การปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของโรงงานผลิตเพลารถยนต์

นายสุพัฒน์ วงศ์จิรัฐติกาล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

IMPROVEMENT OF PREVENTIVE MAINTENANCE PLANNING OF AN AUTOMOBILE SHAFT MANUFACTURER

Mr. Supat Wongjirattikarn

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 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของโรงงานผลิตเพลารถยนต์
โดย	นายสุพัฒน์ วงศ์จิรัฐติกาล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ดร. ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

สุพัฒน์ วงศ์จิรัฐิติกาล: การปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของโรงงานผลิตเพลารถยนต์. (IMPROVEMENT OF PREVENTIVE MAINTENANCE PLANNING OF AN AUTOMOBILE SHAFT MANUFACTURER) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน, 158 หน้า.

จากการขยายตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์ในปัจจุบันที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้มีความต้องการชิ้นส่วนยานยนต์เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการที่จะตอบสนองความต้องการเหล่านี้ได้ ผู้ผลิตต้องมีระบบการผลิตที่มีความน่าเชื่อถือ ระบบซ่อมบำรุงจึงมีบทบาทสำคัญในการสร้างความน่าเชื่อถือให้กับระบบการผลิตโดยในงานวิจัยนี้จะทำการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของโรงงานผลิตเพลารถยนต์ซึ่งในปัจจุบันประสบกับปัญหาเครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องบ่อยครั้ง

เนื่องจากแผนซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ใช้อยู่ประยุกต์มาจากคู่มือเครื่องจักรเพียงอย่างเดียวแต่ไม่มีการนำข้อมูลการเสียที่เกิดขึ้นในอดีตมาทำการวิเคราะห์เพื่อวางแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน โดยการปรับปรุงแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจะเริ่มจากการเก็บข้อมูลการเสียในอดีตและคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) และเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) ของเครื่องจักรเพื่อสร้างตัวชี้วัด จากนั้นจะทำการเลือกเครื่องจักรผ่านกรรมวิธีทางสถิติและใช้เทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ในการช่วยวิเคราะห์ถึงสาเหตุและเลือกชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ส่งผลกระทบต่อสายการผลิตมาทำการวางแผนซ่อมบำรุงเชิงรักษา จากนั้นจะทำการทดลองใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ปรับปรุงมาทดลองใช้และเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่า MTBF และMTTR ของสายการผลิตโดยนำมาเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดที่สร้างไว้

หลังจากการใช้ระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่มีการปรับปรุงส่งผลให้สายการผลิตมีค่า OEE สูงขึ้นจากเดิม 86.97% เป็น 91.90% MTBFสูงขึ้นจากเดิม 46.51 ชั่วโมงต่อครั้งเป็น 48.50 ชั่วโมงต่อครั้ง และMTTRที่ลดลงจากเดิม 225.71 นาทีต่อครั้งเป็น 121 นาทีต่อครั้ง

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2555 .....

5370369821 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : PREVENTIVE MAINTENANCE / ROOT CAUSE ANALYSIS / FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

SUPAT WONGJIRATTIKARN: IMPROVEMENT OF PREVENTIVE MAINTENANCE PLANNING OF AN AUTOMOBILE SHAFT MANUFACTURER. ADVISOR: ASSOC. PROF. SUTHAS RATTANAKUAKANGWAN, 158 pp.

Due to the substantial expansion in the automobile industry, the demand for auto parts has increased dramatically, which in turns has stimulated the competition among auto parts suppliers. Manufacturers generally pay attention on product development, production capacity, logistics, and prices. In order to meet manufacturers' need, the suppliers need to have reliable maintenance management, which is the crucial factor in building credibility of the suppliers.

In this research, we focus on improving the preventive maintenance system through the use of FMEA technique in analyzing causes of failures and selecting parts of machines efficiently. The processes in maintenance management consist of cleaning, checking, lubricating, changing parts of the machines, preparing work instructions, and controlling procedures.

After, the modified preventive maintenance system was executed; data was collected for calculating the value of the overall equipment effectiveness (OEE) mean time between failure (MTBF) and mean time to repair (MTTR). The value was then compared with the total efficiency of the machine prior the modified plan. The result of OEE is increased from 86.97% to 91.90% MTBF is increased from 46.51 hour/time to 48.50 hour/time and MTTR is reduced from 225.71 min/time to 121 min/hour after the plan was used.

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

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

Academic Year : 2012 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กระผมขอขอบพระคุณผู้ช่วยรองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำวิจัยด้วยดีตลอดมา และขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์ ดร. ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ พร้อมทั้งท่านกรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช ที่ได้สละเวลาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัว ตลอดจนญาติทุกๆ ท่านที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด จนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 7
1.2 วัตถุประสงค์ 13
1.3 ขอบเขตงานวิจัย 13
1.4 ดัชนีชี้วัดของงานวิจัย 14
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 14
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 15
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 16
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 41
บทที่ 3 แนวคิดของงานวิจัย 44
3.1 การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น 44
3.2 การศึกษาคู่มือเครื่องจักร 47
3.3 รวบรวมข้อมูลรายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 47
3.4 การจัดลำดับชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องจักร 47
3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์รากของสาเหตุ 56
3.6 การจัดทำแผนซ่อมบำรุง 57
3.7 การสร้างเอกสารงานซ่อมบำรุง 58
3.8 ทดลองระบบเพื่อทำการเก็บข้อมูล 58
บทที่ 4 การเลือกปัญหาจากเทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ(FMEA) 60

หน้า

4.1 การจำแนกและจัดกลุ่มของปัญหา 60
4.2 การบันทึกข้อมูล 61
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อลำดับความสำคัญของปัญหาด้วยเทคนิค FMEA 61
บทที่ 5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเพื่อจัดทำแผน การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน 73
5.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 73
5.2 การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน 82
5.3 การสร้างเอกสารประกอบการซ่อมบำรุง.....93
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....102
6.1 การตรวจสอบคะแนนในปัจจัยความสามารถในการตรวจสอบ (Dectection) ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 102
6.2 ผลการใช้แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 105
6.3 ข้อเสนอแนะ 119
รายการอ้างอิง.....120
ภาคผนวก.....123
ภาคผนวก ก. 124
ภาคผนวก ข. 137
ภาคผนวก ค. 144
ภาคผนวก ง. 149
ภาคผนวก จ. 154
ภาคผนวก ฉ. 156
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....158

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ ภายใต้พระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522 1
ตารางที่ 1.2 เวลารับภาระงานของสายการผลิตและเวลาเครื่องจักรขัดข้องในแต่ละเดือน ของสายการผลิต Machining 9
ตารางที่ 1.3 ชนิดของข้อมูลและข้อมูลในเดือนที่ไม่นำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวชี้วัด 12
ตารางที่ 1.4 การเปรียบเทียบค่า KPI และค่าดัชนีวัดผลที่คำนวณได้ในปัจจุบัน 12
ตารางที่ 2.1 ผลกระทบที่เกิดจากปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง 19
ตารางที่ 3.1 ค่า MTBF และ MTTR เวลารับภาระงานของเครื่องจักร ความถี่ เวลาที่ เครื่องจักรขัดข้อง ในแต่ละเดือน และค่าเฉลี่ย MTBF และ MTTR ของแต่ละ เครื่องจักรต่อเดือนในช่วงระยะเวลาหนึ่งปี 46
ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความรุนแรงของปัญหา(Severity) 49
ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ(Detection) 50
ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดปัญหา(Occurrence) 52
ตารางที่ 3.5 การให้ค่าน้ำหนักแต่ละปัจจัย 55
ตารางที่ 3.6 แสดงถึงเกณฑ์การเลือกวิธีการบำรุงรักษา 57
ตารางที่ 4.1 ตารางการบันทึกข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เหตุขัดข้องโดยใช้เทคนิค FMEA 63
ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านความรุนแรงของปัญหา ALARM COOLING WATER ในหน่วยย่อย COOLING WATER 64
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านการตรวจจับของปัญหา ALARM COOLING WATER ในหน่วยย่อย COOLING WATER 65
ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดปัญหาของปัญหา ALARM COOLING WATER ในหน่วยย่อย COOLING WATER 65
ตารางที่ 4.5 ค่า RPN ของปัญหาการขัดข้องจำแนกตามหน่วยย่อยในเครื่องจักร 6HQI-C 67
ตารางที่ 4.6 ค่า RPN ของปัญหาการขัดข้องจำแนกตามหน่วยย่อยในเครื่องจักร 10GUY-C 69
ตารางที่ 4.7 ค่า RPN ของปัญหาการขัดข้องจำแนกตามหน่วยย่อยในเครื่องจักร 3LNC-C 70
ตารางที่ 5.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลาและแนวทางการ แก้ไขปัญหา ALARMSISTOR 75

หน้า

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ไขปัญหา ALARM COOLING WATER 76
ตารางที่ 5.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ไขปัญหา ประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด 77
ตารางที่ 5.4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ไขปัญหา 79
ตารางที่ 5.5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ไขปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON 81
ตารางที่ 5.6 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหา ALARM TRANSISTOR 83
ตารางที่ 5.7 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหา ALARM TRANSISTOR 85
ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหา ALARM TRANSISTOR 86
ตารางที่ 5.9 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหา ประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด 88
ตารางที่ 5.10 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหา สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี 90
ตารางที่ 5.11 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON 92
ตารางที่ 6.1 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ(Detection) หลังการปรับปรุง 102
ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR เฉลี่ยต่อเดือนของเครื่องจักร 6HQI-C ระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่จัดสร้างขึ้น 107
ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR เฉลี่ยต่อเดือนของเครื่องจักร 10GUY-C ระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่จัดสร้างขึ้น 110
ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR เฉลี่ยต่อเดือนของเครื่องจักร 3LNC-Cระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่จัดสร้างขึ้น 113

หน้า

ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR เฉลี่ยต่อเดือนของทั้งสายการผลิตระหว่าง ก่อนและหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่จัดสร้างขึ้น 115
ตารางที่ 6.6 เปรียบเทียบค่า OEE เฉลี่ยต่อเดือน ระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนการ ซ่อมบำรุงที่จัดสร้างขึ้น 117
ตารางที่ 6.7 การเปรียบเทียบค่า KPI ค่าดัชนีชี้วัดก่อน และหลังการปรับปรุง 118
ตารางที่ ก.1 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย COIL MOVEMENT ด้วยเทคนิค FMEA..... 125
ตารางที่ ก.2 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย PNEUMATIC ด้วยเทคนิค FMEA 125
ตารางที่ ก.3 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย CONTROL ด้วยเทคนิค FMEA..... 126
ตารางที่ ก.4 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย COOLING WATER ด้วยเทคนิค FMEA 128
ตารางที่ ก.5 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย DOOR ด้วยเทคนิค FMEA..... 129
ตารางที่ ก.6 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย HEAT EXCHANGER ด้วยเทคนิค FMEA..... 130
ตารางที่ ก.7 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย QUENCHING WATER ด้วยเทคนิค FMEA.... 131
ตารางที่ ก.8 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย ROTATION ด้วยเทคนิค FMEA 132
ตารางที่ ก.9 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย TRANSFORMER ด้วยเทคนิค FMEA..... 133
ตารางที่ ก.10 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย UPPER CENTER ด้วยเทคนิค FMEA 133
ตารางที่ ก.11 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย CONVEYOR ด้วยเทคนิค FMEA 134
ตารางที่ ก.12 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย WORK SUPPORT ด้วยเทคนิค FMEA..... 134
ตารางที่ ก.13 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย CONVEYOR OUT ด้วยเทคนิค FMEA..... 136
ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย AXIS ด้วยเทคนิค FMEA 138
ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย CONTROL ด้วยเทคนิค FMEA..... 138
ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย COOLANT ด้วยเทคนิค FMEA..... 139
ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย COVER ด้วยเทคนิค FMEA..... 139
ตารางที่ ข.5 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย HYDRAULIC ด้วยเทคนิค FMEA..... 140
ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย LUBRICATION ด้วยเทคนิค FMEA 140
ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย PNEUMATIC ด้วยเทคนิค FMEA..... 141
ตารางที่ ข.8 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย SHOSE ด้วยเทคนิค FMEA 141
ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย WHEEL SPINDLE ด้วยเทคนิค FMEA 142
ตารางที่ ข.10 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย ROTARY ด้วยเทคนิค FMEA..... 143

หน้า

ตารางที่ ค.1 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย CONTROL ด้วยเทคนิค FMEA..... 145
ตารางที่ ค.2 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย COOLANT ด้วยเทคนิค FMEA..... 145
ตารางที่ ค.3 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย DOOR ด้วยเทคนิค FMEA 146
ตารางที่ ค.4 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย SPINDLE ด้วยเทคนิค FMEA 146
ตารางที่ ค.5 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย STABILIZER ด้วยเทคนิค FMEA 147
ตารางที่ ค.6 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย WORK EJECTOR ด้วยเทคนิค FMEA 147
ตารางที่ ค.7 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย WORK REST ด้วยเทคนิค FMEA 148
ตารางที่ ง.1 รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 6HQI-C ในปีพ.ศ.2555 150
ตารางที่ จ.1 รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 10GUY-C ในปีพ.ศ.2555 155
ตารางที่ ฉ.1 รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 3LNC-C ในปีพ.ศ.2555..... 157

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 โครงสร้างการบริหารองค์กร (ทั้งองค์กร) 3
ภาพที่ 1.2 โครงสร้างองค์กรส่วนโรงงานผลิต 4
ภาพที่ 1.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่าง 4
ภาพที่ 1.4 แผนภาพการผลิตของ Line Forging 5
ภาพที่ 1.5 แผนภาพการผลิตของ Line Machine 6
ภาพที่ 1.6 ค่า MTBF ของสายการผลิตMachiningตั้งแต่เดือน มกราคม–ธันวาคม พ.ศ.2554 10
ภาพที่ 1.7 ค่า MTTR ของสายการผลิต Machining ตั้งแต่เดือน มกราคม–ธันวาคม พ.ศ.2554 .. 11
ภาพที่ 1.8 ค่า OEE ของสายการผลิต Machining ตั้งแต่เดือน มกราคม–ธันวาคม พ.ศ.2554 11
ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของความสูญเสียในการหาค่า OEE
(Overall Equipment Effectiveness) 33
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างเครื่องจักรและกระบวนการทำงานของเครื่องปั๊มระบบแรงเสียดทาน 34
ภาพที่ 2.3 กระบวนการตีย่น 35
ภาพที่ 2.4 เครื่องตีย่น 35
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างเครื่องจักรชุบผิวแข็งแบบเหนี่ยวนำ 36
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างเครื่องพ่นทราย 37
ภาพที่ 2.7 ส่วนประกอบของเครื่องกลึงแบบซีเอ็นซี 38
ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างเครื่องเจียรแบบซีเอ็นซี 40
ภาพที่ 3.1 การวิเคราะห์เพื่อเลือกเครื่องจักรที่จะนำมาแก้ปัญหาในสายการผลิต Machining 45
ภาพที่ 3.2 แผนผังก้างปลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้นตอที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น
จากชิ้นส่วน 56
ภาพที่ 3.3 แสดงถึงงานซ่อม และหน้าที่เอกสารขั้นตอนปฏิบัติงาน จุดควบคุมการทำงาน
และเอกสารควบคุมการทำงาน 58
ภาพที่ 5.1 ช่องว่างแกนเพลากับพลูเลย์ 78
ภาพที่ 5.2 ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรจากปัญหา ALARM TRANSISTOR
ในปี พ.ศ.2552-2554 82
ภาพที่ 5.3 ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรจากปัญหา ALARM COOLING WATER
ในปี พ.ศ.2552-2554 84

หน้า

ภาพที่ 5.4 ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรจากปัญหา ประตูชำรุด น๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด ในปี พ.ศ.2554 87
ภาพที่ 5.5 ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรจากปัญหา สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี ในปี พ.ศ.2554 89
ภาพที่ 5.6 ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรจากปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ONในปี พ.ศ.2554 91
ภาพที่ 5.7 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ALARM TRANSISTOR 94
ภาพที่ 5.8 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ALARM COOLING WATER 95
ภาพที่ 5.9 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหาประตูชำรุด น๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด 96
ภาพที่ 5.10 เอกสารประกอบขั้นตอนการตรวจสภาพของปัญหาสายพานขับ ROTARY หมุนฟรี 98
ภาพที่ 5.11 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงปัญหาสายพานขับ ROTARY หมุนฟรี 99
ภาพที่ 5.12 เอกสารประกอบขั้นตอนการตรวจสภาพเพื่อระบุปัญหาของปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON 100
ภาพที่ 5.13 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON ในหน่วยย่อย WORK REST 101

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันในการดำเนินกิจกรรมทางธุรกิจ การคมนาคมถือเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่จะทำให้กิจกรรมทางธุรกิจสำเร็จลุล่วงไปได้ ในทางกลับกันหากการคมนาคมไม่สะดวกก็จะส่งผลให้ธุรกิจดำเนินไปอย่างติดขัด การขยายตัวของธุรกิจลดลง โดยทางเลือกของการคมนาคมที่เลือกใช้กันภายในประเทศอย่างแพร่หลายคือการคมนาคมโดยใช้รถยนต์ ซึ่งเป็นการคมนาคมที่มีราคาถูก สะดวก รวดเร็ว และสามารถเข้าไปถึงเส้นทางที่มีความซับซ้อนได้มากกว่าอีกทั้งรัฐบาลมีนโยบายปรับลดเพดานภาษีรถยนต์ จึงส่งผลให้มีจำนวนการจดทะเบียนรถยนต์ใหม่สูงขึ้นทุกปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 – 2554 โดยดูจากข้อมูลรถยนต์จดทะเบียนใหม่ซึ่งทำการสำรวจโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 จำนวนรถที่จดทะเบียนใหม่ ภายใต้พระราชบัญญัติรถยนต์ พ.ศ. 2522

ปี / ประเภทรถ	2550	2551	2552	2553	2554
รถบรรทุก	56,506	55,050	54,013	64,299	77,219
รถโดยสาร	9,474	10,934	9,930	14,225	11,199
รถยนต์ 4 ล้อ	635,576	638,187	532,060	752,806	860,210
รถจักรยานยนต์	1,665,400	1,796,376	1,635,807	1,978,907	2,133,920
รถอื่นๆ	40,546	61,397	60,231	70,496	76,778
รวมทั้งหมด	2,407,502	2,561,944	2,292,041	2,880,733	3,159,326

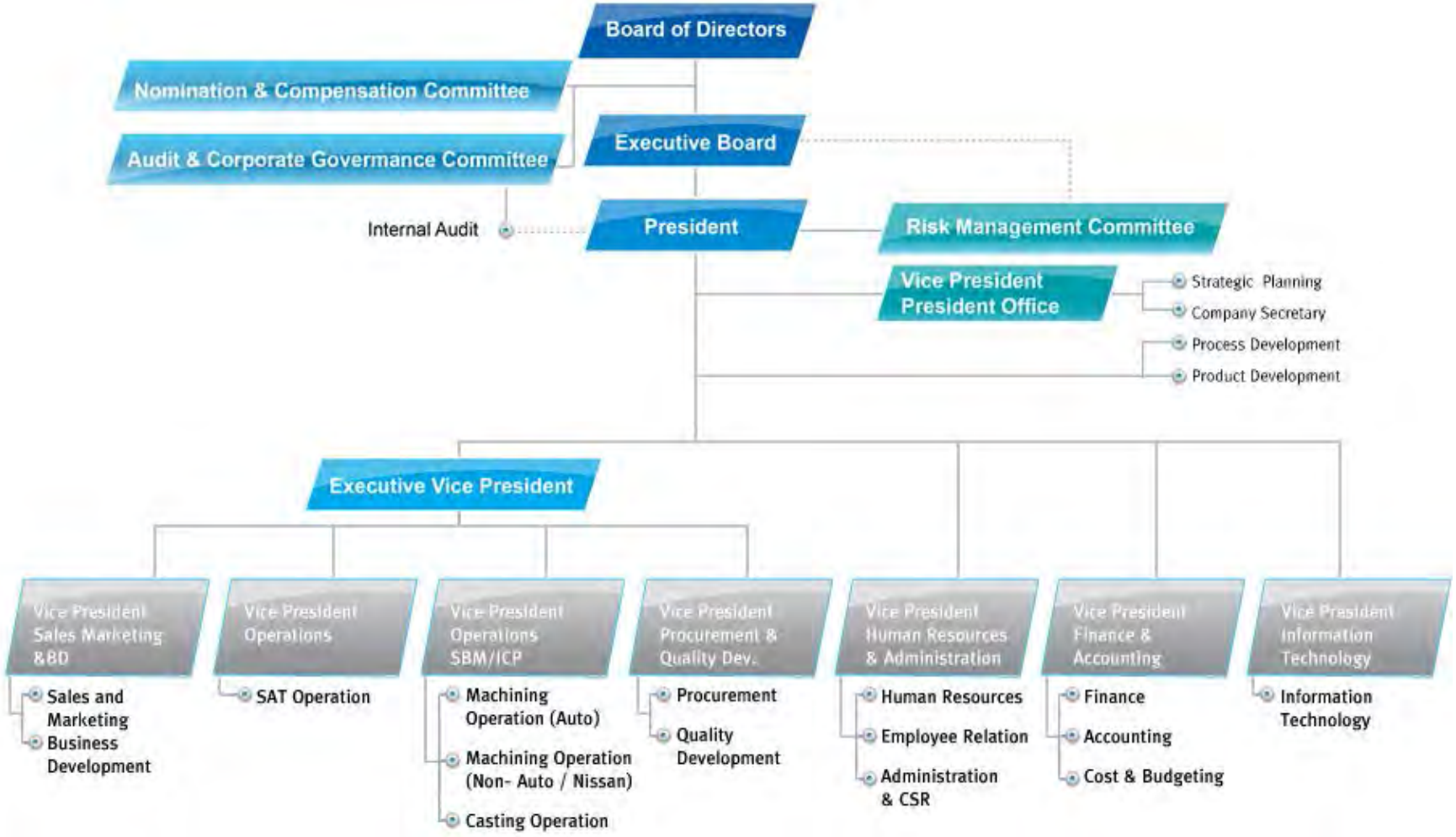
ที่มา : กรมการขนส่งทางบก

จากข้อมูลทางสถิติจำนวนรถยนต์จดทะเบียนใหม่ที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้อุป -สงค์ของอุตสาหกรรมรถยนต์สูงขึ้น กลุ่มบริษัทผู้ผลิตรถยนต์จึงต้องยกระดับการผลิตเพื่อตอบสนองกับอุป-สงค์ จึงผลักดันให้กลุ่มบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ยกระดับการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการชิ้นส่วนของบริษัทโดยผลิตภัณฑ์จะต้องมี คุณภาพดี (Quality, Q) ต้นทุนต่ำ (Cost, C) และการจัดส่งที่ตรงเวลา(Delivery, D) ซึ่งการที่จะสามารถตอบสนองความต้องการเหล่านี้ได้ ทางบริษัทผู้ผลิตรถยนต์จึงจำเป็นต้องมีระบบการผลิตที่มีความน่าเชื่อถือ มีประสิทธิภาพอีกทั้งเพื่อป้องกันการสูญเสียโอกาสในการขาย ค่าปรับจากการจัดส่งสินค้าได้ไม่ทัน

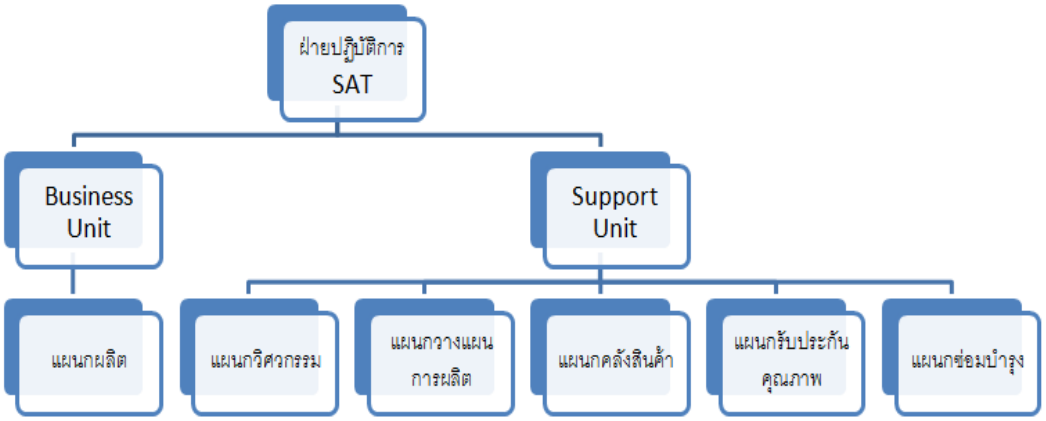
และการสูญเสียจากสินค้าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และไม่ตรงความต้องการของลูกค้า ดังนั้นการสร้างระบบการผลิตที่มีความน่าเชื่อถือจึงขาดซึ่งการซ่อมบำรุงไปไม่ได้ แต่ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการซ่อมบำรุงนั้นเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเพื่อการรักษาคุณภาพของสินค้าไม่ได้ส่งผลให้เกิดมูลค่าเพิ่มของสินค้าเพราะฉะนั้นการลดต้นทุนของการซ่อมบำรุงโดยที่ยังสามารถคงคุณภาพของสินค้าได้จึงเป็นสิ่งสำคัญ

1. ลักษณะสภาพทั่วไปของโรงงาน

โรงงานกรณีศึกษา เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ สำหรับรถยนต์นั่ง รถกระบะ รถบรรทุกและอุตสาหกรรมเครื่องยนต์การเกษตร โดยกลุ่มลูกค้าหลัก ได้แก่ ผู้ประกอบยานยนต์ (Original Equipment Manufacturer “OEM”) ทั้งในประเทศและต่างประเทศซึ่งมีการทำสัญญาซื้อขายระยะยาว และผู้ค้าชิ้นส่วนอะไหล่ (Replacement Equipment Manufacturer “REM”) โดยผลิตภัณฑ์หลัก คือ เพลาข้าง (Axle Shaft) ซึ่งตั้งอยู่บริเวณถนนบางนา-ตราด ต. บางโฉลง อ. บางพลี จ. สมุทรปราการ



ภาพที่ 1.1 โครงสร้างการบริหารองค์กร (ทั้งองค์กร)



ภาพที่ 1.2 โครงสร้างองค์กรส่วนโรงงานผลิต

2. <u>ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน</u>

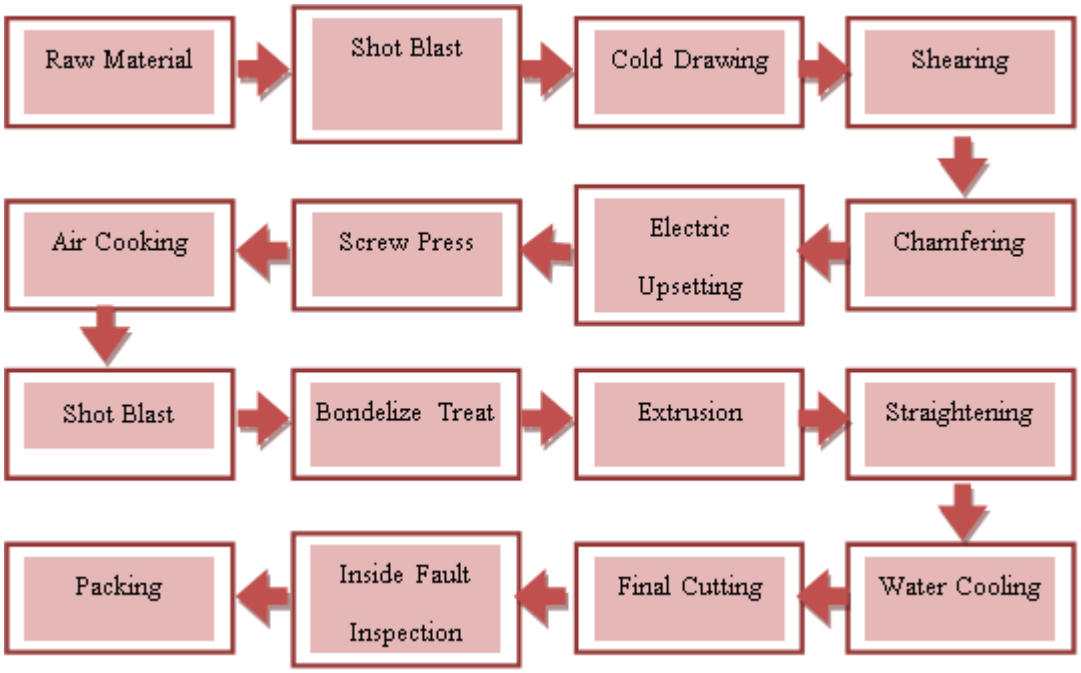
ผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่าง คือ เพลาข้าง (Axle Shaft)

ภาพที่ 1.3 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของโรงงานตัวอย่าง

3. <u>กระบวนการผลิตของโรงงาน</u>

การผลิตเพลาข้าง(Axle Shaft)จะแบ่งสายการผลิตออกเป็น 2 ประเภทได้แก่1.Line Forgingและ 2.Line Machineซึ่งแต่ละสายการผลิตมีผังการผลิตดังนี้

1.1.Line Forging



ภาพที่ 1.4 แผนภาพการผลิตของ Line Forging

ขั้นตอนของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป (Forging) แสดงได้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือ วัตถุดิบรอผลิต (Raw Material)

ขั้นตอนที่ 2 คือ การขัดผิววัตถุดิบ (Shot Blast)

ขั้นตอนที่ 3 คือการรีดเย็นลดขนาดชิ้นงาน (Cold Drawing)

ขั้นตอนที่ 4 คือตัดเป็นท่อนให้ได้ตามขนาด (Shearing)

ขั้นตอนที่ 5 คือการลบคมที่ปลายชิ้นงาน (Chamfering)

ขั้นตอนที่ 6 คือการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยไฟฟ้า (Electric Upsetting)

ขั้นตอนที่ 7 คือการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน (Screw Press)

ขั้นตอนที่ 8 คือการลดอุณหภูมิชิ้นงานในอากาศ (Air cooling Conveyor)

ขั้นตอนที่ 9 คือการขัดผิวชิ้นงาน (Shot Blast)

ขั้นตอนที่ 10 คือการชุบเคลือบผิวชิ้นงาน (Bondelize Treat)

ขั้นตอนที่ 11 คือการรีดลดขนาดชิ้นงาน (Extrusion)

ขั้นตอนที่ 12 คือการดัดชิ้นงานให้ตรง (Straightening)

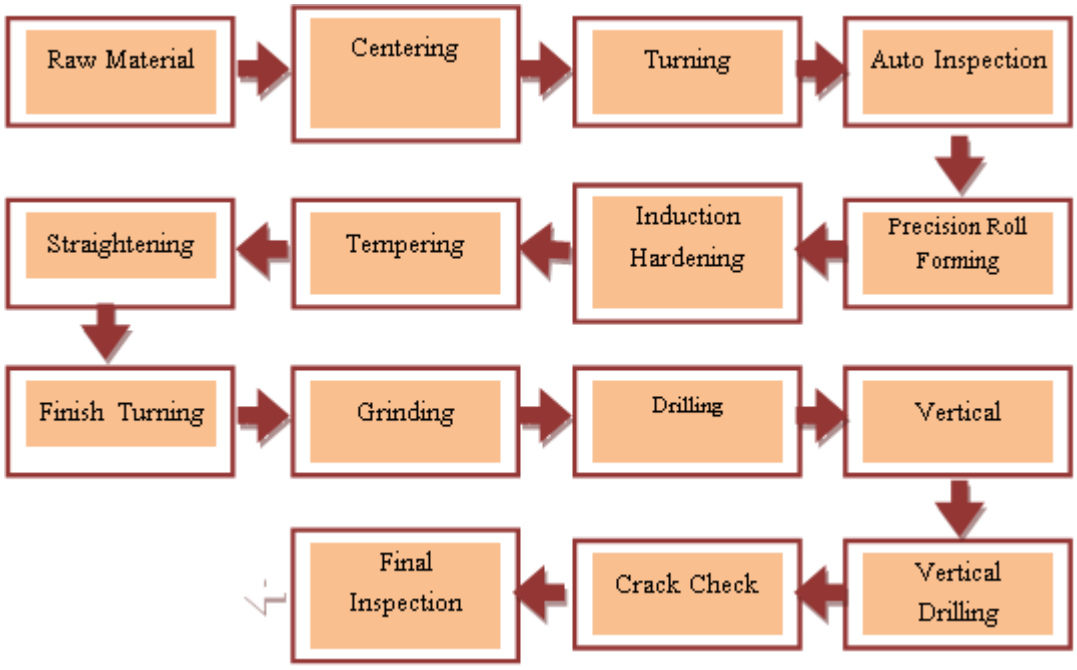
ขั้นตอนที่ 13 คือการหล่อเย็นชิ้นงาน (Water Cooling Conveyor)

ขั้นตอนที่ 14 คือการตัดปลายชิ้นงาน (Final Cutting)

ขั้นตอนที่ 15 คือเช็ครอยร้าวภายในชิ้นงาน (Inside Fault Inspection by Ultrasonic)

ขั้นตอนที่ 16 คือบรรจุเพื่อส่งต่อไปยังสายการผลิต Machining (Packing)

1.2.Line Machine



ภาพที่ 1.5 แผนภาพการผลิตของ Line Machine

ขั้นตอนของกระบวนการกลึงสำเร็จ (Machining) แสดงได้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือวัตถุดิบรอผลิตจากกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป(Raw Material)

ขั้นตอนที่ 2คือ การเจาะศูนย์ (Centering)

ขั้นตอนที่ 3คือ การกลึงขึ้นรูป (Turning)

ขั้นตอนที่ 4คือการเช็คขนาดอัตโนมัติ (Auto Inspection)

ขั้นตอนที่ 5คือการกลึงเกลียวและกัดร่องลิ่ม (Turning & Cutting)

ขั้นตอนที่ 6คือการรีดขึ้นรูป (Precision Roll Forming)

ขั้นตอนที่ 7คือการชุบแข็ง (Induction Hardening)

ขั้นตอนที่ 8คือการอบคลายเครียด (Tempering)

ขั้นตอนที่ 9คือการปรับให้ตรงและเช็ค (Straightening)

ขั้นตอนที่ 10คือการกลึงขึ้นรูป (Finish Turning)

ขั้นตอนที่ 11คือเจียระไนผิว (Grinding)

ขั้นตอนที่ 12คือเจาะรู (Drilling)

ขั้นตอนที่ 13คือเช็ครอยร้าวภายนอก (Crack Checking)

ขั้นตอนที่ 14คือการบรรจุ & การเช็คขั้นตอนสุดท้าย (Packing & Final Inspection)

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากภาวะการขยายตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่เพิ่มสูงขึ้นจึงทำให้มีความต้องการชิ้นส่วนยานยนต์เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้เกิดภาวะการแข่งขันอย่างรุนแรงภายในกลุ่มผู้ผลิตชิ้นส่วนที่ต้องพัฒนาสินค้าและเพิ่มขีดความสามารถทั้งในด้านการผลิตและการบริหารเพื่อสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคซึ่งเป็นกลุ่มบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ที่มีความต้องการทั้งในด้านมาตรฐานสินค้า การจัดส่งสินค้าที่ตรงเวลา และราคาของสินค้า ภายใต้กรอบต้นทุนที่ต่ำที่สุด ดังนั้นความสามารถในการควบคุมต้นทุนของการผลิตสินค้าและบริการให้ต่ำที่สุดเพื่อให้ผลกำไรที่

ได้สูงสุดนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญ องค์กรต่างๆจึงมีความพยายามที่จะลดต้นทุนเพื่อให้สามารถยืนหยัดและเป็นผู้นำของอุตสาหกรรมอยู่บนภาวะการแข่งขันได้นั้น

ในการลดต้นทุนบางองค์กรเลือกใช้นโยบายการลดต้นทุนในส่วนการซ่อมบำรุงโดยมองว่าการซ่อมบำรุงเป็นงานที่ไม่เกิดประโยชน์กล่าวคือไม่ส่งผลทางตรงแก่มูลค่าของสินค้าอีกทั้งยังส่งผลให้ต้นทุนต่อหน่วยของสินค้าเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิดจึงทำการลดต้นทุนในหน่วยซ่อมบำรุงโดยการตัดงบระบบซ่อมบำรุงเช่น การลดแรงงานคน หรือการไม่เปลี่ยนชิ้นส่วนตามช่วงเวลาที่กำหนดโดยไม่มีระบบที่จะมาช่วยในการตัดสินใจ ซึ่งการลดต้นทุนในรูปแบบนี้สามารถลดต้นทุนได้จริงแต่ในระยะสั้นเท่านั้น แต่จะส่งผลเสียในระยะยาวให้คุณภาพของสินค้าที่ส่งให้ลูกค้าต่ำลง ผลิตสินค้าได้ไม่ทันตามปริมาณที่ลูกค้ากำหนด ซึ่งส่งผลให้ความน่าเชื่อถือของลูกค้าที่มีองค์กรลดลงซึ่งนำไปสู่คำสั่งการผลิตจากลูกค้าที่ลดลง องค์กรสูญเสียรายได้ สถานภาพทางการเงินตกต่ำ แต่ในทางกลับกันหากองค์กรทำการลดต้นทุนโดยการปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยวิเคราะห์ถึงปัญหาและแก้ไขอย่างตรงจุด ก็จะส่งผลให้องค์กรมีประสิทธิภาพในการผลิตสูงขึ้น การสูญเสียในด้านโอกาสทางการขายในกรณีที่ผลิตสินค้าไม่ทัน การสูญเสียต้นทุนในการดำเนินการผลิต และการสูญเสียจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านคุณภาพลดลงซึ่งสะท้อนถึงต้นทุนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ที่ลดลง ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่ายิ่งองค์กรใดมีความสามารถในการวิเคราะห์ถึงปัญหาและการปรับปรุงแก้ไขที่ดีมากเท่าใด ก็จะส่งผลให้สามารถลดต้นทุนในส่วนการผลิตสินค้าได้มากเท่านั้น

1. <u>สภาพปัญหาภายในโรงงานกรณีศึกษา</u>

โรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนเพลาข้างรถยนต์ตามคำสั่งซื้อของลูกค้าซึ่งจะมีความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ทั้งในด้านรูปแบบ ขนาด ปริมาณ และมาตรฐานที่กำหนดจากลูกค้าแต่ละราย โดยการผลิตชิ้นงานทุกประเภทจะใช้เครื่องจักรระบบอัตโนมัติทั้งหมดจึงอาจกล่าวได้ว่าเครื่องจักรมีความสำคัญมากที่สุดต่อระบบการผลิต

จากที่กล่าวไว้ข้างต้นโรงงานตัวอย่างมีสายการผลิตแบ่งออกเป็น2 กลุ่มคือสายการผลิต Forging และ สายการผลิต Machining ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสายการผลิต Forging จะถูกส่งเข้าไปยังสายการผลิต Machining ก่อนที่จะส่งถึงมือลูกค้าโดยสายการผลิต Machining เป็นสายการผลิตที่มีการเกิดเหตุขัดข้องอยู่บ่อยครั้ง

1. สายการผลิต Machining

สายการผลิต Machining ประกอบไปด้วยเครื่องจักรที่มีทำหน้าที่แตกต่างกัน 16 ประเภท จำนวน 18 เครื่องโดยระบบการผลิตเป็นแบบต่อเนื่องเช่นเดียวกับในสายการผลิต Machining จึงมีลักษณะที่เหมือนกันคือเมื่อมีการขัดข้องของเครื่องจักรใดในสายการผลิตเกิดขึ้นจะส่งผลให้หยุดการทำงานทั้งสายการผลิต จากการสำรวจข้อมูลเวลาเครื่องจักรขัดข้องของสายการผลิตพบว่าในระยะเวลา 1 ปีสายการผลิตรับภาระงานเฉลี่ยต่อเดือนเป็นเวลา 488 ชั่วโมงมีช่วงเวลาที่เครื่องจักรในสายการผลิตขัดข้องเฉลี่ยต่อเดือน 20 ชั่วโมงคิดเป็น 4.1% ของเวลาที่สายการผลิตรับภาระงานเฉลี่ยต่อเดือนจึงเป็นสาเหตุให้บริษัทสูญเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน 122,220บาท คิดเป็น 4.1% ของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของสายการผลิตเฉลี่ยต่อเดือนซึ่งมีค่าเท่ากับ 2,982,168 บาท

จำแนกเวลารับภาระสายการผลิตและเวลาขัดข้องของเครื่องจักรในสายการผลิตในแต่ละเดือนดังแสดงในตารางที่ 1.2

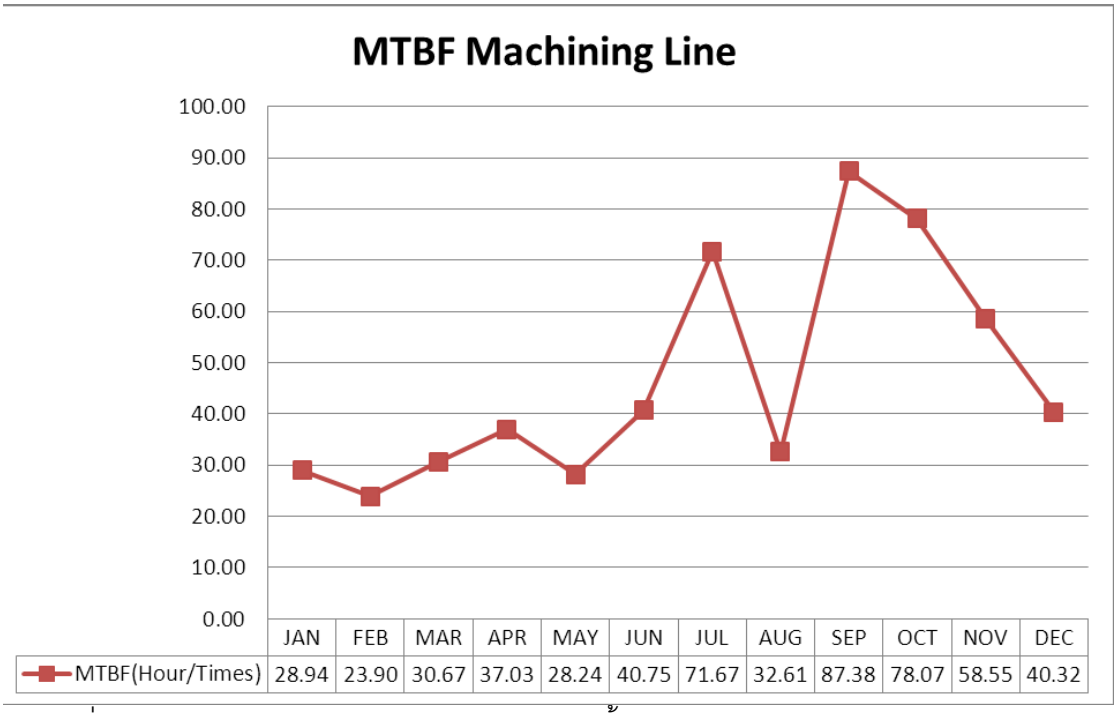
จากการสูญเสียดังกล่าวผู้วิจัยจึงคำนวณตัวชี้วัดเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุงและเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่า KPI (Key Performance Index) ที่ทางโรงงานมีการกำหนดไว้ โดยการคำนวณค่าเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุด [1] (Mean time between failure: MTBF) เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร(Mean time to repair: MTTR) และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) พบว่าสายการผลิตดังกล่าวมีค่า MTBF MTTR และOEE ดังแสดงในภาพที่ 1.6ภาพที่ 1.7ภาพที่ 1.8ตามลำดับ

ตารางที่ 1.2 เวลารับภาระงานของสายการผลิตและเวลาเครื่องจักรขัดข้องในแต่ละเดือนของสายการผลิต Machining

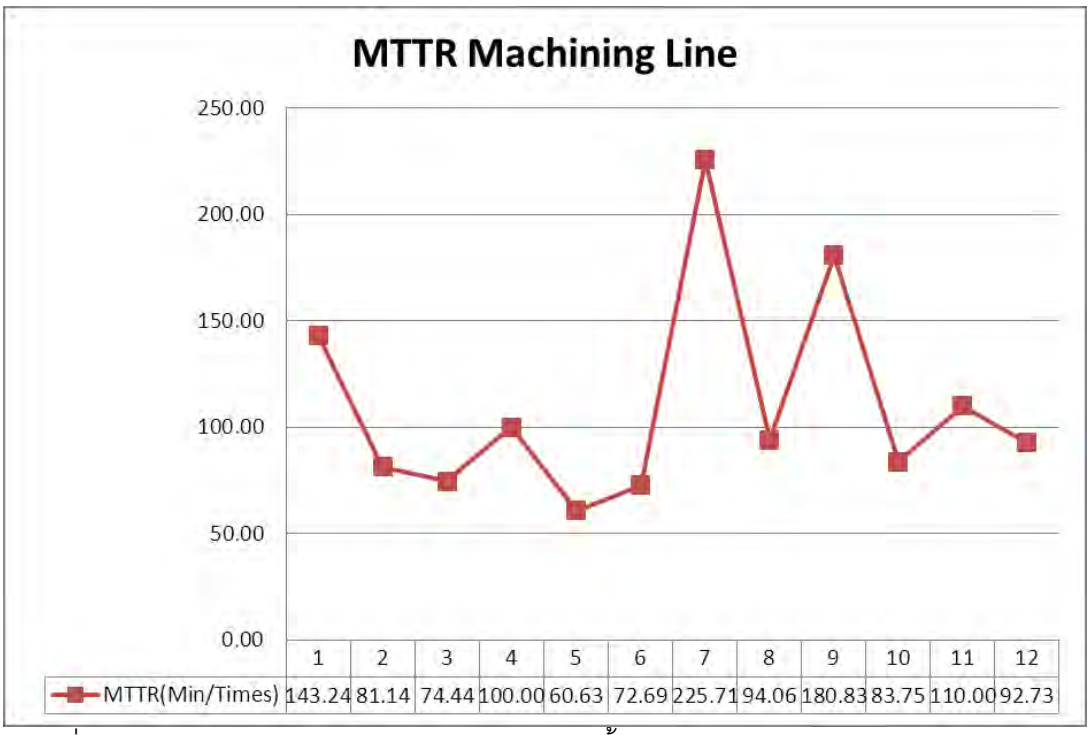
Month	Loadtime(Hour)	Breakdown time(Hour)	%Breakdown
Jan	533	41	7.62%
Feb	530	28	5.35%
Mar	574	22	3.89%
Apr	387	17	4.31%
May	468	16	3.45%
Jun	545	16	2.89%

ตารางที่ 1.2 เวลารับภาระงานของสายการผลิตและเวลาเครื่องจักรขัดข้องในแต่ละเดือนของสายการผลิต Machining (ต่อ)

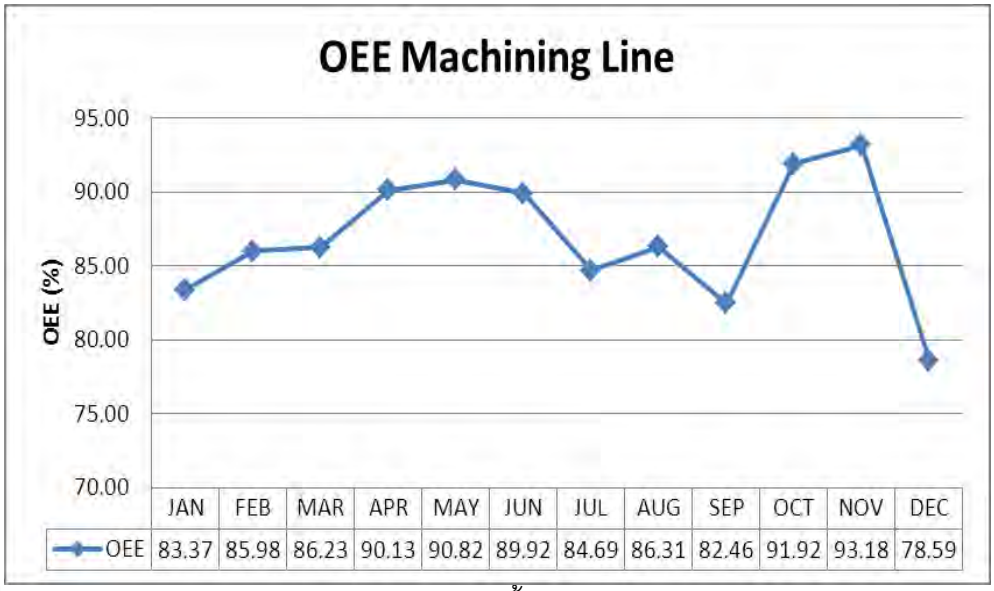
Month	Loadtime(Hour)	Breakdown time(Hour)	%Breakdown
Jul	528	26	4.99%
Aug	547	25	4.59%
Sep	542	18	3.33%
Oct	318	6	1.76%
Nov	423	13	3.04%
Dec	461	17	3.69%
Average	488	20	4.08%



ภาพที่ 1.6 ค่า MTBF ของสายการผลิตMachiningตั้งแต่เดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ.2554



ภาพที่ 1.7 ค่า MTTR ของสายการผลิต Machining ตั้งแต่เดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ.2554



ภาพที่ 1.8 ค่า OEE ของสายการผลิต Machining ตั้งแต่เดือน มกราคม – ธันวาคม พ.ศ.2554

จากภาพที่ 1.6ภาพที่ 1.7ภาพที่ 1.8 ซึ่งแสดงถึงค่า MTBF MTTR และ OEE พบว่าข้อมูลมีความผันผวนอย่างมากดังนั้นเพื่อให้การสร้างตัวชี้วัดมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องทำการคัดเลือกเพื่อตัดข้อมูลในบางเดือนที่มีความผันผวนมากซึ่งมีสาเหตุมาจากการปฏิบัติงานในเดือนนั้นไม่อยู่ในสภาวะการทำงานปกติซึ่งเกิดขึ้นมากจากหลายสาเหตุ โดยการคัดเลือกข้อมูลนั้นจะใช้

กรรมวิธีทางสถิติเพื่อวิเคราะห์หาค่าผิดปกติ(Outlier) และตัดค่าผิดปกติออกจากข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์โดยจะแสดงชนิดของข้อมูลและข้อมูลในเดือนที่ไม่นำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวชี้วัดซึ่งจะแสดงในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ชนิดของข้อมูลและข้อมูลในเดือนที่ไม่นำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวชี้วัด

ชนิดของข้อมูล	เดือนที่ไม่นำข้อมูลมาวิเคราะห์
MTBF	-
MTTR	กรกฎาคม และกันยายน
OEE	-

จากข้อมูลที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจะนำมาทำการสร้างตัวชี้วัดดังที่กล่าวไว้ข้างต้นซึ่งประกอบไปด้วย ค่า MTBF ต่ำสุดเท่ากับ 16.72 ชั่วโมงต่อครั้งโดยมีค่า MTBF เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 26.43±8.60 ชั่วโมงต่อครั้ง ค่า MTTR สูงสุด 143.23 นาทีต่อครั้งโดยมีค่า MTTR เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 91.26±23.24 นาทีต่อครั้ง และค่า OEEเฉลี่ยเท่ากับ 86.97%

จากข้อมูลที่คำนวณได้เมื่อนำมาทำการเปรียบเทียบกับค่า KPI พบว่าทุกค่ายังต่ำกว่าค่า KPI ที่กำหนด ยกเว้นค่า Mean MTBF จึงทำการกำหนดค่า Mean MTBF ในปัจจุบันเป็นตัวชี้วัดใหม่รายละเอียดการเปรียบเทียบระหว่างค่า KPI กับค่าดัชนีวัดผลที่คำนวณได้ในปัจจุบันแสดงดังในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 การเปรียบเทียบค่า KPI และค่าดัชนีวัดผลที่คำนวณได้ในปัจจุบัน

ชนิดของข้อมูล	KPI	ค่าในปัจจุบัน
OEE (%)	90%	86.97%
Mean MTBF (hour/time)	45 hour/time	46.51 hour/time
Min MTBF (hour/time)	30 hour/time	23.90 hour/time
Mean MTTR (min/time)	90 min/time	110 min/time
Max MTTR (min/time)	150 min/time	225.71 min/time

2. สาเหตุของปัญหาด้านเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา

ระบบการบำรุงรักษาที่โรงงานใช้ในปัจจุบันถึงแม้ว่าจะมีการแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน แต่ก็ยังมีการซ่อมบำรุงนอกแผนงานอยู่มากเนื่องจากระบบบำรุงรักษาที่ใช้ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพที่ไม่ดีนัก ซึ่งมีสาเหตุดังนี้

- ขาดระบบการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยในปัจจุบัน ทางโรงงานสร้างระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจากประสบการณ์ของพนักงานในแผนกซ่อมบำรุงและคู่มือเครื่องจักรเพียงบางส่วนโดยไม่ได้นำข้อมูลที่ทำการเก็บมาทำการวิเคราะห์เพื่อวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

- ขาดเอกสารประกอบขั้นตอนการทำงาน และเอกสารควบคุมการทำงานซึ่งเป็นมาตรฐานการทำงาน การซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้นจึงไม่ถูกต้องตามมาตรฐานส่งผลให้เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องอยู่บ่อยครั้ง

จากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดจึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงระบบงานซ่อมบำรุงโดยทำการรวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างแผนงานซ่อมบำรุงใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสร้างระบบเอกสารซึ่งประกอบไปด้วย เอกสารประกอบขั้นตอนการทำงาน และเอกสารควบคุมการทำงานเพื่อให้ระบบซ่อมบำรุงมีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการวิจัยมีดังนี้

1. เพื่อปรับปรุงระบบงานซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
2. เพื่อลดความสูญเสียในการนำเดินการผลิตที่เกิดขึ้นจากเวลาขัดข้องของเครื่องจักร

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเฉพาะเครื่องจักรในสายการผลิต Machining 3 เครื่องจักร ในโรงงานตัวอย่าง

1.4 ดัชนีชี้วัดของงานวิจัย

ดัชนีชี้วัดของงานวิจัยมีดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุด (MTBF) ต่อเดือนเพิ่มขึ้น
2. ค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุดน้อยที่สุด (Min MTBF) เพิ่มขึ้น
3. ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร (MTTR) ต่อเดือนลดลง
4. ค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรมากที่สุด (Max MTTR) ลดลง
5. ค่าประสิทธิผลโดยรวมของสายการผลิต (OEE) เพิ่มขึ้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยมีดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   1.1 ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาจักร
2. ศึกษาสภาพปัญหาของแผนกซ่อมบำรุงของโรงงานกรณีศึกษา
   2.1 รวบรวมข้อมูลสถิติการเสียของเครื่องจักรในแต่ละสายการผลิต
   2.2 รวบรวมข้อมูลเวลาขัดข้องของเครื่องจักรในแต่ละสายการผลิต
3. วางแผนการปรับปรุงเพื่อพัฒนาระบบการบำรุงรักษา
   3.1 วางแผนแนวทางในการทำแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน
   3.2 จัดลำดับเครื่องจักรตามปริมาณผลกระทบต่อสายการผลิตโดยใช้เทคนิคพาเรโต
4. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา
   4.1 เลือกเครื่องจักรจากลำดับปริมาณผลกระทบต่อสายการผลิต
   4.2 ทำการศึกษาคู่มือเครื่องจักรที่เลือก
   4.3 รวบรวมสาเหตุการเสียของเครื่องจักรที่เลือก
   4.4 จัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนในเครื่องจักรที่เลือกโดยใช้เทคนิค FMEA
   4.5 วิเคราะห์และหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากชิ้นส่วนซึ่งส่งผลกระทบต่อเครื่องจักรโดยใช้ข้อมูลทางสถิติหรือ วิธีการค้นหาต้นตอที่แท้จริงของปัญหา (Root Cause Analysis: RCA)
   4.6 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องและนำข้อมูลการสัมภาษณ์เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา

4.7 ทำการวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานซ่อมบำรุง เพื่อหาขั้นตอนในการดำเนินการซ่อมบำรุงและหาจุดควบคุมการทำงานในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงานซ่อมบำรุง

4.8 วางแผนจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

4.9 สร้างเอกสารงานซ่อมบำรุงซึ่งประกอบไปด้วยเอกสารขั้นตอนการดำเนินงานและเอกสารควบคุมการดำเนินงานจากการวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานซ่อมบำรุง

5. นำระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่สร้างขึ้นและเอกสารซ่อมงานบำรุงรักษาที่จัดทำมาใช้กับแผนกซ่อมบำรุงของโรงงานกรณีศึกษา
6. ทำการเก็บข้อมูลเวลาเสียของเครื่องจักรหลังใช้ระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันและเอกสารงานซ่อมบำรุงรักษาที่สร้างขึ้น
7. วิเคราะห์และประเมินผลการวิจัยโดยเปรียบเทียบตามดัชนีตัวชี้วัดก่อนและหลังใช้แผนงานซ่อมบำรุงที่สร้างขึ้น
8. สรุปผลการดำเนินการวิจัย และข้อเสนอแนะ
9. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับมีดังนี้

1. ระบบซ่อมบำรุงของโรงงานกรณีศึกษามีประสิทธิภาพสูงขึ้น
2. ได้เอกสารซ่อมบำรุงที่มีมาตรฐาน
3. ความสูญเสียที่เกิดจากการเสียของเครื่องจักรลดลง

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้จะเกี่ยวกับงานซ่อมบำรุงซึ่งประกอบด้วย การจัดแผนงานบำรุงรักษา ประเภทมาตรฐานการซ่อมบำรุง โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ทฤษฎี และการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การจัดการงานบำรุงรักษา

การจัดงานซ่อมบำรุงรักษานั้นมีจุดประสงค์เพื่อให้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทั้งในด้าน ปริมาณ คุณภาพ และราคา ภายใต้ต้นทุนที่เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิผล ทั้งนี้กิจกรรมซ่อมบำรุงมักเป็นกิจกรรมที่ถูกมองเพิ่มค่าใช้จ่ายมากกว่าสร้างผลกำไรให้แก่องค์กร แต่ในความเป็นจริงแล้วหากองค์กรมีการจัดกิจกรรมซ่อมบำรุงที่ดีก็จะส่งผลให้องค์กรมีผลกำไรที่สูงขึ้น

โดย จิตรา รู้กิจการพานิช , 2544 [2] ได้นิยามความหมายงานบำรุงรักษาของการผลิตไว้ว่า “กิจกรรมทุกอย่างที่จำเป็นต่อการทำให้เครื่องจักร อุปกรณ์ อยู่ในสภาพที่ทำงานหรือใช้งานได้ตามต้องการ”

แต่เดิมในยุคพัฒนาอุตสาหกรรม ที่มีการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆในกระบวนการผลิต สิ่งที่เกิดควบคู่กันมาคือ ความจำเป็นในการการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในการแก้ไขส่วนที่ ขัดข้อง ชำรุด เสียหายที่เกิดจากการใช้งานเครื่องจักรนั้นๆ โดยในช่วงแรก รูปแบบของการซ่อมบำรุงนั้นจะเป็นแบบ “งานบำรุงรักษาที่ไม่ได้วางแผนงานไว้” หรือ “งานบำรุงรักษานอกแผนงาน”(Unplanned Maintenance) ซึ่งจะกระทำก็ต่อเมื่อเครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง ซึ่งการซ่อมบำรุงโดยวิธีดังกล่าวจะกระทำเมื่อเครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องจนไม่สามารถทำงานได้หรือสามารถทำงานได้แต่มีอาการผิดปกติ โดยจะหยุดการทำงานของเครื่องจักรเพื่อทำการซ่อมซึ่งส่งผลให้กระบวนการผลิตต้องหยุดชะงักนำไปสู่การสูญเสียในหลายด้านทั้งในด้านแรงงาน เวลา คุณภาพของผลิตภัณฑ์และต้นทุนการผลิต ต่อมาจึงมีการพัฒนาระบบซ่อมบำรุงโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดความสูญเสียจากการหยุดชะงักของระบบการผลิตและต้นทุนการซ่อมบำรุงที่สูง โดยการจัดระบบเอกสาร ระบบตรวจวัด และระบบฐานข้อมูลทางสถิติ มาช่วยในการวิเคราะห์เพื่อออกแบบแผนการจัดงาน

บำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลซึ่งเรียกรูปแบบการซ่อมบำรุงแบบนี้ว่า “ งานบำรุงรักษาตามแผน”(Planned Maintenance)

ซึ่งงานซ่อมบำรุงทั้ง 2 รูปแบบมีแนวคิดเกี่ยวกับการเสื่อมสภาพและชำรุดโดยเมื่อพิจารณาในด้านโอกาสของสิ่งของที่ชำรุดแล้วเราสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มที่มีโอกาสชำรุดไม่แน่นอน (Random Failure) คือกลุ่มของอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่โอกาสชำรุดไม่ขึ้นกับอายุการใช้งาน ดังนั้นจึงมีโอกาสชำรุดได้ตลอดเวลา โดยที่ไม่สามารถประมาณการเสียของอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนนั้นๆได้
2. กลุ่มที่มีโอกาสชำรุดที่แน่นอน (Regular Failure) คือกลุ่มของอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่เมื่อมีอายุการใช้งานถึงจุดๆหนึ่ง ก็จะมีโอกาสที่อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนเหล่านั้นชำรุดอย่างแน่นอน ดังนั้นจึงสามารถคาดคะเนอายุการใช้งานของชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์นั้นๆได้

นอกจากนี้เมื่อทำการพิจารณาถึงลักษณะการชำรุดจะสามารถจำแนกลักษณะชำรุดได้ออกเป็น2 ลักษณะดังนี้

1. ลักษณะที่ชิ้นส่วน-อุปกรณ์เสื่อมสภาพฉับพลัน คือการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วน-อุปกรณ์ที่จะไม่แสดงอาการผิดปกติก่อนที่จะชำรุด เพราะฉะนั้นจึงไม่สามารถตรวจสอบเพื่อหาสิ่งผิดปกติก่อนได้
2. ลักษณะที่ชิ้นส่วน-อุปกรณ์ค่อยๆเสื่อมสภาพ คือการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วน-อุปกรณ์ที่จะแสดงอาการผิดปกติออกมา เช่น อุณหภูมิสูง รอบการหมุน การสั่นหรือเสียงดัง ผิดปกติ ก่อนการชำรุด เพราะฉะนั้นจึงสามารถทำการตรวจสอบได้ก่อนที่ชิ้นส่วน-อุปกรณ์นั้นๆจะชำรุด

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วน-อุปกรณ์ทั้งในด้านโอกาสและลักษณะของการเสื่อมสภาพตามที่กล่าวมาข้างต้นจึงสามารถสรุปรูปแบบของการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วน-อุปกรณ์ได้ออกเป็น 4 รูป ดังนี้

1. รูปแบบของชิ้นส่วน-อุปกรณ์ที่มีโอกาสชำรุดที่แน่นอน และมีลักษณะเสื่อมสภาพแบบฉับพลัน

2. รูปแบบของชิ้นส่วน-อุปกรณ์ที่มีโอกาสชำรุดที่แน่นอน และมีลักษณะค่อยๆ เสื่อมสภาพ
3. รูปแบบของชิ้นส่วน-อุปกรณ์ที่มีโอกาสชำรุดไม่แน่นอน และมีลักษณะเสื่อมสภาพแบบฉับพลัน
4. รูปแบบของชิ้นส่วน-อุปกรณ์ที่มีโอกาสชำรุดไม่แน่นอน และมีลักษณะค่อยๆ เสื่อมสภาพ

จากการเสื่อมสภาพในรูปแบบต่างๆนำไปสู่การเสียหายของเครื่องจักร โดยสาเหตุหลักของการเกิดความชำรุด หรือขัดข้องของเครื่องจักร มี 5 ประการดังนี้ [3]

1. ความเสื่อมสภาพและความชำรุดของชิ้นส่วนที่ส่งผลต่อการเดินเครื่อง
2. การใช้งานอุปกรณ์ที่ผิดวัตถุประสงค์ โดยทั่วไปเครื่องจักรหรืออุปกรณ์จะถูกออกแบบเพื่อใช้งานในวัตถุประสงค์เฉพาะ แต่ในการใช้งานจริงมักใช้เครื่องจักรหรือ อุปกรณ์ในงานที่หลากหลาย ที่ส่งผลต่อภาระการทำงาน และเป็นสาเหตุหนึ่งที่เร่งการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรให้เร็วขึ้น
3. ขาดการบำรุงรักษาที่เป็นระบบ
4. ขาดการปรับเงื่อนไขการทำงาน ที่มีการใช้งานในสภาวะที่เกินจากปัจจัยข้อกำหนดของการออกแบบ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพ ได้แก่ ความเร็ว อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น
5. ผู้ปฏิบัติขาดทักษะในการทำงาน โดยเฉพาะบุคลากรทางด้านช่างซ่อมบำรุง ช่างตั้งเครื่อง เป็นต้น ซึ่งผู้ปฏิบัติขาดความเข้าใจในมาตรฐานและวิธีการปฏิบัติการจะส่งผลให้ไม่สามารถตรวจจับปัญหา หรือ ดูแลเครื่องจักร

ซึ่งมีการจัดกลุ่มปัญหาของเครื่องจักรและระบุถึงผลกระทบทั้งที่เกิดขึ้นแบบทันทีและแบบตามมา [3]ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ผลกระทบที่เกิดจากปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง

ปัญหาเครื่องจักร	ผลกระทบที่เกิดขึ้นทันที	ผลกระทบที่ตามมา
การทำงานผิดปกติ (Malfunction)	- ความเสื่อมสภาพ - ความไร้ประสิทธิภาพของเครื่องจักร - ความผันแปรของผลิตผล	- อายุการใช้งานสั้นลง - ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมสูง
เกิดการ Breakdown	- เกิดความไม่ปลอดภัยในการทำงาน - เกิดการว่างงาน - สิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ไม่ได้ถูกใช้งาน	- เกิดของเสีย และ การทำ Rework - เกิดการบาดเจ็บ - เกิดค่าใช้จ่ายในการผลิตที่สูงขึ้น - เกิดความล่าช้าในการส่งมอบ

2. <u>กลุ่มงานบำรุงรักษา</u>

ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นทั้งรูปแบบการซ่อมบำรุงและแนวคิดเกี่ยวกับการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วน-อุปกรณ์จึงสามารถแบ่งรูปแบบของการซ่อมบำรุงได้ออกเป็น 2 รูปแบบ

2.1.งานบำรุงรักษาตามแผนงาน (Planned Maintenance)

การบำรุงรักษาตามแผนงาน คือ การวางแผนและกำหนดการทำงานบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้าเพื่อให้เครื่องจักรมีอัตราการใช้งานที่สูง (Availability) โดยทำการกำหนดทำงานบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้า ซึ่งครอบคลุมถึงแผนงานบำรุงรักษาระหว่างเดินเครื่อง และงานบำรุงรักษาในระหว่างหยุดเดินเครื่องตามแผน โดยแบ่งย่อยออกเป็น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง การป้องกันการบำรุงรักษา และการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์

2.1.1. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นรูปแบบของการบำรุงรักษาที่มีการสร้างแผนงานไว้ล่วงหน้าเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องโดยที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ระหว่างการใช้งาน โดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะเป็นการบำรุงรักษาตาม

คาบเวลา (Time-Based Maintenance)ซึ่งจะทำการตรวจสภาพและทำการบำรุงรักษาตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยการกำหนดแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันอาจจะกำหนดโดยใช้ประสบการณ์ของผู้เกี่ยวข้องหรือจากคู่มือของเครื่องจักร ซึ่งการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมีองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ การทำความสะอาดเครื่องจักรและบริเวณโรงงาน การหล่อลื่น การตรวจสภาพ และการปรับแต่งชิ้นส่วน

2.1.2. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ เป็นกิจกรรมการบำรุงรักษาที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันหรือลดเหตุขัดข้องในน้อยลงหรือหมดไปเช่นเดียวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน แต่จะมีข้อดีกว่าการบำรุงรักษาเชิงป้องกันคือความแม่นยำในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเนื่องจากในบางครั้งแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมีกำหนดให้เปลี่ยนชิ้นส่วนเหล่านั้นเร็วเกินไปส่งผลให้ใช้อะไหล่ชิ้นส่วนได้ไม่คุ้มค่า และในบางครั้งช้าเกินไป ก้จะทำให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักร โดยการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์นี้จะขจัดปัญหาดังกล่าวโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือในการตรวจสภาพของเครื่องจักรเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ซึ่งจะทำให้สามารถคาดคะเนและพยากรณ์ช่วงเวลาในการชำรุดของเครื่องจักรได้อย่างแม่นยำมากขึ้นซึ่งการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์นี้เป็นการซ่อมบำรุงตามสภาพ (Condition-BasedMaintenance) แต่การซ่อมบำรุงในลักษณะนี้จำเป็นต้องใช้ค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมากดังนั้นจึงควรพิจารณาใช้ระบบการบำรุงรักษาในลักษณะนี้กับเครื่องจักรที่มีระดับความสำคัญต่อระบบผลิตสูงเท่านั้น

2.1.3. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance)

เป็นการบำรุงรักษาที่จะทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความเสียหายจากการเสื่อมสภาพลงภายหลังที่เครื่องจักรแสดงอาการผิดปกติโดยจะติดตามสมรรถนะของเครื่องจักร โดยถ้าสมรรถนะของเครื่องจักรลดลงก็จะทำการปรับปรุงเพื่อให้เครื่องจักรมีสมรรถนะให้ใกล้เคียงกับสมรรถนะเดิมมากที่สุด ซึ่งจะทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วน-อุปกรณ์เครื่องจักร การบำรุงรักษาในรูปแบบนี้มีข้อดีในด้านที่สามารถใช้ประโยชน์จากอายุการใช้งานได้อย่างคุ้มค่า ดังนั้นกิจกรรม CM จึงเป็นงานที่มีการวางแผนล่วงหน้าและต้องมีความพร้อมของกำลังคน วัสดุและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อการดำเนินการก่อนที่ความเสียหายจะเกิดขึ้น

2.1.4. การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)

เป็นการบำรุงรักษาที่ออกแบบเครื่องจักรให้โดยมีจุดมุ่งหมายให้ต้นทุนในการซ่อมบำรุงลดลงให้มากที่สุดและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด โดยใช้การออกแบบเครื่องจักรแบบ Maintenance less Design Machine ซึ่งจะเป็นการออกแบบเครื่องจักรที่สร้างให้การบำรุงรักษานั้นสามารถทำได้โดยง่ายหรือทำให้ระบบมีความต้องการการซ่อมบำรุงน้อยที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุงลดลง

2.2.งานบำรุงรักษานอกแผนงาน (Unplanned Maintenance)

งานบำรุงรักษานอกแผนงาน คือ การบำรุงรักษาที่ไม่ได้มีการวางแผนการซ่อมไว้ล่วงหน้า การซ่อมบำรุงในรูปแบบนี้จะเป็นการซ่อมหรือแก้ไขเครื่องจักรเมื่อเกิดเหตุขัดข้องขึ้น โดยประกอบไปด้วยกิจกรรมการซ่อมบำรุงดังต่อไปนี้ [4]

2.2.1. งานบำรุงรักษาเชิงแก้ไขที่ต้องแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า (Trouble Shooting)

งานบำรุงรักษาในลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะครอบคลุมถึงลักษณะของข้อขัดข้องหรือความผิดปกติของเครื่องจักร-อุปกรณ์ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ระบบผลิตขาดความมั่นคงหรือชะงักไประยะหนึ่ง การแก้ไขปัญหาอาจจะเป็นการปรับแต่งระบบควบคุมของเครื่องจักร หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุดเสียหาย

2.2.2. งานบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance)

งานบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้องเป็นงานบำรุงรักษาที่เป็นงานซ่อมเครื่องจักรที่เกิดจากการชำรุดเสียหายในระหว่างใช้งานโดยอาจซ่อมแซมชิ้นส่วน จัดทำชิ้นส่วนใหม่ หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เสียหายด้วยอะไหล่ที่เตรียมไว้ เพื่อให้เครื่องจักร-อุปกรณ์มีสภาพดีสามารถนำกลับมาใช้งานได้ดังเดิม

2.2.3. งานบำรุงรักษาที่แก้ไขเยียวยาเครื่องจักรที่ชำรุด (Remedial Maintenance)

งานบำรุงในลักษณะนี้จะทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้กลับมาใช้ได้อีกระยะหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นการตัดตอนระบบควบคุมและป้องกันเครื่องจักรบางส่วนออกชั่วคราว เพื่อให้เครื่องจักรทำงานต่อไปได้ แต่มีความเสี่ยงจากการตัดตอนระบบ

ควบคุมและป้องกันดังกล่าวออกไป การหาชิ้นส่วนอะไหล่ที่ใกล้เคียงกันมาใช้แทนชิ้นส่วนที่ชำรุดเสียหายเป็นการชั่วคราว หรืออาจจะเปลี่ยนเอาเครื่องจักรชุดอื่นมาใช้แทนชุดที่ชำรุดเสียหายเป็นการชั่วคราวไปอีกระยะหนึ่ง เพื่อให้มีเวลาเพียงพอที่จะแก้ไขอย่างถาวรต่อไป

3. ประเภทของมาตรฐานการบำรุงรักษา

มาตรฐานการบำรุงรักษาสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ [5] ได้แก่ มาตรฐานการปรับแต่ง มาตรฐานการตรวจสอบ มาตรฐานการซ่อมแซม และมาตรฐานการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1.มาตรฐานการปรับแต่ง

มาตรฐานการปรับแต่ง คือ ค่าที่แสดงมาตรฐานงานบำรุงรักษาประจำวัน เช่น การทำความสะอาด หยอดน้ำมัน การขันน็อต และค่าที่ทำให้เป็นมาตรฐานของสภาพการทำงาน วิธีการเป็นต้น

3.2.มาตรฐานการตรวจสอบ

มาตรฐานการตรวจสอบนั้นแบ่งได้เป็น การตรวจสอบสมรรถภาพ และการตรวจสอบระบบ ใช้เพื่อวัดการเสื่อมสภาพ

3.3.มาตรฐานการซ่อมแซม

มาตรฐานการซ่อมแซมแบ่งเป็น การจัดทำมาตรฐานการซ่อมแซมที่เกี่ยวกับเครื่องจักรที่ถูกกำหนดเป็นพิเศษ หรือชิ้นส่วนของเครื่องจักร และการจัดทำมาตรฐานซึ่งแบ่งตามชนิดของงาน เช่น งานกลึง งานตกแต่งขั้นสุดท้าย เป็นต้น ใช้เพื่อที่จะฟื้นฟูการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร

3.4.มาตรฐานการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

มาตรฐานการซ่อมบำรุงเครื่องจักรเป็นมาตรฐานที่มีรูปและอธิบายส่วนประกอบของเครื่องจักร วิธีตรวจสอบ มาตรฐานการตรวจสอบ วิธีการและขั้นตอนในการทำงานที่ปลอดภัยตลอดจนข้อระวัง นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นเอกสารสำหรับฝึกหัดพิเศษสำหรับพนักงานใหม่อีกด้วย

4. <u>การรวบรวมข้อมูล</u>

การเก็บข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในงานซ่อมบำรุงรักษาเพื่อใช้ในการวางแผน และวิเคราะห์เหตุขัดข้องของเครื่องจักรที่เกิดขึ้น รวมถึงการพัฒนา ปรับปรุงแก้ไข เพื่อลดงานบำรุงรักษา ด้วยการเก็บข้อมูลอย่างมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ควรเก็บข้อมูลให้น้อยที่สุด แต่มีข้อมูลพอใช้งานดังนั้นในเอกสารเก็บข้อมูลจึงควรเป็นเอกสารที่ถูกออกแบบมาให้ง่ายต่อความเข้าใจสำหรับผู้ปฏิบัติงานและเพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการกรอกมีประสิทธิภาพจึงควรมีการตรวจสอบเพื่อให้ข้อมูลที่นำไปใช้มีความถูกต้องมากขึ้นเพื่อให้การวางแผนงานซ่อมบำรุงที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมานั้นมีประสิทธิภาพ โดยการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในงานซ่อมบำรุงมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.รูปแบบของการเกิดเหตุขัดข้อง

ประกอบด้วย เหตุขัดข้องเนื่องจากการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนของเครื่องจักร ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรลดลง และเหตุขัดข้องอย่างปัจจุบันทันด่วน

4.2.ลักษณะรูปแบบเหตุขัดข้อง

เหตุขัดข้อง คือ ลักษณะที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์สูญเสียความสามารถในการทำงาน แบ่ง ออกเป็น 2 ลักษณะคือ

- เหตุขัดข้องชนิดแตกหักเสียหาย เป็นลักษณะที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์สูญเสียความสามารถในการทำงานและต้องหยุดไปในที่สุด ตัวอย่างเช่น สายไฟขาด ฟันเฟืองของเกียร์หัก สปริงหัก ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้เป็นต้น

- เหตุขัดข้องชนิดเสื่อมสภาพ ทำให้ความสามารถในการทำงานของเครื่องจักรลดลง เป็นลักษณะที่ทำให้ความสามารถหรือคุณสมบัติของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ลงลงถึงแม้ว่ายังคงทำงานต่อไปได้ แต่จะเกิดความเสียหายหรือทำงานไม่ได้ในเวลาที่กำหนด ตัวอย่างเช่น ผิวหน้าเบรกสึก ทำให้เบรกลื่นไถล ค่าไฟฟ้าตก ทำให้เครื่องเดินกระตุกเป็นต้น

4.3.กลไกหรือสาเหตุการขัดข้องของเครื่องจักร

เหตุขัดข้องของอุปกรณ์หรือเครื่องจักร มักไม่ได้เกิดจากสาเหตุเดียว แต่มักจะเกิดจากสาเหตุเล็กๆ เช่น ฝุ่น ผง การสึกหรอ ความหลวม รอยขีดข่วน การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ซึ่งสาเหตุหลายอย่างรวมกันเป็นสาเหตุของความเสียหายของเครื่องจักร ถ้าแก้ไขเพียงเรื่องใดเรื่องหนึ่งก็ไม่สามารถหยุดการเกิดเหตุขัดข้องเครื่องจักรได้ สาเหตุการขัดข้องของเครื่องจักร มักเรียกว่าเป็นกลไกเหตุขัดข้องซึ่งได้แก่การทำให้เกิดความเค้น (Stress) ความเครียด (Strain) ภายในเครื่องจักรขณะทำงาน และระยะเวลาของการใช้งานเครื่องจักร

5. <u>การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (FMEA)</u>

การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ หรือ FMEA นั้นเป็นวิธีการในการกำหนดแนวโน้มที่จะเกิดสภาพความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ เป็นการประเมินความเสี่ยงร่วมกับความล้มเหลวแบบต่าง ๆ, ลำดับความสำคัญของสภาพการล้มเหลวขึ้นอยู่กับความเร่งด่วนหรือสภาพของความล้มเหลวนั้น และในการป้องกันก็เช่นกันจะดำเนินการก่อนหลังตามความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นซึ่งผลลัพธ์ที่จะได้จากการทำ FMEA จะทำให้ทราบถึงปัจจัยที่จำทำให้เกิดความล้มเหลว และความเสี่ยงที่ปัจจัยนั้นจะเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้สามารถทราบถึงปัญหาและดำเนินหาวิธีป้องกันเพื่อขจัดปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวให้หมดสิ้นจากระบบการผลิต

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการทำ FMEA เป็นการวิเคราะห์เชิงรุกเพื่อแก้ปัญหาให้หมดไปหรือทำให้ปัญหาส่งผลกระทบต่อกระบวนน้อยที่สุดโดยโดยใช้วิธีที่ง่ายมีต้นทุนต่ำแต่มีประสิทธิผลสูงสุด โดย FMEA ที่มีการนิยมนำมาใช้แบ่งได้ออก 2 ประเภท [6]

- Design or Product FMEA

คือการปรับปรุงออกเครื่องจักรหรือผลิตภัณฑ์โดยใช้เทคนิค FMEA

- Process FMEA ใช้สำหรับกระบวนการผลิตหรือกระบวนการประกอบ

คือการปรับปรุงการผลิตโดยใช้เทคนิค FMEA

ในการทำ FMEA นั้นจะมีการให้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาโดยคำนึงถึงการให้คะแนน (Risk Priority Number: RPN) ซึ่งค่า RPN จะคำนวณมาจากผลคูณจากค่าพารามิเตอร์ 3 ตัว ได้แก่

1. S = Severity [7]

Severityคะแนนในปัจจัยนี้จะแสดงถึงระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานั้นขึ้นโดยความรุนแรงของผลกระทบและความรุนแรงนี้จะเป็นลักษณะเชิงสัมพันธ์ภายใต้ขอบเขตของแต่ละ FMEAและการลดขนาดความรุนแรงของผลกระทบความรุนแรงจะได้มาจากการออกแบบใหม่สำหรับระบบหรือกระบวนการเท่านั้น(ไม่สามารถดำเนินการโดยการเปลี่ยนแปลงความคาดหวังของลูกค้าได้) ในการประเมินความรุนแรงของทีม FMEA ควรกำหนดกฎเกณฑ์การประเมินผลก่อนเสมอโดยทั่วไปจะใช้สเกล 1-10 โดยกำหนดให้ความรุนแรงที่สูงที่สุดได้คะแนนมากที่สุด และให้ความรุนแรงต่ำที่สุดได้คะแนนต่ำที่สุด โดยผลกระทบใดได้คะแนนต่ำที่สุดแล้วก็จะทำการตัดผลกระทบดังกล่าวออกจากการพิจารณาต่อไป การจำแนกในปัจจัยนี้อาจจะใช้การจำแนกตามคุณลักษณะของกระบวนการหรือผลิตภัณฑ์ซึ่งอาจประกอบไปด้วยชิ้นส่วนประกอบระบบย่อย หรือระบบ นอกจากนี้ในการกำหนดถึงลักษณะข้อบกพร่องที่สำคัญมาจากการประเมินผลด้านวิศวกรรม

2. O =Occurrence

Occurrence คะแนนในปัจจัยนี้จะแสดงถึงระดับโอกาสของการเกิดปัญหาความล้มเหลวผิดพลาด ดังนั้นคะแนนของปัจจัยนี้จึงมีความสัมพันธ์กับค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้นของความล้มเหลว โดยหากข้อผิดพลาดหรือความล้มเหลวนั้นมีความน่าจะเป็นในการเกิดมากข้อผิดพลาดดังกล่าวจะถูกให้คะแนนในปัจจัยนี้สูง และหากความน่าจะเป็นในการเกิดข้อผิดพลาดหรือความล้มเหลวนั้นต่ำข้อผิดพลาดดังกล่าวจะถูกให้คะแนนในปัจจัยนี้ต่ำ โดยสเกลในการให้คะแนนจะใช้เช่นเดียวกับ ปัจจัย Severity

3. D= Detection

Detection คะแนนในปัจจัยนี้จะแสดงถึงระดับความสามารถในการตรวจจับปัญหานั้นก่อนที่จะส่งมอบงาน หรือผลิตภัณฑ์ไปให้ลูกค้า โดยคะแนนตรวจจับจะเป็นเชิงสัมพัทธ์ภายใต้ของเขตของ FMEA สำหรับแต่ละกระบวนการที่ศึกษา โดยในการพิจารณาคะแนนประเมินของการ

ตรวจจับนี้จะต้องพิจารณาถึงความสามารถของระบบในการที่จะตรวจจับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น โดยถ้าระบบมีความสามารถในการตรวจจับที่สูงจะได้คะแนนในปัจจัยนี้ต่ำแต่ในทางกลับกันหากระบบไม่สามารถตรวจจับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ก็จะได้คะแนนในปัจจัยนี้สูง

โดยค่า O,S และ D ส่วนใหญ่จะเกณฑ์การให้คะแนนเป็นเลขจำนวนเต็มที่มีค่าตั้งแต่ 1 - 10 โดยถ้าปัจจัยใดที่มีค่า RPN เท่ากับ 1 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุดแสดงว่าปัจจัยดังกล่าวมีความถี่และความรุนแรงของผลกระทบต่ำมาก อีกทั้งยังสามารถตรวจจับปัญหานั้นได้ง่าย แต่ในทางกลับกันหากปัจจัยใดที่มีค่า RPN เท่ากับ 1000 ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุดแสดงว่าปัจจัยดังกล่าวมีความถี่และความรุนแรงของผลกระทบสูงมาก แต่มีความสามารถในการตรวจจับปัญหาน้อย

6. <u>ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นต้นตอของการขัดข้องของเครื่องจักร</u>

ดังที่กล่าวถึงสาเหตุทั้งหมดที่ส่งผลให้เครื่องจักรเกิดการขัดข้องข้างต้น การหาสาเหตุที่เป็นต้นตอนั้นเป็นส่วนสำคัญอย่างมากในการพัฒนาระบบซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพ โดยในการค้นหาถึงต้นตอของปัญหา (Root Cause Analysis: RCA) ซึ่งการดำเนินการเพื่อกระทำกิจกรรม RCA นั้นมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการรวบรวมข้อมูลการเสียที่มีการยืนยันจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายซ่อมบำรุง
2. ระบุชิ้นส่วน และโหมดการเสีย
3. ทำการจัดลำดับความสำคัญของการเสียที่เกิดขึ้นที่ส่งผลกระทบต่อสายการผลิตเพื่อจำกัดขอบเขตในการวิเคราะห์
4. สร้างเครื่องมือในการหาต้นตอของปัญหา เช่น Failure tree diagram ,Fish bone diagram ,Failure mode and effect analysis (FMEA) หรือ Why-Why analysis
5. ตรวจสอบสาเหตุที่เป็นของปัญหาจากการวิเคราะห์แล้วทำการตัดสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ต่ำที่สุดออกจนเหลือสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นต้นตอของปัญหามากที่สุด
6. เลือกวิธีแก้ไขที่สามารถขจัดต้นตอของปัญหานั้นได้

7. <u>ดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของระบบบำรุงรักษา</u>

ดัชนีชี้วัดที่ใช้บอกถึงประสิทธิภาพของระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้อยู่ในภาคอุตสาหกรรมที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีดังต่อไปนี้

7.1. ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้อง (Mean Time Between Failure: MTBF)

เป็นดัชนีที่ใช้แสดงความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรและเป็นตัววัดประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุงโดย MTBF จะแสดงถึงช่วงระยะเวลาเฉลี่ยที่เครื่องจักรจะเสียต่อครั้งโดยถ้าเครื่องจักรมีค่า MTBF สูงเมื่อเทียบกับเวลารับภาระงานจะแสดงว่าเครื่องจักรมีความน่าเชื่อถือมากซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุงที่ดี แต่ในทางกลับกันหากค่า MTBF ต่ำเมื่อเทียบกับเวลารับภาระงานก็จะแสดงถึงความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรนั้นและประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุงนั้นต่ำโดยค่า MTBF สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

MTBF = Operating time / Number of failures สมการที่ 1

โดยที่

MTBF = ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้อง

Operating time = เวลาเดินเครื่องจักร

Number of failures = จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเกิดการชำรุด

7.2.ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยของการซ่อมเครื่องจักร (Mean Time To Repair)

เป็นดัชนีที่ใช้เพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุงโดย MTTR จะแสดงถึงช่วงเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรในแต่ละครั้งที่มีการขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้น โดยถ้า MTTR มีค่าสูงแสดงว่าระบบใช้เวลาในการซ่อมเครื่องจักรจนกลับมาใช้งานได้เฉลี่ยนานซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบซ่อมบำรุงมีประสิทธิภาพที่ไม่ดี แต่ในทางกลับกันถ้าค่า MTTR มีค่าต่ำแสดงว่าระบบใช้เวลาในการซ่อมเครื่องจักรจนกลับมาใช้งานได้เฉลี่ยน้อยซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุงที่ดีโดยค่า MTTR สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

MTTR = Breakdown time / Number of failure สมการที่ 2

โดยที่

MTTR = ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยของการซ่อมเครื่องจักร

Breakdown Time= เวลาขัดข้องของเครื่องจักร

Number of failure= จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเกิดการชำรุด

7.3.ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness)

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็นหนึ่งในวิธีการวัดประสิทธิผลของเครื่องจักรที่สามารถจำแนกถึงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้น กล่าวคือ สามารถแยกประเภทความสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุนั้น ทำให้สามารถที่จะปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียได้อย่างตรงจุด โดยถ้าเครื่องจักรหรือสายการผลิตใดมีค่าต่อ OEE สูงแสดงว่าเครื่องจักรดังกล่าวมีประสิทธิผลที่ดีการทำงานของเครื่องจักรหรือสายการผลิตเกิดความสูญเสียต่ำ ดังนั้นการปรับปรุงเพื่อให้ค่า OEE สูงขึ้นนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับระบบการผลิต โดยสุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน [8] ได้ระบุถึงความสูญเสีย 6 ชนิด (Six big loss)ที่เป็นอุปสรรคต่อการเพิ่มค่า OEEไว้ดังนี้

(1.) ความสูญเสียเวลาเนื่องจากเครื่องจักรเสีย (Breakdown)

(2.) ความสูญเสียเวลาเนื่องจากการปรับตั้งและการปรับแต่ง (Set-up and Adjustment)

(3.) ความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากเครื่องจักรหยุดเล็กน้อย และเดินเครื่องเปล่า (Idling and Minor Stoppages)

(4.) ความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากความเร็วของการเดินเครื่องช้าลง (Reduced Speed)

(5.) ความสูญเสียเนื่องจากของเสียและการแก้ไข (Defected and Rework)

(6.) ความสูญเสียเนื่องจากการเริ่มผลิตและประสิทธิภาพของเครื่องจักรลดลง (Start-up and Reduced Yield)

โดยค่า OEE นั้นจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน [9]คือ

(1.) ความพร้อม (Availability) แสดงถึงความพร้อมของเครื่องจักรที่ต้องสามารถพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลาไม่มีการเกิดเหตุขัดข้องที่ต้องหยุด

หรือทำการปรับแต่งที่ทำให้เกิดการเสียเวลาของเครื่องจักร เวลาที่เสียไปนี้คิดเป็นเวลาเสียของเครื่องจักร

(2.) อัตราสมรรถนะ(Performance Rate) เครื่องจักรต้องมีสมรรถนะ ตามข้อกำหนด(Specification)สมรรถนะที่ไม่ดีอาจเป็นเพราะเครื่องเดินสูญเปล่าหรือความเร็วในการผลิตต่ำกว่าประสิทธิภาพในสภาวะปกติ

(3.) อัตตราคุณภาพ (Quality Rate) เครื่องจักรต้องสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามข้อกำหนดโดยไม่มีของเสีย

โดยการคำนวณค่า OEE สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \qquad \text{สมการที่ 3}$$

โดยที่

Availability	คือค่าความพร้อมใช้งานเครื่องจักร
Performance Rate	คือค่าอัตราสมรรถนะ
Quality Rate	คือ ค่าอัตราคุณภาพ

จากสมการที่ 3 แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของ OEE ดังนั้นการที่ค่า OEE จะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับ 3 ตัวแปรหลักดังกล่าวซึ่งแต่ละตัวแปรมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้[10]

Availability ในตัวแปรนี้องค์ประกอบที่มีผลต่อความพร้อมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทได้แก่

การสูญเสียของอุปกรณ์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียที่ยิ่งใหญ่ที่สุดในกระบวนการผลิต การเสียของอุปกรณ์นี้นอกจากจะเป็นการเสียแบบทันทีทันใด ที่ทำให้เครื่องจักรต้องหยุดแล้ว ยังรวมถึงการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์อีกด้วย

การปรับตั้งและปรับแต่ง ซึ่งเกิดจากการหยุดการผลิตจากการซ่อม หรือจากการที่คุณภาพสินค้าที่ออกมาเริ่มพบปัญหา หรือการเปลี่ยนสินค้าที่ผลิต ทำให้ต้องมีการปรับแต่งเครื่องจักรใหม่ โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4

$$\text{Availability} = \frac{\text{Loading time} - \text{Unplanned downtime}}{\text{Loading time}}$$ สมการที่ 4

โดยที่

Availability คือค่าความพร้อมของเครื่องจักร

Loading time คือเวลาที่เครื่องจักรรับภาระ

Unplanned downtime คือเวลาที่เครื่องจักรเสียหยุดโดยไม่ได้วางแผน

ตัวอย่างของการหยุดที่ทำให้เกิดความสูญเสียความพร้อมในการใช้งาน ได้แก่

- การหยุดเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผน
- การเสียของเครื่องจักร
- การเสียจากการติดตั้งเครื่องจักร
- การเสียเนื่องจากการใช้งานไม่ถูกต้อง เช่น รับภาระมากเกินไป
- ความผิดพลาดจากการเดินเครื่อง
- การทปรับตั้งเครื่องจักรใหม่โดยไม่ได้วางแผน
- การเปลี่ยนอุปกรณ์การผลิตใหม่โดยไม่ได้วางแผน
- การทำความสะอาดเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผน
- การทดลองเดินเครื่องจักรหลังจากซ่อมเสร็จ
- การติดต่อสื่อสารระหว่างฝ่ายซ่อมบำรุงและฝ่ายผลิต
- การหยุดโดยไม่ได้วางแผนอื่นๆ

Performance Rate ตัวแปรนี้จะบ่งบอกความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรที่ทำได้เทียบกับความสามารถทางทฤษฎี ซึ่งปกติจะวัดจากจำนวนสินค้าที่ผลิตได้จริง เทียบกับสินค้าที่ควรจะผลิตในเวลาเดียวกัน หรือรอบเวลาในการผลิต

สินค้าทางทฤษฎีเทียบกับเวลาจริงที่ใช้ในการผลิตสินค้า โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5

$$\text{Performance rate} = \frac{\text{Theoretical cycle time} \times \text{Quantity of parts produced}}{\text{Operating time}}$$ สมการที่ 5

โดยที่

Performance	คือ อัตราสมรรถนะ
Theoretical cycle time	คือรอบเวลาทางทฤษฎี
Quantity of parts produced	คือจำนวนสินค้าที่ผลิตได้
Operating time	คือเวลาเดินเครื่อง

อัตราสมรรถนะที่มีค่าต่ำ มีผลมาจากความเร็วของเครื่องจักรที่ลดลงโดยมีองค์ประกอบนี้

การลดลงของความเร็วในการผลิต ซึ่งอาจมีหลายสาเหตุเช่นวัตถุดิบมีปัญหา ปัญหาจากเครื่องจักร กลัวเครื่องจักรรับภาระมากเกินไป การลดของความเร็วนั้นเป็นการเทียบระหว่างความเร็วที่เดินจริง กับความเร็วมาตรฐาน โดยจะมีการกำหนดตั้งแต่เริ่มต้น ซึ่งความเร็วนี้จะนำไปใช้ในการคำนวณหารอบเวลาทางทฤษฎี ถ้าเครื่องจักรเดินเครื่องด้วยความเร็วที่ช้าลง จะส่งผลให้ค่าเวลาของรอบเวลาการเดินเครื่องจริงที่เกิดขึ้น ใช้เวลามากกว่ารอบเวลาทางทฤษฎี จึงส่งผลทำให้อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรมีค่าต่ำลง

การเดินเครื่องเปล่าและการหยุดชะงัก การสูญเสียจากการเดินเครื่องเปล่า คือการที่เครื่องจักรเดินแต่ไม่มีผลผลิตออกมา ส่วนการหยุดชะงักคือการที่เครื่องจักรต้องหยุดเป็นช่วงๆ ในระยะเวลาสั้นๆ เช่นมีสินค้าติดในกระบวนการผลิต บางครั้งการหยุดชะงักที่ใช้เวลานานอาจถูกจำแนกเป็นเวลาสูญเสียจากเครื่องจักรเสีย ซึ่งเวลาสูญเสียนี้จะส่งผลทำให้อัตราสมรรถนะของเครื่องจักรมีค่าลดลงเช่นกัน ตัวอย่างของสาเหตุที่มีผลกระทบต่อสมรรถนะ จากการเดินเปล่า และการหยุดชะงักได้แก่

- การทดสอบเครื่องจักร การปรับแต่งจากการเปลี่ยนสินค้า
- สมรรถนะลดลงจากวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐาน

- การติดขัดของสินค้า

Quality Rate ปัจจัยนี้จะเป็นตัวบ่งบอกอัตราส่วนของสินค้าที่ได้คุณภาพเทียบกับสินค้าที่ผลิตออกมาทั้งหมด โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 6

$$\text{Quality Rate} = \frac{\text{Total unit produced} - \text{Defective unit}}{\text{Total unit produced}} \qquad \text{สมการที่ 6}$$

โดยที่

Quality rate คือ อัตราคุณภาพ

Total unit produced คือจำนวนสินค้าที่ผลิตได้

Defective unit คือจำนวนสินค้าที่ผลิตแล้วไม่ได้คุณภาพ

ซึ่งการสูญเสียด้านคุณภาพมีสาเหตุมาจาก

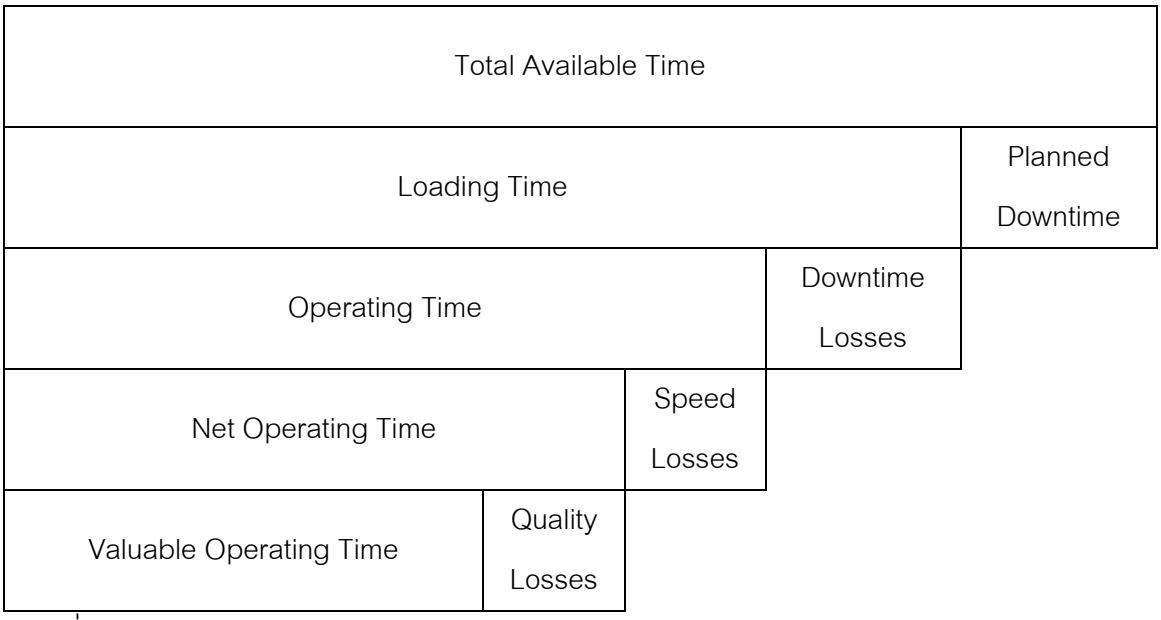
- Quality Defect คือ การสูญเสียที่เกิดขึ้นจากปัญหาหรือความผิดพลาดของเครื่องจักร ทำให้ต้องมีการทำงานซ้ำหรือแก้งาน ซึ่งส่งผลให้การใช้ทรัพยากรสูงขึ้น

- Start Up Losses คือ การสูญเสียขณะเริ่มเดินเครื่องจักรก่อนที่การผลิตจะเข้าที่ (Stabilization) ซึ่งจะมีการปรับแต่งจนกว่าคุณภาพของสินค้าจะได้ตามมาตรฐาน

ตัวอย่างการสูญเสียด้านคุณภาพ ได้แก่ การลดปริมาณการผลิตเนื่องจากการแก้งาน หรือสินค้าไม่ได้มาตรฐาน สูญเสียคุณภาพจากวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐาน เกิดการสูญเสียช่วงเริ่มต้นของการผลิต

ซึ่งองค์ประกอบของความสูญเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนของการหาค่า OEE แสดงในรูปที่ 9.1โดยถ้าไม่มีความสูญเสียเกิดขึ้นเลย เครื่องจักรจะมีเวลาพร้อมใช้งานเท่ากับเวลาที่มีอยู่ทั้งหมดที่เป็นชั่วโมงการทำงาน และเมื่อถูกหักลบเวลาของการหยุดเครื่องจักรโดยมีการวางแผนไว้ล่วงหน้า(Planned Downtime) จะได้เป็นเวลาที่เครื่องจักรรับภาระ(Loading time) เมื่อหักลบด้วยเวลาที่เครื่องจักรเสียหยุดโดยไม่ได้วางแผน() จะได้เป็นเวลาเดินเครื่องจักร(Unplanned Downtime) เพื่อทำการผลิต และเมื่อนำเอาความสูญเสียในส่วนที่ทำให้เครื่องจักรมีความเร็วใน

การผลิตลดลง(Operating Time) จะได้เป็นเวลาเดินเครื่องจักรสุทธิ(Net Operating Time) และความสูญเสียสุดท้ายคือความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตสินค้าที่ไม่ได้ตามมาตรฐานเกิดเป็นของเสีย ซึ่งความสูญเสียทุกส่วนนี้มีผลทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(Overall Equipment Effectiveness: OEE) มีค่าลดลง ดังนั้นการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียในแต่ละส่วนให้มีค่าน้อยลงจะส่งผลให้มีค่า OEE สูงขึ้น



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของความสูญเสียในการหาค่าOEE (Overall Equipment Effectiveness)

8. <u>ชนิดของเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย</u>

เครื่องจักรที่ใช้ในการขึ้นรูปและปรับแต่งชิ้นงานโลหะในอุตสาหกรรมนั้นมีมากมายหลายประเภท แต่รูปแบบเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ได้แก่

8.1.เครื่องจักรที่ขึ้นรูปโลหะด้วยวิธีการปั๊ม (Press Machine)

เครื่องปั๊มหมายถึง เครื่องจักรที่รวมแม่พิมพ์เข้าไว้ 2 แม่พิมพ์หรือมากกว่านั้น ถูกออกแบบ เพื่อขึ้นรูปวัสดุที่วางอยู่ระหว่างแม่พิมพ์ โดยที่แม่พิมพ์เคลื่อนที่เข้าหากันด้วยการใช้กำลังที่แรงไปยังวัสดุซึ่งเป็น ผลให้เกิด แรงปฏิกิริยาโต้ตอบจากแรงที่ใช้ไปยังวัสดุที่อยู่ระหว่างแม่พิมพ์

ลักษณะของเครื่องปั๊มสามารถจำแนกได้ดังนี้

(1.) จำนวนของแม่พิมพ์ที่ใช้คือ จังหวะเดี่ยว สองจังหวะ สามจังหวะ ฯลฯ

(2.) ตำแหน่งของแม่พิมพ์ที่ทำงานคือ แนวตั้ง แนวนอน แนวลาดเอียง ฯลฯ

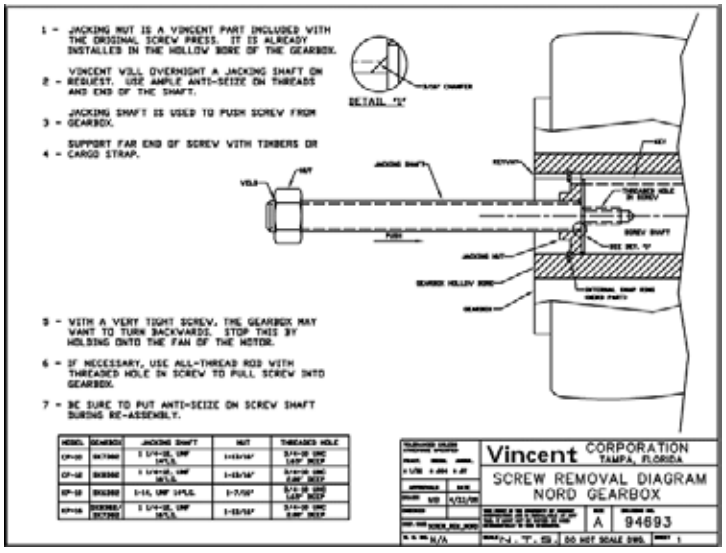
(3.) กำลังการหมุนที่ใช้ขับแม่พิมพ์คือ ด้วยระบบเครื่องกลไกหรือไฮดรอลิค

(4.) ระบบกลไกที่ใช้ขับแม่พิมพ์คือ ข้อเหวี่ยง (Crank), ข้อต่อ (Knuckle) , แรงเสียดทานของสกรู(Friction Screw) , ข้อลูกโซ่ (Link) ฯลฯ

โดยเครื่องขึ้นรูปโลหะด้วยวิธีการปั๊มในงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องปั๊มที่มีระบบกลไกที่ใช้ขับแม่พิมพ์ จากแรงเสียดทานของสกรู

8.1.1. เครื่องปั๊มระบบแรงเสียดทานของสกรู (Friction Screw Press)

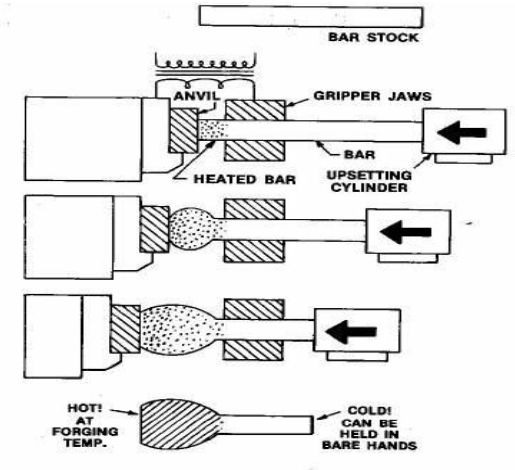
เครื่องปั๊มระบบแรงเสียดทานของสกรูจะอาศัยการถ่ายกำลังความเสียดทานร่วมกับกลไกสลักเกลียวเป็นตัวขับแกนเลื่อนในการทำงาน เครื่องปั๊มชนิดนี้มีความเหมาะสมอย่างมากสำหรับงานปั๊มแบบรวมและการปั๊มเหรียญ อีกทั้งยังสามารถใช้กับงานดัดงานขึ้นรูป และงานดึงรูดขึ้นรูปได้อีกด้วยแต่มีข้อเสียคือไม่สามารถที่จะกำหนดระยะช่วงชักของศูนย์ตายล่างได้ เป็นผลทำให้ความแน่นอนในการขึ้นรูปไม่ดี อัตราการผลิตต่ำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ผู้ปฏิบัติงานที่มีความชำนาญหรือระบบเครื่องจักรอัตโนมัติในการควบคุมการทำงานโดยแสดงตัวอย่างเครื่องจักรและการทำงานดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างเครื่องจักรและกระบวนการทำงานของเครื่องปั๊มระบบแรงเสียดทาน

8.1.2. เครื่องตีย่น (Upsetter)

เครื่องตีย่นเป็นเครื่องปั๊มแม่พิมพ์ทุบขึ้นรูปโลหะร้อนชนิดแนวนอน โดยแม่พิมพ์จะมี ลักษณะเป็นแม่พิมพ์ตัวเมีย (Female die) ผ่าแยกเป็นสองส่วน ทำให้สามารถขึ้นรูปวัสดุชิ้นงานให้ เข้าไปอยู่ระหว่างแม่พิมพ์ทั้งสอง และสามารถถอดออกได้จากแม่พิมพ์ที่ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์นั้นๆ (โดย การเพิ่มพื้นที่หน้าตัดขวาง) ในตำแหน่งทิศทางเดียวกันกับที่วัสดุถูกอัดเข้าไป โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้ จากการตีย่นจะมีพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้น ตัวอย่างกระบวนการตีย่นและรูปเครื่องตีย่นจะแสดงในภาพที่ 2.3 และ ภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.3 กระบวนการตีย่น

ภาพที่ 2.4 เครื่องตีย่น

8.2.เครื่องชุบผิวแข็ง(Hardening Machine)

การชุบผิวแข็งคือการเพิ่มความแข็งให้กับผิวชิ้นงานเพื่อเพิ่มความทนทานต่อการสึกหรอกและค่าความเค้นที่ส่งผลต่อชิ้นงาน โดยน้ำชิ้นงานที่ทำจากเหล็กกล้ามาทำให้ผิวมีความแข็งมากขึ้น ซึ่งสามารถโดยเครื่องชุบผิวแข็งที่โรงงานตัวอย่างใช้เป็นเครื่องชุบผิวแข็งแบบเหนี่ยวนำ (Induction HardeningMachine)

การชุบแข็งแบบเหนี่ยวนำนี้จะทำการให้ความร้อนผิวชิ้นงานอย่างรวดเร็วด้วยกระแสความถี่สูงทำให้ชิ้นงานมีอุณหภูมิเหนือจุดวิกฤติภายในเวลา 3- 5 วินาที แล้วทำให้เย็นตัวจากนั้นจะทำการพ่นละอองน้ำ ความลึกของผิวชุบแข็งที่ได้มีค่าประมาณ 3.2 มิลลิเมตร โดยเหล็กกล้าที่จะนำมาทำการชุบแข็งแบบเหนี่ยวนำควรมีปริมาณคาร์บอน 0.4- 0.6 % โดยรูปที่ 9.4 จะแสดงถึงตัวอย่างเครื่องชุบผิวแข็งแบบเหนี่ยวนำ

ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างเครื่องจักรชุบผิวแข็งแบบเหนี่ยวนำ

8.3.เครื่องพ่นทราย (Sand Blasting Machine)

การพ่นทรายคือ กระบวนการขัดผิวชิ้นงานด้วยเครื่องพ่นทรายโดยใช้แรงดันจากปั้มลมเป็นแรงขับเคลื่อนทรายให้ไปกระทบผิวของชิ้นงาน โดยสามารถเลือกให้ผิวของชิ้นงานหยาบหรือละเอียดได้ตามต้องการโดยการเลือกขนาดของเม็ดทรายที่ใช้โดยการพ่นทรายดังกล่าวไม่ใช่การพ่นเพื่อให้ทรายไปติดที่ผิวชิ้นงาน เป็นการเอาทรายไปขัดผิวเพื่อให้ผิวของชิ้นงานมีความละเอียดขึ้น

ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างเครื่องพ่นทราย

8.4. เครื่องกลึงซีเอ็นซี (CNC Lathe Machine)

เครื่องกลึงแบบซีเอ็นซีถูกพัฒนาจากเครื่องกลึงแบบธรรมดาโดยที่หน้าที่การทำงานหลักๆคือแปรรูปโลหะทรงกระบอกเป็นหลักโดยการ กลึง เจาะ หรือคว้านรูเพื่อผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรเครื่องยนต์ โดยการเพิ่มระบบซีเอ็นซีนั้นทำให้การกลึงมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นทั้งในด้านการผลิตและความละเอียดของชิ้นงานที่เพิ่มขึ้นจากการกลึงรูปแบบเดิมอย่างมาก โดยเครื่องกลึงแบบซีเอ็นซีมีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้

(1.) แท่นเครื่องหรือ Machine Bad โดยทั่วไปเป็นเหล็กหล่อพื้นบนเอียงลาด (Slant-Bed) ช่วยให้เศษโลหะ (Chip) ตกลงพื้นได้ง่ายและสะดวกต่อการติดตั้งชิ้นงานและอุปกรณ์อื่นๆ

(2.) แท่นแนวขวาง(Carriage Slide) เป็นแท่นสำหรับป้อมทูล (Tool Turret-เทอร์เร็ต) ให้ทูลเคลื่อนที่ในแนวขวางหรือแกน X

(3.) ป้อมทูล (Tool Turret) เป็นอุปกรณ์หรับสำหรับติดตั้งมีดตัดหรือทูล ป้อมทูลสามารถหมุนไปยังตำแหน่งทูลที่ต้องการใช้งานโดยทำการโปรแกรมจากหมายเลขทูล (Tool Number) โดยทั่วไปสามารถหมุนได้ทั้ง 2 ทิศทางและมีท่อน้ำหล่อเย็น (Coolant) พ่นไปที่ชิ้นงาน

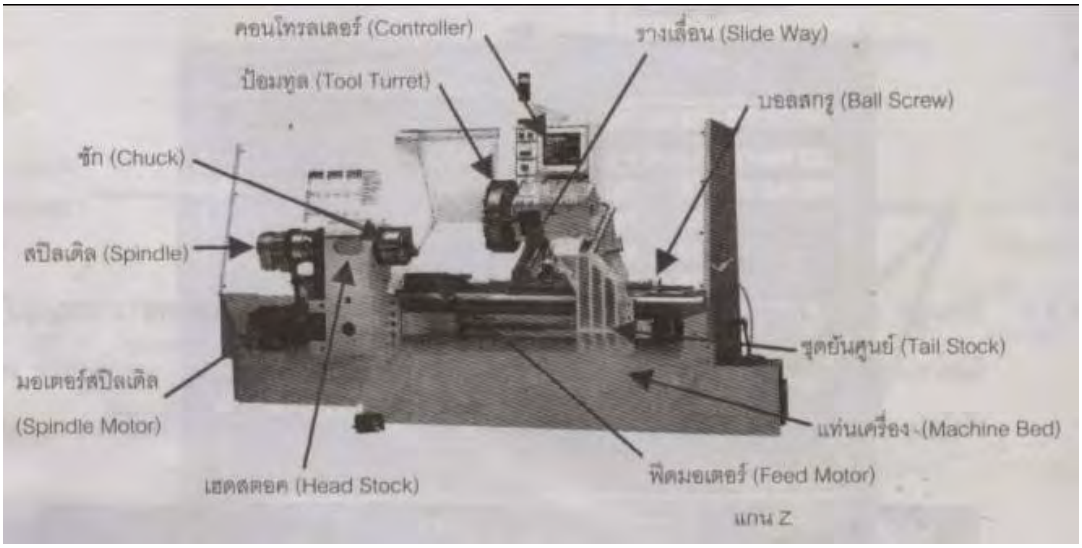
(4.) สปินเดิล (Spindle) และมอเตอร์ขับเคลื่อน (สปินเดิลมอเตอร์หรือ Spindle Motor) สำหรับหมุนชิ้นงานโดยส่งกำลังผ่านเกียร์หรือ

สายพานหรือต่อตรงกับแกนของสปินเดิลโครงสร้างที่ติดตั้งสปินเดิลมีชื่อเรียกว่าเฮดสตอค (Headstock)

(5.) อุปกรณ์ขับเคลื่อนประกอบด้วยมอเตอร์บังคับการเคลื่อนที่ในแกน X และแกน Z หรือฟีดมอเตอร์(Feed Motor) กลไกการขับเคลื่อนได้แก่ บอลสกรู (Ball Screw) และรางเลื่อน (Slide Way)

(6.) อุปกรณ์จับชิ้นงาน(Work Holding)ติดตั้งอยู่ในแนวแกนของสปินเดิล สำหรับเครื่องกลึงเรียกว่า ชัคแบบ 3 จับ (Three Jaw Chuck) โดยใช้ไฮโดรลิคในการจับชิ้นงานให้อยู่ในแนวศูนย์ของสปินเดิลได้เอง(Self-Centering) ตัวจับจำแนกได้เป็นแบบแข็ง (Hardened Jaw) และแบบอ่อน (Soft Jaw) โดยแบบแข็งใช้จับผลงานผิวหยาบมีแรงบีบจับสูงส่วนแบบอ่อนสำหรับผิวที่ผ่านการกลึงแล้วทำให้เกิดตำหนิน้อย

(7.) คอนโทรลเลอร์หรือชุดควบคุมมีคอมพิวเตอร์สำหรับการป้อนและการแก้ไขโปรแกรมและควบคุมการทำงานของเครื่อง



ภาพที่ 2.7 ส่วนประกอบของเครื่องกลึงแบบซีเอ็นซี

8.5. เครื่องเจียรซีเอ็นซี (CNC Grinding Machine)

เครื่องเจียรจะมีหน้าที่ในการลบคมหรือตัดแต่งส่วนของชิ้นงานที่ไม่ต้องการออกไปโดยการใช้ระบบซีเอ็นซีนั้นจะทำให้การเจียรมีประสิทธิภาพมากขึ้นทั้งในด้าน

การผลิตและความละเอียดของชิ้นงานที่เพิ่มขึ้นจากการกลึงรูปแบบเดิมอย่างมาก โดยเครื่องเจียรแบบซีเอ็นซีมีส่วนประกอบหลักๆดังนี้

(1.) มอเตอร์ (Motor)เป็นต้นกำลังที่ทำให้ล้อหมุน มอเตอร์เครื่องเจียรนัยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะใช้กระแสไฟฟ้า 220 โวลต์ มอเตอร์เครื่องเจียรนัยลับมือแตกต่างจากเครื่องเจียระไนอื่น คือ จะมีแกนเพลาสำหรับจับยึดล้อหินเจียรนัยที่ยื่นมา 2 ข้าง ความเร็วรอบของมอเตอร์โดยทั่วไปจะมีความเร็วรอบ 2,850 รอบต่อนาที

(2.) สวิตซ์เครื่อง (Switches)สวิตซ์เครื่องเจียระไนลับมือ มี 2 แบบ คือ แบบคันโยกและแบบกดค้างตำแหน่ง เปิด-ปิด ซึ่งแสดงเป็นสัญญาลักษณ์ ON-OFF ไว้

(3.) ล้อหินเจียระไน (Grinding Wheels)มีอยู่ 2 ชนิด คือ ล้อหินหยาบและล้อละเอียด ล้อหินหยาบจะอยู่ด้านขวามือ ล้อหินละเอียดอยู่ด้านซ้ายมือซึ่งล้อหินเจียระไน ประกอบด้วย เม็ดหิน รูพรุน ตัวประสาน ปลอกรองรับเพลา ในการเลือกใช้ล้อหินเจียระไนชนิดต้องเลือกล้อหินเจียระไนให้ตรงกับชนิดของมีดตัดที่จะนำมาลับ เพราะวัสดุทำมีดตัดมีหลายชนิด เช่น มีดกลึงเหล็กรอบสูง มีดกลึงคาร์ไบด์ หรือมีดเล็บ การเลือกล้อหินเจียระไนลับคมตัดต้องคำนึงถึงขนาดของล้อหินเจียระไน ระบุให้ใช้กับล้อหินขนาดเท่าใดยกตัวอย่างเช่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตนอกของล้อหินเจียระไนความหนาของล้อหินเจียระไนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางรูในของล้อหินเจียระไน เป็นต้น

(4.) แท่นรองรับงาน (Tool Lest)ทำจากเหล็กหล่อ หรือเหล็กเหนียว ใช้รองรับชิ้นงานขณะเจียระไน แท่นรองรับงานประกอบติดกับเครื่องเจียระไน ห่างจากเส้นผ่าศูนย์กลางล้อหิน ประมาณ 3 มิลลิเมตร เพื่อไม่ให้ชิ้นงานหลุดเข้าไปงัดล้อหิน ซึ่งจะเกิดอันตรายได้

(5.) แผ่นยึดกระจกนิรภัย (Safety Glass)ทำด้วยเหล็กเหนียวใช้สำหรับจับยึดกระจกนิรภัยสามารถปรับขึ้นลงได้ กระจกนิรภัยใช้สำหรับป้องกันเศษหินเจียระไนกระเด็นเข้าตา

(6.) แผ่นประกบกับล้อหิน (Flange)ใช้สำหรับบีบประกบล้อหินทั้ง 2 ข้าง เพื่อช่วยลดการสะบัดเนื่องจากการหมุนของล้อหิน แผ่นประกบมีลักษณะเป็นรูปจานกลมทำจากเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียว

(7.) โต๊ะรับงาน (Table)ใช้สำหรับวางชิ้นงานเล็ก ๆ หลังจากเจียระไนชิ้นงานเสร็จแล้ว หรือ ใช้วางชิ้นงานก่อนการเจียระไน

(8.) ถังน้ำหล่อเย็น(cool tank)ใช้สำหรับใส่น้ำหล่อเย็น เพื่อช่วยลดความร้อนของชิ้นงานขณะเจียระไน

(9.) ฐานเครื่อง (Base)มีหน้าที่รองรับส่วนต่าง ๆ ของเครื่องทั้งหมด ฐานเครื่องทำจากเหล็กหล่อ

(10.) ฝาครอบล้อหินเจียระไน (Wheel Guard) เป็นฝาครอบล้อหินเจียระไนทั้งสองข้างเพื่อป้องกันอันตรายจากล้อหินเจียระไน ส่วนใหญ่จะทำด้วยเหล็กเหนียวขึ้นรูป

ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างเครื่องเจียรแบบซีเอ็นซี

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. <u>การวางแผนการบำรุงรักษา</u>

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นหนึ่งในรูปแบบกิจกรรมของการบำรุงรักษาที่มีจุกประสงค์เพื่อป้องกันมิให้เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องระหว่างดำเนินงาน โดยในปี 2533ชัยยศ วัชรอยู่ [11]ได้ทำการศึกษาและปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงของโรงงานทอผ้าขนาดกลางเพิ่มเพิ่มผลผลิต จากการศึกษาระบบการซ่อมบำรุงเดิมของโรงงานพบว่าระบบการซ่อมบำรุงส่วนใหญ่ดำเนินไปอย่างขาดมาตรฐานและการวางแผนที่ดี โดยจะทำการซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุดเท่านั้น ผู้วิจัยจึงได้จัดวางระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันจากการวางแผนและกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงานที่เหมาะสม ซึ่งผลที่ได้ทำให้โรงงานตัวอย่างลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่อหน่วยผลิตลงได้อย่างมีนับสำคัญ ต่อมาในปี 2539พงศกร แสงผ่องแผ้ว[12]ได้ทำการวิจัยโดยวิเคราะห์ถึงสาเหตุขัดข้องของเครื่องจักรและสาเหตุความล่าช้าในการซ่อมเครื่องจักร และนำเสนอแนวทางในการป้องกันการชำรุดของเครื่องจักรและลดความล่าช้าในการซ่อมเครื่องจักร ในโรงงานผลิตโช้กอัป ซึ่งสาเหตุของการขัดข้องเครื่องจักรเกิดจากการขาดการบำรุงรักษาที่ดี การเสื่อมสภาพของเครื่องจักร และการใช้เครื่องจักรไม่ถูกวิธี การซ่อมเครื่องจักรไม่ดี และการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ไม่ได้มาตรฐาน โดยได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงป้องกันการชำรุดของเครื่องจักรดังนี้ การจัดโครงสร้างองค์กร การกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ การจัดทำรหัสเครื่องจักร การจัดทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และจัดทำระบบสารสนเทศเพื่อจัดการงานซ่อมบำรุงโดยในปี 2543 ดนัย สาหร่ายทอง[1] ได้ทำการศึกษาและสร้างขั้นตอนการวิเคราะห์เหตุขัดข้องของเครื่องจักร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ โดยศึกษาขั้นตอนวิเคราะห์ของเครื่องจักรโดยใช้เครื่องมือในการค้นหาต้นตอของปัญหา จัดระเบียบข้อมูลการขัดข้อง และนำเสนอวิธีการปรับปรุง จนนำไปสู่การสร้างแผนปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน โดยวัดประสิทธิภาพของแผนการซ่อมบำรุงที่ทำการปรับปรุงจากช่วงเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดการขัดข้อง (MTBF) และ ค่าเปอร์เซ็นต์ความพร้อมทำงาน จากการวัดผลพบว่า เครื่องจักรที่มีการใช้แผนซ่อมบำรุงใหม่มีช่วงเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดเหตุขัดข้องยาวนานขึ้น และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความพร้อมทำงานเพิ่มขึ้น ต่อมา วิฑูรย์ นะเอ้ย [13] ได้หาแนวทางในการปรับปรุงการบำรุงรักษาของโรงงานผลิตไฟฟ้าในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ โดยวิเคราะห์กิจกรรมที่เกิดขึ้นในกิจกรรมการบำรุงรักษา หลังจากนั้นปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (CM) , การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM) และ การบำรุงรักษาเมื่อเกิดความเสียหาย (BM) โดยใช้การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (AM) และ 5ส มาร่วมเป็นกิจกรรมในการปรับปรุงการบำรุงรักษาด้วย ทำ

ให้ข้อเรียกร้องทางด้านสิ่งแวดล้อมลดลง , ประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (CM) สูงขึ้น , ปริมาณใบงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (CM) คงค้างลดลง , เวลาหยุดเครื่องจักรแบบไม่ได้วางแผนลดลง และ ต้นทุนการบำรุงรักษาลดลง

2. <u>การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ</u>

ในภาคอุตสาหกรรมมีเทคนิค FMEA ที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาอยู่ 2 รูปแบบ คือ Design FMEA และ Process FMEA ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาในส่วน PFMEA เป็นหลัก โดย เทพประสิทธิ์ ไพฑูรย์วิสุทธิญาณ [7]ได้ทำการวิจัยเพื่อลดของเสียกระบวนการผลิตผ้าหลังคารถยนต์โดยเทคนิควิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต PFMEAโดยทำการรวบรวมจำนวนของเสียทั้งหมดและจำแนกตามชนิดข้อบกพร่องที่ จากนั้นนำมาคัดเลือกข้อบกพร่องที่ต้องนำมาแก้ไขโดยใช้เทคนิคพาเรโตจากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุโดยใช้แผนภาพสาเหตุและผลและเทคนิค FMEA โดยพิจารณาข้อบกพร่องที่มีค่าแสดงลำดับความเสี่ยงมากกว่า 100 คะแนน เพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขและปรับปรุง โดยจากการปรับปรุงพบว่าสามารถลดจำนวนสัดส่วนของเสียเฉพาะข้อบกพร่องที่พิจารณาได้ 59.51% ทำให้สัดส่วนของเสียลดลงซึ่งสามารถลดมูลค้าความสูญเสียได้ประมาณ 57.11%

3. <u>การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบในงานบำรุงรักษา</u>

ในปี 2540 พรสวรรค์ ภูยาธร[12] ได้นำระบบการวิเคราะห์ถึงผลกระทบของปัญหา FMEA มาใช้ในวิเคราะห์ข้อมูลเหตุขัดข้องของเครื่องจักรเพื่อปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันในโรงงานผลิตวงจรรวมเพื่อเพิ่มระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้องและลดเปอร์เซนต์ของระยะเวลาการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร จากนั้นทำการดำเนินการแก้ไขเหตุขัดข้องของเครื่องจักร โดยจัดทำแผนการบำรุงรักษารายปี แผนการบำรุงรักษาราย 5 ปี การจัดระบบสำรองอะไหล่เครื่องจักร และการจัดระบบเอกสารในงานบำรุงรักษา โดยเครื่องจักรที่เลือกมาทำการวิเคราะห์ได้แก่ เครื่อง ดรายเออร์ และเครื่องคอมเพรสเซอร์ต่อมาในปี 2543พลาวุธ วงศ์วิวัฒน์ [14] ได้นำแนวคิดของ พรสวรรค์ ภูยาธร [15] เกี่ยวกับการทำ FMEA มาใช้ในงานวิจัยเพื่อปรับปรุงพัฒนาระบบซ่อมบำรุงและสร้างระบุซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าสำหรับโดยทำการศึกษาเฉพาะแผนก ERL ซึ่งเป็นแผนกผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ในเตาไมโครเวฟ โดยทำการปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงของหน่วยงานปัจจุบัน สร้างระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยสนับสนุนงานซ่อมบำรุง โดยหลังจากการปรับปรุงพบว่า เวลาสูญเสียเฉลี่ยจากการหยุดทำงานของเครื่องจักรทั้งหมด ลดลง

เดิม 39.73% ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของการผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 5.90%จากนั้น Kadir Cicek ,Hasan H. Turan ,Y.Ilker และ M.Nahit Searslan[16] ได้ทำการวางแผนการบำรุงเชิงป้องกันโดยอิงจากความเสี่ยงสำหรับระบบน้ำมันบนเรือด้วยเทคนิค FMEA เพื่อทำการค้นหาและจัดลำดับสาเหตุที่อันตรายเพื่อที่จะสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยทำการสร้างปัจจัยในการคำนวณ RPN ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ Severity Occurrence และ Detectability โดยจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FMEA จึงทำให้สามารถระบุได้ว่าชิ้นส่วนในเครื่องจักรใดที่จำเป็นต้องมีระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน นอกจากนี้ยังมีการใช้ FMEA กับงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในศูนย์การแพทย์ โดย Zacarias De lemos[17] ได้ทำการสร้างระบบข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บ และติดตามความถี่ของการเสีย ซึ่งจะนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FMEA และสถิติ มาใช้ในการจัดการเพื่อสร้างระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน เพื่อลดความถี่ของการขัดข้องของเครื่องมือซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการบำรุงรักษา นอกจากนี้ยังมีการใช้เปรียบเทียบเทคนิคในการวิเคราะห์ปัญหาระหว่าง FMEA และ FTA โดย Rodrigo de Queiroz Souza[18] นำเทคนิค FMEA และเทคนิค FTA ไปใช้ในการบำรุงรักษามุ่งเน้นความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง กรณีศึกษาใบพัดไฮโดรลิก พบว่าข้อดีของเทคนิค FMEA คือสามารถจำแนกโหมดการเสียได้อย่างครบถ้วน โดยทำให้ทราบถึงความรุนแรง โอกาสที่จะเกิดการเสียนั้นและความยากง่ายในการตรวจจับ ส่วน FTA มีข้อดีที่ทำให้ทราบถึงลำดับขั้นของการเกิดสาเหตุนั้นๆอีกทั้งยังเป็นวิธีที่สามรถกระทำได้ง่ายกว่าเทคนิค FMEA ในการระบุความผิดพลาดของเครื่องจักร

บทที่ 3
แนวคิดของงานวิจัย

จากการวิเคราะห์สาเหตุดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 1 พบว่าโรงงานตัวอย่างสาเหตุของปัญหาดังนี้

(1.) ขาดระบบการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์เพื่อวางแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

(2.) ขาดเอกสารประกอบขั้นตอนการทำงาน และเอกสารควบคุมการทำงานซึ่งเป็นมาตรฐานการทำงาน

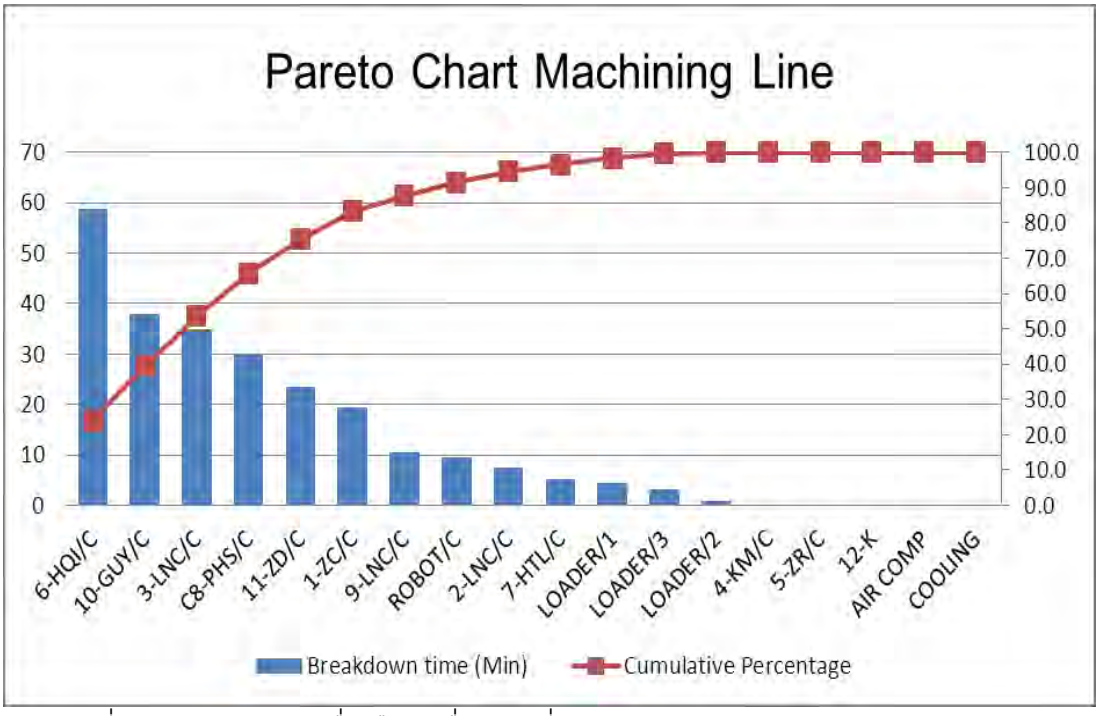
ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงภาพรวมในการดำเนินการศึกษาว่ามีขั้นตอนปฏิบัติอย่างไรซึ่งจะเป็นการสร้างความเข้าใจถึงจุดหมายของการศึกษานี้ ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

3.1 การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

ขั้นตอนนี้จะทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อทำการหาสาเหตุของปัญหาโดยการรวมรวมข้อมูลย้อนหลังจากแผนกซ่อมบำรุงของบริษัทซึ่งประกอบด้วย เวลาขัดข้อง เวลารับภาระงาน ความถี่ของการหยุดจำนวนของเสีย และรอบการผลิตของผลิตภัณฑ์ ของในแต่ละสายการผลิตเพื่อนำมาคำนวณดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของระบบซ่อมบำรุง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้อง ระยะเวลาเฉลี่ยของการซ่อมเครื่องจักรและค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

จากข้อมูลขั้นต้นที่ทำการรวบรวมได้จะนำไปสู่การระบุถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิตดังที่กล่าวไว้ข้างต้นแต่ละสายการผลิตจะมีระบบการผลิตแบบต่อเนื่องซึ่งมีเครื่องจักรที่ทำหน้าที่แตกต่างกันดังนั้นหากเครื่องจักรเครื่องใดเกิดเหตุขัดข้องก็จะส่งผลให้สายการผลิตหยุด ดังนั้นในการที่จะสามารถระบุปัญหาให้ชัดเจนยิ่งขึ้นได้นั้นจะต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมถึงเวลาและความถี่ที่เครื่องจักรแต่ละเครื่องในสายการผลิตขัดข้อง โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการจัดลำดับเพื่อเลือกเครื่องจักร 3 ลำดับแรกที่ส่งผลกระทบต่อสายการผลิตมากที่สุด

สายการผลิต Machining ซึ่งมีเครื่องจักรจำนวน 18 เครื่องจักร มีเวลาสายการผลิตขัดข้องซึ่งเกิดจากผลกระทบของแต่ละเครื่องจักรในสายการผลิต โดยเวลาที่แต่ละเครื่องจักรขัดข้องในปี 2554 ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การวิเคราะห์เพื่อเลือกเครื่องจักรที่จะนำมาแก้ปัญหาในสายการผลิต Machining

จากภาพที่ 3.1 พบว่าเครื่องจักรที่ส่งผลกระทบต่อสายการผลิตสูงสุด 3 เครื่องจักรแรกคือ เครื่องจักร 6-HQI/C 10GUY-C/C และ3-LNC/C จึงทำการวิเคราะห์ค่า MTBF และMTTR ของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องเพื่อวัดประสิทธิภาพในการซ่อมบำรุง โดยค่า MTBF MTTR เวลารับภาระงานของเครื่องจักร ความถี่ เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง ในแต่ละเดือนและค่าเฉลี่ย MTBF และ MTTR ของแต่ละเครื่องจักรต่อเดือนในช่วงเวลาระยะหนึ่งปี จะแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่า MTBF และ MTTR เวลารับภาระงานของเครื่องจักร ความถี่ เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง ในแต่ละเดือน และค่าเฉลี่ย MTBF และ MTTR ของแต่ละเครื่องจักรต่อเดือนในช่วงระยะเวลาหนึ่งปี

Month	Loadtime	6-HQI/C				10GUY-C/C				3-LNC/C			
		BD(Min)	F	MTBF(Hr)	MTTR(Min)	BD(Min)	F	MTBF(Hr)	MTTR(Min)	BD(Min)	F	MTBF (Hr)	MTTR(Min)
Jan	533	1065	7	76	152.14	698	3	173.63	232.67	30	1	532	30.00
Feb	530	788	9	59	87.56	630	3	173.29	210.00	280	2	262	140.00
Mar	574	1325	15	38	88.33	230	4	142.65	57.50	170	2	285	85.00
Apr	387	225	5	77	45.00	700	2	187.63	350.00	60	1	385	60.00
May	468	1035	12	39	86.25	130	2	232.92	65.00	410	3	153	136.67
Jun	545	370	6	91	61.67	120	1	543.43	120.00	325	3	180	108.33
Jul	528	435	3	176	145.00	130	2	262.91	65.00	0.00	0	-	-
Aug	547	400	7	78	57.14	0	0	-	-	80	1	545	80.00
Sep	542	270	3	181	90.00	90	1	540.85	90	120	2	270	60.00
Oct	318	520	7	45	74.29	280	2	313.18	140	90	1	316	90.00
Nov	423	500	6	70	83.33	0	0	-	-	250	2	209	125.00
Dec	461	320	7	66	45.71	125	2	229.20	62.50	20	1	460	20.00
			MEAN	83	84.70		MEAN	279	139		MEAN	327	86.81
			SD	45	32.57		SD	146	96		SD	136	37

3.2 การศึกษาคู่มือเครื่องจักร

เมื่อทำการเลือกเครื่องจักรที่จะเข้าไปทำการแก้ไขปัญหาได้แล้ว ขั้นตอนต่อมาจะดำเนินการโดยทำการศึกษาคู่มือของเครื่องจักรนั้นๆ เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องจักรว่า มีส่วนประกอบใดบ้าง และแต่ละส่วนประกอบมีขั้นตอนการทำงานอย่างไร เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับช่วยในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องจักร

3.3 รวบรวมข้อมูลรายละเอียดการเสียของเครื่องจักร

ขั้นตอนนี้จะทำการรวบรวมข้อมูลการเสียทั้งหมดของเครื่องจักรย้อนหลังเป็นเวลา 1 ปีซึ่งรายละเอียดของข้อมูลที่เก็บจะประกอบไปด้วย

(1.) จำนวนครั้งที่เครื่องจักรขัดข้อง

(2.) ระบุชิ้นส่วนที่ส่งผลให้เครื่องจักรขัดข้องในแต่ละครั้ง

(3.) รูปแบบของการขัดข้อง

(4.) สาเหตุที่ทำให้เกิดการขัดข้อง

(5.) ผลกระทบที่เกิดจากการขัดข้อง

ซึ่งบทบาทของผู้วิจัยในการเก็บข้อมูลนั้นจะทำการสร้างตารางในการเก็บข้อมูลโดยให้เจ้าหน้าที่ในฝ่ายผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุงเป็นผู้กรอกข้อมูล

3.4 การจัดลำดับชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องจักร

การกำหนดชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องจักรจะนำข้อมูลที่ทำการศึกษาและรวบรวมในขั้นตอนที่10.2 และ 10.3 มาทำการวิเคราะห์ในการจัดลำดับ ด้วยเทคนิค FMEA ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ [6]

(1.) ทำการระดมสมองเพื่อกำหนดแนวโน้มของรูปแบบการขัดข้อง และแนวโน้มของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแต่ละรูปแบบการขัดข้อง

(2.) ทำการประเมินตัวเลขของปัจจัยความรุนแรงของแต่ละรูปแบบการขัดข้อง (Severity)โดยการระดมสมองและวิเคราะห์สถิติข้อมูลย้อนหลังที่รวบรวมได้

(3.) ทำการประเมินตัวเลขของปัจจัยโอกาสในการเกิดสาเหตุ(Occurrence) จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรที่มีสาเหตุมาจากชิ้นส่วนในแต่ละชิ้นส่วนมาทำการกำหนด ค่า Possible failure rate

(4.) ทำการประเมินตัวเลขปัจจัยความสามารถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง(Detection) โดยการระดมสมอง

(5.) ทำการคำนวณค่า RPN ซึ่งเกิดจากผลคูณของตัวเลขที่ประเมินได้ในข้อ 2-4

โดยการสร้างเกณฑ์การคะแนนในแต่ละปัจจัยซึ่งได้แก่ ปัจจัยความรุนแรงของแต่ละรูปแบบการขัดข้องปัจจัยโอกาสในการเกิดสาเหตุ และปัจจัยความสามารถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง มีรายละเอียดดังนี้

ปัจจัยความรุนแรงของแต่ละรูปแบบการขัดข้อง(Severity)

ปัจจัยนี้จะแสดงถึงความรุนแรงของผลกระทบจากข้อบกพร่องที่กำหนด โดยผลกระทบที่จะนำมาวิเคราะห์ ให้คะแนนขนาดของความรุนแรงในปัจจัยนี้จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนได้แก่ เวลาที่เครื่องจักรหยุด และ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมเครื่องจักร

เวลาที่เครื่องจักรหยุด ในส่วนนี้จะสะท้อนถึงผลกระทบเมื่อเครื่องจักรเกิดการเสียต่อสายการผลิต เวลาที่บันทึกจะเป็นเวลาหยุดเพื่อซ่อมเครื่องจักร โดยข้อมูลที่บันทึกจะบันทึกหลังจากการรับแจ้งเมื่อซ่อมเสร็จ การสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความรุนแรงของปัจจัยย่อยนี้จะใช้ข้อมูลของช่วงเวลาในการซ่อมของแต่ละชิ้นส่วนในระยะเวลา 1 ปี มาวิเคราะห์ โดยการวิเคราะห์เพื่อสร้างเกณฑ์การให้คะแนนดังกล่าว นอกจากนี้จะมีการนำค่าใช้จ่ายในการซ่อมเครื่องจักรมาเป็นอีกส่วนประกอบในการวิเคราะห์ โดยในส่วนนี้จะสะท้อนถึงความรุนแรงในด้านต้นทุนเมื่อเครื่องจักรเสีย โดยเกณฑ์การให้คะแนนจะทำการระดมสมองพนักงานในแผนกซ่อมบำรุงได้แก่ ผู้จัดการแผนก หัวหน้าแผนก และช่าง เพื่อให้เกณฑ์ที่ได้มีความแม่นยำมากที่สุดโดยเกณฑ์

การให้คะแนนนั้นจะใช้ค่าสเกลตั้งแต่ 1 – 10ซึ่งเรียงลำดับจากผลกระทบของการเสีย ที่ส่งผลต่อสายการผลิต รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนแสดงดังในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความรุนแรงของปัญหา(Severity)

เกณฑ์ : ความรุนแรงของผลกระทบ	**ระดับ**
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 3 ชั่วโมง หรือมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเกิน 50% ของงบประมาณในการซ่อมบำรุงต่อเดือน	10
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 2 ชั่วโมง แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ชั่วโมงและมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเกิน 20% ของงบประมาณในการซ่อมบำรุงต่อเดือน	9
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 2 ชั่วโมง แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ชั่วโมง	8
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 1 ชั่วโมง แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมงและมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเกิน 20% ของงบประมาณในการซ่อมบำรุงต่อเดือน	7
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 1 ชั่วโมง แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง	6
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 30 นาที แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมงและมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเกิน 20% ของงบประมาณในการซ่อมบำรุงต่อเดือน	5
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดมากกว่า 30 นาที แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง	4
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 นาที และมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเกิน 20% ของงบประมาณในการซ่อมบำรุงต่อเดือน	3
การเสียหายที่เกิดขึ้นส่งผลให้เครื่องจักรหยุดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 30 นาที	2
ไม่มีผลกระทบต่อสายการผลิต	1

ปัจจัยความสามารถในการตรวจจับลักษณะข้อบกพร่อง (Detection)

ปัจจัยนี้จะแสดงถึงความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยเกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยนี้จะใช้สเกลคะแนนตั้งแต่ 1 -10 ซึ่งการสร้างเกณฑ์จะทำการศึกษาจาก AIAG และ Failure Mode and Effect Analysis 4th Edition และนำมาทำการปรับเพื่อให้สอดคล้องกับระบบในโรงงานตัวอย่าง โดยจะเรียงลำดับความสามารถในการตรวจจับจากมากไปหาน้อย การให้คะแนนในปัจจัยนี้จะทำการจัดเสวนาเพื่อวิเคราะห์ระบบการตรวจจับที่ใช้ในปัจจุบันและความสามารถในการตรวจจับของระบบเพื่อทำการให้คะแนนในแต่ละปัญหา โดยผู้ร่วมเสวนาคือหัวหน้าฝ่ายซ่อมบำรุง พนักงานและช่างในแผนกซ่อมบำรุงที่ผ่านการอบรมการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ซึ่งจะส่งผลให้การให้คะแนนในส่วนนี้เป็นไปตามมาตรฐานของการอบรม รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนแสดงดังในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ(Detection)

การควบคุม	ความเป็นไปได้ของการควบคุม	ระดับ
เกือบจะเป็นไปไม่ได้	การควบคุมไม่สามารถตรวจหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้ หรือ ไม่มีการควบคุม	10
น้อยมาก	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้น้อยมาก	9
น้อย	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้น้อย	8
ต่ำมาก	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้ต่ำมาก (	7
ต่ำ	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้ต่ำ	6

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ(Detection) (ต่อ)

การควบคุม	ความเป็นไปได้ของการควบคุม	ระดับ
พอสมควร	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้พอสมควร	5
สูงพอสมควร	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้สูงพอสมควร	4
สูง	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้สูง	3
สูงมาก	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้สูงมาก	2
เกือบสมบูรณ์	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้เกือบสมบูรณ์	1

ที่มา: Automotive Industry Action Group (AIAG) และ Failure Mode and Effect Analysis 4th Edition

ปัจจัยโอกาสในการเกิดสาเหตุ (Occurrence)

ปัจจัยนี้จะแสดงถึงความเป็นไปได้ของชิ้นส่วนในเครื่องจักรที่จะเกิดการเสีย โดยการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยนี้จะนำข้อมูลความถี่การเสียของเครื่องจักรซึ่งเกิดจากแต่ละชิ้นส่วนในระยะเวลา 1 ปี มาทำการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดกรณีการเสียโดย คำนวณจากช่วงเวลาที่เกิดการเสีย นำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาโอกาสการเกิดปัญหาในหน่วย 1 ครั้งต่อจำนวนชั่วโมง ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนจะใช้สเกลตั้งแต่ 1 – 10 โดยเรียงลำดับโอกาสในการเกิดจากน้อยไปหามาก รายละเอียดเกณฑ์การให้คะแนนแสดงดังในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดปัญหา(Occurrence)

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาด	**ระดับความเป็นไปได้ของความผิดพลาด**	**ระดับ**
สูงมาก: เกิดจากความล้มเหลวบ่อยมาก	เครื่องจักรขัดข้อง >1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 1000 ชั่วโมง (มากกว่า 0.001)	10
	เครื่องจักรขัดข้อง >1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 1500 ชั่วโมง(มากกว่า 0.000667) แต่ ≤ 1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 1000 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ0.001)	9
สูง: เกิดความล้มเหลวถี่	เครื่องจักรขัดข้อง >1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 2000 ชั่วโมง(มากกว่า 0.0005) แต่ ≤ 1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 1500 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ0.000667)	8
	เครื่องจักรขัดข้อง >1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 2500 ชั่วโมง(มากกว่า 0.0004) แต่ ≤ 1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 2000 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ0.0005)	7

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดปัญหา(Occurrence) (ต่อ)

ความน่าจะเป็นของความผิดพลาด	**ระดับความเป็นไปได้ของความผิดพลาด**	**ระดับ**
พอสมควร: เกิดความล้มเหลวเป็นครั้งคราว	เครื่องจักรขัดข้อง >1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 3000 ชั่วโมง(มากกว่า 0.000333) แต่ ≤ 1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 2500 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ0.0004)	6
	เครื่องจักรขัดข้อง >1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 3500 ชั่วโมง(มากกว่า 0.000286) แต่ ≤ 1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 3000 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ0.000333)	5
	เครื่องจักรขัดข้อง >1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 4000 ชั่วโมง(มากกว่า 0.00025) แต่ ≤ 1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 3500 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ0.000286)	4
ต่ำ: เกิดความล้มเหลวน้อยครั้ง	เครื่องจักรขัดข้อง >1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 4500 ชั่วโมง(มากกว่า 0.000222) แต่ ≤ 1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 4000 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ0.00025)	3
	เครื่องจักรขัดข้อง >1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 5000 ชั่วโมง(มากกว่า 0.0002) แต่ ≤ 1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 4500 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ0.000222)	2
แทบไม่เกิด : ความล้มเหลวไม่น่าจะเกิดขึ้นเลย	เครื่องจักรขัดข้อง ≤ 1ครั้งในชั่วโมงการทำงาน 5000 ชั่วโมง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0002)	1

จากปัจจัยทั้ง 3 อย่างจะนำมาให้น้ำหนักในแต่ละปัจจัยโดยมีงานวิจัยหลายงานวิจัยที่มีการนำแนวความคิดของการประเมินความเสี่ยงมาผนวกเข้ากับ FMEA เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการเลือกปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสายการผลิต [19], [20] โดยการให้คะแนนแต่ละปัจจัยนั้นจะคำนึงจากความสอดคล้องของกระบวนการผลิต โดยส่วนใหญ่จะให้ค่าน้ำหนักกับปัจจัยความรุนแรงต่อระบบการผลิตเป็นปัจจัยที่มีความเสี่ยงต่อกระบวนการผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือปัจจัยโอกาสในการเกิดสาเหตุ และสุดท้ายปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ แต่จากการประเมินข้อมูลรูปแบบการเสียหายและสาเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมด พบว่าควรให้น้ำหนักความสามารถในการตรวจจับมากกว่าโอกาสในการเกิดสาเหตุ เนื่องจากการเสียหายที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่นั้นเกิดมาจากระบบการตรวจจับนั้นยังไม่มีประสิทธิภาพพอ ดังนั้นความเสี่ยงที่เกิดขึ้นหากปัญหาไม่มีระบบที่มีความสามารถในการตรวจจับจึงส่งผลกระทบต่อสายการผลิตมากกว่า โอกาสในการเกิดปัญหาที่ยังสามารถใช้กรรมวิธีทางสถิติในการกำหนดคาบเวลาในการเกิดทำการป้องกัน ดังนั้นค่าน้ำหนักที่ให้จึงมีลำดับดังนี้คือ ปัจจัยความรุนแรงต่อระบบการผลิตเป็นปัจจัยที่มีความเสี่ยงต่อกระบวนการผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ และสุดท้ายคือปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดสาเหตุ

การกำหนดค่าน้ำหนักในแต่ละปัจจัยจะมีการลงความเห็นภายในแผนกซ่อมบำรุงของบริษัทเพื่อให้การถ่วงน้ำหนักในแต่ละปัจจัยมีความเหมาะสมกับระบบในการผลิตมากที่สุด โดยจะใช้วิธี Partial Average รายละเอียดค่าน้ำหนักแสดงดังในตารางที่ 3.5

น้ำหนักที่ได้จากการกำหนดโดยวิธี Partial Average จะนำไปใช้เป็นตัวคูณกับคะแนนในแต่ละปัจจัยของปัญหา ซึ่งจะช่วยในการวิเคราะห์จัดลำดับเลือกปัญหาที่ควรนำไปแก้ไขก่อน ในกรณีที่ปัญหาแต่ละปัญหามีค่า RPN เท่ากัน โดยจะเทียบจากค่า Severity หลังการคูณน้ำหนัก หากยังมีค่าเท่ากับ จะทำการเปรียบเทียบด้วยค่า Detection หลังการคูณน้ำหนัก และสุดท้ายจะทำการเปรียบเทียบด้วยค่า Occurrence หลังการคูณน้ำหนัก

ตารางที่ 3.5 การให้ค่าน้ำหนักแต่ละปัจจัย

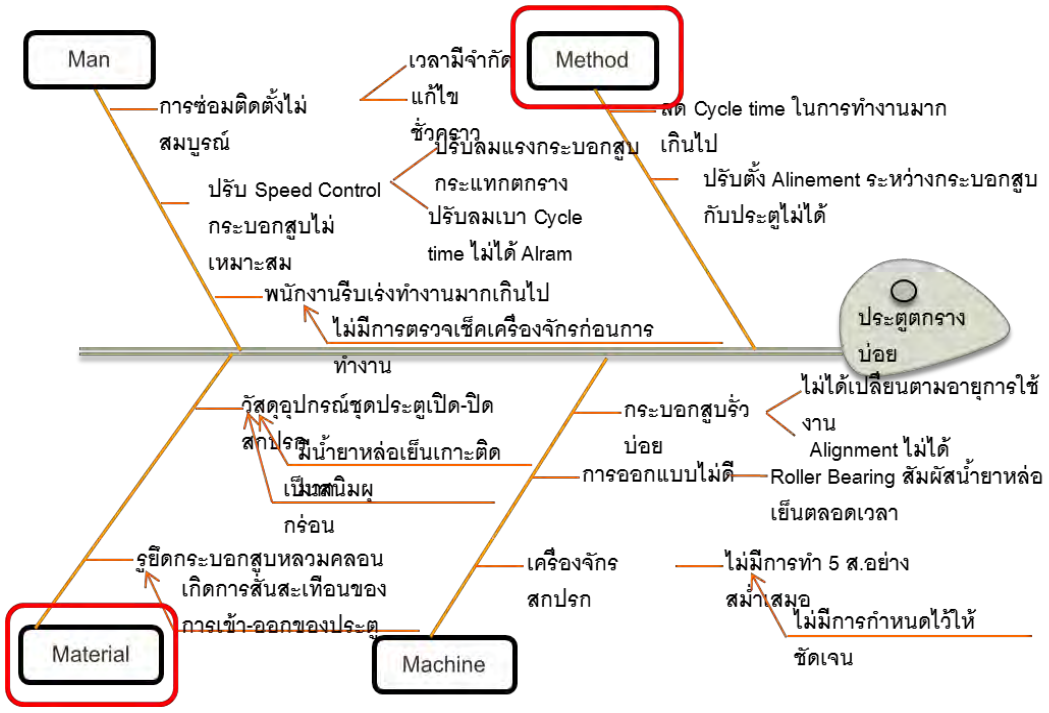
ปัจจัยสำหรับการวิเคราะห์ FMEA	ค่าน้ำหนัก
ปัจจัยด้านความรุนแรงของปัญหา (Severity)	1
ปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ (Detection)	0.5
ปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดปัญหา (Occurrence)	0.33

หลังจากได้ค่า RPN เลือกปัญหาโดยใช้เกณฑ์ RPN ที่ทำการกำหนดขึ้นระหว่างโรงงานและกลุ่มผู้ซื้อซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์ RPN ขั้นต่ำ ภายใต้ระบบบริหารคุณภาพอุตสาหกรรมยานยนต์ ISO/TS 16949:2009 เพื่อเลือกปัญหามาทำการวิเคราะห์รากของปัญหาในขั้นตอนถัดไป

3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์รากของสาเหตุ

ขั้นตอนนี้จะทำการวิเคราะห์รากของสาเหตุการเสียของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นจากชิ้นส่วนที่ทำการเลือกมาโดยใช้เทคนิคแผนผังก้างปลา (Fish bone diagram) หรือ Why Why Analysis เพื่อหารากของสาเหตุและทำการเลือกวิธีการแก้ไขให้เหมาะสมกับรากของสาเหตุนั้นๆ ซึ่งในบางสาเหตุไม่สามารถใช้วิธีซ่อมบำรุงเชิงป้องกันได้เนื่องจากค่าเวลาในการเสียเป็นแบบสุ่ม โดยในการต้นตอของปัญหานี้ทางผู้วิจัยจะมุ่งเน้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในด้าน วัสดุ และวิธีการในการดำเนินงาน โดยแสดงตัวอย่างของแผนผังก้างปลาที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาต้นตอที่เป็นสาเหตุของปัญหาดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แผนผังก้างปลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้นตอที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นจากชิ้นส่วน

3.6 การจัดทำแผนซ่อมบำรุง

เมื่อทราบถึงรากของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละชิ้นส่วนที่กำหนดมาแล้ว ก็จะทำการเลือกลักษณะของงานบำรุงรักษาที่เหมาะสมกับรากของปัญหานั้นๆโดย เกณฑ์การเลือกวิธีการบำรุงรักษาโดย สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ [3] ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.6

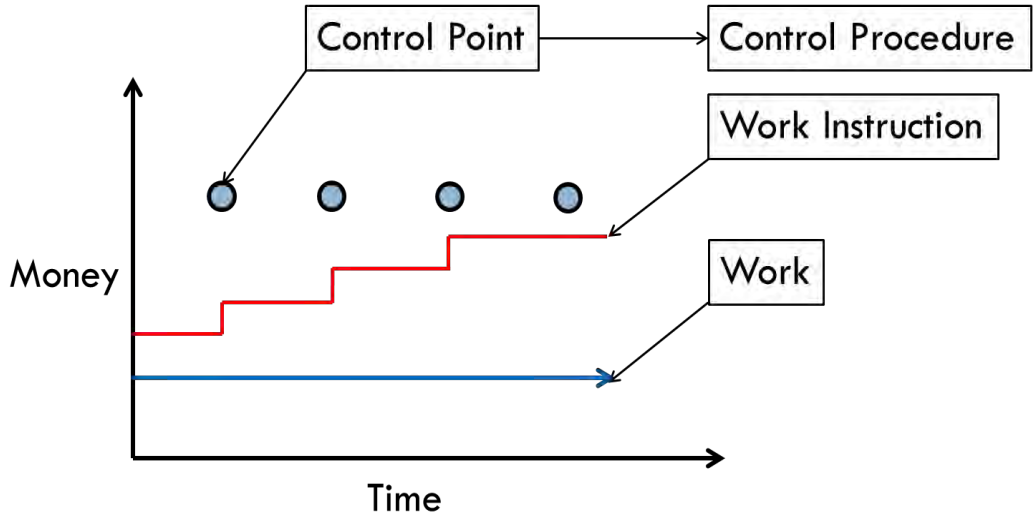
ตารางที่ 3.6 แสดงถึงเกณฑ์การเลือกวิธีการบำรุงรักษา

ลักษณะเครื่องจักร/ชิ้นส่วน	วิธีการบำรุงรักษาตามลำดับที่น่าเลือกปฏิบัติ
1.สามารถตรวจวัดสภาพได้,รู้ MTBF	1.การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ 2.การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
2.สามารถตรวจวัดสภาพของเครื่องจักรได้,ไม่รู้ MTBF	1.การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ 2.การบำรุงรักษาหลังเชิงแก้ไข 3.การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง
3.ไม่สามารถตรวจวัดสภาพของเครื่องจักรได้,รู้ MTBF	1.การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 2.การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง
4.ไม่สามารถตรวจวัดสภาพของเครื่องจักรได้ ,ไม่รู้ MTBF	1.การบำรุงรักษาหลังเชิงแก้ไข 2.การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง
5.เครื่องจักรเสียหายบ่อยผิดปกติ	1.การบำรุงรักษาแบบพัฒนา

หลังจากใช้เกณฑ์ในการเลือกระบบซ่อมบำรุงที่เหมาะสมกับปัญหาที่มาทำการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังและทำการวิเคราะห์ต้นทุนระหว่างการดำเนินการซ่อมบำรุงตามแผนและการปล่อยให้เกิดเหตุขัดข้องเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีการซ่อม โดยจะทำการวิเคราะห์ในด้านต้นทุนค่าแรงงาน ค่าเสียโอกาส และค่าวัสดุที่ใช้ในการการซ่อม เพื่อออกแผนงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันซึ่งจะประกอบไปด้วย การทำความสะอาดเครื่องจักร การตรวจสภาพ การหล่อลื่นเครื่องจักร และการเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องจักรเมื่อถึงคาบเวลาที่กำหนด และ นอกจากนี้จะจัดทำเอกสารงานบำรุงรักษาให้กับทั้งชิ้นส่วนที่สามารถใช้ระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้ และชิ้นส่วนที่ไม่สามารถใช้ระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้ ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

3.7 การสร้างเอกสารงานซ่อมบำรุง

ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะทำการสำรวจการดำเนินงานของพนักงานในฝ่ายซ่อมบำรุงและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานซ่อมบำรุง และจุดควบคุมการซ่อมบำรุง เพื่อสร้างเอกสารงานซ่อมบำรุงซึ่งประกอบด้วย เอกสารประกอบขั้นตอนการทำงาน และเอกสารควบคุมขั้นตอนการทำงานซึ่งจะทำให้การซ่อมบำรุงมีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 3.3 แสดงถึงงานซ่อม และหน้าที่เอกสารขั้นตอนปฏิบัติงาน จุดควบคุมการทำงาน และเอกสารควบคุมการทำงาน

3.8 ทดลองระบบเพื่อทำการเก็บข้อมูล

โดยจะนำเอาระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันและเอกสารงานซ่อมบำรุงไปใช้ทำงานจริง โดยจะทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 3 เดือน โดนชนิดข้อมูลที่เก็บมีดังต่อไปนี้

(1.) เวลารับภาระงานของสายการผลิต

(2.) เวลาขัดข้องของสายการผลิต

(3.) ความถี่ที่สายการผลิตเกิดเหตุขัดข้อง

(4.) จำนวนของเสีย

(5.) รอบการผลิตของผลิตภัณฑ์

จากข้อมูลที่ได้จะนำไปทำการคำนวณเพื่อเปรียบเทียบตามตัวชี้วัดที่สร้างขึ้นก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงโดยตัวชี้วัดที่สร้างขึ้นมีดังต่อไปนี้

(1.) ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุด (MTBF) ต่อเดือนเพิ่มขึ้น

(2.) ค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุดน้อยที่สุด (Min MTBF) เพิ่มขึ้น

(3.) ค่าเฉลี่ยระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร (MTTR) ต่อเดือนลดลง

(4.) ค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรมากที่สุด (Max MTTR) ลดลง

(5.) ค่าประสิทธิผลโดยรวมของสายการผลิต (OEE) เพิ่มขึ้น

หลังจากการเปรียบเทียบตามตัวชี้วัดแล้วข้อมูลจากการเปรียบเทียบจะนำไปสู่การสรุปผลและข้อเสนอแนะแนวคิดที่ได้จากการทำการศึกษานี้ เพื่อให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนางานซ่อมบำรุงต่อไป

บทที่ 4
การเลือกปัญหาจากเทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ(FMEA)

ผลการเลือกเครื่องจักรจากเวลาที่เครื่องจักรขัดข้องด้วยเทคนิคพาเรโตเพื่อนำมาแก้ปัญหา มีอยู่ 3 เครื่องจักร ดังนี้6HQI-C ,10GUY-C และ 3LNC-C ซึ่งจะทำการรวบรวมข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรแต่ละเครื่องย้อนหลังเป็นระยะเวลา 1 ปี เพื่อจำแนกและจัดกลุ่มของปัญหาการขัดข้อง รวบรวมข้อมูลทางสถิติ และวิเคราะห์เพื่อบ่งชี้ความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้เทคนิค FMEA

4.1 การจำแนกและจัดกลุ่มของปัญหา

ปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นจะทำการจำแนกและจัดกลุ่มโดยแบ่งตามหน่วยย่อยของเครื่องจักร เพื่อให้ง่ายต่อการบันทึกและตรวจสอบและจำแนกปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้น ในการบันทึกเนื่องจากการขัดข้องที่เกิดขึ้นในแต่ละหน่วยย่อยมักจะมีความคล้ายคลึงกัน จึงสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นโดยเทียบกับการบันทึกปัญหาในอดีต

1. <u>การจำแนกหน่วยย่อยของเครื่องจักร 6HQI-C</u>

เครื่องจักร 6HQI-C สามารถจำแนกหน่วยย่อยในเครื่องจักรได้ 19หน่วยย่อย ดังนี้ BALANCE WEIGHT ,COIL MOVEMENT ,CONTROL ,COOLING WATER ,DOOR HEAT EXCHANGER ,HYDRAULIC ,LOWER CENTER ,LUBRICATION ,PNEUMATIC,QUENCHING WATER ,ROTATION ,SLIDE UNIT ,STABILIZER ,TRANSFORMER ,UPPER CERTER ,WORK SUPPORT ,CONVEYOR IN และCONVEYOR OUT

2. <u>การจำแนกหน่วยย่อยของเครื่องจักร 10GUY-C</u>

เครื่องจักร 10GUY-สามารถจำแนกหน่วยย่อยในเครื่องจักรได้ 15หน่วยย่อย ดังนี้ AIR CONDITION,AXIS ,CONTROL ,COOLANT ,COVER ,HYDRAULIC ,LUBRICATION ,PNEUMATIC ,SHOSE ,STABILIZER ,STADY READ ,TAILSTOCK ,WHEEL SPINDLE ,WORK SPINDLE และROTARY

3. การจำแนกหน่วยย่อยของเครื่องจักร 3LNC-C

เครื่องจักร 3LNC-C สามารถจำแนกหน่วยย่อยในเครื่องจักรได้ 16หน่วยย่อย ดังนี้ AIR CONDITION,AXIS ,CHIP CONVEYOR ,CONTROL ,COOLANT ,COVER ,DOOR ,HYDRAULIC,LUBRICATION ,PNEUMATIC ,SPINDLE ,STABILIZER ,TAILSTOCK ,TURRET ,WORK EJECTORและ WORK REST

4.2 การบันทึกข้อมูล

ในส่วนการบันทึกข้อมูลจะทำการบันทึกข้อมูลลงในตาราง FMEA ที่จัดสร้างขึ้นโดยรายละเอียดของตารางแสดงดังในตารางที่ 4.1โดยผู้ที่บันทึกเป็นเจ้าหน้าที่ในแผนกซ่อมบำรุงที่ได้รับมอบหมาย

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อลำดับความสำคัญของปัญหาด้วยเทคนิค FMEA

จากการจัดกลุ่มข้อมูลและการบันทึกข้อมูล ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์เพื่อลำดับความสำคัญของปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้น โดยจะแยกวิเคราะห์ทั้ง 3 ปัจจัย ตามเกณฑ์ที่ได้จัดสร้างขึ้น

1. การวิเคราะห์ปัจจัยด้านความรุนแรง (Severity)

การวิเคราะห์ปัญหาการขัดข้องเพื่อทำการกรอกคะแนนในด้านปัจจัยความรุนแรง จะทำการรวบรวมปัญหาการขัดข้องที่ซ้ำหรือใกล้เคียงกัน มาทำการหาค่าเฉลี่ยของเวลาการหยุดเพื่อใช้ในการเทียบเกณฑ์(ตารางที่ 3.2)เพื่อให้คะแนนในปัจจัยด้านความรุนแรง ในค่าใช้จ่ายในการซ่อมเครื่องจักรจะแบ่งออกเป็น 5 ระดับดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.2โดยแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยในด้านความรุนแรงดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งเป็นปัญหาการขัดข้องALARM COOLING WATER ที่เกิดขึ้นในหน่วยย่อย COOLING WATER โดยการวิเคราะห์ปัจจัยด้านความรุนแรงของปัญหาการขัดข้องอื่นๆแสดงในภาคผนวก ก ,ข และ ค

จากนั้นจะนำคะแนนปัจจัยด้านความรุนแรงไปใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่า RPN ของปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นต่อไป

2. การวิเคราะห์ปัจจัยด้านการตรวจจับ(Detection)

การวิเคราะห์ปัจจัยด้านการตรวจจับจะทำการรวบรวมเกิดปัญหาการขัดข้องเกิดขึ้นโดยจะรวมปัญหาที่ซ้ำหรือมีความใกล้เคียงกัน โดยจะบันทึกความสามารถในการตรวจจับของระบบในการตรวจจับปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง โดยเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนที่จัดสร้างขึ้น(ตารางที่ 3.3 โดยแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยในด้านความรุนแรงดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งเป็นปัญหาการขัดข้องALARM COOLING WATER ที่เกิดขึ้นในหน่วยย่อย COOLING WATER โดยการวิเคราะห์ปัจจัยด้านการตรวจจับ-ของปัญหาการขัดข้องอื่นๆแสดงในภาคผนวก ก,ข และ ค

จากนั้นจะนำคะแนนปัจจัยด้านการตรวจจับไปใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่า RPN ของปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นต่อไป

3. การวิเคราะห์ปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดปัญหา(Occurrence)

การวิเคราะห์ปัจจัยด้านการโอกาสการเกิดปัญหาจะทำการรวบรวมวันที่เกิดปัญหาการขัดข้องเกิดขึ้นโดยจะรวมปัญหาที่ซ้ำหรือมีความใกล้เคียงกัน เพื่อบันทึกความถี่ในการเกิดการขัดข้องและทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนในด้านปัจจัยโอกาสในการเกิดปัญหาที่สร้างขึ้น (ตารางที่ 3.3) โดยแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยในด้านความรุนแรงดังแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งเป็นปัญหาการขัดข้องALARM COOLING WATER ที่เกิดขึ้นในหน่วยย่อย COOLING WATER โดยการวิเคราะห์ปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดปัญหาของปัญหาการขัดข้องอื่นๆแสดงในภาคผนวก ก,ข และ ค

จากนั้นจะนำคะแนนปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดปัญหาไปใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่า RPN ของปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นต่อไป

ตารางที่ 4.1 ตารางการบันทึกข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เหตุขัดข้องโดยใช้เทคนิค FMEA

Machine:						
Unit	Date	Job Order	Case	Time&Cost		Detection
				Time	Cost	

การกรอกข้อมูล

Machine :กรอกชื่อของเครื่องจักรที่บันทึก

Unit :กรอกหน่วยย่อยที่อยู่ในเครื่องจักรที่เกิดปัญหาการขัดข้อง

Job Order :กรอกเลขที่ใบแจ้งซ่อมสำหรับปัญหาการขัดข้อง

Type Of Detection :กรอกวิธี ชนิดเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจจับปัญหา

Case :กรอกชื่อของปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้น

Time :กรอกเวลาที่เครื่องจักรหยุด

Cost :กรอกราคาค่าซ่อมเครื่องจักร

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านความรุนแรงของปัญหา ALARM COOLING WATER ในหน่วยย่อย COOLING WATER

Machine: 6HQI/C					
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	
				Time (Min)	Cost
COOLING WATER 6-HQI/C	14.01.2011	11001775	ALARM COOLING WATER	140	414
	14.03.2011	11002750	ALARM COOLING WATER	100	207
	22.05.2011	11000725	ALARM COOLING WATER	120	92
	30.07.2011	11000479	ALARM COOLING WATER	160	66,799
	10.11.2011	11003286	ALARM COOLING WATER	75	7,412

การคำนวณและวิเคราะห์ผล

เวลาเฉลี่ยของเวลาที่เครื่องจักรหยุดของปัญหา ALARM COOLING WATER: (140+100+120+160+75)/5 = 119 และค่าใช้จ่ายในการซ่อมเฉลี่ยของปัญหาเท่ากับ (414+207+92+66,799+7,412)/5 = 14,985 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.49% จากงบประมาณซ่อมบำรุงต่อเดือนซึ่งมีมูลค่าเท่ากับ 200,000 บาท ดังนั้นเมื่อนำไปเปรียบเทียบในเกณฑ์การให้คะแนนด้านปัจจัยความรุนแรง(ตารางที่ 3.2) พบว่าเวลาเฉลี่ยของเวลาที่เครื่องจักรหยุดของปัญหา ALARM COOLING WATER ตกอยู่ในช่องคะแนนเท่ากับ 6

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านการตรวจจับของปัญหา ALARM COOLING WATER ในหน่วยย่อย COOLING WATER

Machine: 6HQI/C				
Unit	Date	Job Order	Case	Detection
COOLING WATER 6-HQI/C	14.01.2011	11001775	ALARM COOLING WATER	8
	14.03.2011	11002750	ALARM COOLING WATER	
	22.05.2011	11000725	ALARM COOLING WATER	
	30.07.2011	11000479	ALARM COOLING WATER	
	10.11.2011	11003286	ALARM COOLING WATER	

การวิเคราะห์ผล

จากการบันทึกพบว่าปัญหา ALARM COOLING WATER เป็นปัญหาที่มีโอกาสในการตรวจจับได้จนน้อยมาก โดยระบบการตรวจจับจะใช้สายตาในการตรวจจับ จากความสะอาดของระบบหมุนเวียนและน้ำ ซึ่งจะตรวจจับได้หลังจากการเสีย ดังนั้นความสามารถในการตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องนั้น สามารถตรวจหาได้น้อย จึงส่งผลให้คะแนนปัจจัยด้านการตรวจจับของปัญหา ALARM COOLING WATER เมื่อเทียบกับเกณฑ์ในตาราง 3.3 จึงมีค่าเท่ากับ 8

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างการวิเคราะห์ปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดปัญหาของปัญหา ALARM COOLING WATER ในหน่วยย่อย COOLING WATER

Machine: 6HQI/C				
Unit	Date	Job Order	Case	Occurrence
COOLING WATER 6-HQI/C	14.01.2011	11001775	ALARM COOLING WATER	9
	14.03.2011	11002750	ALARM COOLING WATER	
	22.05.2011	11000725	ALARM COOLING WATER	
	30.07.2011	11000479	ALARM COOLING WATER	
	10.11.2011	11003286	ALARM COOLING WATER	

การวิเคราะห์ผล

จากการบันทึกวันที่เกิดปัญหา ALARM COOLING WATER เพื่อนำมาคำนวณหาช่วงเวลาที่จะเกิดปัญหาพบว่า ALARM COOLING WATER มีค่าเฉลี่ยในการเกิด 1 ครั้งใน 1200 ชั่วโมง ซึ่งคิดเป็นโอกาสในความน่าจำเป็นเท่ากับ 0.00083 เพราะฉะนั้นเมื่อเทียบกับเกณฑ์ในตาราง 3.4 พบว่าคะแนนปัจจัยด้านโอกาสในการเกิดของปัญหาALARM COOLING WATER มีค่าเท่ากับ 9 ซึ่งหมายถึงมีโอกาสการเกิดการเสีย 1 ครั้งในระยะเวลาทำงาน 1000 ถึง 1500 ชั่วโมง

4. <u>การคำนวณค่า RPN ของปัญหา</u>

จากการวิเคราะห์เพื่อให้คะแนนในแต่ละปัจจัยในหัวข้อ 4.3.1 – 4.3.3 ทำให้ทราบถึงค่าคะแนนของแต่ละปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาคำนวณค่า RPN ของแต่ละปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้น โดยในการคำนวณค่า RPN จะมีการถ่วงน้ำหนักในแต่ละปัจจัยด้วยวิธี Partial Average เนื่องจากแต่ละปัจจัยมีผลกระทบต่อสายการผลิตไม่เท่ากัน โดยการเกณฑ์การถ่วงน้ำหนักแสดงในตารางที่ 3.5ค่า โดยการคำนวณสามารถคำนวณได้ดังนี้

ตัวอย่างการคำนวณค่า RPN ของปัญหา ALARM COOLING WATER ในหน่วยย่อย COOLING WATER

คะแนนในปัจจัยด้านความรุนแรง (Severity) เท่ากับ 5 เมื่อนำมาคูณค่าถ่วงคะแนนซึ่งเท่ากับ 1 และจะเท่ากับ 6×1 = 6

คะแนนในปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ (Detection) เท่ากับ 8 เมื่อนำมาคูณค่าถ่วงคะแนนซึ่งเท่ากับ 0.5 และจะเท่ากับ 8×0.5 = 4

คะแนนในปัจจัยด้านโอกาสในการเกิด (Occurrence) เท่ากับ 9 เมื่อนำมาคูณค่าถ่วงคะแนนซึ่งเท่ากับ 0.33 และจะเท่ากับ 9×0.33 = 2.97

จากการคำนวณถ่วงน้ำหนักในแต่ละปัจจัยจำนำไปคำนวณค่า RPN โดย ค่า RPN จะเท่ากับผลคูณของคะแนนในแต่ละปัจจัยหลังถ่วงน้ำหนักเพราะฉะนั้นค่า RPN ของปัญหาการขัดข้องนี้จะเท่ากับ 6 ×4× 2.97 = 72

รายละเอียดค่า RPN ของแต่ละปัญหา แยกตามหน่วยย่อยของเครื่องจักรในแต่ละเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องคือ เครื่องจักร 6HQI-C ,10GUY-C และ 3LNC-C แสดงดังใน ตารางที่ 4.5 ตารางที่ 4.6 และ ตารางที่ 4.7 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ค่า RPN ของปัญหาการขัดข้องจำแนกตามหน่วยย่อยในเครื่องจักร 6HQI-C

Unit	Case	RPN
COIL MOVEMENT	ALARM COIL TOUCH	12
	ALARM TRANSISTOR	10
	COIL HOME PCS ไม่ได้	3
CONTROL	ALARM SERVO	14
	ALARM TARNSISTOR	167
	CONVEYOR OUT ไหลไม่หยุด แล้ว ALARM	3
	heat ไม่ได้ ALARM TRANSISTER GENERATOR	9
	HOME ROTATION ไม่ได้	3
	ROBOT ALARM SERVO	20
	ROBOT จับงานวางตู้ A แล้วไม่ถอย	2
	ROBOT ไม่เข้าจับงาน DKK/A	7
	จอควบคุมอุณหภูมิน้ำ COOLING น้ำ QUENCHIN	3
	ตู้ B เครื่องจักรไม่ HEAT งาน	16
	ไฟ SENSOR ปากจับงาน ROBOT ไม่ติด	6
COOLING WATER	ALARM COOLING WATER	72
	ALARM PLOWING GUANTITY OP THB S-COIL	10.5
	PUMP COOLING WATERไหม้	7
	ปั๊มc-waterมีเสียงดังผิดปกติ	4
	แรงดันน้ำcoolingต่ำalarm	1.3
DOOR	DKK ตู้ B ประตูหลุด	18
	ตู้ A ALARM CYCLE TIME (RESET ไม่หาย)	11
	ประตู A ปิด-เปิดไม่ได้	8
	ประตูชำรุดน๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด	53
	ประตูตู้ A ชำรุดตกราง RUN งานไม่ได้	8
	ประตูหลุด DKK ตู้ A	16

ตารางที่ 4.5 ค่า RPN ของปัญหาการขัดข้องจำแนกตามหน่วยย่อยในเครื่องจักร 6HQI-C (ต่อ)

Unit	Case	RPN
HEAT EXCHANGER	ตู้ A ALARM COILTUOTCH RESET ไม่หาย	7
PNEUMATIC	ปากจับ ROBOT จับงานไม่อยู่	2
	สายลมปากจับ ROBOT รั่ว	2
QUENCHING WATER	ALARM TEMPERATERE OF QUENCHING WATER	30
	ALARM THE LOWER BOUND OFAUXILIARY	1
	แรงดันน้ำ QUENCHING ไม่ได้ทำให้ ALARM	2
	น้ำยา QUENCHING ตู B ไม่ไหล	1
	CHILLER ALARM อุณหภูมิน้ำสูง DKK	2
ROTATION	DKK ROTATION ไม่หมุน	7
	หัวCENTER ROTATIONคลายตัวCENTERไม่หมุน	2
TRANSFORMER	DKK A HEAT มีเสียงดังผิดปกติ	10
UPPER CENTER	DKK B UPPER CENTER ไม่หมุน	3
	UP PER CENTER COIL 3 ไม่หมุน	3
WORK SUPPORT	STOPERวางงานก่อนROBOTจับงานเข้าHEATหัก	4
	DKK-B HOME COIL ขึ้นลงไม่ได้	4
	SENSOR SUPPORT ชำรุด CHECK งานเสีย ติดตลอด	27
	ALARM COILTUOCH HOME COIL ไม่ได้	8
	DKK-B HOME COIL ขึ้นลงไม่ได้	6
CONVEYOR IN	SUPPORT C/V ด้านเข้าขาด	3
	โซ่ C/V IN ขาด	3
CONVEYOR OUT	CONVEYOR OUT ติด	4
	Robot วางงงานไม่ตรงSupport C/V out	4
	SENSOR C/V OUT ออนตลอดไหลไม่หยุด ALARM	4
	เพลาหลุดออกจากเฟือง	10

ตารางที่ 4.6 ค่า RPN ของปัญหาการขัดข้องจำแนกตามหน่วยย่อยในเครื่องจักร 10GUY-C

Unit	Case	RPN
AXIS	น็อตล็อค CENTER เสียล็อค CENTER ไม่อยู่	2
CONTROL	ALARM BATTERY เปิดเครื่องไม่ได้	37
	ALARM SERVO SPINDER	13
	START OUTO ไม่ได้	3
COOLANT	น้ำมันcoolantไหลกลับเข้าถังน้ำมันBD-68	8
COVER	ประตูชำรุด	11
HYDRAULIC	น้ำมันรั่ว	7
LUBRICATION	ปั๊มน้ำมันไม่ทำงาน	2
PNEUMATIC	ท่อสายลมที่ติดอยู่กับเพชรกรีดหินแตก	2
SHOSE	ALARM D407-1-00-00	13
WHEEL SPINDLE	คุมค่า 42 ไม่อยู่	4
	แรงดันน้ำมัน WHEEL SPINDLE ต่ำ	1
	สายลม ROTARY แตก	1
ROTARY	กรีดล้างหน้าหินไม่เรียบ	24
	คุมค่า#42 ไม่อยู่(เล็ก+เบี้ยว)	6
	ผิวเจียร์ไม่เท่ากัน	5
	สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี	54

ตารางที่ 4.7 ค่า RPN ของปัญหาการขัดข้องจำแนกตามหน่วยย่อยในเครื่องจักร 3LNC-C

Unit	Case	RPN
CONTROL	751 SPINDLE-1 ALARM DETECT(AC-56)	9
	ALARM 1083 THBRMAL DBPBCT/COOLANT MOTOR	4
	เปิดเครื่องไม่ติด HOME เครื่องไม่ได้	12
COOLANT	น้ำ COOLANT ไม่ไหล	5
DOOR	SENSORประตูเสื่อมสภาพทำให้LOADERไม่จับงาน	5
SPINDLE	alarm1032chage the goar to HI or Low	2
STABILIZER	STABILIZER เครื่อง 3LNC-Cเสีย	15
WORK EJECTOR	WORK EJECTOR ถอยกลับไฟไม่ติด	5
WORK REST	SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON	53
	ไฟดับ(ไฟช็อต)	13

5. <u>การเลือกหน่วยย่อยที่มีปัญหาการขัดข้องจากค่าคะแนน RPN</u>

การเลือกปัญหาด้วยค่า RPN จากเทคนิค FMEA นั้นโดยทั่วไปจะมีการใช้กัน 2 แนวทาง คือเทคนิคพาเรโต ซึ่งจะมักใช้กับผลิตภัณฑ์หรือระบบที่มีสาเหตุของความล้มเหลวซ้ำกัน กล่าวคือ แยกประเภทของการเสียหรือความล้มเหลวได้น้อย จำนวนรูปแบบความล้มเหลวน้อย ซึ่งจะทำให้การคัดเลือกปัญหานั้นมีประสิทธิภาพ แต่ในกรณีที่ระบบมีรูปแบบของความล้มเหลวที่หลากหลาย การใช้เทคนิคพาเรโตอาจไม่สามารถคัดกรองปัญหาได้อย่างตรงจุดกล่าวคือจำนวนของปัญหายังมีมากเกินกว่าที่ทรัพยากรของโรงงานจะสามารถแก้ไขได้ ดังนั้นจึงมีอีกแนวทางในการคัดเลือกปัญหาคือการสร้างเกณฑ์ RPN ขั้นต่ำมาเพื่อคัดเลือกปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสายการผลิต ซึ่งการสร้างเกณฑ์ RPN ขั้นต่ำจะนำประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญมาจัดสร้างให้เป็นระบบมาตรฐานที่ชัดเจน

โดยทางโรงงานตัวอย่างได้จัดสร้างเกณฑ์ RPN ร่วมกับกลุ่มผู้ซื้อภายใต้ระบบบริหารงานคุณภาพ ISO/TS 16949:2009 ซึ่งเป็นมาตรฐานระบบบริหารคุณภาพเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งครอบคลุมไปถึงคุณภาพของสินค้าและระบบการผลิตของโรงงาน โดย FMEA เป็นหนึ่งในเครื่องมือสำคัญในมาตรฐานดังกล่าว เกณฑ์ขั้นต่ำนี้จะถูกกำหนดให้สอดคล้องกับทรัพยากรของโรงงานผู้ผลิต และการยอมรับระหว่างผู้ผลิตและผู้ซื้อ ซึ่งจากการเสวนาระหว่างผู้เชี่ยวชาญของโรงงานและ ผู้ตรวจสอบภายนอก (External Auditor) จากบริษัทลูกค้าเพื่อกำหนดเกณฑ์ RPN ขั้นต่ำ ได้ข้อสรุปให้เกณฑ์ RPN ขั้นต่ำที่ต้องทำการแก้ไขมีค่าเท่ากับ 50 คะแนน

ซึ่งปัญหาที่มีค่า RPN มากกว่าหรือเท่ากับ 50 ประกอบไปด้วยปัญหาจากเครื่องจักร 6HQI-C 3 ปัญหา 10 GUY-C 1 ปัญหา และ 3LNC-C 1 ปัญหา โดยจำแนกปัญหาตามเครื่องจักรได้ได้ดังนี้

5.1.ปัญหาในเครื่องจักร 6HQI-C

ปัญหาในเครื่องจักร 6HQI-C สามารถจำแนกตามหน่วยย่อยได้ดังนี้

- หน่วยย่อย CONTROL ปัญหา ALARM TRANSISTER โดยมีค่า RPN เท่ากับ 167
- หน่วยย่อย COOLING WATER ปัญหา ALARM COOLING WATER โดยมี ค่า RPN เท่ากับ 72

- หน่วยย่อย DOOR ปัญหา ประตูชำรุด น๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด โดยมี ค่า RPN เท่ากับ 53

5.2.ปัญหาในเครื่องจักร 10GUY-C

ปัญหาในเครื่องจักร 10GUY-C สามารถจำแนกตามหน่วยย่อยได้ดังนี้

- หน่วยย่อย ROTARY ปัญหา สายพานขับ ROTARY หมุนฟรีโดยมีค่า RPN เท่ากับ 54

5.3.การเลือกหน่วยย่อยด้วยเทคนิคพาเรโตในเครื่องจักร 3LNC-C

ปัญหาในเครื่องจักร 3LNC-C สามารถจำแนกตามหน่วยย่อยได้ดังนี้

- หน่วยย่อย WORK REST ปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON โดยมีค่า RPN เท่ากับ 53

บทที่ 5
การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเพื่อจัดทำแผน การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

จากการเลือกปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรด้วยเทคนิคFMEAในบทที่ 4 พบว่ามีปัญหาที่ต้องทำการแก้ไขทั้งสิ้น 5 ปัญหา โดยในบทที่ 5 จะทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของแต่ละปัญหาเพื่อนำไปสู่การออกแบบแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและเอกสารประกอบการซ่อมบำรุง

5.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

1. <u>การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นในเครื่องจักร 6HQI-C</u>

เครื่องจักร 6HQI-C มีหน่วยย่อยที่ต้องทำการแก้ไข 3 หน่วยย่อย คือหน่วยย่อย CONTROL ,COOLING WATER และ DOOR ซึ่งแต่ละหน่วยย่อยมีปัญหาการขัดข้องที่แตกต่างกันไปดังนี้

1.1.ปัญหาการขัดข้องในหน่วยย่อย CONTROL

ปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นในหน่วยย่อย CONTROL คือปัญหา ALARM TRANSISTOR จึงทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลา(Fish Bone Diagram) ซึ่งจากการวิเคราห์ด้วยเทคนิคดังกล่าวพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากหลายสาเหตุ ทั้งระบบหล่อเย็นของเครื่องจักรที่ไม่มีประสิทธิภาพ น้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นสกปรก จึงทำให้ความร้อนสะสมเกิดขึ้นบนแผงควบคุมจนเกินอุณหภูมิที่กำหนดจึงทำให้เครื่องจักรเกิดการเสีย นอกจากนี้การเสียยังเกิดจากพนักงานในสายการผลิตมักทำการปรับเครื่องจักรให้สามารถทำงานต่อภายใต้สภาวะที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งไม่มีมาตรการการบำรุงรักษาที่ชัดเจน จึงเป็นเหตุให้ปัญหาดังกล่าวเกิดการสะสมจนทวีความรุนแรงมากขึ้นส่งผลให้แผงควบคุมวงจรเสียหายอย่างรุนแรง ดังนั้นการจะลดปัญหาดังกล่าวจึงต้องมีการกำหนดมาตรการการบำรุงรักษาและแนวทางในการแก้ปัญหาที่ชัดเจนเพื่อลดการเสียที่เกิดขึ้น รายละเอียดการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลา แนวทางการแก้ไขปัญหาแสดงในตารางที่ 5.1

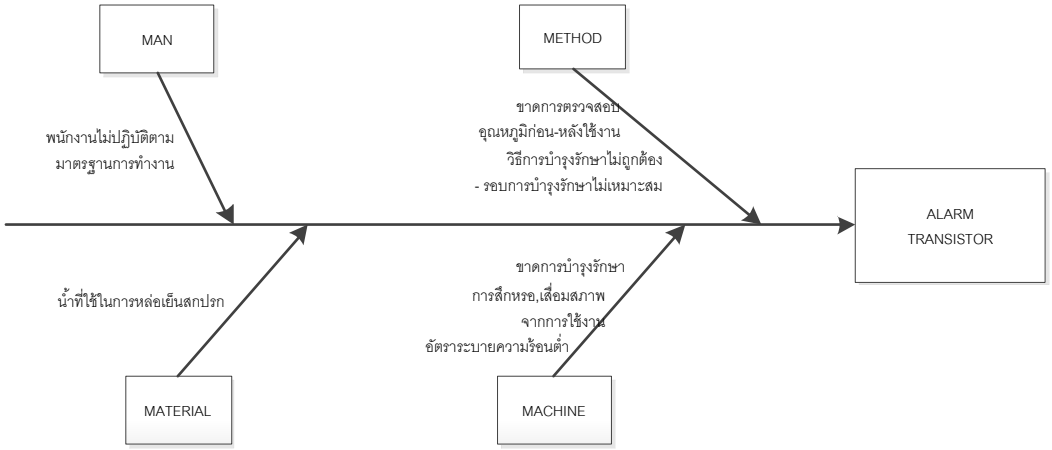
1.2.ปัญหาการขัดข้องในหน่วยย่อย COOLING WATER

ปัญหาการขัดข้องในหน่วยย่อย COOLING WATER คือปัญหา ALARM COOLING WATER จึงทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลา(Fish Bone Diagram) ซึ่งจากการวิเคราห์ด้วยเทคนิคดังกล่าวพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมีความใกล้เคียงกับปัญหา ALARM TRANSISTOR ในหน่วยย่อย CONTROL คือ ระบบปั๊มน้ำมักเกิดการอุดตันจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการหล่อเย็นต่ำ น้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นสกปรก จึงทำให้ความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นที่ตัวตรวจจับจนเกินอุณหภูมิที่กำหนดจึงทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน นอกจากนี้การเสียยังเกิดจากพนักงานในสายการผลิตมักไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดในการใช้เครื่องจักรคือปล่อยให้ตัวกรองน้ำอุดตันโดยไม่ทำความสะอาดตัวกรองเมื่อถึงคาบเวลาที่กำหนด เนื่องจากไม่มีมาตรการการบำรุงรักษาที่ชัดเจน ดังนั้นการลดปัญหาดังกล่าวจึงต้องมีการกำหนดมาตรการการบำรุงรักษาและแนวทางในการแก้ปัญหาที่ชัดเจนเพื่อลดการเสียที่เกิดขึ้น รายละเอียดการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลา และแนวทางการแก้ไขปัญหาแสดงในตารางที่ 5.2

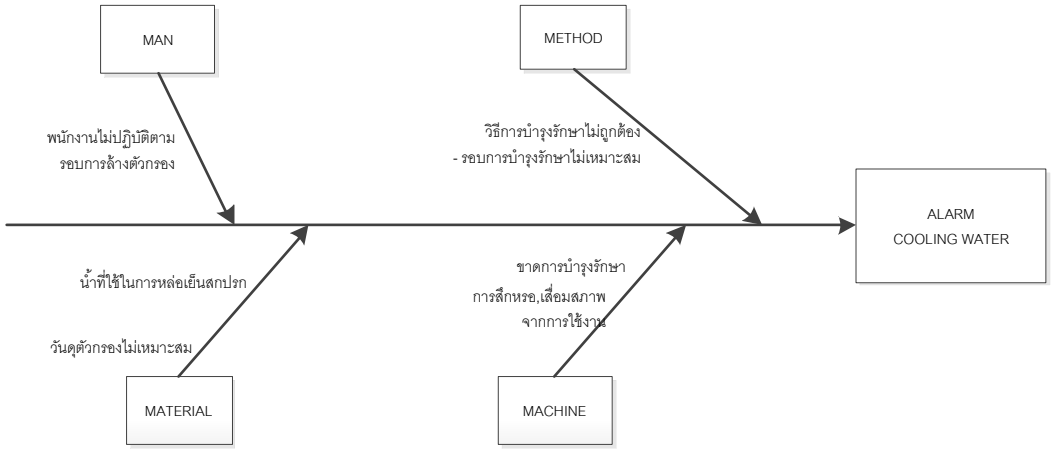
1.3.ปัญหาการขัดข้องในหน่วยย่อย DOOR

ปัญหาการขัดข้องในหน่วยย่อย DOOR คือปัญหา ประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด จึงทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) พบว่าสาเหตุของปัญหาเกิดจากการเสื่อมของตัวข้อต่อและรางประตูสึกไม่ได้ระดับ ทำให้ระนาบของประตูไม่เหมาะสมส่งผลให้กระบอกสูบคดงอใช้การไม่ได้ โดยการชำรุดเสียหายของตัวข้อต่อและรางประตูเกิดจากหลายสาเหตุ ทั้งการใช้งานจากตัวพนักงานที่ใช้งานอย่างไม่ระมัดระวัง เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษา โดยไม่มีแผนการทำความสะอาดจึงทำให้ความชื้นสะสมเพิ่มขึ้นส่งผลให้ข้อต่อและรางเกิดสนิมผุซึ่งนำสู่การเสียหาย และการไม่มีแผนการที่ระบุรอบการเปลี่ยนกระบอกสูบที่ชัดเจน ดังนั้นการลดปัญหาดังกล่าวจึงต้องมีการกำหนดมาตรการการบำรุงรักษาและแนวทางในการแก้ปัญหาที่ชัดเจนเพื่อลดการเสียที่เกิดขึ้นรายละเอียดการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลา และแนวทางการแก้ไขปัญหาแสดงในตารางที่ 5.3

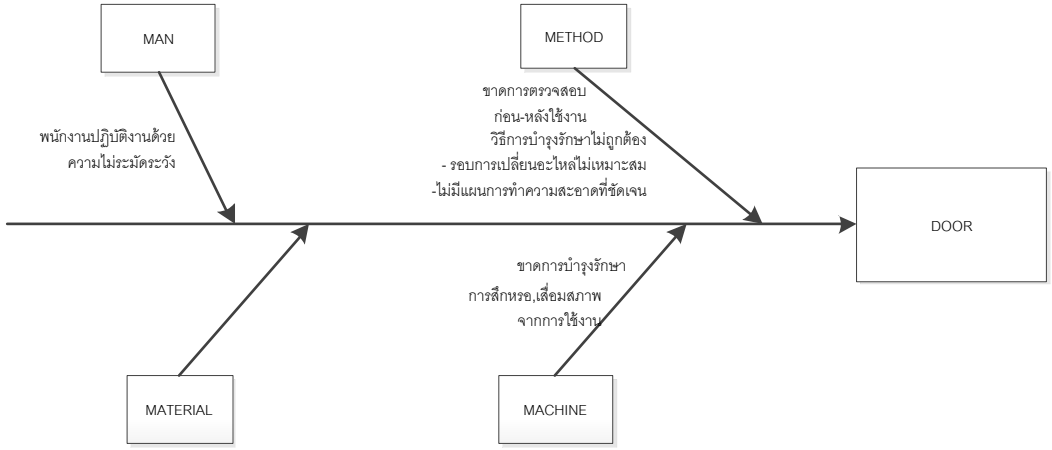
ตารางที่ 5.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ไขปัญหา ALARMSISTOR

<table>
<tr><td colspan="2">ROOT CAUSE ANALYSIS :FISH BONE DIAGRAM</td><td>เครื่องจักร</td><td>6HQI-C</td><td>หน่วยย่อย</td><td>CONTROL</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Root cause analysis form</td><td>หน่วยงาน</td><td>วันที่</td><td rowspan="2">ผู้วิเคราะห์</td><td colspan="3" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>ซ่อมบำรุง</td><td></td></tr>
<tr><td>ชื่อของปัญหา</td><td colspan="6">ALARM TRANSISTOR</td></tr>
<tr><td>อาการของปัญหา</td><td colspan="6">ความร้อนสะสมที่แผงควบคุมเครื่องจักรจนเกิดความเสียหาย</td></tr>
<tr><td>การวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา</td><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td>แนวทางการแก้ไขปัญหา:</td><td colspan="6">1.) ด้าน วิธีการ (Method) แก้ไขโดยวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันโดย ทำการเปลี่ยนน้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นทุกๆ 4 เดือนและจัดทำความสะอาดระบบการไหลเวียนของน้ำด้วยสารเคมีเพื่อชำระล้างสิ่งอุดตันทุกๆ 4 เดือน
2.) ด้าน วัสดุ (Material) แก้ไขโดยทำการเปลี่ยนน้ำที่ใช้สำหรับหล่อเย็น</td></tr>
</table>

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ไขปัญหา ALARM COOLING WATER

<table>
<tr><td colspan="2">ROOT CAUSE ANALYSIS :FISH BONE DIAGRAM</td><td>เครื่องจักร</td><td>6HQI-C</td><td>หน่วยย่อย</td><td>COOLING WATER</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Root cause analysis form</td><td>หน่วยงาน</td><td>วันที่</td><td rowspan="2">ผู้วิเคราะห์</td><td colspan="3" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>ซ่อมบำรุง</td><td></td></tr>
<tr><td>ชื่อของปัญหา</td><td colspan="6">ALARM COOLING WATER</td></tr>
<tr><td>อาการของปัญหา</td><td colspan="6">ความร้อนสะสมที่ตัวตรวจจับจนเกินอุณหภูมิที่กำหนดจึงทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน</td></tr>
<tr><td>การวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา</td><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td>แนวทางการแก้ไขปัญหา:</td><td colspan="6">1.) ด้าน วิธีการ (Method) แก้ไขโดยวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันโดย ทำการเปลี่ยนน้ำที่ใช้ในการหล่อเย็นทุกๆ 4 เดือน และจัดทำความสะอาดตัวกรองน้ำทุกๆ 1 เดือน
2.) ด้าน วัสดุ (Material) แก้ไขโดยทำการเปลี่ยนน้ำที่ใช้สำหรับหล่อเย็น</td></tr>
</table>

ตารางที่ 5.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ไขปัญหา ประตูชำรุด น๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด

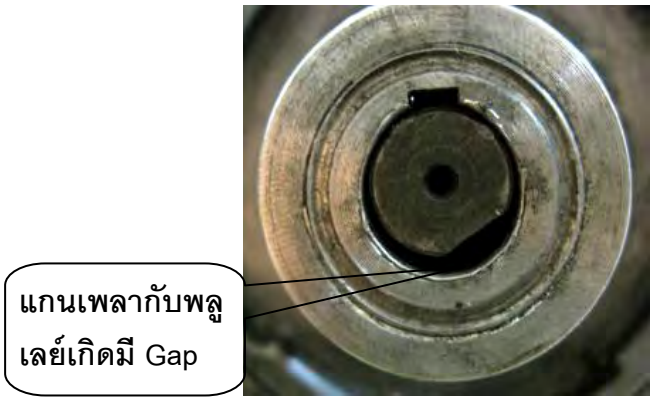
<table>
<tr><td colspan="2">ROOT CAUSE ANALYSIS :FISH BONE DIAGRAM</td><td>เครื่องจักร</td><td>6HQI-C</td><td>หน่วยย่อย</td><td>DOOR</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Root cause analysis form</td><td>หน่วยงาน</td><td>วันที่</td><td rowspan="2">ผู้วิเคราะห์</td><td colspan="3" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>ซ่อมบำรุง</td><td></td></tr>
<tr><td>ชื่อของปัญหา</td><td colspan="6">ประตูชำรุด น๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด</td></tr>
<tr><td>อาการของปัญหา</td><td colspan="6">ข้อต่อที่ยึดระหว่างประตูและกระบอกสูบเกิดความเสียหายส่งผลให้ประตูไม่สามารถเปิดเพื่อรับและส่งชิ้นงานได้ตามปกติ</td></tr>
<tr><td>การวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา</td><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td>แนวทางการแก้ไขปัญหา:</td><td colspan="6">ด้านวิธีการ(Method) แก้ไขโดยทำการตรวจสภาพและทำความสะอาดรางประตูและข้อต่อก่อนและหลังใช้งาน และเปลี่ยนกระบอกสูบทุกๆ 1 เดือนครึ่ง</td></tr>
</table>

2. <u>การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นในเครื่องจักร 10GUY-C</u>

เครื่องจักร 10GUY-C มีหน่วยย่อยที่ต้องทำการแก้ไข 1 หน่วยย่อย คือหน่วยย่อย ROTARY โดยมีการขัดข้องดังนี้

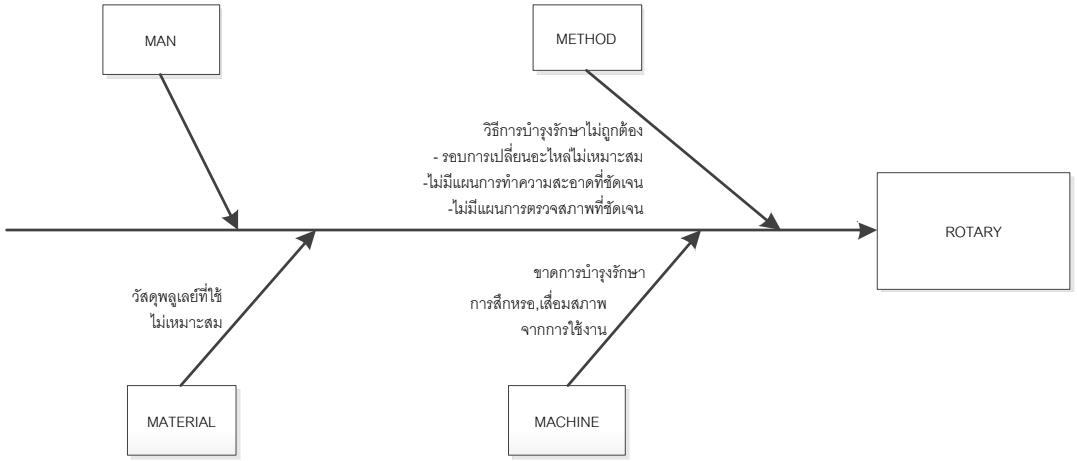
2.1.ปัญหาการขัดข้องในหน่วยย่อย

ปัญหาการขัดข้องในหน่วยย่อย ROTARY คือปัญหา สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี:ซึ่งเกิดจากพลูเลย์ยึดแกนเพลามอเตอร์หลวม จึงทำให้เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ โดยสาเหตุที่ทำให้พลูเลย์ยึดแกนมอเตอร์หลวมนั้นเกิดจากช่องว่างที่เกิดขึ้นจากการสึกหรอระหว่างใช้งาน เนื่องด้วยวัสดุแกนเพลาเป็นเหล็กและวัสดุพลูเลย์เป็นอลูมิเนียมซึ่งมีความแข็งน้อยกว่าจึงสึกหรอได้ง่ายดังภาพที่ 5.1 ซึ่งมักแก้ไขชั่วคราวโดยการขันสกรูเพื่อยึดพลูเลย์กับแกนเพลา แต่ด้วยตัววัสดุของพลูเลย์นั้นเป็นอลูมิเนียมจึงไม่สามารถรับแรงขันได้มาก ซึ่งการใช้งานในปัจจุบันจะใช้งานจนพลูเลย์เสื่อมสภาพ ไม่มีรอบการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชัดเจน ส่งผลให้ต้องหยุดสายการผลิตบ่อยครั้ง นอกจากนี้ ยังไม่มีการทำความสะอาดหลังการใช้งานส่งผลให้ส่วนสายพานเสื่อมเนื่องจากความชื้น โดยรายละเอียดการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลา และแนวทางการแก้ไขปัญหาแสดงในตารางที่ 5.4



ภาพที่ 5.1 ช่องว่างแกนเพลากับพลูเลย์

ตารางที่ 5.4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ไขปัญหา

<table>
<tr><td colspan="2">ROOT CAUSE ANALYSIS :FISH BONE DIAGRAM</td><td>เครื่องจักร</td><td>10GUY-C</td><td>หน่วยย่อย</td><td>ROTARY</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Root cause analysis form</td><td>หน่วยงาน</td><td>วันที่</td><td rowspan="2">ผู้วิเคราะห์</td><td colspan="3" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>ซ่อมบำรุง</td><td></td></tr>
<tr><td>ชื่อของปัญหา</td><td colspan="6">สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี</td></tr>
<tr><td>อาการของปัญหา</td><td colspan="6">พลูเลย์ยึดแกนเพลามอเตอร์หลวมจึงทำให้สายพานหมุนฟรี</td></tr>
<tr><td>การวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา</td><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td>แนวทางการแก้ไขปัญหา:</td><td colspan="6">ด้านวิธีการ(Method) แก้ไขโดยทำการตรวจสภาพทำความสะอาดบริเวณชุดพลูเลย์สายพานขับทุกๆ 2 เดือน
เปลี่ยนสายพานทุกๆ 2 เดือน และเปลี่ยนพลูเลย์ทุกๆ 6 เดือน
ด้านวัสดุ(Material) แก้ไขโดยเปลี่ยนชนิดพลูเลย์จากอลูมิเนียมเป็นเหล็กและใส่น้ำยากันคลายล๊อคสกรู</td></tr>
</table>

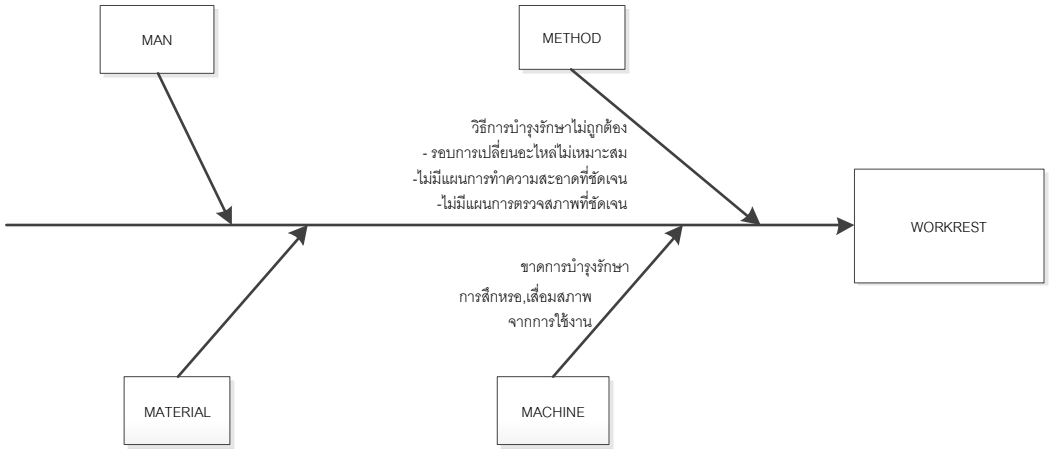
3. <u>การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้นในเครื่องจักร 3LNC-C</u>

เครื่องจักร 3LNC-C มีหน่วยย่อยที่ต้องทำการแก้ไข 1 หน่วยย่อย คือหน่วยย่อย WORK REST โดยมีการขัดข้องดังนี้

3.1.ปัญหาการขัดข้องในหน่วยย่อย WORK REST

ปัญหาการขัดข้องในหน่วยย่อย WORK REST**คือ**ปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON จึงทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลา(Fish Bone Diagram) ซึ่งจากการวิเคราห์ด้วยเทคนิคดังกล่าวพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจาก 3 สาเหตุหลักๆคือ ตัวเซนเซอร์เสื่อมจากสภาพการใช้งาน สายลมที่เชื่อมต่อกับระบบพิวมาติกรั่วจึงทำให้เซนเซอร์ไม่สามารถเข้าไปรับหรือปล่อยชิ้นงานได้ และมีเศษชิ้นงานอุดตันที่กระบอกสูบ โดยปัญหานี้ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นจากการอุดตันของเศษชิ้นงานที่กระบอกสูบ รองลงมาคือสายลมที่เชื่อมต่อกับระบบพิวมาติกรั่ว และ สาเหตุจากเซนเซอร์เสื่อมนั้นมีโอกาสในการเกิดที่ต่ำมากโดยในปี 2011 มีรายงานว่าการเสียที่เกิดขึ้นเกิดจากการเสื่อมของเซ็นเซอร์ เพียง 1 ครั้งในเดือนสิงหาคม โดยในปัจจุบันไม่มีแผนการตรวจสภาพ ทำความสะอาดและการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชัดเจน รายละเอียดการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลา และแนวทางการแก้ไขปัญหาแสดงในตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคแผนผังก้างปลาและแนวทางการแก้ไขปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON

<table>
<tr><td colspan="2">ROOT CAUSE ANALYSIS :FISH BONE DIAGRAM</td><td>เครื่องจักร</td><td>3LNC-C</td><td>หน่วยย่อย</td><td>WORK REST</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Root cause analysis form</td><td>หน่วยงาน</td><td>วันที่</td><td rowspan="2">ผู้วิเคราะห์</td><td colspan="3" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>ซ่อมบำรุง</td><td></td></tr>
<tr><td>ชื่อของปัญหา</td><td colspan="6">SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON</td></tr>
<tr><td>อาการของปัญหา</td><td colspan="6">ระบบจับชิ้นงานไม่เคลื่อนเข้าไปรับหรือปล่อยชิ้นงาน</td></tr>
<tr><td>การวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา</td><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td>แนวทางการแก้ไขปัญหา:</td><td colspan="6">ด้านวิธีการ(Method) แก้ไขโดยทำการตรวจสภาพทำความสะอาดหลังการใช้งาน และเปลี่ยนเซนเซอร์ควบคุมทุกๆ 6 เดือน</td></tr>
</table>

5.2 การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจะประกอบไปด้วยเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นการกำหนดรอบเวลาการเปลี่ยนชิ้นส่วน การตรวจสภาพและการทำความสะอาดซึ่งจัดทำขึ้นจากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจากนั้นจะนำมาทำการวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การเลือกวิธีการบำรุงรักษาโดย สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ [3] ตารางที่ 3.6 โดยปัญหาที่สามารถนำมาทำการวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันได้นั้นจะต้องทราบค่า MTBF ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับสถิติการเสียที่เกิดขึ้นในอดีต ซึ่งจะนำข้อมูลทางสถิติมาใช้ในการกำหนดช่วงเวลาที่ต้องทำการบำรุงรักษาของแต่ละหน่วยย่อยในเครื่องจักรเพื่อลดปัญหาการขัดข้องที่เกิดขึ้น และอีกส่วนคือการสร้างเอกสารสำหรับการซ่อมบำรุงซึ่งประกอบด้วย เอกสารประกอบขั้นตอนการทำงาน และเอกสารควบคุมการทำงาน ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

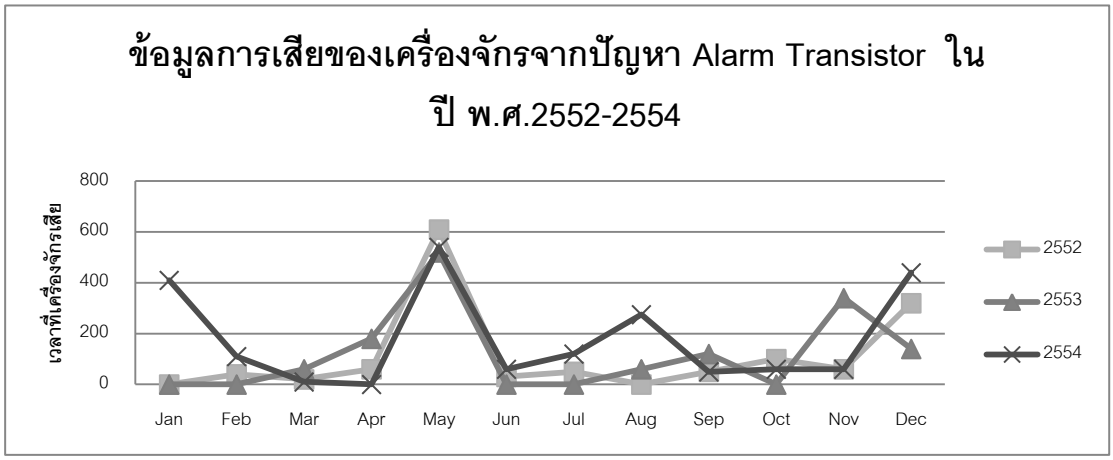
1. <u>การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องจักร 6HQI-C</u>

หน่วยย่อยในเครื่องจักร 6HQI-C ที่ต้องมีการทำแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันคือ หน่วยย่อย CONTROL ,COOLING WATER และDOOR ซึ่งแต่ละหน่วยย่อยมีสถิติการเสียดังนี้

1.1.การวิเคราะห์สถิติเพื่อจัดทำแผนซ่อมบำรุงและการเปรียบเทียบผลกระทบจากปัญหา ALARM TRANSISTOR ในหน่วยย่อย CONTROL

1.1.1. การวิเคราะห์สถิติการเสียเพื่อจัดทำแผนซ่อมบำรุง

จากสถิติการเสียด้วยปัญหา ALARM TRANSISTOR ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ถึง 2554 พบว่ามีสถิติการเสียดังแสดงในภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรจากปัญหา ALARM TRANSISTOR ในปี พ.ศ.2552-2554

จากข้อมูลสถิติการเสียที่เกิดขึ้นพบว่าปัญหา ALARM TRANSISTORจะมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในแต่ละปี โดยจะเริ่มจากการเสียหายเล็กน้อยจนสะสมไปถึงการเสียอย่างรุนแรง (เวลาเสียเกิน 3 ชั่วโมง) ซึ่งจะเกิดขึ้นทุก 4-6 เดือน โดยมีเวลาเสียอย่างรุนแรงเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 20.19 ชั่วโมง จึงเลือกช่วงเวลาในการจัดทำแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันทุกๆ 4 เดือนคือเดือนกุมภาพันธ์ มิถุนายน และตุลาคมโดยแผนการซ่อมบำรุงจะใช้เวลาเฉลี่ย 5 ชั่วโมงต่อครั้ง

1.1.2. การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุง

จากแผนซ่อมบำรุงที่จัดทำขึ้นจะต้องทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบในด้านต้นทุนระหว่างการปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงและการปล่อยให้เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้นเพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด รายละเอียดของการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 5.6

โดยค่าสูญเสียโอกาสในการขายคำนวณจาก (เวลาที่ใช้ในการซ่อม/รอบการผลิต)*มูลค่าของสินค้าที่ผลิต

ค่าแรงคำนวณจาก (เวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง/การซ่อมเครื่องจักร*ค่าแรงงานต่อชั่วโมง)

ตารางที่ 5.6 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหา ALARM TRANSISTOR

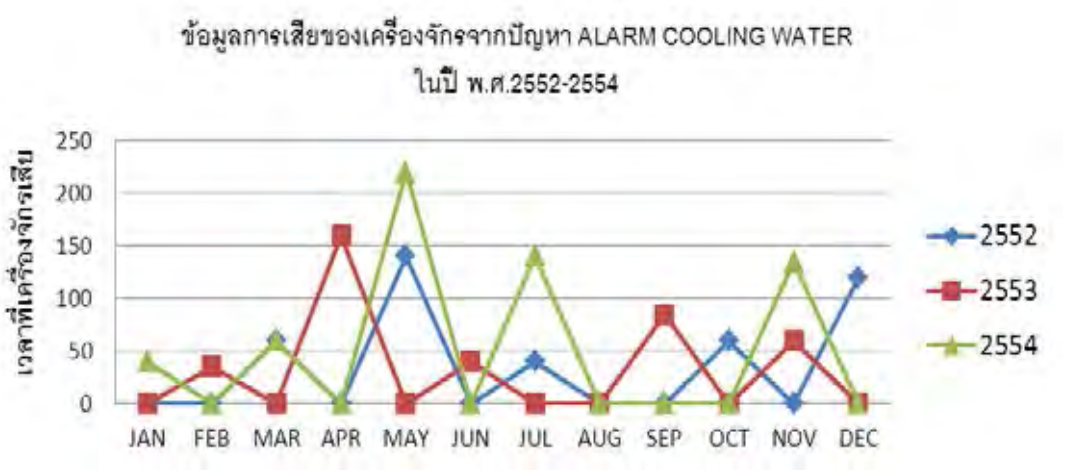
ปัจจัยที่ใช้การวิเคราะห์	กรณี:ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	กรณี:ปล่อยให้เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้น
เวลาที่ใช้ในการซ่อม (ชั่วโมง/ปี)	15	20.19
ค่าแรง(บาท)	91,500	123,220
ค่าอะไหล่เฉลี่ย(บาท/ปี)	-	480,000
ค่าสูญเสียโอกาสการขาย(บาท)	1,042,105	1,389,473
รวม(บาท)	1,133,620	1,992,713

จากการวิเคราะห์ผลกระทบพบว่า กรณีที่ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสำหรับปัญหา ALARM TRANSISTORจะมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าการปล่อยให้เหตุขัดข้องเกิดขึ้น 859,039 บาทต่อปี

1.2.การวิเคราะห์สถิติเพื่อจัดทำแผนซ่อมบำรุงและการเปรียบเทียบผลกระทบจากปัญหา ALARM COOLING WATER ในหน่วยย่อย COOLING WATER

1.2.1. การวิเคราะห์สถิติการเสียเพื่อจัดทำแผนซ่อมบำรุง

จากสถิติการเสียด้วยปัญหา ALARM COOLING WATER ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ถึง 2554 พบว่ามีสถิติการเสียดังแสดงในภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3 ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรจากปัญหา ALARM COOLING WATER ในปี พ.ศ.2552-2554

จากข้อมูลสถิติการเสียที่เกิดขึ้นพบว่าปัญหา ALARM COOLING WATER จะมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในแต่ละปี โดยจะเกิดปัญหาขึ้นทุกๆ 2-3 เดือนซึ่งความรุนแรงจะแตกต่างกัน โดยจะมีแนวโน้มความรุนแรงคล้ายคลึงกับปัญหา ALARM TRANSISTOR ในหน่วยย่อย CONTROL เนื่องจากเป็นหน่วยย่อยที่ทำงานคาบเกี่ยวกัน โดยการเสียเล็กน้อย(40-60 นาที)เกิดจากการที่ตัวกรองน้ำที่จะส่งต่อไปยังระบบปั๊มเกิดการอุดตัน ซึ่งปกติการซ่อมบำรุงจะใช้เวลาเฉลี่ย 30 นาทีในการทำความสะอาดตัวกรอง ซึ่งปัญหาดังกล่าวจะเริ่มสะสมจนไปกระทบในส่วนของระบบไหลเวียนของน้ำซึ่งมีความรุนแรงสูงขึ้น (เวลาเสียเกิน 2 ชั่วโมง) โดยมีเวลาเสียเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 7.75 ชั่วโมง จึงเลือกช่วงเวลาในการจัดทำแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันทุกๆ 1 เดือน สำหรับการล้างตัวกรอง และทุกๆ 4 เดือนสำหรับการเปลี่ยนระบบน้ำและทำความสะอาดระบบไหลเวียนในเดือน

เดียวกับแผนซ่อมบำรุงของหน่วยย่อย CONTROL คือเดือน กุมภาพันธ์ มิถุนายน และตุลาคม โดยแผนการซ่อมบำรุงจะใช้เวลาเฉลี่ย 5 ชั่วโมงต่อครั้ง

1.2.2. การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุง

จากแผนซ่อมบำรุงที่จัดทำขึ้นจะต้องทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบระหว่างการปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงและการปล่อยให้เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้นเพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด รายละเอียดของการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 5.7

โดยค่าสูญเสียโอกาสในการขายคำนวณจาก (เวลาที่ใช้ในการซ่อม/รอบการผลิต)*มูลค่าของสินค้าที่ผลิต

ค่าแรงคำนวณจาก (เวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง/การซ่อมเครื่องจักร*ค่าแรงงานต่อชั่วโมง)

ตารางที่ 5.7 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหา ALARM TRANSISTOR

ปัจจัยที่ใช้การวิเคราะห์	กรณี:ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	กรณี:ปล่อยให้เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้น
เวลาที่ใช้ในการซ่อม (ชั่วโมง/ปี)	21	7.75
ค่าแรง(บาท)	128,100	47,275
ค่าอะไหล่เฉลี่ย(บาท/ปี)	-	-
ค่าสูญเสียโอกาสการขาย(บาท)	1,458,947	538,420
รวม(บาท)	1,587,047	585,695

จากการวิเคราะห์ผลกระทบพบว่า กรณีที่ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสำหรับปัญหา ALARM COOLING WATER จะมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าการปล่อยให้เหตุขัดข้องเกิดขึ้น 1,001,352 บาทต่อปี แต่เนื่องจาก หน่วยย่อย CONTROL และ

หน่วยย่อย COOLING WATER เป็นหน่วยย่อยที่ทำงานคาบเกี่ยวกันอีกทั้งยังมีวิธีบำรุงรักษาที่แบบเดียวกันคือการเปลี่ยนถ่ายน้ำเข้าสู่ระบบไหลเวียนใหม่ ดังนั้นเมื่อคำนึงถึงแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันของปัญหา ALARM TRANSISTORหน่วยย่อย CONTROL ในหัวข้อ 5.2.1.1 แล้ว จึงทำการตัดต้นทุนในส่วนของการเปลี่ยนระบบไหลเวียนน้ำซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 15 ชั่วโมงต่อปี ดังนั้นผลการวิเคราะห์ต้นทุนสำหรับการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของปัญหา ALARM COOLING WATER จะแสดงดังในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหา ALARM TRANSISTOR

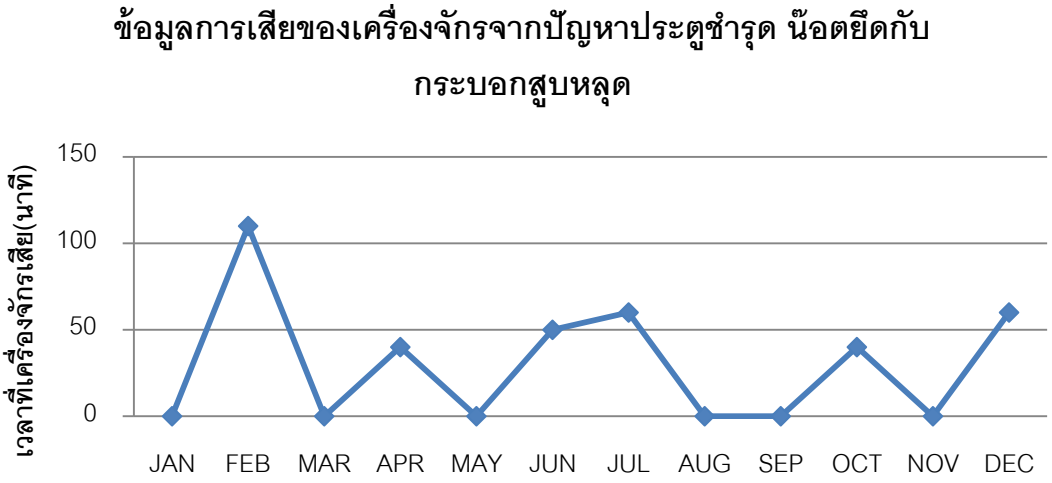
ปัจจัยที่ใช้การวิเคราะห์	กรณี:ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	กรณี:ปล่อยให้เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้น
เวลาที่ใช้ในการซ่อม (ชั่วโมง/ปี)	6	7.75
ค่าแรง(บาท)	36,600	47,275
ค่าอะไหล่เฉลี่ย(บาท/ปี)	-	-
ค่าสูญเสียโอกาสการขาย(บาท)	416,842	538,420
รวม(บาท)	453,442	585,695

จากการวิเคราะห์ผลกระทบใหม่โดยตัดเวลาสำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำพบว่ากรณีที่ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสำหรับปัญหา ALARM COOLING WATER จะมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่าการปล่อยให้เหตุขัดข้องเกิดขึ้น 132,253 บาทต่อปี

1.3.การวิเคราะห์สถิติเพื่อจัดทำแผนซ่อมบำรุงและการเปรียบเทียบผลกระทบจากปัญหา ประตูชำรุด น๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด ในหน่วยย่อย DOOR

1.3.1. การวิเคราะห์สถิติการเสียเพื่อจัดทำแผนซ่อมบำรุง

จากสถิติการเสียด้วยปัญหา ประตูชำรุด น๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด ในปี 2554 พบว่ามีสถิติการเสียดังแสดงในภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรจากปัญหา ประตูชำรุด น๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด ในปี พ.ศ.2554

จากข้อมูลสถิติการเสียที่เกิดขึ้นพบว่าปัญหา ประตูชำรุด น๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด จะเสียหายทุกๆ 2 เดือน โดยมีเวลาเสียอย่างรุนแรงต่อปีเท่ากับ 6 ชั่วโมง 10 นาที จึงเลือกช่วงเวลาในการจัดทำแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันทุกๆ 2 เดือนคือเดือน มกราคม มีนาคม พฤษภาคม กรกฎาคม กันยายน และพฤศจิกายน โดยแผนการซ่อมบำรุงจะใช้เวลาเฉลี่ย 30 นาที ต่อครั้ง นอกจากแผนการเปลี่ยนชิ้นส่วนแล้ว ยังทำการตรวจสอบและทำความสะอาดรางประตูและข้อต่อก่อนและหลังใช้งานเพื่อยืดอายุของอะไหล่อีกด้วย

1.3.2. การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุง

จากแผนซ่อมบำรุงที่จัดทำขึ้นจะต้องทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบระหว่างการปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงและการปล่อยให้เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้นเพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด รายละเอียดของการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 5.9

โดยค่าสูญเสียโอกาสในการขายคำนวณจาก (เวลาที่ใช้ในการซ่อม/รอบการผลิต)*มูลค่าของสินค้าที่ผลิต

ค่าแรงคำนวณจาก (เวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง/การซ่อมเครื่องจักร*ค่าแรงงานต่อชั่วโมง)

ตารางที่ 5.9 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหาประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด

ปัจจัยที่ใช้การวิเคราะห์	กรณี:ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	กรณี:ปล่อยให้เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้น
เวลาที่ใช้ในการซ่อม (ชั่วโมง/ปี)	3	6:16
ค่าแรง(บาท)	18,300	37,616
ค่าอะไหล่เฉลี่ย (บาท/ปี)	29,400	29,400
ค่าสูญเสียโอกาสการขาย(บาท)	208,421	428,420
รวม(บาท)	226,721	466,036

จากการวิเคราะห์ผลกระทบพบว่า กรณีที่ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสำหรับปัญหา ประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุดจะมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าการปล่อยให้เหตุขัดข้องเกิดขึ้น 239,315 บาทต่อปี

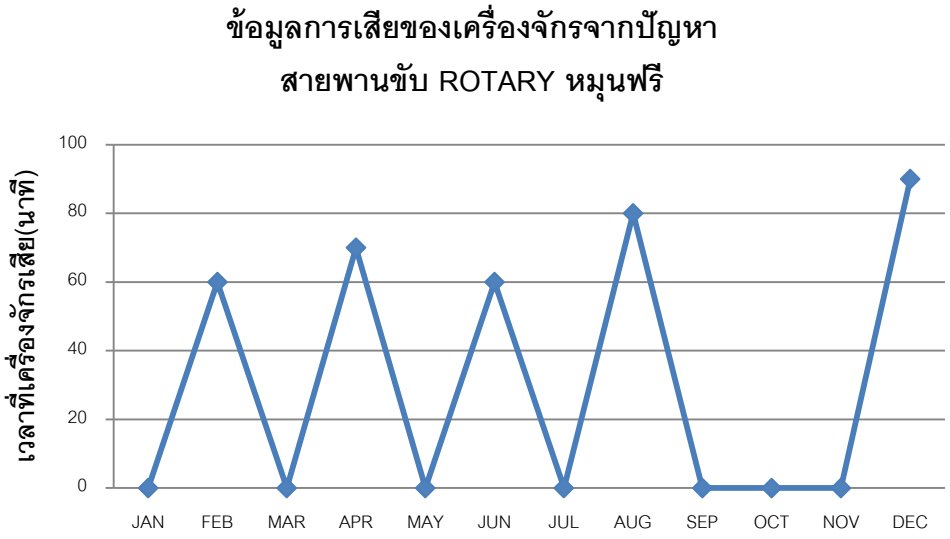
2. <u>การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องจักร 10GUY-C</u>

หน่วยย่อยในเครื่องจักร 10GUY-C ที่ต้องมีการทำแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันคือ หน่วยย่อย ROTARY ซึ่งมีสถิติการเสียดังนี้

2.1.การวิเคราะห์สถิติเพื่อจัดทำแผนซ่อมบำรุงและการเปรียบเทียบผลกระทบจากปัญหา สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี ในหน่วยย่อย ROTARY

2.1.1. การวิเคราะห์สถิติการเสียเพื่อจัดทำแผนซ่อมบำรุง

จากสถิติการเสียด้วยปัญหา สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี ในปี พ.ศ. 2554 พบว่ามีสถิติการเสียดังแสดงในภาพที่ 5.5



ภาพที่ 5.5 ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรจากปัญหา สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี ในปี พ.ศ. 2554

จากข้อมูลสถิติการเสียที่เกิดขึ้นพบว่าสายพานปัญหา ROTARY ขาด จะมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในแต่ละปี ซึ่งจะเกิดขึ้นทุก 2 เดือน โดยมีเวลาเสียต่อปีเท่ากับ 6 ชั่วโมง จึงเลือกช่วงเวลาในการจัดทำแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันทุกๆ 2 เดือนคือเดือน มกราคม มีนาคม พฤษภาคม กรกฎาคม กันยายน พฤศจิกายน โดยแผนการซ่อมบำรุง ซึ่งประกอบไปด้วยการเปลี่ยนสายพาน การตรวจสอบสภาพ และทำความสะอาดจะใช้เวลาเฉลี่ย 45 นาทีต่อครั้ง นอกจากนี้ยังมีในส่วนการเปลี่ยนแปลงวัสดุพลูเลย์ซึ่งคาดการณ์ว่าจะมีอายุการใช้งานเฉลี่ย 6 เดือนโดยการเปลี่ยนจะใช้เวลาเฉลี่ย 30 นาที ต่อครั้ง

2.1.2. การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุง

จากแผนซ่อมบำรุงที่จัดทำขึ้นจะต้องทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบระหว่างการปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงและการปล่อยให้เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้นเพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด รายละเอียดของการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 5.10

โดยค่าสูญเสียโอกาสในการขายคำนวณจาก (เวลาที่ใช้ในการซ่อม/รอบการผลิต)*มูลค่าของสินค้าที่ผลิต

ค่าแรงคำนวณจาก (เวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง/การซ่อมเครื่องจักร*ค่าแรงงานต่อชั่วโมง)

ตารางที่ 5.10 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหาสายพานขับ ROTARY หมุนฟรี

ปัจจัยที่ใช้การวิเคราะห์	กรณี:ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	กรณี:ปล่อยให้เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้น
เวลาที่ใช้ในการซ่อม (ชั่วโมง/ปี)	5.50	6
ค่าแรง(บาท)	33,550	36,600
ค่าอะไหล่เฉลี่ย (บาท/ปี)	5,200	7,869
ค่าสูญเสียโอกาสการขาย(บาท)	382,104	416,842
รวม(บาท)	420,854	461,311

จากการวิเคราะห์ผลกระทบพบว่า กรณีที่ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสำหรับปัญหา สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี จะมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าการปล่อยให้เหตุขัดข้องเกิดขึ้น 40,457 บาทต่อปี

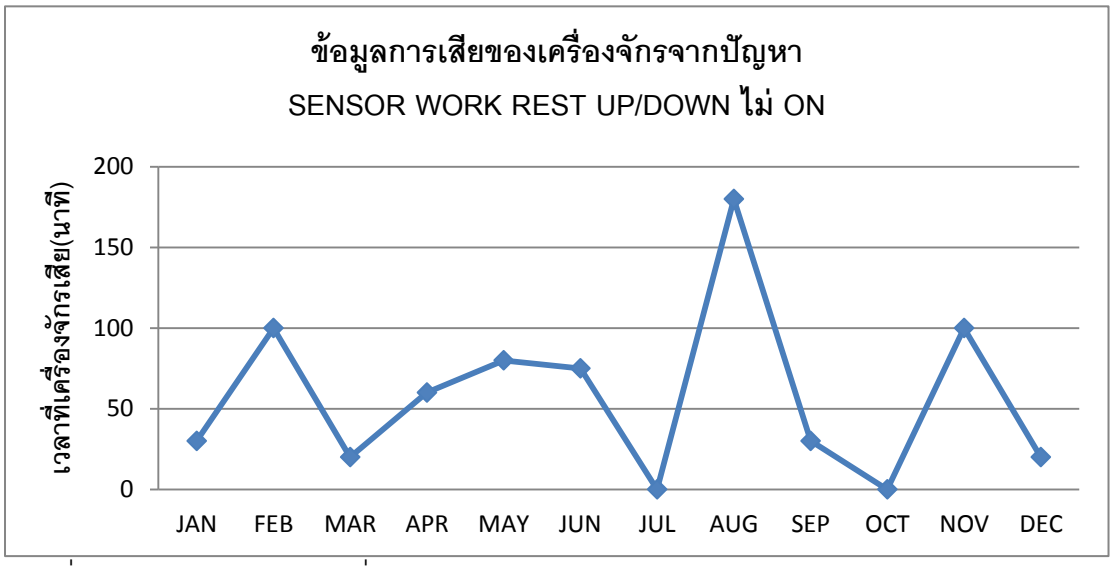
3. <u>การวางแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องจักร 3LNC-C</u>

หน่วยย่อยในเครื่องจักร 3LNC-C ที่ต้องมีการทำแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันคือ หน่วยย่อย WORK RESTซึ่งมีสถิติการเสียดังนี้

3.1.การวิเคราะห์สถิติเพื่อจัดทำแผนซ่อมบำรุงและการเปรียบเทียบผลกระทบจากปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON ในหน่วยย่อย WORK REST

3.1.1. การวิเคราะห์สถิติการเสียเพื่อจัดทำแผนซ่อมบำรุง

จากสถิติการเสียด้วยปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON ในปี พ.ศ. 2554 พบว่ามีสถิติการเสียดังแสดงในรูปที่ 5.6



ภาพที่ 5.6 ข้อมูลการเสียของเครื่องจักรจากปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON ในปี พ.ศ.2554

จากข้อมูลสถิติการเสียที่เกิดขึ้นพบว่าปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON จะมีความถี่ในการเกิดขึ้นทุกเดือน โดยมีเวลาเสียต่อปีเท่ากับ 11 ชั่วโมง 35 นาที โดยแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของปัญหานี้จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ การตรวจสภาพหลังการใช้งาน การทำความสะอาดหลังการใช้งาน และการเปลี่ยนเซนเซอร์ โดยจะนำเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนเซนเซอร์มาคิดเปรียบเทียบในส่วนค่าเสียโอกาสการขายเท่านั้นเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการตรวจสภาพและทำความสะอาดเป็นเวลาหลังจากเครื่องจักรปฏิบัติการ โดยระยะเวลาเฉลี่ยในการเปลี่ยนเซนเซอร์ต่อครั้งเท่ากับ 2 ชั่วโมง ซึ่งจะทำการเปลี่ยนทุกครึ่งปีในเดือน มิถุนายน และธันวาคม

3.1.2. การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุง

จากแผนซ่อมบำรุงที่จัดทำขึ้นจะต้องทำการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบระหว่างการปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงและการปล่อยให้เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้นเพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด รายละเอียดของการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 5.11

โดย ค่าสูญเสียโอกาสในการขายคำนวณจาก (เวลาที่ใช้ในการซ่อม/รอบการผลิต)*มูลค่าของสินค้าที่ผลิต

ค่าแรงคำนวณจาก (เวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุง/การซ่อมเครื่องจักร*ค่าแรงงานต่อชั่วโมง)

ตารางที่ 5.11 การเปรียบเทียบผลกระทบจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON

ปัจจัยที่ใช้การวิเคราะห์	กรณี:ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	กรณี:ปล่อยให้เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเกิดขึ้น
เวลาที่ใช้ในการซ่อม (ชั่วโมง/ปี)	4	11.58
ค่าแรง(บาท)	24,400	70,638
ค่าอะไหล่เฉลี่ย(บาท/ปี)	30,000	30,543
ค่าสูญเสียโอกาสการขาย(บาท)	277,894	804,505
รวม(บาท)	332,294	905,686

จากการวิเคราะห์ผลกระทบพบว่า กรณีที่ปฏิบัติตามแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสำหรับปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ONจะมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าการปล่อยให้เหตุขัดข้องเกิดขึ้น 573,392 บาทต่อปี

จากการกำหนดแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันและเปรียบเทียบผลกระทบ ทั้ง 5 แผนพบว่าการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันใหม่มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายลดลง ดังนั้นแผนการ

ซ่อมบำรุงทั้ง 5 แผนจะถูกนำไปทดลองใช้เป็นเวลา 1 ปี เพื่อทำการเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดเดิมที่คำนวณขึ้น

5.3 การสร้างเอกสารประกอบการซ่อมบำรุง

ในการจะพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงนอกจากแผนการซ่อมบำรุงแล้วจะต้องมีเอกสารประกอบการทำงาน และเอกสารควบคุมการทำงาน ซึ่งจะช่วยให้การซ่อมบำรุงมีประสิทธิภาพโดยเอกสารประกอบการซ่อมบำรุงที่จัดทำขึ้นจะประกอบไปด้วย เอกสารประกอบขั้นตอนการเปลี่ยนชิ้นส่วน และเอกสารประกอบขั้นตอนการตรวจสภาพ ซึ่งรายละเอียดของเอกสารจะอธิบายถึงขั้นตอนการทำงาน และจุดควบคุมการทำงาน

1. <u>เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหาในเครื่องจักร 6HQI-C</u>

1.1 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ALARM TRANSISTOR ในหน่วยย่อย CONTROL

เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ALARM TRANSISTOR นั้นจะเป็นเอกสารประกอบขั้นตอนการทำงานและจุดควบคุมการทำงาน การทำความสะอาดระบบหล่อเย็น ดังภาพที่ 5.7 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ALARM TRANSISTOR

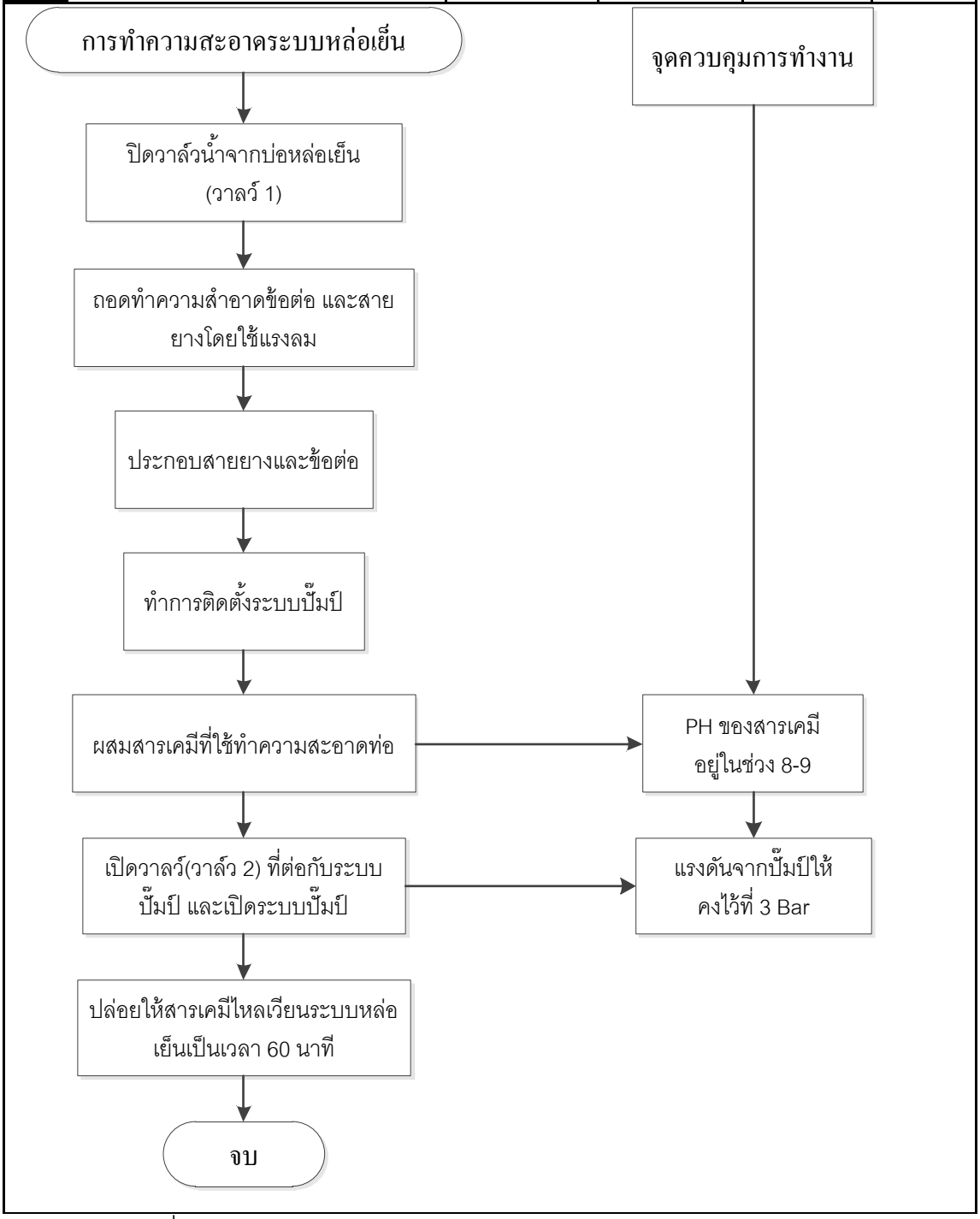
1.2 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ALARM COOLING WATER ในหน่วยย่อย COOLING WATER

เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ALARM COOLING WATER นั้นจะเป็นเอกสารประกอบขั้นตอนการทำงานและจุดควบคุมการทำงาน การทำความสะอาดตัวกรองน้ำ ดังภาพที่ 5.8 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ALARM COOLING WATER

1.3 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ปัญหา ประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด ในหน่วยย่อย DOOR

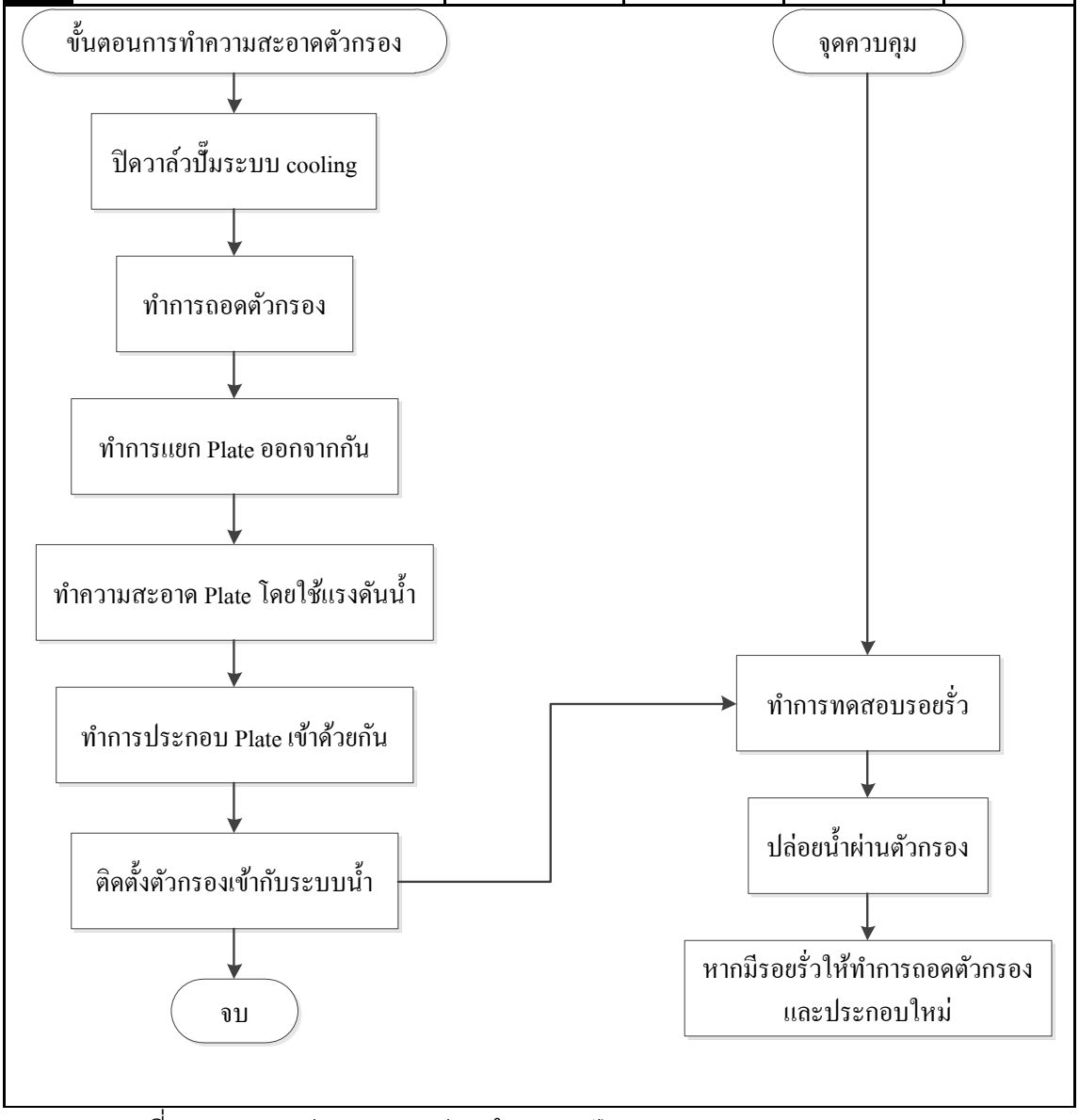
เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ALARM COOLING WATER นั้นจะเป็นเอกสารประกอบขั้นตอนการทำงานและจุดควบคุมการทำงาน การเปลี่ยนกระบอกสูบ ดังภาพที่ 5.9 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหาประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด

	การทำความสะอาดระบบหล่อเย็น	รหัสเอกสาร		แก้ไขครั้งที่	0
	Machine: 6HQI-C /Unit: Control	วันที่บังคับใช้	00/00/2012	หน้า	1 ของ 1



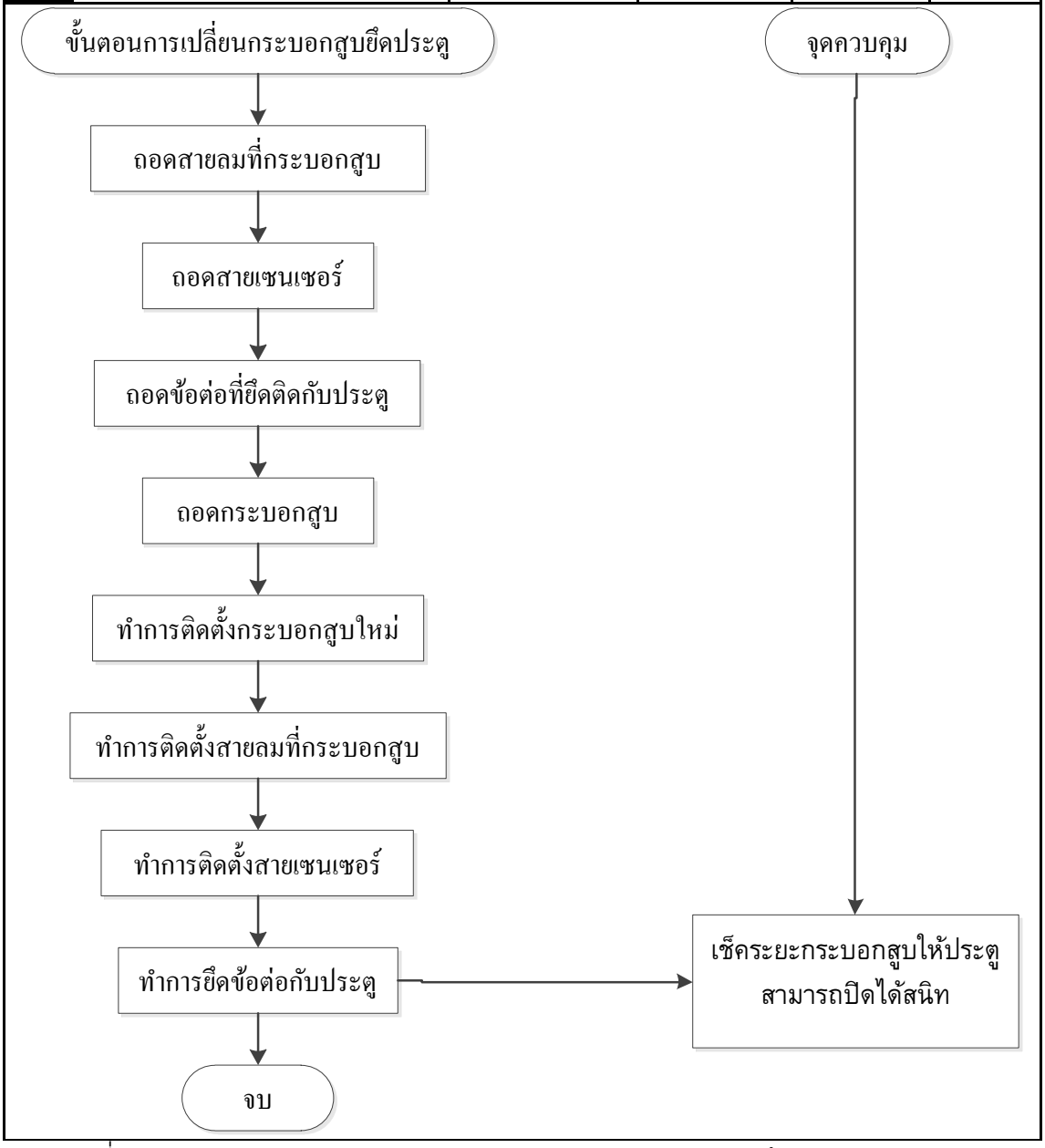
ภาพที่ 5.7 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ALARM TRANSISTOR

	การทำความสะอาดตัวกรอง	รหัสเอกสาร		แก้ไขครั้งที่	0
	Machine: 6HQI-C /Unit: Cooling water	วันที่บังคับใช้	00/00/2012	หน้า	1 ของ 1



ภาพที่ 5.8 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา ALARM COOLING WATER

	การเปลี่ยนกระบอกสูบยึดประตู	รหัสเอกสาร		แก้ไขครั้งที่	0
	Machine: 6HQI-C /Unit: DOOR	วันที่บังคับใช้	00/00/2012	หน้า	1 ของ 1



ภาพที่ 5.9 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหาประตูชำรุด น๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด

2. <u>เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหาในเครื่องจักร 10GUY-C</u>

2.1.เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี ในหน่วยย่อย ROTARY

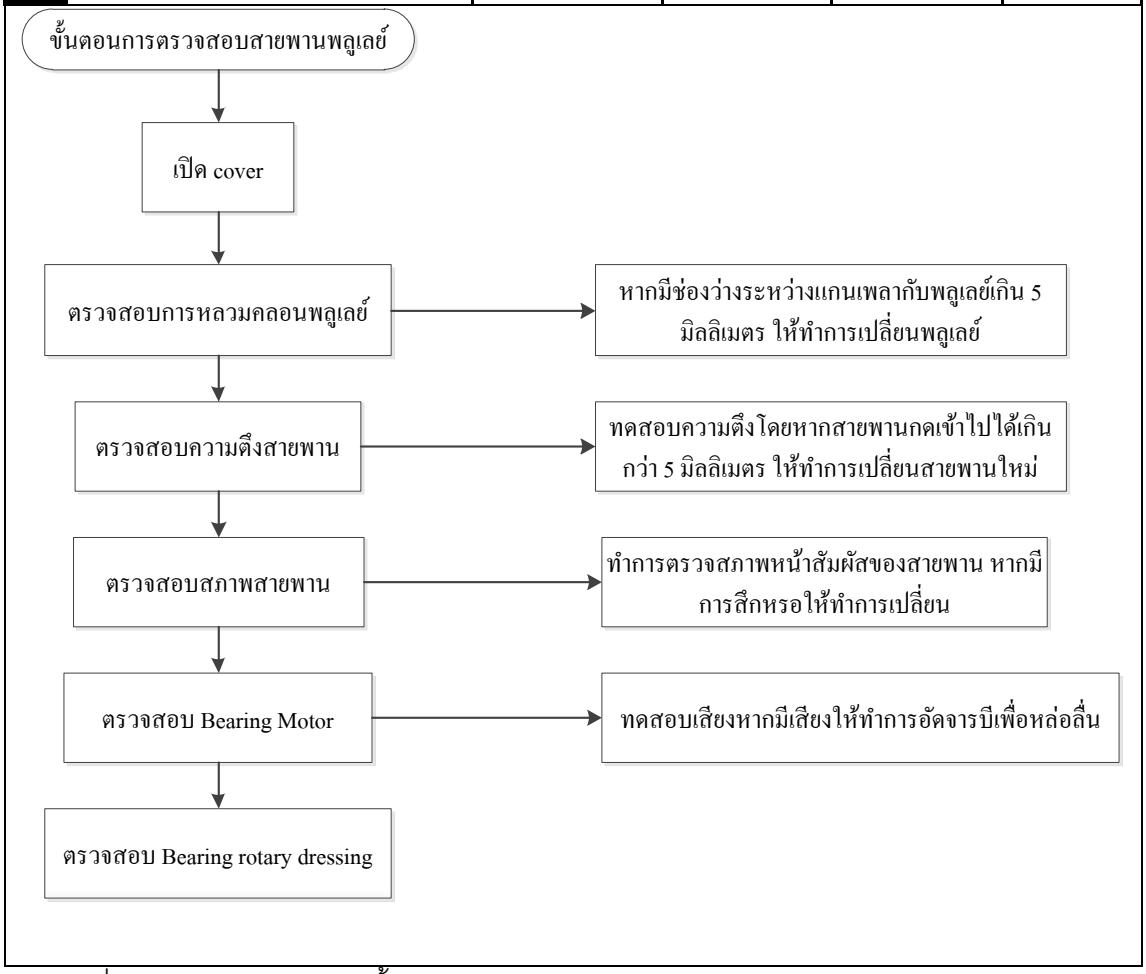
เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี จะเป็นเอกสารประกอบขั้นตอนการตรวจสภาพและจุดควบคุมของการตรวจสภาพสายพานและพลูเลย์ ดังภาพที่ 5.10 เอกสารประกอบขั้นตอนการตรวจสภาพของปัญหาสายพานขับ ROTARY หมุนฟรี และเอกสารประกอบขั้นตอนการเปลี่ยนสายพานและจุดควบคุมการเปลี่ยนสายพานทำงาน ดังภาพที่ 5.11 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงปัญหาสายพานขับ ROTARY หมุนฟรี

3. <u>เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหาในเครื่องจักร 3LNC-C</u>

3.1.เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON ในหน่วยย่อย WORK REST

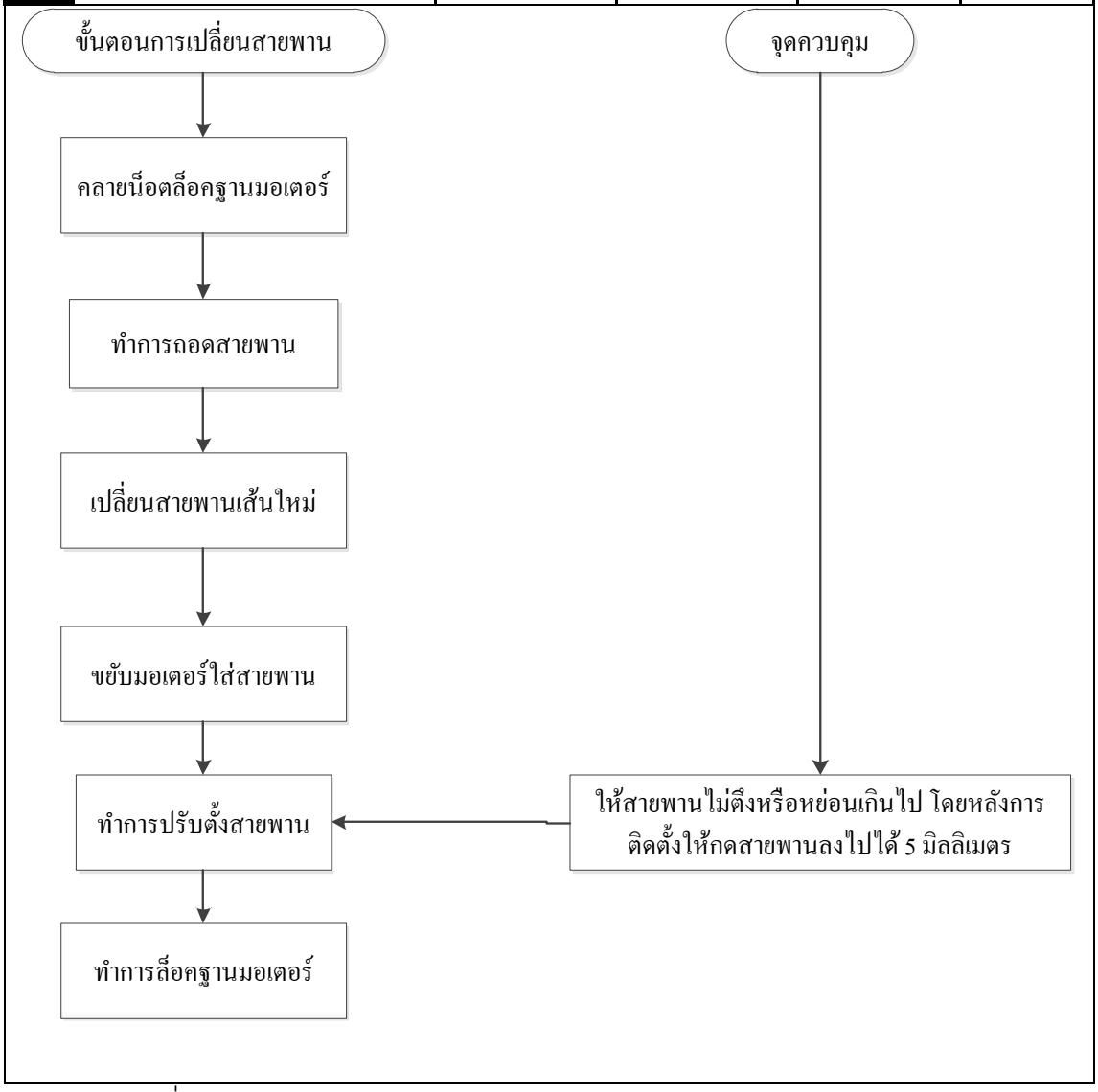
เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงของปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON จะเป็นเอกสารประกอบขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อระบุปัญหาดังภาพที่ 5.12 เอกสารประกอบขั้นตอนการตรวจสภาพเพื่อระบุปัญหาของปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON และเอกสารประกอบขั้นตอนการเปลี่ยนเซนเซอร์และจุดควบคุมการเปลี่ยนเซนเซอร์ดังภาพที่ 5.13 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON ในหน่วยย่อย WORK REST

	การตรวจสภาพสายพาน,พลูเลย์	รหัสเอกสาร		แก้ไขครั้งที่	0
	Machine: 10GUY-C /Unit: ROTARY	วันที่บังคับใช้	00/00/2012	หน้า	1 ของ 1



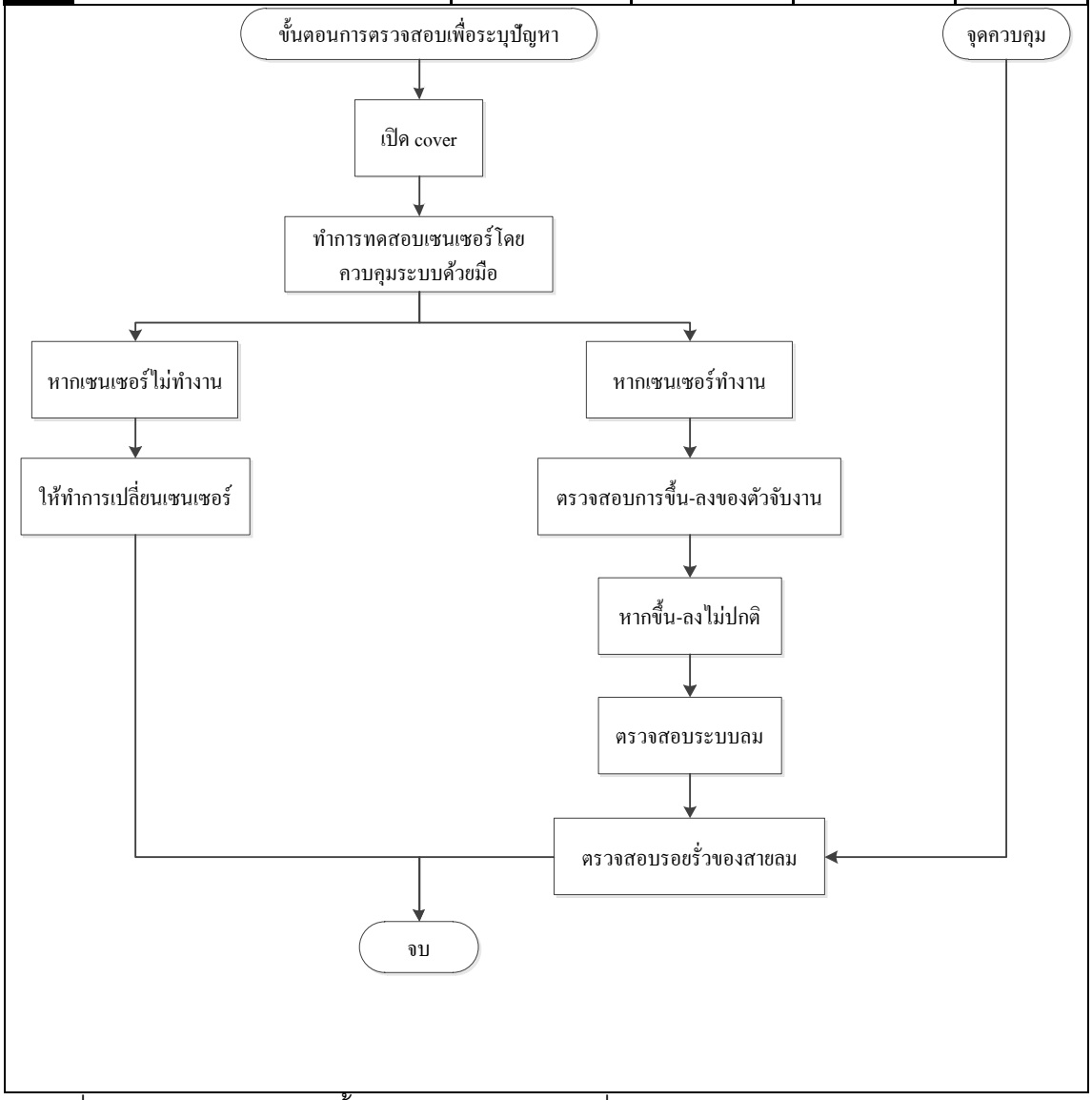
ภาพที่ 5.10 เอกสารประกอบขั้นตอนการตรวจสภาพของปัญหาสายพานขับ ROTARY หมุนฟรี

	การเปลี่ยนสายพาน ROTARY	รหัสเอกสาร		แก้ไขครั้งที่	0
	Machine: 10GUY-C /Unit: ROTARY	วันที่บังคับใช้	00/00/2012	หน้า	1 ของ 1



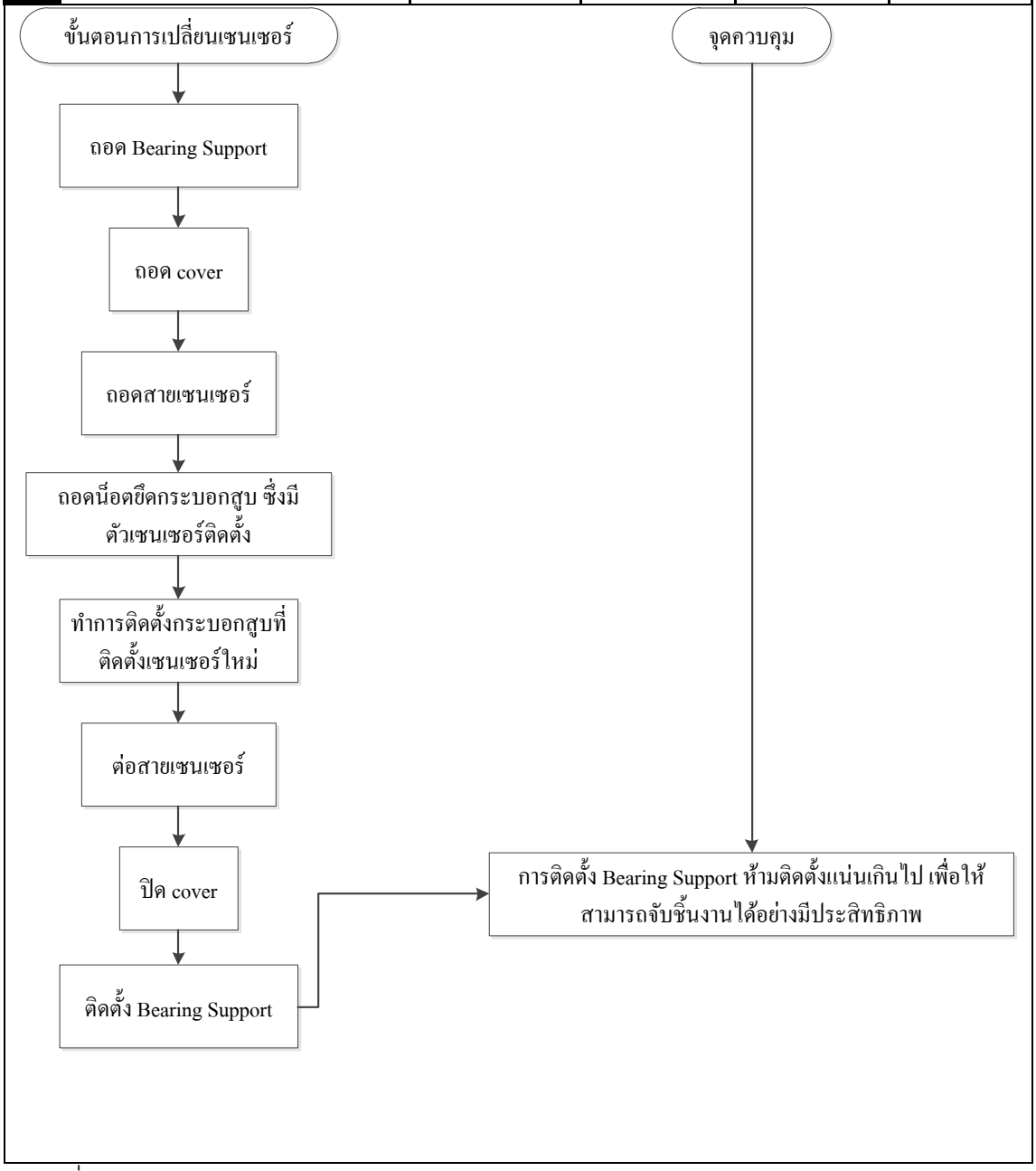
ภาพที่ 5.11 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงปัญหาสายพานขับ ROTARY หมุนฟรี

	การตรวจสภาพเพื่อระบุปัญหา	รหัสเอกสาร		แก้ไขครั้งที่	0
	Machine: 3LNC-C /Unit: WORKREST	วันที่บังคับใช้	00/00/2012	หน้า	1 ของ 1



ภาพที่ 5.12 เอกสารประกอบขั้นตอนการตรวจสภาพเพื่อระบุปัญหาของปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON

	การเปลี่ยนเซนเซอร์จับชิ้นงาน	รหัสเอกสาร		แก้ไขครั้งที่	0
	Machine: 3LNC-C /Unit: WORKREST	วันที่บังคับใช้	00/00/2012	หน้า	1 ของ 1



ภาพที่ 5.13 เอกสารประกอบการซ่อมบำรุงปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON ในหน่วยย่อย WORK REST

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

6.1 การตรวจสอบคะแนนในปัจจัยความสามารถในการตรวจสอบ (Detection) ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

จากเกณฑ์ที่ใช้ในการกรอกคะแนนก่อนการสรุปผลในส่วนของปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจสอบ (Detection) ดังตารางที่ 3.3 พบว่ามีความไม่ชัดเจนในการให้คะแนน จึงได้มีการปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัย Detection ใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 6.1 ซึ่งมีความชัดเจนมากขึ้นในส่วนของระบบการตรวจสอบที่ใช้ในปัจจุบัน

ตารางที่ 6.1 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ(Detection) หลังการปรับปรุง

การควบคุม	ความเป็นไปได้ของการควบคุม	ระดับ
เกือบจะเป็นไปไม่ได้	การควบคุมไม่สามารถตรวจหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้ หรือ ไม่มีการควบคุม	10
น้อยมาก	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้น้อยมาก (ระบบของการตรวจสอบเป็นแบบสุ่มตรวจ)	9
น้อย	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้น้อย (สามารถตรวจพบได้หลังการเสียเกิดขึ้น ด้วยการใช้สายตา)	8
ต่ำมาก	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้ต่ำมาก (สามารถตรวจพบได้หลังการเสียเกิดขึ้น ด้วยสายตาสองครั้ง การสัมผัส หรือเสียงเท่านั้น)	7
ต่ำ	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้ต่ำ (สามารถตรวจพบได้หลังการเสียเกิดขึ้น ด้วยการใช้เครื่องมือ)	6

ตารางที่ 6.1 เกณฑ์การให้คะแนนในปัจจัยด้านความสามารถในการตรวจจับ(Detection) หลังการปรับปรุง (ต่อ)

การควบคุม	ความเป็นไปได้ของการควบคุม	ระดับ
พอสมควร	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้พอสมควร (สามารถตรวจพบการเสียของเครื่องจักรได้ระหว่างการปฏิบัติงาน ด้วยการใช้ เครื่องมือ)	5
สูงพอสมควร	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้สูงพอสมควร (สามารถตรวจพบการเสียของเครื่องจักรได้ก่อนการเสีย ด้วยการใช้ เครื่องมือ)	4
สูง	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้สูง(มีระบบอัตโนมัติในการตรวจจับการเสียระหว่างดำเนินการผลิต)	3
สูงมาก	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้สูงมาก (มีระบบอัตโนมัติในการตรวจจับและหยุดการเสียระหว่างดำเนินการผลิต)	2
เกือบสมบูรณ์	การควบคุมสามารถตรวจพบหาสาเหตุ/กลไก ลักษณะข้อบกพร่องได้เกือบสมบูรณ์(มีระบบอัตโนมัติในการแจ้งเตือนก่อนเกิดการเสีย)	1

ที่มา: Automotive Industry Action Group (AIAG) และ Failure Mode and Effect Analysis 4th Edition

ซึ่งจากการเปลี่ยนเกณฑ์ในปัจจัยความสามารถในการตรวจจับพบว่ามี ปัญหา 2 ปัญหาที่มีค่าคะแนน Detection เปลี่ยน คือปัญหา “CONVEYOR OUT ติด” ในเครื่องจักร 6HQI-C โดยคะแนนเดิมในส่วนของปัจจัย Detection มีค่าเท่ากับ 8 แต่หลังจากการใช้เกณฑ์ใหม่ค่าคะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 10 เนื่องจากปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่ยังไม่มีระบบในการตรวจสอบ อีกปัญหาที่ค่าคะแนนในปัจจัย Detection เปลี่ยนคือปัญหา “ALARM D407-1-00-00” ซึ่งมีคะแนนเดิมเท่ากับ 8 แต่หลังจากการใช้เกณฑ์ใหม่ค่าคะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 10 เนื่องจากปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่ยังไม่มีระบบในการตรวจสอบเช้นเดียวกับปัญหาแรก

นอกจากการปรับปรุงเกณฑ์ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น จะนำค่าคะแนนในปต่ละปัจจัยมาทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล

การกรอกคะแนนเพื่อวิเคราะห์หาค่า RPN ในปัจจัย Severity และOccurrence ในงานวิจัยนี้ใช้เกณฑ์ที่มีความแน่นอน กล่าวคือมีช่วงตัวเลขที่ชัดเจน จึงทำให้การกรอกคะแนนไม่จำเป็นต้องพึ่งประสบการณ์ของผู้กรอก แต่ในส่วนของ Detection เกณฑ์การให้คะแนนยังคงต้องใช้ประสบการณ์ของผู้กรอกซึ่งอาจส่งผลให้ค่า RPN ที่คำนวนได้มีการผิดเพี้ยน จึงได้ทำการตรวจสอบเพื่อหาความไม่สอดคล้องของข้อมูล ตัวอย่างเช่น กรณีที่คะแนนใน ปัจจัย Severity และ Occurrence สูงแต่คะแนน Detection ต่ำ เป็นต้น จึงได้ทำการทดสอบด้วยวิธีการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(Correlation Coefficient) โดยทำการหาสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์นั้นจะทำการเปรียบเทียบค่าคะแนนระหว่าง Severity กับ Detection Occurrence กับ Detection และ ผลคูณของค่า Severity และ Occurrence กับ Detection ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังนี้

- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Severity กับ Detection มีค่าเท่ากับ 0.506 ซึ่งมีความหมายว่า คะแนนในปัจจัย Severity กับ Detection มีความสัมพันธ์กันปานกลาง
- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง Occurrence กับDetection มีค่าเท่ากับ 0.243ซึ่งมีความหมายว่า คะแนนในปัจจัย Occurrence กับ Detection มีความสัมพันธ์กันต่ำ
- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง ผลคูณของ Severity และ Occurrence กับ Detection มีค่าเท่ากับ 0.672 ซึ่งมีความหมายว่า คะแนนผลคูณของ Severity และ Occurrence กับ Detection มีความสัมพันธ์กันปานกลาง

โดยเกณฑ์ที่ใช้ [21] มีการกำหนดความสัมพันธ์ไว้ดังนี้

r = 0	:แสดงว่าตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันเลย
r < 0.3	:แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันน้อย
0.5 < r < 0.8	:แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
r > 0.8	:แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
r = 1	:แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันเป็นบวกสมบูรณ์
r = -1	:แสดงวาตัวแปรทั้งสองมีความสัมพนธ์กันเป็นลบสมบูรณ

จากการทดสอบค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรระหว่าง Severity Occurrence และ Detection พบว่า ข้อมูลระหว่างปัจจัย Severity และ Detection และผลคูณ ของ Severity และ Occurrence กับ Detection มีความสัมพันธ์กัน แต่ ระหว่าง Occurrence และ Detection ข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กัน จึงอาจสรุปได้ว่า ข้อมูล Detection มีความสอดคล้องกับ ข้อมูลอื่น ยกเว้นข้อมูล Occurrence ซึ่งหมายความว่าการกรอกข้อมูลในส่วน Detection ไม่ส่งผลกระทบกับค่า

RPN จึงอาจสรุปได้ว่า เกณฑ์ Detection ที่เป็นอิงจากประสบการณ์ของผู้ใช้นั้นไม่มีการให้ค่าคะแนนที่ผิดจากความเป็นจริงซึ่งส่งผลให้ค่า RPN นั้นมีความถูกต้อง

6.2 ผลการใช้แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จากการจัดสร้างแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันและเอกสารประกอบการซ่อมบำรุงในบทที่ 5 ไปใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร 6HQI-C ,10GUY-C และ 3LNC-C พบว่ามีผลดังนี้

1. ผลการใช้แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องจักร 6 HQI-C

เครื่องจักร 6HQI-C มีการนำแผนการซ่อมบำรุงเชิงรักษา 3 แผนไปใช้ โดยเป็นแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสำหรับหน่วยย่อย CONTROL ,COOLING WATER และDOOR เป็นเวลา 1 ปี พบว่า

ค่า MTBFเฉลี่ยต่อเดือนหลังจากการปรับปรุงมีค่าสูงขึ้น จากเดิม 83±45 ชั่วโมงต่อครั้ง เป็น 87±24.ชั่วโมงต่อครั้งคิดเป็น 4.81 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า MTBF ก่อนการเฉลี่ยค่า MTBF หลังการปรับปรุงจะทำการตัดค่า MTBF ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2555 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 565.84 ชั่วโมงต่อครั้งเนื่องจากค่าดังกล่าวเป็นค่าผิดปกติจากข้อมูลอื่น (Outlier) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 6.1 และค่า Min MTBF มีค่าเพิ่มขึ้น จากเดิม 38 ชั่วโมงต่อครั้งเป็น 56.85 ชั่วโมงต่อครั้งคิดเป็น 49.60 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นเหตุนี้เนื่องจากหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้ความถี่ของการเสียในปัญหา ALARM TRANSISTOR ALARM COOLING WATER และปัญหาประตูชำรุด น๊อตยึดกับกระบอกสูบหลุด ลดลง โดยมีรายละเอียดการลดลงของความถี่ในแต่ละปัญหาดังนี้

- ปัญหา ALARM TRANSISTOR มีความถี่ก่อนการปรับปรุงจากเดิม 9 ครั้ง ลดลงเหลือ 1 ครั้งหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

- ปัญหา ALARM COOLING WATER มีความถี่ก่อนการปรับปรุงจากเดิม 5 ครั้ง ลดลงเหลือ 1 ครั้งหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

- ปัญหา ประตูชำรุด น๊อตยึดกระบอกสูบหลุด มีความถี่ก่อนการปรับปรุงจากเดิม 6 ครั้ง และไม่มีปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นอีกหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

รายละเอียดการเสียทั้งหมดของเครื่องจักร 6HQI-C ในปี พ.ศ.2555 แสดงดังในภาคผนวก ง และรายละเอียดค่า MTBFเฉลี่ยต่อเดือนดังแสดงใน ตารางที่ 6.2

ค่า MTTR เฉลี่ยต่อเดือนมีค่าลดลงจากเดิม 84.70±32 นาทีต่อครั้งเป็น 71.28±45 นาทีต่อครั้งคิดเป็น 15เปอร์เซ็นต์ และค่า Max MTTR มีค่าลดลงจากเดิม 152.14 นาทีต่อครั้งเป็น 140 นาทีต่อครั้ง คิดเป็น 8 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดค่า MTTR เฉลี่ยต่อเดือนดังแสดงใน ตารางที่ 6.2

โดยการเสียจากปัญหา ALARM TRANSISTOR และ ALARM COOLING WATER ที่เกิดขึ้นอย่างละ 1 ครั้ง โดยการเสียที่เกิดขึ้นทั้ง 2 ครั้งเกิดจากความผิดพลาดของพนักงานในสายการผลิตปรับตั้งค่าแรงดันน้ำผิด ซึ่งอยู่นอกเหนือการวิเคราะห์สาเหตุที่แสดงใน ตารางที่ 5.1 และ ตารางที่ 5.2 ส่งผลให้เครื่องจักรหยุดเนื่องจากน้ำไหลเวียนเข้าสู่ระบบน้อยเกินไป โดยในการแก้ไขทั้ง 2 ครั้งจะประกอบไปด้วย การตรวจหาสาเหตุและปรับค่าควบคุมที่อุปกรณ์ควบคุมแรงดันน้ำซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 40 นาทีในแต่ละครั้ง โดยเวลาเฉลี่ยในการซ่อมจาก 2 ปัญหาดังกล่าวก่อนการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่พัฒนา ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ที่เป็นเหตุนี้เนื่องจากหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่พัฒนาขึ้น คือการทำความสะอาดระบบหล่อเย็น การเปลี่ยนน้ำ และทำความสะอาดตัวกรอง ส่งผลให้ความร้อนที่สะสมบนแผงควบคุมลดลง แผงวงจรจึงไม่เสีย

นอกจากนี้เอกสารประกอบการซ่อมบำรุง ซึ่งประกอบไปด้วยเอกสารประกอบขั้นตอนการทำงาน(Work Instruction) และเอกสารประกอบการควบคุมการทำงาน(Control Procedure) ช่วยให้การซ่อมบำรุงมีมาตรฐาน จึงทำให้ไม่มีข้อผิดพลาดในการทำความสะอาดระบบและติดตั้งอุปกรณ์

2. <u>การเปรียบเทียบผลของค่า MTBF และ MTTR ของเครื่องจักร 6HQI-C ในแต่ละเดือนหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน</u>

ผลจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ทำการปรับปรุงใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 6.2 พบว่า ในเดือน กรกฎาคม สิงหาคม และกันยายนมีค่า MTBF ต่ำลงจากเดิม เนื่องจากในไตรมาสที่ 3 และ4 มียอดคำสั่งการผลิตสูงเกินกว่ากำลังการผลิตของเครื่องจักร ดังนั้นจากความจำเป็นที่จะต้องผลิตชิ้นส่วนส่งให้ทันตามข้อกำหนดของลูกค้า จึงส่งผลให้การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนอื่นนอกจากการซ่อมบำรุงตามแผนที่จัดสร้างขึ้นใหม่นั้นทำได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพจึงส่งผลให้การเสียของเครื่องจักรในเดือนดังกล่าวมีความถี่ที่สูงขึ้นซึ่งส่งผลให้ค่า MTBF ลดลง

ในส่วนของค่า MTTR พบว่าในเดือน เมษายน สิงหาคม และธันวาคมมีค่า MTTR สูงขึ้น โดยเดือนธันวาคมค่า MTTR มีค่าสูงขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญ คือจากเดิมมีค่า MTTR เท่ากับ 45.71 นาทีต่อครั้ง เป็น 126.67 นาทีต่อครั้ง เนื่องจากเกิดปัญหา "COIL 3 UPPER CENTER ไม่หมุน" ซึ่งเป็นปัญหาที่พึ่งพบใหม่จึงใช้เวลาในการตรวจสอบปัญหาและสั่งซื้ออะไหล่นานกว่าปกติ โดยใช้เวลา 12 ชั่วโมง 30 นาที ในการซ่อมปัญหาดังกล่าวจึงส่งผลให้มีค่า MTTR สูงขึ้นจากเดิม

ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR เฉลี่ยต่อเดือนของเครื่องจักร 6HQI-C ระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่จัดสร้างขึ้น

Month	Loadtime (Hr.)	6HQI-C ก่อนการปรับปรุง				Loadtime (Hr.)	6HQI-C หลังการปรับปรุง			
		BD(%)	Frequency	MTBF(Hr.)	MTTR(Min)		BD(%)	Frequency	MTBF(Hr.)	MTTR(Min)
Jan	533	3.33	7	76	152.14	519	3.15	7	86.5	140.00
Feb	530	2.48	9	59	87.56	501	0.78	6	83.58	39.17
Mar	574	3.84	15	38	88.33	569	1.60	10	56.91	54.50
Apr	387	0.97	5	77	45.00	497	1.12	6	82.93	55.83
May	468	3.69	12	39	86.25	568	2.07	10	56.85	70.50
Jun	545	1.13	6	91	61.67	547	0.70	4	136.80	57.50
Jul	528	1.37	3	176	145.00	547	1.90	6	91.22	104.17
Aug	547	1.22	7	78	57.14	597	1.34	8	74.67	60.00
Sep	542	0.83	3	181	90.00	590	0.68	7	84.35	34.29
Oct	318	2.73	7	45	74.29	614	0.72	5	122.97	52.80
Nov	423	1.97	6	70	83.33	565	0.06	1	565.84	20.00
Dec	461	1.16	7	66	45.71	503	2.52	6	83.83	126.67
			MEAN	83	84.70			MEAN	87	71.28
			SD	45	32.57			SD	24	45

หมายเหตุ* ช่วงเวลาในการเริ่มใช้แผนการซ่อมบำรุงที่ทำการปรับปรุงใหม่จะเริ่มตั้งแต่ เดือนเมษายน พ.ศ.2555 จนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2556

3. ผลการใช้แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องจักร 10GUY-C

เครื่องจักร 10GUY-C มีการนำแผนการซ่อมบำรุงเชิงรักษา 1 แผนไปใช้ โดยเป็นแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสำหรับหน่วยย่อย ROTARY เป็นเวลา 1 ปี พบว่า

ค่า MTBFเฉลี่ยต่อเดือนมีค่าสูงขึ้นจากเดิม 279±146 ชั่วโมงต่อครั้งเป็น 383±144 ชั่วโมงต่อครั้งคิดเป็น 37.27เปอร์เซ็นต์ และค่า Min MTBF มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 142.65 ชั่วโมงต่อครั้งเป็น 180.34 ชั่วโมงต่อครั้ง คิดเป็น 26.42 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นเหตุนี้เนื่องจากหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่พัฒนาจัดสร้างขึ้นใหม่ส่งผลให้ความถี่ของการเสียในปัญหา ROTARY หมุนฟรี ลดลงโดยก่อนการปรับปรุงพบว่าปัญหาดังกล่าวมีความถี่เท่ากับ 5 ครั้ง ซึ่งหลังจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันพบว่าปัญหาดังกล่าวไม่เกิดขึ้นอีก รายละเอียดการเสียทั้งหมดของเครื่องจักร 10GUY-C ในปี พ.ศ.2555 แสดงดังในภาคผนวก จ และข้อมูลรายละเอียดค่า MTBFเฉลี่ยต่อเดือนแสดงดังแสดงใน ตารางที่ 6.3

ค่า MTTR เฉลี่ยต่อเดือนมีค่าลดลงจากเดิม 139±96 นาทีต่อครั้งเป็น 94.17±52.39 นาทีต่อครั้งคิดเป็น 32.37เปอร์เซ็นต์ และค่า Max MTTR มีค่าลดลงจากเดิม 350 นาทีต่อครั้งเป็น 180 นาทีต่อครั้ง คิดเป็น 48 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า MTTR ที่ลดลงเนื่องจากการเสียของของปัญหา ROTARY หมุนฟรีมีเวลาเฉลี่ยการเสียต่อครั้งเท่ากับ 60 นาที ดังนั้นเมื่อความถี่ของการเสียจากปัญหาดังกล่าวหมดไปจึงทำให้เวลาการเสียต่อเดือนลดลง ในทางเดียวกันจึงส่งผลให้ค่า MTTR เฉลี่ยต่อเดือนมีค่าลดลงด้วยรายละเอียดค่า MTTR เฉลี่ยต่อเดือนดังแสดงใน ตารางที่ 6.3

ที่เป็นเหตุนี้เนื่องจากหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่พัฒนาขึ้นซึ่งประกอบไปด้วยแผนการทำความสะอาด ตรวจสภาพ เปลี่ยนชิ้นส่วน และเอกสารประกอบการขั้นตอนการดำเนินงานและเอกสารควบคุมการทำงาน ช่วยให้การตรวจสอบสาเหตุของปัญหา ROTARY หมุนฟรี ก่อนการเสียเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพกล่าวคือพบปัญหาและแก้ไขปัญหาได้ก่อนการเสียด้วยสาเหตุนี้ทุกครั้ง

4. <u>การเปรียบเทียบผลของค่า MTBF และ MTTR ของเครื่องจักร 10GUY-C ในแต่ละเดือนหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน</u>

ผลจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ทำการปรับปรุงใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 6.3 พบว่า ในเดือน มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน เดือนพฤศจิกายน มีค่า MTBF ต่ำลงจากเดิม เนื่องจากในไตรมาสที่ 3 และ4 มียอดคำสั่งการผลิตสูงเกินกว่ากำลังการผลิตของเครื่องจักร ดังนั้นจากความจำเป็นที่จะต้องผลิตชิ้นส่วนส่งให้ทันตามข้อกำหนดของลูกค้า จึงส่งผลให้การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนอื่นนอกจากการซ่อมบำรุงตามแผนที่จัดสร้างขึ้นใหม่นั้นทำได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพจึงส่งผลให้การเสียของเครื่องจักรในเดือนดังกล่าวมีความถี่ที่สูงขึ้นซึ่งส่งผลให้ค่า MTBF ลดลง

ในส่วนค่า MTTR พบว่าเดือนที่มีค่า MTTR มากกว่าเดิมคือเดือน มีนาคม พฤษภาคม กรกฎาคม กันยายนและเดือน ธันวาคม โดยเดือนที่มีค่า MTTR สูงขึ้นจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญคือ เดือน กรกฎาคม กันยายน และพฤศจิกายน

โดยในเดือนกรกฎาคมมีค่า MTTR สูงขึ้นจากเดิม 65 นาทีต่อครั้ง เป็น 128.33 นาทีต่อครั้ง เนื่องจาก เกิดปัญหา"ฐาน ROTARY ชนหิน" ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้นโดยเกิดจากพนักงานปฏิบัติงานโดยขาดความระมัดระวังส่งผลให้ต้องเปลี่ยน หินเจียรซึ่งใช้เวลานานในการเปลี่ยน เนื่องจากความซับซ้อนของเครื่องจักร โดยใช้เวลาซ่อม 230 นาที จึงส่งผลให้มีค่า MTTR สูงขึ้น

เดือนกันยายน มีค่า MTTR สูงขึ้นจากเดิม 90 นาทีต่อครั้ง เป็น 150 นาทีต่อครั้ง เนื่องจากปัญหา "ALARM WORK SPINDLE INDET" ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้นจึงส่งผลให้ใช้เวลาในการตรวจสอบและสั่งซื้ออะไหล่นาน โดยใช้เวลาซ่อม 240 นาที จึงส่งผลให้ค่า MTTR มีค่าสูงขึ้น

เดือน ธันวาคมมีค่า MTTR สูงขึ้นจากเดิม 62.50 นาทีต่อครั้ง เป็น 150 นาทีต่อครั้ง เนื่องจาก "SENSOR SPINDLE ON ตลอด" ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้นโดยเกิดจากพนักงานปฏิบัติงานโดยขาดความระมัดระวังส่งผลให้ต้องเปลี่ยน เซนเซอร์ซึ่งใช้เวลานานในการเปลี่ยน เนื่องจากความซับซ้อนของเครื่องจักร โดยใช้เวลาซ่อม 210 นาที จึงส่งผลให้มีค่า MTTR สูงขึ้น

ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR เฉลี่ยต่อเดือนของเครื่องจักร 10GUY-C ระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่จัดสร้างขึ้น

Month	Loadtime (Hr.)	10GUY-C ก่อนการปรับปรุง				Loadtime (Hr.)	10GUY-C หลังการปรับปรุง			
		BD(%)	Frequency	MTBF(Hr.)	MTTR(Min)		BD(%)	Frequency	MTBF(Hr.)	MTTR(Min)
Jan	533	2.18	3	173.63	232.67	519	0.06	1	518.67	20.00
Feb	530	1.98	3	173.29	210.00	501	0.30	1	500.00	90.00
Mar	574	0.67	4	142.65	57.50	569	0.41	2	566.83	70.00
Apr	387	3.02	2	187.63	350.00	497	0.60	1	494.55	180.00
May	468	0.46	2	232.92	65.00	568	0.57	2	282.64	97.50
Jun	545	0.37	1	543.45	120.00	547	0.29	2	272.82	47.50
Jul	528	0.41	2	262.91	65.00	547	1.17	3	180.34	128.33
Aug	547	0	0	ไม่มีการเสีย	ไม่มีการเสีย	597	0.18	2	298.15	32.50
Sep	542	0.28	1	540.85	90.00	590	0.85	2	292.75	150.00
Oct	318	1.47	2	313.18	140.00	614	0.00	0	ไม่มีการเสีย	ไม่มีการเสีย
Nov	423	0	0	ไม่มีการเสีย	ไม่มีการเสีย	565	0.21	1	564.67	70.00
Dec	461	0.45	2	229.20	62.50	503	0.99	2	249.01.	150.00
			MEAN	279	139.00			MEAN	383	94.17
			SD	146	96			SD	144	52.39

หมายเหตุ* ช่วงเวลาในการเริ่มใช้แผนการซ่อมบำรุงที่ทำการปรับปรุงใหม่จะเริ่มตั้งแต่ เดือนเมษายน พ.ศ.2555 จนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2556

5. ผลการใช้แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องจักร 3LNC-C

เครื่องจักร 3LNC-C มีการนำแผนการซ่อมบำรุงเชิงรักษา 1 แผนไปใช้ โดยเป็นแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสำหรับหน่วยย่อย WORK REST เป็นเวลา 1 ปี พบว่า

ค่า MTBFเฉลี่ยต่อเดือนมีค่าสูงขึ้นจากเดิม 327±136 ชั่วโมงต่อครั้งเป็น 334±168 ชั่วโมงต่อครั้งคิดเป็น 2.14เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นเหตุนี้เนื่องจากหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่พัฒนาจัดสร้างขึ้นใหม่ส่งผลให้ความถี่ของการเสีย SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON ลดลงโดยก่อนการปรับปรุงพบว่าปัญหาดังกล่าวมีความถี่เท่ากับ 10 ครั้ง ซึ่งหลังจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันพบว่าปัญหาดังกล่าวมีความถี่ลดลงเหลือ 3 ครั้ง แต่ค่า Min MTBF ที่มีค่าลดลงจากเดิม 153.73 ชั่วโมงต่อครั้ง เป็น141.00 ชั่วโมงต่อครั้ง เนื่องจากมีความถี่ของการเสียจากปัญหาอื่นเพิ่มขึ้นซึ่งนอกเหนือจากแผนการปรับปรุงที่สร้างไว้จึงส่งผลให้ค่า Min MTBF ลดลง โดยรายละเอียดการเสียทั้งหมดของเครื่องจักร 3LNC-C ในปี พ.ศ.2555 แสดงดังในภาคผนวก ฉ และข้อมูลรายละเอียดค่า MTBFเฉลี่ยต่อเดือนดังแสดงในตารางที่ 6.3

โดยการเสียในปัญหา SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON ทั้ง 3 ครั้งเกิดจากพนักงานในสายการผลิตไม่ได้ตรวจสภาพก่อนการใช้งานจึงส่งผลให้มีเศษวัสดุบางส่วนเกิดการอุดตันที่กระบอกสูบจึงส่งผลทำให้เกิดปัญหาขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาในมิติของ Man ซึ่งอยู่นอกเหนือการวิเคราะห์ในแผนผังก้างปลาดังแสดงในตารางที่ 5.5

แต่เนื่องจากการมีแผนการตรวจสอบปัญหาคือเอกสารประกอบขั้นตอนการตรวจสอบปัญหา และเอกสารประกอบการควบคุมการตรวจสอบ จึงทำให้สามารถตรวจจับสาเหตุของปัญหาได้เร็วมากขึ้นจึงส่งผลให้ ปัญหาดังกล่าวใช้เวลาในการซ่อมลดลงจากเดิมเฉลี่ย 60 นาที ต่อครั้งเหลือประมาณ 30 นาทีต่อครั้ง ประกอบกับความถี่ของการเสียที่ลดลง เวลาในการเสียต่อเดือนจึงลดลง ส่งผลให้ค่า MTTR เฉลี่ยต่อเดือนมีค่าลดลงจากเดิม 86.81±37 นาทีต่อครั้งเป็น 59.72±38 นาทีต่อครั้ง คิดเป็น 31.2 เปอร์เซ็นต์ และค่า Max MTTR มีค่าลดลงจากเดิม 153.73 นาทีต่อครั้ง เป็น 141.00 นาทีต่อครั้ง คิดเป็น 8.2 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดค่า MTTR เฉลี่ยต่อเดือนดังแสดงในตารางที่ 6.4

6. <u>การเปรียบเทียบผลของค่า MTBF และ MTTR ของเครื่องจักร 3LNC-C ในแต่ละเดือนหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน</u>

ผลจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ทำการปรับปรุงใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 6.4 พบว่า ในเดือน มกราคม เมษายน กรกฎาคม กันยายน ตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน มีค่า MTBF ต่ำลงจากเดิม โดยในเดือน มกราคม และเดือนเมษายน เกิดข้อผิดพลาดจากการปฏิบัติงานของพนักงานใหม่ในสายการผลิตจึงส่งผลให้ความถี่ในการเสียของเครื่องจักรเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้เนื่องจากในไตรมาสที่ 3 และ4 มียอดคำสั่งการผลิตสูงเกินกว่ากำลังการผลิตของเครื่องจักร ดังนั้นจากความจำเป็นที่จะต้องผลิตชิ้นส่วนส่งให้ทันตามข้อกำหนดของลูกค้า จึงส่งผลให้การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันในส่วนอื่นนอกจากการซ่อมบำรุงตามแผนที่จัดสร้างขึ้นใหม่นั้นทำได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพจึงส่งผลให้การเสียของเครื่องจักรในเดือนดังกล่าวมีความถี่ที่สูงขึ้นซึ่งส่งผลให้ค่า MTBF ลดลง

ในส่วนของค่า MTTR พบว่า ในเดือนเมษายน มีค่า MTTR สูงขึ้นจากเดิมจาก 60 นาทีต่อครั้งเป็น 105 นาทีต่อครั้ง โดยสาเหตุที่เกิดขึ้นเกิดจากปัญหา "ราง SLIDE ด้านหลังเครื่องหลุด" ซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้น จึงส่งผลให้ใช้เวลาในการซ่อมนานเนื่องจากความซับซ้อนของเครื่องจักรและเวลาที่ใช้ในการหาวิธีการในการแก้ไข โดยใช้เวลาในการซ่อมเท่ากับ 150 นาที โดยปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นจากความผิดพลาดจากการปฏิบัติงานของพนักงานในสายการผลิต

ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR เฉลี่ยต่อเดือนของเครื่องจักร 3LNC-Cระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่จัดสร้างขึ้น

Month	Loadtime (Hr.)	3LNC-C ก่อนการปรับปรุง				Loadtime (Hr.)	3LNC-C หลังการปรับปรุง			
		BD(%)	Frequency	MTBF(Hr.)	MTTR(Min)		BD(%)	Frequency	MTBF(Hr.)	MTTR(Min)
Jan	533	0.09	1	532.03	30	519	0.16	2	259.08	25.00
Feb	530	0.87	2	262.85	140	501	0	0	ไม่มีการเสีย	ไม่มีการเสีย
Mar	574	0.49	2	285.81	85	569	0	0	ไม่มีการเสีย	ไม่มีการเสีย
Apr	387	0.25	1	385.93	60	497	0.70	2	247.02	105.00
May	468	1.46	3	153.73	136.67	568	1.17	3	187.28	133.33
Jun	545	0.99	3	180.01	108.33	547	0.47	3	181.54	51.66
Jul	528	0	0	ไม่มีการเสีย	ไม่มีการเสีย	547	0.12	1	546.75	40
Aug	547	0.24	1	545.58	80.00	597	0.11	1	596.71	40
Sep	542	0.36	2	270.17	60.00	590	0.33	4	147.12	30
Oct	318	0.47	1	316.35	90.00	614	0.46	2	306.00	85.00
Nov	423	0.98	2	209.27	125.00	565	0.32	4	141.00	27.5
Dec	461	0.07	1	459.83	20.00	503	0	0	ไม่มีการเสีย	ไม่มีการเสีย
			MEAN	327	86.81			MEAN	334	59.72
			SD	136	37			SD	168	38

หมายเหตุ* ช่วงเวลาในการเริ่มใช้แผนการซ่อมบำรุงที่ทำการปรับปรุงใหม่จะเริ่มตั้งแต่ เดือนเมษายน พ.ศ.2555 จนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2556

7. ผลการวิเคราะห์ค่า MTBF และ MTTR ของสายการผลิต Machining หลังจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

จากการแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่พัฒนาขึ้นใหม่และเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 1 ปีเพื่อคำนวณค่า MTBF และ MTTR เปรียบเทียบกับตัวชี้วัดที่ได้สร้างไว้พบว่า หลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันใหม่ซึ่งประกอบไปด้วยแผนการซ่อมบำรุงของเครื่องจักร 6HQI-C 3LNC-C และ 10GUY-C พบว่าสายการผลิต Machining มีค่า MTBF เฉลี่ยต่อเดือน เพิ่มขึ้นจากเดิม 46.51±21.75 ชั่วโมงต่อครั้งเป็น 48.50±15.07 ชั่วโมงต่อครั้ง ซึ่งเพิ่มขึ้นคิดเป็น 4.30% และค่า Min MTBF เพิ่มขึ้นจากเดิม 28.42 ชั่วโมงต่อครั้งเป็น 31.64 ชั่วโมงต่อครั้ง ซึ่งเพิ่มขึ้นคิดเป็น 11.33% โดยค่า MTBF เฉลี่ยต่อเดินและ Min MTBF มีค่าเพิ่มขึ้นนั้นเกิดจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงของทั้ง 3 เครื่องจักรส่งผลให้ความถี่ในการเสียของเครื่องจักรลดลงซึ่งส่งผลต่อความถี่ในการหยุดของทั้งสายการผลิตโดยตรง จึงส่งผลให้สายการผลิตมีค่า MTBF เฉลี่ยต่อเดือน และ Min MTBF เพิ่มขึ้น รายละเอียดค่า MTBF ในแต่ละเดือนแสดงดังในตารางที่ 6.5

ในส่วนของค่า MTTR เฉลี่ยต่อเดือนของทั้งสายการผลิตมีค่า ลดลงจากเดิม 110±49.34 นาทีต่อครั้ง เป็น 78.50±25.95 นาทีต่อครั้งซึ่งลดลงคิดเป็น 28% และค่า Max MTTR ลดลงจากเดิม 225.71 นาทีต่อครั้ง เป็น 121.00 นาทีต่อครั้ง ซึ่งลดลงคิดเป็น 46.39% โดยค่า MTTR เฉลี่ยต่อเดือน และค่า Max MTTR มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้แผนการซ่อมบำรุงของทั้ง 3 เครื่องจักร ที่ประกอบไปด้วยเอกสารขั้นตอนการซ่อมบำรุงและเอกสารควบคุมการซ่อมบำรุงขึงส่งผลให้ การสืบค้นปัญหา และการดำเนินเป็นไปได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งการมีเอกสารควบคุมการทำงานส่งผลให้การซ่อมบำรุงหรือตรวจเช็คสภาพเกิดข้อผิดพลาดลดลงซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพของการซ่อมบำรุงเพิ่มสูงขึ้น รายละเอียดค่า MTTR ในแต่ละเดือนแสดงดังในตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR เฉลี่ยต่อเดือนของทั้งสายการผลิตระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่จัดสร้างขึ้น

Month	Loadtime (Hr.)	Machining Line ก่อนการปรับปรุง				Loadtime (Hr.)	Machining Line หลังการปรับปรุง			
		BD(%)	Frequency	MTBF(Hr.)	MTTR(Min)		BD(%)	Frequency	MTBF(Hr.)	MTTR(Min)
Jan	533	7.62	17	28.94	143.24	519	3.85	12	41.58	100
Feb	530	5.35	21	23.90	81.14	501	2.02	10	49.13	61
Mar	574	3.88	18	30.67	74.44	569	3.22	16	34.43	68.75
Apr	387	4.30	10	37.03	100.00	497	3.44	12	40.03	85.75
May	468	3.45	16	28.24	60.63	568	5.36	17	31.65	107.64
Jun	545	2.88	13	40.75	72.69	547	1.92	11	48.79	57.5
Jul	528	4.98	7	71.67	225.71	547	4.10	12	43.75	112.41
Aug	547	4.58	16	32.61	94.06	597	2.30	14	41.69	58.92
Sep	542	3.33	6	87.38	180.83	590	2.46	14	41.14	62.50
Oct	318	1.75	4	78.07	83.75	614	1.42	8	75.76	65.50
Nov	423	3.03	7	58.55	110.00	565	0.83	7	80.16	40.71
Dec	461	3.69	11	40.32	92.73	503	3.61	9	53.87	121.11
			MEAN	46.51	110			MEAN	48.50	78.50
			SD	21.75	49.34			SD	15.07	25.95

หมายเหตุ* ช่วงเวลาในการเริ่มใช้แผนการซ่อมบำรุงที่ทำการปรับปรุงใหม่จะเริ่มตั้งแต่ เดือนเมษายน พ.ศ.2555 จนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2556

8. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ของสายการผลิต Machining หลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

จากการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่พัฒนาขึ้นใหม่แล้วทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 1 ปีเพื่อคำนวณค่า OEE ของสายการผลิต พบว่า ค่า OEE เฉลี่ยต่อเดือนของทั้งสายการผลิต มีค่าสูงขึ้นจากเดิม 86.97±4.34 เป็น 91.90±1.75 คิดเป็น 5.67 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาเหตุที่ค่า OEE สูงขึ้นเนื่องจากค่า ความพร้อมของเครื่องจักร/สายการผลิต (Availability) มีค่าสูงขึ้นโดยค่า Availability เฉลี่ยต่อเดือนจากเดิมมีค่าเท่ากับ 89.90 เปอร์เซ็นต์ หลังจากการปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสายการผลิตมีค่า Availability เท่ากับ 95.56 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดค่า OEE เฉลี่ยต่อเดือนดังแสดงในตารางที่ 6.6

9. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังการจัดทำ FMEA เพื่อใช้ในการเลือกปัญหาเพื่อทำการแก้ไขโดยพัฒนาระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

หลังจากข้อมูลที่ทำการเก็บเป็นเวลา 1 ปี เพื่อนำมาทำการคำนวณดัชนีตัวชี้วัดเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่า KPI ที่ทางโรงงานกำหนดขึ้นพบว่า ข้อมูลดัชนีตัวชี้วัดหลังจากการปรับปรุงมีค่าดีขึ้นเกินค่า KPI ที่เป็นค่าที่คาดหวังไว้ทุกตัวชี้วัด รายละเอียดค่า KPI ค่าดัชนีชี้วัดก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงดังในตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6.6 เปรียบเทียบค่า OEE เฉลี่ยต่อเดือน ระหว่างก่อนและหลังการใช้แผนการซ่อมบำรุงที่จัดสร้างขึ้น

MONTH	OEE ก่อนการปรับปรุง				OEE หลังการปรับปรุง			
	Avalability	Performance	Quality	OEE	Avalability	Performance	Quality	OEE
JAN	87.73	96.15	98.83	83.37	94.28	97.25	99.51	91.24
FEB	89.37	98.33	97.84	85.98	95.38	98.63	98.04	92.23
MAR	89.47	96.42	99.95	86.23	95.39	98.28	99.74	93.50
APR	93.14	98.31	98.43	90.13	96.46	99.04	99.63	95.18
MAY	94.24	96.92	99.43	90.82	95.88	95.39	98.14	89.76
JUN	91.14	99.42	99.23	89.92	95.89	96.24	99.2	91.54
JUL	88.64	96.91	98.58	84.69	96.82	96.85	98.54	92.40
AUG	87.60	99.86	98.66	86.31	93.29	98.66	98.73	90.87
SEP	85.46	98.78	97.67	82.46	95.02	97.04	97.28	89.70
OCT	94.72	99.36	97.66	91.92	95.35	96.84	99.22	91.62
NOV	95.16	99.12	98.78	93.18	98.69	97.48	98.14	94.41
DEC	80.95	98.63	98.43	78.59	94.24	97.31	98.5	90.33
			MEAN	86.97			MEAN	91.90
			SD	4.34			SD	1.75

หมายเหตุ* ช่วงเวลาในการเริ่มใช้แผนการซ่อมบำรุงที่ทำการปรับปรุงใหม่จะเริ่มตั้งแต่ เดือนเมษายน พ.ศ.2555 จนถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2556

ตารางที่ 6.7 การเปรียบเทียบค่า KPI ค่าดัชนีชี้วัดก่อน และหลังการปรับปรุง

ชนิดของข้อมูล	KPI	ข้อมูลก่อนการปรับปรุง	ข้อมูลหลังการปรับปรุง
OEE(%)	90%	86.97%	91.90%
Mean MTBF (hour/time)	45 hour/time	46.51 hour/time	48.50 hour/time
Min MTBF (hour/time)	30 hour/time	23.90 hour/time	31.64 hour/time
Mean MTTR (min/time)	90 min/time	110 min/time	78.50 min/time
Max MTTR (min/time)	150 min/time	225.71 min/time	121 min/time

6.3 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยชิ้นนี้ สามารถที่จะปรับปรุงและพัฒนาได้อีกโดยมีข้อเสนอแนะกับทางโรงงานเพิ่มเติมดังนี้

1. ควรนำระบบวิเคราะห์เพื่อทำการเลือกปัญหาด้วยเทคนิค FMEA ที่จัดสร้างขึ้นผนวกลงในฐานข้อมูลเพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลเพื่อทำการเลือกปัญหาในการพัฒนาแผนการซ่อมบำรุง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน

2.นอกจากการวิเคราะห์เพื่อเลือกปัญหาจากการเลือกหน่วยย่อยด้วยค่า RPN ที่กำหนดขึ้น ควรจะเลือกปัญหาจากหน่วยย่อยอื่นๆที่มีค่า S:Severity ที่มีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับ 4 เพื่อนำไปทำการแก้ปัญหา

รายการอ้างอิง

[1] ดนัย สาหร่ายทอง. การวิเคราะห์เหตุขัดข้องของเครื่องจักร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันกรณีศึกษา : โรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

[2] จิตรา รู้กิจการพานิช. การจัดการงานบำรุงรักษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เอส.พี.เอ็น., 2546.

[3] สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ. เอกสารประกอบการเรียนการสอน การบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[4] สุพัฒน์ เซียศิริวัฒนา, วัฒนา เชียงกูล และ เกรียงไกร ดำรงรัตน์. สัมฤทธิผลของงานบำรุงรักษา. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2549.

[5] โกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล. การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักร โดยการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและต้นทุนการบำรุงรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

[6] Besterfield, D.H. Quality Control 8th ed. Pearson Education, Upper Saddle River, New Jersey.: Prentice Hall, 2009.

[7] เทพประสิทธิ์ ไพฑูรย์วิสุทธิญาณ. การลดของเสียกระบวนการผลิตผ้าหลังคารถยนต์โดยเทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

[8] สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. การบริหารการผลิตและการดำเนินงาน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[9] Muchiri, P., and Pineton, L. Performance measurement using overall equipment effectiveness(OEE) Literature review and practical application discussion. International Journal of Production Research 46 (2008): 3517-3535.

[10] นฤทธิ์ เร้ารุ่งอุดม. การเพิ่มประวิทธิภาพของระบบบำรุงรักษาเครื่องเชื่อมแผงวงจรรวมโดยใช้การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

[11] ชัยยศ วัชรอยู่. การปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของอุตสาหกรรมทอผ้า ขนาดกลาง.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

[12] พงศกร แสงผ่องแผ้ว. การวิเคราะห์หาสาเหตุและวิธีการป้องกันการชำรุดของเครื่องจักรในสายการผลิตโช้กอัป. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2513.

[13] วิฑูรย์ นะเอ้ย. การปรับปรุงการบำรุงรักษาของโรงผลิตไฟฟ้าในอุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

[14] พลาวุธ วงศ์วิวัฒน์. การปรับปรุงและพัฒนาระบบซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงานผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

[15] พรสวรรค์ ภูยาธร. การปรับปรุงระบบการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร : กรณีศึกษาโรงงานผลิตวงจรรวม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

[16] Kadir, C., Hasan, H., Turan, Y.L., and Nahit, S.M. Risk-Based Preventive Maintenance Planning using Failure Mode Effect Analysis (FMEA) for Marine Engine System. Engineering System Management and Its Applications (ICESMA) (2010): 1-6.

[17] De, L.Z. FMEA Software Program for Managing Preventive Maintenance of MedicalEquipment. Bioengineering Conference (2004): 247-248.

[18] Souza, R.Q., and Alvares, A.J. FMEA and FTA Analysis for Application of Reliability Centered Maintenance Methodology: Case Study on Hydraulic Turbines (ABCM). Symposium Series in Mechatronics 3 (2008): 803-812.

[19] Kuei, H.C., Yung, C.C., and Pei, T.L. Applying the concept of exponential approach to enhance the assessment capability of FMEA. Springer Science+Business Media New York (2013): 948-963.

[20] Ying, M.W., Kwai, S.C., Gary, K.P., and Jian, B.Y. Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. ScienceDirect 36 (2009): 1195-1207.

[21] Ferguson, G.A., Takane, Y. Statistical Analysis in Psychology and Education. Journal of Educational Statistics Vol. 16, No. 2 (1991): 145-149.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการวิเคราะห์การเลือกปัญหาด้วยเทคนิค FMEA ของเครื่องจักร 6HQI-C

ตารางที่ ก.1 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย COIL MOVEMENT ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
COIL MOVEMENT 6-HQI/C	13/6/2011	11001417	ALARM COIL TOUCH	2	6.00	6.00	12
	1/12/2011	11002452	ALARM COIL TOUCH	2	6.00	6.00	12
	23/1/2012	11002754	ALARM TRANSISTOR	3	10.00	2.00	10
	7/5/2011	11001176	COIL HOME PCS ไม่ได้	1	9.00	2.00	3.0

ตารางที่ ก.2 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย PNEUMATIC ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
PNEUMATIC 6-HQI/C	11.04.2011	11001023	ปากจับ ROBOT จับงานไม่อยู่	2	6	1	2
	24.04.2011	11001099	สายลมปากจับ ROBOT รั่ว	2	6	1	2

ตารางที่ ก.3 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย CONTROL ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	0.33
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
CONTROL 6-HQI/C	15/5/2011	11001201	ALARM SERVO	2	7	6	14
	31/10/2011	11003373	ALARM SERVO	2	7	6	14
	10/2/2011	11002430	ALARM TRANSISTOR	10	10	10	167
	21/3/2011	11001277	ALARM TRANSISTOR	10	10	10	167
	23/4/2011	11002066	ALARM TRANSISTOR	10	10	10	167
	26/5/2011	11002228	ALARM TRANSISTOR	10	10	10	167
	16/9/2011	11002445	ALARM TRANSISTOR	10	10	10	167
	6/10/2011	11003086	ALARM TARNSISTOR	10	10	10	167
	27/10/2011	11000639	ALARM TARNSISTOR	10	10	10	167
	4/11/2011	11002538	ALARM TARNSISTOR	10	10	10	167
	18/12/2011	11001321	ALARM TARNSISTOR	10	10	10	167
	19/7/2011	11002981	CONVEYOR OUT ไหลไม่หยุด แล้ว ALARM	3	6	1	3
	22/3/2011	11000922	heat ไม่ได้ ALARM TRANSISTER GENERATOR	6	9	1	9

ตารางที่ ก.3 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย CONTROL ด้วยเทคนิค FMEA (ต่อ)

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	0.33
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
CONTROL 6-HQI/C	18/4/2011	11001081	HOME ROTATION ไม่ได้	3	6	1	3
	18/2/2011	11001849	ROBOT ALARM SERVO	3	8	5	20
	15/6/2011	11003218	ROBOT ALARM SERVO	3	8	5	20
	25/12/2011	11003312	ROBOT ALARM SERVO	3	8	5	20
	20/3/2012	11003251	ROBOT จับงานวางตู้ A แล้วไม่ถอย	2	6	1	2
	14/11/2011	11002364	ROBOT ไม่เข้าจับงาน DKK/A	7	6	1	7
	14/3/2011	11003341	จอควบคุมอุณหภูมิน้ำ COOLING น้ำ QUENCHIN	3	6	1	3
	4/2/2011	11000633	ตู้ B เครื่องจักรไม่ HEAT งาน	2	6	8	16
	13/6/2011	11001424	ตู้ B เครื่องจักรไม่ HEAT งาน	2	6	8	16
	26/8/2011	11001704	ตู้ B เครื่องจักรไม่ HEAT งาน	2	6	8	16
	11/11/2011	11002032	ตู้ B เครื่องจักรไม่ HEAT งาน	2	6	8	16
	31/12/2011	11003362	ไฟ SENSOR ปากจับงาน ROBOT ไม่ติด	3	6	2	6

ตารางที่ ก.4 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย COOLING WATER ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	0.33
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
COOLING WATER 6-HQI/C	14/1/2011	11001775	ALARM COOLING WATER	6	8	9	72
	14/3/2011	11002750	ALARM COOLING WATER	6	8	9	72
	22/5/2011	11000725	ALARM COOLING WATER	6	8	9	72
	30/7/2011	11000479	ALARM COOLING WATER	6	8	9	72
	10/11/2011	11003286	ALARM COOLING WATER	6	8	9	72
	17/2/2011	11000469	ALARM PLOWING GUANTITY OP THB S-COIL	9	7	1	11
	1/3/2011	11000637	PUMP COOLING WATERไหม้	5	8	1	7
	2/2/2011	11000591	ปั๊มc-waterมีเสียงดังผิดปกติ	3	8	1	4
	13/1/2011	11000606	แรงดันน้ำcoolingต่ำalarm	1	8	1	1.3

ตารางที่ ก.5 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย DOOR ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
DOOR 6-HQI/C	27/4/2011	11001119	DKK ตู้ B ประตูหลุด	3	6	6	18
	6/10/2011	11001788	DKK ตู้ B ประตูหลุด	3	6	6	18
	20/2/2011	11001882	ตู้ A ALARM CYCLE TIME (RESET ไม่หาย)	4	8	2	11
	22/8/2011	11001495	ประตู A ปิด-เปิดไม่ได้	4	6	2	8
	12/2/2011	11000775	ประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด JOINT	4	8	10	53
	4/4/2011	11000784	ประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด JOINT	4	8	10	53
	7/6/2011	11000809	ประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด JOINT	4	8	10	53
	29/7/2011	11001148	ประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด JOINT	4	8	10	53
	25/10/2011	11002873	ประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด JOINT	4	8	10	53
	14/12/2011	11002986	ประตูชำรุด น็อตยึดกับกระบอกสูบหลุด JOINT	4	8	10	53
	2/3/2011	11001160	ประตูตู้ A ชำรุดตกราง RUN งานไม่ได้	2	6	4	8
	6/9/2011	11001548	ประตูตู้ A ชำรุดตกราง RUN งานไม่ได้	2	6	4	8

ตารางที่ ก.5 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย DOOR ด้วยเทคนิค FMEA (ต่อ)

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
DOOR 6-HQI/C	2/3/2011	11000781	ประตูหลุด DKK ตู้ A	2	6	8	16
	24/6/2011	11001488	ประตูหลุด DKK ตู้ A	2	6	8	16
	1/10/2011	11002528	ประตูหลุด DKK ตู้ A	2	6	8	16

ตารางที่ ก.6 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย HEAT EXCHANGER ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
HEAT EXCHANGER 6-HQI/C	03.10.2011	11002203	ตู้ A ALARM COILTUOTCH RESET ไม่หาย	5	8	1	7

ตารางที่ ก.7 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย QUENCHING WATER ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	0.33
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
QUENCHING WATER 6-HQI/C	9/12/2011	11000833	ALARM THE LOWER BOUND OFAUXILIARY	1	6	1	1
	15/12/2011	11001211	แรงดันน้ำ QUENCHING ไม่ได้ทำให้ ALARM	2	6	1	2
	7/3/2011	11002340	ALARM THE TEMPERATERE OF QUENCHING WATER	3	6	10	30
	17/6/2011	11002522	ALARM THE TEMPERATURE OF QUENCHING WATER	3	6	10	30
	24/8/2011	11001443	ALARM THE TEMPERATURE OF QUENCHING WATER	3	6	10	30
	10/9/2011	11001896	ALARM THE TEMPERATURE OF QUENCHING WATER	3	6	10	30
	2/10/2011	11002481	ALARM THE TEMPERATURE OF QUENCHING WATER	3	6	10	30
	29/10/2011	11001900	ALARM THE TEMPERATURE OF QUENCHING WATER	3	6	10	30

ตารางที่ ก.7 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย QUENCHING WATER ด้วยเทคนิค FMEA (ต่อ)

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	0.33
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
QUENCHING WATER 6-HQI/C	17/11/2011	11002609	ALARM THE TEMPERATURE OF QUENCHING WATER	3	6	10	30
	14/2/2011	11002944	น้ำยา QUENCHING ตู B ไม่ไหล	1	6	1	1
	14/5/2011	11002977	CHILLER ALARM อุณหภูมิน้ำสูง DKK	2	6	1	2

ตารางที่ ก.8 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย ROTATION ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
ROTATION 6-HQI/C	24.01.2011	11002784	DKK ROTATION ไม่หมุน	7	6	1	7
	07.03.2011	11003110	หัวCENTER ROTATIONคลายตัว	2	6	1	2

ตารางที่ ก.9 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย TRANSFORMER ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	0.33
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
TRANSFORMER 6-HQI/C	14.01.2011	11002785	DKK A HEAT มีเสียงดังผิดปกติ	10	6	1	10

ตารางที่ ก.10 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย UPPER CENTER ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
UPPER CENTER 6-HQI/C	14.03.2011	11003175	DKK B UPPER CENTER ไม่หมุน	3	6	1	3
	28.04.2011	11001106	UP PER CENTER COIL 3 ไม่หมุน	2	6	1	3

ตารางที่ ก.11 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย CONVEYOR ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	0.33
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
CONVEYOR IN 6-HQI/C	17.05.2011	11002732	SUPPORT C/V ด้านเข้าขาด	3	6	1	3
	14.11.2011	11002367	โซ่ C/V IN ขาด	3	6	1	3

ตารางที่ ก.12 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย WORK SUPPORT ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	0.33
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
WORK SUPPORT 6-HQI/C	7/5/2011	11002205	STOPERวางงานก่อนROBOTจับงานเข้าHEATหัก	2	6	2	4
	1/8/2011	11001768	DKK-B HOME COIL ขึ้นลงไม่ได้	2	6	2	4
	20/1/2011	11001577	SENSOR SUPPORT ชำรุด CHECK งานเสีย ติดตลอด	3	6	9	27
	5/3/2011	11000512	SENSOR SUPPORT ชำรุด CHECK งานเสีย ติดตลอด	3	6	9	27

ตารางที่ ก.12 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย WORK SUPPORT ด้วยเทคนิค FMEA (ต่อ)

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	0.33
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
WORK SUPPORT 6-HQI/C	26/5/2011	11001561	SENSOR SUPPORT ชำรุด CHECK งานเสีย ติดตลอด	3	6	9	27
	8/7/2011	11001313	SENSOR SUPPORT ชำรุด CHECK งานเสีย ติดตลอด	3	6	9	27
	5/10/2011	11001300	SENSOR SUPPORT ชำรุด CHECK งานเสีย ติดตลอด	3	6	9	27
	4/12/2011	11000855	SENSOR SUPPORT ชำรุด CHECK งานเสีย ติดตลอด	3	6	9	27
	11/3/2011	11001163	ALARM COILTUOCH HOME COIL ไม่ได้	3	8	2	8
	29/5/2011	11000803	DKK-B HOME COIL ขึ้นลงไม่ได้	3	6	2	6

ตารางที่ ก.13 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย CONVEYOR OUT ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 6HQI/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
CONVEYOR OUT 6-HQI/C	29.01.2011	11002839	CONVEYOR OUT ติด	2	10	2	7
	24.02.2011	11000737	Robot วางงงานไม่ตรงSupport C/V out	2	6	2	4
	27.09.2011	11002154	SENSOR C/V OUT ออนตลอดไหลไม่หยุด ALARM	2	6	2	4
	10.02.2011	11000680	เพลาหลุดออกจากเฟือง	5	6	2	10

ภาคผนวก ข
ข้อมูลการวิเคราะห์การเลือกปัญหาด้วยเทคนิค FMEAของเครื่องจักร 10GUY-C

ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย AXIS ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 10-GUY/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
AXIS 10-GUY/C	15.12.2011	11002525	น็อตล็อค CENTER เสียล็อค CENTER ไม่อยู่	2	7	1	2

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย CONTROL ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 10-GUY/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
CONTROL 10-GUY/C	10/2/2011	11001210	ALARM BATTERY เปิดเครื่องไม่ได้	4	8	7	37
	15/5/2011	11002870	ALARM BATTERY เปิดเครื่องไม่ได้	4	8	7	37
	7/4/2011	11001020	ALARM SERVO SPINDER	10	8	1	13
	23/3/2011	11000933	START OUTO ไม่ได้	2	8	1	3

ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย COOLANT ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 10-GUY/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
COOLANT 10-GUY/C	06.01.2011	11000418	น้ำมันcoolantไหลกลับเข้าถังน้ำมันBD-68	7	7	1	8

ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย COVER ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 10-GUY/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
COVER 10-GUY/C	07.10.2011	11002332	ประตูชำรุด	9	7	1	11

ตารางที่ ข.5 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย HYDRAULIC ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 10-GUY/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
HYDRAULIC 10-GUY/C	12.02.2011	11000670	น้ำมันรั่ว	6	7	1	7

ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย LUBRICATION ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 10-GUY/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
LUBRICATION 10-GUY/C	09.05.2011	11001165	ปั๊มน้ำมันไม่ทำงาน	2	7	1	2

ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย PNEUMATIC ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 10-GUY/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
PNEUMATIC 10-GUY/C	07.04.2011	11001073	ท่อสายลมที่ติดอยู่กับเพชรกรีดหินแตก	2	7	1	2

ตารางที่ ข.8 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย SHOSE ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 10-GUY/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
SHOSE 10-GUY/C	04.01.2011	11000407	ALARM D407-1-00-00	10	10	1	17

ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย WHEEL SPINDLE ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 10-GUY/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
WHEEL SPINDLE 10-GUY/C	21.12.2011	11002567	คุมค่า 42 ไม่อยู่	4	6	1	4
	10.01.2011	11002672	แรงดันน้ำมัน WHEEL SPINDLE ต่ำ	1	6	1	1
	21.03.2011	11003268	สายลม ROTARY แตก	1	7	1	1

ตารางที่ ข.10 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย ROTARY ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 10-GUY/C			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
ROTARY 10-GUY/C	29/7/2011	11001765	กรีดล้างหน้าหินไม่เรียบ	4	6	6	24
	30/12/2011	11002179	กรีดล้างหน้าหินไม่เรียบ	4	6	6	24
	16/3/2011	11003242	คุมค่า#42 ไม่อยู่(เล็ก+เบี้ยว)	6	6	1	6
	2/6/2011	11001355	ผิวเจียร์ไม่เท่ากัน	5	6	1	5
	4/2/2011	11000626	สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี	4	9	9	54
	8/4/2011	11001162	สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี	4	9	9	54
	9/6/2011	11002185	สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี	4	9	9	54
	20/8/2011	11001021	สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี	4	9	9	54
	4/12/2011	11002261	สายพานขับ ROTARY หมุนฟรี	4	9	9	54

ภาคผนวก ค
ข้อมูลการวิเคราะห์การเลือกปัญหาด้วยเทคนิค FMEA ของเครื่องจักร 3LNC-C

ตารางที่ ค.1 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย CONTROL ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 3LNC			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
CONTROL	7/11/2011	11002339	751 SPINDLE-1 ALARM DETECT(AC-56)	7	8	1	9
	31/5/2011	11001338	ALARM 1083 THBRMAL DBPBCT/COOLANT MOTOR	3	8	1	4
	28/3/2011	11000971	เปิดเครื่องไม่ติด HOME เครื่องไม่ได้	7	10	1	12

ตารางที่ ค.2 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย COOLANT ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 3LNC			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
COOLANT	31.05.2011	11001337	น้ำ COOLANT ไม่ไหล	4	8	1	5

ตารางที่ ค.3 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย DOOR ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 3LNC			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
DOOR	16.06.2011	11001444	SENSORประตูเสื่อมสภาพทำให้LOADERไม่จับงาน	3	10	1	5

ตารางที่ ค.4 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย SPINDLE ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 3LNC			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
SPINDLE	02.02.2011	11000604	alarm1032chage the goar to HI or Low	1	10	1	2

ตารางที่ ค.5 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย STABILIZER ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 3LNC			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
STABILIZER	13.06.2011	11001428	STABILIZER เครื่อง 2-LNC เสีย	9	10	1	15

ตารางที่ ค.6 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย WORK EJECTOR ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 3LNC			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
WORK EJECTOR	09.09.2011	11002028	WORK EJECTOR ถอยกลับไฟไม่ติด	4	8	1	5

ตารางที่ ค.7 การวิเคราะห์ปัญหาในหน่วยย่อย WORK REST ด้วยเทคนิค FMEA

Machine: 3LNC			WEIGHT:	1	0.50	0.33	
Unit	Date	Job Order	Case	Severity	Detection	Occurrence	RPN
WORK REST 3-LNC/C	18/1/2011	11000493	SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON	4	8	10	53
	14/2/2011	11000665	SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON	4	8	10	53
	2/3/2011	11002181	SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON	4	8	10	53
	27/4/2011	11002157	SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON	4	8	10	53
	13/5/2011	11002161	SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON	4	8	10	53
	25/6/2011	11002141	SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON	4	8	10	53
	11/8/2011	11002259	SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON	4	8	10	53
	8/9/2011	11002250	SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON	4	8	10	53
	5/11/2011	11002631	SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON	4	8	10	53
	16/12/2011	11002699	SENSOR WORK REST UP/DOWN ไม่ ON	4	8	10	53
	12/10/2011	11002277	ไฟดับ(ไฟช็อต)	4	10	2	13

ภาคผนวก ง
รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 6HQI-C ในปีพ.ศ.2555

ตารางที่ ง.1 รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 6HQI-C ในปีพ.ศ.2555

Job Number	Machine	Case
11002732	6-HQI/C	SUPPORT C/V ด้านเข้าขาด
11002750	6-HQI/C	ROBOT ALARM
11002754	6-HQI/C	ALARM TRANSISTOR
11002784	6-HQI/C	DKK ROTATION ไม่หมุน
11002785	6-HQI/C	DKK A HEAT มีเสียงดังผิดปกติ
11002839	6-HQI/C	CONVEYOR OUT ติด
11002873	6-HQI/C	ตู้ A ประตูตกราง
11002944	6-HQI/C	น้ำยา QUENCHING ตู B ไม่ไหล
11002949	6-HQI/C	DKK ALARM TRANSISTOR
11002977	6-HQI/C	CHILLER ALARM DKK
11002981	6-HQI/C	CONVEYOR OUT ไหลไม่หยุด แล้ว ALARM
11002986	6-HQI/C	ROBOT ชนประตู DKK B
11003110	6-HQI/C	หัวCENTER ROTATIONคลายตัวCENTERไม่หมุน
11003175	6-HQI/C	DKK B UPPER CENTER ไม่หมุน
11003218	6-HQI/C	ROBOT ALARM SERVO 012
11003245	6-HQI/C	DKK ALARM
11003251	6-HQI/C	ROBOT จับงานวางตู้ A แล้วไม่ถอย
11003286	6-HQI/C	ALARM COOLING
11003312	6-HQI/C	ROBOT ALARM
11003341	6-HQI/C	จอควบคุมอุณหภูมิน้ำ COOLING น้ำ QUENCHIN
11003362	6-HQI/C	ไฟ SENSOR ปากจับงาน ROBOT ไม่ติด
11003373	6-HQI/C	ALARM SERVO
11003403	6-HQI/C	ALARM THE TENPERATER QUENCHING
11003405	6-HQI/C	ALARM GENERATOR
11003560	6-HQI/C	ALARM GENERATOR

ตารางที่ ง.1 รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 6HQI-C ในปีพ.ศ.2555 (ต่อ)

Job Number	Machine	Case
11003587	6-HQI/C	สายน้ำตู้ CONTROL ไฟรั่ว(หยดลงแผงไฟ)
11003622	6-HQI/C	ปั๊มมอเตอร์น้ำ ตู้ HEAT ที่ 2 ไม่ทำงาน
11003690	6-HQI/C	ตู้ A ALARM OUTPUT VOHAGE LOWER IS
11003697	6-HQI/C	LOW VOTAGE
11003771	6-HQI/C	ตู้ B ไม่ HEAT งาน ROTATION ไม่หมุน
11003876	6-HQI/C	DKK CHILLER เสีย
11003893	6-HQI/C	สายไฟ SENSOR C/V IN(6HQI ขาด)
11003919	6-HQI/C	SUPPORT COPNVEYOR IN ชำรุด (ขาด)
11003928	6-HQI/C	ตู้ B CENTER ไม่ลง
11003928	6-HQI/C	ตู้ B CENTER ไม่ลง
11003942	6-HQI/C	LOW VOTAGE
11003997	6-HQI/C	สายพานตัวดูดควัน DKK ขาด
11004032	6-HQI/C	ALARM GENERATOR
11004102	6-HQI/C	DKK ALARM PUMP OVERLOAD
11004177	6-HQI/C	สายลม DKK หลังเครื่องรั่ว
11004289	6-HQI/C	ท่อน้ำ CHILLER ตัวเล็กหลุด
11004331	6-HQI/C	DKK ALARM PUMP OVERLOAD
11004480	6-HQI/C	ALARM Q-WATER อุณหภูมิสูง
11004554	6-HQI/C	ALARM TEMPARATURE
11004567	6-HQI/C	ALARM PUMP 1 OVER LOAD(M2K-OL)
11004599	6-HQI/C	ALARM SERVO 012 (ROBOT ALARM)
11004614	6-HQI/C	ไฟ CENTER UP DOWN ไม่ติด ROBOT ไม่จับงาน
11004741	6-HQI/C	DKK ALARM น้ำ Q-WATER อุณหภูมิสูง
11004760	6-HQI/C	ALARM LOWER BOUND
11004916	6-HQI/C	ALARM QUENCHING WATER

ตารางที่ ง.1 รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 6HQI-C ในปีพ.ศ.2555 (ต่อ)

Job Number	Machine	Case
11004940	6-HQI/C	ROBOT ชนประตู DKK B ตกราง
11004941	6-HQI/C	งานงัดฐาน COIL เบี้ยว DKK B
11004966	6-HQI/C	CENTER COIL NO 2 ไม่หมุน
11005010	6-HQI/C	DKK ALARM PUMP OVER LOAD MOTOR DKK B
11005062	6-HQI/C	THE TEMPERATURE OF QUENCHING WATER
11005078	6-HQI/C	ประตูตกราง (DKKตู้ A)
11005146	6-HQI/C	ALARM QUENCHING WATER
11005202	6-HQI/C	ปั๊ม CHILLER เสีย
11005212	6-HQI/C	แรงดันน้ำ QUENCHING ต่ำ(ไม่ได้ SPEC)
11005269	6-HQI/C	ALARM QUENCHING WATER
11005336	6-HQI/C	สายไฟ SENSOR CONVEYOR ขาเข้าขาด
11005478	6-HQI/C	เครื่อง CHILLER ALARM อุณหภูมิน้ำ
11005485	6-HQI/C	SENSOR CONVEYOR OUT ไหลตลอดไม่ยอมตัด
11005670	6-HQI/C	ALARM อุณหภูมิน้ำ QUENCHING สูงบ่อย
11005671	6-HQI/C	ALARM QUENCHING WATER
11005704	6-HQI/C	ประตู DKK ตู้ A หลุด
11005731	6-HQI/C	SENSOR SUPPORT ด้าน R เสียติดตลอด
11005801	6-HQI/C	Q-WATER อุณหภูมิสูง
11005960	6-HQI/C	Q-WATER อุณหภูมิขึ้นสูง
11006252	6-HQI/C	DKK ALARM TRANSISTOR
11006365	6-HQI/C	COIL 3 UPPER CENTER ไม่หมุน
11006476	6-HQI/C	ALARM TRANSISTOR TRANSFORMER
11006527	6-HQI/C	SENSOR SUPPORT ไม่ติด
11006646	6-HQI/C	DKK SENSOR SUPPORT เสีย ON ตลอด
11006805	6-HQI/C	UPPER CENTER COIL 2 ตู้ A ไม่หมุน

ตารางที่ ง.1 รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 6HQI-C ในปีพ.ศ.2555 (ต่อ)

Job Number	Machine	Case
11006893	6-HQI/C	6-HQI น้ำรั่วหม้อแปลง ตู้ A

ภาคผนวก จ
รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 10GUY-C ในปีพ.ศ.2555

ตารางที่ จ.1 รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 10GUY-C ในปีพ.ศ.2555

Job Number	Machine	Case
11002672	10-GUY/C	แรงดันน้ำมัน WHEEL SPINDLE ต่ำ
11002870	10-GUY/C	ALARM CNC BATTERY
11003242	10-GUY/C	คุมค่า#42 ไม่อยู่(เล็ก+เบี้ยว)
11003268	10-GUY/C	สายลม ROTARY แตก
11003629	10-GUY/C	42 คุมค่าไม่อยู่
11003802	10-GUY/C	น๊อตยึด CENTER ท้าย รูด ยึดไม่อยู่
11003966	10-GUY/C	LOCATOR เสีย อ่านค่า ERROR
11004098	10-GUY/C	ALARM C922 DRIVE DOG ENGAGED SIGNAL
11004251	10-GUY/C	คุมค่า 42 ไม่คงที่ หลังกรีดหิน
11004496	10-GUY/C	ฐาน ROTARY ชนหิน
11004539	10-GUY/C	ALARM CNC BATTERY
11004580	10-GUY/C	ALARM CNC BATTERY
11004863	10-GUY/C	DRIVE DOG EWGAGED
11005107	10-GUY/C	TAIL STOCK เข้าไม่สุดตำแหน่ง
11005333	10-GUY/C	ALARM WORK SPINDLE INDET
11005455	10-GUY/C	สายพาน ROTARY หย่อน(คุมค่า 42 ไม่คงที่)
11006127	10-GUY/C	สลักน๊อตหัวพา SPINDLE หลุด
11006231	10-GUY/C	เจียร์ 42 ค่าไม่คงที่
11006419	10-GUY/C	SENSOR SPINDLE ON ตลอด

ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 3LNC-C ในปีพ.ศ.2555

ตารางที่ ฉ.1 รายละเอียดการเสียของเครื่องจักร 3LNC-C ในปีพ.ศ.2555

Job Number	Machine	Case
11002628	3LNC-C	ราง SLIDE ด้านหลังเครื่องหลุด
11002699	3LNC-C	ป้อมมีดน้ำยาไม่ไหลทำให้กลึงงานมีดแตกบ่อย
11003566	3LNC-C	เวลากลึงงานน้ำกระเด็นออกจากเครื่อง
11003693	3LNC-C	SENTER ด้านท้ายไม่ยันชิ้นงาน
11003696	3LNC-C	CONVEYOR เศษเหล็กติด
11003754	3LNC-C	ALARM SERVO (RESET ไม่หาย)
11004223	3LNC-C	ALARM SERVO(หัว TURRET ไม่เข้าล็อค
11004409	3LNC-C	MOTOR CONVEYOR ไหม้
11004413	3LNC-C	WORK EJECTOR ไม่ดันงาน
11004502	3LNC-C	น้ำ COOLANT ไม่ไหล
11005075	3LNC-C	SENSOR WORK REST ไม่ ON(ติดบ้าง ดับบ้าง)
11005150	3LNC-C	สายไฟ CONTROL ขาด
11005154	3LNC-C	SENSOR WORK REST ไม่ ON(ติดบ้าง ดับบ้าง)
11005299	3LNC-C	WORK EJECTOR ไม่ผลักงาน
11005309	3LNC-C	751 SPINDLE-1 ALARM DETECT(AC-56)
11005579	3LNC-C	WORK EJECTOR ไม่ผลักงาน
11005905	3LNC-C	ตัวผลักงานดันงานไม่สุดทำให้ LOADER
11006034	3LNC-C	ตัวผลักงานไม่สุด
11006150	3LNC-C	SENSOR WORK REST ไม่ ON(ติดบ้าง ดับบ้าง)
11006174	3LNC-C	น้ำ COOLANT ไม่ไหล

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุพัฒน์ วงศ์จิรัฐิติกาล เกิดวันที่ 11พฤศจิกายน พ.ศ. 2531 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2552 เข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในสถาบันจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553

ในปี พ.ศ.2554-2555 ระหว่างการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตได้รับหน้าที่เป็นผู้ช่วยวิจัยของสถาบันการขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในโครงการพัฒนาฐานข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมต่อเรือ