การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในโรงงานมอเตอร์

นายอภิสิทธิ์ บุญเกิด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN IMPROVEMENT OF THE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS IN MOTOR FACTORY

MR.APISIT BOONKERD

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในโรงงานมอเตอร์
โดย	นายอภิสิทธิ์ บุญเกิด
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย วิจิรวนิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อภิสิทธิ์ บุญเกิด : การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในโรงงานมอเตอร์ (AN IMPROVEMENT OF THE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS IN MOTOR FACTORY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รศ.จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ ,136 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะดำเนินการหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในโรงงานมอเตอร์เพื่อให้ได้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมีค่ามากกว่า 85 % โดยที่ฝ่ายผลิตของโรงงานมีอยู่ทั้งหมด 6 แผนก ได้แก่ แผนกคอยล์ 1 แผนกคอยล์ 2 แผนกปั๊ม-ฉีด-ฝา แผนกเปลือก แผนกแกน-โรเตอร์ และแผนกประกอบ ซึ่งทุกแผนกรวมกันมี 17 สายการผลิต และมีเครื่องจักรรวมทั้งหมด 180 เครื่อง

การดำเนินการโดยทำการเก็บข้อมูลก่อนปรับปรุงเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม-เดือนธันวาคม 2551 โดยจะมีหัวหน้าผู้รับผิดชอบของแต่ละแผนกให้พนักงานในแต่ละสายการผลิตกรอกข้อมูลการใช้งานของเครื่องจักร ผลผลิต แต่ละเครื่องเป็นรายวัน ซึ่งผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาดำเนินหาค่าประสิทธิผลโดยรวมก่อนการปรับปรุงของแต่ละแผนกได้ดังนี้ แผนกคอยล์ 1 ได้ 79.70 % แผนกคอยล์ 2 ได้ 85.11% แผนกปั๊ม-ฉีด-ฝา ได้ 67.87 % แผนกเปลือก ได้ 88.62 % แผนกแกน-โรเตอร์ ได้ 66.10 % และแผนกประกอบได้ 64.33 % รวมทุกแผนกจะได้ 75.99 % เมื่อดำเนินการหาสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการใช้แผนผังพาราเรโตเพื่อแสดงสาเหตุข้อบกพร่องและปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น แล้วดำเนินการใช้แผนผังก้างปลาเพื่อหาปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นมาตรการปรับปรุงได้ดังนี้

1) การปรับวิธีการคำนวณและจัดทำตารางบันทึกค่า OEE ใหม่
2) การจัดทำเวลาการผลิตมาตรฐานของชิ้นงานพร้อมทั้งปรับปรุงค่าให้ใหม่อยู่เสมอ
3) การฝึกอบรมพนักงานเดินเครื่องจักรพร้อมทั้งการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

เมื่อดำเนินการตามมาตรการปรับปรุงแล้วทำการเก็บข้อมูลหลังปรับปรุงเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม-เดือนมีนาคม 2552 หลังจากนั้นดำเนินการหาค่าประสิทธิผลโดยรวมหลังการปรับปรุงของแต่ละแผนกได้ดังนี้ แผนกคอยล์ 1 ได้ 86.89 % แผนกคอยล์ 2 ได้ 93.33 % แผนกปั๊ม-ฉีด-ฝา ได้ 87.25 % แผนกเปลือก ได้ 95.38 % แผนกแกน-โรเตอร์ ได้ 85.51 % และแผนกประกอบได้ 86.70 % รวมทุกแผนกจะได้ 88.68 % ซึ่งสามารถเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้เป็น 12.69 %

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2552

5071525221 : MAJOR INDUSTRAIL ENGINEERING

KEYWORDS : IMPROVEMENT OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

APISIT BOONKERD : AN IMPROVEMENT OF THE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS IN MOTOR FACTORY. THESIS ADVISOR : ASST.PROF.JEIRAPAT NGAOPRASERTWONG , 136 pp.

The objective of this thesis is about the study of over 85% improvement of overall equipment effectiveness for motor factory. The total studied departments are 6 which are Coil 1, Coil 2, Pump/Die/Cover, Frame/Painting, Shaft/Rotor and Assembly. The total production lines and numbers of machine are 17 and 180 respectively. The data collection was conducted 3 months in advance before the study from October-December 2008 by letting the chief of each department fill in the daily raw data of machine using. After that the raw data was calculated for the overall equipment effectiveness of each department; 79.70 % for Coil 1, 85.11% for Coil 2, 67.87 % for Pump/Die/Cover, 88.62 % for Frame/Painting, 66.10 % for Shaft/Rotor and 64.33 % for Assembly with the average for all departments at 75.99 %.

Pareto and fish-bone diagram was used to analyst the cause of problem and suggested the improvement methods as follows;

1) Calculation adjustment and create standard table for OEE record.
2) Set standard production time for each product and update when it is improved.
3) Organize training course for maintenance staffs.

After implementation for the improvement plan, the data collection was re-conducted for 3 months from January – March 2009. The overall equipment effectiveness was increased as follows; 86.89 % for Coil 1, 93.33 % for Coil 2, 87.25 % for Pump/Die/Cover, 95.38 % for Frame/Painting, 85.51 % for Shaft/Rotor and 86.70 % for Assembly. The average for all departments was 88.68 % which was increased at 12.69 %.

Department : Industrial Engineering Student's Signature .....

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature .....

Academic Year : 2009

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลงได้ ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ ซึ่งท่านกรุณาให้คำแนะนำสำหรับแนวทางการทำวิจัยและให้ข้อคิดเห็นต่างๆในการทำวิจัยด้วยดี ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ร่วมเป็นประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน (ประธานกรรมการ) รองศาสตราจารย์ดร.ปารเมศ ชุติมา และ รองศาสตราจารย์ดร.วันชัย ริจิรวนิช ที่ได้ให้คำชี้แนะ เพื่อให้การวิจัยออกมาอย่างถูกต้องสมบูรณ์ จึงขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย พร้อมทั้งขอบคุณสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนในทำการวิจัยครั้งนี้ ท้ายสุดนี้ผู้เขียนขอระลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา อาจารย์ ที่ได้ส่งเสริมสนับสนุนทางด้านการศึกษาตลอดมา รวมทั้งน้องๆห้องวิจัยและเพื่อนมิตรสหายที่ได้ให้กำลังแก่ผู้วิจัยด้วยดีตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฏ

บทที่

1. บทนำ…… 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา..... 2

1.3 สภาพปัญหาที่พบในปัจจุบัน..... 3

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

1.5 ขอบเขตของการวิจัย..... 5

1.6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 5

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6

2. การสำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง…….. 7

2.1 การเพิ่มผลผลิต…… 7

2.2 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร..... 15

2.3 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ..... 17

2.4 ผังแสดงเหตุและผล..... 23

2.5 การบำรุงรักษาเครื่องจักร..... 25

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 39

3. วิธีดำเนินการวิจัย…… 43

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตมอเตอร์ทั้ง 6 แผนก…… 44

3.2 สร้างระบบการวัดและวิธีการจดบันทึก..... 44

3.3 เก็บข้อมูล บันทึกข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล…….. 49

3.4 หาสาเหตุการสูญเสียและกำหนดมาตรการปรับปรุง..... 49
3.5 ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงและสรุปผล..... 49
4. ศึกษากระบวนการผลิตมอเตอร์ของโรงงานกรณีศึกษา..... 50
4.1 การใช้พลังงานของโรงงาน..... 50
4.2 เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน..... 51
4.3 ขั้นตอนกระบวนการผลิต..... 51
5. การเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และ มาตรการปรับปรุง..... 83
5.1 การเก็บข้อมูล..... 83
5.2 ผลการวิเคราะห์ก่อนปรับปรุง..... 83
5.3 ค่า OEE ก่อนการปรับปรุง..... 106
6. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและการกำหนดมาตรการปรับปรุง..... 108
6.1 การวิเคราะห์ปัญหาจากการคำนวณและการบันทึกค่า..... 108
6.2 การวิเคราะห์ปัญหาจากการเกิดความสูญเสีย..... 109
6.3 มาตรการปรับปรุง..... 110
6.4 การติดตามควบคุมมาตรการ..... 115
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 117
7.1 ผลการวิเคราะห์หลังปรับปรุง..... 117
7.2 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง..... 124
7.3 สรุปผลการวิจัย..... 125
7.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม..... 126
รายการอ้างอิง..... 127
ภาคผนวก ก..... 128
ภาคผนวก ข..... 135
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 136

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 3.1	แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลของเครื่องจักร	45
ตารางที่ 3.2	แบบฟอร์มวิเคราะห์ผล	46
ตารางที่ 4.1	การใช้พลังงานไฟฟ้าละผลผลิต	50
ตารางที่ 4.2	เครื่องจักรในกระบวนการผลิต	51
ตารางที่ 5.1	ค่า OEE ของ Lam 52	83
ตารางที่ 5.2	ค่า OEE ของ Lam 74	83
ตารางที่ 5.3	ค่า OEE ของ อาบวานิช	84
ตารางที่ 5.4	ค่า OEE ของ เตรียมสายไฟ	84
ตารางที่ 5.5	ค่า OEE ของ ผลรวมแผนก Coil 1	84
ตารางที่ 5.6	ค่าสาเหตุการสูญเสียของแผนก Coil 1	85
ตารางที่ 5.7	ค่า OEE ของ Lam 70	87
ตารางที่ 5.8	ค่า OEE ของ Lam 72	88
ตารางที่ 5.9	ค่า OEE ของ Lam 76	88
ตารางที่ 5.10	ค่า OEE ของ Lam 85	88
ตารางที่ 5.11	ค่า OEE ของ Lam 90	89
ตารางที่ 5.12	ค่า OEE ของ ผลรวมแผนก Coil 2	89
ตารางที่ 5.13	สาเหตุการสูญเสียของแผนก Coil 2	90
ตารางที่ 5.14	ค่า OEE ของ Die	92
ตารางที่ 5.15	ค่า OEE ของ Cover	93
ตารางที่ 5.16	ค่า OEE ของ Pump	93
ตารางที่ 5.17	ค่า OEE ของ ผลรวม Pump/Die/Cover	93
ตารางที่ 5.18	สาเหตุการสูญเสียของแผนก Pump/Die/Cover	94
ตารางที่ 5.19	ค่า OEE ของ แผนก Frame/Painting	96
ตารางที่ 5.20	สาเหตุการณ์สูญเสียของแผนก Frame/Painting	97
ตารางที่ 5.21	ค่า OEE ของ Shaft	99

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 5.22	ค่า OEE ของ Rotor	100
ตารางที่ 5.23	ค่า OEE ผลรวมแผนก Shaft/Rotor	100
ตารางที่ 5.24	สาเหตุการสูญเสียของแผนก Shaft/Rotor	101
ตารางที่ 5.25	ค่า OEE ผลรวมแผนก Assembly	103
ตารางที่ 5.26	สาเหตุการสูญเสียของแผนก Assembly	104
ตารางที่ 5.27	ค่า OEE ก่อนการปรับปรุง	106
ตารางที่ 6.1	การหาสิ่งผิดปกติของเครื่องจักร	113
ตารางที่ 6.2	การติดตามควบคุมมาตรการ	116
ตารางที่ 7.1	ค่า OEE ของ Lam 52	117
ตารางที่ 7.2	ค่า OEE ของ Lam 74	117
ตารางที่ 7.3	ค่า OEE ของ อาบวานิช	118
ตารางที่ 7.4	ค่า OEE ของ เตรียมสายไฟ	118
ตารางที่ 7.5	ค่า OEE ของ ผลรวมแผนก Coil 1	118
ตารางที่ 7.6	ค่า OEE ของ Lam 70	119
ตารางที่ 7.7	ค่า OEE ของ Lam 72	119
ตารางที่ 7.8	ค่า OEE ของ Lam 76	119
ตารางที่ 7.9	ค่า OEE ของ Lam 85	120
ตารางที่ 7.10	ค่า OEE ของ Lam 90	120
ตารางที่ 7.11	ค่า OEE ของ ผลรวมแผนกCoil 2	120
ตารางที่ 7.12	ค่า OEE ของ Die	121
ตารางที่ 7.13	ค่า OEE ของ Cover	121
ตารางที่ 7.14	ค่า OEE ของ Pump	121
ตารางที่ 7.15	ค่า OEE ของ ผลรวมแผนก Pump/Die/cover	122
ตารางที่ 7.16	ค่า OEE ของ Frame	122
ตารางที่ 7.17	ค่า OEE ของ Shaft	122
ตารางที่ 7.18	ค่า OEE ของ Rotor	123
ตารางที่ 7.19	ค่า OEE ของ ผลรวมแผนก Shaft/Rotor	123
ตารางที่ 7.20	ค่า OEE ของ Assembly	123

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 7.21	ผลเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง	124
ตารางที่ ก.1	การคำนวณค่า OEE ของแผนก Coil 1	130
ตารางที่ ก.2	การคำนวณค่า OEE ของแผนก Coil 2	131
ตารางที่ ก.3	การคำนวณค่า OEE ของแผนก Pump-Die-Cover	132
ตารางที่ ก.4	การคำนวณค่า OEE ของแผนก Shaft-Rotor	133
ตารางที่ ก.5	การคำนวณค่า OEE ของแผนก Frame	134
ตารางที่ ก.6	การคำนวณค่า OEE ของแผนก Assembly	135

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
รูปที่ 1.1	ผลิตภัณฑ์หลักของโรงงาน	3
รูปที่ 2.1	ส่วนประกอบต่างของแผนภาพสาเหตุและผล	24
รูปที่ 3.1	ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา	43
รูปที่ 3.2	กระบวนการผลิตหลักของมอเตอร์	44
รูปที่ 4.1	การประกอบลูกกลิ้งและใส่แผ่นเหล็ก	51
รูปที่ 4.2	การม้วนเปลือก	52
รูปที่ 4.3	การใส่ชิ้นงานและเชื่อม	52
รูปที่ 4.4	เปลือกที่เชื่อมเสร็จแล้ว	52
รูปที่ 4.5	การใส่ชิ้นงานที่จะเชื่อม	53
รูปที่ 4.6	การเชื่อมและตรวจสอบ	53
รูปที่ 4.7	การตั้งเครื่องและใส่ชิ้นงาน	54
รูปที่ 4.8	การกลึงและตรวจสอบ	54
รูปที่ 4.9	การตั้งเครื่องและใส่ชิ้นงาน	54
รูปที่ 4.10	การตรวจสอบชิ้นงาน	55
รูปที่ 4.11	การใส่ชิ้นงานและอัด	55
รูปที่ 4.12	การเชื่อมเพลท/หู	56
รูปที่ 4.13	การตั้งค่าและใส่ชิ้นงาน	56
รูปที่ 4.14	การเจียร์และตรวจสอบ	56
รูปที่ 4.15	การใส่แกนเข้าเครื่อง	57
รูปที่ 4.16	การใช้เครื่องปาดชิ้นงาน	57
รูปที่ 4.17	การตรวจสอบชิ้นงาน	58
รูปที่ 4.18	การตั้งเครื่องพร้อมใส่ชิ้นงาน	58
รูปที่ 4.19	การใส่ใบมีดกลึง	58
รูปที่ 4.20	การปาดชิ้นงาน	59
รูปที่ 4.21	การตั้งเครื่องตัดแกน	59
รูปที่ 4.22	การเชื่อมท้ายเหล็กและตัดส่วนเกิน	59
รูปที่ 4.23	การตัดแกน	60

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
รูปที่ 4.24	ตรวจสอบและการจัดเก็บ	60
รูปที่ 4.25	การใส่แกนและตั้งลูกกลิ้ง	60
รูปที่ 4.26	การทำความสะอาดและจัดเก็บ	61
รูปที่ 4.27	การทำความสะอาดชิ้นงานก่อน	61
รูปที่ 4.28	การชุบเคลือบชิ้นงานและทาน้ำมัน	62
รูปที่ 4.29	การตั้งเครื่องเจียร์	62
รูปที่ 4.30	การตรวจสอบและจัดเก็บ	62
รูปที่ 4.31	การตั้งเครื่อง	63
รูปที่ 4.32	จัดเก็บชิ้นงาน	63
รูปที่ 4.33	การกลึงและตรวจสอบ	64
รูปที่ 4.34	การเจียร์ปลายและตรวจสอบ	64
รูปที่ 4.35	การกลึงแกน	64
รูปที่ 4.36	ลวดทองแดงที่ใช้และฟอร์มไม้	65
รูปที่ 4.37	การเรียงฟอร์มไม้	65
รูปที่ 4.38	การพันลวดและจัดเก็บ	66
รูปที่ 4.39	การใช้เครื่องมัดเชือก	66
รูปที่ 4.40	ตรวจสอบและจัดเก็บ	66
รูปที่ 4.41	การกั้นไมล่าระหว่างขดลวด	67
รูปที่ 4.42	การเตรียมสเตเตอร์	67
รูปที่ 4.43	การลงคอยล์	68
รูปที่ 4.44	การตัดปลายและขดลวดทองแดง	68
รูปที่ 4.45	การบัดกรีลวดทองแดง	68
รูปที่ 4.46	การใส่สลีป	69
รูปที่ 4.47	การรัดเข็มขัด	69
รูปที่ 4.48	การผสมวานิชพร้อมวัดความหนืด	70
รูปที่ 4.49	การนำชุดลวดเข้าอบวานิช	70
รูปที่ 4.50	การเตรียมภาชนะที่ใช้หลอม	70

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
รูปที่ 4.51	การทำงานของเครื่องฉีดฝา	71
รูปที่ 4.52	การตรวจสอบและจัดเก็บ	71
รูปที่ 4.53	การใช้เครื่องยิงทราย	71
รูปที่ 4.54	การตรวจสอบฝาอลูมิเนียม	72
รูปที่ 4.55	การตั้งเครื่องฉีดโรเตอร์	72
รูปที่ 4.56	การฉีดโรเตอร์	72
รูปที่ 4.57	การตั้งเครื่องอบโรเตอร์	73
รูปที่ 4.58	การนำโรเตอร์ออกจากเครื่องอบ	73
รูปที่ 4.59	การตั้งเครื่องอัดก้อนสเตเตอร์	74
รูปที่ 4.60	การตรวจสอบก้อนสเตเตอร์	74
รูปที่ 4.61	การส่งสเตเตอร์เข้าเครื่อง	74
รูปที่ 4.62	การตรวจสอบสเตเตอร์ที่ลบมุม	75
รูปที่ 4.63	การใส่แผ่นเหล็กเข้าเครื่องปั๊ม	75
รูปที่ 4.64	การทำงานของเครื่องปั๊ม	76
รูปที่ 4.65	การตรวจสอบและจัดเก็บ	76
รูปที่ 4.66	การตั้งระยะตัดสลีป	76
รูปที่ 4.67	การตรวจสอบสลิป	77
รูปที่ 4.68	การตั้งลูกกลิ้งที่ตัดไมล่า	77
รูปที่ 4.69	การตรวจสอบไมล่า	77
รูปที่ 4.70	การย้ำหางปลา	78
รูปที่ 4.71	การตัดสายไฟ	78
รูปที่ 4.72	การปอกสายไฟ	79
รูปที่ 4.73	การตัดไมล่า	79
รูปที่ 4.74	การเตรียมชิ้นงานก่อนพ่นสี	79
รูปที่ 4.75	การทำชิ้นงานให้แห้ง	80
รูปที่ 4.76	การพ่นสีชิ้นงาน	80
รูปที่ 4.77	การอบชิ้นงาน	80

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
รูปที่ 4.78	การปรับตั้งระยะ	81
รูปที่ 4.79	การใส่ชุดโรเตอร์	81
รูปที่ 4.80	การประกบฝาหน้าหลัง	82
รูปที่ 4.81	การทดสอบมอเตอร์	82
รูปที่ 5.1	กราฟแสดงความสูญเสียของแผนก Coil 1	86
รูปที่ 5.2	ผังก้างปลาที่แผนก Coil 1	87
รูปที่ 5.3	กราฟแสดงความสูญเสียของแผนก Coil 2	91
รูปที่ 5.4	ผังก้างปลาที่แผนก Coil 2	92
รูปที่ 5.5	กราฟแสดงความสูญเสียของแผนก Pump/Die/Cover	95
รูปที่ 5.6	ผังก้างปลาที่แผนก Pump/Die/Cover	96
รูปที่ 5.7	กราฟแสดงความสูญเสียของแผนก Frame/Painting	98
รูปที่ 5.8	ผังก้างปลาที่แผนก Frame/Painting	99
รูปที่ 5.9	กราฟแสดงความสูญเสียของแผนก Shaft/Rotor	102
รูปที่ 5.10	ผังก้างปลาที่แผนก Shaft/Rotor	103
รูปที่ 5.11	กราฟแสดงความสูญเสียของแผนก Assembly	105
รูปที่ 5.12	ผังก้างปลาที่แผนก Assembly	106
รูปที่ 5.13	กราฟแสดงค่า OEE ก่อนการปรับปรุง	107
รูปที่ 6.1	การอบรมการคำนวณและบันทึกค่า	111
รูปที่ 6.2	การฝึกอบรมการลดการสูญเสีย	112
รูปที่ 7.1	กราฟแสดงค่า OEE ก่อนและหลังปรับปรุง	124

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

จากปัญหาเศรษฐกิจโลกถดถอยและราคาน้ำมันแพง ดันต้นทุนให้พุ่งสูงขึ้น ทำให้โรงงานส่วนมากแบกภาระไม่ไหวต้องหยุดเดินเครื่องผลิต ทำให้ต้องปิดกิจการในที่สุด ซึ่งราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้นขณะนี้ทำให้ต้นทุนการผลิตของผู้ประกอบการสูงขึ้น โดยเฉพาะภาคการขนส่ง ทำให้ผู้ประกอบการไม่สามารถควบคุมต้นทุนการผลิตได้ กลุ่มอุตสาหกรรมที่ได้รับผลกระทบส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม หรือเอสเอ็มอี (SME) จากการสำรวจ พบว่ามีผู้ประกอบการหลายรายในภาคการผลิตเริ่มลดกำลังการผลิตแล้ว และไม่มั่นใจว่าผู้ประกอบการจะแบกรับภาระได้นานแค่ไหน ถ้าผู้ประกอบการไม่สามารถรับภาระได้ก็จำเป็นต้องหยุดเดินเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งจะส่งผลให้มีแรงงานตกงานเป็นจำนวนมาก จากผลกระทบจากราคาน้ำมัน โดยสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต การผลิตที่เพิ่มขึ้น การลดของเสียให้น้อยลง การจะทำให้สิ่งเหล่านี้บรรลุผลได้นั้นต้องอาศัยเครื่องจักรที่มีการบำรุงรักษาให้มีความพร้อมในการใช้งาน ผลิตอย่างเต็มสมรรถนะ และได้สินค้าที่มีคุณภาพ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถที่จะนำไปเชื่อมโยงกับนโยบายของบริษัทได้เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ทั้งคุณภาพ ต้นทุน และการจัดส่ง นอกจากนี้งานซ่อมบำรุงรักษาเป็นการทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าจะมีความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์นั้นๆ และไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การวัดสมรรถนะของการผลิต (Manufacturing Performance) มีการหาวิธีการกันหลากหลาย ซึ่งส่วนใหญ่จะมีข้อมูลและดรรชนีจำนวนมาก ทั้งในทางกว้างและทางลึกหลายวิธีล้าสมัยและอีกหลายวิธีไม่มีความต่อเนื่องในการวิเคราะห์อีกหลายวิธี มีความพยายามเอารายงานทางบัญชีเข้ามาวิเคราะห์ ซึ่งไม่สามารถให้ความละเอียดในทางลึกหรือนำไปใช้ปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตได้จริง ๆ ปัญหาอื่นที่พบ คือ การมีดรรชนีในการชี้วัดมาก แต่ไม่สัมพันธ์กัน ทำให้ไม่สามารถมองภาพใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์และเป็นปัญหาการจัดการ ความไม่สอดคล้องกันของการเก็บข้อมูลแยกส่วนทำให้มีการถกเถียงในข้อมูลที่ไม่ตรงกัน ปกติการปรับปรุงสมรรถนะการผลิตโดยรวม จะต้องทำ 3 สิ่ง ดังนี้ คือ

1) ต้องวัดสิ่งที่ต้องการปรับปรุงให้ได้อย่างเป็นระบบ (What to Measure)

2) วัดอย่างไรให้ได้ครบถ้วนถูกต้องแม่นยำ (How to Measure)

3) จะทำการปรับปรุงอย่างไร (How to Improve)

การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE – Overall Equipment Effectiveness) เป็นวิธีการที่ดีวิธีหนึ่งที่นอกจากทำให้รู้ประสิทธิผลของเครื่องจักรแล้วยังรู้ถึงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งในภาพใหญ่ คือ สามารถแยกประเภทการสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุของการสูญเสียนั้น ทำให้สามารถที่จะปรับปรุงลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ

OEE ย่อมาจาก Overall Equipment Effectiveness หรือเรียกภาษาไทยว่า "ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์" ซึ่งในปัจจุบันวิธีในการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ นั้นมีเพียงวิธีนี้วิธีเดียวซึ่งเป็นที่นิยมมาก จนกระทั่งประเทศญี่ปุ่นได้นำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการให้รางวัล Productive Maintenance หรือเป็นรางวัลที่ให้แก่โรงงานที่เป็นที่ยอมรับในการบำรุงรักษาแบบทวีผล เนื่องจากหลักการและวิธีคิดพื้นฐานไม่ซับซ้อนและเห็นภาพได้อย่างชัดเจนในแง่ของความเป็นจริง ทั้งยังสามารถพิสูจน์ได้ และสะท้อนถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจน (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2542) โดยมีหลักการที่สามารถเข้าใจได้ง่ายตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงจนถึงระดับพนักงานคุมเครื่องจักร

เครื่องจักรที่ดีไม่ใช่เป็นเพียงแค่เครื่องจักรที่ไม่เสีย เปิดสวิตช์เมื่อใดทำงานได้เมื่อนั้น หากแต่ต้องเป็นเครื่องจักรที่เปิดขึ้นมาแล้วทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพคือ เดินเครื่องได้เต็มกำลังความสามารถ แต่ถ้าเครื่องจักรใช้งานได้ตลอดเวลาและเดินเครื่องได้เต็มกำลัง แต่ชิ้นงานที่ผลิตออกมาไม่มีคุณภาพ ก็คงไม่มีประโยชน์อะไร ดังนั้นเรื่องคุณภาพของงานที่ออกมาจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะใช้ในการพิจารณาเครื่องจักร และที่สำคัญเครื่องจักรที่ดีต้องใช้งานได้อย่างปลอดภัย

1.2 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

ปีที่ก่อตั้ง 2534

ผลิตภัณฑ์หลัก มอเตอร์สำหรับเครื่องปรับอากาศ
มอเตอร์อินดัคชั่น
มอเตอร์ปั๊มน้ำ

รูปที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์หลักของโรงงาน

กำลังการผลิต	62,500 ตัว/เดือน
ผลิตจริง	45,000 ตัว/เดือน
จำนวนพนักงาน	300 คน
ฝ่ายบริหาร	11 คน
เวลาการทำงาน	8-12 ชั่วโมง/วัน
	300 วัน/ปี
ส่งออก	40%
ขายภายใน	60%
มาตรฐาน	ISO9002:2000

1.3 สภาพปัญหาที่พบในปัจจุบัน

1) เนื่องจากโรงงานยังไม่มีการคิดค่า OEE ของเครื่องจักร มีแต่การจดบันทึกของเครื่องจักรที่เสียเฉพาะที่แผนกซ่อมบำรุง ควรจะทำการจดบันทึกทุกแผนกที่มีเครื่องจักรโดยเฉพาะฝ่ายการผลิตที่มีอยู่หลายแผนก เช่น แผนก Shaft-Rotor , แผนก Frame , แผนก Pupm-Die-Cover , แผนก Coil 1- 2 และ แผนก Assembly ซึ่งเครื่องจักรทั้งหมดส่วนใหญ่จะอยู่ที่นี้ทั้งนั้น

2) วิธีการจดบันทึกของข้อมูลไม่ถูกต้อง ครบถ้วน

3) ข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันเมื่อลองทำการคิดค่า OEE แล้วยังต่ำอยู่มาก คือ ตัวอย่างข้อมูลเดือนสิงหาคม 2551 (จากการสอบถามและมีการจดข้อมูลบางส่วน)

แผนกซ่อมบำรุง

เครื่องจักรทั้งหมดในโรงงาน 289 เครื่อง

ในเดือนเครื่องจักรเสีย 10 เครื่อง

เวลาเครื่องหยุด 1,640 นาที

เวลาเครื่องจักรทำงานจริง = 8x26x60

= 12,480 นาที

Availability = เวลารับภาระงาน – เวลาสูญเปล่าจากเครื่องหยุด x 100 %

เวลารับภาระงาน

Availability = (12,480 - 1,640) / 12,480

= 86.86%

ฝ่ายผลิต

จำนวนมอเตอร์ที่ผลิตได้ 50,571 ตัว

รอบเวลาทฤษฎีในการผลิต 0.2 นาที / ตัว

เวลาเครื่องจักรทำงานจริง 12,480 นาที

Performance = รอบเวลาทางทฤษฎี x จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ x 100%

เวลาเดินเครื่อง

Performance = 50,571x0.2 / 12,480

= 81.04%

ฝ่ายควบคุมคุณภาพ

จำนวนมอเตอร์ที่ผลิตได้ 50,571 ตัว

จำนวนมอเตอร์ที่เสีย 193 ตัว

Quality Rate = ปริมาณผลผลิตที่ได้ – ปริมาณของเสีย x 100%

ปริมาณผลผลิตที่ได้

Quality Rate = (50,571 – 193) / 50571

= 99.62%

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร = Availability x Performance x Quality Rate

= 0.8686 x 0.8104 x 0.9904

= 69.72%

ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า OEE ที่ได้ คือ **69.72 %** ต่ำกว่าเกณฑ์ โดยประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(Overall Equipment Effectiveness : OEE) ที่ตั้งเป็นมาตรฐานโดยทั่วไป คือ **85%**

ดังนั้นควรจะดำเนินการหาค่า OEE ที่ถูกต้องครบถ้วน และดำเนินการปรับปรุงเปรียบเทียบกันก่อนและหลังการปรับปรุงให้มีค่ามากกว่า 85 %

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคในด้านการจัดการ ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น โดยการใช้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) เป็นตัววัดเพื่อทำการหาค่า OEE ที่ถูกต้อง พร้อมทั้งปรับปรุงค่า OEE ให้ดีขึ้น เพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้เทคนิคการจัดการ และเสนอแนวทางการปรับปรุงก่อน หลังเปรียบเทียบกัน เฉพาะเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่อยู่ในกระบวนการผลิตมอเตอร์

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

จากสภาพปัญหาในข้างต้น จะดำเนินการหาค่า OEE ที่ถูกต้อง ปรับปรุงค่า OEE ให้ดีขึ้น เพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้ เทคนิคการจัดการและเสนอแนวทางการปรับปรุง พร้อมทั้งสรุปผลก่อน หลังเปรียบเทียบกัน เฉพาะเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่อยู่ในกระบวนการผลิตมอเตอร์

1.6 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเป็นการบอกภาพรวมๆของการศึกษาวิจัยต้องทำขั้นตอนไหนก่อนหลังโดยสามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เทคนิคการจัดการ และ การใช้ OEE
2. ศึกษาประวัติ ความเป็นมา สภาพดำเนินงานทั่วไปของโรงงานมอเตอร์ และกระบวนการผลิตมอเตอร์
3. ศึกษาปัญหาหลักและสาเหตุที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมอเตอร์
4. ดำเนินการหาค่า OEE ที่ถูกต้องก่อนโดยการฝึกอบรมวิธีการจดบันทึก
5. ประยุกต์ใช้เทคนิคการจัดการในการวิเคราะห์ปัญหาที่ทำให้ค่า OEE ต่ำ
6. ดำเนินการหามาตรการที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต
7. ดำเนินการการปรับปรุงตามมาตรการที่เกิดขึ้น

8. ดำเนินการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงค่า OEE
9. สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ
10. จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับหลังจากทำการศึกษาและวิจัยการหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในโรงงานมอเตอร์ มีดังนี้

1. สามารถเพิ่มศักยภาพในการผลิตและการจัดการ เพื่อนำไปสู่การเพิ่มผลผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน
2. เป็นแนวทางในการนำเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการไปใช้เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรมมอเตอร์และโรงงานอื่นๆที่คล้ายกัน
3. สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตเมื่อมีของเสียลดลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การสำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มผลผลิต การบำรุงรักษาเครื่องจักร การหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การหาสาเหตุของการสูญเสียด้วยวิธีต่างๆ เพื่อช่วยในการวิจัยประกอบกับการศึกษาให้เข้าถึงสถานการณ์ในปัจจุบันและแนวความรู้ต่างๆที่ได้ปฏิบัติมาก่อน ซึ่งสามารถสรุปงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

2.1 การเพิ่มผลผลิต

การเพิ่มผลผลิตตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างผลิตผล (Output) ต่อปัจจัยการผลิต (Input) ที่ใช้ไป โดยค่าของผลิตผลจะต้องเป็นผลิตผลที่ขายได้จริง ไม่นับรวมผลิตผลที่เป็นของเสีย (Defect) ผลิตผลที่ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด และผลิตผลที่ต้องนำมาเก็บไว้ในโกดังสินค้า เนื่องจากผลิตผลเหล่านี้เป็นผลิตผลที่ไม่ได้ก่อให้เกิดรายได้ต่อโรงงาน

ความสำคัญของการเพิ่มผลผลิต สรุปได้ดังนี้

ก. ทรัพยากรมีจำกัด และขาดแคลนลงทุกวัน โดยมุ่งคำนึงถึงผลประโยชน์สูงสุดในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ให้สูญเสียน้อยที่สุดและมุ่งปรับปรุงสิ่งต่างๆ ให้ดีขึ้นเสมอ

ข. เพื่อให้สามารถสู้กับคู่แข่งขันในตลาดทั้งในและต่างประเทศ

การปรับปรุงการเพิ่มผลผลิต คือ ความพยายามที่จะขจัด 3 มุ ให้มีน้อยที่สุด หรือไม่มีเลย ได้แก่

1) มุดะ (Muda) หมายถึง ความสูญเปล่าสิ้นเปลือง (Waste) ในกิจกรรมใดๆ ที่กระทำแล้วไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม
2) มุริ (Muri) หมายถึง สภาพที่เหนื่อยยากตรากตรำ เนื่องมาจากการใช้งานที่มากเกินกว่าที่จะรับได้ หรือเกินมาตรฐานที่กำหนด
3) มุระ (Mura) หมายถึง ความไม่สม่ำเสมอ การที่การทำงานไม่สามารถไหลลื่นหรือคุณภาพของสินค้าและบริการไม่สม่ำเสมอ

องค์ประกอบของการเพิ่มผลผลิต

โดยได้แบ่งองค์ประกอบของการเพิ่มผลผลิตออกเป็น 7 ส่วน ได้แก่

Q: Quality **คุณภาพ** หมายถึง สิ่งที่ลูกค้าต้องการหรือพึงพอใจ โดยไม่เป็นภัยต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งการผลิตสินค้านั้น ควรทำให้ถูกต้องตั้งแต่แรก เพราะจะได้ไม่ต้องมีการแก้ไขงานหรือมีของเสีย ซึ่งจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง และสามารถส่งมอบงานได้ตามกำหนด

C: Cost **ต้นทุน** คือ ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่จ่ายไปเพื่อดำเนินการผลิตสินค้าหรือบริการ ซึ่งต้นทุนนี้ จะเริ่มเกิดขึ้นตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการออกแบบผลิตภัณฑ์ การผลิต การทดสอบจนถึงสำเร็จเป็นสินค้า และส่งมอบให้กับลูกค้า ต้นทุนประกอบไปด้วย ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนการทำงานของเครื่องจักร และต้นทุนแรงงานหรือค่าจ้างพนักงาน การเพิ่มผลผลิตที่ดีจำเป็นต้องลดต้นทุนโดยเน้นเรื่องคุณภาพควบคู่ไปด้วย มิฉะนั้นจะทำให้เกิดปัญหาขึ้นในกระบวนการผลิต เช่น ใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพต่ำราคาถูก อาจจะทำให้เกิดของเสียขึ้นทำให้ต้นทุนสูงขึ้น แต่สามารถทำการลดต้นทุนอย่างถูกวิธีได้โดย การลดความสูญเสียต่างๆ กำจัดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น เช่น การทำงานซ้ำซ้อน การผลิตมากเกิดไป การเก็บสต๊อกมากเกินไป การประหยัดพลังงาน แรงงานและทรัพยากรและการปรับปรุงงานอย่างสม่ำเสมอทุกวัน

D: Delivery **การส่งมอบ** หมายถึง การผลิตสินค้าหรือบริการที่ลูกค้าต้องการให้ถึงมือลูกค้าตามเวลาที่กำหนด เป็นการช่วยให้บริษัทมีความได้เปรียบในการแข่งขัน ซึ่งการจะบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว บริษัทหรือโรงงานจะต้องมีระบบการส่งมอบภายในที่ดีเสียก่อน ดังนั้น วิธีหนึ่งที่สามารถจะทำได้ คือ การพยายามลดการสูญเสียเวลาในระหว่างส่งมอบงาน ฝ่ายจัดซื้อต้องพยายามหาวัตถุดิบให้ฝ่ายผลิตได้ทันเวลา แต่จะต้องไม่สต๊อกสินค้าไว้มากเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการสูญเสียได้

S: Safety **ความปลอดภัย** คือ สภาวะที่ปราศจากอุบัติเหตุ การบาดเจ็บหรือเจ็บปวดหรือความสูญเสีย ความปลอดภัยในการทำงานถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการเพิ่มผลผลิต เพราะการทำงานในสภาพแวดล้อมที่ดี ย่อมก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างนายจ้างและลูกจ้าง พนักงานจะมีความรับผิดชอบ และมีจิตสำนึกในการทำงานที่ดี ตลอดจนทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง บริษัทประหยัดค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลและค่าทดแทนต่างๆ เพิ่มกำไรมากขึ้น ซึ่งความปลอดภัยจะเกิดจากสภาพแวดล้อมที่ดี เครื่องมืออุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน และการทำงานที่ไม่ประมาท เช่น ไม่หยอกล้อกันในขณะปฏิบัติงาน

M: Morale **ขวัญและกำลังใจในการทำงาน** คือ สภาพทางจิตใจของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ความรู้สึงหรือความนึกคิดที่ได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมในการทำงาน และจะแสดงกริยาโต้ตอบกลับคือพฤติกรรมในการทำงาน ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อผลงานของเขาเอง ขวัญและกำลังใจในการทำงานจะมีทั้งทางด้านบวกและด้านลบ และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ

- บรรยากาศในการทำงาน คือ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลทั้งภายนอกและภายในองค์กร เช่น หัวหน้างาน เพื่อนร่วมงาน ลูกค้า ซึ่งบรรยากาศในการทำงานที่ทำให้พนักงานมีขวัญและกำลังใจที่ดีได้แก่ การให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเพิ่มผลผลิตของหน่วยงาน

- สภาพแวดล้อมในการทำงาน เช่น สถานที่ทำงานดี แสงสว่าง เสียง และอุณหภูมิเหมาะสม มีความก้าวหน้าในสายงาน ระบบการสื่อสารดี พนักงานมีความรู้สึกมั่นคงปลอดภัยซึ่งมีผลโดยตรงต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน

E: Environment สิ่งแวดล้อม ปัจจุบัน สิ่งแวดล้อมถือว่าเป็นเรื่องสำคัญมาก เนื่องจากประเทศต่างๆ ทั่วโลก ต่างมุ่งพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศ เพื่อที่จะสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก ซึ่งการเติบโตของอุตสาหกรรมดังกล่าวส่งผลกระทบมากมายต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตจะต้องรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เพราะเมื่อมีปัญหาสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้น จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน เช่น เกิดน้ำเสีย ควันพิษจากโรงงาน ขยะและของเสียต่างๆ การผลิตที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม คือ การปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตโดยใช้กระบวนการผลิตที่สะอาดขึ้น รวมถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี เพื่อผลิตสินค้าและบริการที่ไม่เป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม อันจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตที่สูงขึ้น

E: Ethics จรรยาบรรณในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งการที่จะลดต้นทุน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และมีจรรยาบรรณในการดำเนินธุรกิจโดยไม่เอารัดเอาเปรียบผู้อื่น จึงจะถือว่าเป็นการเพิ่มผลผลิตที่ดี

ความสูญเสีย 7 ประการ

เป็นความสูญเสียต่างๆ ที่แฝงอยู่ในกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงเกินกว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิต และผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการที่มีความสูญเสียต่างๆ เหล่านี้แทนที่จะสามารถใช้เวลาช่วงนั้นในการปฏิบัติงานให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ หรือคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนางานให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเรียนรู้ว่ามีความสูญเสียใดบ้างอยู่ในกระบวนการ และจะทำอย่างไรเพื่อที่จะขจัดความสูญเสียเหล่านั้นให้หมดไป มี 7 ประการ คือ

ก. **ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป** (Over Production)

การผลิตในปริมาณที่มากเกินไปโดยที่ยังไม่มีความต้องการในขณะนั้น ทำให้เกิดงานระหว่างทำ (Work in Process) รออยู่ในกระบวนการขึ้น ยิ่งจำนวนของงานระหว่างทำนี้เพิ่มขึ้นเท่าไหร่ก็จะทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมามากขึ้นเท่านั้น

ลักษณะของความสูญเสีย

- เกิดความต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work in Process: WIP)
- เกิดการขนย้ายไปเก็บชั่วคราวเมื่อใช้ไม่หมด
- เมื่อเกิดของเสียจากกระบวนการก่อนหน้าจะไม่ได้รับการแก้ไขในทันที
- ใช้เวลาในการผลิตนาน

สาเหตุของความสูญเสีย

- ความสามารถของแต่ละกระบวนการไม่เท่ากัน
- แนวคิดที่ผลิตให้จำนวนมากที่สุด เพื่อลดต้นทุนต่อหน่วยลง
- มีการใช้ระบบการให้ค่าแรงจูงใจ

แนวทางการปรับปรุง

- ปรับสายการผลิตให้สมดุล (Line Balancing) เพื่อกำจัดจุดที่เป็นคอขวด (Bottleneck) ของสายการผลิต
- ปรับระดับการผลิตให้เหมาะสมกับความต้องการทั้งปริมาณและเวลาการส่งมอบ
- บำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
- กำหนดการผลิตในแต่ละ Lot ให้น้อยลง
- ลดเวลาการตั้งเครื่อง (Reduce Setup Time)
- ฝึกให้พนักงานมีทักษะในการทำงานหลายด้าน (Multi-Skill)

ข. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Stock)

การเก็บวัสดุคงคลังไว้มากเกินความจำเป็น เพื่อเป็นหลักประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับการผลิตอยู่ตลอดเวลานั้นนับว่าเป็นความสูญเสียที่พบได้บ่อย และทำให้เกิดปัญหาขึ้นมากโดยที่มองข้ามไป

ลักษณะของความสูญเสีย

- เกิดความต้องการใช้พื้นที่จำนวนมากในการเก็บรักษา
- เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บมาก และต้นทุนจม เช่น ดอกเบี้ย
- วัสดุเกิดการเสื่อมสภาพ ถ้าขาดการจัดเก็บแบบเข้าก่อนออกก่อน (FIFO)
- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงคำสั่งผลิต ทำให้เกิดวัสดุตกค้างเป็นจำนวนมาก

สาเหตุของความสูญเสีย

- ความสามารถของกระบวนการที่ต่ำทำให้ต้องผลิตสินค้าไว้จำนวนมากป้องกันการเสียโอกาสจากการไม่มีสินค้า
- วิธีการบริหารพัสดุคงคลังไม่เหมาะสม
- ระบบการพยากรณ์ผิดพลาด

แนวทางการปรับปรุง

- กำหนดจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในการจัดเก็บพัสดุแต่ละชนิด
- ใช้การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) เพื่อให้เกิดความสะดวกในการจัดเก็บและการหยิบใช้ และทำให้ทราบถึงจำนวนคงเหลือ เพื่อลดความผิดพลาดในการสั่งซื้อ
- ควบคุมปริมาณการสั่งซื้อ จากอัตราการใช้ด้วยระบบที่ง่ายที่สุด
- ปรับปรุงระบบการจัดเก็บให้มีลักษณะเข้าก่อนออกก่อน (FIFO: First In First Out) เพื่อไม่ให้พัสดุตกค้างอยู่ในคลังสินค้าเป็นระยะเวลายาวนานจนเสื่อมสภาพ

ค. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)

การขนถ่ายภายในเป็นกิจกรรมที่จำเป็นในกระบวนการผลิต เพื่อให้สามารถดำเนินการผลิตไปได้อย่างต่อเนื่อง แต่หากไม่มีการควบคุมให้ดีก็จะเป็นการเพิ่มต้นทุนโดยไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ

ลักษณะของความสูญเสีย

- ต้องมีการใช้อุปกรณ์ หรือเครื่องจักรในการขนย้ายจำนวนมาก
- การที่มีคลังพัสดุหลายแห่ง
- วัสดุเกิดการเสียหาย

สาเหตุของความสูญเสีย

- มีการผลิตครั้งละจำนวนมาก
- ละเลยการทำกิจกรรม 5ส.
- ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการวางผังโรงงาน

แนวทางการปรับปรุง

- วางผังเครื่องจักรให้ใกล้กัน เพื่อลดระยะทางการขนส่งให้น้อยลง
- ปรับปรุงการวางผังโรงงาน โดยยึดหลักความสัมพันธ์ระหว่างฝ่ายงานที่เกี่ยวข้องกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เช่น การจัดสายการประกอบขั้นสุดท้าย

(Final Assembly) ให้อยู่ใกล้กับคลังเก็บสินค้า เพื่อลดระยะทางในการขนส่ง

- ปรับปรุงการขนถ่ายวัสดุ เพื่อลดปริมาณการขนถ่ายให้น้อย เช่น หาอุปกรณ์การขนถ่ายหรือใช้บรรจุภัณฑ์ให้เหมาะสม

ง. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย/แก้ไขงานเสีย (Defects/Rework)

การตรวจสอบเป็นเพียงการตัดสินใจว่าชิ้นงานนั้นใช้ได้หรือไม่ แต่ไม่สามารถค้นหาสาเหตุและแก้ไขได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะยอมรับว่าต้องมีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และการตรวจสอบไม่สามารถช่วยให้ของเสียลดลงได้

ลักษณะของความสูญเสีย

- ใช้พื้นที่ เครื่องมือ และพนักงานในการแก้ปัญหาของเสียมาก
- เกิดความผิดพลาดในเวลาการจัดส่ง
- ทำให้ผลกำไรน้อย เนื่องจากมีเศษของเสีย
- ภาพลักษณ์ที่ไม่ดีต่อองค์กร

สาเหตุของความสูญเสีย

- วิธีการผลิตที่ไม่ถูกต้อง
- การออกแบบสำหรับการผลิตไม่เหมาะสม
- วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ
- ความเสียหายจากการขนย้าย
- ขาดการตรวจสอบและติดตามป้องกันข้อบกพร่อง

แนวทางการปรับปรุง

- สร้างระบบการปรับปรุงคุณภาพโดยการป้องกัน (Quality Improvement by Prevention) ซึ่งมีวิธีการคือ 1) ค้นหาของเสียก่อนถึงลูกค้า 2) แจกแจงความถี่ลักษณะของเสีย 3) หาสาเหตุของเสียแต่ละลักษณะ และ 4) กำจัดสาเหตุ
- สร้างมาตรฐานของการทำงา และมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง
- ดูแลพนักงานให้ปฏิบัติตามมาตรฐานตั้งแต่แรก
- อบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจสามารถปฏิบัติงานได้ถูกตามมาตรฐาน
- ปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน (Poka-Yoke)

- ตั้งเป้าหมายการผลิตของเสียให้เป็นศูนย์
- ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็ว (Quick Response System)
- ปรับปรุงการออกแบบการผลิต
- บำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพดี

จ. ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ (Non-effective Process)

ในกระบวนการผลิตใดๆ หากพิจารณาอย่างละเอียด จะพบสิ่งที่สามารถทำการปรับปรุงแก้ไขได้อีก เช่น ลำดับขั้นตอนการทำงานที่ไม่ถูกต้อง ซ้ำซ้อน และไม่เพิ่มมูลค่าให้กับตัววัสดุ วิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น แต่บางครั้งความเคยชินกับกระบวนการผลิตที่เป็นอยู่ทำให้มองข้ามความบกพร่องที่แฝงอยู่ในกระบวนการไป

ลักษณะของความสูญเสีย

- เกิดจุดที่เป็นคอขวด (Bottleneck) ของสายการผลิต
- ขาดความชัดเจนในข้อกำหนดของลูกค้า
- การมีสำเนามากเกินความจำเป็น
- การตรวจสอบมากเกินความจำเป็น

สาเหตุของความสูญเสีย

- การเปลี่ยนแปลงทางวิศวกรรมโดยไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิต
- นโยบายและขั้นตอนการดำเนินงานขาดประสิทธิภาพ
- ขาดข้อมูลด้านความต้องการลูกค้า

แนวทางการปรับปรุง

- วิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis) เพื่อให้ทราบขั้นตอนทั้งหมดในการทำงาน และพิจารณาเลือกกิจกรรมที่ไม่เหมาะสมมาทำการปรับปรุง
- ใช้หลักการ 5W 1H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกิจกรรมของแต่ละกระบวนการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉ. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay/Idle time)

การรอคอยที่เกิดขึ้นในกระบวนการ ได้แก่ พนักงานรอวัตถุดิบเพื่อทำการผลิต เครื่องจักรหยุดเนื่องจากพนักงานไม่อยู่ควบคุมการทำงาน พนักงานรอเนื่องจากเครื่องจักรซ่อม เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลให้การผลิตเป็นไปอย่างล่าช้า การส่งมอบสินค้าไม่ทันกำหนด

ลักษณะของความสูญเสีย

- พนักงานรอเครื่องจักรทำงาน
- เครื่องจักรหรือวัตถุดิบรอคนมาทำงาน
- มีการรอชิ้นงานจากกระบวนการก่อนหน้า
- การรอการซ่อมเครื่องจักร
- การรอการตั้งเครื่อง

สาเหตุของความสูญเสีย

- วิธีการทำงานของแต่ละกระบวนการที่ไม่สอดคล้องกัน
- ใช้เวลาในการตั้งเครื่องจักรนาน
- ประสิทธิภาพของเครื่องจักรต่ำ

แนวทางการปรับปรุง

- จัดวางแผนการผลิต แผนการข้าวของวัตถุดิบ และลำดับการผลิตให้สอดคล้องกัน
- จัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา
- จัดสรรปริมาณงาน แรงงาน และเครื่องจักรให้เกิดความสมดุลในสายการผลิต
- วางแผนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต และเตรียมเครื่องมือพนักงานให้พร้อมก่อนหยุดเครื่อง หรือจัดหาอุปกรณ์ช่วยในการปรับเปลี่ยน เพื่อลดเวลาการตั้งเครื่องจักร
- ฝึกให้พนักงานมีทักษะในการทำงานหลายด้าน

ช. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

การเคลื่อนไหวด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสม หรือการทำงานกับเครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์ที่มีขนาด น้ำหนัก หรือสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมกับร่างกายของผู้ปฏิบัติงานเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าต่อร่างกาย และยังทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

ลักษณะของความสูญเสีย

- การมองหาเครื่องมือที่จะนำมาใช้
- การเอื้อม หรือการก้มตัวมากเกินความจำเป็น
- วัตถุดิบที่จะต้องใช้วางอยู่ไกล

สาเหตุของความสูญเสีย

- การจัดวางอุปกรณ์ และวางผังโรงงานไม่เหมาะสม
- ขาดการทำกิจกรรม 5ส. และการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control)
- ขาดมาตรฐานการทำงาน

แนวทางการปรับปรุง

- ใช้หลักการเคลื่อนไหวอย่างประหยัด (Motion Economy) พยายามกำจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นออกไป
- ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomics)
- จัดสภาพการทำงาน (Work Condition) ให้เหมาะสม เช่น การจัดวางเครื่องมือไว้ใกล้จุดปฏิบัติงาน เพื่อลดการเดิน
- ปรับปรุงเครื่องมืออุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะกับสภาพร่างกายผู้ปฏิบัติงาน
- จัดทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน (Jig, Fixture) เพื่อให้ทำงานได้สะดวก

2.2 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE)

การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) เป็นการบำรุงรักษาทวีผลซึ่งกระทำโดยพนักงานทุกคนผ่านทางกิจกรรมกลุ่มย่อย การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมเป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรซึ่งกระทำพื้นฐานการกระจายไปทั่วทั้งบริษัท (สุวิทย์ บุณยวานิชกุล , ผู้แปล , 2542)

การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมนั้นมีดัชนีชี้วัดที่สำคัญตัวหนึ่ง นั่นคือ ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness :OEE) และบริษัทต่างๆที่ได้รับรางวัล PM ล้วนแต่มีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสูงกว่า 85 % ทั้งสิ้น

ในหัวข้อนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 หัวข้อย่อย ได้แก่ ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ และการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 ความสูญเสียอันยิ่งใหญ่ 6 ประการ

เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตในแต่ละช่วงเวลาที่ใช้งาน หรือ ถูกกำหนดจะใช้งานจะมีพฤติกรรมต่างๆ ที่จัดเป็นความสูญเสียต่างๆได้ 6 ประการหลักดังนี้คือ

1) ความสูญเสียจากการที่เครื่องจักรขัดข้องทำให้ต้องหยุดผลิต

2) ความสูญเสียจากการเตรียมงาน การปรับตั้งเครื่องจักร การเปลี่ยนไปผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดต่อไป จะต้องมีการเตรียมเครื่องจักรก่อน เช่น เปลี่ยนแม่พิมพ์ เปลี่ยนจิ๊กเวลาช่วงนี้ทำให้เกิดความสูญเสีย เนื่องจากเครื่องจักรไม่ได้เดินเครื่องทำการผลิต

3) ความสูญเสียจากการหยุดเล็กๆน้อยๆ หรือการเดินเครื่องเปล่า เช่น การที่เครื่องจักรมีปัญหาชั่วคราว เครื่องจักรสามารถผลิตได้แต่ไม่มีวัตถุป้อนให้กับเครื่องจักร การหยุดเล็กๆน้อยอันเนื่องจากมีชิ้นงานเข้าไปติดที่เครื่องจักร

4) ความสูญเสียด้านความเร็ว หมายถึง การใช้เครื่องจักรด้วยความเร็วไม่ถึงที่ออกแบบไว้ สาเหตุหนึ่งของการสูญเสียนี้ คือ การที่เครื่องจักรเสื่อมสภาพซึ่งจะทำให้รอบการหมุนของเครื่องช้าลง หรือการที่ผู้ปฏิบัติงานไม่กล้าใช้เครื่องจักรที่ความเร็วสูงๆทำให้ไม่สามารถใช้งานเครื่องจักรได้อย่างเต็มสมรรถนะ

5) ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย เมื่อมีของเสียและต้องทำการซ่อม จะทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายเป็นเหตุให้มีต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้น

6) ผลผลิตลดลง การผลิตเสีย การแก้ไขชิ้นงาน และการลดลงของชิ้นงานที่เกิดขึ้นระหว่างการเริ่มเดินเครื่องและการผลิตที่เสถียร

2.2.2 การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

OEE เป็นคำที่รู้จักกันเป็นอย่างดีในฐานะตัวเลขที่ใช้บ่งบอกสมรรถนะของโรงงานที่ใช้เครื่องจักรเป็นหลักในกระบวนการผลิต นอกจากนั้น OEE ยังใช้เป็นตัวเลขในการวัดความสำเร็จของโรงงานที่ดำเนินกิจกรรม TPM หรือเรียกได้ว่าการดำเนินกิจกรรม TPM ก็เพื่อเพิ่มค่า OEE

ค่า OEE ประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ ความพร้อมของเครื่องจักร (Availability :A) อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (Performance Rate : P) และอัตราของดี (Good Quality Rate : Q) โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ความพร้อมของเครื่องจักร (Availability : A)

ความพร้อมของเครื่องจักรเกิดจากเวลาสูญเปล่าจากเครื่องจักรหยุดเนื่องมาจากเครื่องจักรขัดข้อง และการสูญเสียจากการปรับตั้ง เตรียมงานของเครื่องจักร

$$\text{ความพร้อมของเครื่องจักร} = \frac{\text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลาสูญเปล่าจากเครื่องหยุด}}{\text{เวลารับภาระงาน}} \times 100\ \%$$

2) อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (Performance Rate : P)

เวลาเดินเครื่องสุทธิเกิดเนื่องจากเวลาสูญเปล่าจากเครื่องเสียกำลังอันเนื่องมาจากการที่เครื่องจักรหยุดเล็กน้อยๆ การเดินเครื่องตัวเปล่า และการสูญเสียด้านความเร็วทำให้เครื่องจักรไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างเต็มกำลังการผลิตของเครื่อง

$$\text{อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร} = \frac{\text{รอบเวลาทางทฤษฎี} \times \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \times 100\%$$

3) อัตราของดี (Good Quality Rate : Q)

การผลิตชิ้นงานของเครื่องจักรนั้นไม่สามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้ดีเป็นที่ต้องการทั้งหมด อันเนื่องมาจากมีการผลิตชิ้นงานบางชิ้นที่เป็นของเสีย ทำให้ผลผลิตที่ได้จากการผลิตลดลง

$$\text{อัตราของดี} = \frac{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้} - \text{ปริมาณของเสีย}}{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้}} \times 100\%$$

4) ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness:OEE)

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร = ความพร้อมของเครื่องจักร x อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร x อัตราของดี

2.3 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis ,FMEA)

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) เป็นวิธีการป้องกันที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต เพื่อทำให้เชื่อมั่นได้ว่าจะสามารถออกแบบและผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า ในการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของข้อบกพร่องของการออกแบบและกระบวนการนั้น จะต้องมีการจัดตั้งทีมงานที่ทำหน้าที่หาข้อบกพร่องทางด้านศักยภาพที่ลูกค้าไม่พอใจ โดยในที่นี้ คำว่า “ลูกค้า” หมายรวมถึง ผู้บริโภคขั้นสุดท้าย, สายงานผลิตและประกอบ, แผนกบริการและแผนกอื่นๆ รูปแบบตารางการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบจะช่วยบอกว่าข้อบกพร่องใดที่มีคะแนนความเสี่ยงสูง เพื่อนำมาจัดลำดับว่าควรจะปรับปรุงการออกแบบหรือกระบวนการใดก่อน โดยมีจุดมุ่งหมายในการปรับปรุง คือ ละคะแนนความเสี่ยงและโอกาสการเกิดลักษณะข้อบกพร่องรวมถึงลดความรุนแรงของผลอันเกิดจากลักษณะของข้อบกพร่อง

2.3.1 ประเภทของของ FMEA แบ่งออกเป็น 4 ประเภท

1) FMEA ในระบบงาน (System FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์ระบบและระบบย่อยต่างๆ ในขั้นตอนการออกแบบแนวคิด (Concept Design) โดย FMEA ในงานระบบจะเน้นที่การวิเคราะห์หาข้อบกพร่องแนวโน้มที่เกิดกับการทำงาน (Function) ของระบบอันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบ ทั้งนี้จะครอบคลุมถึงการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างระบบกับองค์ประกอบต่างๆ ของระบบด้วย

2) FMEA ในการออกแบบ (Design FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบได้ก่อนให้ฝ่ายผลิตดำเนินการผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไป โดย FMEA ประเภทนี้จะเน้นถึงข้อบกพร่องอันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของการออกแบบ

3) FMEA ในกระบวนการผลิต (Process FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์การผลิตและกระบวนการประกอบ โดย FMEA ประเภทนี้จะเน้นถึงข้อบกพร่องอันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและประกอบ

4) FMEA ในการบริหาร (Service FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์ถึงกระบวนการบริการก่อนจะส่งมอบให้กับลูกค้า FMEA ประเภทนี้จะเน้นถึงข้อบกพร่อง (ความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อน) อันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบและกระบวนการ

2.3.2 การนำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบไปใช้งาน

การนำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบไปใช้งานมีดังนี้

1. ใช้เมื่อมีการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตใหม่ เพื่อชี้บ่งและหลีกเลี่ยงข้อบกพร่องที่มีโอกาส หรือแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นจากการออกแบบ
2. เมื่อต้องการหาสาเหตุในการเกิดข้อขัดข้องในระบบที่มีอยู่และหาวิธีการแก้ไข
3. ช่วยในการตัดสินใจหาทางเลือกที่เป็นไปได้โดยพิจารณาเลือกค่าความเสี่ยงที่ยอมรับได้และประโยชน์ที่ได้จากการเลือกนั้น
4. ใช้ในการวางแผนปฏิบัติการเพื่อชี้บ่งความเสี่ยงในแผนและหาวิธีที่ จะหลีกเลี่ยงความเสี่ยงนั้น

2.3.3 การพัฒนาการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

การวิเคราะห์ลักษณะและผลกระทบมีทั้งการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านการออกแบบ (Design Failure Mode and Effect Analysis: DFMEA) และการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Analysis: PFMEA) มีขั้นตอนในการวิเคราะห์แบบเดียวกันเพื่อความสะดวกในการจัดทำเอกสารในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลที่ได้ จึงได้มีการพัฒนาแบบฟอร์มกระบวนการ FMEA

ขึ้นมาใช้เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลที่ได้ จึงได้มีการพัฒนาแบบฟอร์มกระบวนการ FMEA ขึ้นมาใช้เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ โดยแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ ดังนี้

1. เลือกหัวข้อที่สนใจจะทำการวิเคราะห์และกำหนดขอบเขตรายละเอียดให้ชัดเจน โดยอาจพิจารณาจากลักษณะปัญหาที่เมื่อเกิดแล้วมีผลกระทบต่อบริษัทและลูกค้าสูง หรืออาจเป็นหัวข้อปัญหาที่มักพบเกิดขึ้นบ่อยๆ
2. ระบุวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ 4 วิธี คือ
   - การวิเคราะห์แบบบนลงล่าง (Top-Down Analysis) โดยทำการวิเคราะห์ระบบโดยรวม แล้วจึงแยกพิจารณาในส่วนย่อยของระบบ เช่น พิจารณาจากรถยนต์ทั้งคันก่อน หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ ประตู กระจก คานกันกระแทก ตามลำดับ
   - การวิเคราะห์แบบล่างขึ้นบน (Bottom-up Analysis) โดยทำการวิเคราะห์ระบบย่อยแต่ละส่วน จากนั้นจึงพิจารณาระบบโดยรวม เช่นพิจารณาจากชิ้นส่วนเล็กๆ ไปหาชิ้นส่วนที่ใหญ่ที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็ก วิธีการนี้จะตรงกันข้ามกับวิธีแรก
   - การวิเคราะห์ระดับชิ้นส่วน (Component Analysis) โดยทำการวิเคราะห์ชิ้นส่วนแต่ละชิ้น แล้วนำข้อกำหนดของชิ้นส่วน (Component Specification) มาเป็นตัวกำหนดระดับข้อบกพร่อง
   - การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน (Function Analysis) โดยทำการวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของระบบ พิจารณาข้อบกพร่องที่เกิดกับผู้ใช้ตัวผลิตภัณฑ์ จากนั้นนำข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ (Product Specification) มาเป็นตัวกำหนดระดับข้อบกพร่อง

ในขั้นตอนนี้จะมีการพิจารณาการวิเคราะห์ความวิกฤติ ซึ่งเป็นการจัดลำดับผลกระทบข้อบกพร่อง โดยทำการเปรียบเทียบกับผลกระทบข้ออื่นๆ โดยจะได้ผลลัพธ์เป็นค่าเชิงปริมาณเพื่อพิจารณาหาลำดับความสำคัญในการแก้ไขข้อบกพร่องและผลกระทบของข้อบกพร่อง ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ควรใช้ข้อมูลจริงที่ได้จากการเก็บบันทึกของเสียจากอดีตที่ผ่านหรือรายงานของเสียจากลูกค้า โดยลักษณะข้อบกพร่องของระบบ ระบบย่อย หรืออุปกรณ์ที่มีผลกระทบจากลักษณะบกพร่องรุนแรงที่สุดจะถูกเลือกมาเป็นอันดับแรก ในการนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

- กำหนดขอบเขตของข้อบกพร่องที่จะวิเคราะห์ เพื่อเป็นขอบเขตในการตรวจสอบ
- ออกแบบตารางที่เหมาะสมเพื่อทำการเก็บข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างรวมเข้าด้วยกัน เช่น ได้มีการวัดความวิกฤติหรือไม่ และถ้ามีวัดอย่างไร

- ระบุข้อบกพร่องของอุปกรณ์หรือระบบย่อยที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ (Potential Failure Mode) ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้

- วิเคราะห์หาผลกระทบของข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ (Potential Effects of Failure)

- กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความรุนแรงของผลกระทบของข้อบกพร่อง (Severity) และทำการให้คะแนน และระบุ Class ซึ่งเป็นจุดสำคัญจุดอันตรายที่ถูกลูกค้าระบุใน Drawing ให้ดูแล/ควบคุมเป็นพิเศษ

- ค้นหาสาเหตุของแต่ละข้อบกพร่อง (Potential Cause of Failure)

- กำหนดโอกาสในการเกิด (Occurrence) ของแต่ละข้อบกพร่องและกำหนดเกณฑ์สำหรับให้ คะแนนโอกาสในการเกิด

- วิเคราะห์หาวิธีการในการตรวจสอบหาข้อบกพร่อง Detection Method และกำหนดเกณฑ์สำหรับให้คะแนนการตรวจพบข้อบกพร่อง

- คำนวณค่า Risk Priority Number (RPN) ซึ่งคำนวณได้จาก RPN = S x O x D

- เรียงลำดับผลกระทบตามคะแนน RPN จุดใดที่มีคะแนนสูงให้ทำการแก้ไขก่อน

- ดำเนินการหาวิธีป้องกันเพื่อลดค่าความวิกฤติลง

- ติดตามผลการปฏิบัติการและทบทวนการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ ค่า RPN (Risk Priority Number) หรือดัชนีความเสี่ยง เป็นค่าที่ใช้กำหนดความสำคัญของ Failure Mode ที่เกิดจากผลคูณของตัวเลขสามค่า คือ

S = ค่าความร้ายแรงของข้อบกพร่อง (Severity)

O = ค่าความถี่ในการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence)

D = ค่าความสามารถในการตรวจพบข้อบกพร่องก่อนส่งถึงมือลูกค้า (Detection)

เกณฑ์การจัดลำดับค่า RPN จะขึ้นกับช่วงความเชื่อมั่นทางสถิติ ถ้าคะแนน RPN เท่ากัน ให้พิจารณาลำดับก่อนหลังจาก S ถ้าคะแนน S เท่ากันอีก ให้พิจารณาลำดับก่อนหลังจาก D การประเมินค่า RPN เริ่มต้นจากการประเมินความหมายของคำว่า “ความเสี่ยง (Risk)”

- ความเสี่ยงเล็กน้อย (Minor) ไม่ต้องมีการปฏิบัติแก้ไข
- ความเสี่ยงปานกลาง (Moderate) อาจจะมีการปฏิบัติการแก้ไขบ้าง
- ความเสี่ยงสูง (High) จะต้องมีการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน และประเมินผลพร้อมตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการที่เหมาะสม

- ความเสี่ยงวิกฤติ (Critical) จะต้องมีการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน พร้อมทั้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างจริง

2.3.4 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต (Process Failure Mode and Effect Analysis : PFMEA)

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต มีความแตกต่างจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านการออกแบบ กล่าวคือ จะทำการวิเคราะห์ผลกระทบลักษณะของข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากเครื่องมือ เครื่องจักร กระบวนการประกอบและขั้นตอนการผลิตของบริษัทในการผลิตสินค้า การวิเคราะห์จะกระทำภายใต้สมมติฐานที่ว่าชิ้นส่วนทุกชิ้นส่วนได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้อง ไม่มีปัญหาข้อบกพร่องอันเนื่องมาจากกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ ลักษณะการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิตประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้ คือ

- มีการบ่งชี้ผลผลิตอันเป็นผลเกี่ยวเนื่องจากลักษณะข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต
- ประเมินผลกระทบอันเกิดจากลักษณะข้อบกพร่อง
-บ่งชี้สาเหตุที่เป็นไปได้ของกระบวนการผลิต หรือการประกอบและบ่งชี้ตัวแปรของกระบวนการโดยให้ความสำคัญต่อการควบคุมเพื่อลดการเกิดขึ้นหรือการตรวจพบลักษณะข้อบกพร่อง
-พัฒนาลำดับของข้อบกพร่องที่ได้จัดลำดับไว้ จากนั้นจัดตั้งระบบเบื้องต้นสำหรับการพิจารณาปฏิบัติการเชิงแก้ไข
-จัดทำเอกสารแสดงผลกระบวนการผลิตและการประกอบ
-ลักษณะของแบบฟอร์มที่ใช้ประกอบการทำการวิเคราะห์ลักษณะ

<u>ข้อบกพร่องและผลกระทบด้านกระบวนการผลิต</u>

ภายหลังการออกแบบตารางในการเก็บข้อมูลสำหรับทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ ซึ่งกระทำในขั้นตอนการเตรียมการสำหรับการทำ FMEA แล้ว กระบวนการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและกระทบด้านกระบวนการผลิตจะเริ่มต้นด้วยการทำแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต แผนภูมินี้ควรชี้บ่งลักษณะของผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการระหว่างผลิต ซึ่งแผนภูมิการไหลแสดงขั้นตอนการทำงานในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนดังกล่าวจะเป็นรายการที่ต้องนำไปเติมในแถวแรกของตารางที่ออกแบบจากขั้นตอนการทำ PFMEA

จากการพิจารณากระบวนการผลิตจะพิจารณาตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้เพื่อทำการวิเคราะห์และเติมในตารางจากการทำ PFMEA ลักษณะแบบฟอร์มกระบวนการ FMEA ที่ได้พัฒนาขึ้นโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. หมายเลข FMEA

ระบุหมายเลขเอกสาร FMEA ซึ่งอาจนำไปใช้ในการติดตามต่อไปภายหลัง

2. วัสดุ

กรอกชื่อและเลขหมายของระบบ ระบบย่อย หรือส่วนประกอบ ของกระบวนการผลิตที่ทำการวิเคราะห์

3. ความรับผิดชอบกระบวนการ

ใส่ชื่อของฝ่ายหรือกลุ่ม หรืออาจรวมถึงชื่อผู้ส่งมอบด้วย ด้านกระบวนการที่ทำการวิเคราะห์

4. จัดทำโดย

กรอกชื่อ หมายเลขโทรศัพท์และชื่อบริษัทของวิศวกรผู้รับผิดชอบในการจัดทำกระบวนการ FMEA

5. ปี/รุ่น

กรอกชื่อปี รุ่น รวมทั้งสายการผลิตยานยนต์ที่ทำการวิเคราะห์ซึ่งจะเป็นประโยชน์หรือได้รับผลกระทบจากการออกแบบ

6. วันที่ป้อน

ระบุวันที่เริ่มต้นทำการวิเคราะห์กระบวนการ FMEA ซึ่งไม่ควรช้ากว่าวันที่เริ่มต้นการผลิตตามกำหนดการ

7. วันที่ของ FMEA

ระบุวันที่จัดทำต้นฉบับ FMEA รวมทั้งวันที่ ที่ได้รับการทบทวนครั้งล่าสุด

8. คณะผู้ทำงานหลัก

กรอกรายชื่อบุคคลและแผนการซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบและผู้มีอำอาจหน้าที่ในการกำหนดหรือดำเนินการวิเคราะห์กระบวนการ

9. หน้าที่ของกระบวนการและข้อกำหนด

กรอกรายละเอียดเกี่ยวกับกระบวนการหรือการปฏิบัติงานที่ทำการวิเคราะห์ เช่น การกลึงรูป การเจาะ การเคาะ การเชื่อม การประกอบ เป็นต้น เพื่อเป็นการกำหนดจุดประสงค์ ลักษณะข้อความที่ใช้นั้นควรที่จะกะทัดรัดและเข้าใจง่าย ในกรณีกระบวนการหรือการปฏิบัติงานที่การวิเคราะห์มีหลายขั้นตอนและมีข้อบกพร่องที่แตกต่างกันแต่ละกระบวนการ

10. ลักษณะข้อบกพร่องด้านศักยภาพ

โดยคณะทีมงานจะต้องทำการวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตแต่ละขั้นตอนว่าจะเกิดความผิดพลาดไม่เป็นไปตามหน้าที่ที่กำหนดในการออกแบบไว้ได้อย่างไร อาจเป็นสาเหตุหนึ่งร่วมกับ

อีกสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานอันดับก่อนหน้านี้หรือถัดไป ทั้งนี้โดยกำหนดสมมติฐานว่าข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ที่ได้กำหนดขึ้นอย่างถูกต้องเหมาะสมทั้งในขั้นตอนการออกแบบ การจัดซื้อวัสดุ และกระบวนการอื่นๆ ก่อนหน้านี้ได้ทำอย่างถูกต้องมาตั้งแต่เบื้องต้นแล้ว ลักษณะสาเหตุของข้อบกพร่องที่มักเกิดขึ้นได้อาจมีสาเหตุดังต่อไปนี้ การโค้งงอ การแตกร้าว การลงดิน การยึดติดกัน การเสียรูปทรง การเปิดวงจร การเลือนจาง ความสกปรก การลัดวงจร การใช้งานชำรุด การปรับตั้งไม่ถูกต้อง การหมดสภาพของเครื่องมือ

11. ผลกระทบของข้อบกพร่องด้านศักยภาพ

คณะทีมงานต้องทำการหาคำตอบว่าจะเกิดผลกระทบอย่างไร หากจุดบกพร่องที่ทีมงานได้ระบุไว้ในข้อ 10 ได้เกิดขึ้น โดยจุดบกพร่องหรือลักษณะอย่างหนึ่ง อาจเกิดผลกระทบได้หลายรูปแบบ สิ่งที่สำคัญคือ ทีมงานจะต้องพยายามใช้จิ นตนาการหรือความคิดในการค้นหารูปแบบของผลกระทบอันเกิดจากลักษณะข้อบกพร่องที่มีผลต่อคุณภาพให้ได้มากและครอบคลุมทั้งหมด

12. ภาวะความรุนแรง (S)

ภาวะความรุนแรงของผลกระทบ (Severity of Effect) คณะทีมงานจะต้องทำการวิเคราะห์และประเมินความรุนแรงของผลที่เกิดจากลักษณะข้อบกพร่องที่มีต่อลูกค้าภาวะความรุนแรงที่กล่าวถึงนี้ควรได้รับการประเมินไว้เป็นสเกลตั้งแต่ 1 ถึง 10

2.4 **ผังแสดงเหตุและผล**

ผังแสดงเหตุและผล หรือผังก้างปลา คือ แผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลของการทำงาน (อาการ หรือคุณลักษณะของปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง แสดงไว้ที่หัวก้างปลา) กับสาเหตุต่างๆ (ปัจจัยหรือองค์ประกอบต่างๆ ในการทำงานนั้นๆ แสดงไว้ที่ก้างปลา

ประโยชน์ของผังก้างปลา

ก. ช่วยให้วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้อย่างมีเหตุผล ละเอียดครอบคลุมเจาะลึกถึงสาเหตุที่เป็นรากเหง้า (Root Causes) ของปัญหาได้อย่างง่ายดายและเป็นระบบ อันนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง ตรงจุด

ข. ใช้เป็นเครื่องมือช่วยระดมความคิดเห็นจากสมาชิก หรือผู้เกี่ยวข้องหลายๆ คน มารวมไว้ในภาพผังเดียวกัน ทำให้สมาชิกเกิดความเข้าใจตรงกัน

วิธีการเขียนผังก้างปลา

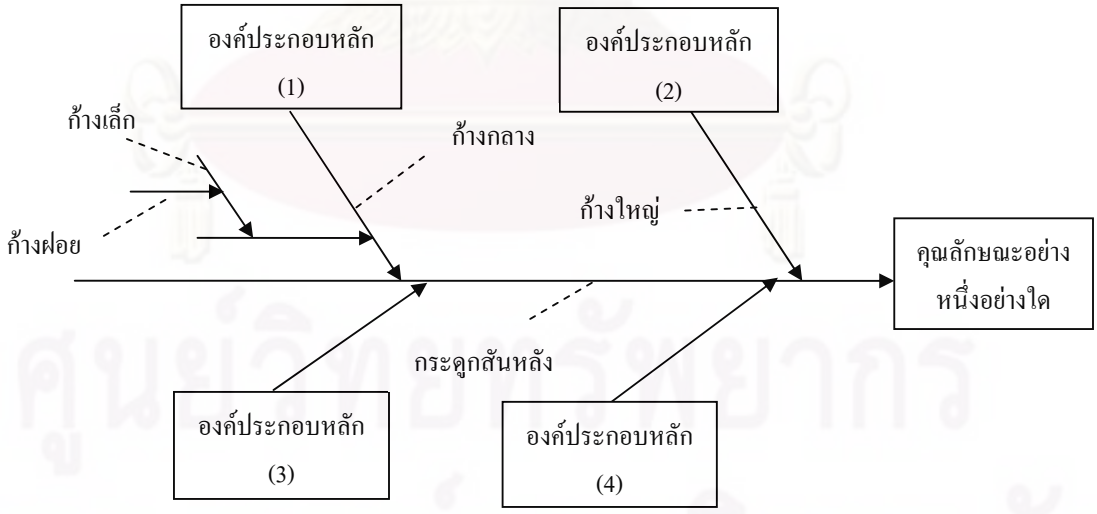
ก. เลือกอาการหรือคุณสมบัติของปัญหาที่ต้องการที่จะแก้ไขปัญหาข้อหนึ่ง โดยอาจดึงมาจาก “ผังพาเรโต” นำมาเขียนไว้ที่หัวปลา ถ้ามีข้อมูลความถี่ของปัญหาที่เกิดขึ้นในรอบเวลาหนึ่งๆ ก็ให้นำมาแสดงด้วย เช่น เกิดอุบัติเหตุ 35 ครั้งต่อเดือน

ข. เขียนลูกศรชี้ไปที่หัวปลาแทนกระดูกสันหลังของปลา

ค. เขียนก้างปลาใหญ่ให้ลูกศรวิ่งเข้าสู่กระดูกสันหลัง เพื่อระบุถึงกลุ่มใหญ่ของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา โดยทั่วไปนิยมระบุเป็นกลุ่มที่เกี่ยวกับคน (Man) เครื่องจักรอุปกรณ์ (Machine) วัตถุดิบ (Material) วิธีการ (Method) แต่อาจจะเป็นแบบอื่นก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสมของเรื่องราว

ง. เขียนก้างกลางแยกออกจากก้างใหญ่ เพื่อแสดงสาเหตุของก้างใหญ่ เขียนก้างเล็กแยกออกจากก้างกลาง เพื่อแสดงสาเหตุของก้างกลาง เขียนก้างฝอยแยกออกจากก้างเล็กเพื่อแสดงสาเหตุของก้างเล็ก

จ. ระดมสมองหาสาเหตุของปัญหาโดยตั้งคำถาม ทำไมซ้ำกัน 5-7 ครั้ง พร้อมทั้งเขียนข้อความแสดงสาเหตุของปัญหาในก้างปลาระดับต่างๆ อย่างเหมาะสม ทำไปจนกว่าจะระบุถึงสาเหตุที่เป็นรากเหง้าของปัญหาได้ หรือจนกว่ากระทั่งไม่มีใครเสนอความคิดเห็นเพิ่มเติมอีก



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของแผนภาพสาเหตุและผล

2.5 การบำรุงรักษาเครื่องจักร

องค์กรหรือโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป ต้องการให้การผลิตมีประสิทธิภาพสูง ดังนั้น จึงต้องมีการควบคุมการผลิต การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การควบคุมต้นทุน การจัดส่ง ความปลอดภัย นอกจากนั้นเครื่องจักรอุปกรณ์ก็ต้องมีการควบคุมเช่นกัน โดยจำเป็นจะต้องมีกิจกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างมีระบบ มีการจัดการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำมาวิเคราะห์มีกิจกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างมีระบบ มีการจัดการเก็บรวบรวมข้อมูลและนำมาวิเคราะห์เพื่อการพัฒนาเครื่องจักรอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการบำรุงรักษาเครื่องจักรจึงเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญมากในการบริหารเครื่องจักรอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถนำเครื่องจักรอุปกรณ์มาใช้ในการผลิตได้ตามต้องการ ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตนั้นสูงขึ้นได้

2.5.1 นิยามและวัตถุประสงค์ของงานบำรุงรักษาเครื่องจักร

Shenoy, D.,and Bhadury,B.(1998) ได้ให้คำนิยามของการบำรุงรักษาเครื่องจักรไว้ว่า การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นการสงวนหรือรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นไปตามคุณลักษณะเงื่อนไขการทำงาน ซึ่งการบำรุงรักษาเครื่องจักรนี้ สามารถครอบคลุมไปถึงกิจกรรมหรืองาน ที่มีความสัมพันธ์กับการสงวนรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือเป็นการดูแลรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพปกติ โดยกิจกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักรนี้จำเป็นต้องใช้อะไหล่สำรอง (Spare parts) กำลังคน (Manpower) เครื่องมือ (Tools) และสิ่งอำนวยความสะดวก (Facility) ซึ่งความพร้อมและการใช้งานของทรัพยากรเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนั้นยังมีการกำหนดงานหรือกิจกรรมไปถึงการทำความสะอาด การหล่อลื่น การเฝ้าติดตาม การวางแผนและการจัดลำดับงาน

นอกจากนี้ยังได้นิยามวัตถุประสงค์และหน้าที่ของงานบำรุงรักษาเครื่องจักรไว้ดังนี้ โดยสรุปแล้ว วัตถุประสงค์หลักของงานบำรุงรักษาเครื่องจักร คือ

1. ต้องการควบคุม ความสามารถในการจัดหาเครื่องจักรอุปกรณ์โดยให้มีต้นทุนต่ำที่สุด

2. ต้องการขยายอายุการใช้งานของเครื่องจักร

ในระบบการจัดการบำรุงรักษาแนวใหม่นี้ ระบุหน้าที่ของงานบำรุงรักษาเครื่องจักรไว้ดังนี้

1. วางแผนงานบำรุงรักษาเครื่องจักร

2. จัดโครงสร้างการบำรุงรักษารวมถึงการสรรหาบุคลากร

3. การสั่งการตามแผนการบำรุงรักษา

4. การควบคุมประสิทธิภาพของกิจกรรมการบำรุงรักษา

5. การให้คำนิยามและกระบวนการบำรุงรักษา

2.5.2 การบำรุงรักษาเครื่องจักรกับการผลิต

จากนิยามการบำรุงรักษาเครื่องจักรดังกล่าว จะเห็นว่าการบำรุงรักษาเครื่องจักรมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการผลิต และเมื่อทำการศึกษาในรายละเอียดของกิจกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักรและการผลิต พบว่า "วัตถุประสงค์ของการผลิต คือ ทำการผลิตให้ได้มาซึ่งผลผลิต (Productivity-P) ที่ต้องการ ด้วยคุณภาพ (Quality-Q) ที่ได้มาตรฐาน ต้นทุน (Cost-C) ต่ำ การส่งมอบ (Delivery-D) ต้องเป็นไปตามกำหนดการและแผนงานที่วางไว้ การผลิตต้องอยู่ในระดับที่สร้างความมั่นใจด้ายความปลอดภัย (Safety-S) ให้แก่พนักงานและทำให้พนักงานมีขวัญและกำลังใจ (Morale-M) ที่ดี" ซึ่งในการผลิตจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรการผลิต และเครื่องจักรอุปกรณ์ก็เป็นส่วนหนึ่งของทรัพยากรการผลิต ส่วนที่ได้มาซึ่งความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรอุปกรณ์ก็เป็นวัตถุประสงค์หลักของการบำรุงรักษาเครื่องจักร หรืออาจจะกล่าวได้ว่า "วัตถุประสงค์หลักของการบำรุงรักษาเครื่องจักร คือ ต้องการควบคุมความสามารถในการจัดหาเครื่องจักรอุปกรณ์โดยให้มีต้นทุนต่ำที่สุดและต้องขยายอายุการใช้งานของเครื่องจักรอุปกรณ์" Shenoy, D.,and Bhadury,B.(1998) ดังนั้นการผลิตและการบำรุงรักษาเครื่องจักร จึงมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด

ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วๆ ไป เมื่อพิจารณาถึงกิจกรรมการผลิตของฝ่ายผลิตและกิจกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักรของฝ่ายบำรุงรักษาแล้ว เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตของฝ่ายผลิตนั้น เมื่อเกิดเหตุขัดข้องก็จะส่งไปทำการซ่อมที่ฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาก็จะทำการวางแผนจัดลำดับงานซ่อมและดำเนินการซ่อม หลังจากนั้นก็จะทำการส่งกลับให้ฝ่ายผลิตใช้ในการผลิตต่อไป ส่วนฝ่ายบำรุงรักษาเครื่องจักรก็จะวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์และส่งแผนการบำรุงรักษาให้ฝ่ายผลิตดำเนินการจัดเตรียมเครื่องจักรอุปกรณ์ให้พร้อม ในการดำเนินการบำรุงรักษา เมื่อถึงเวลาฝ่ายบำรุงรักษาเครื่องจักรก็จะทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ เมื่อเสร็จก็จะทำการส่งกลับให้ฝ่ายผลิต

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่างานบำรุงรักษาสามารถจำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1) งานบำรุงรักษาที่ได้วางแผนไว้ (Planned Maintenance) คืองานบำรุงรักษาที่ดำเนินการ

ตามแผนที่วางไว้ล่วงหน้าของฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา เพื่อป้องกันการหยุดของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นอย่างกะทันหันหรือเป็นการลดการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักรให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยการวางแผนต้องระบุถึงงานอะไรที่จะต้องปฏิบัติและจะปฏิบัติงานนั้นๆ อย่างไร ระบุถึงทรัพยากรต่างๆ ที่ต้องการไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนอะไหล่ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งทักษะของพนักงานซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งงานซ่อมบำรุงรักษาที่ได้วางแผนไว้นั้น มักจะได้มาจากการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) และการซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) ซึ่งการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันประกอบไปด้วย การตรวจสอบสภาพเครื่องจักรอุปกรณ์ การทำความสะอาดและการทำการหล่อลื่นให้ถูกวิธี การปรับแต่งให้เครื่องจักรอุปกรณ์เป็นไปตามคำแนะนำของคู่มือ รวมทั้งการปรับปรุงและเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามกำหนด ส่วนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ คือการคาดคะเนถึงความเสียหายที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและดำเนินการแก้ไขก่อนที่จะเกิดเหตุขัดข้อง ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษาที่ได้วางแผนไว้

2) งานบำรุงรักษาฉุกเฉิน (Breakdown Maintenance หรือ Emergency Maintenance) คือการบำรุงรักษา เมื่อเครื่องจักรอุปกรณ์เกิดชำรุดหรือหยุดโดยกะทันหัน หรือเมื่อกระบวนการผลิตมีอัตราการผลิตต่ำกว่าอัตราการผลิตปกติของเครื่องจักรอุปกรณ์ การทำการซ่อมบำรุงในงานซ่อมบำรุงรักษาฉุกเฉินนี้มักจะหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากเครื่องจักรทั้งหลายแม้ว่าจะได้รับการบำรุงรักษาตามแผนการที่ได้วางไว้ดีเพียงใด ก็ยังมีโอกาสเกิดเหตุขัดข้องโดยฉุกเฉินขึ้นมาได้ตลอดเวลา แนวทางของงานซ่อมบำรุงรักษาฉุกเฉินนี้มี 2 แนวทาง คือ

- การซ่อมแซมชิ้นส่วนอะไหล่ของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เกิดเหตุขัดข้อง
- การเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ใหม่ ถ้าการซ่อมแซมไม่คุ้มค่า

โดยปกติทั่วๆ ไปแล้ว เวลาที่ใช้ในการงานซ่อมบำรุงรักษาฉุกเฉินนี้มักจะนานกว่างานซ่อมบำรุงรักษาที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งเวลาการซ่อมบำรุงรักษาฉุกเฉินนี้สามารถลดได้ เมื่อองค์กรมีขั้นตอนวิธีการซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Procedures) และระบบการซ่อมบำรุงรักษาที่ดี รวมทั้งบุคลากรที่ได้รับการฝึกฝนมาก็สามารถช่วยลดเวลาการซ่อมบำรุงรักษาฉุกเฉินนี้ได้

เมื่อเครื่องจักรอุปกรณ์เกิดเหตุขัดข้อง พนักงานในฝ่ายซ่อมบำรุงควรจะพยายามค้นหาสาเหตุของการเกิดเหตุขัดข้อง ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ควรจะได้รับการบันทึกและวิเคราะห์ทุกครั้ง รวมทั้งกิจกรรมการแก้ไขการเกิดเหตุขัดข้องก็ควรจะอธิบายไว้ด้วย

2.5.3 ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา (The Maintenance Management System)

ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา เป็นระบบของการจัดการเกี่ยวกับกิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาในโรงงาน ไม่ว่าจะเป็นการวางแผน การควบคุม การจัดองค์กรการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม การใช้ทรัพยากรต่างๆ ให้คุ้มค่า การบริหารข้อมูลข่าวสารสารสนเทศการซ่อมบำรุงรักษาที่ดี และอื่นๆ เพื่อที่จะสามารถจัดกิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาให้ดำเนินไปในทิศทางที่เหมาะสม ซึ่งระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาที่ดีนั้น จะส่งผลให้เวลาการหยุดของเครื่องจักรลดน้อยลง การติดต่อประสานงานซ่อมบำรุงรักษารวดเร็วขึ้น ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาลดลง

Berger (อ้างอิงใน Hartmann, E., 1987) กล่าวว่า โดยทั่วไประบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาจะทำหน้าที่หลัก 3 อย่าง คือ

1) พยายามลดเวลาการหยุดของเครื่องจักรอุปกรณ์ให้น้อยที่สุด

2) พยายามใช้บุคลากรให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

3) พยายามจัดสรรทรัพยากรการซ่อมบำรุงรักษาอื่นๆ เช่น เครื่องมือและชิ้นส่วนอะไหล่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

Westerkamp (อ้างอิงใน Hartmann, E., 1987) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาคือ พยายามรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ให้มีความน่าเชื่อถือสูง พยายามลดเวลาเครื่องจักรเสีย ลดงานซ่อมฉุกเฉิน และรักษาต้นทุนให้ต่ำ ด้วยบริการที่ดี ปลอดภัย ตรงต่อเวลาและต้นทุนที่เหมาะสม

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา มีหน้าที่ที่สำคัญดังนี้

1) พยายามลดเวลาการหยุดของเครื่องจักรอุปกรณ์ให้น้อยที่สุด

2) พยายามยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรให้มากที่สุด

3) พยายามจัดสรรทรัพยากรการซ่อมบำรุงรักาให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

2.5.4 วิวัฒนาการของการบำรุงรักษา

เทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาการมาโดยลำดับ ในประวัติศาสตร์ของมนุษย์เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้มีความหลากหลายในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ สิ่งของอุปโภค และบริโภค สืบเนื่องมาจากความต้องการที่ไม่สิ้นสุดของลูกค้าหรือมนุษย์ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ผลักดันให้องค์กรทุกๆ องค์กร ไม่ว่าจะเป็นองค์กรด้านการผลิต องค์กรด้านการบริการ ฯลฯ ต้องนำมาพิจารณาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ที่ผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ซึ่งในปัจจุบันเชื่อกันว่า ความต้องการ

ผลิตภัณฑ์ (Demand) มีน้อยกว่าความสามารถในการผลิตขององค์กรต่างๆ (Supply) โดยมีแนวความคิดเปลี่ยนไปโดยสิ้นเชิงเมื่อเทียบกับยุค ค.ศ.1900 ที่ความต้องการผลิตภัณฑ์มากกว่าความสามารถในการผลิต ดังนั้น ในปัจจุบันจึงมีรูปแบบของเครื่องจักรกลที่สลับซับซ้อน และมีความสามารถในการผลิตที่หลากหลายในความยุ่งยากและสลับซับซ้อนด้านเทคโนโลยีเครื่องจักรกล หุ่นยนต์ หรือแม้กระทั่งยานยนต์รุ่นใหม่ๆ ก็มีผลทำให้ฝ่ายซ่อมบำรุงจำเป็นต้องเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ทางด้านการบำรุงรักษา เพื่อให้สามารถดำเนินการซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สอดคล้องกับ ความต้องการใช้เครื่องจักรในการผลิต ทั้งในแง่ของเวลาและความแม่นยำของผลที่ได้ที่เกิดขึ้น

จะเห็นได้ว่าแนวความคิดในการเกิดวิวัฒนาการ ในการบำรุงรักษามีบ่อเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในการผลิตและคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้มีการผลักดันให้มีการเปลี่ยนแปลงไปของวิธีการบำรุงรักษา แสดงถึงความก้าวหน้าของวิธีการบำรุงรักษาแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

- การบำรุงรักษาแบบซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance)
- การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)
- การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance)
- การบำรุงรักษาเชิงปรับปรุงแก้ไข (Corrective Maintenance)
- การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)
- วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ (Reliability Engineering)
- ทีโรเทคโนโลยี (Terotechnology)
- การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance)
- การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)
- การบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

แนวความคิดในการบำรุงรักษาแผนใหม่ถูกเริ่มนำมาใช้ใน งานการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมในต่างประเทศเป็นระยะเวลานานแล้ว เช่น ประเทศต่างๆ ในทวีปยุโรป ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น อย่างไรก็ตามศาสตร์ดังกล่าวในบ้านเรายังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจาก

1. ขาดการสนับสนุนด้านเงินลงทุน
2. ขาดบุคลากรที่มีความรู้ในเรื่องนี้
3. เครื่องมือมีราคาแพง

4. ขาดแนวความคิดรวมยอดที่สำหรับงานการบำรุงรักษา
5. มองไม่เห็นประโยชน์หรือความสำคัญของการบำรุงรักษา
6. ขาดมาตรฐานทางการศึกษาด้านวิศวกรรมการบำรุงรักษาของช่างเทคนิค
7. มักมีความเชื่อที่ว่าผู้ซ่อมแซมเครื่องจักรสำคัญมากกว่าผู้บำรุงรักษาเครื่องจักร

วัตถุประสงค์ของการนำศาสตร์การบำรุงรักษามาใช้ ก็เพื่อดูแลเครื่องจักรกลให้ทำงานอย่างต่อเนื่องและทำงานให้เต็มประสิทธิภาพซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการของทุกๆ องค์กร โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทำให้เครื่องจักรเหล่านี้หยุดทำงานเนื่องจากการชำรุดให้น้อยที่สุด

จะเห็นได้ว่าวัตถุประสงค์ของงานการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลก็คือ การลดจำนวนครั้งของการชำรุดของเครื่องจักรให้น้อยที่สุด ลดค่าใช้จ่ายงานซ่อมทั้งทางตรงและทางอ้อม (Direct and Indirect Breakdown Maintenance Cost) เพิ่มช่วงเวลาความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Machine Availability Period) รวมถึงเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเครื่องจักร

โดยหลักการแล้วงานการบำรุงรักษา สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. การซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance : BM)
2. การบำรุงรักษาตามแผน (Plan/Preventive Maintenance : PM)
3. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance : PdM)
4. การบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

1. การซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance: BM)

(FIX IT WHEN IT BROKE- ซ่อมเครื่องจักรเมื่อเสีย)

วิธีการบำรุงรักษาวิธีนี้ถือได้ว่า เป็นแนวความคิดในงานการบำรุงรักษาที่เก่าแก่ที่สุด ในตำราบางเล่มให้นิยามวิธีการบำรุงรักษาแบบนี้ว่า “ดำเนินการโดยไร้การบำรุงรักษา (No Maintenance at all or Maintenance Less) “ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าโดยข้อเท็จจริงแล้วก็คือว่า บุคลากรในฝ่ายบำรุงรักษาจะไม่ออกไปปฏิบัติงานใดๆ เลยจนกว่าจะมีรายงานว่ามีเครื่องจักรชำรุดจนใช้งานต่อไปไม่ได้ อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาแบบนี้ยังคงมีใช้อยู่กับสถานการณ์บางลักษณะเช่น ในเครื่องจักรที่ไม่สลับซับซ้อน และมีชิ้นส่วนอะไหล่พร้อมอยู่เสมอ หรือสามารถสั่งซื้อได้อย่างทันทีทันใด โดยที่ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการบำรุงรักษาแบบนี้ ควรจะมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการประยุกต์ใช้วิธีการรักษาวิธีอื่นๆ ตัวอย่างในการบำรุงรักษาแบบนี้ ได้แก่ หลอดไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งถูก

ปล่อยไว้จนกระทั่งหลอดขาด หรือในกรณีของแผ่นผ้าเบรกรถยนต์ หน้าสัมผัส สลิปลิง เป็นต้น ข้อเสียในการบำรุงรักษาชนิดนี้ ได้แก่

- ไม่มีสัญญาณใดๆ บอกเป็นการเตือนล่วงหน้าเมื่อเครื่องจักรเริ่มชำรุด
- ไม่สามารถยอมรับได้ ในระบบที่ต้องการความเชื่อมั่นสูง เช่น ในอากาศยาน
- ต้องเก็บชิ้นส่วนอะไหล่ไว้เป็นจำนวนมาก ซึ่งหมายถึงว่าค่าใช้จ่ายในการเก็บของคงคลังสูง
- ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายในการปฏิบัติตามแผนการผลิตได้ตามประสงค์
- ไม่สามารถวางแผนในแผนกการบำรุงรักษาได้

2. การบำรุงรักษาตามแผน (Plan/Preventive Maintenance : PM)

(FIX IT BEFORE IT BREAKS-บำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนที่จะเกิดการชำรุด)

เพื่อเป็นการลบล้างข้อบกพร่องของการบำรุงรักษาเมื่อชำรุด จึงได้มีการพัฒนางานทางด้านการบำรุงรักษาตามแผนขึ้นมา กล่าวโดยย่อก็คือ การบำรุงรักษาเครื่องจักรกลตามระยะเวลาที่กำหนดขึ้นโดยอาจได้มาจากประสบการณ์ หรือจากคู่มือการใช้งานของเครื่องจักรนั้นๆ อย่างไรก็ตามการชำรุดของเครื่องจักร โดยไม่คาดคิดก็มาสามารถขจัดออกไปได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากว่ารูปแบบความชำรุดของเครื่องจักร (ในแง่การกระจายทางสถิติ) ไม่ได้อยู่ในลักษณะของการกระจายแบบสม่ำเสมอ (Uniform Distribution) ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะเลือกช่วงการบำรุงรักษาตามแผนที่เหมาะสมและในบางกรณี ถึงแม้ว่าได้ปฏิบัติการบำรุงรักษาตามแผนแล้วก็ตาม ก็ยังคงมีโอกาสที่จะเกิดการชำรุดของเครื่องจักรโดยไม่คาดคิดอีกอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ สรุปได้ว่า การใช้การบำรุงรักษาแบบนี้จะทำให้เป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อม ตัวอย่างของการบำรุงรักษาแบบนี้ได้แก่ การตรวจเช็คระดับน้ำมันที่บริเวณช่องตรวจระดับน้ำมัน การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันตามระยะเวลา การถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนที่สำคัญบางชิ้นส่วนตามระยะเวลา ฯลฯ ปัญหาหนึ่งที่พบเสมอเมื่อทำการบำรุงรักษาตามระยะเวลาคือ ทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนบางชิ้นโดยไม่จำเป็น และในบางกรณีอาจจะเป็นการรบกวนชิ้นส่วนในระบบอื่นโดยไม่จำเป็น รวมไปถึงในกรณีที่มีการประกอบกลับของชิ้นส่วนเข้าที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งนับว่าได้รับผลเสียมากกว่าผลดีเสียอีก ในช่วงศตวรรษที่ผ่านมาจึงมีวิธีการบำรุงรักษาแบบใหม่ที่เรียกกันว่า Reliability Centred Maintenance (RCM) โดยมีหลักการย่อๆ ดังนี้

- ตรวจวิเคราะห์หาชิ้นส่วนวิกฤต
- ตรวจสอบชิ้นส่วนวิกฤตตามระยะเวลาที่กำหนด
- ถอดชิ้นส่วนออกเพื่อปรับสภาพ
- ถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนวิกฤต

- ในกรณีของชิ้นส่วนที่ไม่วิกฤต ก็ให้ใช้ต่อไปจนชำรุด
- ในบางกรณีที่จำเป็น ให้ทำการออกแบบชิ้นส่วนบางชิ้นใหม่

3. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์หรือโดยการคาดคะเน (Predictive Maintenance : PM)

(FIX IT BEFORE IT FAILS- บำรุงรักษาก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการชำรุด)

โดยทั่วไปในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันแล้วว่าเครื่องจักรกลจะมีกลไก และวิธีการทำงานที่สลับซับซ้อนมากกว่าในสมัยก่อนๆ รวมทั้งเป็นการยากที่จะทำการถอดเปลี่ยน หรือทำการตรวจเช็คตามจุดที่สำคัญของงานการบำรุงรักษาตามแผน (PM) วิธีการในงานการบำรุงรักษาโดยการคาดคะเนนับได้ว่าเป็นปรัชญาใหม่ในศาสตร์ของการบำรุงรักษาเครื่องจักร แนวความคิดโดยสรุปก็คือ การใช้วิธีการหรือเทคนิคใหม่ๆ ของเครื่องมือวัดชนิดต่างๆ เช่น อุปกรณ์ในการวัดความสั่นสะเทือน กล้องอินฟราเรด เทอร์โมกราฟฟี่ เป็นต้น โดยพื้นฐานแล้วพอที่จะจัดแบ่งการบำรุงรักษาแบบนี้ออกเป็นวิธีย่อยๆ คือ

- การวิเคราะห์สัญญาณความสั่นสะเทือน (Vibration Analysis)
- การวิเคราะห์สารหล่อลื่นใช้แล้ว (Oil/Wear Particle Analysis)
- การวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องจักร (Performance Monitoring)
- การวิเคราะห์ภาพถ่ายความร้อน (Thermography/Temperature Monitoring)

ซึ่งมักจะเรียกวิธีการเหล่านี้ว่าการติดตามสภาพเครื่องจักร (Condition Monitoring) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า การติดตามสุขภาพเครื่องจักร (Machine Health Monitoring) ก็จัดได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการบำรุงรักษาแบบคาดคะเน ความจริงแล้วการทำ CM: Condition Monitoring หรือ MHM: Machine Health Monitoring ไม่ใช่ของใหม่ เพราะโดยทั่วไปแล้ววิศวกรหรือผู้ควบคุมเครื่องก็ใช้สามัญสำนึกในการดูแลเครื่องจักรอยู่แล้ว เช่น การใช้สายตาตรวจดูลักษณะโดยทั่วไป การใช้จมูกดมกลิ่นไหม้ การใช้หูฟังเสียงที่ดังผิดปกติ และการใช้ฝ่ามือสัมผัส (ความร้อนและ/หรือความสั่นสะเทือน) เป็นต้น อย่างไรก็ตามวิธีการตรวจสอบ ดังกล่าวจะเป็นลักษณะการประเมินสภาพเครื่องจักรที่ไม่มีข้อยุติที่แน่นอน ทั้งนี้เนื่องมาจากความไม่เที่ยงตรงของประสาทสัมผัสของคนแต่ละคนที่ไม่เหมือนกัน ดังนั้นการใช้เครื่องมือตรวจวัดเชิงปริมาณสำหรับการบำรุงรักษาแบบคาดคะเนจึงเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้เพราะทำให้ได้ข้อสรุปที่ไม่มีการบิดพลิ้วในการประเมินสภาพของเครื่องจักร ดังนั้นจากความหมายของ “Predictive Maintenance” ก็พอที่จะสรุปได้ว่า เมื่อสามารถทราบถึงลักษณะของต้นเหตุของการชำรุด ก็พอที่จะสามารถจัดเตรียมการล่วงหน้าสำหรับแรงงาน ชิ้นส่วน อะไหล่ และกำหนดช่วงเวลาการทำงานที่ไม่ขัดกับแผนการผลิตหลักได้ ในกรณีที่การประยุกต์ใช้ “Predictive Maintenance” ที่เหมาะสมแล้ว ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับคือ

- ลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา
- ลดสถิติการชำรุดของเครื่องจักร
- ลดเวลาในการซ่อมเมื่อเครื่องจักรเสีย
- ลดปริมาณอะไหล่คงคลังในการบำรุงรักษา
- เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
- วางแผนการบำรุงรักษาได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น
- ทำให้การหยุดชะงักในการผลิตน้อยลง

แนวทางในการติดตามสภาพเครื่องจักรมีสององค์ประกอบคือ

1. หาแนวทาง/วิธีในการติดตามสภาพเครื่องจักร
2. วิเคราะห์หาจุดบกพร่องของชิ้นส่วนเครื่องจักร เช่น อาจจะเนื่องมาจาก การชำรุดของซีล ไส้กรอง เกียร์ และตลับลูกปืน เป็นต้น

เพื่อที่จะให้เกิดผลสำเร็จในงานการติดตามสภาพเครื่องจักรจะต้อง

- จัดตั้งกลุ่มบุคลากรในการติดตามสภาพเครื่องจักร
- เครื่องจักรใดควรถูกติดตามสภาพและควรเป็นที่ชิ้นส่วนใด
- จัดตั้งช่วง/ค่ากำหนดควบคุมของพารามิเตอร์ในการติดตามสภาพเครื่องจักร
- บันทึก วิเคราะห์ และรายงานถึงลักษณะสภาวะการเริ่มชำรุดของเครื่องจักร
- แปรผล และวิเคราะห์ถึงจุดชำรุดโดยผู้เชี่ยวชาญหรือวิศวกร
- ศึกษาถึงรากของสาเหตุ และเปรียบเทียบกับประวัติของเครื่องจักร
- จัดตั้งแนวทางในการแก้ไขของปัญหา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดซ้ำอีก

4. การบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

(FIX IT BEFORE IT STARTS TO FAILS-บำรุงรักษาก่อนที่เครื่องจักรจะเริ่มที่จะชำรุด)

นับได้ว่าการใช้เทคนิคการบำรุงรักษาโดยวิธีนี้เป็นการบำรุงก่อนที่เครื่องจักรที่ค่อนข้างใหม่ต่อวงการอุตสาหกรรม ทั้งนี้เพราะแนวความคิดดังกล่าวนี้เพิ่งถูกตีพิมพ์เมื่อประมาณปี ค.ศ.1985 โดยย่อแล้ว งานการบำรุงรักษาแบบนี้จะมุ่งพิจารณาที่ “รากเหง้าของปัญหา (Root Causes of Failure)” โดยที่ Root Causes สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 8 อย่างคือ

- ความไม่เสถียรทางเคมี (Chemical Stability)
- ความไม่เสถียรทางกายภาพ (Physical Stability)
- ความไม่เสถียรทางอุณหภูมิ (Temperature Stability)
- ความไม่เสถียรทางการสึกหรอ (Wear Stability)

- ความไม่เสถียรทางการรั่วไหล (Leakage Stabilty)
- การเกิดโพรงอากาศในระบบไฮโดรลิก (Cavitation)
- ความไม่เสถียรในระดับของสิ่งสกปรก (Contamination)
- ความไม่เสถียรจากการบิดตัวหรือการเยื้องศูนย์ (Distortion & Misalignment)

เมื่อใดที่มีการไม่สมดุลในระบบของเครื่องจักร (อาจจะเกิดความไม่มี Stability ในหนึ่งใน Root Causes ที่กล่าวมา หรืออาจจะมีความไม่สมดุลในระบบมากกว่าหนึ่งสาเหตุก็เป็นได้) ตัวอย่างที่เห็นได้ง่ายๆ ในระบบไฮโดรลิก ก็คือการที่มีสิ่งสกปรก (Contaminates) หลุดรอดเข้าในระบบ ซึ่งอาจจะเกิดจากการเติมน้ำมันที่สกปรกเข้าไปในระบบ การเสื่อมสภาพของไส้กรองอากาศ การชำรุดฉีกขาดของซีล เป็นต้น และสิ่งสกปรกดังกล่าวก็จะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ระบบขาดสมดุลไป เมื่อวิศวกรหรือผู้ชำนาญการทราบถึง Root Causes ก็จะทำการแก้ไขให้ระบบกลับคืนสู่สมดุล เช่น ใช้ไส้กรองที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เปลี่ยนซีลที่ขาด หรือทำการกรองน้ำมันที่สงสัยว่ามีสิ่งสกปรกผสมอยู่ เป็นต้น อย่างไรก็ตามเนื่องจากจำเป็นต้องใช้ทั้งเครื่องมือ และบุคลากรที่มีความชำนาญสูงในการค้นหา Root Causes แนวความคิดในการบำรุงรักษาแบบนี้จึงยังไม่แพร่หลายมากนัก

โดยทั้ง 4 แนวทางในการบำรุงรักษาสามารถสรุปได้สั้นๆว่า

- Breakdown Maintenance – ซ่อมเมื่อเสีย
- Preventive Maintenance – ซ่อมก่อนที่จะชำรุด
- Predictive Maintenance – ซ่อมเมื่อเริ่มที่จะชำรุด
- Proactive Maintenance – ซ่อมก่อนที่จะเริ่มชำรุด

ก่อนที่กล่าวถึงการบำรุงรักษาวิธีต่าง ๆ ในรายละเอียด ผู้ที่สนใจในงานการบำรุงรักษาควรที่จะรู้จักกับวิธีการบำรุงรักษาเบื้องต้น ดังนี้

1. การซ่อมฉุกเฉิน – การซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance: BM)

บางครั้งถูกเรียกว่า Emergency Maintenance, Run-To-Failure, Failure Maintenance, Panic Maintenance หรือ Reactive Maintenance เป็นการบำรุงรักษาหรือซ่อมหลังจากการเกิดการชำรุดของชิ้นส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ เป็นวิธีการที่ไม่มีการวางแผนล่วงหน้า และมักจะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่สูง และสร้างความไม่พอใจให้กับบุคลากรที่ต้องมาทำงานนอกเวลา เช่น พนักงานในฝ่ายผลิตหรือพนักงานในฝ่ายบำรุงรักษา

2. การบำรุงรักษาตามสภาพหรือการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Condition-Based Maintenance : CBM)

ลักษณะการบำรุงรักษาจะคล้ายกับการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์หรือการบำรุงรักษาเชิงรุก สามารถศึกษารายละเอียดได้เช่นกัน

3. การบำรุงรักษาเชิงปรับปรุงแก้ไข (Corrective Maintenance : CM)

วิธีการบำรุงรักษาแบบนี้โดยหลักการแล้วก็ใช้วิธีการที่เรียกกันว่า “การติดตามสมรรถนะเครื่องจักร” นั่นเอง โดยเมื่อสมรรถนะเครื่องจักรลดลงก็จะต้องใช้วิธีการในการบำรุงรักษา หรือเพื่อทำการปรับตั้งให้สภาพเครื่องจักรกลับไปมีสภาพใกล้เคียงหรือเหมือนกับสภาพเดิมให้มากที่สุด อาจจะต้องมีการคาดคะเน มีการวางแผนล่วงหน้า และอาจจะต้องทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงบางชิ้นส่วนของเครื่องจักร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และนอกจากนั้นวิธีการบำรุงรักษาแบบนี้ ยังรวมไปถึงการซ่อมแซมเมื่อเครื่องจักรชำรุดแต่จะต่างจาก BM ตรงที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขในสิ่งที่คิดว่าเป็นส่วนที่ทำให้เครื่องจักรชำรุดด้วย อายุ เช่น การเปลี่ยนแปลงชนิดของวัสดุ ขนาดของแบริ่ง ฯลฯ โดยสรุปอาจจะกล่าวได้ว่า CM เป็นวิธีการบำรุงรักษาที่ผสมผสานกันระหว่าง BM และการทำ Corrective Maintenance คือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลังการชำรุดให้ถูกต้อง

4. Emergency Maintenance

Emergency Maintenance นั้นสามารถศึกษารายละเอียดได้ใน การบำรุงรักษาแบบซ่อมฉุกเฉิน – การซ่อมเมื่อเสีย(Breakdown Maintenance (BM)) ซึ่งลักษณะการบำรุงรักษาจะคล้ายคลึงกัน

5. Failure Maintenance

Failure Maintenance นั้นสามารถศึกษารายละเอียดได้ใน การบำรุงรักษาแบบซ่อมฉุกเฉิน – การซ่อมเมื่อเสีย(Breakdown Maintenance (BM)) ซึ่งลักษณะการบำรุงรักษาจะคล้ายคลึงกัน

6. Fixed-Time Maintenance

Fixed-time Maintenance นั้นสามารถศึกษารายละเอียดได้ใน การบำรุงรักษาแบบ Time-Base Maintenance ซึ่งลักษณะการบำรุงรักษาจะคล้ายคลึงกัน

7. Improvement Maintenance

Improvement Maintenance นั้นส่วนของการบำรุงรักษาแบบนี้เป็นวิธีการที่รวมการปรับปรุง/เปลี่ยนแปลง และการพัฒนาในการออกแบบชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องจักรใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานมากยิ่งขึ้น

8. Machine-Base Maintenance

Machine-Base Maintenance เป็นแนวความคิดของการบำรุงรักษาก่อนที่จะเกิดการชำรุดใดๆ เช่น การบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance) หรืออาจจะเป็นการบำรุงรักษาในช่วงระยะแรกๆ ของอาการที่ส่อเค้าว่าเครื่องจักรเริ่มจะมีปัญหา เช่น การบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์

9. Maintenance Prevention

Maintenance Prevention เป็นแนวทางในการบำรุงรักษาหนึ่งที่ต้องการกำจัด หรือขจัดการบำรุงรักษาออกไปเพื่อให้สามารถใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ได้โดยไม่มีการขัดจังหวะ ส่วนหนึ่งของวิธีการบำรุงรักษาแบบนี้ได้แก่ อุปกรณ์ชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ไม่ต้องมีการบำรุงรักษา เช่น แบตเตอรี่แบบไม่ใช้น้ำกลั่น (แบตเตอรี่แห้ง) แบตเตอรี่แบบ “ไม่กินน้ำกลั่น” ลูกหมากรถยนต์รุ่นใหม่ที่ไม่ต้องอัดจาระบีตลอดอายุการใช้งาน เป็นต้น

10. Maintenance Tribology

Maintenance Tribology เป็นการบำรุงรักษา โดยนำเอาแนวทางในด้านไทรโบโลยี (การเสียดทาน การหล่อลื่นและการสึกหรอ) เข้ามามีส่วนในการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันหรือชะลอการเสื่อมสภาพ นอกจากนั้นยังใช้เทคโนโลยีด้านไทรโบโลยีในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการชำรุด โดยในบางส่วนของไทรโบโลยียังสามารถนำมาใช้ในการดำเนินการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ได้อีกด้วย เช่น การวิเคราะห์เศษโลหะ หรือการวิเคราะห์สารหล่อลื่นใช้แล้วเพื่อประเมินสภาพเครื่องจักร

11. On-Condition Maintenance

On-Condition Maintenance เป็นรูปแบบการบำรุงรักษาผสมผสานกันระหว่าง การบำรุงรักษาเชิงรุก การบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ โดยสรุปก็คือการบำรุงรักษาสภาพเครื่องจักรหรือการเฝ้าระวังสภาพเครื่องจักรนั่นเอง

12. Planned (Or Scheduled) Maintenance

Planned (Or Scheduled) Maintenance เป็นการบำรุงรักษาที่มีประโยชน์อย่างมากต่อเครื่องจักรกล ทั้งนี้เพื่อการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลตามที่วางแผนไว้ในระหว่างการใช้เครื่องจักรกลเหล่านี้ การดำเนินงานก็จะต้องมีกลุ่มของผู้ดำเนินงานในฝ่ายการบำรุงรักษาและฝ่ายผลิต โดยที่ต้องมีการบำรุงรักษาในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม และสะดวกที่สุดต่อทั้งฝ่ายผลิตและฝ่ายการบำรุงรักษา บ่อยครั้งที่การบำรุงรักษาแบบนี้ใช้ช่วงการบำรุงรักษาที่เหมาะๆ ที่เครื่องจักรว่างหรือหยุดการใช้งานจากเหตุผลอื่นนอกเหนือไปจากการชำรุดของตัวเครื่องจักรกลเอง

13. Predictive Maintenance

Predictive Maintenance คือการที่สามารถคาดคะเนอัตราการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรกลในอนาคต จากผลการวิเคราะห์ที่พอจะทำให้สามารถคาดคะเน/ทำนาย/พยากรณ์อาการการชำรุดในปัจจุบัน ทำให้สามารถจัดวางแผนการเพื่อทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรในช่วงเวลาที่เหมาะสม และสะดวกที่สุด ซึ่งในระหว่างการใช้งานก่อนที่จะถึงช่วงของการซ่อมจริงๆ นั้น ก็อาจจะมีการเข้าไปดูแลในขั้นต้นหรือการบำรุงรักษาเล็กๆ น้อยๆ ให้มีความถี่มากขึ้นหรืออาจจะต้องทำการเฝ้าระวังเครื่องจักรอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาในกรณีที่เป็นเครื่องจักรที่มีความสำคัญต่อการผลิตหลัก

14. Preventive (Or Planned) Maintenance

Preventive (Or Planned) Maintenance เป็นการตรวจสอบการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรในเวลาปัจจุบัน ทำให้สามารถดำเนินการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดหรือเสื่อมสภาพมากยิ่งขึ้นไปอีก ปกติแล้วการบำรุงรักษาแบบนี้ต้องมีการติดตาม ดูแล ตรวจสอบสภาพเครื่องจักรมากพอสมควร เพื่อทำให้มีหลักเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ ว่าควรดำเนินการบำรุงรักษาที่จุดใด และเมื่อใดจึงจะเหมาะสมที่สุดและมักเรียกการบำรุงรักษาแบบนี้ว่า การบำรุงรักษาตามระยะเวลา (Time-Based Maintenance : TBM)

15. Proactive Maintenance

Proactive Maintenance เป็นการติดตามสภาวะของปัจจัยที่มีผลทำให้เครื่องจักรเกิดการชำรุด อาทิ รากของสาเหตุ 8 ประการ การบำรุงรักษาแบบนี้ไม่ใช่การติดตามสัญญาณ/เหตุการณ์ที่เกิดอาการของการชำรุดไปแล้ว ดังนั้นจึงสามารถกำหนดวิธีการบำรุงรักษาที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเริ่มเสื่อมสภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ตั้งแต่เริ่มติดตั้งหรือซื้อเครื่องจักรกันเลยทีเดียว

16. Productive Maintenance

Productive Maintenance เป็นวิธีการบำรุงรักษา ที่พัฒนาเพิ่มเติมมาจากการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) นอกเหนือจากการดำเนินการในการบำรุงรักษาตามระยะเวลา และตรวจสอบการเสื่อมสภาพแล้ว ยังต้องศึกษาทางด้านความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ สำหรับการเลือกใช้วิธีการบำรุงรักษาแบบต่างๆ ให้เหมาะสมกับความสำคัญของเครื่องจักรอีกด้วย ทั้งนี้เป้าหมายส่วนหนึ่งของการบำรุงรักษาแบบนี้ คือ พยายามดำเนินให้มีค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษา ตลอดอายุขัยของเครื่องจักรให้มีค่าต่ำสุด (Minimum Life Cycle Cost) อีกด้วย

17. Reactive Maintenance

Reactive Maintenance นั้นสามารถศึกษารายละเอียดได้ใน การบำรุงรักษาแบบซ่อมฉุกเฉิน – การซ่อมเมื่อเสีย(Breakdown Maintenance (BM)) ซึ่งลักษณะการบำรุงรักษาจะคล้ายคลึงกัน

18. Reliability-Centered-Maintenance (RCM)

Reliability-Centered- Maintenance เป็นลักษณะการบำรุงรักษา โดยรวบยอดสำหรับการทำงาน แบบเป็นระบบของการดำเนินงานต่อเครื่องจักรกล ซึ่งรวมไปถึงความน่าเชื่อถือ ความปลอดภัยและความคุ้มค่าของการลงทุน ทั้งในส่วนของเงินลงทุนซื้อเครื่องจักร ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าซ่อมและบำรุงรักษา วิธีการบำรุงรักษาแบบนี้อาจเรียกได้ว่าเป็น Machine-Based Maintenance โดยจะมีพื้นฐานอยู่ที่การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน แต่จะมีการศึกษาวิเคราะห์ถึงรูปแบบการชำรุดของชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องจักรทั้งระบบและทำการจัดตั้งระบบการใช้งานและดูแลรักษาชิ้นส่วนเครื่องจักร อุปกรณ์ดังกล่าวให้เกิดความน่าเชื่อถือให้สูง โดยอยู่ภายใต้สภาวะการใช้งานปกติให้มากที่สุด

19. Team-Based Maintenance

Team-Based Maintenance นั้นสามารถศึกษารายละเอียดได้ใน การบำรุงรักษาแบบการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance (TCM) ซึ่งลักษณะการบำรุงรักษาจะคล้ายคลึงกัน

20. Terotechnology

Terotechnology มีความหมายและวิธีการเช่นเดียวกันกับการบำรุงรักษาทวีผล คือ ต้องการการบำรุงรักษาแบบผสมผสานให้กับเครื่องจักรในโรงงาน โดยที่ต้องดำเนินการให้มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานและการบำรุงรักษามีค่าต่ำสุดตลอดอายุขัยเครื่องจักร

21. Time-Base Maintenance

Time-Base Maintenance ในบางครั้งเรียกการบำรุงรักษาแบบนี้ว่า Fixed-Time Maintenance โดยที่จากประสบการณ์ในอดีตและการวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ผนวกเข้ากับการคาดคะเนอย่างมีหลักการอย่าง ระมัดระวังว่าควรจะต้องมีการดำเนินงานอย่างไรบ้าง เพื่อจัดทำเป็นระบบการบำรุงรักษาตามระยะเวลาของแต่ละองค์ประกอบ หรือส่วนประกอบในระบบเครื่องจักร เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่ทำให้มีโอกาสในการเกิดการชำรุดโดยไม่คาดคิด ซึ่งหากสามารถที่จะป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดได้นั้นต้องมีการดำเนินการก่อนที่เครื่องจักรจะชำรุด โดยที่ต้องมีการพิจารณาถึงช่วงเวลาที่เหมาะสม รวมทั้งต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการที่สมดุลระหว่างค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงแบบฉุกเฉินต่อค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน แต่อย่างไรก็ตาม

วิธีการแบบนี้ก็ใช้ได้ดีเฉพาะการชำรุด/การเสื่อมสภาพ หรือการสึกหรอตามระยะเวลาเท่านั้น ในการดำเนินการในการบำรุงรักษาจะทำได้ในสองลักษณะคือ ทำตามกำหนดตามระยะเวลาจากปฏิทินหรือทำการบำรุงรักษาตามระยะเวลาชั่วโมงการใช้งานของเครื่องจักรจริงๆ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่มุ่งปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิต โดยการใช้เทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ คือ การวางแผนและควบคุมการผลิตและการประยุกต์ใช้ซอฟแวร์ทางคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยในการจัดทำระบบฐานข้อมูลที่จำเป็นฯในการวางแผนการผลิตให้สะดวกขึ้น โดยงานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องต่างๆ มีดังนี้

โกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล (2550) จากงานวิจัยเรื่อง “การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและต้นทุนการบำรุงรักษา” ได้มีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรไปปฏิบัติใช้กับโรงงานผลิตลิฟท์ โดยเริ่มจากขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลความสูญเสีย การออกแบบเอกสารบันทึก การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การวิเคราะห์ต้นทุนการบำรุงรักษา และการเปรียบเทียบผลของประสิทธิภาพของเครื่องจักร การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรได้นำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนช่วยในการดำเนินการ และวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มเป็นขึ้น 2.28 เท่า จาก 6.74 % เป็น 15.39 % และต้นทุนการบำรุงรักษาต่อผลิตภัณฑ์ลดลง 53.80 % จาก 346.07 บาทต่อตัว เป็น 159.89 บาทต่อตัว

รักศักดิ์ หิรัญญะสิริ (2550) จากงานวิจัยเรื่อง “การเพิ่มผลผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม” งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพของปัญหาในกระบวนการผลิตของโรงงานอุสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มโดยเฉพาะในแผนกเย็บ ซึ่งเป็นหน่วยการผลิตที่ใหญ่ที่สุดของโรงงาน มีจำนวนพนักงานประมาณร้อยละ 80 ของพนักงานทั้งหมดในโรงงาน จากการศึกษาพบว่าปัญหาที่ส่งผลให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพต่ำในแผนกเย็บส่วนใหญ่ จะเกิดจากปัญหาความไม่สมดุลของสายการผลิต ทำให้เกิดเวลาสูญเปล่าในการรอคอย ว่างงาน คอขวด และงานกองในสายการผลิต และยังพบว่าความไม่สมดุลของสายการผลิตเกิดจากการวางอัตรา

กำลังคนต่อขั้นตอนการผลิตไม่เหมาะสม และเกิดจากปัญหาประสิทธิภาพทักษะความชำนาญของพนักงานเย็บไม่เท่ากันและการวางแผนผังเครื่องจักรที่ทำให้ระยะการเคลื่อนย้ายงานไกลไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้วิธีการทางวิศวกรรมอุตสาหการเข้ามาปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อขจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการผลิตและลดเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนย่อย การวิเคราะห์แบ่งกลุ่มงานเพื่อจัดกำลังคนต่อขั้นตอนการผลิตตามเป้าหมายที่กำหนด และการจัดแผนผังเครื่องจักรกับทิศทางการไหลของงานใหม่ ส่งผลให้ผลิตภาพแรงงานจาก 0.67 ตัวต่อคนต่อชั่วโมง เพื่อเป็น 0.92 ตัวต่อคนต่อชั่วโมง จำนวนขั้นตอนการผลิตจากเดิม 72 ขั้นตอน ลดลงเหลือ 68 ขั้นตอน

ธัญญะ กองสุวรรณ (2549) จากงานวิจัยเรื่อง “การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม กรณีศึกษาโรงงานผลิตสีพ่นซ่อมรถยนต์” วัตถุประสงค์เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตภายในโรงงาน โดยเริ่มจากการศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงาน ศึกษาปัญหาและสาเหตุของปัญหา จากการศึกษาพบว่ามีปัญหาอยู่ด้วยกัน 2 อย่างคือ ปัญหาอัตราการใช้งานเครื่องจักรต่ำและปัญหาเครื่องจักรเสียบ่อย โดยมีสาเหตุของปัญหามาจากเครื่องจักรขาดการซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลานาน พนักงานขาดความรู้ความเข้าในการบำรุงรักษาการใช้งานเครื่อง และสาเหตุจากฝุ่นละอองความสกปรกและความไม่เป็นระเบียบในการจัดวางอุปกรณ์การผลิต ดังนั้นจึงได้เสนอแนวทางการแก้ไขโดยจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้เพื่อแก้ปัญหาในโรงงานรวมเป็นหลัก และนำเสนอให้มีการจัดฝึกอบรมแก่พนักงาน หลังจากการพัฒนาระบบแล้ว เวลาเครื่องเสียหรือขัดข้องโดยเฉลี่ยของเครื่องปั่นสี เครื่องปั่นสีโป้ว และเครื่องบดสีมีค่าลดลงเท่ากับ 191 ชั่วโมง หรือคิดเป็น 53.80 % , 27 ชั่วโมงหรือคิดเป็น 57.45 % และ 398 ชั่วโมงหรือคิดเป็น 52.58 % ของแผนตามลำดับ

ทศวิฏฐ์ เครือคล้าย (2546) จากงานวิจัยเรื่อง “โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดการฐานข้อมูลและวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์” ปัญหาใหญ่ที่พบเสมอในภาคอุตสาหกรรมการผลิตของประเทศไทย คือ ปัญหาในการวัดประสิทธิภาพที่เกิดจากการผลิตและการเก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละวันรวมถึงการนำสิ่งที่เก็บบันทึกไว้นำไปใช้ประโยชน์ในการประมวลผล ทำให้เกิดปัญหาต่างๆตามมา เช่น ปัญหาในการลดของเสียลดต้นทุนการผลิต การซ่อมบำรุงรักษา นอกจากนี้การเก็บข้อมูลในสมุดบันทึกยังทำให้เกิดปัญหา เช่น การค้นหา การบันทึกซับซ้อน คำนวณผิดพลาด ใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลมาก และข้อมูลอาจเกิดการสูญหาย ผู้ทำวิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมฐานข้อมูลสำหรับวัดประสิทธิผลโดยรวม

ของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE Application) โดยได้ออกแบบระบบการบันทึกให้เหมาะสมกับข้อมูลของโรงงานตัวอย่าง โครงสร้างของโปรแกรมประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนฐานข้อมูลและรายงานการสรุปข้อมูล ทางโรงงานได้นำโปรแกรมมาเป็นส่วนหนึ่งในการวัดประสิทธิโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ ทำให้มูลค่าของเสียลดลงอย่างเด่นชัด นอกจากนี้ทางโรงงานได้ตั้งทีมงาน OEE ขึ้นเพื่อปรับปรุงประสิทธิโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมมาพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

ปาริฉัตร พูนไชยศรี (2544) จากงานวิจัยเรื่อง “การเพิ่มผลผลิตในโรงงานไม้ประสาน” วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิต และลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตแผ่นไม้ประสานจากไม้ยางพารา ปัญหา คือ ปัญหาทางด้านแรงงาน ด้านการจัดวางผังโรงงาน ด้านเครื่องจักร และด้านวัตถุดิบไม้ยางพารา ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง คือ การจัดการด้านต่างๆ ดังนี้

- การจัดการด้านแรงงาน ได้แก่ การจำแนกประเภทงาน การจัดทำระบบค่าแรงงาน
- การจัดการด้านวางผังโรงงาน ได้แก่ การนำเครื่องจักรงานรอผลิตที่ไม่ได้ใช้งานออกจากสายการผลิต และการจัดผังโรงงานใหม่
- การจัดการด้านเครื่องจักร ได้แก่ การซ่อมเครื่องจักรที่เสียอย่างต่อเนื่องและจัดทำระบบซ่อมบำรุงเชิงรักษาป้องกันให้กับเครื่องจักร 6 เครื่อง
- การจัดการด้านวัตถุดิบไม้ยางพารา ได้แก่ การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบไม้ยางพารา และการจัดระบบการเลือกขนาดวัตถุดิบไม้ยางพารา

โดยผลจากการปรับปรุง พบว่า ผลผลิตไม้ประสานต่อเดือน เพิ่มขึ้น 71.67% และส่งผลให้ผลกำไรต่อเดือนเพิ่มขึ้นด้วย

แกมกานต์ ภิญโญ (2544) จากงานวิจัยเรื่อง “การลดต้นทุนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป” การวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาสภาพและปัญหาต้นทุนการผลิตสูงในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มประเภทเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาต้นทุนการผลิตสูง ได้แก่ การขาดการวางแผนและควบคุมการผลิตที่มีประสิทธิภาพ การสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิต และการส่งมอบสินค้าเกิดความล่าช้า ซึ่งแนวทางในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ได้แก่

- การประยุกต์ใช้เทคนิคในการศึกษาวิธีการทำงาน (Work Study) เพื่อช่วยในการกำหนดมาตรฐานการทำงานและเวลามาตรฐานการทำงาน และลดการสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิต

- การประยุกต์ใช้เทคนิคการวางแผนและการควบคุมการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการวางแผนและควบคุมการผลิต ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียวัตถุดิบในกระบวนการผลิต และลดการส่งมอบไม่ทันเวลาได้

- การประยุกต์ใช้ซอฟแวร์ทางคอมพิวเตอร์ คือ Microsoft Access เข้ามาช่วยในการจัดทำระบบฐานข้อมูลที่จำเป็นและใช้ในการวางแผนและควบคุมการผลิต

โดยผลจากการศึกษาและวิจัยพบว่า ทำให้การวางแผนและควบคุมการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดอัตราการสูญเสียวัตถุดิบของสินค้ามีตำหนิและของเสียลง รวมถึงสามารถเพิ่มจำนวนการส่งมอบทันตามกำหนดเวลาด้วย

อุดมรัศน์ หลายซูไทย (2545) จากงานวิจัยเรื่อง “การจัดตารางการผลิตสำหรับโรงพิมพ์บรรจุภัณฑ์” งานวิจัยฉบับนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อจัดทำระบบการจัดลำดับงานการผลิตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดอัตราการผลิตงานไม่เสร็จทันกำหนดส่งมอบ โดยได้ศึกษาสภาพการทำงาน และปัญหาการวางแผนการผลิตงานไม่เสร็จทันกำหนดเวลาส่งมอบ โดยได้ศึกษาสภาพการทำงานและปัญหาการวางแผนการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ประเภทสิ่งพิมพ์บรรจุภัณฑ์ ซึ่งสาเหตุสำคัญ ได้แก่ ไม่มีการศึกษากำลังการผลิตที่เป็นจริงของโรงงาน ไม่มีหน่วยงานวางแผนการผลิตและผู้รับผิดชอบโดยตรง และการจัดการวัตถุดิบขาดประสิทธิภาพ ส่งผลให้มีการทำงานล่วงเวลามากและการส่งมอบเกิดความล่าช้า จึงได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมเข้าช่วย คือ

- การประยุกต์ใช้เทคนิคในการศึกษาวิธีการทำงาน (Work Study) เพื่อช่วยในการกำหนดเวลามาตรฐานในการทำงานและกำลังการผลิตของเครื่องจักร

- การประยุกต์ใช้เทคนิคการวางแผนและการควบคุมการผลิต และการจัดตารางการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิต ซึ่งจะช่วยลดการส่งมอบสินค้าไม่ทันเวลาได้

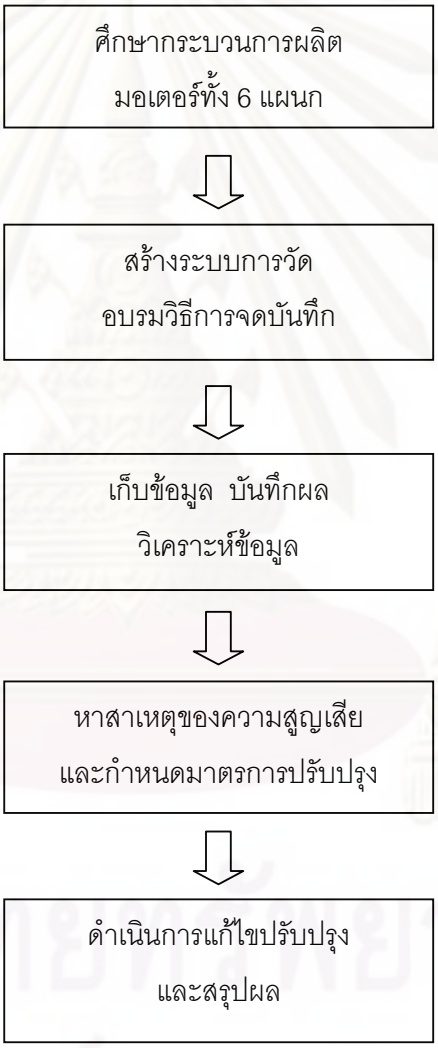
- การประยุกต์ใช้ซอฟแวร์ทางคอมพิวเตอร์ คือ Borland Delphi 5 เข้ามาช่วยในการจัดทำระบบฐานข้อมูลที่จำเป็นต่อการจัดตารางการผลิตและช่วยในการจัดตารางการผลิต

ซึ่งหลักปรับปรุง ทำให้การจัดตารางการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และเป็นการช่วยสร้างและวิเคราะห์ระบบฐานข้อมูลให้มีความทันสมัย ปรับเปลี่ยนแผนการผลิตได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งช่วยให้ผู้บริหารสามารถตัดสินใจได้รวดเร็วขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึงภาพโดยรวมในการดำเนินการศึกษาว่ามีขั้นตอนในการปฏิบัติอย่างไร ซึ่งจะเป็นการสร้างความเข้าใจถึงจุดมุ่งหมายในการศึกษานี้ รายละเอียดต่อไปนี้เป็นการอธิบายขั้นตอนโดยรวมของการดำเนินการศึกษาดังแสดงในรูปที่ 3.1

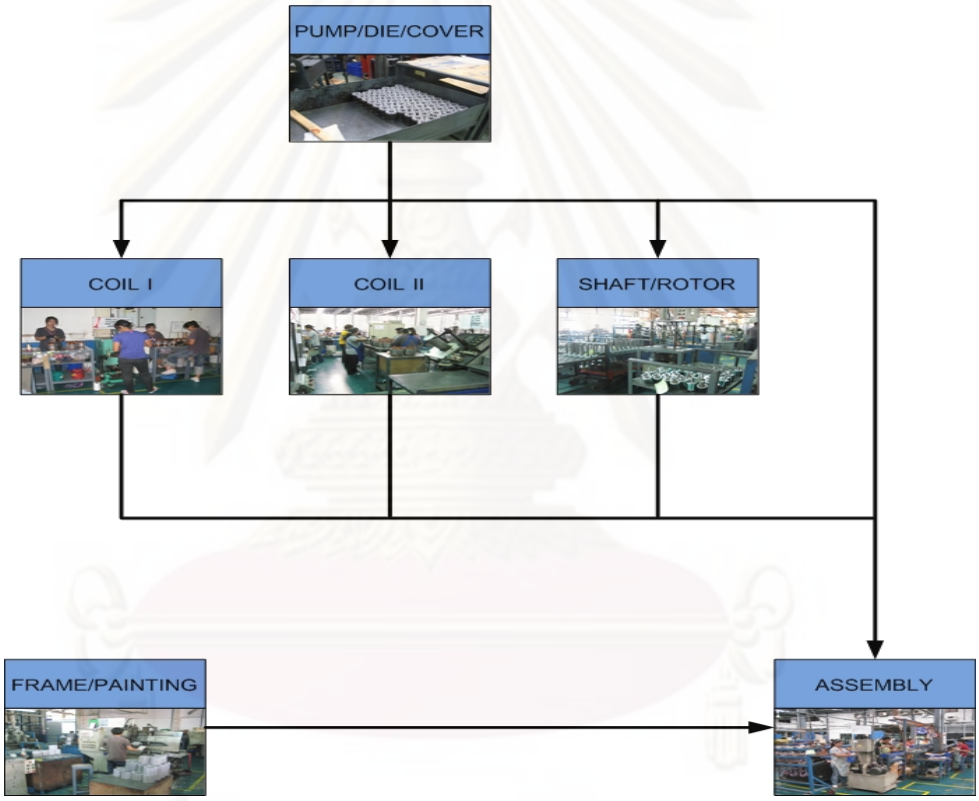


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตมอเตอร์ทั้ง 6 แผนก ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการ PUMP / DIE / COVER
2. กระบวนการ FRAME / PAINTING
3. กระบวนการ SHAFT / ROTOR
4. กระบวนการ COIL I
5. กระบวนการ COIL II
6. กระบวนการ ASSEMBLY



รูปที่ 3.2 กระบวนการผลิตหลักของมอเตอร์

3.2 สร้างระบบการวัดและอบรมวิธีการจดบันทึก

ผู้วิจัยกับหัวหน้าของแต่ละแผนกจะต้องช่วยการคิดแบบฟอร์มในการจดบันทึกข้อมูล จะต้องครอบคลุมการใช้เวลาการใช้งานของเครื่องจักร ผลผลิตที่ได้จากเครื่องจักรของแต่ละเครื่องด้วย ดังตารางที่ 3.1 และจะต้องอบรมวิธีการจดบันทึกในแต่ละรายการให้กับหัวหน้าแผนกเข้าใจก่อนที่หัวหน้าแผนกจะไปอธิบายให้กับพนักงานควบคุมเครื่องจักรของแต่ละเครื่องอีกครั้ง

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

ตารางเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

ผู้ปฏิบัติงาน: _____ **รายละเอียดการทำงาน:** _____ **หมายเลขเครื่อง:** _____

วัน/เดือน/ปี	**รุ่นที่ผลิต**	**แผน**	***เวลาทำงาน (นาที)***					***จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)***				**หมายเหตุ**
			ตั้งเครื่อง	**เริ่มงาน**	**เสร็จงาน**	**เครื่องหยุด**	**เครื่องเสีย**	**ผลิตทั้งหมด**	**งานดี**	**งานแก้ไข**	**งานเสีย**	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 แบบฟอร์มวิเคราะห์ผล

ตารางการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)						*เวลาทำงาน (นาที)*				
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ลำดับ	**แผนก**	**วัน/เดือน/ปี**	**หมายเลขเครื่อง**	**รุ่นที่ผลิต**	**แผน**	**ตั้งเครื่อง**	**เริ่มงาน**	**เสร็จงาน**	**เครื่องหยุด**	**เครื่องเสีย**

ตารางที่ 3.2 แบบฟอร์มวิเคราะห์ผล (ต่อ)

		เวลามาตรฐาน (Std. Time)			*จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)*			
(6) = (3) - (2)	(7) = (6) - (1) - (4) - (5)	(8)	(9) = (8) / 60	(10) = (7) x (9)	(11)	(12)	(13)	(14)
รวมเวลาทำงาน	**รวมเวลาทำงานสุทธิ**	**จำนวนชิ้น / ชั่วโมง**	**จำนวนชิ้น / นาที**	**จำนวนชิ้นงานที่ควรจะได้**	**ผลิตทั้งหมด**	**งานดี**	**งานแก้ไข**	**งานเสีย**

ตารางที่ 3.2 แบบฟอร์มวิเคราะห์ผล (ต่อ)

ความพร้อมใช้งาน	**สมรรถนะ**	**คุณภาพ**	**ประสิทธิผลโดยรวม**	
(15) = (7) / (6)	(16) = (11) / (10)	(17) = (12) / (11)	(18) = (15) x (16) x (17)	**หมายเหตุ**
A	P	Q	OEE	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 เก็บข้อมูล บันทึกข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อได้แบบฟอร์มการกรอกค่าต่างๆดังตารางที่ 3.1 หัวหน้าของแต่ละแผนกได้สอนวิธีการบันทึกค่าต่างๆให้พนักงานในสายการผลิตดำเนินการบันทึกข้อมูลการใช้งานเครื่องจักร ผลิตภัณฑ์ที่ได้ในแต่ละเครื่อง โดยดำเนินการบันทึกค่าทุกวันที่ทำงาน และ นำค่าที่ได้มาบันทึกใส่คอมพิวเตอร์ทุกอาทิตย์ แล้วดูค่าต่างๆว่ามีค่าใดผิดพลาดเกินความจริงหรือไม่ ซึ่งหัวหน้าแต่ละแผนกจะสามารถตรวจสอบได้ ส่วนมากที่พบข้อมูลที่ผิดเกิดจากบันทึกผิด ทำให้ค่าที่บันทึกลงในคอมพิวเตอร์ออกมาผิดพลาดมาก

3.4 หาสาเหตุของการสูญเสียและกำหนดมาตรการปรับปรุง

จากการที่เก็บข้อมูลได้แล้วนำมาบันทึกใส่คอมพิวเตอร์จะดำเนินการวิเคราะห์ผลที่ทำให้ค่า OEE มีค่าที่ต่ำเกิดจากสาเหตุใดบ้าง โดยผู้วิจัยจะใช้แผนผังพาเรโตตรวจสอบเพื่อแสดงสาเหตุข้อบกพร่องและปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้นว่าเกิดจากสาเหตุมากที่สุด แล้ว ใช้แผนผังก้างปลาดำเนินการเพื่อหาปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ว่าเกิดจากสาเหตุใดได้บ้าง เมื่อเรารู้สาเหตุทั้งหมดแล้วก็ดำเนินการกำหนดมาตรการปรับปรุงแก้ไข

3.5 ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงและสรุปผล

เมื่อกำหนดมาตรการได้แล้วก็ดำเนินการตามมาตรการ แล้วดำเนินการนำข้อมูลที่ได้ก่อนปรับปรุงและข้อมูลที่ได้หลังปรับปรุงมาเปรียบเทียบกันแล้วดำเนินการสรุปผลที่ได้ ซึ่งค่าที่ได้หลังปรับปรุงจะต้องมีค่าที่มากกว่าก่อนปรับปรุงหรือมีค่า OEE มากกว่า 85% และเสนอแนะเพิ่มเติม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ศึกษากระบวนการผลิตมอเตอร์ของโรงงานกรณีศึกษา

ดำเนินการศึกษากระบวนการผลิตมอเตอร์ของแผนกต่างๆในฝ่ายผลิตทุกขั้นตอน โดยที่ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาตั้งแต่การใช้พลังงานไฟฟ้า ผลผลิตที่ผลิตได้ พร้อมทั้งตรวจสอบการใช้งานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตทั้งหมดที่มี

4.1 การใช้พลังงานของโรงงาน

ตารางที่ 4.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าและผลผลิต

เดือน/ปี	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ผลผลิต (ชิ้น)	ดัชนี (kWh/ชิ้น)
กรกฎาคม 51	182,256	48,312	3.77
สิงหาคม 51	144,144	39,675	3.63
กันยายน 51	133,308	39,803	3.35
ตุลาคม 51	114,349	42,207	2.71
พฤศจิกายน 51	123,660	31,934	3.87
ธันวาคม 51	72,480	19,125	3.79
มกราคม 52	98,712	25,938	3.81
กุมภาพันธ์ 52	107,736	25,112	4.29
มีนาคม 52	122,148	34,596	3.53
เมษายน 52	119,664	40,657	2.94
พฤษภาคม 52	155,592	38,573	4.03
มิถุนายน 52	169,368	46,112	3.67
รวม	**1,542,417**	**432,044**	**3.57**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน

ตารางที่ 4.2 เครื่องจักรในกระบวนการผลิต

แผนก	ผู้รับผิดชอบ	จำนวน Line	จำนวนเครื่องจักร
Frame	คุณเฉลิมลาภ	1	15
Coil 1	คุณรัตดา	5	48
Coil 2	คุณแสงเดือน	5	51
Shaft/Rotor	คุณธรรมนูญศักดิ์	2	32
Pump/Cover/Die	คุณประเสริฐ	3	20
Assembly	คุณเฉลียว	1	14
รวม		17	180

4.3 ขั้นตอนกระบวนการผลิต

4.3.1 การผลิตเปลือก

<u>การม้วนเปลือก</u>

- นำลูกกลิ้งขนาดที่ต้องการประกอบขึ้นเครื่อง แล้วนำเปลือกขึ้นวางบนแท่นเตรียมงาน โดยหงายด้านที่มีคมขึ้นบน

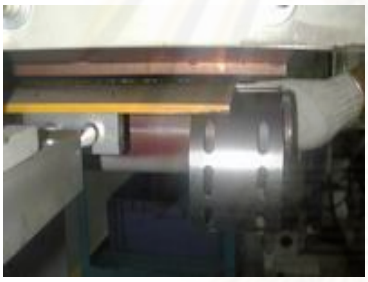
รูปที่ 4.1 การประกอบลูกกลิ้งและใส่แผ่นเหล็ก

- กดปุ่มทำงานลูกกลิ้งจะหมุนใช้มือดันชิ้นงานเข้าเครื่องโดยให้ตั้งฉากกับลูกกลิ้ง เครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติ เครื่องหมุนครบรอบตามที่ตั้งไว้เครื่องจะหยุดทำงาน นำชิ้นงานออกแล้วนำชิ้นงานส่งต่อเนื่องจุดเชื่อมเปลือก

รูปที่ 4.2 การม้วนเปลือก

<u>การเชื่อมเปลือก</u>

- นำชิ้นงานมาสวมใส่ที่เพลาของจิ๊กจับยึดหัวเชื่อม ให้ตรงกับหัวเชื่อมโดยดึงกับโยกสวิทซ์ลมลงใช้มือกดสวิทซ์ เพื่อตั้งระยะขอบเปลือกที่จะต้องเชื่อม กดปุ่มสวิทซ์เชื่อม หัวเชื่อมจะทำการเชื่อมเปลือกตามแนวที่ตั้งไว้โดยอัตโนมัติ



รูปที่ 4.3 การใส่ชิ้นงานและเชื่อม

- นำชิ้นงานมาตรวจสอบดูสภาพความเรียบร้อยของแนวเชื่อม โดยที่แนวเชื่อมจะต้องตรงและไม่เป็นฟองอากาศ แล้วนำชิ้นงานใส่ลงตะกร้า ส่งต่อเนื่องงานเบ่งเปลือก

รูปที่ 4.4 เปลือกที่เชื่อมเสร็จแล้ว

การเชื่อมขา

- ทำการตั้งกระแสไฟในการเชื่อมเปลือกแต่ละขนาด แล้วนำจิ๊กสำหรับติดขามาสวมใส่ที่เพลา เพื่อจับยึดหัวเชื่อม แล้วใช้ประแจแอลไขให้แน่น นำชิ้นงาน (เปลือกที่ผ่านการเชื่อม) มาสวมใส่ที่เพลาของจิ๊ก

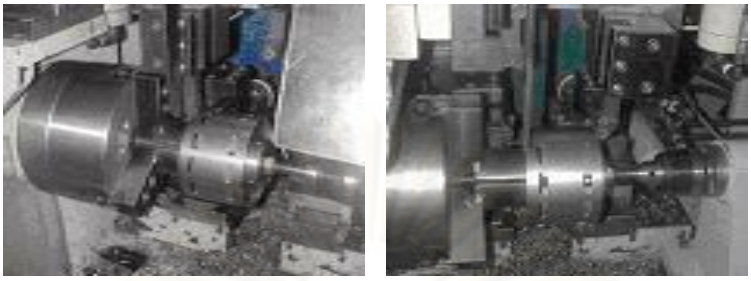
รูปที่ 4.5 การใส่ชิ้นงานที่จะเชื่อม

- กดสวิทช์ทำงาน หัวเชื่อมจะทำการเชื่อมเปลือกตามแนวที่ตั้งไว้โดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งปิดฝาครอบหัวเชื่อม นำชิ้นงานมาตรวจสอบวัดระยะความห่างระหว่างเปลือกกับขานำชิ้นงานใส่ลงตะกร้า พร้อมกับติดป้ายชี้บ่งแล้วส่งต่อแผนกพ่นสี

รูปที่ 4.6 การเชื่อมและตรวจสอบ

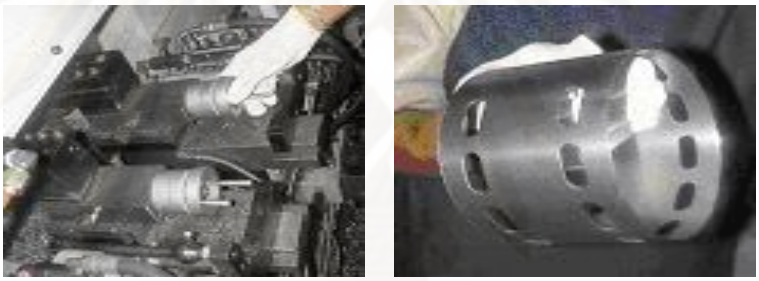
การกลึงเปลือก

- นำชิ้นงานสวมใส่เข้าไปที่หัวเครื่อง กดสวิทช์ ทำงาน เพื่อให้หัวเครื่องทำงาน ใช้เวอร์เนียวัดชิ้นงานตามที่กำหนดไว้ ถ้าไม่ได้ระยะให้ปรับระยะที่ป้อมมีดด้านข้างเครื่อง



รูปที่ 4.7 การตั้งเครื่องและใส่ชิ้นงาน

- บิดสวิทช์ป้อมมีดลบมุมอยู่ด้านหลังเครื่อง เพื่อให้มีดลบมุมเดินเข้า และบิดสวิทช์อีกตัวเพื่อให้มีดลบมุมกลึงชิ้นงาน กรณีมีดกลึงไม่ได้ระยะให้ปรับตัวตั้งระยะอยู่ด้านหลังเครื่อง กดสวิทช์ ทำงาน เครื่องจะทำงานเองโดยอัตโนมัติ นำชิ้นงานออกมาตรวจสอบวัดระยะความยาวและความโตของเปลือก นำชิ้นงานใส่ลงตะกร้า แล้วส่งต่อเนื่องงานแผนกพ่นสี



รูปที่ 4.8 การกลึงและตรวจสอบ

<u>การเบ่งเปลือก</u>

- นำชิ้นงานมาสวมใส่ลงบนหัวเบ่ง โดยให้คว่ำด้านรูสายออกลงและตะเข็บของชิ้นงานจะต้องไม่ตรงกับร่องของหัวเบ่ง กดสวิทช์เครื่องจะทำการเบ่งเปลือก ใช้ค้อนช่วยเคาะตามแนวเชื่อม

รูปที่ 4.9 การตั้งเครื่องและใส่ชิ้นงาน

- นำชิ้นงานตัวเดิมหมุนกลับด้านแล้วสวมใส่ลงบนหัวเบ่ง โดยให้หงายด้านรูสายออกขึ้น และตะเข็บของชิ้นงานจะต้องไม่ตรงกับร่องของหัวเบ่งนำชิ้นงานออกจากหัวเบ่งตรวจสอบสภาพความเรียบร้อย ส่งต่อเนื่องงานกลึงเปลือก

รูปที่ 4.10 การตรวจสอบชิ้นงาน

<u>การอัดเพลท/การเชื่อมเพลทและการเชื่อมหู</u>

- นำชิ้นงาน (เปลือกที่ผ่านการเชื่อม) มาวางบนเพลท/หู โดยให้แนวเชื่อมเปลือกอยู่ระหว่างกลาง รูยึดน็อตเพลท/หู เพื่อให้ แท่นอัดด้านบนยกขึ้น เพื่อนำชิ้นงานออกจากจิ๊กตรวจสอบ เพื่อทำการเชื่อมเพลทต่อไป

รูปที่ 4.11 การใส่ชิ้นงานและอัด

- นำชิ้นงานมาวางบนแท่นเชื่อม เพลท/หู แล้วทำการเชื่อมตามตำแหน่งที่ต้องการให้ครบแล้ว นำชิ้นงานมาตรวจสอบวัดระยะอัดระหว่างเปลือกกับเพลท/ เปลือกกับหู

รูปที่ 4.12 การเชื่อมเพลท/หู

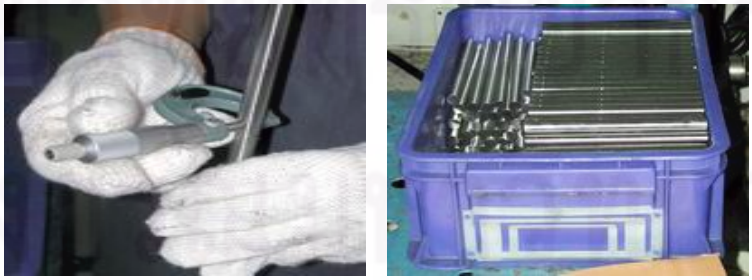
4.3.2 การผลิตแกน

<u>การเจียร์จุดอัดลูกปืนและแกนบู๊ช</u>

- เมื่อทำการลับลูกหินและลูกยางเสร็จแล้ว นำชิ้นงานที่ทำการจี้ร่องเสร็จแล้ว มาวางลงบนรางระหว่างกลางหินกับลูกยางดันชิ้นงานให้เข้าไประหว่างหินกับลูกยาง ให้กินชิ้นงาน เมื่อหินกินชิ้นงานแล้ว นำชิ้นงานออกมาวัดค่าความโตด้วยไมโครมิเตอร์ตามแบบกำหนด

รูปที่ 4.13 การตั้งค่าและใส่ชิ้นงาน

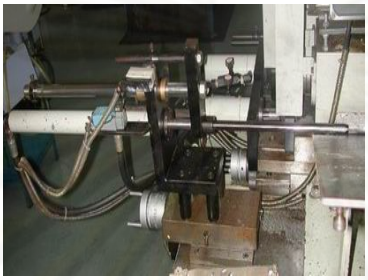
- เมื่อเครื่องเจียร์แกนเสร็จแล้วให้นำแกนมาตรวจ ด้วย Outside Micrometer จากนั้นให้สุ่ม 1 ใน 10 และ Pre-Control Chart และนำชิ้นงานใส่ภาชนะ เพื่อส่งต่อเนื่องจุดก๊อปปี้ปลายแกน



รูปที่ 4.14 การเจียร์และตรวจสอบ

การปาดหน้าลบมุมแกนลูกปืน

- นำชิ้นงานใส่ราง ปรับระยะรางใส่แกน ให้ได้ขนาดตามความยาวแกน ล็อคตัวบังคับให้แน่น บิดสวิทซ์ตัวส่งแกนไปทางซ้ายมือ เพื่อผลักแกนไปอยู่กึ่งกลางของตัวจับยึดและตัวส่งแกนไปทางขวามือ เพื่อให้ตัวยันและตัวส่งกลับที่เดิม



รูปที่ 4.15 การใส่แกนเข้าเครื่อง

- บิดสวิทซ์มอเตอร์หัวปาดไปทางขวามือทั้งสองข้าง เพื่อให้หัวใบมีดหมุน ทำการปาดหน้าคุมระยะความยาวแกน

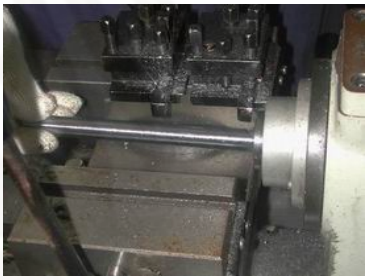
รูปที่ 4.16 การใช้เครื่องปาดชิ้นงาน

- เมื่อความยาวได้ค่าตามที่กำหนดแล้ว ให้บิดสวิทซ์ป้อมจับชิ้นงานไปทางซ้ายมือ เพื่อส่งชิ้นงานไปยังมีดลบมุม เพื่อให้ป้อมใบมีดเข้าหาชิ้นงานทำการลบมุมทั้งสองข้าง เสร็จแล้วบิดสวิทซ์ทั้งสองกลับที่เดิม ตรวจเช็คมุมด้วยเวอร์เนีย ส่งจุดต่อเนื่องเครื่องจี้ร่อง

รูปที่ 4.17 การตรวจสอบชิ้นงาน

<u>การตกร่องบ่า</u>

- นำหัวคอร์เรทตามขนาดของชิ้นงานที่จะทำการผลิต ใส่เข้าไปในหัวเครื่อง โดยการหมุนเพลา ด้านท้ายเครื่อง นำชิ้นงานใส่หัวคอร์เรทแล้วโยกคันโยกไปทางด้านซ้ายมือเพื่อให้หัวคอร์เรทจับยึด



รูปที่ 4.18 การตั้งเครื่องพร้อมใส่ชิ้นงาน

- นำมีดกลึงใส่แท่นล็อคใบมีด ล็อคให้แน่นโดยใช้บล๊อก ตั้งระยะมีดกลึงให้ได้ระยะแบบโดยใช้เวอร์เนียวัด

รูปที่ 4.19 การใส่ใบมีดกลึง

- เปิดสวิทช์ทำงาน แล้วโยกคันโยกป้อมมีดไปด้านหน้าเพื่อทำการจี้ร่อง นำชิ้นงานออก โดยโยกคันโยกกลับมาที่เดิม เพื่อคลายหัวคอร์เรทออก หมุนตัวล็อคไปทางด้านขวา) จัดเก็บชิ้นงานลงภาชนะบรรจุให้เรียบร้อย ส่งจุดต่อเนื่องให้จุดงานเจียร์

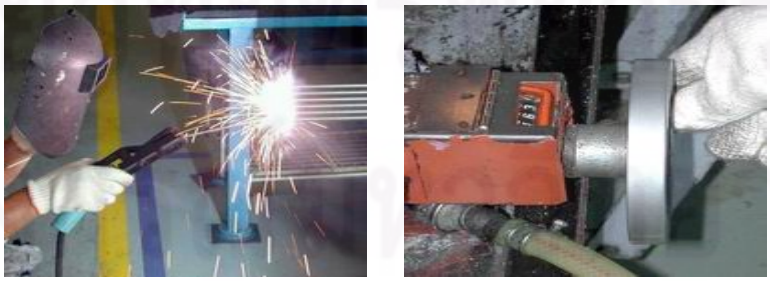
รูปที่ 4.20 การปาดชิ้นงาน

<u>การตัดแกนด้วยเครื่องเลื่อยสายพาน</u>

- จัดเตรียมชิ้นงานเหล็กเส้น ตามขนาดและจำนวนที่ต้องการ วางลงในแค้ม

รูปที่ 4.21 การตั้งเครื่องตัดแกน

- ยกตัวล๊อคลงทั้งหน้าและหลัง เพื่อล๊อคแกนให้แน่น แล้วทำการเชื่อมด้านท้ายของเหล็กเส้นให้ติดกัน ทุกเส้นจะต้องเชื่อมติดกัน เดินใบเลื่อยตัดแกนส่วนที่ไม่เสมอกันออก



รูปที่ 4.22 การเชื่อมท้ายเหล็กและตัดส่วนเกิน

- คลายแค้มหลังออก เพื่อเดินแค้มมาด้านหน้า และตั้งระยะความยาวโดยหมุนสเกลหน้าเครื่องให้ได้ตัวเลขความยาวตามที่ต้องการตัด เมื่อตั้งระยะได้แล้ว เดินใบเลื่อยเพื่อตัดแกน

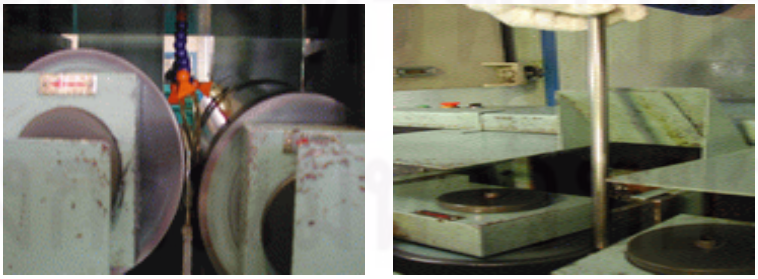
รูปที่ 4.23 การตัดแกน

- นำชิ้นงานใส่ภาชนะ เพื่อส่งต่อจุดต่อเนื่องเครื่องปาดหน้า ลบมุม

รูปที่ 4.24 ตรวจสอบและจัดเก็บ

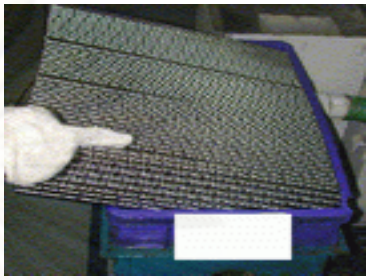
<u>การดัดแกน</u>

- นำแกนที่ผ่านการลบมุมทั้ง 2 ข้างวางบนแท่นรองแกนระหว่างลูกกลิ้งดัดแกนทั้ง 2 ให้ดัดแกนผ่านลูกกลิ้ง



รูปที่ 4.25 การใส่แกนและตั้งลูกกลิ้ง

- นำแกนที่ดัดและตรงตาม Spec แล้วมาทำความสะอาด หลังจากนั้นให้สุ่ม 1 ใน 10 นำแกนที่ตรวจผ่านแล้วใส่ลงในภาชนะ ส่งต่อเนื่องให้ขั้นตอนการเจียร์



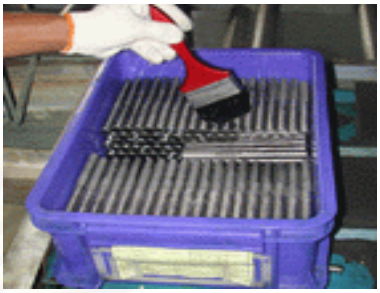
รูปที่ 4.26 การทำความสะอาดและจัดเก็บ

<u>การเคลือบแกน</u>

- ทำความสะอาดผิวชิ้นงานด้วยผ้าแห้งไม่ให้มีคราบ นำชิ้นงานที่เป็นแกนลูกปืนใส่ยางกันน้ำและนำชิ้นงานใส่ในตะแกรงจัดเรียงให้เรียบร้อย

รูปที่ 4.27 การทำความสะอาดชิ้นงานก่อน

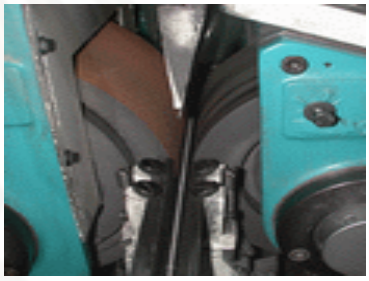
- นำชิ้นงานมาจุ่มลงในอ่างที่ 1 เพื่อชุบเคลือบผิวชิ้นงาน แล้วนำชิ้นงานมาจุ่มลงในอ่างที่ 2 เพื่อล้างคราบ และลดอุณหภูมิของชิ้นงาน นำชิ้นงานมาชโลมน้ำมันให้ทั่วทุกตัว นำชิ้นงานใส่ในภาชนะพร้อมติดป้ายชี้บ่งส่งต่อเนื่องแผนกโรเตอร์



รูปที่ 4.28 การชุบเคลือบชิ้นงานและทาน้ำมัน

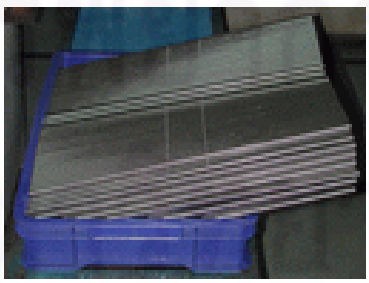
<u>การเจียร์แกนบู๊ช</u>

- เมื่อทำการลับลูกหินและลูกยางเสร็จแล้ว นำชิ้นงานที่ทำการกัดบากเสร็จแล้ว มาวางลงบนรางระหว่างกลางหินกับลูกยางดันชิ้นงานให้เข้าไประหว่างหินกับลูกยาง ปรับสเกลหินให้กินชิ้นงาน นำชิ้นงานออกมาวัดค่าความโตด้วยไมโครมิเตอร์ตามแบบกำหนด



รูปที่ 4.29 การตั้งเครื่องเจียร์

- เมื่อเครื่องทำการเจียร์ขัดผิวแกนเสร็จแล้วให้ ตรวจสอบชิ้นงานแล้วนำชิ้นงานใส่ภาชนะเพื่อส่งต่อเนื่องจุดก๊อปปี้ปลายแกน



รูปที่ 4.30 การตรวจสอบพร้อมจัดเก็บ

การกัดบาก

- นำชิ้นงานวางลงบนบ่ารับแกน ดันชิ้นงานให้ชนกับตัวตั้งระยะชิ้นงาน เครื่องจะทำงานด้วยระบบ AUTO เมื่อเสร็จแล้วนำชิ้นงานออกมาตรวจสอบเทียบกับแบบ Drawing ทำการตรวจเช็ค ตรวจสอบความโตบากตรวจสอบความยาวบาก

รูปที่ 4.31 การตั้งเครื่อง

- จัดเก็บชิ้นงานลงภาชนะบรรจุให้เรียบร้อย ส่งจุดต่อเนื่องให้จุดขัดเศษด้วยผ้าทรายหรือจุดขัดผิว

รูปที่ 4.32 จัดเก็บชิ้นงาน

การกลึงแกน

- นำชิ้นงานเข้าเครื่อง CNC เพื่อกลึงให้ได้ขนาดตามที่ระบุในแบบและให้ทำการวัดขนาดโดยใช้ไมโครมิเตอร์

รูปที่ 4.33 การกลึงและตรวจสอบ

- นำชิ้นงานผ่านกระบวนการเจียรปลายแกนให้ได้ขนาดตามแบบและทำการวัดขนาดโดยใช้ไมโครมิเตอร์

รูปที่ 4.34 การเจียรปลายและตรวจสอบ

- ให้นำชิ้นงานที่ผ่านการรีดเกลียวแล้วใส่ในภาชนะที่ระบุไว้ว่า งานสำเร็จ เพื่อป้องกันชิ้นงานที่ไม่ได้รีดเกลียวปะปน พร้อมทำการตรวจสภาพผิวที่ผ่านการกลึงจะต้องเรียบ หลังจากนั้นให้ลำเลียงชิ้นงานใส่ภาชนะเพื่อส่งให้แผนกอัดโรเตอร์ต่อไป

รูปที่ 4.35 การกลึงแกน

4.3.3 การผลิตคอยล์

<u>การเตรียมลวดทองแดงและการพันลวดทองแดง</u>

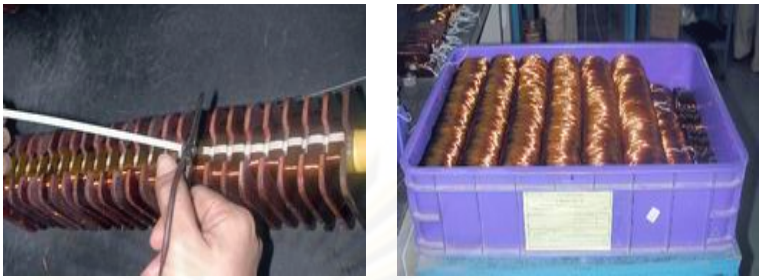
- เบิกลวดทองแดงที่สโตร์แล้วทำการเคลื่อนย้ายโดยใช้รถลากนำลวดทองแดง ฟอร์มไม้เข้าเครื่องตาม Spec

รูปที่ 4.36 ลวดทองแดงที่ใช้และฟอร์มไม้

- นำกระป๋องครอบล้อลวดทองแดงร้อยเส้นลวดผ่านเซรามิคที่ก้นกระป๋อง เรียงฟอร์มไม้เข้าแกนเหล็กตาม รุ่นที่กำหนด ปรับระยะแกนเหล็กทั้งสองให้ เท่ากัน

รูปที่ 4.37 การเรียงฟอร์มไม้

- เมื่อเครื่องพันลวดครบรอบการทำงานแล้วให้ตัดปลายสายออกตามที่กำหนดไว้ ใช้กระดาษกาวมัดแล้วนำลวดออกจากฟอร์มไม้แล้วเก็บใส่กระบะใส่ลวดติดป้ายชี้บ่งให้ถูกต้อง



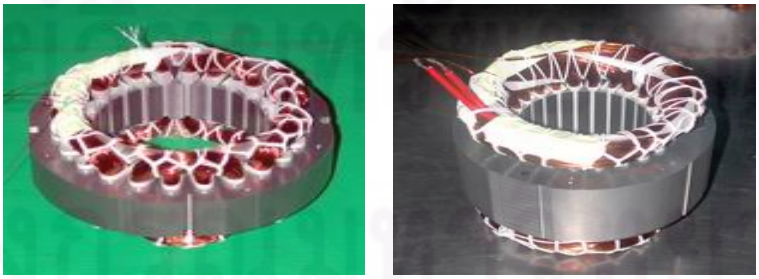
รูปที่ 4.38 การพันลวดและจัดเก็บ

<u>การมัดเชือกคอยล์</u>

- นำสเตเตอร์ลงคอยล์ที่ผ่านการกั้นไมล่าแล้วใส่กระบอกเครื่องมัดเชือก การมัดเชือกโดยมัดทุกช่องสล๊อต จะเริ่มจุดก่อนก็ได้จับปลายเชือกให้แน่น แล้วเครื่องจะทำงานอัตโนมัติจับปลายเชือกมัดแนบไปกับคอยล์ ตัดเชือกออกดึงปลายเชือกให้แน่น

รูปที่ 4.39 การใช้เครื่องมัดเชือก

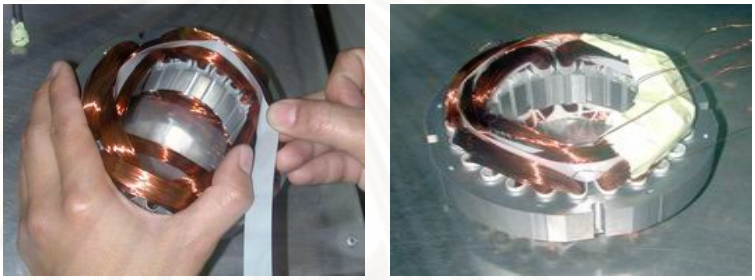
- ตรวจดูความแน่นของเชือกที่มัดคอยล์ และเชือกจะต้องมัดลวดให้หมดทุกเส้นนำชิ้นงานส่งต่อเนื่องจุดแต่งฟอร์ม



รูปที่ 4.40 ตรวจสอบและจัดเก็บ

การกั้นไมล่าระหว่างชุดลวดด้านหลังและด้านหน้า

- จัดเตรียมไมล่าตามรุ่นที่จะทำการผลิตการกั้นไมล่าสเตเตอร์ลงคอยล์ (6 โพล) ให้ใช้เหล็กกลมช่วยงัดลวดทุกวงลวดแล้วกั้นไมล่าระหว่างกลางชุดลวดวงในและชุดลวดวงนอก ใช้มือกดหรือบีบชุดลวดให้รวมกัน เพื่อไม่ให้ไมล่าหลุดออกมา แล้วใช้เทปเหลืองติดรองหัวสายถ้ามีรอยต่อให้แยกสเตเตอร์ลงคอยล์ไว้ เพื่อทำการบัดกรีรอยต่อลวด พร้อมนำชิ้นงานส่งต่อเนื่องจุดมัดเชือก



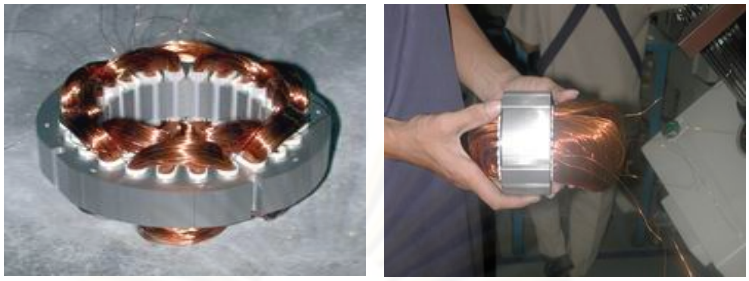
รูปที่ 4.41 การกั้นไมล่าระหว่างขอลวด

การลงคอยล์

- นำชุดลวดสำเร็จชุด MAIN/AUX/SPEED ตรวจเช็คก่อนลงหัวถ่ายโดยวัดค่าความต้านทานชุดลวดทองแดงนำหัวถ่ายที่ลงลวดสำเร็จตามแบบที่กำหนดเตรียมไว้แล้วจึงนำสเตเตอร์สวมลงไปที่หัวเครื่อง เครื่องจะดันลวดเข้าไปในร่องสล๊อตของสเตเตอร์

รูปที่ 4.42 การเตรียมสเตเตอร์

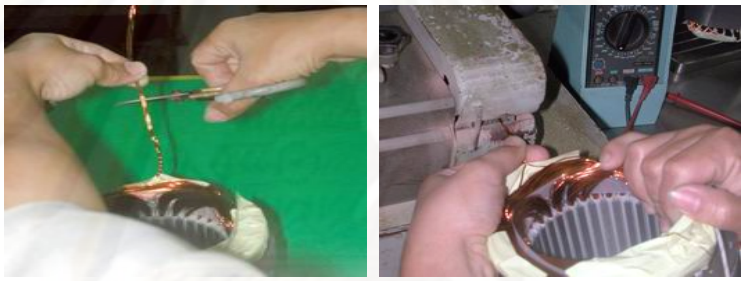
- นำสเตเตอร์ที่ลงคอยล์สำเร็จแล้วออกจากหัวเครื่องลงคอยล์ ตรวจดูความเรียบร้อยคอยล์ด้วยสายตา นำชิ้นงานส่งต่อเนื่องจุดแต่งฟอร์ม



รูปที่ 4.43 การลงคอยล์

<u>การบัดกรีรอยต่อลวด</u>

- นำสเตเตอร์สางปลายลวดให้ชูขึ้นโดยใช้เหล็กปลายแหลม แล้วใช้กรรไกรตัดปลายลวดทองแดงให้เสมอกัน นำลวดทองแดงสอดเข้ากับล้อขูดเพื่อขูดน้ำยาเคลือบลวด



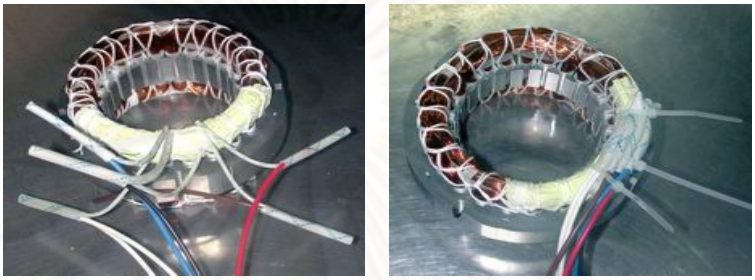
รูปที่ 4.44 การตัดปลายและขดลวดทองแดง

- นำลวดทองแดง มาบิดทำเป็นเกลียวยาว แล้วตัดปลายลวดที่ไม่ได้ทำเกลียวใช้หัวแร้งเชื่อมโดยจี้ลวดทองแดงแล้วแตะกับตะกั่วนำสลีปสวมคลุม บัดกรีรอยต่อลวด นำชิ้นงานส่งต่อเนื่องจุดรัดเข็มขัดหัวสายไฟ

รูปที่ 4.45 การบัดกรีลวดทองแดง

การรัดเข็มขัดหัวสายไฟ

- นำสลีปความโตและยาวสวมหัวสายไฟ โดยให้รอยบัดกรีอยู่ระหว่างกึ่งกลางของสลีปทุกเส้น นำเข็มขัดสอดใต้ลวด รัดช่วงปลายและต้นสลีป



รูปที่ 4.46 การใส่สลีป

- เมื่อจัดหัวสายรัดเข็มขัดเสร็จ ให้ใช้มือช่วยดึงเข็มขัดให้แน่นพอสมควรแล้วใช้ปืนดึงเข็มขัดจนครบทุกเส้น แล้วใช้ค้อนทุบแต่งสลิปบนคอยล์

รูปที่ 4.47 การรัดเข็มขัด

4.3.4 การอาบวานิช

- การผสมวานิช ผสมครั้งแรกลงในอ่าง โดยการผสมวานิชและทนเนอร์พร้อมตัวเร่งในถัง แล้วใช้ไม้คนผสมให้เข้ากันแล้ววัดความหนืด

รูปที่ 4.48 การผสมวานิชพร้อมวัดความหนืด

- นำคอยล์ที่รออาบวานิช มาม้วนปลายสายเป็นวงกลม นำตะแกรงเหล็กแขวนเหล็กราวโซ่ใส่คอยล์ที่ม้วนสายเรียงให้เป็นแถว คอยล์ที่อาบอบสำเร็จ จะออกจากด้านบน

รูปที่ 4.49 การนำชุดลวดเข้าอบวานิช

4.3.5 การทำโรเตอร์และฝา

<u>การฉีดฝาอลูมิเนียม</u>

- ปรับตั้งอุณหภูมิเตาหลอมที่ตู้ควบคุมให้ได้อุณหภูมิ 780 ทาผงเคลือบโลหะที่ภาชนะตักน้ำอลูมิเนียม ใส่ยาไล่ขี้ (Flux) ลงในเตาหลอม 1 ถ้วย

รูปที่ 4.50 การเตรียมภาชนะที่ใช้หลอม

- ใช้กระบวยตักขี้สแล็กที่ลอยบนน้ำอลูมิเนียมออก นำใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ ทำการตรวจเช็คอุณหภูมิน้ำอลูมิเนียม เครื่องจะทำงานอัตโนมัติ ครบขั้นตอนแล้วแม่พิมพ์จะเปิด

รูปที่ 4.51 การทำงานของเครื่องฉีดฝา

- ใช้คีมจับฝาอลูมิเนียมออกจากแม่พิมพ์ พร้อมทำการตรวจเช็คลักษณะของชิ้นงานจะต้องไม่บิดเบี้ยวและการฉีดอลูมิเนียมจะต้องเต็มนำฝาที่แคะครีบแล้วใส่ภาชนะ

รูปที่ 4.52 การตรวจสอบและจัดเก็บ

<u>การยิงทราย (ขัดผิวฝาอลูมิเนียม)</u>

- นับจำนวนฝาอลูมิเนียมใส่ตู้ขัดผิว แล้วปิดฝาตู้ขัดผิวให้สนิท เครื่องทำงานหัวยิงเม็ดเหล็กจะทำงานพร้อมกับดูเข็มวัดปริมาณเม็ดเหล็ก

รูปที่ 4.53 การใช้เครื่องยิงทราย

- เปิดฝาตู้ขัดผิวออกนำฝาอลูมิเนียมออกจากตู้ใส่ตะกร้าพร้อมกับตรวจเช็คสภาพผิว

รูปที่ 4.54 การตรวจสอบฝาอลูมิเนียม

<u>การฉีดโรเตอร์</u>

- ปรับตั้งอุณหภูมิเตาหลอมที่ตู้ควบคุมให้ได้อุณหภูมิ 750 องศา ทำการตรวจเช็คอุณหภูมิน้ำอลูมิเนียม โดยดูที่ตู้อุณหภูมิเตาหลอม

รูปที่ 4.55 การตั้งเครื่องฉีดโรเตอร์

- เครื่องจะทำงานระบบอัตโนมัติ จนครบขั้นตอนแล้วแม่พิมพ์จะเปิดออกเลื่อนประตูหน้าเครื่องออกแล้วใช้มือทั้งสองข้างรับก้อนโรเตอร์ฉีดใส่ภาชนะที่เตรียมไว้

รูปที่ 4.56 การฉีดโรเตอร์

<u>การอบโรเตอร์ฉีด</u>

- หมุน SPEED SETTING ให้อยู่ที่ 900 ถึง 1500 เมื่ออุณหภูมิถึงระยะที่กำหนดแล้วนำ ROTOR เรียงบนรางเลื่อนเว้น

รูปที่ 4.57 การตั้งเครื่องอบโรเตอร์

- เมื่อ ROTOR ออกมาหน้าเครื่องแล้วจึงใช้อุปกรณ์ในการเก็บโรเตอร์ และนำชิ้นงานใส่ภาชนะพร้อมติดป้ายชี้บ่งเพื่อส่งจุดต่อเนื่องแผนกโรเตอร์

รูปที่ 4.58 การนำโรเตอร์ออกจากเครื่องอบ

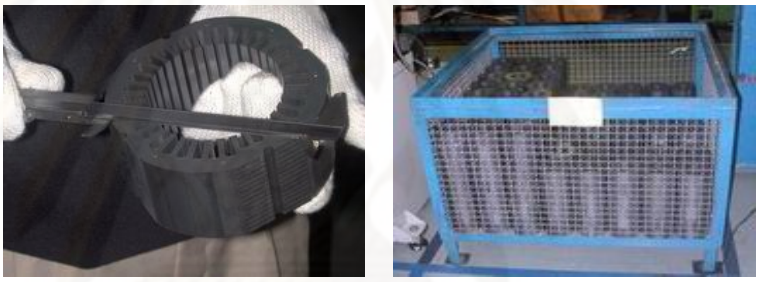
4.3.6 การปั๊มสเตเตอร์ โรเตอร์

<u>การอัดก้อนสเตเตอร์</u>

- นำก้อนสเตเตอร์วางบนพิมพ์อัดก้อนให้ตรงกับแกนกลางจิ๊กอัดก้อน เครื่องจะทำงานระบบอัตโนมัติ

รูปที่ 4.59 การตั้งเครื่องอัดก้อนสเตเตอร์

- นำก้อนสเตเตอร์ออกจากแม่พิมพ์อัดก้อนมาตรวจสอบ โดยใช้ Vernier แล้วนำชิ้นงานใส่ภาชนะ เพื่อส่งต่อเนื่องแผนกลงคอยล์



รูปที่ 4.60 การตรวจสอบก้อนสเตเตอร์

<u>การลบมุมก้อนสเตเตอร์</u>

- นำก้อนสเตเตอร์ใส่จิ๊กจับชิ้นงาน ใช้มือหมุนป้อมมีดกลึงเข้ากลึงมุมของก้อนสเตเตอร์

รูปที่ 4.61 การส่งสเตเตอร์เข้าเครื่อง

- นำก้อนสเตเตอร์ออกจากจิ๊กจับงาน ตรวจเช็คสภาพความเรียบร้อย นำชิ้นงานใส่ภาชนะเพื่อส่งต่อเนื่องแผนกลงคอยล์

รูปที่ 4.62 การตรวจสอบสเตเตอร์ที่ลบมุม

<u>การปั๊มแผ่นซิลิคอน</u>

- ทำการยกเหล็กแผ่นซิลิคอนขึ้นใส่แท่นม้วนเหล็ก แล้วหมุนม้วนเหล็กดูรอบ ๆ ตรวจดูแผ่นเหล็ก ถ้าแผ่นเหล็กเป็นรอยให้ใช้ตะไบขัดเฉพาะที่เป็นรอยจากนั้น ส่งเข้าไปให้เครื่องรีดแผ่นและดึงแผ่น ใช้มือดึงปลายเหล็กแผ่นซิลิคอนเสียบเข้าไปในลูกกลิ้งรีดแผ่น และดึงแผ่นพร้อมจะส่งเข้าเครื่องปั๊ม

รูปที่ 4.63 การใส่แผ่นเหล็กเข้าเครื่องปั๊ม

- กดปุ่ม เครื่องจะทำงานปั๊มเหล็กแผ่นซิลิคอนแบบ อัตโนมัติ นำชิ้นงานมาตรวจสอบเช็คความหนาแผ่นก้อนโรเตอร์และสเตเตอร์

รูปที่ 4.64 การทำงานของเครื่องปั๊ม

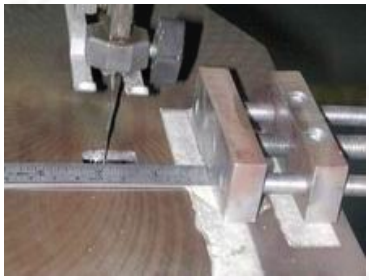
- นำชิ้นงานใส่ภาชนะ เพื่อนำส่งแผนกต่อเนื่อง STATOR ส่งแผนกลงคอยล์ ROTOR ส่งต่อแผนกฉีดโรเตอร์

รูปที่ 4.65 การตรวจสอบและจัดเก็บ

4.3.7 **การเตรียมสายไฟ**

<u>การตัดสลีป</u>

- ตั้งระยะการตัดสลีป นำสลีปที่ทำเป็นมัดเลื่อนชนระยะความยาวที่ตั้งไว้



รูปที่ 4.66 การตั้งระยะตัดสลิป

- กดปุ่มด้านล่าง เครื่องตัดสลีปจะทำงาน ทำการตรวจเช็ค ความยาวของสลีป ตรวจดูความโตของสลีป นำชิ้นงานใส่ภาชนะ

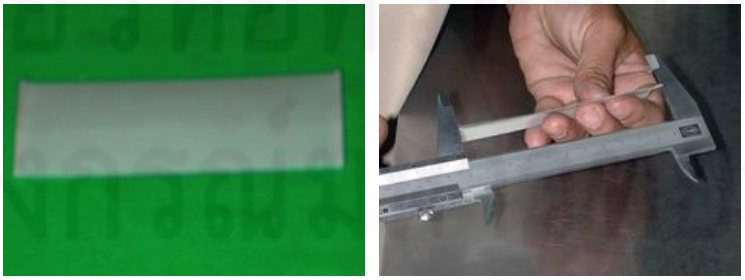
รูปที่ 4.67 การตรวจสอบสลิป

<u>การตัดไมล่ารองร่องสล๊อต</u>

- นำไมล่าเป็นม้วนตามความหนาและขนาดของรุ่น หมุนลูกกลิ้งให้ดึงไมล่าออกจากแท่นพับ เพื่อเตรียมที่จะตัด และ กำหนดจำนวนไมล่า

รูปที่ 4.68 การตั้งลูกกลิ้งที่ตัดไมล่า

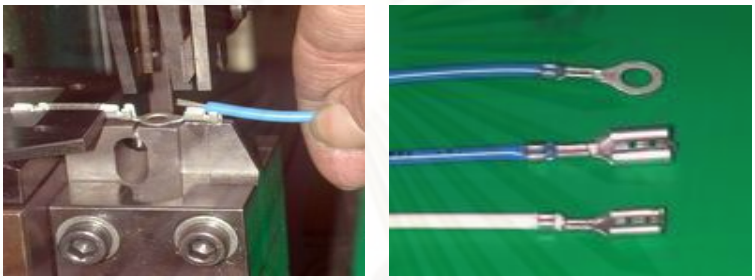
- เมื่อได้ขนาดตามที่กำหนดแล้ว เปิดเครื่องฮิตเตอร์ให้ร้อนประมาณ 117˚C - 200˚C 2-3 วินาที กดสวิทซ์ START เครื่องจะทำการตัดไมล่า



รูปที่ 4.69 การตรวจสอบไม่ล่า

การย้ำหางปลาปลายสายไฟ

- เปิดสวิทซ์เครื่อง นำปลายสายไฟสอดให้ตรงกับรางหางปลา สอดปลายสายไฟให้จุดที่ปลอกชนกับจุดรัดสายเพื่อช่วยในการย้ำหางปลาให้แน่น ตรวจดูการรัดลวดต้องแน่นและเก็บเส้นลวดหมดทุกเส้นนำชิ้นงานจัดเก็บลงในภาชนะ



รูปที่ 4.70 การย้ำหางปลา

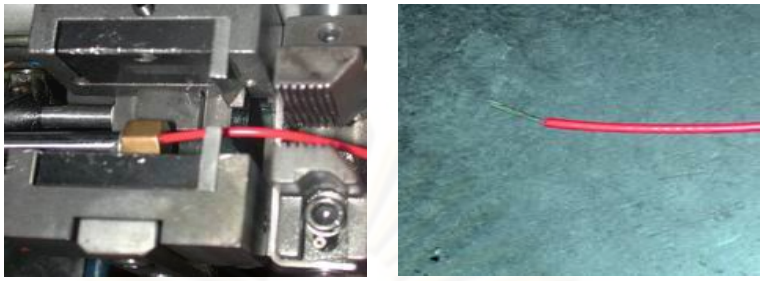
การตัดสายไฟ

- นำสายไฟออกจากม้วน พันกับหลักระยะพันเสร็จแล้ว ให้นำกรรไกรมาตัดที่จุดเริ่มต้นโดยตัดให้ขาดทุกสายที่พัน นำชิ้นงาน เพื่อส่งต่อเนื่อง จุดปลอกสายไฟ

รูปที่ 4.71 การตัดสายไฟ

การปอกสายไฟ

- นำปลายสายไฟสอดระหว่างใบมีด เมื่อเปลี่ยนด้านที่จะทำการปอกต้องตั้งระยะใหม่ ตรวจดูความลึกของสายไฟ, ปลายสายไฟจุดที่ปอก และความโตของสายไฟนำชิ้นงานจัดเก็บ



รูปที่ 4.72 การปอกสายไฟ

<u>การตัดไมล่าครอบร่องสล๊อต</u>

- นำไมล่าครอบร่องสล๊อตที่จะตัดใส่เข้าไปด้านหลังของเครื่อง ปรับฮิตเตอร์ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 C เปิดให้เครื่องทำงานเครื่องจะทำการตัดไมล่า นำชิ้นงานใส่ภาชนะ เพื่อส่งต่อแผนกลงคอยล์

รูปที่ 4.73 การตัดไมล่า

4.3.8 การพ่นสีและอบสี

<u>การเตรียมผิวก่อนพ่นสี</u>

- นำชิ้นส่วนที่ทำการผลิต มาผ่านขบวนการเตรียมผิวก่อนพ่นสี โดยการล้างน้ำมัน ล้างน้ำเปล่า ปรับสภาพผิว เคลือบซิงค์ฟอสเฟต และ สุดท้ายล้างน้ำเปล่า

รูปที่ 4.74 การเตรียมชิ้นงานก่อนพ่นสี

- ทำการล้างชิ้นงานให้สะอาดอีกครั้งหนึ่ง ทำการเช็ดชิ้นงานหรือผ่านขบวนการทำให้ชิ้นงานแห้ง เพื่อเตรียมทำการพ่นสี

รูปที่ 4.75 การทำชิ้นงานให้แห้ง

<u>การพ่นสี</u>

- นำชิ้นงานที่ผ่านขบวนการเตรียมผิว มาทำการพ่นสี พร้อมกับเกี่ยวชิ้นงานเพื่ออบ

รูปที่ 4.76 การพ่นสีชิ้นงาน

<u>การอบสี</u>

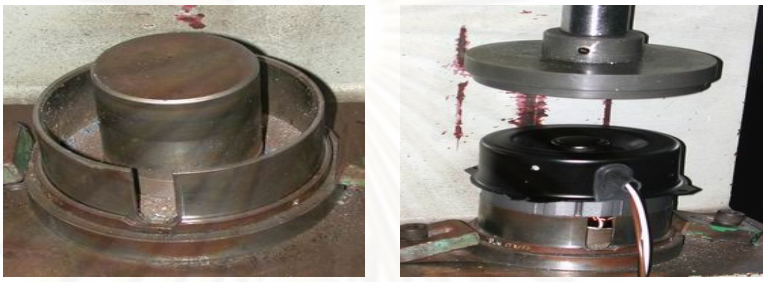
- ปรับความร้อนที่ฮีตเตอร์ และทำการปรับระดับความเร็วรอบเกี่ยวชิ้นงานที่ผ่านการพ่นสีเรียบร้อยแล้ว เข้าตู้อบ นำชิ้นงานใส่ภาชนะ

รูปที่ 4.77 การอบชิ้นงาน

4.7.9 การประกอบมอเตอร์

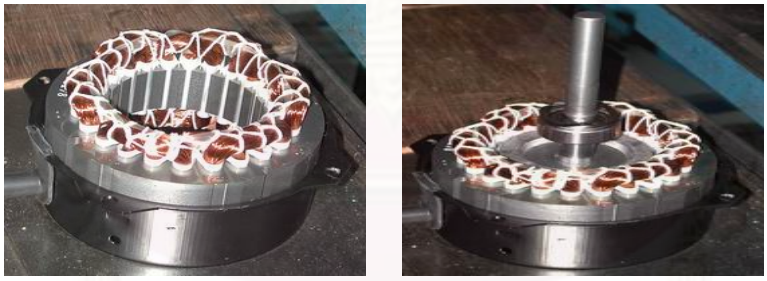
การประกอบมอเตอร์

- เลือกแบบให้ตรงกับชิ้นงานที่จะทำเปลี่ยนบล๊อกจิ๊ก ตั้งระยะอัด โดยให้เปลี่ยนตามระยะที่แบบกำหนดของกระป๋องที่จะอัดนำสเตเตอร์ รุ่นที่จะอัดสเตเตอร์ วางบนฝากระป๋องหลัง



รูปที่ 4.78 การปรับตั้งระยะ

- กดปุ่มทำงาน เพื่อให้จิ๊กกดลงอัดตามระยะที่กำหนด นำโรเตอร์ที่อัดลูกปืนสำเร็จ มาใส่ลงในกระป๋องด้านหลังและนำแหวนสปริงที่รองลูกปืนใส่ลงในเบ้าฝาหน้า



รูปที่ 4.79 การใส่ชุดโรเตอร์

- ประกบฝาหน้า ให้สายไฟจาก COIL อยู่ระหว่างกึ่งกลางระหว่างรูระบายอากาศ 2 รูป ใช้แรงกด หรือใช้ฆ้อนเคาะเบา ๆ ที่ด้านบนของฝาใส่น๊อต ให้ครบ แล้วทำการยึดให้แน่นติด NAME PLATE

รูปที่ 4.80 การประกบฝาหน้าหลัง

- เมื่อทำการ Test รันแล้ว ส่งต่อเนื่องจุด วิธีการปฏิบัติงานการตั้งเครื่อง และวิธีการทดสอบมอเตอร์แต่ละชนิด

รูปที่ 4.81 การทดสอบมอเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการกรอกค่าต่างๆตามแบบฟอร์มดังตารางที่ 3.1 เมื่อได้ค่าต่างๆแล้วนำมาคำนวณหาค่า OEE แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แผนผังพาเรโต และแผนผังก้างปลา

5.1 การเก็บข้อมูล

ดำเนินการเก็บบันทึกข้อมูลโดยการให้หัวหน้าในแต่ละแผนกอธิบายวิธีการจดบันทึกข้อมูลการใช้งานของเครื่องจักร เมื่อทำการบันข้อมูลได้ 1 สัปดาห์ก็จะต้องนำมาบันทึกลงในคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ผล OEE ซึ่งจะได้ผลการวิเคราะห์เป็นจำนวน 3 เดือนตั้งแต่เดือนตุลาคม – เดือนธันวาคม 2551 ในระหว่างทำการบันทึกข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลทุกอาทิตย์

5.2 ผลการวิเคราะห์ก่อนปรับปรุง

1) แผนก Coil 1

- Line ของ Lam 52

ตารางที่ 5.1 ค่า OEE ของ Lam 52

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	94.75%	83.92%	99.58%	79.18%
พฤศจิกายน 2551	96.24%	81.16%	99.61%	77.80%
ธันวาคม 2551	94.56%	80.74%	99.58%	76.02%
รวมเฉลี่ย	**95.33%**	**82.50%**	**99.59%**	**78.32%**

- Line ของ Lam 74

ตารางที่ 5.2 ค่า OEE ของ Lam 74

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	93.18%	86.30%	99.99%	80.41%
พฤศจิกายน 2551	91.09%	84.04%	100.00%	76.55%
ธันวาคม 2551	93.36%	79.85%	99.92%	74.48%
รวมเฉลี่ย	**92.66%**	**83.91%**	**99.97%**	**77.73%**

- Line ของ อาบวานิช

ตารางที่ 5.3 ค่า OEE ของ อาบวานิช

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	100.00%	81.27%	100.00%	81.27%
พฤศจิกายน 2551	100.00%	85.16%	100.00%	85.16%
ธันวาคม 2551	100.00%	88.21%	100.00%	88.21%
รวมเฉลี่ย	**100.00%**	**83.93%**	**100.00%**	**83.93%**

- Line ของ เตรียมสายไฟ

ตารางที่ 5.4 ค่า OEE ของ เตรียมสายไฟ

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	95.16%	89.35%	99.99%	85.02%
พฤศจิกายน 2551	96.98%	92.11%	99.94%	89.27%
ธันวาคม 2551	83.68%	90.60%	100.00%	75.81%
รวมเฉลี่ย	**95.59%**	**90.83%**	**99.96%**	**86.79%**

ผลรวมของแผนก Coil 1

ตารางที่ 5.5 ค่า OEE ของ ผลรวมแผนก Coil 1

Line	A	P	Q	OEE
Lam 52	95.33%	82.50%	99.59%	78.32%
Lam 74	92.66%	83.91%	99.97%	77.73%
อาบวานิช	100.00%	83.93%	100.00%	83.93%
เตรียมสายไฟ	95.59%	90.83%	99.96%	86.79%
รวมเฉลี่ย	**93.93%**	**84.93%**	**99.91%**	**79.70%**

แผนก Coil 1 มีจำนวน 4 line การผลิต เครื่องจักรที่ใช้ทั้งหมด 48 เครื่อง จากผลรวม OEE ของ แผนก Coil 1 ทั้งหมดจะเห็นว่าค่าของ P มีค่าที่ต่ำ ควรจะทำการปรับปรุงที่ค่าของ P โดยที่จะต้องปรับปรุงค่า P ให้ได้มากกว่า 90.60 % ซึ่งจะทำให้ค่า OEE รวมของแผนก Coil 1 ได้มากกว่า 85 % ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ค่า P ต่ำนั้นมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

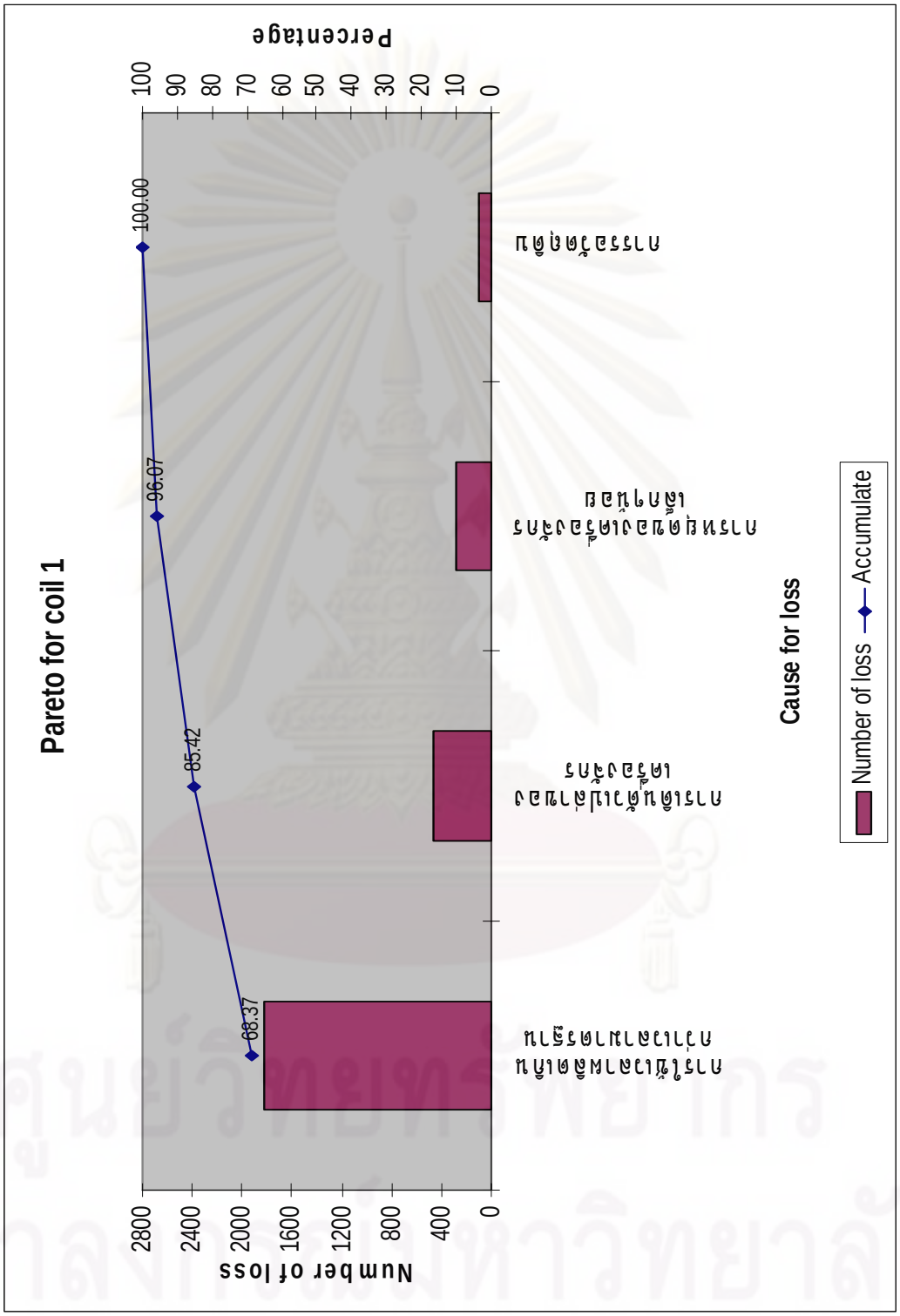
1) การใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน
2) การหยุดของเครื่องจักรเล็กๆน้อยๆ
3) การเดินตัวเปล่าของเครื่องจักร
4) การรอวัตถุดิบ

ตารางที่ 5.6 สาเหตุการสูญเสียของแผนก Coil 1

Cause for loss	Number of loss	Accumulate	Percentage
การใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน	1,829	68.37	68.37
การเดินตัวเปล่าของเครื่องจักร	456	85.42	17.05
การหยุดของเครื่องจักรเล็กๆน้อยๆ	285	96.07	10.65
การรอวัตถุดิบ	105	100.00	3.93
Total	2,675		100.00

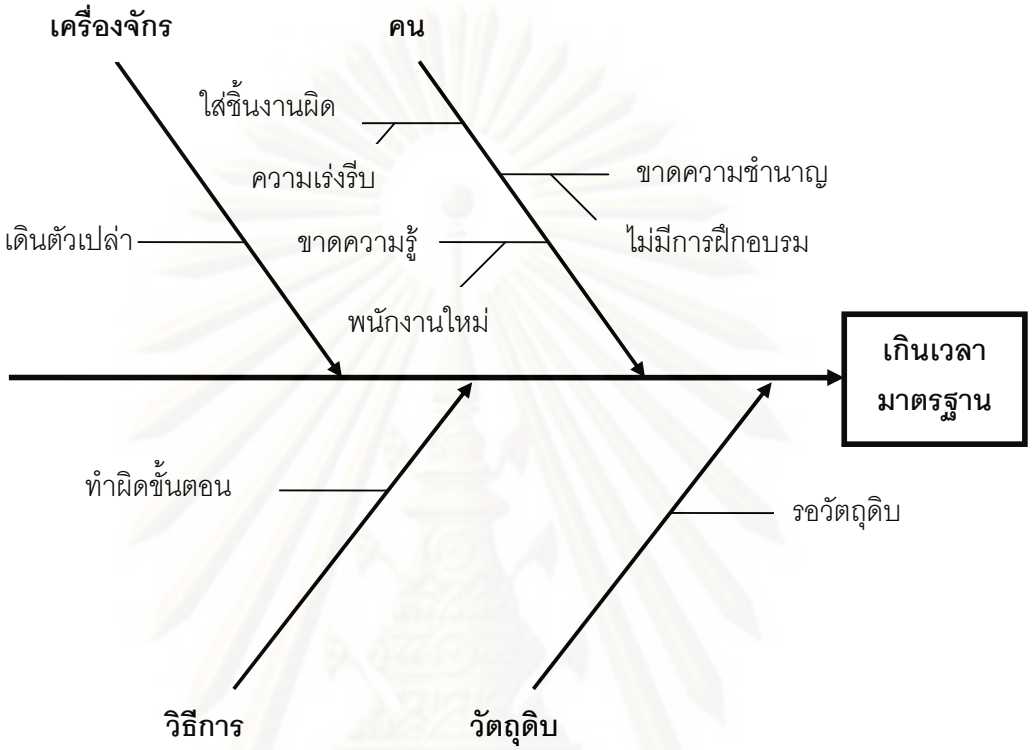
สามารถนำมาพล็อตกราฟได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความสูญเสียของแผนก Coil 1

ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา ที่แผนก Coil 1



รูปที่ 5.2 ผังก้างปลาที่แผนก Coil 1

2) แผนก Coil 2

- Line ของ Lam 70

ตารางที่ 5.7 ค่า OEE ของ Lam 70

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	99.29%	87.01%	99.95%	86.36%
พฤศจิกายน 2551	95.57%	92.19%	100.00%	88.11%
ธันวาคม 2551	96.81%	90.16%	100.00%	87.29%
รวมเฉลี่ย	**98.57%**	**87.78%**	**99.96%**	**86.50%**

- Line ของ Lam 72

ตารางที่ 5.8 ค่า OEE ของ Lam 72

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	97.47%	87.69%	100.00%	85.47%
พฤศจิกายน 2551	98.28%	85.59%	100.00%	84.11%
ธันวาคม 2551	98.74%	89.48%	100.00%	88.35%
รวมเฉลี่ย	**98.00%**	**87.67%**	**100.00%**	**85.92%**

- Line ของ Lam 76

ตารางที่ 5.9 ค่า OEE ของ Lam 76

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	98.35%	88.61%	99.88%	87.05%
พฤศจิกายน 2551	99.18%	82.63%	100.00%	81.95%
ธันวาคม 2551	98.63%	84.29%	100.00%	83.14%
รวมเฉลี่ย	**98.90%**	**83.75%**	**99.98%**	**82.82%**

- Line ของ Lam 85

ตารางที่ 5.10 ค่า OEE ของ Lam 85

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	95.56%	85.31%	99.86%	81.41%
พฤศจิกายน 2551	96.64%	86.75%	100.00%	83.83%
ธันวาคม 2551	98.02%	90.21%	99.93%	88.36%
รวมเฉลี่ย	**96.55%**	**87.10%**	**99.93%**	**84.03%**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Line ของ Lam 90

ตารางที่ 5.11 ค่า OEE ของ Lam 90

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	98.03%	83.00%	100.00%	81.36%
พฤศจิกายน 2551	97.61%	82.07%	99.95%	80.06%
ธันวาคม 2551	93.18%	78.60%	100.00%	73.24%
รวมเฉลี่ย	**97.26%**	**81.93%**	**99.97%**	**79.66%**

ผลรวมของแผนก Coil 2

ตารางที่ 5.12 ค่า OEE ของ ผลรวมแผนก Coil 2

Line	A	P	Q	OEE
Lam 70	98.57%	87.78%	99.96%	86.50%
Lam 72	98.00%	87.67%	100.00%	85.92%
Lam 76	98.90%	83.75%	99.98%	82.82%
Lam 85	96.55%	87.10%	99.93%	84.03%
Lam 90	97.26%	81.93%	99.97%	79.66%
รวมเฉลี่ย	**97.51%**	**86.42%**	**99.96%**	**84.24%**

แผนก Coil 2 มีจำนวน 5 line การผลิต เครื่องจักรที่ใช้ทั้งหมด 51 เครื่อง จากผลรวม OEE ของ แผนก Coil 2 ทั้งหมดจะเห็นว่าค่าของ P มีค่าที่ต่ำ ควรจะทำการปรับปรุงที่ค่าของ P โดยที่จะต้องปรับปรุงค่า P ให้ได้มากกว่า 87.3 % ซึ่งจะทำให้ค่า OEE รวมของแผนก Coil 2 ได้มากกว่า 85 % ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ค่า P ต่ำนั้นมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

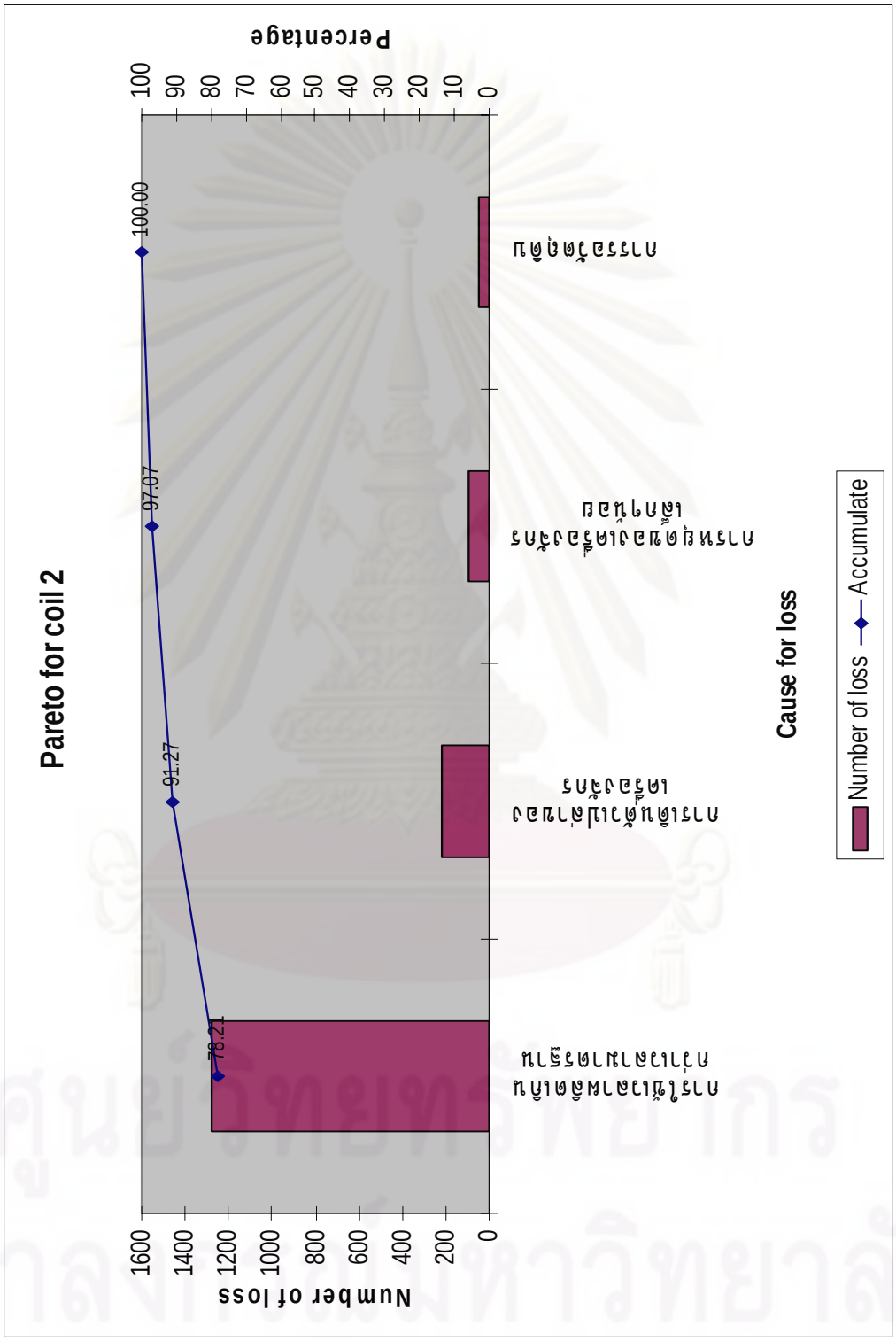
1) การใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน
2) การหยุดของเครื่องจักรเล็กๆน้อยๆ
3) การเดินตัวเปล่าของเครื่องจักร
4) การรอวัตถุดิบ

ตารางที่ 5.13 สาเหตุการสูญเสียของแผนก Coil 2

Cause for loss	Number of loss	Accumulate	Percentage
การใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน	1,281	78.21	78.21
การเดินตัวเปล่าของเครื่องจักร	214	91.27	13.06
การหยุดของเครื่องจักรเล็กๆน้อยๆ	95	97.07	5.80
การรอวัตถุดิบ	48	100.00	2.93
Total	1,638		100.00

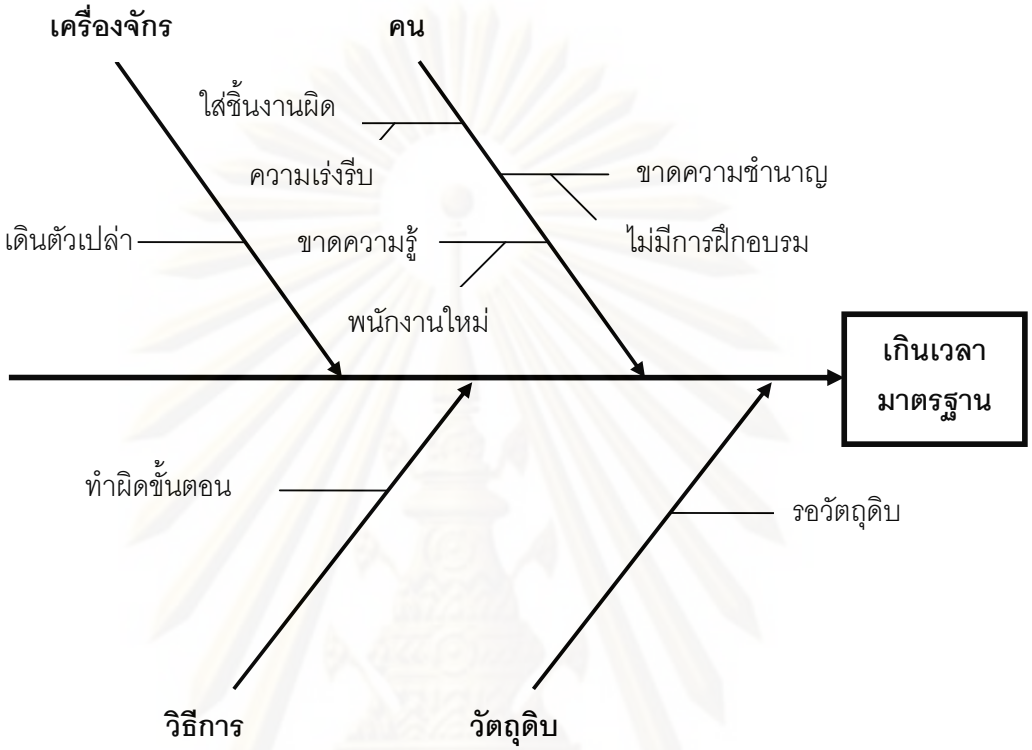
สามารถนำมาพล็อตกราฟได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงความสูญเสียของแผนก Coil 2

ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา ที่แผนก Coil 2



รูปที่ 5.4 ผังก้างปลาที่แผนก Coil 2

3) แผนก Pump/Die/Cover

Line ของ Die

ตารางที่ 5.14 ค่า OEE ของ Die

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	85.47%	84.38%	99.97%	72.10%
พฤศจิกายน 2551	89.65%	84.77%	100.00%	76.00%
ธันวาคม 2551	84.34%	86.23%	100.00%	72.73%
รวมเฉลี่ย	**86.67%**	**85.00%**	**99.99%**	**73.66%**

Line ของ Cover

ตารางที่ 5.15 ค่า OEE ของ Cover

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	88.32%	87.30%	99.43%	76.67%
พฤศจิกายน 2551	86.12%	82.22%	99.60%	70.53%
ธันวาคม 2551	91.70%	43.33%	99.99%	39.73%
รวมเฉลี่ย	**87.96%**	**75.43%**	**99.58%**	**66.07%**

Line ของ Pump

ตารางที่ 5.16 ค่า OEE ของ Pump

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	89.52%	76.71%	99.99%	68.67%
พฤศจิกายน 2551	89.95%	69.37%	99.99%	62.40%
ธันวาคม 2551	87.52%	53.97%	99.78%	47.13%
รวมเฉลี่ย	**89.12%**	**67.64%**	**99.94%**	**60.24%**

ผลรวมของแผนก Pump/Die/Cover

ตารางที่ 5.17 ค่า OEE ของ ผลรวม Pump/Die/Cover

Line	A	P	Q	OEE
ฉีด	86.67%	85.00%	99.99%	73.66%
ฝา	87.96%	75.43%	99.58%	66.07%
ปั๊ม	89.12%	67.64%	99.94%	60.24%
รวมเฉลี่ย	**87.56%**	**77.66%**	**99.81%**	**67.87%**

แผนก Pump/Die/Cover มีจำนวน 3 line การผลิต เครื่องจักรที่ใช้ทั้งหมด 20 เครื่อง จากผลรวม OEE ของ แผนก Cover-press ทั้งหมดจะเห็นว่าค่าของ A และ P มีค่าที่ต่ำ ควรจะทำการปรับปรุงที่ค่าของ A และ P โดยที่จะต้องปรับปรุงค่า A ให้ได้มากกว่า 95 % และ ปรับปรุงค่า P ให้

ได้มากกว่า 90 % ซึ่งจะทำให้ค่า OEE รวมของแผนก Cover-press ได้มากกว่า 85 % ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ค่า A และ P มีค่าที่ต่ำนั้นมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

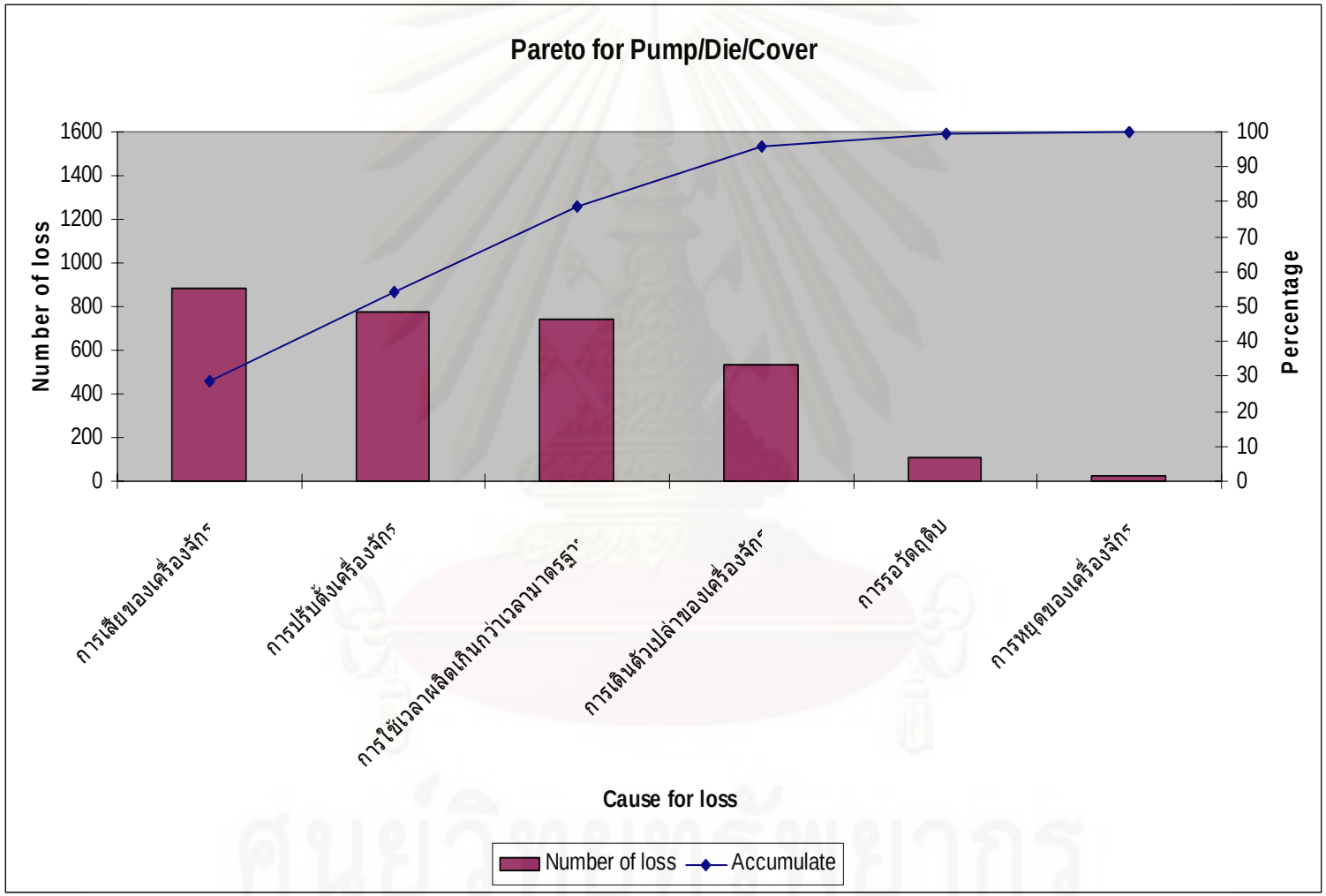
1) การใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน
2) การเดินตัวเปล่าของเครื่องจักร
3) การรอวัตถุดิบ
4) การปรับตั้งเครื่องจักร
5) การเสียของเครื่องจักร
6) การหยุดของเครื่องจักร

ตารางที่ 5.18 สาเหตุการสูญเสียของแผนก Pump/Die/Cover

Cause for loss	Number of loss	Accumulate	Percentage
การเสียของเครื่องจักร	881	28.81	28.81
การปรับตั้งเครื่องจักร	776	54.19	25.38
การใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน	745	78.55	24.36
การเดินตัวเปล่าเครื่องจักร	530	95.88	17.33
การรอวัตถุดิบ	105	99.31	3.43
การหยุดของเครื่องจักร	21	100.00	0.69
Total	3,058		100.00

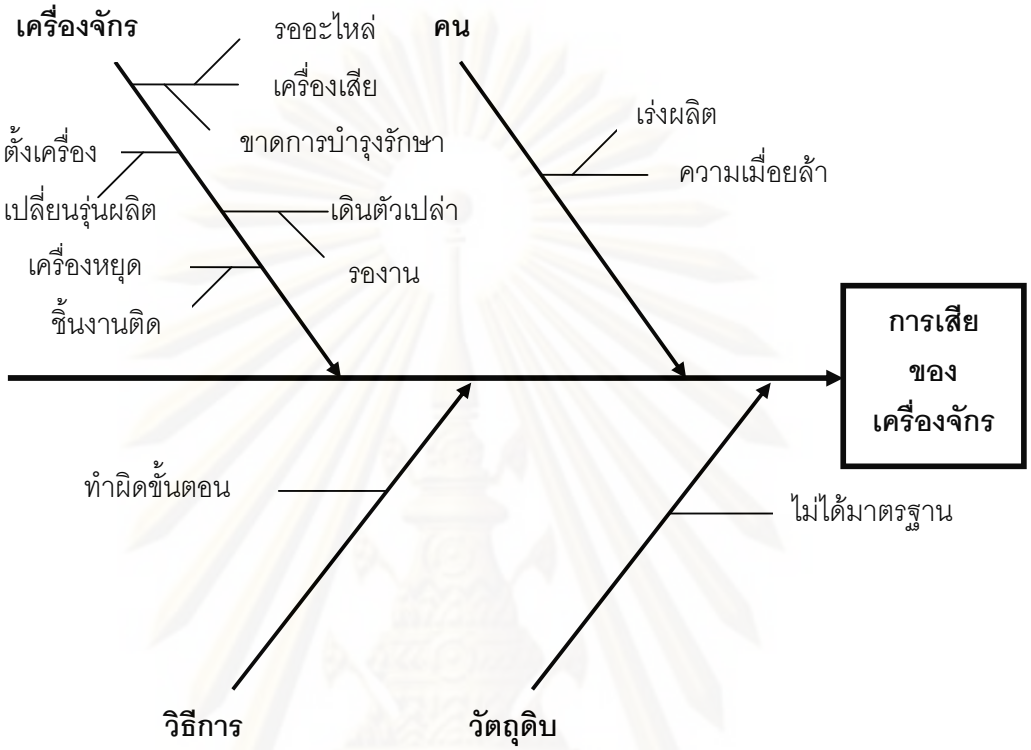
สามารถนำมาพล็อตกราฟได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.5 กราฟพาเรโตของสาเหตุที่ทำให้เสียของแม่พิมพ์ Pump/Die/Cover

ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา ที่แผนก Pump/Die/Cover



รูปที่ 5.6 ผังก้างปลาที่แผนก Pump/Die/Cover

4) แผนก Frame/Painting

ตารางที่ 5.19 ค่า OEE ของ แผนก Frame/Painting

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	89.31%	93.21%	100.00%	83.25%
พฤศจิกายน 2551	95.05%	98.74%	100.00%	93.85%
ธันวาคม 2551	92.78%	99.50%	100.00%	92.31%
รวมเฉลี่ย	**91.96%**	**96.37%**	**100.00%**	**88.62%**

แผนก Frame/Painting มีจำนวน 1 line การผลิต เครื่องจักรที่ใช้ทั้งหมด 15 เครื่อง จากผลรวม OEE ของ แผนก Frame ทั้งหมดจะเห็นว่าค่าของ A , P และ Q มีค่าที่สูงอยู่แล้ว ทำให้ค่า

OEE มีค่าที่มากกว่า 85 % แต่ถ้าจะทำการปรับปรุงก็ควรที่จะปรับปรุงที่ค่า A ให้มีมากกว่า 95 % ซึ่งสาเหตุหลักที่จะทำการปรับปรุงเพื่อให้ค่า A มีค่ามากกว่า 95 % มีดังต่อไปนี้

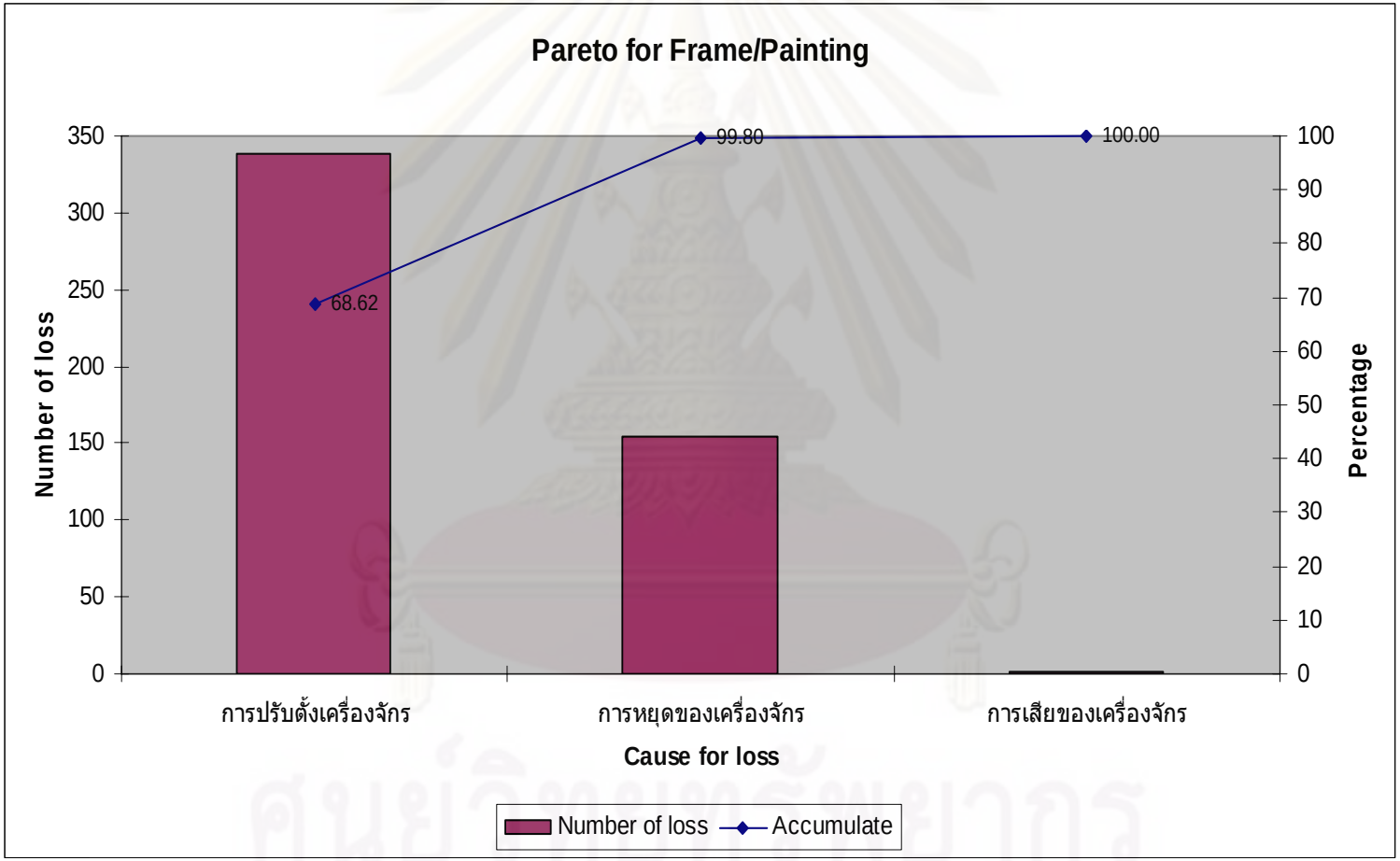
1) การปรับตั้งเครื่องจักร
2) การเสียของเครื่องจักร
3) การหยุดของเครื่องจักร

ตารางที่ 5.20 สาเหตุการสูญเสียของแผนก Frame/Painting

Cause for loss	Number of loss	Accumulate	Percentage
การปรับตั้งเครื่องจักร	339	68.62	68.62
การหยุดของเครื่องจักร	154	99.80	31.17
การเสียของเครื่องจักร	1	100.00	0.20
Total	494		100.00

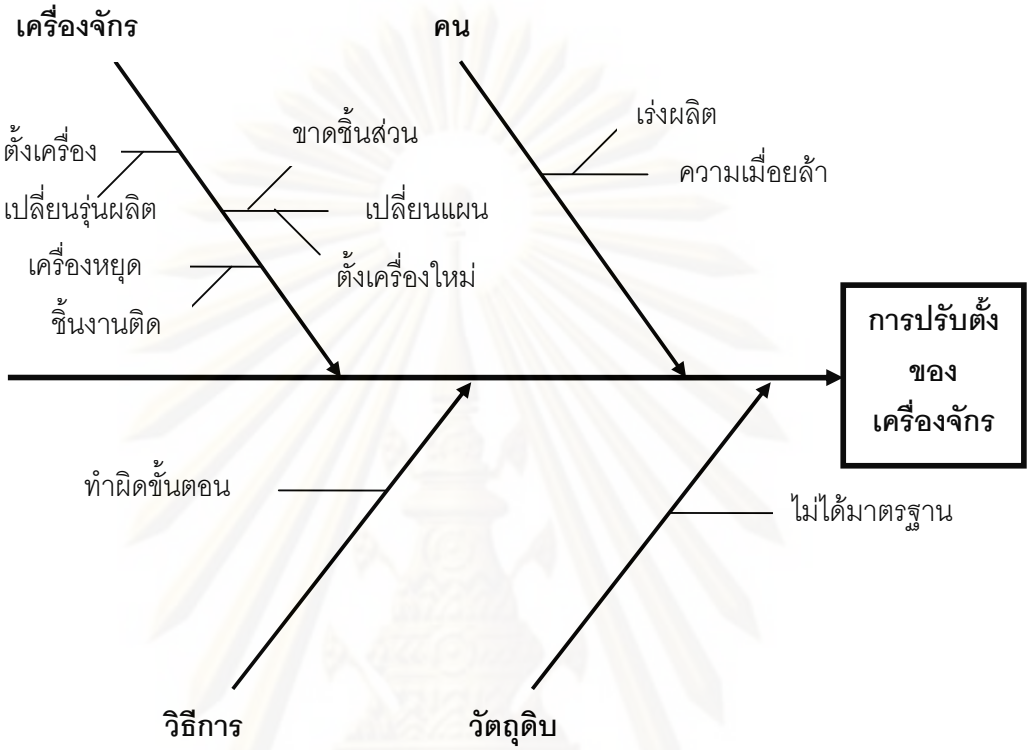
สามารถนำมาพล็อตกราฟได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.7 กราฟแสดงความผิดปกติของแผนก Frame/Painting

ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา ที่แผนก Frame/Painting



รูปที่ 5.8 ผังก้างปลาที่แผนก Frame/Painting

5) แผนก Shaft/Rotor

Line ของ Shaft

ตารางที่ 5.21 ค่า OEE ของ Shaft

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	83.05%	82.86%	99.91%	68.75%
พฤศจิกายน 2551	82.57%	69.14%	99.92%	57.04%
ธันวาคม 2551	88.22%	74.45%	99.96%	65.66%
รวมเฉลี่ย	**83.47%**	**76.53%**	**99.92%**	**63.83%**

Line ของ Rotor

ตารางที่ 5.22 ค่า OEE ของ Rotor

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	79.70%	90.75%	99.92%	72.27%
พฤศจิกายน 2551	89.12%	84.40%	99.44%	74.79%
ธันวาคม 2551	92.79%	76.10%	100.00%	70.62%
รวมเฉลี่ย	**85.83%**	**85.46%**	**99.69%**	**73.12%**

ผลรวมของแผนก Shaft/Rotor

ตารางที่ 5.23 ค่า OEE ผลรวมแผนก Shaft/Rotor

Line	A	P	Q	OEE
Shaft	83.47%	76.53%	99.92%	63.83%
Rotor	85.83%	85.46%	99.69%	73.12%
รวมเฉลี่ย	**84.08%**	**78.70%**	**99.86%**	**66.07%**

แผนก Shaft/Rotor มีจำนวน 2 line การผลิต เครื่องจักรที่ใช้ทั้งหมด 32 เครื่อง จากผลรวม OEE ของ แผนก Cover-press ทั้งหมดจะเห็นว่าค่าของ A และ P มีค่าที่ต่ำ ควรจะทำการปรับปรุงที่ค่าของ A และ P โดยที่จะต้องปรับปรุงค่า A ให้ได้มากกว่า 95 % และ ปรับปรุงค่า P ให้ได้มากกว่า 90 % ซึ่งจะทำให้ค่า OEE รวมของแผนก Shaft-Rotor ได้มากกว่า 85 % ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ค่า A และ P มีค่าที่ต่ำนั้นมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

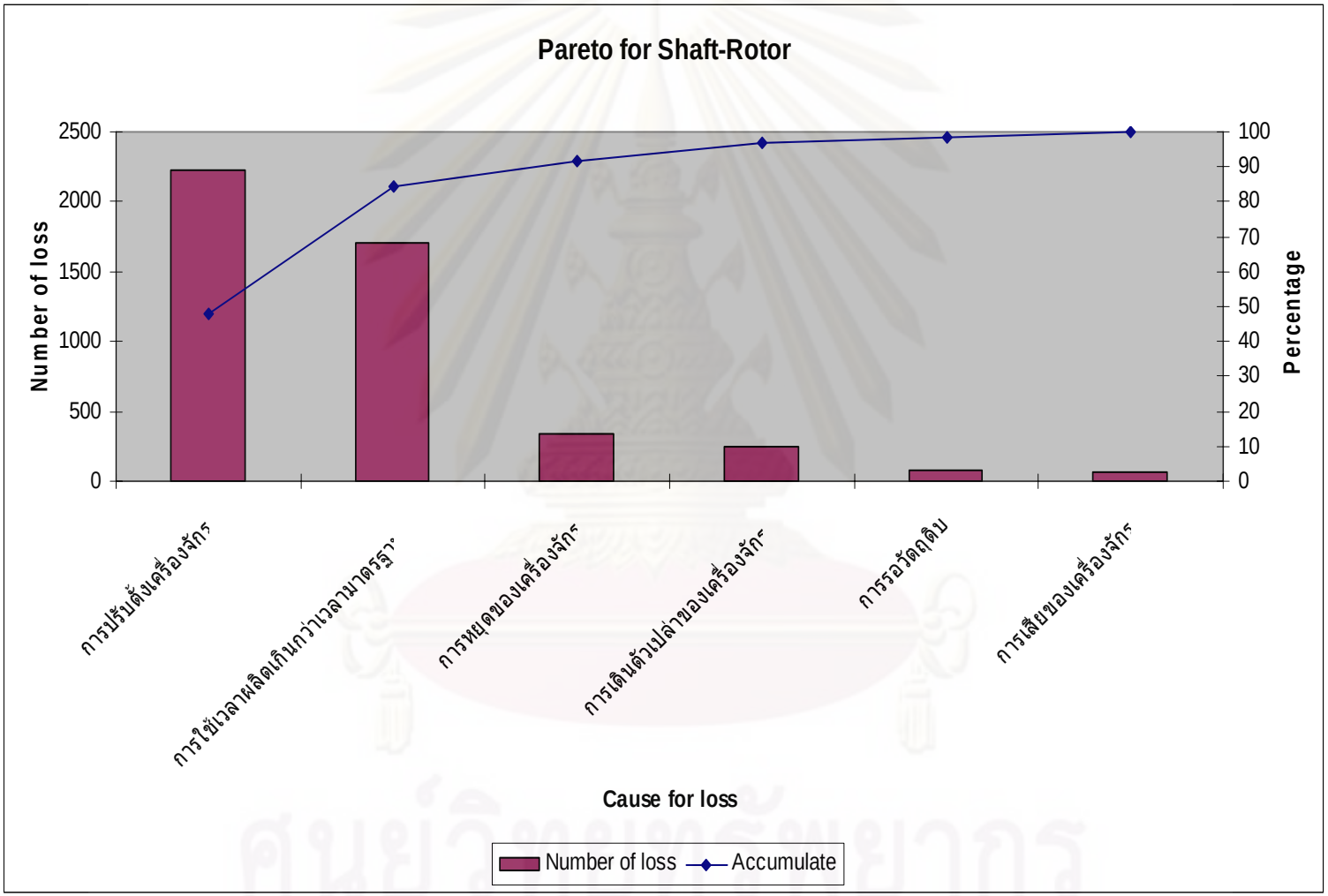
1) การใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน
2) การเดินตัวเปล่าของเครื่องจักร
3) การรอวัตถุดิบ
4) การปรับตั้งเครื่องจักร
5) การเสียของเครื่องจักร
6) การหยุดของเครื่องจักร

ตารางที่ 5.24 สาเหตุการสูญเสียของแผนก Shaft/Rotor

Cause for loss	Number of loss	Accumulate	Percentage
การปรับตั้งเครื่องจักร	2,222	47.72	47.72
การใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน	1,708	84.41	36.68
การหยุดของเครื่องจักร	336	91.62	7.22
การเดินตัวเปล่าเครื่องจักร	245	96.89	5.26
การรอวัตถุดิบ	82	98.65	1.76
การเสียของเครื่องจักร	63	1.35	1.35
Total	4,656		100.00

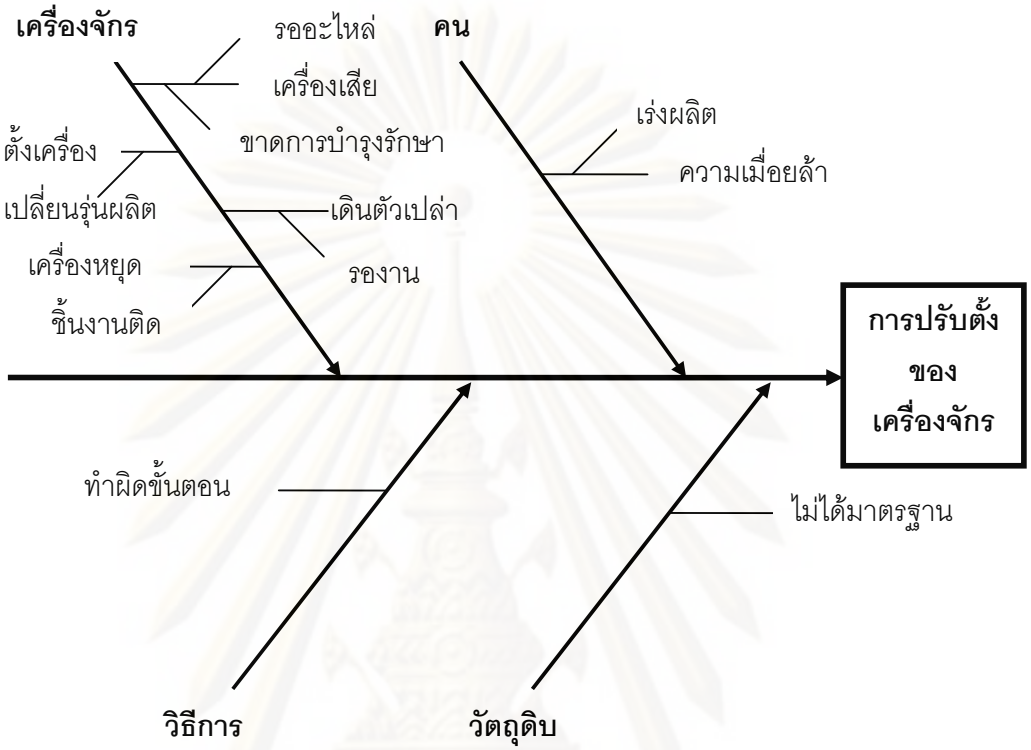
สามารถนำมาพล็อตกราฟได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.9 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ปัญหาของเพลาเทอร์ไบน์ Shaft/Rotor

ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา ที่แผนก Shaft/Rotor



รูปที่ 5.10 ผังก้างปลาที่แผนก Shaft/Rotor

6) แผนก Assembly

ตารางที่ 5.25 ค่า OEE ผลรวมแผนก Assembly

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
ตุลาคม 2551	97.65%	76.07%	99.90%	74.20%
พฤศจิกายน 2551	95.71%	66.41%	100.00%	63.56%
ธันวาคม 2551	94.29%	67.39%	100.00%	63.54%
รวมเฉลี่ย	**95.32%**	**67.49%**	**99.99%**	**64.33%**

แผนก Assembly มีจำนวน 1 line การผลิต เครื่องจักรที่ใช้ทั้งหมด 14 เครื่อง จากผลรวม OEE ของ แผนก Assembly ทั้งหมดจะเห็นว่าค่าของ P มีค่าที่ต่ำ ควรจะทำการปรับปรุงที่ค่าของ

P โดยที่จะต้องปรับปรุงค่า P ให้ได้มากกว่า 90.00 % ซึ่งจะทำให้ค่า OEE รวมของแผนก Assembly ได้มากกว่า 85 % ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ค่า P ต่ำนั้นมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1) การใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน

2) การหยุดของเครื่องจักรเล็กๆน้อยๆ

3) การเดินตัวเปล่าของเครื่องจักร

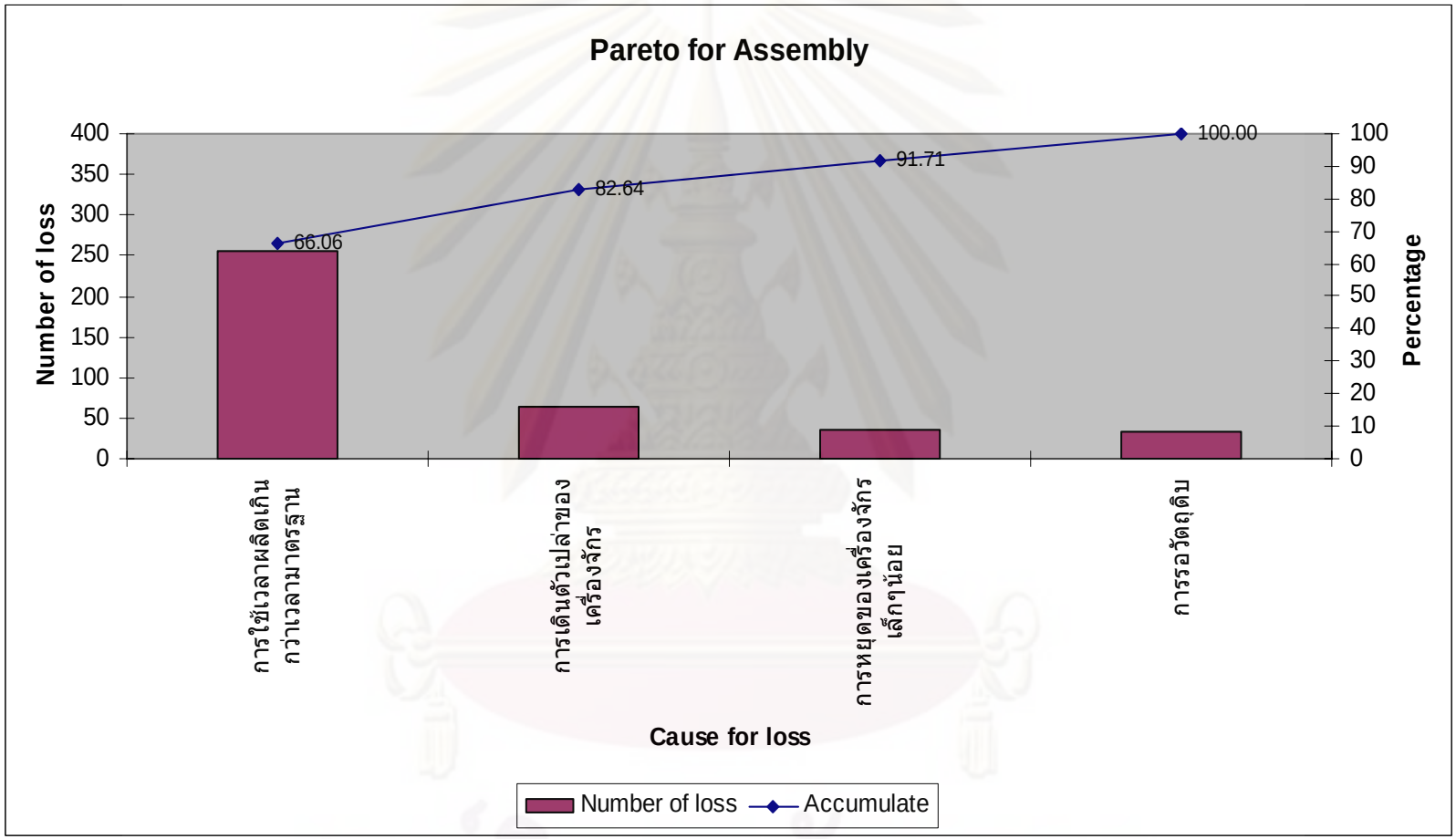
4) การรอวัตถุดิบ

ตารางที่ 5.26 สาเหตุการสูญเสียของแผนก Assembly

Cause for loss	Number of loss	Accumulate	Percentage
การใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน	255	66.06	66.06
การเดินตัวเปล่าของเครื่องจักร	64	82.64	16.58
การหยุดของเครื่องจักรเล็กๆน้อยๆ	35	91.71	9.07
การรอวัตถุดิบ	32	100.00	8.29
Total	386		100.00

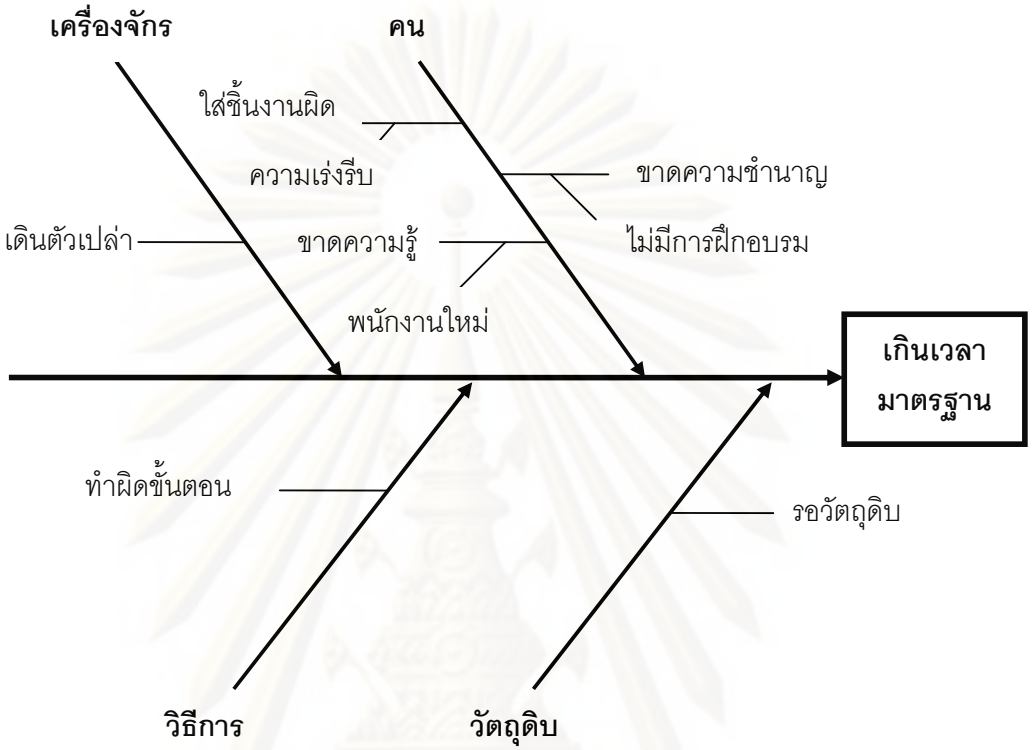
สามารถนำมาพล็อตกราฟได้ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.11 กราฟแสดงความผิดปกติของแผนก Assembly

ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหา ที่แผนก Assembly



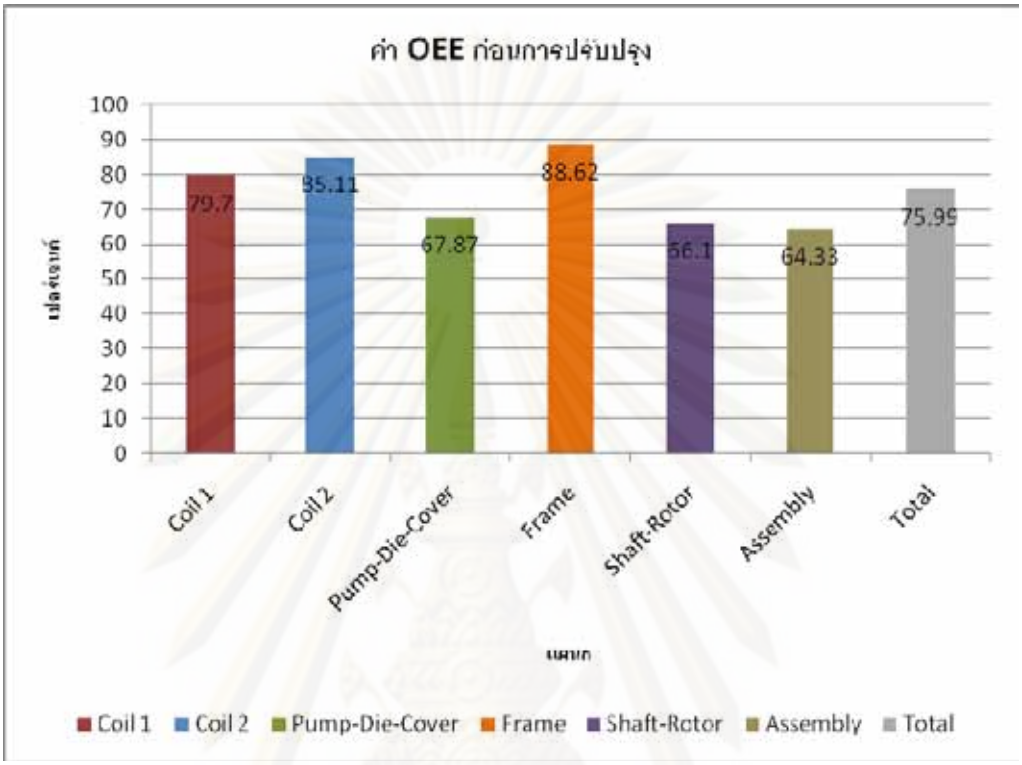
รูปที่ 5.12 ผังก้างปลาที่แผนก Assembly

5.3 ค่า OEE ก่อนการปรับปรุง

เมื่อดำเนินการหาค่า OEE ของทุกแผนกแล้วสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5.27 ค่า OEE ก่อนปรับปรุง

แผนก	OEE
Coil 1	79.70
Coil 2	85.11
Cover-Press	67.87
Frame	88.62
Shaft-Rotor	66.10
Assembly	64.33
Total	**75.99**



รูปที่ 5.13 กราฟแสดงค่า OEE ก่อนการปรับปรุง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและการกำหนดมาตรการปรับปรุง

การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่มีผลทำให้เกิดความสูญเสียในแต่ละกระบวนการผลิตโดยจะทำการพิจารณาคัดเลือกสาเหตุที่จะนำไปดำเนินการปรับปรุงแก้ไขด้วยเครื่องมือทางคุณภาพ คือ แผนภูมิแท่ง (Hitogram) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ซึ่งจะใช้แผนภูมิก้างปลา (Fish bone Diagram) มาทำการวิเคราะห์ถึงที่มาของสาเหตุต่างๆเพื่อหาแนวทางการแก้ไขสาเหตุของปัญหา

6.1 การวิเคราะห์ปัญหาจากการคำนวณและการบันทึกค่า

ในส่วนนี้จะเป็นปัญหาจากการคำนวณและบันทึกค่าซึ่งจากการที่ผู้วิจัยเข้าไปทำการศึกษาในกระบวนการผลิต การเก็บข้อมูล การบันทึกค่าต่างๆ การกรอกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ รวมทั้งการคำนวณค่าต่างๆ ที่มีค่า Availability Rate , Performance Rate , Quality Rate และ ค่า OEE (Overall Equipment Effectiveness) โดยที่ค่าเหล่านี้จะเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกเวลาที่สูญเสียของการทำงานเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ชิ้นงานที่ผลิตได้แต่ละเครื่องมาทำการคำนวณค่า OEE ของแต่ละแผนก และ ทั้งกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถแบ่งปัญหาได้ 2 ส่วนดังนี้

6.1.1 ปัญหาจากการคำนวณผิด

จากการตรวจสอบของผู้วิจัยจะพบว่ายังมีการคำนวณที่ผิดพลาดอยู่หลายส่วน ซึ่งแต่ละส่วนจะมีการเชื่อมโยงถึงกันทั้งหมด ซึ่งก็คือค่ามีการคำนวณผิดในช่องใดจะส่งผลต่อช่องอื่นๆด้วยทำให้ค่าที่ได้มาผิดทั้งหมด สามารถแยกออกเป็นข้อๆได้ดังนี้

1) การตั้งเครื่องช่อง (1) ถ้าดำเนินการนับเวลาการตั้งเครื่องเกินจริงคือใส่มากกว่าเวลารวมการทำงานสุทธิช่อง (7) มีค่าที่ติดลบ จำนวนชิ้นงานที่ควรได้ ช่อง(10) ก็จะติดลบ ทำให้ความพร้อมใช้งาน ช่อง (16) ติดลบเช่นกัน และ สมรรถนะเครื่อง ช่อง (11) ติดลบเหมือนกัน ส่งผลให้การคำนวณค่า OEE ผิดเพียนจากค่าความเป็นจริง

2) การใช้ค่าเวลามาตรฐานของจำนวนชิ้นงานต่อชั่วโมง ช่อง (8) ผิด คือการใส่ค่ามาตรฐานมากเกินไปจะทำให้ค่าสมรรถนะเครื่อง ช่อง (16) ได้ค่าน้อยเกินจริง แต่ ถ้าใส่ค่ามาตรฐานน้อยเกินไปจะทำให้ค่าสมรรถนะเครื่อง ช่อง (16) ได้ค่ามากเกินจริง

3) การใช้โปรแกรม excel ในการคำนวณผลรวมทั้งหมดโดยการลากช่องตารางให้ดำเนินการคำนวณผลทั้งหมดต้องทำการตรวจสอบด้วยเพราะบางบรรทัดจะมีการกระโดดข้ามช่องทำให้บางบรรทัดไม่คำนวณผลของบรรทัดตัวเองไปคำนวณบรรทัดอื่น ส่งผลให้ค่า OEE ทั้งหมดผิดได้

6.1.2 ปัญหาจากการบันทึกค่าผิด

เป็นบันทึกที่เกิดจากความผิดพลาดของพนักงานคุมเครื่องจักรเอง หรือ หัวหน้าแผนกของแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถทำให้เกิดความผิดพลาดได้ทุกคน มักจะเกิดจากการไม่มีความเข้าใจในการจดบันทึก ไม่เข้าใจว่าการปฏิบัติแบบนี้ถือว่าเป็นความสูญเสียชนิดไหน ควรจะทำการจดบันทึกอย่างไรจึงจะถูกต้อง หรือการไม่มีความตั้งใจในการทำงานของตัวพนักงาน หัวหน้าแผนกส่งให้ทำการจดบันทึก ก็ไม่ทำการจดบันทึก ถ้าทำการจดบันทึกก็ไม่ใช่ค่าที่เกิดขึ้นจริงๆ ซึ่งปัญหานี้ถือว่าเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดความสูญเสียอย่างมากต่อกระบวนการผลิต เราสามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1) การบันทึกเวลาที่ประมาณไม่ใส่ค่าจริง เช่น เครื่องจักรทำงาน 9 นาที แต่ใส่จริงเป็น 10 นาทีทำให้ค่าที่ได้ไม่ถูกต้อง

2) การเอาเวลาพักมารวมกับเวลาที่เครื่องจักรทำงานทำให้ค่าได้มากเกินจริง ส่งผลให้การคำนวณผลรวมผิดพลาด

3) การบันทึกเวลาที่เป็นความสูญเสียผิดช่อง เช่น เครื่องหยุดการทำงานที่ไม่มีการผลิตแต่ไปใส่ช่องเครื่องจักรเสีย ทำให้การหาสาเหตุผิดพลาด

4) การบันทึกชิ้นงานที่ผลิตได้ผิดช่อง เช่น ผลิตชิ้นงานได้ทั้งหมด ชิ้นงานของดี ชิ้นงานของเสีย แต่จะมีการแก้ไขชิ้นงานได้ไปรวมกับช่องชิ้นงานเสียทำให้ค่า Quality Rate เกิน 100 %

6.2 การวิเคราะห์ปัญหาจากการเกิดความสูญเสีย

การวิเคราะห์ปัญหาที่ส่งผลให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิตมอเตอร์เพื่อหาสาเหตุมาทำการปรับปรุงแก้ไข ข้อมูลที่นำมาพิจารณานั้นเป็นข้อมูลที่ได้มาจากสภาวะการทำงานจริงของกระบวนการผลิตมอเตอร์ในโรงงานและจากการสอบถามหัวหน้าแผนกถึงสาเหตุต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความสูญเสียส่งผลให้กระบวนการผลิตมีค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) ต่ำกว่า 85% ซึ่งจากบทที่ 5 ผลการวิเคราะห์ทำให้สรุปได้ดังนี้

1) Coil 1

ปัญหาเกิดจากการใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน ซึ่งจากผังก้างปลารูปที่ 5.1 สาเหตุย่อยเกิดจากคนที่ขาดความชำนาญ การใส่ชิ้นงานผิด ไม่มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องจักร ทำให้ต้องใช้เวลาผลิตชิ้นงานมากกว่าเวลามาตรฐานที่กำหนดไว้

2) Coil 2

ปัญหาเกิดจากการใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน ซึ่งจากผังก้างปลารูปที่ 5.2 สาเหตุย่อยเกิดจากคนที่ขาดความชำนาญ การใส่ชิ้นงานผิด ไม่มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องจักร ทำให้ต้องใช้เวลาผลิตชิ้นงานมากกว่าเวลามาตรฐานที่กำหนดไว้

3) Pump/Die/Cover

ปัญหาเกิดจากการเสียของเครื่องจักร ซึ่งจากผังก้างปลารูปที่ 5.3 สาเหตุย่อยนั้นเกิดจากการซ่อมเครื่องในแต่ละเครื่องต้องรอเวลาที่ชิ้นส่วนอะไหล่ที่จะมาเปลี่ยนนานมากทำให้การผลิตชิ้นงานในโรงงานเกิดความล่าช้า ไม่ทันส่ง

4) Frame/Painting

ปัญหาเกิดจากการปรับตั้งของเครื่องจักรซึ่งจากผังก้างปลารูปที่ 5.4 สาเหตุย่อยเกิดมาจากการเปลี่ยนแผนในการผลิตบ่อยทำให้ต้องเปลี่ยนรุ่นในการผลิตไปด้วยเป็นเหตุให้ต้องปรับตั้งเครื่องจักรใหม่ตามรุ่นที่ผลิต ทำให้ใช้เวลาในการผลิตนานขึ้น

5) Shaft/Rotor

ปัญหาเกิดจากการปรับตั้งเครื่องจักรซึ่งจากผังก้างปลารูปที่ 5.5 สาเหตุย่อยนั้นเกิดมาจากการที่เครื่องจักรหยุดเนื่องจากชิ้นงานติดขัดเป็นเหตุต้องให้ถอดเครื่องจักรออกเพื่อนำชิ้นงานที่ติดออกมาแล้วดำเนินการประกอบใหม่จึงต้องปรับตั้งเครื่องจักรใหม่เป็นเหตุให้เสียเวลามากขึ้น

6) Assembly

ปัญหาเกิดจากการใช้เวลาผลิตเกินกว่าเวลามาตรฐาน ซึ่งจากผังก้างปลารูปที่ 5.6 สาเหตุย่อยเกิดจากคนที่ขาดความชำนาญ การใส่ชิ้นงานผิด ไม่มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องจักร ทำให้ต้องใช้เวลาผลิตชิ้นงานมากกว่าเวลามาตรฐานที่กำหนดไว้เหมือนกับแผนกคอยล์

6.3 มาตรการปรับปรุง

6.3.1 แนวทางการแก้ปัญหาการคำนวณและการบันทึกค่า

1) การแก้ไขปัญหาจากการคำนวณ

- ปรับวิธีการการคำนวณและจัดทำตารางบันทึกค่า OEE ใหม่ โดยการเพิ่มตารางการวิเคราะห์ค่า OEE เพิ่ม จากเดิมที่ทำการจดบันทึกจะมีเฉพาะค่าที่จดบันทึก แต่เวลากรอกข้อมูลใน

ตารางการวิเคราะห์จะมีช่องเพิ่มขึ้น ซึ่งช่องที่เพิ่มขึ้นมาจะทำการทำคำนวณโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะผิดพลาดน้อยมาก ดังตารางที่ 3.2 แบบฟอร์มวิเคราะห์

- อบรมวิธีการคำนวณ สำหรับการอธิบายถึงวิธีการคำนวณนั้น ตอนแรกก็ต้องมีการอธิบายถึงความหมายค่าต่างๆที่เราต้องคำนวณก่อนว่า ค่าแต่ละค่าเหล่านั้นมีความหมายอย่างไร และสามารถบอกถึงอะไรได้บ้างเกี่ยวกับกระบวนการผลิต เมื่อผู้รับผิดชอบในการคำนวณเข้าใจที่ถูกต้องแล้วก็จะสามารถทำการคำนวณโดยการนำค่าต่างๆจากพนักงานแต่ละคนได้ทำการจดบันทึกมาคำนวณตามสูตรที่ได้กำหนดได้อย่างถูกต้อง

2) การแก้ไขปัญหาจากการบันทึกค่า

- อบรมวิธีการจดบันทึกค่าความสูญเสียและความหมายของการสูญเสียแต่ละชนิดให้กับหัวหน้าแผนก โดยมีการทบทวนและทำความเข้าใจถึงความหมายของความสูญเสียทั้ง 7 ชนิดก่อน เพราะความหมายของความสูญเสียถือว่าเป็นหัวใจที่สำคัญของการทำงาน ถ้าไม่รู้จะทำให้การบันทึกค่าและการคำนวณจะไม่มีความถูกต้องทำให้การเก็บข้อมูลนี้ไม่มีประโยชน์เลย ดังนั้นต้องทำการศึกษาพร้อมทำความเข้าใจเสียก่อน หลังจากนั้นก็ให้ทางหัวหน้าแผนกทำการถ่ายทอดและอธิบายให้พนักงานคุมเครื่องจักรมีความเข้าใจ

รูปที่ 6.1 การอบรมการคำนวณและบันทึกค่า

6.3.2 แนวทางการแก้ปัญหาของการเกิดความสูญเสีย

แผนก Coil 1

- จัดทำเวลาการผลิตมาตรฐานของชิ้นงานในแต่ละแผนกให้เป็นหมวดหมู่แยกแต่ละหมายเลขเครื่องจักร และรุ่นที่ทำการผลิตซึ่งเวลามาตรฐานเดิมของโรงงานจะมีอยู่ประมาณ 2,000 รุ่น ซึ่งเดิมเวลามาตรฐานของชิ้นงานจะรู้แต่เฉพาะหัวหน้าแผนก ควรดำเนินการจัดทำเป็นเอกสารเพื่อให้พนักงานรู้กันทุกคนและง่ายต่อการตรวจสอบ

- ควรจะทำการอัพเดรตเวลามาตรฐานของชิ้นงานให้เป็นปัจจุบันมากที่สุด เพราะว่าเมื่อเครื่องจักรอายุเพิ่มมากขึ้นเวลามาตรฐานในการผลิตชิ้นงานจะมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งการผลิตชิ้นงานอาจจะลดลงหรือเพิ่มขึ้นก็เป็นไปได้
- การอบรมพนักงานเดินเครื่องเพื่อให้ความรู้ในการใช้งานเครื่องจักรและการดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรเบื้องต้นก็มีความจำเป็นอยู่เสมอ ควรจะดำเนินการอบรมพนักงานทุกๆ 3 เดือน เพื่อกระตุ้นให้มีทัศนคติที่ดีต่อการทำงาน

แผนก Coil 2

- จัดทำเวลาการผลิตมาตรฐานของชิ้นงานในแต่ละแผนกให้เป็นหมวดหมู่แยกแต่ละหมายเลขเครื่องจักร และรุ่นที่ทำการผลิตซึ่งเวลามาตรฐานเดิมของโรงงานจะมีอยู่ประมาณ 2,000 รุ่น ซึ่งเดิมเวลามาตรฐานของชิ้นงานจะรู้แต่เฉพาะหัวหน้าแผนก ควรดำเนินการจัดทำเป็นเอกสารเพื่อให้พนักงานรู้กันทุกคนและง่ายต่อการตรวจสอบ
- ควรจะทำการอัพเดรตเวลามาตรฐานของชิ้นงานให้เป็นปัจจุบันมากที่สุด เพราะว่าเมื่อเครื่องจักรอายุเพิ่มมากขึ้นเวลามาตรฐานในการผลิตชิ้นงานจะมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งการผลิตชิ้นงานอาจจะลดลงหรือเพิ่มขึ้นก็เป็นไปได้
- การอบรมพนักงานเดินเครื่องเพื่อให้ความรู้ในการใช้งานเครื่องจักรและการดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรเบื้องต้นก็มีความจำเป็นอยู่เสมอ ควรจะดำเนินการอบรมพนักงานทุกๆ 3 เดือน เพื่อกระตุ้นให้มีทัศนคติที่ดีต่อการทำงาน

รูปที่ 6.2 การฝึกอบรมการลดการสูญเสีย

แผนก Pump/Die/Cover

- ควรจะทำตามแผนการบำรุงรักษาที่วางไว้ซึ่งทางโรงงานจะเน้นการผลิตเป็นส่วนใหญ่เป็นเหตุให้เครื่องจักรถูกใช้งานอย่างหนัก ขาดการบำรุงรักษาซึ่งเป็นผลจากการผลิตอย่างต่อเนื่องจนแทบไม่มีเวลาหยุดพักให้กับเครื่องจักรเลย ทำให้เครื่องจักรเสียบ่อย และหยุดแต่ละครั้งนานมาก
- ควรจะมีการสร้างระบบควบคุมติดตามผลด้านการบำรุงรักษาซึ่งจะพบว่าหน่วยงานซ่อมบำรุงรักษาไม่ได้เข้าปฏิบัติจริงตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่วางไว้ ควรจะจัดทีมงานที่เป็นคนกลางเข้ามาตรวจสอบงานด้านการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ว่าได้เข้ามาซ่อมบำรุงรักษาหรือไม่
- ควรจะมีชิ้นส่วนอะไหล่ของเครื่องจักรสำรองไว้ที่สโตร์ด้วย เนื่องจากเวลาเครื่องจักรเสียเมื่อจะทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ของเครื่องจักรที่เสีย ต้องสั่งอะไหล่ที่เปลี่ยนเครื่องจักรใช้เวลานานเกินไป ทำให้การผลิตไม่ต่อเนื่อง

ตัวอย่างการบำรุงรักษาด้วยตัวเองเป็นกิจกรรมที่ทำร่วมกันเป็นทีม โดยทุกขั้นตอนของกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตัวเองนั้น พนักงานที่อยู่ในสถานที่ปฏิบัติงานจะต้องทำงานร่วมกับพนักงานซ่อมบำรุงเพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการลดปัญหาที่ทำให้เกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร โดยหาสิ่งผิดปกติที่ทำให้การเสียของเครื่องจักรเกิดบ่อยครั้ง

ตารางที่ 6.1 การหาสิ่งผิดปกติของเครื่องจักร

สิ่งผิดปกติ	การแก้ไข	ผู้แก้ไข	หมายเหตุ
1.มอเตอร์สกปรก	- ทำความสะอาด	เกสร	
2.ระดับน้ำมันในถังต่ำ	- เติมน้ำมัน	อนุภพ	
3.น๊อตล๊อค ซี่เบรคชำรุด	- เปลี่ยนใหม่	สมศักดิ์	
4. เฟืองเกียร์สกปรก	- ทำความสะอาด , หยอดน้ำมัน , อัดจาระบี	สมศักดิ์	
5.หัวอัดจาระบีหาย	- ใส่ใหม่	สมศักดิ์	
6.น้ำมันรั่ว	- หาจุดรั่วแล้วแก้ไข (ขันให้แน่น)	อนุภพ	
7.ซิลรั่ว	- เปลี่ยนซิลใหม่	ศิวะ	
8.ขั้วสาย Proximity ขาด	- เปลี่ยนใหม่	ไพศาล	
9.น๊อตยึด limit switch หลวม	- ใช้ประแจขันให้แน่น	ไพศาล	
10.น้ำมันรั่วที่ขั้ววาล์ว	- ขันให้แน่น	ศิวะ	
11.Limit switch ไม่ถูกตำแหน่ง	- ปรับแต่งใหม่	ไพศาล	
12.ใบมีดตัดไม่ล่าเป็นสนิม	- ถอดมาทำความสะอาด	ไพศาล	

สิ่งผิดปกติ	การแก้ไข	ผู้แก้ไข	หมายเหตุ
13.สวิทช์ STOP แตก	- เปลี่ยนสวิทช์ใหม่	สมศักดิ์	
14.สายไฟสกปรก	- ทำความสะอาด	ยุพิน	
15.ฝาครอบขั้วต่อสายแตก	- เปลี่ยนฝาครอบใหม่	ไพศาล	
16.สายไฮโดรลิกสกปรก	- ทำความสะอาด	ยุพิน	
17.แผ่นกรองอากาศสกปรก	- ทำความสะอาด	เกษร	
18.พัดลมระบายความร้อนสกปรก	- ทำความสะอาด	เกสร	
19.ข้อต่อสายรังผึ้งรั่วซึม	- ขันขั้วต่อให้แน่น	สมศักดิ์	
20.ถังน้ำมันรั่ว	- ถอดไปปะใหม่	อนุภพ	
21.ขั้วสายไฟสกปรก	- ทำความสะอาด	ไพศาล	
22.ข้อต่อสาย Oil Cooler รั่วซึม	- ขันข้อต่อให้แน่น	ศิวะ	
23.ขั้วต่อหางปลาหลวม	- ขันขั้วต่อให้แน่น	ไพศาล	
24.สวิทช์หลวม	- ขันน๊อตยึดให้แน่น	ไพศาล	
25.น๊อตขั้วต่อสายหาย	- หาน๊อตใส่ใหม่	ไพศาล	

เมื่อทำการหาสิ่งผิดปกติของเครื่องจักรได้ทั้งหมดแล้ว ก็สรุปสิ่งผิดปกติทั้งหมดใส่เป็นตารางและหาการแก้ไขเบื้องต้นเพื่อให้พนักงานสามารถดำเนินการแก้ไขเบื้องต้นได้เมื่อสังเกตเห็นอาการเครื่องจักรดังตารางด้านบนพร้อมดำเนินการแก้ไข ซึ่งจะสามารถลดการเสียของเครื่องจักรได้อย่างมาก

แผนก Frame/Painting

- ฝ่ายผลิตและฝ่ายวางแผนควรจะมีการประชุมร่วมกันทำความเข้าใจกันให้ดีก่อน ว่าจะผลิตรุ่นไหนก่อนหรือหลัง ควรจะดำเนินการวางแผนในการผลิตให้คงทีไม่ควรที่จะทำการเปลี่ยนรุ่นในการผลิตบ่อยซึ่งเป็นเหตุให้ต้องทำการปรับตั้งเครื่องจักรใหม่บ่อยครั้ง
- ควรจัดให้มีการถ่ายเทอากาศให้เหมาะสมในพื้นที่ของส่วนที่เป็นพ่นสี ขึ้นงาน โดยการติดตั้งพัดลมเพิ่มเติมเพื่อให้อากาศในพื้นที่ถ่ายเทได้สะดวก

แผนก Shaft/Rotor

- การอบรมพนักงานเดินเครื่องจักรให้มีทักษะ มีความรู้ ความเข้าใจ ในการใช้งานเครื่องจักร อย่างละเอียด โดยให้ผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญ ในการใช้เครื่องจักรเป็นอย่างดี มาทำการฝึกอบรมการใช้งานเครื่องจักร การบำรุงรักษาเบื้องต้น ซึ่งอาจจะเป็นบุคคลจากภายนอกก็ได้
- การจัดทำคู่มือมาตรฐานขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรในแต่ละเครื่อง โดยการพิมพ์ให้เป็นกระดาษสีติดไว้ที่เครื่องจักรแต่ละเครื่อง ให้พนักงานเดินเครื่องจักรเห็นชัดเจน ซึ่งจะช่วยทำให้พนักงานไม่ทำผิดขั้นตอน ทำให้เครื่องจักรเดินได้อย่างสม่ำเสมอ ไม่ติดขัด

แผนก Assembly

- ทุกส่วนที่เกี่ยวข้องควรจะมีการประชุมร่วมกัน และ วางแผนการผลิตร่วมกัน ซึ่งในส่วนนี้ไม่มีการประสานงานที่ดีทำให้เกิดความผิดพลาดบ่อยครั้ง ส่งผลทำให้ผลิตชิ้นงานในแผนกนี้ไม่ทันกำหนดเวลาที่วางไว้
- ควรจะกำหนดวิธีการทำงานให้ถูกต้อง ซึ่ง จะมีพนักงานยืนทำงานบ้าง พนักงานบางคนนั่งทำงานบ้าง ทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการทำงาน เป็นผลให้พนักงานบางคนป่วยและไม่สบายได้ง่ายมาก
- ควรมีการปรับปรุงสภาวะแวดล้อมในการทำงาน เช่น จัดให้มีการถ่ายเทและระบายอากาศที่เหมาะสม โดยเฉพาะที่แผนกประกอบ ในห้องทดสอบการดังของเสียงมอเตอร์ ควรมีการระบายอากาศที่ดีในห้องโดยการติดพัดลมดูดอากาศ
- ควรกำหนดเวลาพักเบรกในระหว่างการทำงานด้วยซึ่งเดิมพนักงานจะทำงานตลอดทั้งวันมีแค่เวลาพักทานข้าวกลางวัน ซึ่งในระหว่างวัน ควรจะทำการกำหนดพักเบรกเป็น 2 ช่วง แบ่งเป็นช่วงละ 10 นาที ซึ่งจะช่วยให้พนักงานไม่ล้าจนเกินไป

6.4 การติดตามควบคุมมาตรการ

มีการจัดทำ Checklist ในการติดตามควบคุมมาตรการที่ได้นำเสนอก่อนหน้า เพื่อตรวจสอบว่าพนักงานหรือหัวหน้าแผนกได้ให้ความสนใจและร่วมมือมากน้อยเพียงใด

ตารางที่ 6.2 การควบคุมมาตรการของโรงงาน

มาตรการ	สถานะ การดำเนินการ		
	ดำเนินการแล้ว	กำลังดำเนินการ	ไม่ดำเนินการ
การปรับวิธีการคำนวณค่า OEE ใหม่	√		
การจัดทำตารางการบันทึกค่า OEE ใหม่	√		
การอบรมวิธีการคำนวณค่า OEE	√		
การอบรมวิธีการบันทึกค่าการสูญเสีย	√		
การจัดทำเวลามาตรฐานของชิ้นงาน		√	
การปรับปรุงเวลามาตรฐานของชิ้นงาน		√	
การอบรมพนักงานเดินเครื่องจักร	√		
การบำรุงรักษาด้วยตัวเอง	√		
การประชุมวางแผนร่วมกันก่อนทำงาน	√		
การจัดทำขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร	√		
การกำหนดวิธีการทำงานให้ถูกต้อง		√	
การปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการทำงาน		√	
การกำหนดเวลาพักในช่วงเวลาทำงาน	√		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

7.1 ผลการวิเคราะห์หลังปรับปรุง

หลังจากได้ทำการปรับปรุงตามมาตรการในบทที่ 6 แล้วก็ดำเนินการหาค่า OEE แต่ละแผนกดังแสดงตามตารางต่อไปนี้

1) แผนก Coil 1

- Line ของ Lam 52

ตารางที่ 7.1 ค่า OEE ของ Lam 52

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	97.72%	90.49%	99.83%	88.27%
กุมภาพันธ์ 2552	96.36%	94.85%	99.83%	91.24%
มีนาคม 2552	96.90%	94.04%	99.88%	91.01%
รวมเฉลี่ย	**96.93%**	**93.23%**	**99.85%**	**90.24%**

- Line ของ Lam 74

ตารางที่ 7.2 ค่า OEE ของ Lam 74

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	97.83%	90.62%	100.00%	88.65%
กุมภาพันธ์ 2552	97.42%	89.95%	100.00%	87.63%
มีนาคม 2552	97.93%	87.99%	100.00%	86.17%
รวมเฉลี่ย	**97.73%**	**89.42%**	**100.00%**	**87.39%**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Line ของ อาบวานิช

ตารางที่ 7.3 ค่า OEE ของ อาบวานิช

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	100.00%	58.86%	100.00%	58.86%
กุมภาพันธ์ 2552	100.00%	67.56%	100.00%	67.56%
มีนาคม 2552	100.00%	81.94%	100.00%	81.94%
รวมเฉลี่ย	**100.00%**	**69.03%**	**100.00%**	**69.03%**

- Line ของ เตรียมสายไฟ

ตารางที่ 7.4 ค่า OEE ของ เตรียมสายไฟ

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	100.00%	96.79%	100.00%	96.79%
กุมภาพันธ์ 2552	99.90%	98.01%	100.00%	97.92%
มีนาคม 2552	100.00%	98.30%	100.00%	98.30%
รวมเฉลี่ย	**99.95%**	**97.74%**	**100.00%**	**97.69%**

ผลรวมของแผนก Coil 1

ตารางที่ 7.5 ค่า OEE ของ ผลรวมแผนก Coil 1

Line	A	P	Q	OEE
Lam 52	96.93%	93.23%	99.85%	90.24%
Lam 74	97.73%	89.42%	100.00%	87.39%
อาบวานิช	100.00%	69.03%	100.00%	69.03%
เตรียมสายไฟ	99.95%	97.74%	100.00%	97.69%
รวมเฉลี่ย	**97.55%**	**88.95%**	**99.95%**	**86.73%**

2) แผนก Coil 2

- Line ของ Lam 70

ตารางที่ 7.6 ค่า OEE ของ Lam 70

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	99.39%	92.75%	100.00%	92.19%
กุมภาพันธ์ 2552	99.76%	93.20%	100.00%	92.98%
มีนาคม 2552	98.53%	90.89%	100.00%	89.55%
รวมเฉลี่ย	**99.17%**	**92.28%**	**100.00%**	**91.51%**

- Line ของ Lam 72

ตารางที่ 7.7 ค่า OEE ของ Lam 72

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	99.60%	96.33%	100.00%	95.95%
กุมภาพันธ์ 2552	99.49%	94.83%	99.94%	94.30%
มีนาคม 2552	99.97%	92.87%	100.00%	92.84%
รวมเฉลี่ย	**99.70%**	**94.55%**	**99.98%**	**94.25%**

- Line ของ Lam 76

ตารางที่ 7.8 ค่า OEE ของ Lam 76

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	98.71%	95.14%	100.00%	93.91%
กุมภาพันธ์ 2552	99.64%	92.11%	99.97%	91.76%
มีนาคม 2552	99.78%	92.69%	100.00%	92.49%
รวมเฉลี่ย	**99.60%**	**92.64%**	**99.99%**	**92.26%**

- Line ของ Lam 85

ตารางที่ 7.9 ค่า OEE ของ Lam 85

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	99.07%	95.12%	100.00%	94.24%
กุมภาพันธ์ 2552	99.31%	96.48%	99.96%	95.78%
มีนาคม 2552	98.85%	94.17%	100.00%	93.09%
รวมเฉลี่ย	**99.09%**	**95.38%**	**99.99%**	**94.50%**

- Line ของ Lam 90

ตารางที่ 7.10 ค่า OEE ของ Lam 90

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	98.92%	93.32%	100.00%	92.32%
กุมภาพันธ์ 2552	99.77%	90.20%	100.00%	89.99%
มีนาคม 2552	99.48%	89.82%	100.00%	89.35%
รวมเฉลี่ย	**99.41%**	**91.06%**	**100.00%**	**90.53%**

ผลรวมของแผนก Coil 2

ตารางที่ 7.11 ค่า OEE ของ ผลรวมแผนก Coil 2

Line	A	P	Q	OEE
Lam 70	99.17%	92.28%	100.00%	91.51%
Lam 72	99.70%	94.55%	99.98%	94.25%
Lam 76	99.60%	92.64%	99.99%	92.26%
Lam 85	99.09%	95.38%	99.99%	94.50%
Lam 90	99.41%	91.06%	100.00%	90.53%
รวมเฉลี่ย	**99.35%**	**93.95%**	**99.99%**	**93.33%**

3) แผนก Pump/Die/Cover

Line ของ Die

ตารางที่ 7.12 ค่า OEE ของ Die

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	96.26%	89.38%	99.73%	85.81%
กุมภาพันธ์ 2552	96.98%	89.91%	99.98%	87.18%
มีนาคม 2552	97.57%	91.78%	99.92%	89.47%
รวมเฉลี่ย	**96.97%**	**90.47%**	**99.88%**	**87.62%**

Line ของ Cover

ตารางที่ 7.13 ค่า OEE ของ Cover

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	96.78%	91.96%	99.93%	88.94%
กุมภาพันธ์ 2552	95.38%	87.64%	99.70%	83.34%
มีนาคม 2552	98.66%	91.37%	99.89%	90.05%
รวมเฉลี่ย	**96.56%**	**90.18%**	**99.83%**	**86.93%**

Line ของ Pump

ตารางที่ 7.14 ค่า OEE ของ Pump

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	94.59%	91.92%	100.00%	86.94%
กุมภาพันธ์ 2552	96.77%	88.42%	99.99%	85.56%
มีนาคม 2552	96.48%	92.88%	100.00%	89.61%
รวมเฉลี่ย	**96.03%**	**90.47%**	**99.99%**	**86.87%**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลรวมของแผนก Pump/Die/Cover

ตารางที่ 7.15 ค่า OEE ของ ผลรวมแผนก Pump/Die/Cover

Line	A	P	Q	OEE
ฉีด	96.97%	90.47%	99.88%	87.62%
ฝา	96.56%	90.18%	99.83%	86.93%
ปั๊ม	96.03%	90.47%	99.99%	86.87%
รวมเฉลี่ย	**96.68%**	**90.35%**	**99.88%**	**87.25%**

4) แผนก Frame

ตารางที่ 7.16 ค่า OEE ของ แผนก Frame

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	98.43%	99.11%	100.00%	97.55%
กุมภาพันธ์ 2552	99.03%	94.15%	100.00%	93.24%
มีนาคม 2552	98.55%	95.70%	100.00%	94.31%
รวมเฉลี่ย	**98.60%**	**96.73%**	**100.00%**	**95.38%**

5) แผนก Shaft-Rotor

Line ของ Shaft

ตารางที่ 7.17 ค่า OEE ของ Shaft

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	91.84%	91.23%	100.00%	83.78%
กุมภาพันธ์ 2552	90.12%	92.56%	100.00%	83.42%
มีนาคม 2552	95.42%	90.41%	100.00%	86.26%
รวมเฉลี่ย	**92.17%**	**91.50%**	**100.00%**	**84.33%**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Line ของ Rotor

ตารางที่ 7.18 ค่า OEE ของ Rotor

เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	99.07%	90.45%	100.00%	89.61%
กุมภาพันธ์ 2552	100.00%	90.08%	100.00%	90.08%
มีนาคม 2552	99.72%	88.19%	100.00%	87.95%
รวมเฉลี่ย	**99.62%**	**89.45%**	**100.00%**	**89.11%**

ผลรวมของแผนก Shaft-Rotor

ตารางที่ 7.19 ค่า OEE ของ ผลรวมแผนก Shaft/Rotor

Line	A	P	Q	OEE
Shaft	99.62%	89.45%	100.00%	89.11%
Rotor	92.17%	91.50%	100.00%	84.33%
รวมเฉลี่ย	**94.03%**	**90.94%**	**100.00%**	**85.51%**

6) แผนก Assembly

ตารางที่ 7.20 ค่า OEE ของ แผนก Assembly

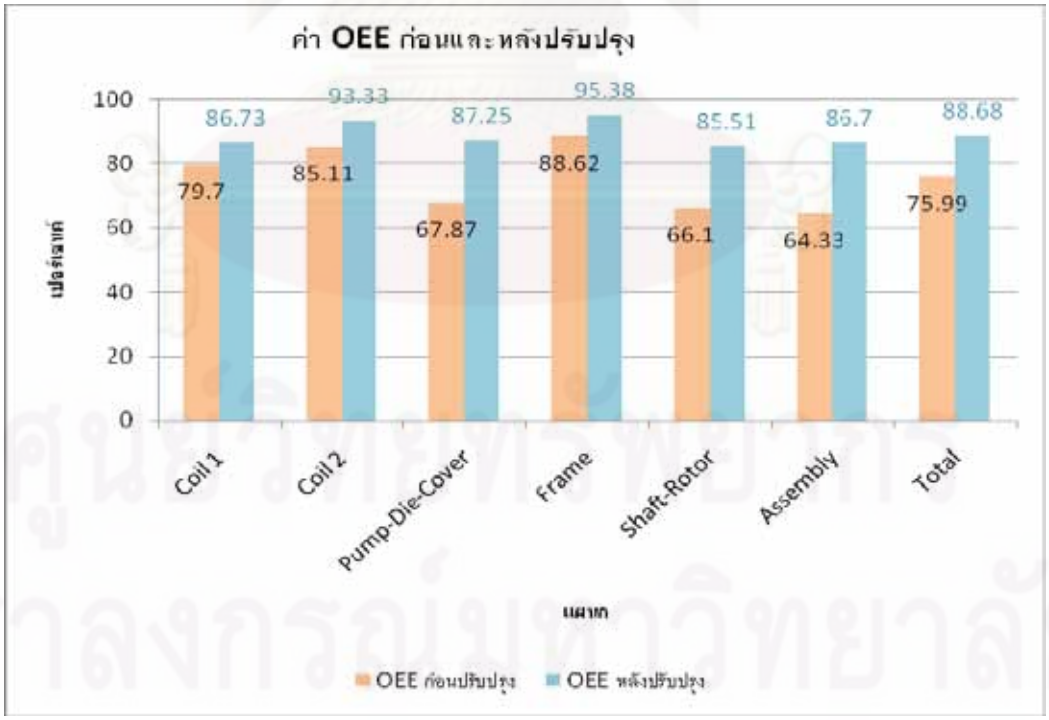
เดือน / ปี	A	P	Q	OEE
มกราคม 2552	98.92%	89.10%	100.00%	88.14%
กุมภาพันธ์ 2552	99.10%	84.65%	100.00%	83.89%
มีนาคม 2552	97.50%	89.86%	100.00%	87.61%
รวมเฉลี่ย	**98.46%**	**88.05%**	**100.00%**	**86.70%**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.2 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 7.21 ผลเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

แผนก	OEE ก่อนปรับปรุง	OEE หลังปรับปรุง	ผลการปรับปรุง
Coil 1	79.70	86.73	เพิ่มขึ้น 7.03
Coil 2	85.11	93.33	เพิ่มขึ้น 8.22
Cover-Press	67.87	87.25	เพิ่มขึ้น 19.38
Frame	88.62	95.38	เพิ่มขึ้น 6.76
Shaft-Rotor	66.10	85.51	เพิ่มขึ้น 19.41
Assembly	64.33	86.70	เพิ่มขึ้น 22.37
Total	**75.99**	**88.68**	**เพิ่มขึ้น** 12.69



รูปที่ 7.1 กราฟแสดงค่า OEE ก่อนและหลังปรับปรุง

7.3 สรุปผลการวิจัย

การหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในโรงงานมอเตอร์ที่ฝ่ายผลิตซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 6 แผนก ได้แก่ แผนกคอยล์ 1 แผนกคอยล์ 2 แผนกฝา-ฉีด แผนกเปลือก แผนกแกน-โรเตอร์ และแผนกประกอบ ซึ่งทุกแผนกรวมกันมี 17 สายการผลิต และมีเครื่องจักรรวมทั้งหมด 180 เครื่อง ทำการเก็บข้อมูลก่อนปรับปรุงเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม-เดือนธันวาคม 2551 โดยจะมีหัวหน้าผู้รับผิดชอบของแต่ละแผนกให้พนักงานในแต่ละสายการผลิตกรอกข้อมูลการใช้งานของเครื่องจักร ผลผลิต แต่ละเครื่องเป็นรายวัน ซึ่งผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาดำเนินหาค่าประสิทธิผลโดยรวมก่อนการปรับปรุงของแต่ละแผนกได้ดังนี้ แผนกคอยล์ 1 ได้ 79.70 % แผนกคอยล์ 2 ได้ 85.11% แผนกฝา-ฉีด ได้ 67.87 % แผนกเปลือก ได้ 88.62 % แผนกแกน-โรเตอร์ ได้ 66.10 % และแผนกประกอบได้ 64.33 % จากการหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในโรงงานมอเตอร์ของทุกแผนกก่อนการปรับปรุงจะได้ค่า OEE เท่ากับ **75.99 %** เมื่อดำเนินการหาสาเหตุของการสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการใช้แผนผังพาราเรโตเพื่อแสดงสาเหตุข้อบกพร่องและปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น แล้วดำเนินการใช้แผนผังก้างปลาเพื่อหาปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นมาตรการปรับปรุงได้ดังนี้

1. แนวทางการแก้ปัญหาการคำนวณและการบันทึกค่า

    1) การแก้ไขปัญหาจากการคำนวณ

    - ปรับวิธีการการคำนวณและจัดทำตารางบันทึกค่า OEE ใหม่
    - อบรมวิธีการคำนวณ

    2) การแก้ไขปัญหาจากการบันทึกค่า

    - อบรมวิธีการจดบันทึกค่าความสูญเสียและความหมายของการสูญเสีย

2. แนวทางการแก้ปัญหาของการเกิดความสูญเสีย

- จัดทำเวลาการผลิตมาตรฐานของชิ้นงานในแต่ละแผนกให้เป็นหมวดหมู่แยกแต่ละหมายเลขเครื่องจักร และรุ่นที่ทำการผลิตซึ่งเวลามาตรฐานเดิมของโรงงานจะมีอยู่ประมาณ 2,000 รุ่น ซึ่งเดิมเวลามาตรฐานของชิ้นงานจะรู้แต่เฉพาะหัวหน้าแผนก ควรดำเนินการจัดทำเป็นเอกสารเพื่อให้พนักงานรู้กันทุกคนและง่ายต่อการตรวจสอบ
- ควรจะทำการอัพเดรตเวลามาตรฐานของชิ้นงานให้เป็นปัจจุบันมากที่สุด
- การอบรมพนักงานเดินเครื่องเพื่อให้ความรู้ในการใช้งานเครื่องจักร
- ควรจะทำตามแผนการบำรุงรักษาที่วางไว้
- ควรจะมีการสร้างระบบควบคุมติดตามผลด้านการบำรุงรักษา
- ควรจัดให้มีการถ่ายเทอากาศให้เหมาะสมในพื้นที่

- การจัดทำคู่มือมาตรฐานขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร
- ทุกส่วนที่เกี่ยวข้องควรจะมีการประชุมร่วมกันก่อน
- ควรจะกำหนดวิธีการทำงานให้ถูกต้อง
- ควรมีการปรับปรุงสภาวะแวดล้อมในการทำงาน
- ควรกำหนดเวลาพักเบรกในระหว่างการทำงาน

เมื่อดำเนินการตามมาตรการปรับปรุงแล้วทำการเก็บข้อมูลหลังปรับปรุงเป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม-เดือนมีนาคม 2552 หลังจากนั้นดำเนินการหาค่าประสิทธิผลโดยรวมหลังการปรับปรุงของแต่ละแผนกได้ดังนี้ แผนกคอยล์ 1 ได้ 86.89 % แผนกคอยล์ 2 ได้ 93.33 % แผนกฝา-ฉีด ได้ 87.25 % แผนกเปลือก ได้ 95.38 % แผนกแกน-โรเตอร์ ได้ 85.51 % และแผนกประกอบได้ 86.70 % รวมทุกแผนกจะได้ **88.68 %** ซึ่งสามารถเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้เป็น **12.69 %**

7.4 **ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม**

-การศึกษาเพื่อหาแนวลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยรวมให้มีค่ามากขึ้นซึ่งจากการศึกษาของผู้วิจัยไม่สามารถทำการปรับปรุงได้ในระยะเวลาของการทำวิจัย ซึ่งควรจะทำการปรับปรุงเพิ่มเติม เช่น การลดความสูญเสียของแผนกวางแผนการผลิต การลดความสูญเสียของแผนกสโตร์วัตถุดิบ

-การอบรมให้กับพนักงานที่เกี่ยวข้องได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการเพิ่มผลผลิตโดยอาจจะเป็นความรู้พื้นฐานทั่วไปสำหรับพนักงานที่ไม่ต้องรับผิดชอบอะไร และ สำหรับพนักงานที่เป็นหัวหน้าควรให้มีความเข้าใจในระบบการเพิ่มผลผลิตเป็นอย่างดี

-การให้ความสำคัญในเรื่องการควบคุมและติดตามผลการดำเนินการอย่างจริงจัง เพื่อรักษาสภาพการปรับปรุงให้อยู่ต่อไปในระยะยาว

-เมื่อดำเนินการเพิ่มค่าความพร้อมของเครื่องจักร (Availability) หรือเพิ่มค่าอัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (Performance Rate) แล้วทำให้ค่าอื่นเพิ่มตามด้วยนั้นเป็นเพราะว่าเมื่อความพร้อมของเครื่องจักรไม่มีการหยุดทำงานได้เต็มที่ และเดินเครื่องได้โดยไม่มีการสูญเสียใดๆ แล้วจะทำให้อัตราสมรรถของเครื่องจักรดีและส่งผลให้คุณภาพของชิ้นงานดีตามขึ้นด้วย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จันทนา จันทโร และ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ . การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม .พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . 2540

แกมกานต์ ภิญโญ . การลดต้นทุนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . 2544

ทรงวุฒิ ประกายวิเชียร . การวางแผนกำลังการผลิตในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์เหล็กสแตนเลสตัวอย่าง . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . 2540

ปาริฉัตร พูนไชยศรี . การเพิ่มผลผลิตในโรงงานไม้ประสาน . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . 2544

พรชัย ผกายทองสุก . การเพิ่มประสิทธิภาพของประบวนการผลิตในโรงงานผลิตเครื่องแก้ว . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . 2542

ฝ่ายส่งเสริมการเพิ่มผลผลิต . การเพิ่มผลผลิต (Productivity Handbook) . หนังสือชุดองค์ประกอบการเพิ่มผลผลิต . สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ . 2539

วันชัย ริจิรวนิช . การศึกษาการทำงาน:หลักการและกรณีศึกษา . พิมพ์ครั้งที่ 2 . สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน . การบริหารการผลิตและการดำเนินงาน . พิมพ์ครั้งแรก . โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . 2548

โกศล ดีศีลธรรม . การเพิ่มผลิตภาพในงานอุตสาหกรรม . พิมพ์ครั้งแรก . โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด ซัน แอด แอนด์ พริ้น . 2546

พูลพร แสงบางปลา . การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา TPM . พิมพ์ครั้งที่ 3 . สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . 2545

ภาษาอังกฤษ

P.MUCHIRI and L.PINTELON , Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE) . Centre for Industrial Management (CIB) , Katholieke

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณค่า OEE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก.1 การคำนวณค่า OEE ของแผนก Coil 1

ตารางการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)						เวลาทำงาน (นาที)					(6) = (3) - (2)	(7) = (6) - (1) - (4) - (5)
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
ลำดับ	แผนก	วัน/เดือน/ปี	หมายเลขเครื่อง	รุ่นที่ผลิต	แผน	ตั้งเครื่อง	เริ่มงาน	เสร็จงาน	เครื่องหยุด	เครื่องเสีย	รวมเวลาทำงาน	รวมเวลาทำงานสุทธิ
1	รวม Line 52					2,385	-	-	3,265	585	133,390	200
2	รวม Line 74					14,019	-	-	7,405	1,050	306,185	120
3	รวม Line วานิช					0	-	-	0	0	19,570	50
4	รวม Line เตรียมสายไฟ					314	-	-	1,070	820	49,930	190
รวม แผนก Coil 1						16,718			11,741	2,455	509,077	478,163

เวลามาตรฐาน (Std. Time)			*จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)*				ความพร้อมใช้งาน (15) = (7) / (6)	สมรรถนะ (16) = (11) / (10)	คุณภาพ (17) = (12) / (11)	ประสิทธิผลโดยรวม (18) = (15) x (16) x (17)
(8)	(9) = (8) / 60	(10) = (7) x (9)	(11)	(12)	(13)	(14)				
จำนวนชิ้น / ชั่วโมง	จำนวนชิ้น / นาที	จำนวนชิ้นงานที่ควรจะได้	ผลิตทั้งหมด	งานดี	งานแก้ไข	งานเสีย	A	P	Q	OEE
-	-	250	210	210	0	0	83.33%	84.00%	100.00%	70.00%
-	-	60	50	50	0	0	100.00%	83.33%	100.00%	83.33%
-	-	160	100	100	0	0	88.89%	62.50%	100.00%	55.56%
-	-	110	100	100	0	0	100.00%	90.91%	100.00%	90.91%
		807,394	685,092	685,092	649	1	93.93%	84.93%	99.91%	79.70%

ตาราง ก.2 การคำนวณค่า OEE ของแผนก Coil 2

ตารางการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)						เวลาทำงาน (นาที)					(6) = (3) - (2)	(7) = (6) - (1) - (4) - (5)
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
ลำดับ	แผนก	วัน/เดือน/ปี	หมายเลขเครื่อง	รุ่นที่ผลิต	แผน	ตั้งเครื่อง	เริ่มงาน	เสร็จงาน	เครื่องหยุด	เครื่องเสีย	รวมเวลาทำงาน	รวมเวลาทำงานสุทธิ
1	รวม Line 70					565	-	-	555	180	65,710	64,770
2	รวม Line 72					885	-	-	980	0	93,365	91,500
3	รวม Line 76					480	-	-	465	0	85,695	84,750
4	รวม Line 85					5,945	-	-	1,395	470	226,080	218,270
5	รวม Line 90					1,170	-	-	420	0	57,940	56,350
รวม แผนก Coil 1						9,045			3,815	650	528,790	515,640

เวลามาตรฐาน (Std. Time)			*จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)*				ความพร้อมใช้งาน (15) = (7) / (6)	สมรรถนะ (16) = (11) / (10)	คุณภาพ (17) = (12) / (11)	ประสิทธิผลโดยรวม (18) = (15) x (16) x (17)
(8)	(9) = (8) / 60	(10) = (7) x (9)	(11)	(12)	(13)	(14)				
จำนวนชิ้น / ชั่วโมง	จำนวนชิ้น / นาที	จำนวนชิ้นงานที่ควรจะได้	ผลิตทั้งหมด	งานดี	งานแก้ไข	งานเสีย	A	P	Q	OEE
-	-	64,136	56,300	56,280	20	0	98.57%	87.78%	99.96%	86.50%
-	-	62,169	54,505	54,505	0	0	98.00%	87.67%	100.00%	85.92%
-	-	65,571	58,398	58,388	10	0	98.90%	89.06%	99.98%	88.06%
-	-	185,341	161,423	161,316	107	0	96.55%	87.10%	99.93%	84.03%
-	-	23,055	18,890	18,885	5	0	97.26%	81.93%	99.97%	79.66%
		400,272	349,516	349,374	142	0	97.51%	87.32%	99.96%	85.11%

ตาราง ก.3 การคำนวณค่า OEE ของแผนก Pump-Die-Cover

ตารางการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)						เวลาทำงาน (นาที)					(6) = (3) - (2)	(7) = (6) - (1) - (4) - (5)
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
ลำดับ	แผนก	วัน/เดือน/ปี	หมายเลขเครื่อง	รุ่นที่ผลิต	แผน	ตั้งเครื่อง	เริ่มงาน	เสร็จงาน	เครื่องหยุด	เครื่องเสีย	รวมเวลาทำงาน	รวมเวลาทำงานสุทธิ
1	รวม Line ฉีด					12,274	-	-	5,371	752	138,001	119,604
2	รวม Line ฝา					6,048	-	-	11,288	590	148,891	130,965
3	รวม Line ปั๊ม					475	-	-	3,716	280	41,080	36,609
รวม แผนก Pump-Die-Cover						18,797			20,375	1,622	327,972	287,178

เวลามาตรฐาน (Std. Time)			*จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)*				ความพร้อมใช้งาน (15) = (7) / (6)	สมรรถนะ (16) = (11) / (10)	คุณภาพ (17) = (12) / (11)	ประสิทธิผลโดยรวม (18) = (15) x (16) x (17)
(8)	(9) = (8) / 60	(10) = (7) x (9)	(11)	(12)	(13)	(14)				
จำนวนชิ้น / ชั่วโมง	จำนวนชิ้น / นาที	จำนวนชิ้นงานที่ควรจะได้	ผลิตทั้งหมด	งานดี	งานแก้ไข	งานเสีย	A	P	Q	OEE
-	-	232,802	197,874	197,854	2	18	86.87%	85.00%	99.99%	73.66%
-	-	261,014	196,879	196,055	379	445	87.96%	75.43%	99.58%	66.07%
-	-	112,113	75,832	75,786	22	24	89.12%	67.64%	99.94%	60.24%
		605,929	470,585	469,695	403	487	87.56%	77.66%	99.81%	67.87%

ตาราง ก.4 การคำนวณค่า OEE ของแผนก Shaft-Rotor

ตารางการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)						เวลาทำงาน (นาที)					(6) = (3) - (2)	(7) = (6) - (1) - (4) - (5)
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
ลำดับ	แผนก	วัน/เดือน/ปี	หมายเลขเครื่อง	รุ่นที่ผลิต	แผน	ตั้งเครื่อง	เริ่มงาน	เสร็จงาน	เครื่องหยุด	เครื่องเสีย	รวมเวลาทำงาน	รวมเวลาทำงานสุทธิ
1	รวม Line Shaft					19,897	-	-	12,550	5,125	227,335	189,763
2	รวม Line Rotor					5,261	-	-	4,140	1,665	78,150	67,039
รวม แผนก Shaft-Rotor						25,157			16,690	6,790	305,440	256,803

เวลามาตรฐาน (Std. Time)			*จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)*				ความพร้อมใช้งาน (15) = (7) / (6)	สมรรถนะ (16) = (11) / (10)	คุณภาพ (17) = (12) / (11)	ประสิทธิผลโดยรวม (18) = (15) x (16) x (17)
(8)	(9) = (8) / 60	(10) = (7) x (9)	(11)	(12)	(13)	(14)				
จำนวนชิ้น / ชั่วโมง	จำนวนชิ้น / นาที	จำนวนชิ้นงานที่ควรจะได้	ผลิตทั้งหมด	งานดี	งานแก้ไข	งานเสีย	A	P	Q	OEE
-	-	465,127	355,975	355,674	291	10	83.47%	76.53%	99.92%	63.83%
-	-	148,954	127,299	126,901	397	1	85.83%	85.46%	99.69%	73.12%
		614,081	483,274	482,575	688	11	84.08%	78.70%	99.86%	66.07%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก.5 การคำนวณค่า OEE ของแผนก Frame

ตารางการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)						เวลาทำงาน (นาที)					(6) = (3) - (2)	(7) = (6) - (1) - (4) - (5)
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
ลำดับ	แผนก	วัน/เดือน/ปี	หมายเลขเครื่อง	รุ่นที่ผลิต	แผน	ตั้งเครื่อง	เริ่มงาน	เสร็จงาน	เครื่องหยุด	เครื่องเสีย	รวมเวลาทำงาน	รวมเวลาทำงานสุทธิ
1	รวม เดือน 10/51					2,186	-	-	5,705	0	73,800	65,909
2	รวม เดือน 11/51					1,715	-	-	1,170	15	58,542	55,642
3	รวม เดือน 12/51					655	-	-	700	0	18,765	17,410
รวม แผนก เปลือก						4,556			7,575	15	151,107	138,961

เวลามาตรฐาน (Std. Time)			*จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)*				ความพร้อมใช้งาน (15) = (7) / (6)	สมรรถนะ (16) = (11) / (10)	คุณภาพ (17) = (12) / (11)	ประสิทธิผลโดยรวม (18) = (15) x (16) x (17)
(8)	(9) = (8) / 60	(10) = (7) x (9)	(11)	(12)	(13)	(14)				
จำนวนชิ้น / ชั่วโมง	จำนวนชิ้น / นาที	จำนวนชิ้นงานที่ควรจะได้	ผลิตทั้งหมด	งานดี	งานแก้ไข	งานเสีย	A	P	Q	OEE
-	-	98,870	92,158	92,158	0	0	89.31%	93.21%	100.00%	83.25%
-	-	91,688	90,534	90,534	0	0	95.05%	98.74%	100.00%	93.85%
-	-	30,157	30,006	30,006	0	0	92.78%	99.50%	100.00%	92.31%
		220,715	212,698	212,698	0	0	91.96%	96.37%	100.00%	88.62%

ตาราง ก.6 การคำนวณค่า OEE ของแผนก Assembly

ตารางการคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)						เวลาทำงาน (นาที)					(6) = (3) - (2)	(7) = (6) - (1) - (4) - (5)
						(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		
ลำดับ	แผนก	วัน/เดือน/ปี	หมายเลขเครื่อง	รุ่นที่ผลิต	แผน	ตั้งเครื่อง	เริ่มงาน	เสร็จงาน	เครื่องหยุด	เครื่องเสีย	รวมเวลาทำงาน	รวมเวลาทำงานสุทธิ
1	รวม เดือน 10/51					60	-	-	100	0	6,810	6,650
2	รวม เดือน 11/51					495	-	-	1,445	0	45,170	43,230
3	รวม เดือน 12/51					505	-	-	1,325	0	32,040	30,210
รวม แผนก ประกอบ						1,060			2,870	0	84,020	80,090

เวลามาตรฐาน (Std. Time)			*จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น)*				ความพร้อมใช้งาน (15) = (7) / (6)	สมรรถนะ (16) = (11) / (10)	คุณภาพ (17) = (12) / (11)	ประสิทธิผลโดยรวม (18) = (15) x (16) x (17)
(8)	(9) = (8) / 60	(10) = (7) x (9)	(11)	(12)	(13)	(14)				
จำนวนชิ้น / ชั่วโมง	จำนวนชิ้น / นาที	จำนวนชิ้นงานที่ควรจะได้	ผลิตทั้งหมด	งานดี	งานแก้ไข	งานเสีย	A	P	Q	OEE
-	-	7,934	6,035	6,029	0	6	97.65%	76.07%	99.90%	74.20%
-	-	59,059	39,221	39,221	0	0	95.71%	66.41%	100.00%	63.56%
-	-	37,891	25,535	25,535	0	0	94.29%	67.39%	100.00%	63.54%
		104,884	70,791	70,785	0	6	95.32%	67.49%	99.99%	64.33%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

แนบเป็นรูปแบบ CD โดยมีข้อมูลดังนี้

รายละเอียดข้อมูลก่อนปรับปรุงเดือนตุลาคม – เดือนธันวาคม 2551

รายละเอียดข้อมูลก่อนปรับปรุงเดือนมกราคม – เดือนมีนาคม 2552

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอภิสิทธิ์ บุญเกิด เกิดเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2518 ที่จังหวัดระยอง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร เมื่อปีการศึกษา 2542 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2550 ปัจจุบันทำงานอยู่ที่สถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและคณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย