่าการใช้อุปกรณ์ในการเก็บและลักษณะของเสียโดยส่วนใหญ่ที่พบจะมีลักษณะลึก สารเคมีที่พบบนพื้นผิวจะเป็นประเภทคาร์บอน ออกซิเจน และแคลเซียม ของเสียที่เกิดจากการเก็บชิ้นงานด้วยอุปกรณ์ด้วยรูปแบบที่ 1 โดยส่วนใหญ่แล้วลักษณะของเสียจะเกิดไม่รุนแรงหรือเด่นชัดเท่าการเก็บด้วยมือหรือด้วยอุปกรณ์แบบที่ 2 สารเคมีที่พบจะเป็น คาร์บอนและซีเลี่ยมและสำหรับลักษณะของเสียที่พบในการเก็บด้วยอุปกรณ์แบบที่ 2 จะมีลักษณะนูนขึ้นมาจากพื้นผิวของชิ้นงานและสารเคมีที่พบโดยส่วนใหญ่จะเป็นคาร์บอน ออกซิเจน เหล็กและโซเดียม

4.8.3. การออกแบบอุปกรณ์การหยิบงานเข้าเครื่อง

เป็นการออกแบบเพื่อลดกิจกรรมภายในของกิจกรรมการหยิบชิ้นงานและผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเข้าเครื่องจักรและเป็นการลดโอกาสที่ทำให้เกิดชิ้นงานเสียในขณะที่หยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง

เนื่องมาจากตัวพนักงานเอง เช่น การหยิบชิ้นงานแรงเกินไปทำให้ชิ้นงานกระแทกกับขอบของจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัด การลากชิ้นงาน เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 4.35

**ภาพที่ 4.35** การหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องแล้วโดนขอบของจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัด

การออกแบบอุปกรณ์การหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องจักร (Loading Jig) ออกแบบโดยแปลงความต้องการของพนักงานออกมาให้อยู่ในรูปของอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานโดยอาศัยหลักการของคิวเอฟดี (Quality Function Devolvement) ดังตารางที่ 4.25

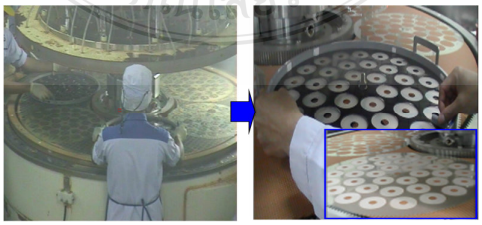
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

**ตารางที่ 4.25** คิวเอฟดีสำหรับการออกแบบอุปกรณ์เก็บหยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง

**Quality Function Deployment Matrix : Loading Jig**

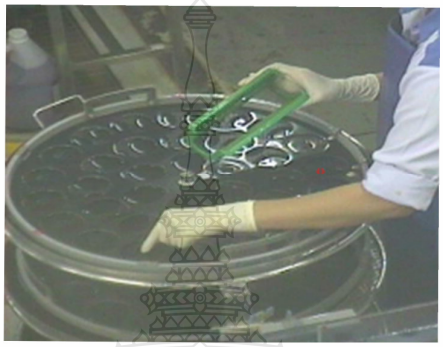
| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Project Name: | | Loading Jig | | | | | | | | |
| Prepared by: | | Mr.Prachyakorn Kuntong ,Mr.Komson Chang-Dee | | | | | | | | |
| Date: | | 20/5/2010 | | | | | | | | |
| Design Requirements Metric (How or How Much) / Product Requirements (What) | | Importance | Physical | | | Appearance | | | | Seasoning |
| | | | Light | Esasy to use | Durable | Small | Have shape same carrier | Smooth and soft | Can remain slurry | Easy to cleaning |
| Functional | Load 1 time 36 pcs. | 10 | 3 | 9 | 1 | 1 | 9 | 1 | 1 | 9 |
| | Have position load sampling | 8 | 1 | 9 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Use polishing pad | 10 | 9 | 9 | 9 | 1 | 3 | 9 | 9 | 9 |
| | Have start-stop position | 9 | 1 | 9 | 9 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 |
| Quality | Slurry don't obstruct | 10 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 9 | 9 | 9 |
| | Reduce defect SCR, LS, HD | 10 | 9 | 9 | 1 | 3 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| | Have spare for change | 7 | 1 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Target Values | | | 500 g | NA | Acrylic | NA | NA | Slurry can't into system | NA | NA |
| Design Requirement's Importance | | | 264 | 516 | 252 | 102 | 262 | 304 | 304 | 402 |
| Relative Importance | | | 11 | 21 | 10 | 4 | 11 | 13 | 13 | 17 |

จากตารางที่ 4.25 เป็นผลการวิเคราะห์ความต้องการของพนักงานออกมาเป็นการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้หยิบชิ้นงานเข้าเครื่องซึ่งปัจจุบันใช้มือ จากผลสรุปได้ว่า ง่ายต่อการใช้งานมีคะแนน 516 คะแนน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 21% ทำความสะอาดง่าย 402 คะแนน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 17% พื้นผิวมีความนุ่มและเรียบ ผงขัดไม่ติด ได้คะแนน 304 คิดเป็น 13% น้ำหนักเบา 264 คะแนน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 11% มีรูปร่างเป็นวงกลมเหมือนจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัด 252 คะแนน คิดเป็น 10% เป็นต้น จากความต้องการเหล่านี้จึงได้มีการออกแบบให้อุปกรณ์มีรูปร่างลักษณะดังภาพที่ 4.36 ดังนี้



**ภาพที่ 4.36** อุปกรณ์เก็บหยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง

จากภาพที่ 4.36 พบว่ารูปร่างของอุปกรณ์หยิบชิ้นงานเข้าเครื่องมีลักษณะเป็นวงกลมซึ่งมีลักษณะคล้ายกับจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดซึ่งใน 1 เครื่อง จะประกอบด้วยอุปกรณ์หยิบชิ้นงาน 6 ตัว การใช้งานจะทำการเตรียมชิ้นงานในขณะที่เครื่องจักรทำงานโดยพนักงานจัดเตรียมชิ้นงานเมื่อเก็บชิ้นงานออกจากเครื่องหมดแล้วก็นำชิ้นงานที่เตรียมไว้เข้าเครื่องขัดเพื่อทำการขัดชิ้นงานล็อตต่อไปดังภาพที่ 4.37



**ภาพที่ 4.37** การเตรียมชิ้นงานในขณะที่เครื่องจักรทำงาน

ผลการวิเคราะห์อุปกรณ์ว่าส่งผลกระทบในเรื่องของคุณภาพกับชิ้นงานหรือไม่ก่อนที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิตและเนื่องจากการใช้อุปกรณ์สัมผัสกับชิ้นงานโดยตรงจึงได้ทำการวิเคราะห์โดยละเอียดที่ได้รับการสนับสนุนจากแผนกควบคุมคุณภาพ หัวข้อที่ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมดังนี้

1) การวิเคราะห์อนุภาคที่อยู่บนแผ่นชิ้นงานเรียกการวิเคราะห์นี้ว่าโอเอสเอ (Optical Surface Analysis) โดยใช้เครื่องมือการวัดโอเอสเอ ตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์สารเคมีที่ติดอยู่บนผิวของชิ้นงานด้วยการใช้เครื่องกล่องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM&EDX) ตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์

2) การวิเคราะห์ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นบริเวณขอบของชิ้นงานด้วยเครื่องไมโครแมก ตรวจสอบ 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพโดยรวมของชิ้นงานเป็นการวิเคราะห์วิธีการหยิบงานเข้าเครื่องด้วยการ ใช้อุปกรณ์ส่งผลในเรื่องของคุณภาพหรือไม่ ในการทดสอบจะทำการเปรียบเทียบโดยใช้การทดสอบแบบ 2-Sample T Test ดังนี้

2. สมมติฐานงานวิจัย

$H_0$ วิธีการของหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องมีผลตอบสนองต่ออัตราคุณภาพต่างกัน

$H_1$ วิธีการของหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องมีผลตอบสนองต่อคุณภาพไม่ต่างกัน

สมมติฐานทางสถิติ

$H_0$ : $P_1 = P_2$

$H_1$ : $P_1 \neq P_2$

$P_1$ : อัตราคุณภาพการหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องด้วยมือ

$P_2$ : อัตราคุณภาพการหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องด้วยจิ๊ก

**Two-Sample T-Test and CI: Use hand, Use Loading Jig**

```
Two-sample T for Use hand vs Use Loading Jig

                  N    Mean   StDev  SE Mean
Use hand         30  0.7622  0.0601    0.011
Use Loading Jig  30  0.8173  0.0366   0.0067


Difference = mu (Use hand) - mu (Use Loading Jig)
Estimate for difference:  -0.0552
95% CI for difference:  (-0.0810, -0.0294)
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -4.30  P-Value = 0.000  DF = 47
```

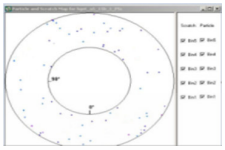
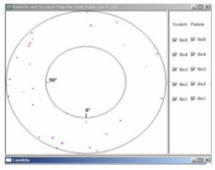
**ภาพที่ 4.38** ผลการวิเคราะห์วิธีการใช้อุปกรณ์หยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง

จากภาพที่ 4.38 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. วิธีการเก็บชิ้นงานค่า P-Value = 0.00<$\alpha$ = 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ $H_1$ สรุปว่าวิธีการของหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องมีผลตอบสนองต่อคุณภาพต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การวิเคราะห์อนุภาคที่อยู่บนแผ่นชิ้นงาน

**ตารางที่ 4.26** ผลการวิเคราะห์พื้นผิวของชิ้นงาน

| ชนิดของการหยิบชิ้นงาน | อนุภาคโดยเฉลี่ย | รูปภาพ | ผลการยืนยัน |
|---|---|---|---|
| หยิบด้วยมือ | 49.35 |  | ยอมรับ 30 ล็อต |
| หยิบด้วยอุปกรณ์ | 17.34 |  | ยอมรับ 30 ล็อต |

จากตารางที่ 4.26 พบว่าวิธีการทั้งสองไม่ส่งผลกระทบต่ออนุภาคบนพื้นผิวชิ้นงานซึ่งเป็นไปตามที่ลูกค้ากำหนดคือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 80 อนุภาค/ชิ้นแต่การใช้อุปกรณ์ในการหยิบให้ค่าโอเอสเอ ที่ต่ำกว่าแบบหยิบด้วยมือ ผลวิเคราะห์สารเคมีที่ติดอยู่บนผิวของชิ้นงานด้วยการใช้เครื่องกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM&EDX) ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

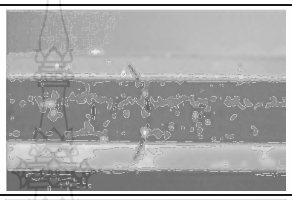
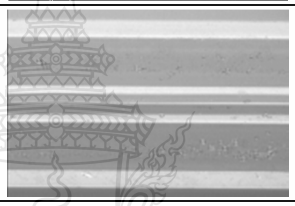
**ตารางที่ 4.27** ผลการวิเคราะห์ลักษณะของเสียและสารเคมีบนพื้นผิวของชิ้นงาน

| ชนิดของการหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องจักร | ลักษณะของเสียที่พบ | สารเคมีที่พบ | ผลการยืนยัน |
|---|---|---|---|
| หยิบด้วยมือ | | **C, O, Ca, Na** | ยอมรับ |
| หยิบด้วยอุปกรณ์ | | **C, Ce** | ยอมรับ |

จากตารางที่ 4.27 พบว่าลักษณะของเสียโดยส่วยใหญ่ที่อยู่บนพื้นผิวมีลักษณะเป็นรอยแหว่งลงไปเหมือนกับการหยิบงานออกจากเครื่องโดยใช้มือ สารเคมีส่วนใหญ่ที่พบเป็น คาร์บอน ออกซิเจน และแคลเซียม สำหรับการหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องด้วยอุปกรณ์ลักษณะของเสียที่พบบน

พื้นผิวจะมีลักษณะเป็นรอยบางๆบนพื้นผิว สารเคมีที่พบโดยส่วนใหญ่จะเป็น คาร์บอน และซีเลี่ยม ผลการวิเคราะห์ลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นบริเวณขอบของชิ้นงานด้วยเครื่องไมโครแมก

**ตารางที่ 4.28** ผลการวิเคราะห์ลักษณะขอบของชิ้นงาน

| ชนิดของการหยิบชิ้นงาน | ลักษณะขอบของชิ้นงาน | ผลการยืนยัน |
|---|---|---|
| หยิบด้วยมือ |  | ยอมรับ |
| หยิบด้วยอุปกรณ์ |  | ยอมรับ |

จากตารางที่ 4.28 พบว่าของเสียที่เกิดจากการหยิบชิ้นงานด้วยมือเข้าเครื่องเกิดรอยที่ขอบของชิ้นงานโดยส่วนใหญ่เนื่องจากการชนกับขอบของจิ๊กรองรับชิ้นงานขณะขัดหรือการหยิบเข้าเครื่องที่แรงเกินไป สำหรับการหยิบด้วยอุปกรณ์นั้นลักษณะของขอบชิ้นงานเป็นปกติไม่เกิดรอยที่ขอบของชิ้นงาน

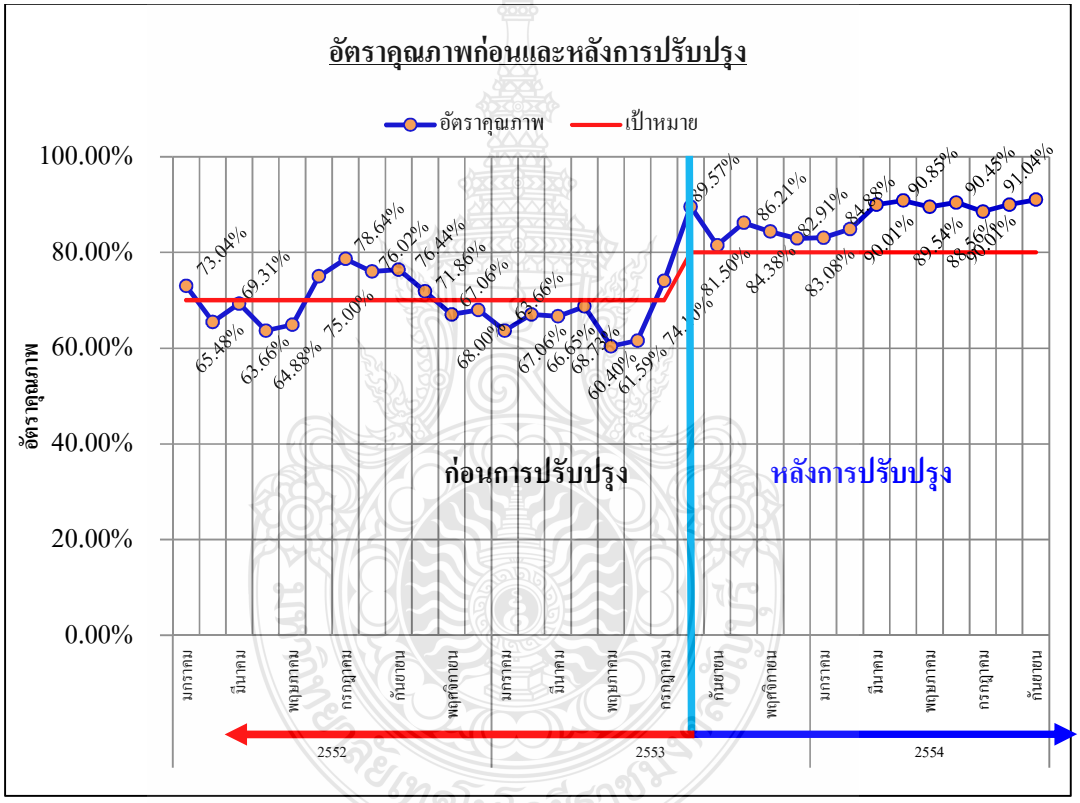
**ตารางที่ 4.29** สรุปสมมติฐานการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบที่สำคัญ

| ลำดับ | สาเหตุ | RPN Score | แนวทางการปรับปรุง | สมมุติฐาน |
|---|---|---|---|---|
| 1 | เมื่อยล้า | 810 | ออกแบบอุปกรณ์การทำงาน | แตกต่าง |
| 2 | โหลด/อันโหลดงานด้วยมือ | 720 | | |
| 3 | การปรับตั้งไม่ดี | 576 | ยกเลิกกิจกรรมการหยิบจิ๊กออก และการปรับตั้งจิ๊กเข้าเครื่อง | ไม่แตกต่าง |
| 4 | เครื่องจักรหมุนขณะปรับตั้ง | 540 | | |
| 5 | เครื่องสกปรก | 280 | | |
| 6 | อุปกรณ์เก็บงานไม่สะอาด | 280 | ออกแบบอุปกรณใหม่ | แตกต่าง |
| 7 | เวลาว่างมาก | 210 | จัดรูปแบบการทำงานใหม่ | แตกต่าง |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 8 | ไม่ปฏิบัติตาม WI | 168 | | |
| 9 | Box เก็บงานไม่สะอาด | 160 | ออกแบบอุปกรณใหม่ | แตกต่าง |
| 10 | ไม่ได้รับการอบรม | 120 | จัดให้มีการอบรมพนักงาน | แตกต่าง |

**4.8 ผลการปรับปรุงอัตราคุณภาพ**

จากการศึกษาข้อมูลของบริษัทแล้ว จึงได้นำข้อมูลดังกล่าวมาทำการสร้างกราฟเพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของอัตราคุณภาพก่อนและหลังการปรับปรุงดังภาพต่อไปนี้



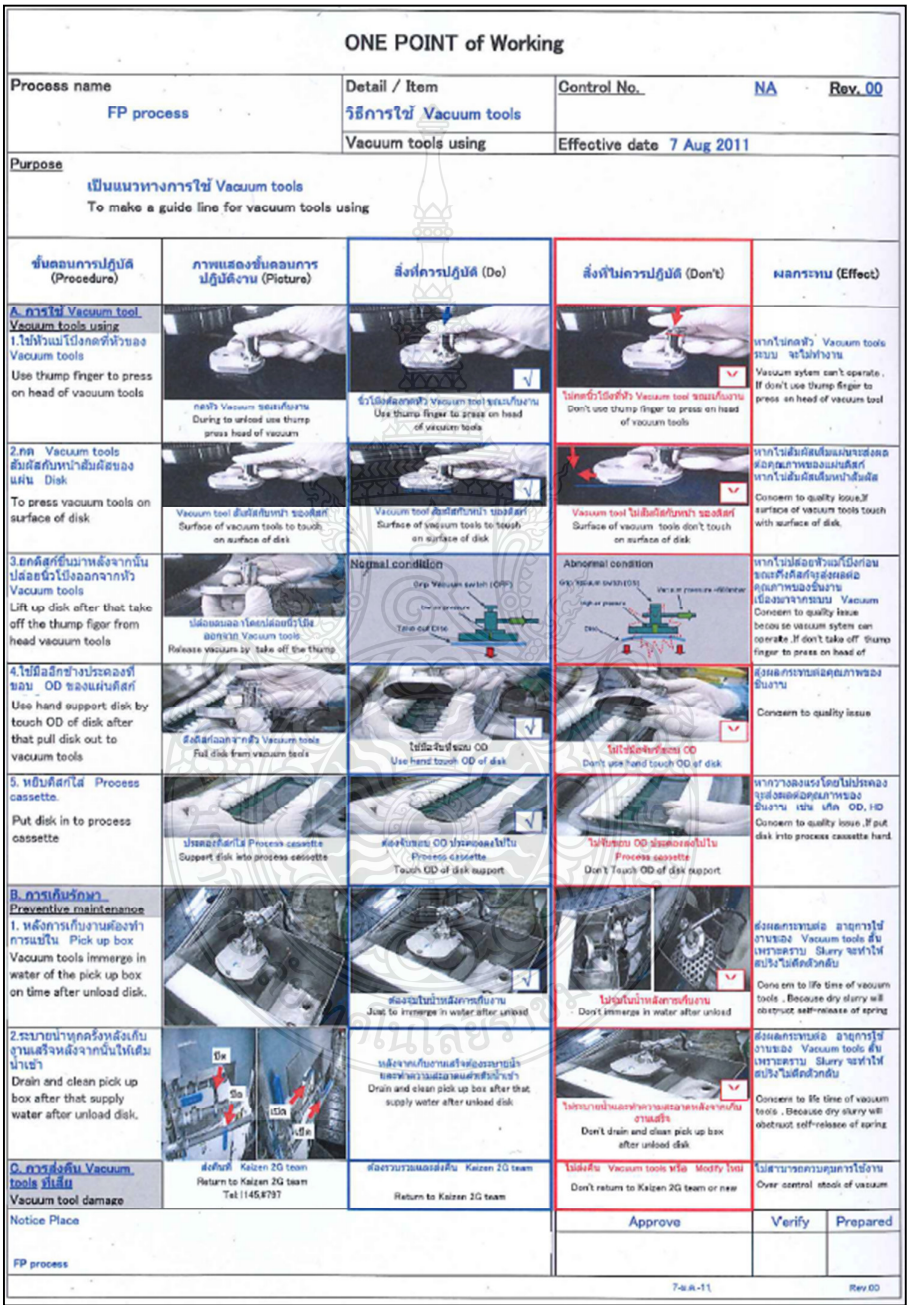

**ภาพที่ 4.39** อัตราคุณภาพก่อนและหลังการปรับปรุง

จากภาพพบว่าค่าเฉลี่ยอัตราคุณภาพก่อนและหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 69.03 เป็น ร้อยละ 87.36

## 4.9 จัดตั้งการควบคุมและขั้นตอนการเผยแพร่ในการเพิ่มอัตราคุณภาพ

ในส่วนนี้เพื่อให้อัตราคุณภาพยังคงเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ทีมงานวิจัยจึงได้ออกแบบมาตรฐานการควบคุมคุณภาพดังนี้

4.9.1 มาตรฐานการใช้อุปกรณ์หยิบชิ้นงาน



ONE POINT of Working

| Process name: FP process | Detail / Item: วิธีการใช้ Vacuum tools / Vacuum tools using | Control No. NA Rev. 00 / Effective date 7 Aug 2011 |
|---|---|---|

Purpose: เป็นแนวทางการใช้ Vacuum tools — To make a guide line for vacuum tools using

| ขั้นตอนการปฏิบัติ (Procedure) | ภาพแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Picture) | สิ่งที่ควรปฏิบัติ (Do) | สิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติ (Don't) | ผลกระทบ (Effect) |
|---|---|---|---|---|
| A. การใช้ Vacuum tool Vacuum tools using<br>1.ใช้หัวแม่โป้งกดที่หัวของ Vacuum tools<br>Use thump finger to press on head of vacuum tools | During to unload use thump press head of vacuum | Use thump finger to press on head of vacuum tools | Don't use thump finger to press on head of vacuum tools | หากไม่กดหัว Vacuum tools ระบบ จะไม่ทำงาน<br>Vacuum sytem can't operate . If don't use thump finger to press on head of vacuum tool |
| 2.กด Vacuum tools สัมผัสกับหน้าสัมผัสของแผ่น Disk<br>To press vacuum tools on surface of disk | Surface of vacuum tools to touch on surface of disk | Surface of vacuum tools to touch on surface of disk | Surface of vacuum tools don't touch on surface of disk | หากไม่สัมผัสสัมผัสแผ่นจะส่งผลต่อคุณภาพของแผ่นดิสก์<br>Concern to quality issue.If surface of vacuum tools touch with surface of disk. |
| 3.ยกดิสก์ขึ้นมาหลังจากนั้นปล่อยนิ้วโป้งออกจากหัว Vacuum tools<br>Lift up disk after that take off the thump figor from head vacuum tools | Release vacuum by take off the thump | Normal condition | Abnormal condition | หากไม่ปล่อยหัวแม่โป้งก่อนจะเกิดดิสก์จะส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน เนื่องมาจากระบบ Vacuum<br>Concern to quality issue becou se vacuum system can operate .If don't take off thump finger to press on head of |
| 4.ใช้มืออีกข้างประคองที่ขอบ OD ของแผ่นดิสก์<br>Use hand support disk by touch OD of disk after that pull disk out to vacuum tools | Pull disk from vacuum tools | Use hand touch OD of disk | Don't use hand touch OD of disk | ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของชิ้นงาน<br>Concern to quality issue |
| 5. หยิบดิสก์ใส่ Process cassette.<br>Put disk in to process cassette | Support disk into process cassette | Touch OD of disk support | Don't Touch OD of disk support | หากวางลงแรงโดยไม่ประคองจะส่งผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน เช่น เกิด OD, HD<br>Concern to quality issue .If put disk into process cassette hard |
| B. การเก็บรักษา Preventive maintenance<br>1. หลังการเก็บงานต้องทำการแช่ใน Pick up box<br>Vacuum tools immerge in water of the pick up box on time after unload disk. | | Just to immerge in water after unload | Don't immerge in water after unload | ส่งผลกระทบต่อ อายุการใช้งานของ Vacuum tools สั้น เพราะคราบ Slurry จะทำให้สปริงไม่ดีดตัวกลับ<br>Concern to life time of vacuum tools . Because dry slurry will obstruct self-release of spring |
| 2.ระบายน้ำทุกครั้งหลังเก็บงานเสร็จหลังจากนั้นให้เติมน้ำเข้า<br>Drain and clean pick up box after that supply water after unload disk. | | Drain and clean pick up box after that supply water after unload disk | Don't drain and clean pick up box after unload disk | ส่งผลกระทบต่อ อายุการใช้งานของ Vacuum tools สั้น เพราะคราบ Slurry จะทำให้สปริงไม่ดีดตัวกลับ<br>Concern to life time of vacuum tools . Because dry slurry will obstruct self-release of spring |
| C. การส่งคืน Vacuum tools ที่เสีย<br>Vacuum tool damage | Return to Kaizen 2G team<br>Tel 1145,8797 | Return to Kaizen 2G team | Don't return to Kaizen 2G team or new | ไม่สามารถควบคุมการใช้งาน<br>Over control stock of vacuum |

| Notice Place | Approve | Verify | Prepared |
|---|---|---|---|
| FP process | | | |

7-ก.ค.-11 Rev.00

**ภาพที่ 4.40** มาตรฐานการใช้อุปกรณ์เก็บชิ้นงาน

4.9.2 มาตรฐานการใช้อุปกรณ์การปรับตั้งเตรียมชิ้นงานเข้าเครื่อง

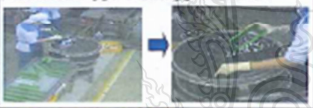
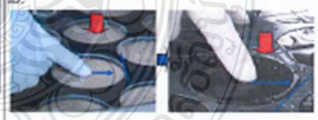
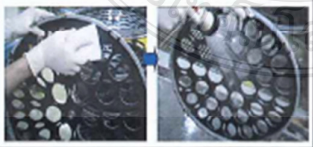
**ONE POINT of Working**

| Process name | Detail / Item | Control No. NA | Rev. 00 |
|---|---|---|---|
| MP Process | วิธีการใช้งานและการควบคุมการใช้ MELODIC jig ในกระบวนการ MP<br>Using and control method for MELODIC jig of MP process | Effective date 8 October' 10 | |

**Purpose**

เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานและควบคุมการใช้ MELODIC jig ในกระบวนการ MP
To make a guide line for the using and control method for MELODIC jig of MP process

วิธีการใช้งานและควบคุมการใช้ MELODICJig Using and control method for MELODIC jig of MP process

| รายการการปฏิบัติ Working Item | ขั้นตอนการปฏิบัติ Procedure | การแก้ไขหากไม่เป็นไปตามข้อกำหนด Action item if non-conformity | จุดที่ต้องตรวจสอบ Checking Point | ความถี่ Frequency |
|---|---|---|---|---|
| การปรับระดับน้ำที่ถาดรอง MELODIC Jig ก่อนการปฏิบัติงาน Waterlevel adjustmentin the tray of MELODIC jig | 1.เติมน้ำที่ถาดรอง MELODIC Jig ทุกจุดให้อยู่ในระดับที่ท่วม Bottom Sheetเล็กน้อย Adjust waterlevel of MELODIC jig to reach the top surface of Bottom sheet<br> | ปรับสกรูด้านที่ถาดขึ้นเพื่อให้น้ำได้ระดับ Adjust screw hieght till stabilizewater level<br> | น้ำต้องท่วมผิวบนของ Bottom Sheet พอดี ๆ Water level need to be the same level with top surface of Bottom sheet | 1 ครั้ง/กะ 1 time /shift |
| การโหลดงานใส่ MELODICJig Loading disk into MELODIC Jig | 1.Off line แยกงานออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน แล้วกระจายงาน Off lineperson to devide disk to 2<br> <br>2. ทำการโหลดงาน โดยเริ่มจาก Jig ที่ 3=>2=>1 Load disk into jig start from jig no. 3=>2=>1<br>  | 1. หากมีการโหลดงานซ้อนกันให้ลง Drop สำหรับงาน 2 แผ่นนั้นทันที If mis to load double disk in the same hole need to drop that 2 pcs. immediately<br>2. หากระดับน้ำในถาดไม่ได้ระดับทำการปรับระดับของถาดให้สมดุล หรือถ้าน้ำไม่ท่วมบนงาน ให้ทำการเติมให้ถึงผิวบนของ Bottom sheet If water level not balance need to adjust tray level or if water not enough need to fill more till reach the top surface bottom sheet<br>3.หากมีปัญหาเกี่ยวกับ MELODIC Jig ขณะปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหาให้ อ้างอิงตาม One pointการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าสำหรับการใช้ MELODIC Jig Rev.00 If found some problem during using MELODIC jig please refer trouble shooting prodecure in MELODIC jig Rev.00 | ตรวจสอบจุด Start –Stop บน MELODIC jig ทุกครั้งก่อนโหลด และตรวจสอบรู ID ของชิ้นงานที่โหลดแล้ว ทุกครั้งขณะโหลดเพื่อป้องกันการโหลดงานซ้อน Must be checked Start–Stop point on MELODIC jigbefore start loading and also concentrate to avoid double loading in the same hol. easy to to see if focus at disk's ID | ตรวจสอบทุกรูของ MELODIC jig เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีงานอยู่ในรูก่อนจะโหลดงานแต่ละแผ่น Every hole of MELODIC jig need to confirm no disk inside befor start loading |
| การโหลดงานเข้าเครื่อง MP Load disk in to machine. | 1.หยิบ MELODIC Jig ที่รับผิดชอบของแต่ละคนเพื่อเตรียมโหลด Each operator pick up their own MELODIC jig<br>2. นำ MELODIC Jig ไป Set กับ Carrier เพื่อเตรียมโหลด Setting MELODIC jig on each carrier<br>3. ทำการโหลดงานลงรู Carrier Loading disk into carrier hole.<br> | 1. การหยิบ PEGASUS Loading Jig ต้องหยิบให้ตรงกับส่วนที่ตนเองรับผิดชอบห้ามหยิบสลับเนื่องจากจะเกิดการ Mixของ Each operator must pick up th correct MELODIC jig belong to themselves if swap with other person it will cause sample mixing.<br>2. หากงานบริเวณระหว่าง upper และ lower sheet ของ MELODIC Jig ให้ทำการใช้นิ้วชี้และที่ ID แล้วเลื่อนให้ลงรู Carrier If facing some disk run between upper & lower sheet can use the index finger to pull back to carrier hole with soft touch<br>3. เมื่อโหลดงานแล้วถ้างานเกย Carrier ให้ทำการใช้นิ้วชี้บริเวณที่ ID เพื่อนให้ลงรู Carrier If facing disk overlap on carriercan use the index finger to pull back to carrier hole with soft touch at disk's ID.<br>  | ก่อนหยิบ MELODIC jig ทุกครั้งต้องตรวจสอบตำแหน่งของ Aligment pin กับ Carrier เพื่อป้องกันการโหลดผิดตำแหน่ง Need to confirm the correct position of alighment pin and carrier hole before start MELODIC jig rootation to avoid mis–alignment. | ทุกครั้งที่โหลด Every Loading |
| การล้างทำความสะอาด MELODIC Jig หลังการโหลด Cleaning of MELODIC Jig after finish loading | 1.ทำความสะอาด MELODIC Jig ด้วย Sponge หลังจากนั้นล้างด้วย Spray To clean MELODIC jig with spenge and rinsing by water spray<br>  | ไม่อนุญาตให้ทำความสะอาด MELODIC jig โดยการใช้แปรงขัดเพราะจะทำให้ pad ของ MELODIC jig เป็นขุยได้Not allow to clean MELODIC jig by brush because it can damage pad surface of MELODIC jig<br> | หลังการโหลดงานทุกครั้งพนักงานต้องล้างทำความสะอาด After finish loading need to clean MELODIC jig every lot | 1 ครั้ง/ล็อต 1 time /lot |
| อายุการใช้งานของ MELODIC jig Life time MELODIC jig | ให้ทำการเบิก MELODIC jig จากห้อง material ทุก ๆ เดือน Withdrawn the new MELODIC jig from material room every month | ต้องทำการบันทึกวันที่เบิกและวันหมดอายุ Need to record withdrawn date & expire date | | 1 ครั้ง / เดือน Once a month |

| Notice Place | Approve | Verify | Prepared |
|---|---|---|---|
| MP (LP1) | | | |

22 Sep '10 Rev.00

**ภาพที่ 4.41** มาตรฐานการใช้อุปกรณ์ปรับตั้งเตรียมงานเข้าเครื่อง

4.10.3 การนำหลักการบำรุงรักษาทวีผลมาใช้ในสายการผลิต

เครื่องจักรและพนักงานเป็นปัจจัยสำคัญของกระบวนการผลิตที่สามารถควบคุมได้ง่ายหากว่าวัตถุดิบ ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่ยากแก่การควบคุม การรักษาเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและอายุการใช้งานที่ยาวนาน สำหรับการบำรุงรักษาเครื่องจักร หลักการรักษาทวีผลประกอบด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

1) การเพิ่มประสิทธิผลของเครื่องจักร โดยการขจัดความสูญเสีย 6 ประการ คือ

1. การหยุดของเครื่องจักรเพื่อปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักรใหม่
2. การหยุดของเครื่องจักร เนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง
3. เครื่องจักรเสียความเร็ว (Speed) หรืออัตราเร่งในการผลิต
4. การหยุดเล็กๆ น้อยๆ ของเครื่องจักร เพื่อซ่อมแซมหรือตรวจซ่อม
5. การผลิตของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต
6. การสูญเสียวัตถุดิบตอนเริ่มทำการผลิต (Start Up)

2) การให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมบำรุงรักษาเรื่องจักร เช่น การทำความสะอาดการทำกิจ

3) กรรมกลุ่ม การบำรุงรักษาเครื่องจักรและการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรให้สูงขึ้น

4) การจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยการจัดทำตารางการซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องจักร

5) การพัฒนาความรู้ ทักษะของพนักงาน เรื่องการดูแลรักษาเครื่องจักร รวมทั้งปลูกจิตสำนึกในการบำรุงรักษาเครื่องจักร

6) การสร้างระบบการป้องกัน การบำรุงรักษาเครื่องจักร จะเน้นหนักในขั้นตอนการออกแบบ เพื่อให้ใช้ได้งานได้โดยไม่จำเป็นต้องบำรุงรักษา (Maintenance Free) โดยอาศัยข้อมูลการใช้งานของเครื่องจักรต่างๆ

**ภาพที่ 4.42** ตัวอย่างกระดานการจัดกิจกรรมบำรุงรักษาแบบทวีผล

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลองการอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดฟ์ ของโรงงานตัวอย่างเพื่อเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพในการทำงาน เนื่องจากว่าความต้องการของลูกค้ามีสูงในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 เป็นต้นมา ทำให้โรงงานตัวอย่างไม่สามารถที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้จากการศึกษาเบื้องต้นของทีมงานวิจัยพบว่ากระบวนการผลิตนั้นยังมีกำลังการผลิตของกระบวนการขัดพบว่าเพียงพอทีจะสามารถตอบสนองกับความต้องการของลูกค้าจาก 4,000,000 ชิ้น/เดือน เป็น 6,000,000 ชิ้น/เดือน จึงได้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยเทคนิควิศวกรรมวิธีการ สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

5.1.1 การเลือกงานที่ต้องการศึกษา

ทีมงานวิจัยได้ทำการระดมสมองเพื่อระบุปัญหาของกำลังการผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้าตามแนวทางของวิศวกรรมวิธีการ โดยการพิจารณาจากความรุนแรงของปัญหา ความถี่ที่เกิด ความเป็นไปได้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งสุดท้ายทางทีมงานได้คัดเลือกปัญหาที่ทำให้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ คือ การเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพการทำงาน

5.1.2 การบันทึกกระบวนการ

เป็นการกำหนดหาสาเหตุของปัญหาจากการวิเคราะห์พบว่าปัญหาที่เป็นจุดคอขวดของโรงงานคือ กระบวนการขัดมีกำลังการผลิตเพียง 4,000,000 ชิ้น/เดือน แต่ลูกค้าต้องการ 6,000,000 ชิ้น หากต้องการที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ต้องทำการปรับปรุงเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจาก 15.68 นาที/รุ่น การผลิต ให้เหลือแค่ 3.41 นาที/รุ่นการผลิต

5.1.3 การวิเคราะห์กระบวนการ

ได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดโดยใช้หลักการกลยุทธ์การผลิตความคิดและหลักการปรับตั้งเครื่องจักรแบบรวดเร็ว โดยส่วนใหญ่พบว่ายังมีความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยเฉพาะช่วงเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร ซึ่งกิจกรรมภายในที่ใช้เวลามากเกินไป

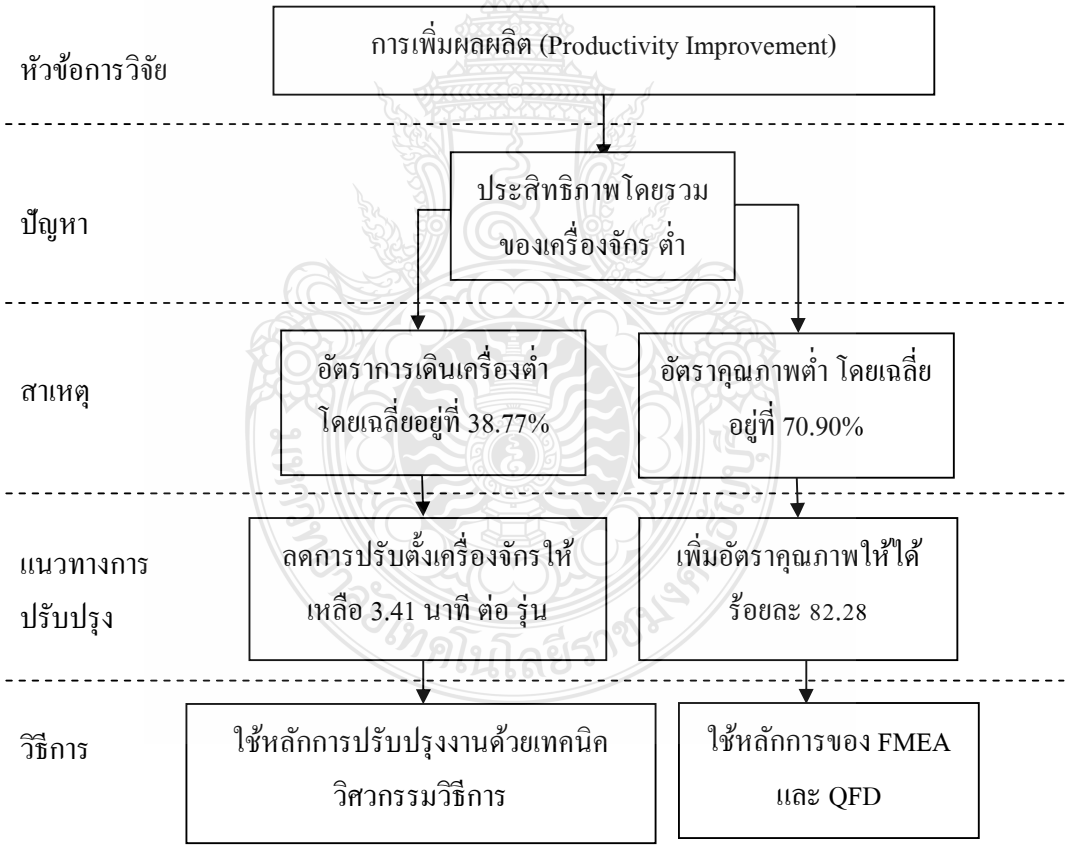
5.1.4 การปรับปรุงกระบวนการ

ได้นำปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรมาทำการปรับปรุง โดยการจัดระบบการบริหารงานของพนักงานและเครื่องจักรใหม่ ปรับวางพื้นที่การทำงานใหม่ ออกแบบอุปกรณ์ช่วยใน

การผลิตเพื่อลดเวลาการทำงานลง หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบผลการปรับปรุงต่างๆ ว่าแต่ละหัวข้อส่งผลต่อคุณภาพหรือไม่ เพื่อหาค่าปัจจัยที่เหมาะสมในการปรับปรุงจากการปรับปรุงพบว่า สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรจาก 15.68 นาที/รุ่น การผลิต เหลือเพียง 3.41 นาที/รุ่น การผลิต ทำให้ยอดการผลิตเพิ่มจาก 4,000,000 ชิ้น/เดือน เป็น 6,000,000 ชิ้น/เดือน

5.1.5 การควบคุมและการติดตามผล

เพื่อให้การปรับปรุงประสบผลสำเร็จและเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ทีมงานวิจัยได้จัดตั้งมาตรฐานการทำงานและจัดให้มีการฝึกอบรมพนักงานระดับหัวหน้างานเกี่ยวกับการสอนงานในอุตสาหกรรมเพื่อให้พนักงานเข้าใจถึงหัวใจของการปรับปรุง มีการติดตามผลหรือควบคุมโดยผลักดันให้อยู่ในระบบเคพีไอของแต่ละแผนกเพื่อให้ได้ตามที่นโยบายบริษัทกำหนด สามารถสรุปผลการดำเนินงานวิจัยได้ดังตารางที่ 5.1




**ภาพที่ 5.1** สรุปแนวทางการดำเนินงานวิจัย (การปรับปรุงสายการผลิตกรณีศึกษา)

สำหรับข้อมูลจากการปรับปรุง จะอธิบายเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1) สำหรับการตรวจสอบคุณภาพความสะอาดของผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุง จะใช้วิธีการวิเคราะห์จำนวนอนุภาคบนผิวชิ้นงาน (Optical Surface Analysis) ซึ่งจะเริ่มจากการตรวจสอบชิ้นงานที่เสียหาย (Defect) ด้วยการ Visual Inspection แล้วนำชิ้นงานไปวัดค่า Particle Count ด้วยเครื่อง Inspection วิเคราะห์ขนาดอนุภาคที่อยู่บนผิวชิ้นงานที่กำหนดไว้ตั้งแต่ Bin 1 – Bin 5 โดยค่า Particle Count เฉลี่ยที่ยอมรับคือต้องไม่เกิน 80 อนุภาคต่อชิ้น

2) เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับเปลี่ยนกระบวนการที่ใช้สารเคมีในการทำความสะอาดชิ้นงาน เพราะฉะนั้นจึงต้องทำการ วิเคราะห์ความสะอาดทางเคมี ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM-EDX) เพื่อวิเคราะห์ว่าอนุภาคที่ติดอยู่บนผิวชิ้นงานนั้นเป็นธาตุชนิดใด โดยกำหนดชนิดของธาตุที่ยอมรับ คือ C, O, Ce และ Ca ส่วนธาตุชนิดอื่นนอกเหนือจากนี้จะถูกปฏิเสธ นอกจากนี้ได้มีการสรุปผลการวิจัย (ผลลัพธ์ตัวชี้วัดการวิจัย) ดังแสดงได้ไว้ตารางที่ 5.1

**ตารางที่ 5.1** สรุปผลการวิจัย (ผลลัพธ์ตัวชี้วัดการวิจัย)

| ตัวชี้วัดการวิจัย | ก่อน ปรับปรุง | เป้าหมายการวิจัย (Target Value) | หลัง ปรับปรุง | เพิ่มขึ้น | บ่งชี้ว่า |
|---|---|---|---|---|---|
| ผลผลิตที่ได้ (ชิ้นต่อกะ) | 12960 | $\geq$ 21,000 | 21,505 | 3720 ชิ้น | บรรลุเป้าหมาย |
| เวลาการปรับตั้งเครื่องจักร (นาที ต่อ รุ่น) | 15.68 | $\leq$ 3.41 | 3.16 | ลดลง 12.52 นาที | บรรลุเป้าหมาย |
| อัตราคุณภาพ | 69.03 | $\geq$ ร้อยละ 82.28 | 87.36 | 18.32 | บรรลุเป้าหมาย |

## 5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยนี้สามารถปรับปรุงสายการผลิตกรณีศึกษาได้อย่างเหมาะสมทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น ดังตารางที่ 5.2

**ตารางที่ 5.2** ผลการปรับปรุงกระบวนการสายการผลิตกรณีศึกษา

| หัวข้อ | ก่อนการปรับปรุง | หลังการปรับปรุง | หน่วย |
|---|---|---|---|
| จำนวนสถานีงาน | 37 | 10 | สถานี |
| จำนวนพนักงาน | 12 | 8 | คน |

การวิเคราะห์ความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ ค่าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

1) ราคาชิ้นงาน 90.75 บาทต่อชิ้น

ค่าดำเนินการปรับปรุง 2,500,000 บาท

$$\text{การวิเคราะห์การคุ้ม ทุนทางเศรษฐศาสตร์} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{รายได้ที่เพิ่มขึ้น}}$$

2) รายได้ก่อนการปรับปรุง =17280 X 90.75 =1,568,160 บาท

3) รายได้หลังการปรับปรุง =21,000 X 90.75 =1,905,750 บาท

ดังนั้น รายได้ที่เพิ่มขึ้นคือ 337,590 บาทต่อกะ

$$\text{การวิเคราะห์การคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์} = \frac{2,500,000}{337,590}$$

$$= 7.40 \text{ วัน}$$

**5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัติ**

ในการทำงานวิจัยนี้พบปัญหาและอุปสรรค ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยนี้ไปปฏิบัติ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคตได้ดังนี้

5.3.1 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานวิจัย

ปัญหาที่พบคือเกิดการต่อต้านจากพนักงานเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลง วัฒนธรรมการทำงานแบบเดิมไปมาก พนักงานไม่เข้าใจวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้วิจัยมีวิธีการแก้ไขดังนี้

1) ให้ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องของการปรับปรุงงาน จัดให้มีการอบรมเรื่องการสอนงานให้แก่พนักงาน เมื่ออบรมเสร็จแล้วให้พนักงานนำความรู้ที่ได้มาปรับปรุงกระบวนการของตนเองภายใต้คำแนะนำจากทีมงานวิจัย

2) จัดรูปแบบการบริหารงานจาก ล่างสู่บน พนักงานมีส่วนร่วมในการปรับปรุงโดยผลักดันผ่านกิจกรรมกลุ่มคุณภาพ (QCC Activity) และ กิจกรรมข้อเสนอแนะ (Kaizen Suggestions) เป็นต้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำงานวิจัยไปปฏิบัติ

1) ปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์และเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม เพื่อให้ง่ายต่อการผลิตและการใช้งาน

2) วิเคราะห์การทำงานเพื่อแบ่งประเภทขั้นตอนทั้งหมดในกระบวนการว่าจัดอยู่ในงานประเภทใดใน 5 ประเภท ได้แก่ การปฏิบัติงาน การขนย้าย การเก็บ การตรวจเช็ค การล่าช้า จากนั้นจึงศึกษาเฉพาะขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม เพื่อหาวิธีปรับปรุงหรือแก้ไข

3) ใช้หลักการ 5W 1 H คือการถามเพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิต คือ อะไร (What) ที่ไหน (When) เมื่อไหร่ (Where) ใคร (Who) ทำไม (Why) อย่างไร (How)

4) ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงงาน

1. การกำจัด (Eliminate) หมายถึง การพิจารณาการทำงานปัจจุบันและทำการกำจัดความสูญเปล่าทั้ง7 ที่พบในการผลิตออกไป คือการผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น และ ของเสีย

2. การรวมกัน (Combine) สามารถลดการทำงานที่ไม่จำเป็นลงได้ โดยการพิจารณาว่าสามารถรวมขั้นตอนการทำงานให้ลดลงได้หรือไม่ เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอนก็รวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลงจากเดิม การผลิตก็จะสามารถทำได้เร็วขึ้นและลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย เพราะถ้ามีการรวมขั้นตอนกัน การเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนก็ลดลง

3. การจัดใหม่ (Rearrange) คือ การจัดขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อให้ลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น หรือการรอคอย เช่น ในกระบวนการผลิต หากทำการสลับขั้นตอนที่ 2 กับ 3 โดยทำขั้นตอนที่ 3 ก่อน 2 จะทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่ลดลง เป็นต้น

4. การทำให้ง่าย (Simplify) หมายถึง การปรับปรุงการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยอาจจะออกแบบจิ๊ก (Jig) หรือ Fixture เข้าช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานสะดวกและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดของเสียลงได้ จึงเป็นการลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นและลดการทำงานที่ไม่จำเป็น

5) ลดเวลาการปรับตั้งของเครื่องจักรให้ใช้เวลาน้อยที่สุด

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

ในการศึกษาครั้งต่อไป ทำการลดเวลาช่วงของการหยิบงานออกจากเครื่องจักรเดิมใช้หลักการหยิบด้วยอุปกรณ์ หากมีการออกแบบอุปกรณ์การหยิบทีละ 36 ชิ้น ก็สามารถที่จะลดเวลาลงไปได้อีก ทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้นอีก

# รายการอ้างอิง


[1] Machine Shop Education, **การเพิ่มผลผลิต** (Online), 2010. Available: http://anupong.igetweb.com (3 August 2010).

[2] Manaus, **หน่วยที่ 13 พื้นฐานวิศวกรรมอุตสาหกรรม** (Online), 2007. Available: http://www.Safety-stou.com (1 August 2010).

[3] ธวัชชัย สุวรรณบุตรวิภา, **กลยุทธ์การจัดสมดุลสายการผลิตให้มีประสิทธิภาพ** (Online), 2009. Available: http://www.intelific.com (7 July 2010).

[4] พนารัตน์ แซ่เตี่ยว, **การใช้เทคนิค IE ในการปรับปรุงงาน** (Online), 2009. Available: http://www.thaifactory.com (1 August 2010).

[5] เกียรติขจร โฆมานะสิน, **ระบบการผลิตแบบลีน – การจัดการกระบวนการที่เป็นเลิศ** (Online), 2007. Available: http://www.thaieei.com (1 August 2010).

[6] ผกอบกิจ อิสรชีววัฒน์และคณะ, **การจัดการการผลิตและปฏิบัติการ**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เพียร์สัน เอ็ดดูเคชั่น อินโดไชน่า จำกัด, 2551. หน้า 15.

[7] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, **การศึกษางานอุตสาหกรรม Work Study**. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), 2550. หน้า 2.

[8] อดิศักดิ์ แป๊ะพุฒ และสุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน, "การเพิ่มผลิตภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์," **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ**, 21-22 ตุลาคม 2552, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 27. หน้า 244-251.

[9] ยุพาพร เนตรโสภา, "การปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนกันสะเทือนภายในรถยนต์," **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ**, 21-22 ตุลาคม 2552, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 27, หน้า 196-201.

[10] คมสัน จิระภัทรศิลป, **การศึกษางานอุตสาหกรรม**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2552. หน้า 27.

[11] ธันวา วรรณโกมล, **การปรับปรุงกระบวนการด้วยแผนผังสายธารแห่งคุณค่า**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ฝึกอบรมนวัตกรรมอินเทลิฟิค (Intelific Innovation Center), 2552.

[12] พิทธพนธ์ พิทักษ์ และองุ่น สังขพงศ์, "การเพิ่มประสิทธิภาพในโรงงานล้างขวด," **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ**, 24-26 ตุลาคม 2550, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2550.

[13] จรัสพงศ์ รักการ, **การประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่าในการปรับปรุงคุณภาพการเคลือบสีสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์**, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2543.

[14] ธีรวัฒน์ สมศิริกาญจนคุณ และมัณฑนา อัจฉะริยะ, "การปรับปรุงกระบวนการผลิตยางท่อเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต," **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ**, 21-22 ตุลาคม 2552, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 27, หน้า 202-207.

[15] อิงอร เทศประสิทธิ์, "การปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนโคมเพดานแก้ว," **การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**, 3-5 กุมภาพันธุ์ 2553, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ, ครั้งที่ 48, หน้า 60-67.

[16] เธียร เจิมประยงค์, **การลดชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิตในการผลิตชิ้นส่วนของรถตักดิน**, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2549.

[17] ปารเมศ ชุติมา และพันรวี ทรัพย์อุดม, "การจัดสมดุลสายการประกอบแบบสองด้านในโรงงานประกอบรถยนต์," **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ**, 21-22 ตุลาคม 2552, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 27, หน้า 141-146.

[18] จงรักษ์ สมใจ, ณรงค์ฤทธิ์ สนใจธรรม และพิเชฐ พุ่มเกษร, "การเพิ่มผลผลิตในสายการประกอบด้วยการจัดสมดุลสายการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตพาเลทไม้ยางพารา," **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ**, 21-22 ตุลาคม 2552, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 27, หน้า 512-516.

[19] ศรัณยู สัจจโภชน์, สงกรานต์ บางศรัณย์ทิพย์ และวันชัย แหลมหลักสกุล, "การเพิ่มผลผลิตด้วยเทคนิคและวิธีการทางวิศวกรรมอุตสาหการในโรงงานผลิตเบาะรถตู้: กรณีศึกษาห้างหุ้นส่วนจำกัดพิพัฒนพงศ์การช่าง," **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ**, 21-22 ตุลาคม 2552, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 27, หน้า 501-506.

[20] ศยามล ประสาทเขตวิทย์, อรจิรา ธีราวัฒน์ และรุ่งฉัตร ชมพูอินไหว, “การปรับปรุงกระบวนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในบริษัทผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟโดยใช้เทคนิคการศึกษางาน,” **การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ**, 21-22 ตุลาคม 2552, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 27, หน้า 396-401.

[21] Yusoff, S. Rohani, J. Hamid, W. and Ramly, E., “A Plastic Injection Molding Process Characterisation Using Experimental Design Technique ; A Case Study,” **Jurnal Teknologi**, 41(A) Dis, 2007, pp. 26–42.

[22] Benjafar and Gupta., “Productivity Improvement Through Line Balancing In Apparel Industries,” **Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management,** January 9 – 10 2010, Dhaka Bangladesh, 2010. pp. 1120 – 1130.

[23] Inwai, C. R. and Moolla, P., “Application of Cleaner Technology Concepts in the Arm Coil Assembly Process of Hard Disk Drive Manufacturing,” **Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientist 2010 Vol III**, 17 – 19 March 2010, Hong Kong, pp. 978 – 984.

[24] Johtela et al, “Balancing Assembly Line With Skilled And Unskilled Workers**”**, **OMEGA The international Journal of Management Science-Science Direct**, 36, 2008, pp. 1126 – 1132.

[25] Harrell, C. and Gladwin, B., “Abstract of “Productivity Improvement in Appliance Manufacturing,” **Proceedings of the 2007 (Electronic) Winter Simulation Conference IEEE,** 2007. pp. 1610-1614.

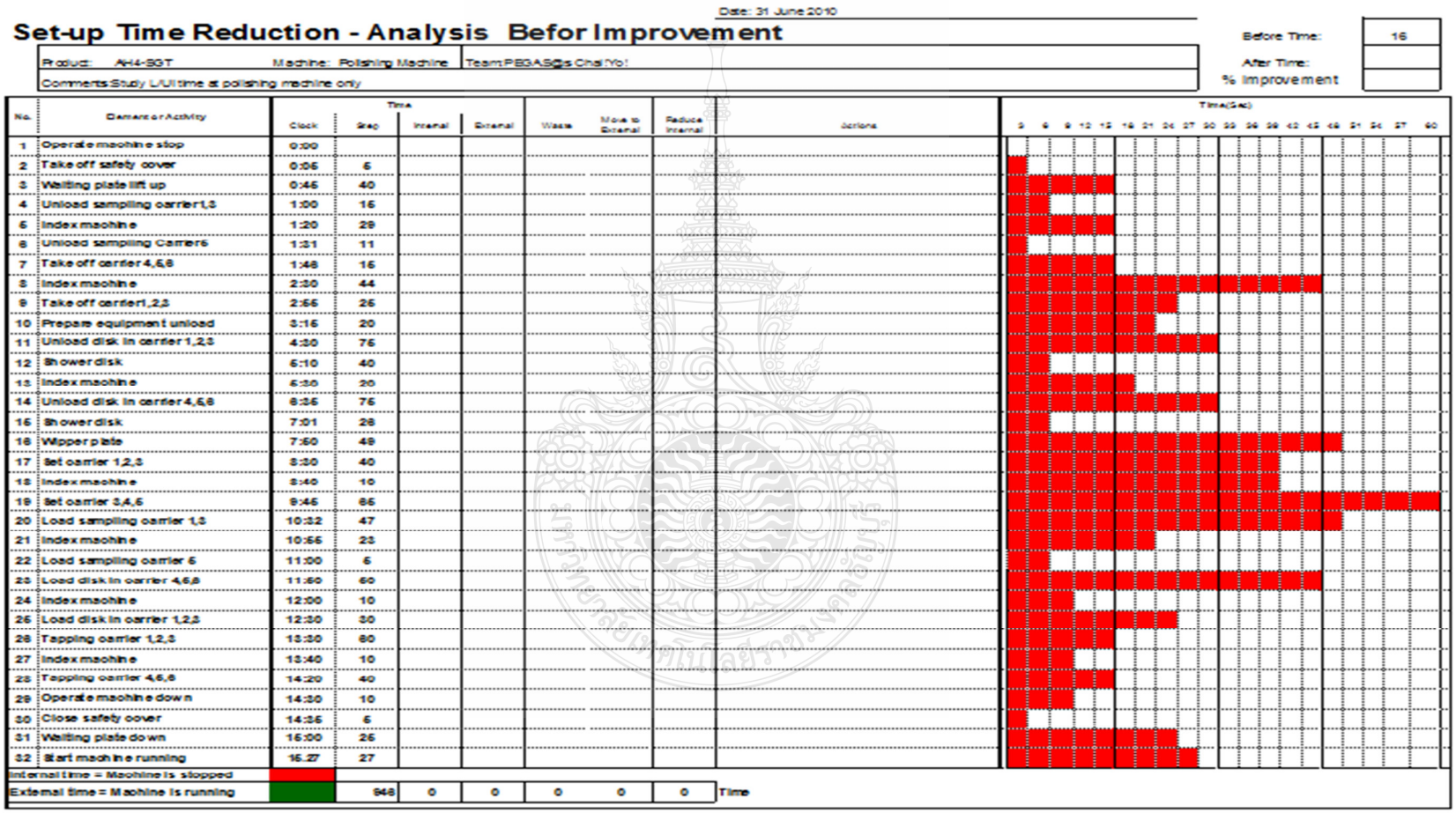
[26] Thoews, S. E. Maness T. C. and Ristea, C., **“**Using Flow Simulation as A Decision Tool For Improvements In Sawmill Productivity,” **Maderas. Ciencia y tecnología**, Universidad del Bío, 2008. pp. 229-242.

# ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก.**

ข้อมูลที่ใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์

**ตารางที่ ก.1** ข้อมูลที่ใช้สำหรับการปรับตั้งเครื่องจักรก่อนการปรับปรุง



Date: 31 June 2010

## Set-up Time Reduction - Analysis Befor Improvement

Before Time: 16
After Time:
% Improvement

Product: AH4-SGT Machine: Polishing Machine Team:PEGASUS Chai Yo!
Comments:Study L/UI time at polishing machine only

| No. | Element or Activity | Time: Clock | Time: Step | Internal | External | Waste | Move to External | Reduce Internal | Actions |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Operate machine stop | 0:00 | | | | | | | |
| 2 | Take off safety cover | 0:05 | 5 | | | | | | |
| 3 | Waiting plate lift up | 0:45 | 40 | | | | | | |
| 4 | Unload sampling carrier1,3 | 1:00 | 15 | | | | | | |
| 5 | Index machine | 1:20 | 20 | | | | | | |
| 6 | Unload sampling Carrier5 | 1:31 | 11 | | | | | | |
| 7 | Take off carrier 4,6,8 | 1:48 | 16 | | | | | | |
| 8 | Index machine | 2:30 | 44 | | | | | | |
| 9 | Take off carrier1,2,3 | 2:55 | 25 | | | | | | |
| 10 | Prepare equipment unload | 3:15 | 20 | | | | | | |
| 11 | Unload disk in carrier 1,2,3 | 4:30 | 75 | | | | | | |
| 12 | Shower disk | 5:10 | 40 | | | | | | |
| 13 | Index machine | 5:30 | 20 | | | | | | |
| 14 | Unload disk in carrier 4,6,8 | 6:35 | 75 | | | | | | |
| 15 | Shower disk | 7:01 | 26 | | | | | | |
| 16 | Wipper plate | 7:50 | 49 | | | | | | |
| 17 | Set carrier 1,2,3 | 8:30 | 40 | | | | | | |
| 18 | Index machine | 8:40 | 10 | | | | | | |
| 19 | Set carrier 3,4,5 | 9:45 | 65 | | | | | | |
| 20 | Load sampling carrier 1,3 | 10:32 | 47 | | | | | | |
| 21 | Index machine | 10:55 | 23 | | | | | | |
| 22 | Load sampling carrier 5 | 11:00 | 5 | | | | | | |
| 23 | Load disk in carrier 4,6,8 | 11:60 | 60 | | | | | | |
| 24 | Index machine | 12:00 | 10 | | | | | | |
| 25 | Load disk in carrier 1,2,3 | 12:30 | 30 | | | | | | |
| 26 | Tapping carrier 1,2,3 | 13:30 | 60 | | | | | | |
| 27 | Index machine | 13:40 | 10 | | | | | | |
| 28 | Tapping carrier 4,6,8 | 14:20 | 40 | | | | | | |
| 29 | Operate machine down | 14:30 | 10 | | | | | | |
| 30 | Close safety cover | 14:35 | 5 | | | | | | |
| 31 | Waiting plate down | 15:00 | 25 | | | | | | |
| 32 | Start machine running | 16.27 | 27 | | | | | | |
| Internal time = Machine is stopped | | | | | | | | | |
| External time = Machine is running | | | 948 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Time |

Time(Sec)

**ตารางที่ ก.2** ข้อมูลที่ใช้สำหรับการปรับตั้งเครื่องจักรหลังการปรับปรุง

Date: 31 June 2010

## Set-up Time Reduction - Analysis After Improvement

| | |
|---|---|
| Before Time: | 15 |
| After Time: | 4 |
| % Improvement | 73.33% |

Product: AH4-SGT Machine: Polishing Machine Team:PEGASUS Chai Yo!

Comments:Study L/Ul time at polishing machine only

| No. | Element or Activity | Time: Clock | Time: Step | Time: Internal | Time: External | Waste | Move to External | Reduce Internal | Actions | Time(Sec) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Operate machine stop | 0:00 | | | | | | | | |
| 2 | Take off safety cover | 0:06 | 6 | 3 | | | | 2 | Parallel job use operator 6 person | |
| 3 | Welding plate lift up | 0:45 | 40 | 15 | | | | 25 | Adjudge newmatic system | |
| 4 | Unload sampling carrier1,3 | 1:00 | 15 | 5 | | | | 11 | Parallel job use operator 6 person | |
| 5 | Index machine | 1:20 | 20 | | | 20 | | | Don't index | |
| 6 | Unload sampling Carrier5 | 1:31 | 11 | 2 | | | | 9 | Parallel job use operator 6 person | |
| 7 | Take off carrier 4,6,8 | 1:48 | 16 | | | | | 16 | Don't take off | |
| 8 | Index machine | 2:35 | 44 | | | | | | Don't index | |
| 9 | Take off carrier1,2,3 | 2:55 | 25 | | | 25 | | | Don't take off | |
| 10 | Prepare equipment unload | 3:15 | 20 | 20 | | | 20 | | Prepare during machine running | |
| 11 | Unload disk in carrier 1,2,3 | 4:20 | 75 | 30 | | | | 45 | Apply tool for unload use vacuum system | |
| 12 | Shower disk | 5:10 | 40 | 5 | | | | 35 | Apply spray shower tank | |
| 13 | Index machine | 5:30 | 20 | | | 20 | | | Don't index | |
| 14 | Unload disk in carrier 4,5,6 | 6:25 | 75 | 30 | | | | | Apply tool for unload use vacuum system | |
| 15 | Shower disk | 7:01 | 28 | 5 | | | | 21 | Apply spray shower tank | |
| 16 | Wipper plate | 7:50 | 49 | | | 49 | | | Don't wipper | |
| 17 | Set carrier 1,2,3 | 8:30 | 40 | | | 40 | | | Don't set carrier | |
| 18 | Index machine | 8:40 | 10 | | | 10 | | | Don't index | |
| 19 | Set carrier 3,4,5 | 9:45 | 65 | | | 65 | | | Don't set carrier | |
| 20 | Load sampling carrier 1,3 | 10:32 | 47 | | | | 47 | | Apply jig for loading | |
| 21 | Index machine | 10:55 | 23 | | | 23 | | | Don't index | |
| 22 | Load sampling carrier 5 | 11:00 | 5 | | | | 5 | | Apply jig for loading | |
| 23 | Load disk in carrier 4,6,8 | 11:50 | 50 | 5 | | | 45 | | Apply jig for loading | |
| 24 | Index machine | 12:00 | 10 | | | 10 | | | Don't index | |
| 25 | Load disk in carrier 1,2,3 | 12:30 | 30 | 5 | | | 25 | | Apply jig for loading | |
| 26 | Tapping carrier 1,2,3 | 13:30 | 60 | 15 | | | | 45 | Parallel job use operator 3 person | |
| 27 | Index machine | 13:40 | 10 | | | 10 | | | Don't index | |
| 28 | Tapping carrier 4,5,6 | 14:20 | 40 | 15 | | | | 25 | Parallel job use operator 3 person | |
| 29 | Operate machine down | 14:30 | 10 | 10 | | | | | | |
| 30 | Close safety cover | 14:35 | 5 | 2 | | | | 3 | Parallel job use operator 6 person | |
| 31 | Welding plate down | 15:00 | 25 | 25 | | | | 10 | Adjudge newmatic system | |
| 32 | Start machine running | 15.27 | 27 | 27 | | | | | | |
| Internal time = Machine is stopped | | | | | | | | | | |
| External time = Machine is running | | | 648 | 219 | 0 | 281 | 142 | 248 | Time | |

**ตารางที่ ก.3** ข้อมูลการวิเคราะห์วิธีการใช้อุปกรณ์เก็บชิ้นงาน

| Method | M/C | Pad Seq. | In | Out | Yield |
|---|---|---|---|---|---|
| Use by Hand | MP101 | 1CT009 | 204 | 149 | 73.04% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT010 | 197 | 129 | 65.48% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT011 | 202 | 140 | 69.31% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT012 | 202 | 169 | 83.66% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT013 | 205 | 133 | 64.88% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT014 | 200 | 150 | 75.00% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT015 | 206 | 162 | 78.64% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT016 | 196 | 149 | 76.02% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT017 | 191 | 146 | 76.44% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT018 | 199 | 143 | 71.86% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT019 | 201 | 175 | 87.06% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT020 | 200 | 156 | 78.00% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT021 | 204 | 144 | 70.59% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT022 | 202 | 171 | 84.65% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT023 | 193 | 138 | 71.50% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT024 | 204 | 181 | 88.73% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT025 | 200 | 137 | 68.50% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT026 | 199 | 160 | 80.40% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT027 | 197 | 154 | 78.17% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT028 | 201 | 149 | 74.13% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT029 | 200 | 159 | 79.50% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT030 | 186 | 148 | 79.57% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT031 | 189 | 134 | 70.90% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT032 | 207 | 156 | 75.36% |

ตารางที่ ก-3 ข้อมูลการวิเคราะห์วิธีการใช้อุปกรณ์เก็บชิ้นงาน (ต่อ)

| Method | M/C | Pad Seq. | In | Out | Yield |
|---|---|---|---|---|---|
| Use by Hand | MP101 | 1CT035 | 189 | 149 | 78.84% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT036 | 195 | 164 | 84.10% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT037 | 196 | 154 | 78.57% |
| Use by Hand | MP101 | 1CT038 | 198 | 121 | 61.11% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT039 | 196 | 154 | 78.57% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT040 | 200 | 165 | 82.50% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT041 | 203 | 175 | 86.21% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT042 | 189 | 150 | 79.37% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT043 | 192 | 162 | 84.38% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT044 | 199 | 165 | 82.91% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT045 | 201 | 167 | 83.08% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT046 | 205 | 174 | 84.88% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT047 | 203 | 161 | 79.31% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT048 | 203 | 174 | 85.71% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT049 | 201 | 174 | 86.57% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT050 | 195 | 156 | 80.00% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT051 | 202 | 174 | 86.14% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT052 | 201 | 157 | 78.11% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT053 | 196 | 155 | 79.08% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT054 | 202 | 154 | 76.24% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT055 | 186 | 156 | 83.87% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT056 | 182 | 157 | 86.26% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT057 | 192 | 154 | 80.21% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT058 | 205 | 190 | 92.68% |

ตารางที่ ก-3 ข้อมูลการวิเคราะห์วิธีการใช้อุปกรณ์เก็บชิ้นงาน (ต่อ)

| Method | M/C | Pad Seq. | In | Out | Yield |
|---|---|---|---|---|---|
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT061 | 198 | 153 | 77.27% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT062 | 204 | 166 | 81.37% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT063 | 179 | 142 | 79.33% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT064 | 187 | 146 | 78.07% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT065 | 208 | 178 | 85.58% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT066 | 203 | 171 | 84.24% |
| Use Vacuum Tools Model 1 | MP101 | 1CT067 | 194 | 165 | 85.05% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT068 | 202 | 169 | 83.66% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT069 | 206 | 162 | 78.64% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT070 | 196 | 149 | 76.02% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT071 | 191 | 146 | 76.44% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT072 | 201 | 175 | 87.06% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT073 | 200 | 156 | 78.00% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT074 | 202 | 171 | 84.65% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT075 | 204 | 181 | 88.73% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT076 | 199 | 160 | 80.40% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT077 | 197 | 154 | 78.17% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT078 | 200 | 159 | 79.50% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT079 | 186 | 148 | 79.57% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT080 | 207 | 156 | 75.36% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT081 | 201 | 164 | 81.59% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT082 | 189 | 149 | 78.84% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT083 | 195 | 164 | 84.10% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT084 | 196 | 154 | 78.57% |

ตารางที่ ก-3 ข้อมูลการวิเคราะห์วิธีการใช้อุปกรณ์เก็บชิ้นงาน (ต่อ)

| Method | M/C | Pad Seq. | In | Out | Yield |
|---|---|---|---|---|---|
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT078 | 200 | 159 | 79.50% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT079 | 186 | 148 | 79.57% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT080 | 207 | 156 | 75.36% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT081 | 201 | 164 | 81.59% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT082 | 189 | 149 | 78.84% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT083 | 195 | 164 | 84.10% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT084 | 196 | 154 | 78.57% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT085 | 200 | 165 | 82.50% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT086 | 203 | 175 | 86.21% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT087 | 189 | 150 | 79.37% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT088 | 192 | 162 | 84.38% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT089 | 199 | 165 | 82.91% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT090 | 201 | 167 | 83.08% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP101 | 1CT091 | 205 | 174 | 84.88% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP103 | 1CT092 | 203 | 161 | 79.31% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP103 | 1CT093 | 203 | 174 | 85.71% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP103 | 1CT094 | 201 | 174 | 86.57% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP103 | 1CT095 | 195 | 156 | 80.00% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP103 | 1CT096 | 202 | 174 | 86.14% |
| Use Vacuum Tools Model 2 | MP103 | 1CT097 | 201 | 157 | 78.11% |
| Hand | MP101 | 1CT009 | 204 | 149 | 73.04% |
| Hand | MP101 | 1CT010 | 197 | 129 | 65.48% |
| Hand | MP101 | 1CT011 | 202 | 140 | 69.31% |
| Hand | MP101 | 1CT012 | 202 | 169 | 83.66% |

ตารางที่ ก – 4 ข้อมูลการวิเคราะห์วิธีการใช้อุปกรณ์หยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง

| Method | M/C | Pad seq. | In | Out | Yield |
|---|---|---|---|---|---|
| Hand | MP101 | 1CT014 | 200 | 150 | 75.00% |
| Hand | MP101 | 1CT015 | 206 | 162 | 78.64% |
| Hand | MP101 | 1CT016 | 196 | 149 | 76.02% |
| Hand | MP101 | 1CT017 | 191 | 146 | 76.44% |
| Hand | MP101 | 1CT018 | 199 | 143 | 71.86% |
| Hand | MP101 | 1CT019 | 201 | 175 | 87.06% |
| Hand | MP101 | 1CT020 | 200 | 156 | 78.00% |
| Hand | MP101 | 1CT021 | 204 | 144 | 70.59% |
| Hand | MP101 | 1CT022 | 202 | 171 | 84.65% |
| Hand | MP101 | 1CT023 | 193 | 138 | 71.50% |
| Hand | MP101 | 1CT024 | 204 | 181 | 88.73% |
| Hand | MP101 | 1CT025 | 200 | 137 | 68.50% |
| Hand | MP101 | 1CT026 | 199 | 160 | 80.40% |
| Hand | MP101 | 1CT027 | 197 | 154 | 78.17% |
| Hand | MP101 | 1CT028 | 201 | 149 | 74.13% |
| Hand | MP101 | 1CT029 | 200 | 159 | 79.50% |
| Hand | MP101 | 1CT030 | 186 | 148 | 79.57% |
| Hand | MP101 | 1CT033 | 197 | 143 | 72.59% |
| Hand | MP101 | 1CT035 | 201 | 164 | 81.59% |
| Hand | MP101 | 1CT036 | 189 | 149 | 78.84% |
| Hand | MP101 | 1CT037 | 195 | 164 | 84.10% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT012 | 202 | 169 | 83.66% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT015 | 206 | 162 | 78.64% |

ตารางที่ ก – 4 ข้อมูลการวิเคราะห์วิธีการใช้อุปกรณ์หยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง (ต่อ)

| Method | M/C | Pad seq. | In | Out | Yield |
|---|---|---|---|---|---|
| Loading Jig | MP101 | 1CT019 | 201 | 175 | 87.06% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT020 | 200 | 156 | 78.00% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT022 | 202 | 171 | 84.65% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT024 | 204 | 181 | 88.73% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT026 | 199 | 160 | 80.40% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT027 | 197 | 154 | 78.17% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT029 | 200 | 159 | 79.50% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT030 | 186 | 148 | 79.57% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT032 | 207 | 156 | 75.36% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT035 | 201 | 164 | 81.59% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT036 | 189 | 149 | 78.84% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT037 | 195 | 164 | 84.10% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT038 | 196 | 154 | 78.57% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT039 | 200 | 165 | 82.50% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT041 | 203 | 175 | 86.21% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT042 | 189 | 150 | 79.37% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT044 | 192 | 162 | 84.38% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT045 | 199 | 165 | 82.91% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT046 | 201 | 167 | 83.08% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT047 | 205 | 174 | 84.88% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT051 | 197 | 167 | 84.77% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT053 | 200 | 173 | 86.50% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT056 | 199 | 152 | 76.38% |
| Loading Jig | MP101 | 1CT057 | 203 | 167 | 82.27% |

**ภาคผนวก ข**

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

ขอเรียนเชิญเข้าร่วมการสัมมนา
IE NETWORK CONFERENCE 2011
การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี 2554
20–21 ตุลาคม 2554
Industrial Development for Environmental Preservation
สาขาวิชาในการประชุม
กำหนดการสำคัญ
2 มิ.ย. – 22 มิ.ย. 54
3 ส.ค. 54
17 ส.ค. 54
24 ส.ค. 54
20 – 21 ต.ค. 54

การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554
(IE Network Conference 2011)
ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ซิตี้ จอมเทียน พัทยา ชลบุรี
20-21 ตุลาคม 2554

**แบบตอบรับบทความวิชาการ ในการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554**

26 สิงหาคม 2554

**ที่** IENET.WPE027/2554
**เรื่อง** ตอบรับบทความวิชาการ
**เรียน** คุณ ปรัชญากรณ์ ขันทอง

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิชาการ เรื่อง "การเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้เทคนิควิศวกรรมวิธีการกรณีศึกษา : อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ" เข้าร่วมการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554 (IE Network 2011) ระหว่างวันที่ 20-21 ตุลาคม 2554 ณ โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี้ จอมเทียน พัทยา จังหวัดชลบุรี

ในการนี้ คณะกรรมการดำเนินการ การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554 มีความยินดีที่จะเรียนให้ท่านทราบว่า บทความเรื่องดังกล่าวได้ **ผ่านการพิจารณา** โดยผู้ทรงคุณวุฒิให้นำเสนอในการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554 แล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายองคล สุคารัตน์)
ประธานคณะกรรมการดำเนินการ
การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เลขที่ 39 หมู่ 1
ถนนรังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 02-549-3440 โทรสาร 02-549-3442
เว็บไซท์: www.ienetwork2011.com อีเมล์: ienetwork2011@gmail.com

การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554
20-21 ตุลาคม 2554

# การเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้เทคนิควิศวกรรมวิธีการ กรณีศึกษา: อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

## Productivity and Working Efficiency Improvement by Method Engineering Technique A Case Study: Hard Disk Drive Component Manufacturing Industry

ปรัชญากรณ์ ขันทอง[1]* และ ณฐา คุปตัษเฐียร
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110
E-mail: Prachyakorn-ku@hotmail.com

**บทคัดย่อ**

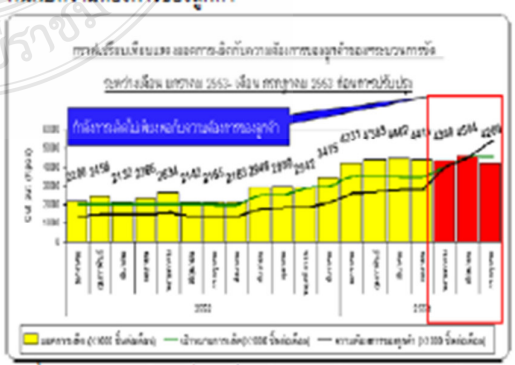
งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพการทำงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดิสก์ไดรฟ์ โดยได้นำเอาเทคนิควิศวกรรมวิธีการ (Method Engineering Technique) มาเป็นแนวทางในการปรับปรุง กล่าวคือ การนำเอาระเบียบวิธีทางวิศวกรรมศาสตร์ที่รวมเอา การตรวจวัดงาน การศึกษาวิธีการ การศึกษางาน และ การออกแบบวิธีการ เข้าด้วยกัน ทำให้สามารถลดเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าในสายงานผลิต ผู้วิจัยเสนอให้ใช้แนวทางในการวิเคราะห์คุณค่าของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนการทำงานโดยใช้หลักการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร จากผลการวิจัยพบว่า สามารถผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้าจากเดิม 4,500,000 ชิ้นต่อเดือน เพิ่มเป็น 6,500,000 ชิ้นต่อเดือน คิดเป็น 30.77% และผลิตภาพเฉลี่ย (Productivity) เพิ่มจาก 51.68% เป็น 84.13% คิดเป็น 32.45%

**คำหลัก** ผลิตภาพ เทคนิควิศวกรรมวิธีการ อุตสาหกรรมฮาร์ดิสก์ไดรฟ์

## 1. บทนำ

อุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์มีแนวโน้มความต้องการชิ้นส่วนในการประกอบสูงขึ้นจากการเจริญเติบโตของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ โดยที่ความต้องการของลูกค้ามีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ผู้ประกอบการจึงมีความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนผลิตภัณฑ์อย่างรวดเร็ว ผ่านการพัฒนากระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง โดยคำนึงถึงการผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพ โดยมีต้นทุนในการผลิตต่ำและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ตรงตามเวลาที่กำหนด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบกระบวนการผลิตและมีระบบการจัดการบริหารงานที่ดี โดยอาศัยหลักการและแนวคิดในการลดและขจัดความสูญเปล่าที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มในกระบวนการผลิต เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้าในเรื่องการส่งมอบและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

จากความสำคัญในเบื้องต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจทำการศึกษากระบวนการทำงานของกระบวนการขัดชิ้นงาน ที่แผนกผลิตส่วนกลาง (Middle End) กับแผนกผลิตส่วนหลัง (Back End) ของโรงงานผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดฟ์ จากข้อมูลของแผนกปรับปรุงกระบวนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานพบว่าที่กระบวนการขัดชิ้นงานเป็นจุดคอขวด (Bottle Neck) ของโรงงาน ทำให้เกิดปัญหาในสายการผลิตคือ การผลิตไม่ได้ตามเป้าหมายการผลิตในแต่ละเดือน และส่งผลให้การมอบส่งสินค้าไม่ทันตามระยะเวลาที่กำหนด สำหรับโรงงานตัวอย่างใช้แรงงานคนเป็นปัจจัยหลักในการผลิต ดังนั้นแนวทางในการเพิ่มผลผลิต จึงมุ่งเน้นไปที่การจัดการกับแรงงานคนและปรับเปลี่ยนพื้นที่ให้เหมาะสมในการทำงานของสายการผลิตเป็นสำคัญและการนำเอาอุปกรณ์สนับสนุนกระบวนการผลิตมาช่วยในการเพิ่มผลผลิตของกระบวนการผลิตเพื่อแก้ไขปัญหาจุดคอขวดของโรงงานตัวอย่าง สำหรับกระบวนการผลิตตัวอย่างนี้ มีความสูญเปล่าเป็นจำนวนมาก ทำให้ผลิตภาพในการผลิตอยู่ที่ 51.68 % ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายซึ่งโรงงานกำหนดไว้ที่ 75.00% เป็นอย่างมาก จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ไม่สามารถผลิตงานได้ทันตามความต้องการของลูกค้าดังแสดงในรูปที่ 1 พบว่าความต้องการของลูกค้ามีแนวโน้มสูงขึ้นโดยลังเกตจากแผนการผลิตในแต่ละเดือน และในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือน กรกฎาคม 2553 เกิดปัญหาไม่สามารถส่งงานให้ได้ตามความต้องการเนื่องจากกำลังการผลิตที่แผนกเครื่องขัดผลิตงานไม่ทันกับความต้องการของลูกค้า



รูปที่ 1 ยอดการผลิตเปรียบเทียบกับความต้องการของลูกค้า ก่อนการปรับปรุง

จากปัญหาในเบื้องต้นผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยการมุ่งเน้นไป

ที่การจำแนกกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าในกระบวนการผลิต ทำการลดและขจัดความสูญเปล่าให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่สูงขึ้นและเพื่อดำเนินการแก้ไขจุดคอขวดของโรงงานตัวอย่าง

## 2. กระบวนการผลิต

รายละเอียดของกระบวนการผลิตสำหรับโรงงานตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 2 กระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง

กระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง แบ่งออกเป็นส่วน 4 หลักๆดังนี้

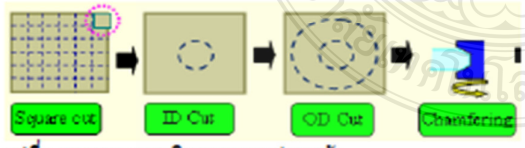
1. กระบวนการผลิตส่วนหน้า (Front End Process) เป็นกระบวนการที่ทำหน้าที่ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ในเบื้องต้นซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อยๆ ดังแสดงในรูปที่ 3 ดังนี้

1.1 กระบวนการตัดสี่เหลี่ยม (Square Cutting) เป็นกระบวนการที่ทำหน้าตัดกระจกจากแผ่นสี่เหลี่ยมให้เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมเล็กหลายๆแผ่น

1.2 กระบวนการเจาะรูใน (ID Cutting) เป็นกระบวนการที่ทำหน้าที่เจาะรูในของกระจกที่ตัดแล้ว

1.3 กระบวนการตัดวงนอก (OD Cutting) เป็นกระบวนการตัดกระจกให้มีลักษณะกลม

1.4 กระบวนการลบเหลี่ยมของขอบกระจก (Chamfering) เป็นกระบวนการที่ทำหน้าที่ลบเหลี่ยมของกระจกให้เกิดมุม

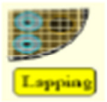



รูปที่ 3 กระบวนการผลิตของแผนกส่วนหน้า

2. กระบวนการผลิตส่วนกลาง (Middle End Process) เป็นกระบวนการขัดหยาบในเบื้องต้นโดยใช้ผงขัด ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการย่อยๆ ดังนี้

2.1 กระบวนการขัดหยาบ ขั้นที่ 1 (1st Lapping Process) เป็นกระบวนการลดความหนาของชิ้นงานขั้นที่หนึ่งโดยใช้ผงขัด

2.2 กระบวนการขัดหยาบ ขั้นที่ 2 (2nd Lapping Process) เป็นกระบวนการลดความหนาของชิ้นงานขั้นที่สองโดยใช้ผงขัดดังแสดงในรูปที่ 4




รูปที่ 4 กระบวนการขัดหยาบ (Lapping Process)

3. กระบวนการผลิตส่วนท้าย (Back End Process) เป็นกระบวนขัดชิ้นงานละเอียดประกอบด้วยกระบวนการย่อยๆดังนี้

3.1กระบวนการขัดละเอียดขั้นต้น (Primary Polishing Process) เป็นกระบวนการขัดละเอียดขั้นต้น โดยใช้ผงขัด

3.2 กระบวนการขัดละเอียดขั้นกลาง (Middle Polishing Process) เป็นกระบวนการขัดละเอียดขั้นกลาง โดยใช้ผงขัด

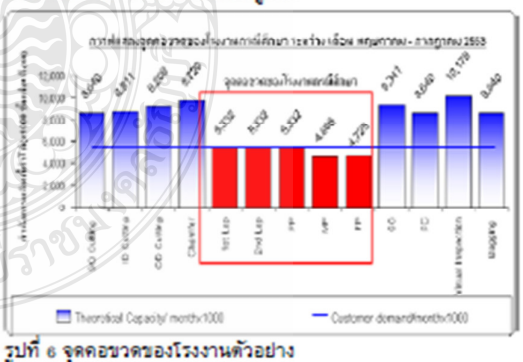
3.3 กระบวนการขัดละเอียดขั้นสุดท้าย (Final Polishing Process) เป็นกระบวนการขัดละเอียดขั้นสุดท้าย โดยใช้ผงขัด

รูปที่ 5 กระบวนการขัดละเอียดในกระบวนการขัดส่วนท้าย

4. กระบวนการล้างทำความสะอาด ตรวจสอบชิ้นงาน และบรรจุผลิตภัณฑ์ (Cleaning Visual and Bagging Process) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการล้างทำความสะอาดชิ้นงาน ตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน และ บรรจุชิ้นงานพร้อมส่งให้ลูกค้า

## 3. สภาพปัญหาในกระบวนการผลิต

ในการศึกษาสภาพโดยทั่วไปและสภาพปัญหาของโรงงานตัวอย่างพบว่ากระบวนการผลิตส่วนกลางและกระบวนการผลิตส่วนท้ายเป็นจุดคอขวดของโรงงานเนื่องจากว่าไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามความต้องการของลูกค้า

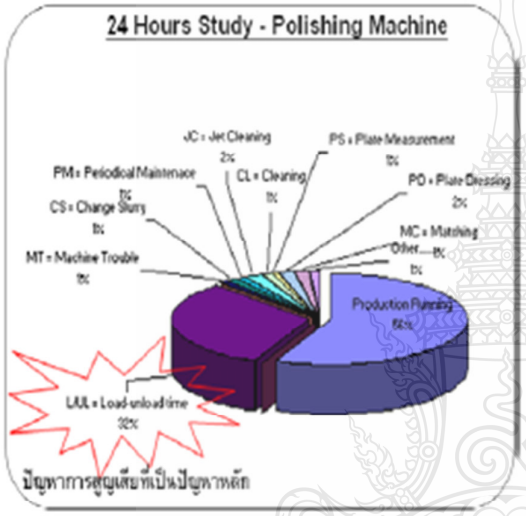



รูปที่ 6 จุดคอขวดของโรงงานตัวอย่าง

จากรูปที่ 6 พบว่าที่กระบวนการขัดซึ่งประกอบด้วย 1st Lapping, 2nd Lapping, Primary Polishing, Middle Polishing, และ Final Polishing เป็นจุดคอขวดของโรงงานตัวอย่าง เนื่องจากความต้องการของลูกค้าเพิ่มมากขึ้น ทำให้ที่กระบวนการดังกล่าวไม่สามารถที่ผลิตงานได้ทัน ดังนั้นเพื่อที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันตามเวลาที่กำหนด ต้องปรับปรุงกระบวนการดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

**4. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา**

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่กระบวนการขัดโดยอาศัยข้อมูลเบื้องต้นพบว่าอัตราการทำงานของเครื่องจักรอยู่ที่ประมาณ 56.3% ซึ่งแสดงดังรูปที่ 7 ปัญหาหลักที่ทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพต่ำ คือ ปัญหาเกี่ยวกับการหยิบจับชิ้นงานและการหยิบชิ้นงานออกจากเครื่องขัดซึ่งเวลาการสูญเสียคิดเป็น 32 % ของปัญหาทั้งหมด

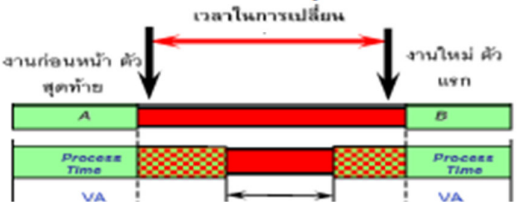



รูปที่ 7 ปัญหาของกระบวนการขัดที่ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตต่ำ

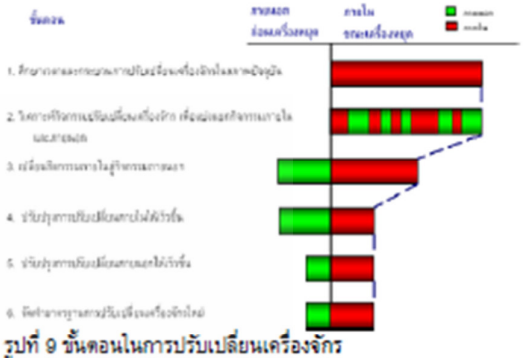
**5. การปรับปรุงแก้ไขปัญหา**

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นพบว่าปัญหาการหยิบงานออกและเข้าเครื่องขัดใน 1 ล็อต ใช้เวลานานโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 15 นาที ต่อ ล็อต ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาในจุดนี้ใหม่ โดยอาศัยหลักการลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อการเพิ่มผลผลิต ดังนี้

5.1 เวลาปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Machine Setup Time) หมายถึง เวลาที่ใช้ตั้งแต่เครื่องจักรทำการหยุดเพื่อทำการหยิบงานออกจากและหยิบงานเข้าเครื่องขัด รวมถึงการปรับค่าต่างๆให้ถูกต้อง จนเครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างปกติ หลักการคือพยายามลดเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อให้มีเวลาสำหรับการผลิตมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 8



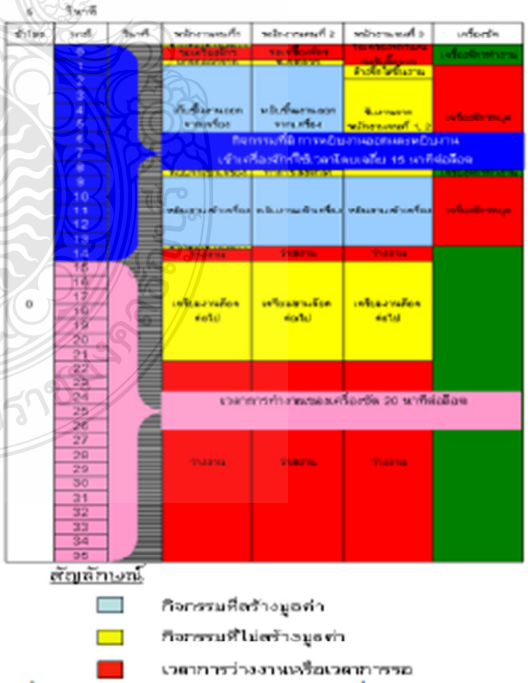

5.2 ขั้นตอนการปฏิบัติในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร ดังกล่าวแสดงในรูปที่ 9 มีทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 9 ขั้นตอนในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร

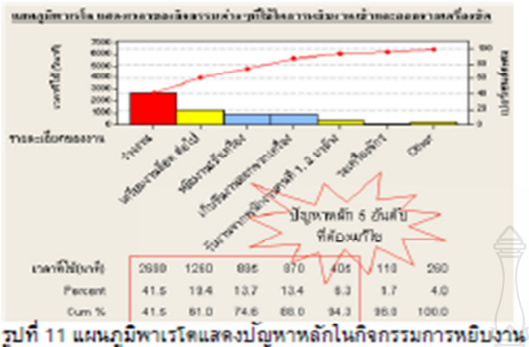
5.2.1 การศึกษาเวลาและกระบวนการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรในปัจจุบัน

เครื่องมือที่นำมาวิเคราะห์งานในเบื้องต้นคือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของคนกับเครื่องจักรซึ่งแสดงดังรูปที่ 10 แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่าคิดเป็น 27.1 % ส่วนกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าคิดเป็น 29.7 % และ กิจกรรมการว่างงานและการรอของเครื่องจักรคิดเป็น 43.2 %




รูปที่ 10 แผนภูมิแสดงการทำงานของคนกับเครื่องจักร

ปัญหาที่เป็นปัญหาหลัก 5 อันดับที่ต้องทำการแก้ไขเพื่อลดเวลาในการทำกิจกรรมการหยิบงานเข้าและออกจากเครื่องขัด ได้แก่ ปัญหาการว่างงาน 41.5% ปัญหาการเตรียมงาน 19.4%



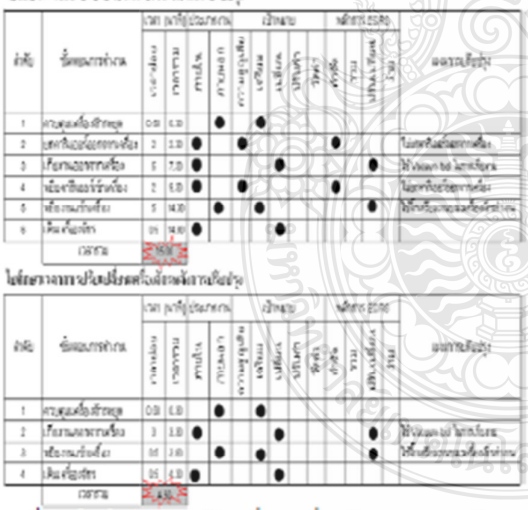

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลาที่ใช้(นาที) | 2930 | 1260 | 895 | 970 | 405 | 110 | 260 |
| Percent | 41.5 | 19.4 | 13.7 | 13.4 | 6.3 | 1.7 | 4.0 |
| Cum % | 41.5 | 61.0 | 74.6 | 88.0 | 94.3 | 96.0 | 100.0 |

รูปที่ 11 แผนภูมิพาเรโตแสดงปัญหาหลักในกิจกรรมการหยิบงานเข้าและออกจากเครื่องขัด

ดังนั้นผู้วิจัย จึงได้นำปัญหาหลัก 5 อันดับเหล่านี้มาทำการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพในการผลิตเพิ่มมากขึ้นเพื่อลดเวลาในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร จากเดิม 15 นาที ต่อล็อตให้เหลือ 6 นาทีต่อล็อต

5.2.2 วิเคราะห์กิจกรรมปรับเปลี่ยนเครื่องจักร เพื่อแปงกิจกรรมภายในและภายนอก

เวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรลดลงจาก 15 นาที ต่อล็อต เป็น 4.50 นาที ต่อล็อต โดยอาศัยหลักการของการปรับแต่งเครื่องจักรและวิศวกรรมวิธีการ ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 ใบศึกษาการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

รายละเอียดในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรมีดังนี้

5.2.2.1 การแก้ไขการหยิบงานออกและเข้าเครื่องขัด

จากการวิเคราะห์ปัญหาในเบื้องต้นพบว่า ณ กิจกรรมการทำงานนี้เป็นกิจกรรมที่ค่อนข้างเสียเวลาเฉลี่ยแล้วต่อล็อตจะอยู่ที่ 10 นาที ดังนั้นผู้วิจัยจึงวิธีการออกแบบจิ๊กฟิกเจอร์มาช่วยในการช่วยในการทำงานของพนักงานให้ง่ายขึ้นและจากการออกแบบนี้สามารถตัดกระบวนการที่มีการหยิบจิ๊กออกและเข้าเครื่องได้ทำให้การทำงานของพนักงานง่ายยิ่งขึ้น

การหยิบงานออกและเข้าเครื่องขัดก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

รูปที่ 13 จิ๊กที่ใช้ในการหยิบชิ้นงานออกและเข้าเครื่องขัด

5.2.2.2 การปรับเปลี่ยนพื้นที่การผลิตเพื่อลดความสูญเสีย

รูปที่ 14 การจัดรูปแบบการจัดการกำลังคนก่อนการปรับปรุง

จากรูปที่ 14 เป็นการแสดงให้เห็นการจัดการกำลังคน ซึ่งมีทั้งหมด 13 คน ต่อ กระบวนการ และใช้กำลังคน 3 คนรับผิดชอบ 1 เครื่องจักร อีก 1 คนทำหน้าที่ในการล้างผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเพื่อนำงานไปวัดค่าต่างๆ ซึ่งการจัดการกำลังคนในลักษณะนี้จะทำให้เกิดเวลาว่างของพนักงานในขณะที่เครื่องจักรดำเนินการขัดและจะพบว่าการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ เป็นอุปสรรคต่อการทำงานเนื่องจาก

- อุปกรณ์สนับสนุนการผลิตเยอะเกินไป
- พนักงานยืนหยิบงานเข้าออกของเครื่องขัดเพียงฝั่งเดียว

ดังนั้นจึงต้องทำการจัดพื้นที่รอบเครื่องใหม่เพื่อรองรับการใช้จิ๊กและรูปแบบการจัดการกำลังคนในการหยิบงานเข้าออกเครื่องขัดใหม่

รูปที่ 15 การจัดรูปแบบการจัดการกำลังคนหลังการปรับปรุง

จากรูปที่ 15 ผู้วิจัยได้ทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการกำลังคนและปรับเปลี่ยนพื้นที่เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้น สามารถอธิบายโดยแบ่งเป็น

5.2.2.3 การปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการกำลังคนหยิบงานเข้าและออกจากเครื่องขัดรูปแบบเดิมจะเกิดเวลาว่างของพนักงานในขณะที่เครื่องขัดทำงานดังนั้นจึงลดเวลาว่างตรงจุดนี้ลงโดยการจัดรูปแบบการทำงานแบบกลุ่มซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่มหลักๆ ดังนี้

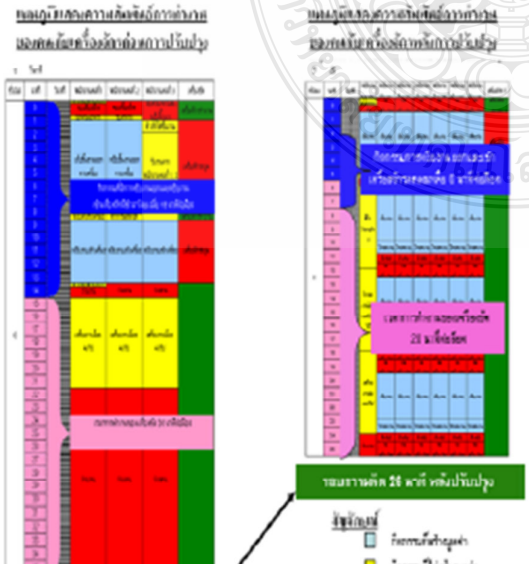
5.2.2.3.1 กลุ่มของพนักงานที่คอยสนับสนุนเรื่องการหยิบงานออกและเข้าเครื่องขัด ทั้งหมด 6 คน สัญลักษณ์ปลอกแขนสีเขียว

5.2.2.3.2 กลุ่มของพนักงานที่สนับสนุนการวางแผนงานเข้าเครื่องขัด การควบคุมการขึ้นลงของเครื่องจักร การลงเอกสารต่างๆ เป็นต้น มีทั้งหมด 4 คน สัญลักษณ์ปลอกแขนสีแดง

5.2.2.3.3 กลุ่มพนักงานการล้างผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของล็อต เรื่องของคุณภาพต่างๆตามข้อกำหนดของลูกค้า มี 1 คน สัญลักษณ์ปลอกแขนสีฟ้า

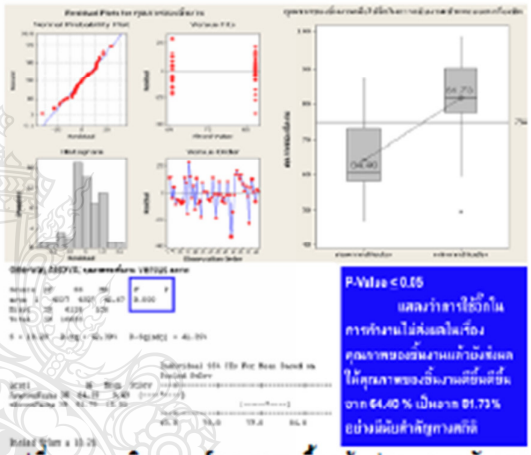
รูปที่ 16 แสดงการระบุหน้าที่ของพนักงานด้วยปอกแขน

หลังการปรับปรุงพบว่าเมื่อมีการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิตแล้วทำให้รอบของการผลิตชิ้นงานใน 1 ล็อต ลดลง จาก 36 นาทีต่อล็อต เหลือแค่ 26 นาที ต่อล็อต ดังแสดงในรูปที่ 17



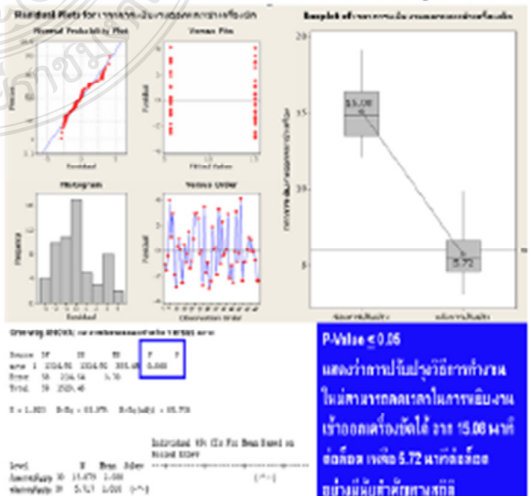
5.2.3 การขจัดขั้นตอนการยกคาริเออร์ออกและการหยิบคาริเออร์เข้าเครื่อง

เนื่องจากกิจกรรมนี้ทำให้เกิดเวลาการสูญเสีย 4 นาที ถ้าขจัดขั้นตอนนี้ออกไปก็สามารถลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลง จากขั้นตอนการดำเนินการแก้ไขดังกล่าวผู้วิจัยต้องทำการศึกษาผลกระทบในเรื่องคุณภาพโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ One-Way ANOVA พบว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพของชิ้นงานในการเก็บงานเข้าและออกเครื่องจักรโดยการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรไม่มีผลกระทบในเรื่องคุณภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จาก 61.40 % เป็น 81.73 % ดังแสดงในรูปที่ 18



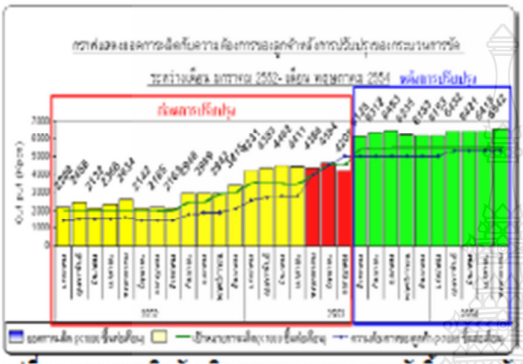

รูปที่ 18 การวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นก่อนและหลังการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร

การวิเคราะห์เวลาการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรหลังการปรับปรุงพบว่าความแปรปรวน จากผลการวิเคราะห์ One Way ANOVA หลังการปรับปรุงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จาก 15.08 นาทีต่อล็อตเป็น 5.72 นาทีต่อล็อต ดังแสดงในรูปที่ 19



## 6. สรุป

หลังจากที่ได้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยเทคนิควิศวกรรมวิธีการ ส่งผลให้ยอดการผลิตและผลิตภาพของกระบวนการทำงานเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 20 ยอดการผลิตกับผลิตภาพของกระบวนการขัดชิ้นงาน หลังการปรับปรุง

จากรูปที่20 พบว่ายอดการผลิตของกระบวนการขัดมีแนวโน้มสูงขึ้นหลังจากที่มีการปรับปรุงกระบวนการโดยที่ไม่ได้มีการเพิ่มของเครื่องจักรและกำลังคนในการผลิตเพิ่มจาก 4,500,000 ชิ้นต่อเดือน เป็น 6,500,000 ชิ้นต่อเดือนโดยเฉลี่ย ซึ่งจากยอดการผลิตดังกล่าวสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้า

## 7. ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยในโรงงานตัวอย่างนี้ เพื่อปรับปรุงให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น พบว่ามีข้อจำกัด ปัญหาและอุปสรรค หลายประการ เช่น การไม่ยอมรับจากพนักงาน การไม่เข้าใจในงานของพนักงาน ไม่รักษามาตรฐานในการทำงาน ซึ่งอุปสรรคต่างๆเหล่านี้ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้การปรับปรุงกระบวนการผลิตมีการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องดังนี้

1. ควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน เช่น การสร้างจิตสำนึกในด้านการปรับปรุงและพัฒนาต่างๆ เพื่อให้พนักงานตระหนักและเข้าใจในสิ่งที่จะเกิดขึ้น การให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงานโดยอาศัยหลักการบริหารงานแบบด้านล่างสู่ด้านบนกล่าวคือในกิจกรรมปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานต้องใช้พนักงานเป็นศูนย์กลาง กล่าวคือดึงให้พนักงานมามีส่วนร่วมของกิจกรรมให้มากที่สุด กิจกรรมดังกล่าวคือ กิจกรรม คิวซีซี (QCC)

2. เพื่อให้มีการเพิ่มผลผลิตที่ดี ต้องศึกษาเทคนิคอื่นๆ เข้ามาร่วมด้วย เช่น วิศวกรรมคุณค่า การประเมินงานและผลงาน และการนำเครื่องมือ QC 7 tools หรือ New QC 7 tools มาใช้

3. ควรมีการนำเทคนิคป้องกันความผิดพลาด (Poka Yoke) เข้ามาใช้ เพื่อลดและป้องกันข้อผิดพลาดในการทำงานของพนักงาน และเพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุดต้องทำกิจกรรมไคเซน (Kaizen)

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ผู้บริหารระดับสูง จากโรงงานตัวอย่าง และขอขอบคุณพนักงานทุกคนในสายการผลิตที่ให้ความช่วยเหลือและแนวคิดต่างๆในการปรับปรุง

## เอกสารอ้างอิง

หนังสือภาษาไทย

[1] ดวงรัตน์ ชีวะปัญญา และ ศุภศักดิ์ พงษ์อนันต์. 2544. 7 Waste พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร: บริษัท สยาม เอ็ม แอนด์ บี พลับลิชชิ่ง จำกัด

ประชุมวิชาการภาษาไทย

[2] อดิศักดิ์ แป้นพุฒ, สุทัตน์ รัตนเกื้อกังวาล. 2552. การเพิ่มผลิตภาพในกระบวนการผลิตของโรงงานประกอบชิ้นส่วนอิเลกทรอนิกส์. การประชุมวิชาการเครือข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, อุบลราชธานี, ประเทศไทย, 13-15 ตุลาคม 2553: 221-226

[3] ยุภาพร เตรโสภา. 2552. การปรับปรุงกระบวนการผลิตในโรงงานผลิตชิ้นส่วนกันสะเทือนภายในรถยนต์. การประชุมวิชาการเครือข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, อุบลราชธานี, ประเทศไทย, 13-15 ตุลาคม 2553: 196-201

[4] พิเชฐ พุ่มเกษ, ศิริวิมล สง่าเผ่น, รัชนีวรรณ สุวรรณพานิช และ อารยา อันประเสริฐ. 2552. การปรับปรุงประสิทธิภาพในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตกระจกนิรภัย. การประชุมวิชาการเครือข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, อุบลราชธานี, ประเทศไทย, 13-15 ตุลาคม 2553: 329-334

English Journal

[5] G. Ballard and T.R. Zabelle, "Lean design process tool, and techniques" Lean Construction Institute Vol.10, 2009

English Conference

[6] H.R. Thomas, J. Minchin, R.E, and D. Chen, "Role of workforce management in bridge superstructure labor productivity" Journal of engineer in management. Vol.19, No.1, pp9-16, January 1

Book

[7] Fred E Meyers and James R. Stewart.2025 Motion and Time Study for Leann Manufacturing: Prentice Hall

**ภาคผนวก ค**

การศึกษากระบวนการผลิต

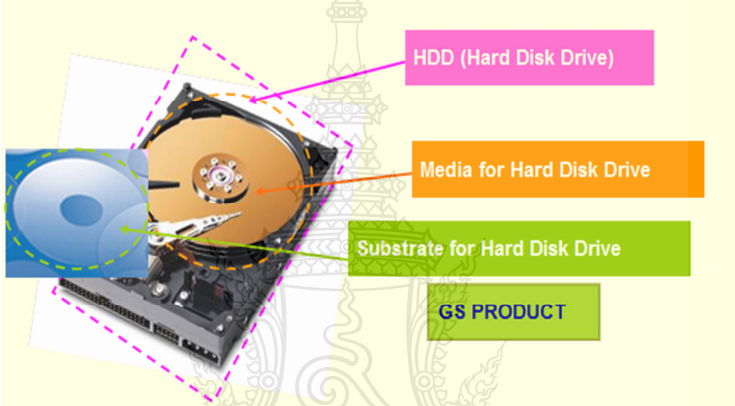
**การศึกษาภาพรวมของบริษัทกรณีศึกษา**

เป็นการดำเนินการศึกษาภาพรวมของกระบวนการของกระบวนการผลิตชิ้นงานใน บริษัทกรณีศึกษา โดยแบ่งขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1) การศึกษาข้อมูลทั่วไปของ บริษัทกรณีศึกษา

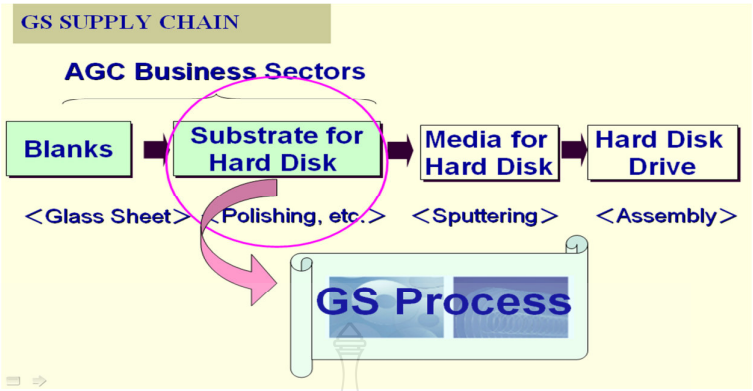
1. ข้อมูลทั่วไปของ บริษัทกรณีศึกษา

ผลิตภัณฑ์ของ บริษัทกรณีศึกษาที่ทำงานวิจัยคือกระจก (Glass Substrate) ซึ่งเป็นส่วนประกอบในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูล ซึ่งแสดงดังภาพที่ 1



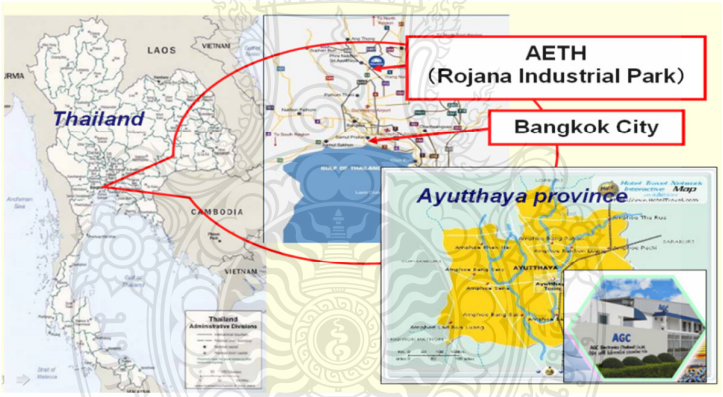

**ภาพที่ ค.**1 ผลิตภัณฑ์ของ บริษัทกรณีศึกษา

ห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) เริ่มจาก การรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าแล้วแผนกวางแผนการผลิตจะทำการวางแผนการผลิตในแต่ละเดือน (Production Manufacturing Plan) แล้วทำการสั่งซื้อวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิต (Raw Materials) คือ แผ่นกระจก อุปกรณ์ และสารเคมีจากซัพพลายเออร์ (Supplier) มาเข้าสู่กระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาหลังจากนั้นทำการส่งผลิตภัณฑ์ที่ได้คุณภาพให้ลูกค้าเพื่อทำการเคลือบสารแม่เหล็ก เพื่อป้อนให้โรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ต่อไปแสดงดังภาพที่ ค.2




**ภาพที่ ค.**2 ระบบห่วงโซ่อุปาทานของ บริษัทกรณีศึกษา

ข้อมูลเบื้องต้นจากการศึกษา บริษัทกรณีศึกษา มีพนักงานทั้งหมด 4,000 คน ตั้งอยู่ในเขตอุตสาหกรรมโรจนะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา



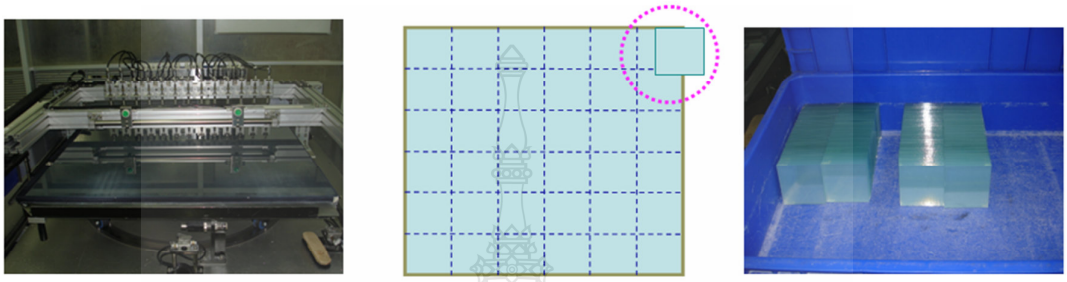

**ภาพที่ ค.**3 ตำแหน่งที่ตั้งของ บริษัทกรณีศึกษา

2) การศึกษากระบวนการผลิตของ บริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษามีสายการผลิตแบบต่อเนื่อง มีกระบวนการหลักๆทั้งหมดอยู่ 11 กระบวนการดังแสดงในภาพที่ 4.5 ปัจจุบันมีสายการผลิตทั้งหมด 5 สายการผลิต เวลาทำงาน 8 ชั่วโมง เวลาทำงานล่วงเวลา 4 ชั่วโมง แบ่งกลุ่มการทำงานออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มการทำงานกลางวัน (Day Shift) กลุ่มการทำงานกลางคืน (Night Shift) และแบ่งเป็นกะ 3 กะ คือ กะ A B และ C กระบวนการของสายการผลิตของ บริษัทกรณีศึกษามีดังนี้

1. ขั้นตอนการตัดกระจกเป็นภาพสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Square Cutting)

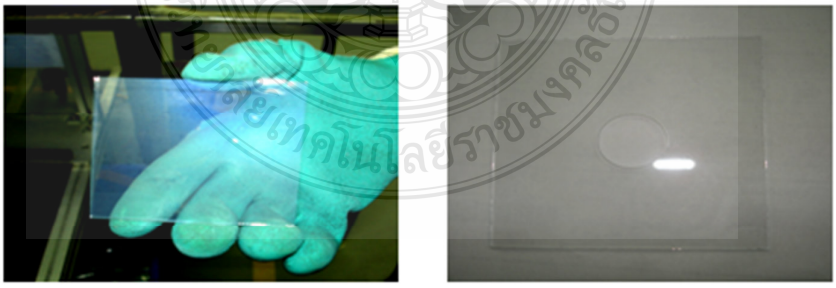
เป็นกระบวนการที่นำเอาแผ่นกระจกมาตัดจำนวน 3 แผ่น ขนาด 2x2 เมตร ซ้อนกันขึ้นภาพเป็นภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 75x75 มิลลิเมตร แล้วตัดด้วยเครื่องตัดซึ่งประกอบไปด้วยหัวเพชรที่ใช้สำหรับตัดกระจก




**ภาพที่ ค**.4 เครื่องตัดกระจกและกระจกที่ทำการตัดแล้ว

2. ขั้นตอนการเจาะรูใน (ID Cutting)

ทำหน้าที่ในการขึ้นภาพวงในของแผ่นดิสก์ ให้ได้บริเวณกึ่งกลางของแผ่น โดยอาศัยการเจาะของหัวเจาะ 2 หัว (หัวล่างที่สถานีที่ 2 และหัวบนสถานีที่ 3) หัวเจาะ 2 จะเจาะลึกประมาณ 40%ของความหนาของกระจกและหัวเจาะ 3 เจาะลึก 70% จุดที่สำคัญ คือ การเจาะของทั้ง 2 หัวต้องได้จุดเดียวกันและความลึกต้องมีการเหลื่อมกันอยู่เล็กน้อยเพื่อป้องกันการเกิด Overlap




**ภาพที่ ค**.5 กระจกก่อนทำและหลังจากทำกระบวนการเจาะรูใน

3. ขั้นตอนการเจาะตัดขอบนอก (OD Cutting)

ทำหน้าที่ในการขึ้นภาพวงนอกของแผ่นดิสก์ โดยอาศัยจุดศูนย์กลางร่วมกันกับวงใน มีการทำงานอยู่ด้วยกัน 4 ขั้นตอน คือ

1. Cutting Stage การใช้ใบมีดกรีดกระจกให้เป็นรอย

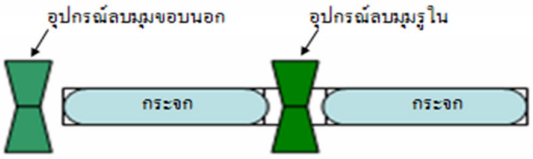
2. Pressure Stage การใช้แรงกดเพื่อเพิ่มรอยแตก

3. Heating Stage & Cooling Stage อาศัยหลักการขยายตัวของกระจกเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป ในการกรีดกระจกนั้นใบมีดจะเอียงเล็กน้อยเพื่อป้องกันการเกิดแตก เมื่อมีการดึงชิ้นงานออกมา ดังนั้น เมื่อมีการนำชิ้นงานไปวัดค่าความกลม (Concentricity) ต้องนำด้านรอยมีดตัดไปวัด ถึงจะได้ค่าที่แท้จริง

**ภาพที่ ค.6** กระจกก่อนทำและหลังจากทำกระบวนการตัดขอบนอก

4. ขั้นตอนการลบมุม (Chamfering)

จุดประสงค์ของการลบมุม คือการสร้างมุม, กำจัดรอยร้าว และ รอยแตก เล็กๆน้อยๆ ที่เกิดจากกระบวนการ ID และ OD Cutting รวมทั้งปรับขนาดของรูในและขอบนอก ให้ได้ใกล้เคียงกับขนาดมาตรฐาน ในการใส่ชิ้นงานควรมีการสลับด้านของชิ้นงานใน 1 Holder (80-100 ชิ้น) ควรใส่สลับ โดยหงายด้านใบมีดขึ้น 40-50 ชิ้น และลง 40-50 ชิ้นเท่าๆ กัน เพื่อป้องกันเครื่องจักรเสื่อมสภาพ จะมีการใช้สารหล่อเย็น (Coolant) ช่วยในการระบายความร้อนของชิ้นงานที่สัมผัสกับเครื่องจักร และป้องกันการเกิดรอยร้าว




**ภาพที่ ค.7** การลบมุมของกระจกด้วยเครื่องลบมุม

5. ขั้นตอนการขัดหยาบ (Lapping Polishing)

จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้คือลดความหนาของชิ้นงานลงในเบื้องต้นโดยการขัดด้วยเครื่องขัด (Lapping Polishing) ผลิตภัณฑ์ก่อนเข้าขั้นตอนนี้จะมีลักษณะใสแต่เมื่อผ่านกระบวนการนี้ไปจะเปลี่ยนเป็นสีข่าวขุ่น ลักษณะการขัดจะทำการหยิบชิ้นงานเข้าเครื่องโดยมีอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเป็นแบบที่มีขนาดใกล้เคียงกับชิ้นงาน (Carrier) เพื่อป้องกันชิ้นงานแตกและกระเด็นออกนอกเครื่องจักร

เครื่องขัดหยาบ (Lapping Polishing) ก่อนขัดหยาบ หลังขัดหยาบ

**ภาพที่ ค.**8 เครื่องขัดหยาบและผลิตภัณฑ์ก่อนขัด หลังขัด

6. ขั้นตอนการขัดละเอียดขั้นต้น (Primary Polishing)

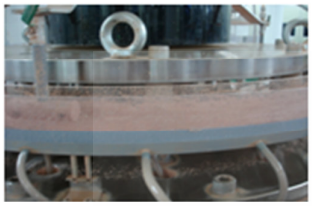
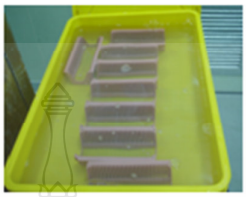
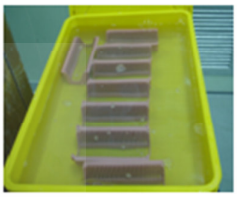
ทำหน้าที่ในการลดขนาดความหนาของชิ้นงานให้บางลงขั้นต้นโดยใช้สารเคมีที่ใช้ในการขัด (Surly) ชิ้นงานหลังผ่านกระบวนการจะมีลักษณะใสและต้องจัดเก็บในน้ำที่มีส่วนผสมของสารเคมีที่ป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกติดกับตัวชิ้นงานก่อนส่งเข้าสู่กระบวนการถัดไป

เครื่องขัดละเอียดขั้นต้น (Primary Polishing) ก่อนขัด หลังขัด

**ภาพที่ ค.**9 เครื่องขัดละเอียดขั้นต้นและผลิตภัณฑ์ก่อนขัด หลังขัด

7. ขั้นตอนการขัดละเอียดขั้นกลาง (Middle Polishing)

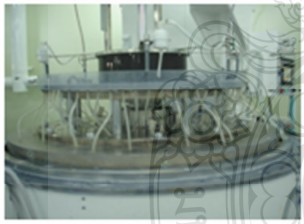
ทำหน้าที่ในการลดขนาดความหนาของชิ้นงานให้บางลงขั้นกลางโดยใช้สารเคมีที่ใช้ในการขัด

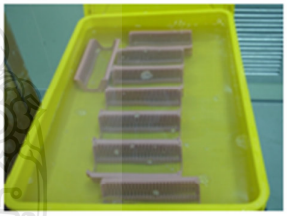




เครื่องขัดละเอียดขั้นกลาง (Middle Polishing) ก่อนขัด หลังขัด

**ภาพที่ ค.**10 เครื่องขัดละเอียดขั้นกลางและผลิตภัณฑ์ก่อนขัด หลังขัด

8. ขั้นตอนการขัดละเอียดขั้นสุดท้าย (Final Polishing) ทำหน้าขัดชิ้นงานขั้นสุดท้ายเพื่อให้มีขนาดความหนาเท่ากับค่าที่กำหนดไว้





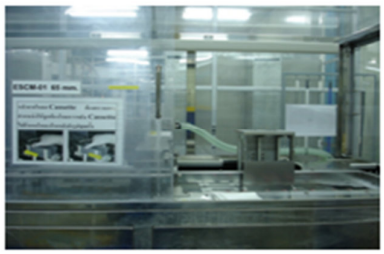
เครื่องขัดละเอียดขั้นสุดท้าย (Final Polishing) ก่อนขัด หลังขัด

**ภาพที่ ค.**11 เครื่องขัดละเอียดขั้นสุดท้ายและผลิตภัณฑ์ก่อนขัด หลังขัด

9. ขั้นตอนการทำความสะอาดชิ้นงาน (Cleaning Glass Substrates)

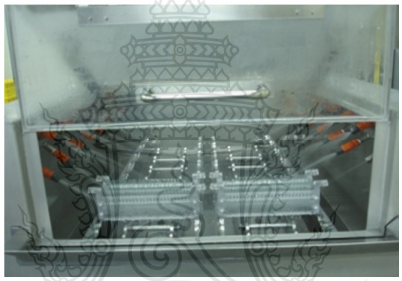
เป็นกระบวนการล้างชิ้นงานเพื่อล้างสารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการขัดออดจากผิวหน้าของระบบมีขั้นตอนการทำงานอยู่ 2 ระดับ ดังนี้

1.1 การล้างด้วยฟองน้ำ (Sponge) และน้ำสบู่ (Detergent)



**ภาพที่ ค**.12 เครื่องล้างชิ้นงานด้วยฟองน้ำ

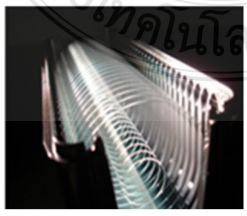
1.2 การล้างด้วยระบบอัลตราโซนิกส์เป็นการล้าง โดยใช้ระบบอัลตราโซนิกส์เพื่อล้าง อนุภาคขนาดเล็กออกจากผิวของชิ้นงานแล้วทำให้ชิ้นงานแห้งโดยใช้ไอโซโพรพิวแอลกอฮอล์ (IPA)



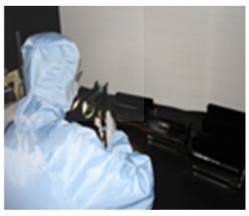
**ภาพที่ ค**.13 เครื่องล้างชิ้นงานด้วยระบบอัลตราโซนิกส์

10. ขั้นตอนการตรวจสอบชิ้นงาน (Visual Inspection)

วัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบชิ้นงานด้วยสายตาว่าผลิตมีคุณภาพตามกำหนดหรือไม่ เช่น ไม่มีรอยแตกหรือรอยขีดข่วนบนผิวหน้าของกระจก เป็นต้น จะทำการตรวจสอบในห้องสะอาดระดับ 100 (Clean Room Class 100)



ก) ชิ้นงานที่ผ่านการล้าง



ข) การตรวจสอบชิ้นงาน

**ภาพที่ ค**.14 ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการล้างและการตรวจสอบชิ้นงานด้วยสายตา

11. ขั้นตอนจัดเตรียมสินค้าเพื่อการส่งมอบ (Shipping)

เป็นขั้นตอนการเตรียมบรรจุสินค้าโดยใส่ภาชนะบรรจุ (Shipping Cassette) 216 ชิ้น/รุ่น และทำการบรรจุด้วยรับระบบสุญญากาศ (Vacuum) แล้วติดฉลาก (Label) บรรจุลงกล่องเตรียมส่งมอบ

**ภาพที่ ค.**15 การเตรียมสินค้าเพื่อการส่งมอบ

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| **ชื่อ - นามสกุล** | นายปรัชญากรณ์ ขันทอง |
| **วัน เดือน ปีเกิด** | 14 กุมภาพันธ์ 2526 |
| **ที่อยู่** | 60/238 หมู่ 13 หมู่บ้านบัวคลี่ 11 ตำบลอุทัย อำเภออุทัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13210 |
| **ประวัติการศึกษา** | สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2550 |
| **ประวัติการทำงาน** | พ.ศ. 2550 – 2551 ตำแหน่งวิศวกรกระบวนการผลิต บริษัทไทยมิชชูว่า จำกัด (มหาชน)<br>พ.ศ. 2551 – 2555 ตำแหน่งวิศวกรควบคุมและปรับปรุงกระบวนการผลิต บริษัทเอจีซี อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด<br>พ.ศ. 2555 – ปัจจุบันตำแหน่งหัวหน้าแผนกการขึ้นรูปชิ้นงานการหล่ออะลูมิเนียม บริษัทซันเด้น (ประเทศไทย) จำกัด |
| **ผลงานวิจัยตีพิมพ์ที่** | ปรัชญากรณ์ ขันทอง, ณฐา คุปตัษเฐียร,“การเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพการทำงานโดยใช้เทคนิควิศวกรรมวิธีการ กรณีศึกษา: อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์”, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ 2554 (IE NETWORK CONFERENCE 2010) โรงแรมแอมบัสเดอร์, 20-21, ตุลาคม 2554. |