การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ

นายรัฐกร อุดมสุข

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5 1 7 1 4 3 7 8 2 1

THE OVERALL EFFECTIVENESS IMPROVEMENT OF MACHINES IN REFRACTORY BRICK PRODUCTION PROCESS

Mr.RATTAKORN UDOMSOOK

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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 2010

Copyright of Chulalongkorn University

530186

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ
โดย	นายรัฐกร อุดมสุข
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เสิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ อัครประถมพงศ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา กาญจนสุนทร)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รัฐกร อุดมสุข : การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ (THE OVERALL EFFECTIVENESS IMPROVEMENT OF MACHINES IN REFRACTORY BRICK PRODUCTION PROCESS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร, 134 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตอิฐทนไฟ ดำเนินการศึกษากิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลอาการขัดข้องของเครื่องจักรและผลกระทบที่มีต่อกระบวนการผลิตในสายงานวิกฤติ (Critical Activity Path) ประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) โดยประยุกต์แนวทางการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and effects Analysis: FMEA) ได้แก่ ระดับความรุนแรง (S) ระดับอัตราการเกิดข้อขัดข้อง (O) และระดับความสามารถการตรวจจับ (D) อาการขัดข้องของเครื่องจักร ประเมินและจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ดำเนินการแก้ไขปัญหา โดยให้มีการทบทวน การออกแบบการทำงานของชิ้นส่วนใหม่ สำหรับอาการขัดข้องที่มีระดับความรุนแรงและระดับการตรวจจับที่มีค่าสูง ซึ่งมีผลให้ค่าดัชนีความเสี่ยงสูงด้วย นอกจากนี้ ยังได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจติดตามการทำงานของเครื่องจักรเพื่อสามารถประเมินอาการเครื่องจักรก่อนขัดข้อง

ผลการศึกษาพบว่า (1) การจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรในกระบวนการซ่อมบำรุงรักษาสามารถจัดได้ดังนี้ เครื่องอัดขึ้นรูป เครื่องผสม เครื่องชั่ง และเตาเผา ตามลำดับ (2) ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักร (MTBF) ในสายงานวิกฤติเพิ่มขึ้นจากเดิม 94:18 ชั่วโมง เป็น 119:48 ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 27 (3) ผลจากค่า MTBF ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการเดินเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ดังนั้น ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE) ในสายงานวิกฤติ ได้แก่ เครื่องชั่ง เครื่องผสม เครื่องอัดขึ้นรูป และเตาเผา มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ 89.23% 85.25% 75.33% และ 82.13% ตามลำดับ เป็น 89.69% 88.07% 82.09% และ 86.27% ตามลำดับ

ภาควิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา : 2553

5171437821 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS / CRITICAL ACTIVITY PATH / RPN / MTBF / OEE

RATTAKORN UDOMSOOK : THE OVERALL EFFECTIVENESS IMPROVEMENT OF MACHINES IN REFRACTORY BRICK PRODUCTION PROCESS. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SOMCHAI PUAJINDANETR, Ph.D, PAGES 134 pp.

The objective of this research was to increase the effectiveness of machines in Refractory Brick Production Process. The study was started with studying all related activities of the process, analyzing symptom of machine breakdown affecting to the critical activity path of the production process. The Failure Mode and effects Analysis (FMEA) was applied. The Risk Priority Number (RPN) of machines was determined by considering the Severity (S), Occurrence (O), and Detection (D). High Severity (S) and Detection (D) were first priority to improve. Redesigning an existing component for operation improvement and installing monitoring equipment for assessing machine operation before break down were implemented.

The results showed that (1) the significant machines for maintenance were as press machine, mixer, weighting machine and kiln, respectively (2) the Mean Time Between Failure (MTBF) of machines in production line before improvement was increased from 94:18 Hr to 119:48 Hr or increased by 27%, (3) according to increasing of MTBF that lead to increase machine available time, the overall equipment effectiveness (OEE) of each machines within the critical path such as weighing, mixing, pressing and furnace were increased from 89.23% 85.25% 75.33% and 82.13% to 89.69% 88.07% 82.09% and 86.27%, respectively.

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

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

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลงได้ ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้กรุณาให้คำแนะนำแนวทางการทำวิจัย และให้ข้อคิดต่างๆ ในการดำเนินงานวิจัยมาด้วยดี ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่ร่วมเป็นประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา กาญจนสุนทร ที่ได้ให้คำชี้แนะ เพื่อให้การวิจัยออกมาอย่างถูกต้อง จึงขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ. ที่นี้ด้วย และขอขอบคุณพี่ๆ ธุรการภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฐ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.1 การบำรุงรักษาเครื่องจักร..... 5

2.2 การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE)..... 7

2.3 เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)..... 11

2.3.1 หลักการทั่วไป..... 11

2.3.2 ประเภทของ FMEA..... 13

2.3.3 ขั้นตอนการทำ FMEA..... 13

2.3.4 ลำดับขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการ..... 15

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 25

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

3 การศึกษาสภาพปัญหาของโรงงานตัวอย่างในปัจจุบัน..... 29

3.1 กระบวนการผลิตและเครื่องจักร..... 29

3.2 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในปัจจุบัน..... 31

3.3 เวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรเสีย..... 34

3.4 แนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง..... 36

3.4.1 ความรุนแรงและผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง..... 36

3.4.2 อัตราการเกิดอาการขัดข้อง..... 41

3.4.3 การตรวจจับอาการขัดข้อง..... 45

3.4.4 ดัชนีความเสี่ยงชี้นำอาการขัดข้อง..... 48

3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการขัดข้องของเครื่องจักรกับความสูญเสีย 6 ประการ..... 51

4 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 58

4.1 การจัดลำดับปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักร..... 59

4.2 การวิเคราะห์ปัญหาอาการขัดข้องและมาตรการแก้ไข..... 59

4.2.1 กลุ่มรากเหง้าของปัญหา..... 59

4.2.2 กลุ่มทราบสาเหตุแน่ชัด..... 60

4.3 การประเมินค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร..... 60

4.4 แนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง..... 60

4.5 การเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง..... 60

4.5.1 เปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร..... 60

4.5.2 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักร (MTBF).. 60

4.5.3 เปรียบเทียบแนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง..... 61

5 ผลการดำเนินงานวิจัย..... 62

5.1 ผลการจัดลำดับปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักร..... 62

5.2 ผลการวิเคราะห์ปัญหาอาการขัดข้องและมาตรการแก้ไข..... 67

5.2.1 ผลการแก้ปัญหาด้วยการออกแบบใหม่..... 67

5.2.2 ผลการแก้ปัญหาด้วยการเพิ่มความสามารถในการตรวจจับ..... 84

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

5.3 ผลการประเมินค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร..... 103
5.4 ผลของแนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง..... 105
5.5 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง..... 111
5.5.1 ผลการเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร..... 111
5.5.2 ผลการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักร (MTBF)..... 113
5.5.3 ผลการเปรียบเทียบแนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง..... 114

6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 119
6.1 สรุปผลการศึกษา..... 119
6.2 อุปสรรคและปัญหาของการศึกษา..... 120
6.3 ข้อเสนอแนะ..... 121

รายการอ้างอิง..... 122
ภาคผนวก..... 124
ภาคผนวก ก..... 125
ภาคผนวก ข..... 127
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 134

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ลำดับในการจัดทำ FMEA.....	12
ตารางที่ 2.2	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินระดับความรุนแรงของผลกระทบ (S).....	18
ตารางที่ 2.3	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินอัตราการเกิดข้อบกพร่อง (O).....	20
ตารางที่ 2.4	ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม (D).....	21
ตารางที่ 2.5	ตัวอย่างตารางการประเมิน FMEA	24
ตารางที่ 3.1	ตารางแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานของแต่ละงาน.....	30
ตารางที่ 3.2	ข้อมูลงานซ่อมบำรุงในปี 2009.....	30
ตารางที่ 3.3	สถิติการขัดข้องและประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักร.....	35
ตารางที่ 3.4	ตารางแสดงคะแนนการประเมินระดับความรุนแรงและผลกระทบเครื่องชั่ง (W).....	37
ตารางที่ 3.5	ตารางแสดงคะแนนการประเมินระดับความรุนแรงและผลกระทบเครื่องผสม (M).....	38
ตารางที่ 3.6	ตารางแสดงคะแนนการประเมินระดับความรุนแรงและผลกระทบเครื่องอัดขึ้นรูป(P).....	39
ตารางที่ 3.7	ตารางแสดงคะแนนการประเมินระดับความรุนแรงและผลกระทบเตาเผา (K).....	40
ตารางที่ 3.8	ตารางแสดงจำนวนครั้งที่เครื่องจักรทำงาน.....	41
ตารางที่ 3.9	ตารางแสดงการประเมินอัตราการเกิดข้อบกพร่องเครื่องชั่ง (W).....	42
ตารางที่ 3.10	ตารางแสดงการประเมินอัตราการเกิดข้อบกพร่องเครื่องผสม (M).....	43
ตารางที่ 3.11	ตารางแสดงการประเมินอัตราการเกิดข้อบกพร่องเครื่องอัดขึ้นรูป (P).....	44
ตารางที่ 3.12	ตารางแสดงการประเมินอัตราการเกิดข้อบกพร่องเตาเผา (K).....	45
ตารางที่ 3.13	ตารางแสดงคะแนนการตรวจจับเครื่องชั่ง (W).....	45
ตารางที่ 3.14	ตารางแสดงคะแนนการตรวจจับเครื่องผสม (M).....	46
ตารางที่ 3.15	ตารางแสดงคะแนนการตรวจจับเครื่องขึ้นรูป (P).....	47
ตารางที่ 3.16	ตารางแสดงคะแนนการตรวจจับเตาเผา (K).....	48
ตารางที่ 3.17	ตารางแสดงการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำเครื่องชั่ง (W)	49

หน้า

ตารางที่ 3.18 ตารางแสดงการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำเครื่องผสม (M)..... 50

ตารางที่ 3.19 ตารางแสดงการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำเครื่องอัดขึ้นรูป (P)..... 50

ตารางที่ 3.20 ตารางแสดงการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำเตาเผา (K)..... 51

ตารางที่ 3.21 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการของเครื่องชั่ง (W)..... 52

ตารางที่ 3.22 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการของเครื่องผสม (M)..... 53

ตารางที่ 3.23 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการของเครื่องขึ้นรูป (P)..... 54

ตารางที่ 3.24 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการของเตาเผา (K)..... 56

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงกลุ่มของปัญหา..... 64

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงการจัดกลุ่มการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา..... 65

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของ Electronic Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า..... 68

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงวิเคราะห์ Why-Why ของยางปาดดิน..... 75

ตารางที่ 5.5 ตาราแสดงแนวทางในการเลือกวิธีแก้ไขปัญหา Filling box unit..... 76

ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงตัวอย่างมาตรฐานการตรวจ Filling Box ก่อนปรับปรุง..... 78

ตารางที่ 5.7 ตารางแสดงตัวอย่างมาตรฐานการตรวจ Filling Box หลังปรับปรุง..... 79

ตารางที่ 5.8 ตารางแสดงวิเคราะห์ Why-Why ของ Seal รั่วที่ Mould Locking Unit.... 83

ตารางที่ 5.9 ตารางแสดงแนวทางในการเลือกวิธีแก้ไขปัญหา Safety unit ตัวกดไม่ทำงาน..... 85

ตารางที่ 5.10 ตารางแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของ Skip Hoist..... 97

ตารางที่ 5.11 ตารางแสดงผลของค่า OEE ปี 2010 ของเครื่องชั่ง..... 103

ตารางที่ 5.12 ตารางแสดงผลของค่า OEE ปี 2010 ของเครื่องผสม..... 104

ตารางที่ 5.13 ตารางแสดงผลของค่า OEE ปี 2010 ของเครื่องอัดขึ้นรูป..... 104

ตารางที่ 5.14 ตารางแสดงผลของค่า OEE ปี 2010 ของเครื่องเตาเผา..... 105

ตารางที่ 5.15 ตารางแสดงจำนวนครั้งที่เครื่องจักรทำงาน..... 105

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ตารางที่ 5.16 ตารางแสดงผลการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องของเครื่องชั่ง(W).. 106
ตารางที่ 5.17 ตารางแสดงผลการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องของ
เครื่องผสม (M)…….. 106
ตารางที่ 5.18 ตารางแสดงผลการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องของ
เครื่องอัดขึ้นรูป (P) ……..... 107
ตารางที่ 5.19 ตารางแสดงผลการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องของเตาเผา (K)… 108
ตารางที่ 5.20 ตารางแสดงผลการประเมินหลังทำการปรับปรุง…….. 109
ตารางที่ 5.21 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่า OEE ก่อนและหลังการปรับปรุง……..… 111
ตารางที่ 5.22 ตารางแสดงค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำก่อนและหลังปรับปรุง…..…… 115

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	แสดงรายละเอียดการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)...	10
รูปที่ 3.1	กระบวนการผลิตอิฐทนไฟ.....	29
รูปที่ 3.2	สายงานวิกฤติในกระบวนการผลิต.....	30
รูปที่ 3.3	Flow diagram ของกระบวนการผลิต.....	31
รูปที่ 3.4	ข้อมูล OEE ของเครื่องชั่งรายเดือน ปี 2009.....	32
รูปที่ 3.5	ข้อมูล OEE ของเครื่องผสมรายเดือน ปี 2009.....	33
รูปที่ 3.6	ข้อมูล OEE ของเครื่องอัดขึ้นรูปรายเดือน ปี 2009.....	33
รูปที่ 3.7	ข้อมูล OEE ของเตาเผารายเดือน ปี 2009.....	34
รูปที่ 3.8	ค่า MTBF ของสายการผลิตรายเดือนในปัจจุบัน.....	36
รูปที่ 3.9	จำนวนความสัมพันธ์ระหว่างอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการ.....	57
รูปที่ 5.1	การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาอาการขัดข้อง.....	63
รูปที่ 5.2	รอกหิ้วสายไฟ.....	69
รูปที่ 5.3	รางรถชั่ง.....	70
รูปที่ 5.4	รางในจุดที่จะเกิดการขัดตัว.....	70
รูปที่ 5.5	รอกสึกจากการเบียดกับราง.....	71
รูปที่ 5.6	ตัวอย่างรอกที่ทำการปรับปรุง.....	71
รูปที่ 5.7	อุปกรณ์อย่างง่ายในการทดสอบรอกและราง.....	72
รูปที่ 5.8	ลักษณะการทำงานของชุด Charger Unit.....	73
รูปที่ 5.9	ลักษณะตำแหน่งการเกิดการสึกของยางปาดดิน.....	74
รูปที่ 5.10	ภาพยางปาดดินสึก.....	75
รูปที่ 5.11	แบบอุปกรณ์ที่ติดเพื่อแก้ปัญหา ยางปาดดิน.....	77
รูปที่ 5.12	Charger ในตำแหน่งต่างๆ.....	80
รูปที่ 5.13	การปรับปรุงระบบ Charger.....	81
รูปที่ 5.14	Mould locking.....	82
รูปที่ 5.15	Sensor ของ Safety unit เครื่องอัดขึ้นรูป.....	85

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

รูปที่ 5.16 ระบบ Light Beam Sensor ก่อนปรับปรุง..... 87
รูปที่ 5.17 ระบบ Light Curtain Sensor หลังปรับปรุง..... 87
รูปที่ 5.18 ชุด Card Control ของรถชั่ง..... 88
รูปที่ 5.19 ตัววัดระยะรอบการเคลื่อนที่ encoder ของรถชั่ง..... 89
รูปที่ 5.20 ใบกวนเครื่องผสม..... 89
รูปที่ 5.21 สายพานที่ขาด..... 90
รูปที่ 5.22 แสดงภาพสายพานเบียดข้าง..... 91
รูปที่ 5.23 ชุดปรับสายพาน..... 91
รูปที่ 5.24 Discharge Gate ของเครื่องผสม..... 92
รูปที่ 5.25 กระบอกลมของฝาปิดด้านล่างเครื่องผสม..... 93
รูปที่ 5.26 Proximity Switch ของเครื่องผสม..... 94
รูปที่ 5.27 Motor Gear ไหม้ 95
รูปที่ 5.28 Motor กว้านของ Skip Hoist..... 96
รูปที่ 5.29 ลูกปืนและรางประคอง Skip Hoist..... 98
รูปที่ 5.30 Wafex Pump ของเครื่องผสม..... 99
รูปที่ 5.31 Gripper ตัวจับอิฐของเครื่องอัดขึ้นรูป..... 100
รูปที่ 5.32 สายกระบอก Hydraulic ของเครื่องอัดขึ้นรูป..... 101
รูปที่ 5.33 Pump ส่งน้ำมันไฮดรอลิค..... 102
รูปที่ 5.34 เกจวัดการเลียงอิฐ..... 103
รูปที่ 5.35 การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเดินเครื่อง (A)..... 112
รูปที่ 5.36 การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P)..... 112
รูปที่ 5.37 การเปลี่ยนแปลงของอัตราคุณภาพ (Q)..... 112
รูปที่ 5.38 การเปลี่ยนแปลงของอัตราค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)..... 113
รูปที่ 5.39 ผลการเปลี่ยนแปลง MTBF ก่อนและหลังปรับปรุง..... 114
รูปที่ 5.40 เปลี่ยนแปลงผลการปรับปรุงอาการขัดข้อง..... 118

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันการใช้วัสดุทนไฟสำหรับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับความร้อน เช่น อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมผลิตเหล็ก อุตสาหกรรมผลิตแก้ว อุตสาหกรรมปิโตรเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมเซรามิก อุตสาหกรรมอะลูมิเนียม และอุตสาหกรรมบอยล์เลอร์ มีความต้องการอย่างต่อเนื่องและเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมเหล่านั้น สิ่งที่ตามมา คือ การแข่งขันในตลาดการขายวัสดุทนไฟสูงมากขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมการรองรับกับความต้องการใช้วัสดุทนไฟที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ต้องตระหนักถึงกระบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพ โดยพยายามขจัดความสูญเสียในกระบวนการผลิต ซึ่งเทคนิคและวิธีการต่างๆ ที่ใช้ในการดูแลเครื่องจักรในกระบวนการผลิตจะถูกนำมาใช้

ดังนั้นความพร้อมของเครื่องจักร อุปกรณ์ ที่ใช้ในการผลิตจะต้องได้รับการตรวจสอบดูแลและบำรุงรักษาเป็นอย่างดี เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดรวมทั้งสามารถรองรับการใช้งานในการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันโรงงานตัวอย่างเจริญเติบโตและต้องแข่งขันกับคู่แข่งจำนวนมาก การเดินเครื่องจักรอย่างเต็มประสิทธิภาพจึงเท่ากับเป็นการช่วยเพิ่มโอกาสในการแข่งขันให้มากขึ้น ซึ่งการจัดการและการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างเต็มที่นั้น เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก โดยในการใช้งานเครื่องจักรต้องมีมาตรฐานด้านความปลอดภัยควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้การบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงรักษาเป็นส่วนที่มีความสำคัญมาก ซึ่งส่งผลต่อการปรับปรุงสมรรถนะงานซ่อมบำรุงรักษา และในการจัดการงานซ่อมบำรุง อีกทั้งยังช่วยให้เครื่องจักรมีความพร้อมในการใช้งานอยู่เสมอ แต่อย่างไรก็ยังไม่สามารถทำการซ่อมบำรุงและปรับปรุงได้ดีเท่าที่ควร เนื่องจากการที่ขาดทรัพยากรหลายๆอย่าง เช่น คนที่มีความรู้ความชำนาญ เครื่องจักรที่ทันสมัย วัสดุหรืออะไหล่ในการซ่อมที่จัดหาได้ตามความต้องการ วิธีการจัดสรรกำลังพล วิธีการซ่อมและเครื่องมือที่ได้มาตรฐาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เครื่องจักรและอุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สูงสุด และการที่ไม่ทราบถึงผลกระทบจากความเสียหายของชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์นั้นเป็นความเสี่ยงในการดูแลเครื่องจักรและกระบวนการผลิต

ดังนั้นงานวิจัยนี้ทำการศึกษาในส่วนของการจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรที่มีผลต่อกระบวนการผลิตและความปลอดภัยในการผลิตอิฐทนไฟ โดยประยุกต์ใช้ระบบการประเมินความสำคัญของเครื่องจักรตามแนวทางการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure mode and effect analysis, FMEA) และคัดเลือกผลกระทบของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีต่อกระบวนการผลิตมาทำการแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้สามารถเดินเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิผลโดยรวมที่สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรในกระบวนการซ่อมบำรุงรักษา
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตอิฐทนไฟ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ได้กำหนดขอบเขตของการทำวิจัย ไว้ดังนี้

1. การศึกษาและวิจัยจะทำการศึกษาแนวทางการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรที่มีผลต่อความปลอดภัยกับการทำงานและกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ ได้แก่ เครื่องชั่ง เครื่องผสม เครื่องอัดขึ้นรูป และเตาเผา
2. การศึกษาและวิจัยนี้ไม่ครอบคลุมข้อมูลเชิงต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับงานซ่อมบำรุง

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัย มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยได้ ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงรักษา ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร การวิเคราะห์อาการขัดข้อง และผลกระทบ
2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอาการขัดข้องของเครื่องจักรของบริษัทตัวอย่าง
3. วิเคราะห์อาการขัดข้องของเครื่องจักรและผลกระทบที่มีต่อกระบวนการผลิตในสายงานวิกฤติ ณ ปัจจุบันดังนี้
   3.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาการขัดข้องของเครื่องจักรกับความสูญเสีย 6 ประการ ซึ่งส่งผลต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
   3.2 วิเคราะห์อาการขัดข้องของเครื่องจักรและผลกระทบที่มีผลต่อกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ ในสายงานวิกฤติ (Critical Activity Path) โดยประยุกต์ใช้แนวทางของเทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ (Failure Mode and effects Analysis, FMEA) อ้างอิงจากอุตสาหกรรมรถยนต์
   3.3 ประเมินค่าความสำคัญของเครื่องจักรโดยพิจารณาร่วมกันระหว่างระดับความรุนแรง (Severity of Effect, S) อัตราการเกิดอาการขัดข้อง (Occurrence, O) ความสามารถในการตรวจจับอาการขัดข้อง (Detection, D) และค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number, RPN) เพื่อจัดลำดับความรุนแรงของปัญหา
4. กำหนดเครื่องจักรและอาการขัดข้องในการปรับปรุงการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร
5. หาสาเหตุและดำเนินการแก้ไขตามแนวทางที่วางไว้ เพื่อลดอาการขัดข้องและผลกระทบจากปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดความเสียหาย
6. ติดตามผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร อัตราการขัดข้อง และ ดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN)
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย มีดังนี้

1. สามารถจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรในกระบวนการซ่อมบำรุงรักษา
2. เพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตวัสดุทนไฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ลดเวลาการเกิดความเสียหาย ขัดข้องของเครื่องจักร
4. สามารถช่วยในการตัดสินใจในด้าน การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
5. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงรักษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎี

ในอุตสาหกรรมการผลิตการนำความรู้ในการบำรุงรักษามาใช้ ก็เพื่อดูแลเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการขององค์กร โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมการผลิต จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทำให้เครื่องจักรเหล่านี้หยุดทำงานเนื่องจากการชำรุดให้น้อยที่สุด ด้วยทรัพยากรที่มีจำกัด

สำหรับทฤษฎีที่กล่าวในบทนี้ประกอบด้วย หลักการบำรุงรักษา การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE) และแนวทางของเทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการทำวิจัย

2.1 การบำรุงรักษาเครื่องจักร

จิตรา รู้กิจการพานิช (2544) งานบำรุงรักษาของการผลิต อาจนิยามได้ว่า “กิจกรรมทุกอย่างที่จำเป็นต่อการทำให้เครื่องจักร อุปกรณ์ อยู่ในสภาพที่สามารถทำงานหรือใช้งานได้ตามต้องการ”

วัตถุประสงค์ของงานการบำรุงรักษาเครื่องจักร คือ การลดจำนวนครั้งของการชำรุดของเครื่องจักรให้น้อยที่สุด ลดเวลาการซ่อมในน้อยที่สุด ลดค่าใช้จ่ายงานซ่อมทั้งทางตรงและทางอ้อม (Direct and Indirect Breakdown Maintenance Cost) เพิ่มช่วงเวลาความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Machine Availability Period) รวมถึงต้องมีความตระหนักถึงความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมด้วย

โดยหลักการแล้วการบำรุงรักษา สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. การซ่อมบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance, BM)
2. การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM)

3. การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance, PdM)

4. การซ่อมบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

รายละเอียดของแต่ละกิจกรรมได้แสดงดังต่อไปนี้

1. การซ่อมบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance, BM)

การซ่อมบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้องเป็นการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุดและหยุดโดยฉุกเฉิน วิธีการบำรุงรักษาวิธีนี้ถือได้ว่า เป็นแนวความคิดดั้งเดิมในการบำรุงรักษา ซึ่งพนักงานในส่วนซ่อมบำรุงรักษาจะไปปฏิบัติงานซ่อมเมื่อมีการแจ้งว่าเครื่องจักรชำรุด อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาแบบนี้หลีกเลี่ยงไม่ได้ในบางลักษณะ เช่น เครื่องจักรที่ไม่มีความซับซ้อน มีชิ้นส่วนอะไหล่พร้อมอยู่เสมอ หรือสามารถสั่งซื้อได้อย่างทันทีทันใด โดยควรจะเป็นการซ่อมบำรุงรักษาที่มีค่าใช้จ่ายน้อยและไม่ส่งผลต่อกระบวนการผลิต

2. การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance, PM)

การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นการทำการซ่อมบำรุงรักษาก่อนที่เครื่องจักร อุปกรณ์นั้นจะชำรุด โดยการคาดคะเนและจัดแผนการบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้า เนื่องจากการตระหนักถึงผลกระทบต่อการผลิตเมื่อมีความขัดข้องที่ไม่ได้คาดการณ์ไว้ล่วงหน้า การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สามารถทำได้ด้วยการตรวจสอบสภาพเครื่องจักรอุปกรณ์ การทำความสะอาดและการทำการหล่อลื่นให้ถูกวิธี การปรับแต่งให้เครื่องจักรเป็นไปตามคำแนะนำของคู่มือ รวมทั้งการปรับปรุงและเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามกำหนดเวลา แต่ก็ยังคงมีโอกาสที่จะเกิดการชำรุดของเครื่องจักรโดยไม่คาดคิดอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้จากปัจจัยภายนอกและปัจจัยเร่งต่างๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการใช้การซ่อมบำรุงรักษาแบบนี้จะทำให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยปัญหาหนึ่งที่พบเสมอเมื่อทำการซ่อมบำรุงรักษาแบบนี้ คือ การเปลี่ยนชิ้นส่วนบางชิ้นโดยไม่จำเป็น ทั้งนี้ในบางกรณีอาจเป็นการรบกวนชิ้นส่วนในระบบอื่น โดยอาจทำให้เกิดปัญหาตามมาได้

3. การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance, PdM)

การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์เป็นการเฝ้าดูแลเครื่องจักรอุปกรณ์ เพื่อที่จะค้นหาสัญญาณที่จะนำไปสู่การชำรุดของเครื่องจักรอุปกรณ์และคาดคะเนความเสียหายที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งทำการซ่อมแซมและแก้ไขก่อนที่เครื่องจักรอุปกรณ์นั้นจะชำรุด ซึ่งการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์สามารถทำได้โดยนำเทคนิคต่างๆ มาใช้ในการเฝ้าติดตาม เงื่อนไขของการดำเนินงาน เช่น การวิเคราะห์การสั่นสะเทือน (Vibration Analysis) การวัดอุณหภูมิโดยกราฟหรือเครื่องบันทึก (Thermography) การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบเกี่ยวกับการเสียดสีบนส่วนต่างๆของเครื่องจักร

(Tribology) การตรวจสอบด้วยอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic) การวิเคราะห์น้ำมัน (Oil Analysis) การสังเกตด้วยตา (Visual inspection) เป็นต้น

4. การซ่อมบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

การซ่อมบำรุงรักษาเชิงรุกเป็นการใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ค่อนข้างใหม่สำหรับการอุตสาหกรรม เพราะแนวความคิดดังกล่าวจะมุ่งเน้นพิจารณาที่รากเหง้าของปัญหา (Root Causes of Failure) โดยที่รากเหง้าของปัญหาสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 8 อย่าง คือ

- ความไม่เสถียรทางเคมี (Chemical Stability)
- ความไม่เสถียรทางกายภาพ (Physical Stability)
- ความไม่เสถียรทางอุณหภูมิ (Temperature Stability)
- ความไม่เสถียรทางการสึกหรอ (Wear Stability)
- ความไม่เสถียรทางการรั่วไหล (Leakage Stability)
- การเกิดโพรงอากาศในระบบไฮโดรลิค (Cavitations)
- ความไม่เสถียรในระดับของสิ่งสกปรก (Contamination
- ความไม่เสถียรจากการบิดตัวหรือการเยื้องศูนย์ (Distortion & Misalignment)

เมื่อใดที่มีการไม่สมดุลในระบบของเครื่องจักร อาจจะเกิดความไม่มี stability ในหนึ่งใน root causes ที่กล่าวมา หรืออาจจะมีความไม่สมดุลในระบบมากกว่าหนึ่งสาเหตุก็เป็นได้ ตัวอย่างที่เห็นได้ง่ายๆ ในระบบไฮโดรลิค คือ การที่มีสิ่งสกปรก (Contaminates) หลุดเข้าในระบบ ซึ่งอาจจะเกิดจากการเติมน้ำมันที่สกปรกเข้าไปในระบบ การเสื่อมสภาพของไส้กรองอากาศ การชำรุด ฉีกขาดของซีล เป็นต้น โดยสิ่งสกปรกดังกล่าวจะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ระบบขาดสมดุลไป เมื่อวิศวกรหรือผู้ชำนาญการทราบถึง Root Causes ก็จะทำการแก้ไขให้ระบบกลับคืนสู่สมดุล เช่น ใช้ไส้กรองที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เปลี่ยนซีลที่ขาด หรือทำการกรองน้ำมันที่สงสัยว่ามีสิ่งสกปรกผสมอยู่ เป็นต้น อย่างไรก็ตามเนื่องจากจำเป็นต้องใช้ทั้งเครื่องมือ และบุคคลากรที่มีความชำนาญสูงในการค้นหา root causes แนวความคิดในการบำรุงรักษาแบบนี้จึงยังไม่แพร่หลายมากนัก

2.2 การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE)

นิยามของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE)

Dal (1999) ได้ให้คำนิยามของ OEE ไว้ว่า มีด้วยกันหลากหลายความหมาย โดยในเชิงของการซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance, TPM) นั้น "OEE เป็นการรวมการปฏิบัติงานการซ่อมบำรุงรักษา และการจัดการเครื่องมือและทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต"

Nakajima (1988) ได้เสนอแนะว่า "OEE เป็นตัววัดที่สามารถแสดงให้เห็นถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ซ่อนอยู่ได้" และยังได้เสนออีกว่าการใช้งาน OEE ให้เกิดผลสูงสุดนั้นควรใช้ร่วมกับ QC Tools เช่น ผังพาเรโต และผังก้างปลา เป็นต้น ซึ่งการนำไปใช้งานแบบนี้เป็นจุดสำคัญในการคงอยู่ของระบบการวัดประสิทธิภาพของโรงงาน

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า OEE เป็นตัววัดกระบวนการทำงานมากกว่าการวัดเชิงกลยุทธ์ โดย OEE สามารถนำไปใช้งานภายในโรงงานอุตสาหกรรมได้หลายระดับ ระดับแรก คือ ใช้ OEE ในการ benchmark กับประสิทธิภาพดั้งเดิมภายในโรงงาน ซึ่งในลักษณะนี้ จะเป็นการนำค่า OEE เดิมเปรียบเทียบกับค่า OEE ใหม่ ระดับที่สอง คือ สามารถใช้ค่า OEE ที่คำนวณจาก 1 สายการผลิต มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับสายการผลิตอื่น ๆ หรือระหว่างโรงงานได้ โดยเน้นที่สายการผลิตที่มีประสิทธิภาพไม่ดี ส่วนระดับที่สาม คือ ค่า OEE สามารถบอกถึงสมรรถนะของเครื่องจักรได้ โดยสามารถชี้ให้เห็นถึงด้านทรัพยากรในการทำ TPM ได้

ความสูญเสีย 6 ประการ (Six Big Losses)

Nakajima (1988) ได้อธิบายความสูญเสีย 6 ประการ ดังนี้

1. ความสูญเสียเวลาเนื่องจากเครื่องจักรเสียหรือขัดข้อง (Machine Breakdowns)

- การทำงานของเครื่องจักรหยุดลงอันเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ เช่น สายพานขาด มอเตอร์ไหม้ ลูกปืนแตก ระบบ Heater ไม่ทำงาน ฯลฯ

- ต้องมีการหยุดการผลิตเพื่อทำการซ่อมแซม รวมถึงการเปลี่ยนชิ้นส่วน ใช้เวลาในการแก้ไข มากกว่า 5 – 10 นาที

- เสียเวลาและจำนวนการผลิต

เป้าหมาย "เครื่องจักรเสียเป็นศูนย์ (Zero Breakdowns)"

2. ความสูญเสียเวลาเนื่องจากการปรับตั้งและปรับแต่ง (Set-up and Adjustment)

- เป็นเวลาสูญเสียในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในแต่ละครั้ง ซึ่งเป็นเวลาตั้งแต่การผลิตภัณฑ์เดิมเสร็จสิ้นไป จนถึงเวลาที่ผลิตภัณฑ์ตัวใหม่ที่ดีตัวแรกผลิตเสร็จ

- การทดสอบหาเงื่อนไขการผลิตที่ดีที่สุดในการผลิตแต่ละครั้ง

- เสียเวลาและจำนวนการผลิต

เป้าหมาย “ลดเวลาในการปรับตั้งและปรับแต่งให้ต่ำกว่า 10 นาที (Single Minute Exchange of Die, SMED)”

โดยความสูญเสียข้อ 1 และ 2 นี้จะให้ในการหาอัตราการเดินเครื่องจักร (Availability)

3. ความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากเครื่องหยุดเล็กน้อย และเดินเครื่องตัวเปล่า (Idling and minor stoppages)

- เครื่องจักรหยุดทำงานชั่วคราวเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น ชิ้นงานตกลงไปขัด ไฟตก สวิตซ์ไฟตัด เป็นต้น

- เครื่องจักรทำงานแต่ไม่มีชิ้นงานป้อน เช่น รอวัตถุดิบป้อน เป็นต้น

- เครื่องจักรไม่ต้องการซ่อมแซมแต่มีการเสียเวลารอการแก้ปัญหาเล็กน้อย ใช้เวลาต่ำกว่า 5 – 10 นาที

เป้าหมาย “เครื่องจักรหยุดเล็กน้อยและเดินเครื่องตัวเปล่าเป็นศูนย์”

4. ความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากความเร็วการเดินเครื่องช้าลง (Speed Losses)

- มีความแตกต่างของความเร็วมาตรฐานกับความเร็วจริงในการผลิต

- เครื่องจักรมีความเร็วมาตรฐาน / กำลังผลิต / Cycle Time ต่ำกว่ามาตรฐานที่ได้กำหนดไว้

- ได้ชิ้นงานน้อยกว่าที่ควรจะเป็น

เป้าหมาย “ลดความแตกต่างของความเร็วมาตรฐานกับความเร็วจริงในการผลิตเป็นศูนย์”

โดยความสูญเสียข้อ 3 และ 4 นี้จะให้ในการหาค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (Performance Efficiency)

5. ความสูญเสียเนื่องจากผลได้ลดลง และของเสียเมื่อเริ่มเดินเครื่อง (Start-up and reduced yield)

- สูญเสียวัตถุดิบ / ผลิตภัณฑ์ไม่ได้ตามข้อกำหนดอันเนื่องมาจากสาเหตุ

- การผลิตในช่วงเริ่มต้น
- เริ่มผลิตหลังจากหยุดพัก
- ช่วงเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใหม่
- เริ่มผลิตหลังจากหยุดซ่อม

เป้าหมาย “ลดเวลา / ความสูญเสียช่วงเริ่มเดินเครื่องให้น้อยที่สุด”

6. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียและชิ้นงานรอแก้ไข (Defects and rework)

- ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด และไม่สามารถแก้ไขเพื่อส่งให้แผนกถัดไปหรือลูกค้าได้

- ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด แต่สามารถซ่อมแซมปรับแต่งให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดได้

- เสียเวลาและจำนวนการผลิต

เป้าหมาย “ของเสียเป็นศูนย์ (Zero Defect)”

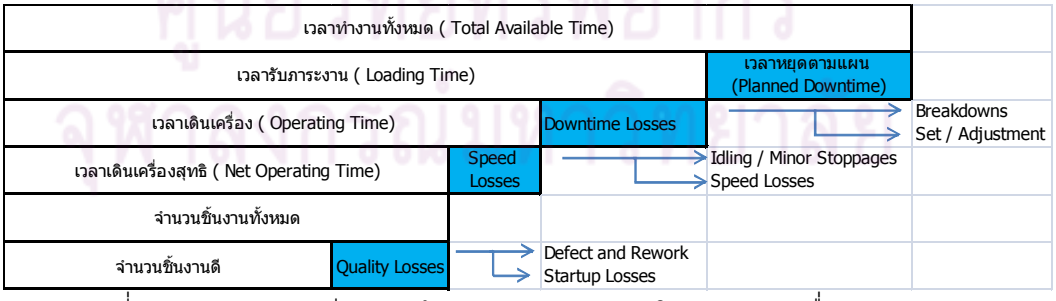
โดยความสูญเสียข้อ 5 และ 6 นี้ใช้ในการพิจารณาจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานนั่น

การคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE)

OEE	=	อัตราการเดินเครื่อง (Availability)	x	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency)	x	อัตราคุณภาพ (Quality Rate)

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพและประสิทธิผลการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรหลัก คือ

- อัตราการเดินเครื่อง (Availability, A)
- ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency, P)
- อัตราคุณภาพ (Quality Rate, Q)



รูปที่ 2.1 แสดงรายละเอียดการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

อัตราการเดินเครื่อง (Availability) คือ การแสดงความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงาน เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่อง (Operating Time) กับ เวลารับภาระงาน (Loading Time)

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลารับภาระงาน - เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{เวลารับภาระงาน}} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลารับภาระงาน}}$$

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) คือ การแสดงสมรรถนะเครื่องจักรในการทำงาน เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time) กับ เวลาเดินเครื่อง (Operating Time)

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

อัตราคุณภาพ (Quality Rate) คือ การแสดงความสามารถในการผลิตของดีตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักร ต่อ จำนวนของที่ผลิตได้ทั้งหมด

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ – จำนวนชิ้นงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}$$

2.3 เทคนิคการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA)

2.3.1 หลักการทั่วไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) เป็นวิธีการในการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของระบบการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตหรือการบริการ โดยเป็นแนวทางในการป้องกัน (Preventive approach) ซึ่งสามารถอธิบายลำดับในการจัดทำ FMEA ได้ 3 ระยะหลัก Stamatis (1995) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ลำดับในการจัดทำ FMEA

Phase	Question	Output
Identify	What can go wrong?	Failure Modes
Analyze	How likely is a failure mode and what are the consequences?	Risk Priority Evaluation (likelihood x severity x detection difficulty)
Act	What can be done to eliminate the cause or alleviate the severity?	Design solutions, test plans, manufacturing change, error proofing, etc.

Automotive Industry Action Group, AIAG (2001) อ้างถึงใน กิติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ (2551) ได้ให้นิยามสำหรับการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) คือ กลุ่มของกิจกรรมเชิงระบบที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อ

1. รับรู้และประเมินถึงแนวโน้มของข้อบกพร่อง (Potential Failure) ของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการหนึ่ง และผลกระทบ (Effect) ของข้อบกพร่องดังกล่าว
2. บ่งชี้ถึงการปฏิบัติการที่สามารถกำจัดทิ้งหรือลดโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง
3. การดำเนินการจัดทำกระบวนการทั้งหมดให้อยู่ในรูปเอกสาร

กิจกรรม FMEA เป็นกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งควรประกอบด้วยผู้ที่มีความรู้ความสามารถในด้านต่างๆ เพื่อหาแนวทางป้องกันข้อบกพร่องอันเกิดขึ้นได้ในอนาคต กลุ่มกิจกรรม FMEA อาจประกอบด้วย Design Engineer, Process Engineer, Test Engineer, Production Maintenance, Quality Assurance และ/หรือ Operators ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหาที่นำมาดำเนินกิจกรรม การดำเนินกิจกรรม FMEA เป็นเทคนิคของการป้องกันหรือสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า โดยจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากการดำเนินกิจกรรม แต่อย่างไรก็ตามปัญหาบางอย่างจะเกิดขึ้น และใน Process ก็ควรที่จะได้รับการพิจารณา บันทึก ทบทวนและปรับปรุง

เอกสารให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิต ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการนำเครื่องจักรใหม่ ๆ เข้ามาใช้ในการเปลี่ยนแปลงสภาพการทำงาน หรือขั้นตอนการทำงาน เป็นต้น เพื่อใช้เป็นเอกสารอ้างอิงและมีการเผยแพร่ให้ผู้เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานต่อไป

2.3.2 ประเภทของ FMEA

FMEA แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. FMEA ในงานระบบ (System FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์ระบบและระบบย่อยต่างๆ ซึ่งขั้นตอนการออกแบบแนวคิด (Concept Design) โดย FMEA ในงานระบบนี้จะเน้นที่การวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง และแนวโน้มที่เกิดกับการทำงาน (Function) ของระบบ อันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบ ทั้งนี้จะครอบคลุมถึงการศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างระบบกับองค์ประกอบต่างๆ ของระบบด้วย
2. FMEA ในการออกแบบ (Design FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบได้ก่อนให้ฝ่ายผลิตดำเนินการผลิตในเชิงพานิชย์ต่อไป โดย FMEA ประเภทนี้จะเน้นถึงข้อบกพร่องอันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของการออกแบบ
3. FMEA ในกระบวนการผลิต (Process FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์การผลิตและกระบวนการประกอบ โดย FMEA ประเภทนี้จะเน้นถึงข้อบกพร่องอันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและการประกอบ
4. FMEA ในการบริหาร (Service FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์ถึงกระบวนการบริการก่อนจะส่งมอบให้กับลูกค้า โดย FMEA ประเภทนี้จะเน้นถึงข้อบกพร่อง (ความผิดพลาดหรือความคาดเคลื่อน) อันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบและกระบวนการ

2.3.3 ขั้นตอนการทำ FMEA

มีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์
2. ศึกษาลำดับขั้นตอนของกระบวนการ
3. อธิบายลักษณะของงานหรือหน้าที่ของแต่ละกระบวนการ
4. ทบทวนหน้าที่หลักของแต่ละขั้นตอน
5. ระบุข้อบกพร่องที่มีโอกาสจะเกิดขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. ระบุผลกระทบที่เกิดจากแต่ละข้อบกพร่อง
7. ระบุสาเหตุของแต่ละข้อบกพร่องที่มีโอกาสเกิดขึ้นทั้งหมด
8. ระบุการควบคุมในปัจจุบัน
9. ให้คะแนนระดับความรุนแรง ความถี่ในการเกิดขึ้น และความสามารถในการตรวจจับ
10. คำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) พร้อมทั้งกำหนดค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำที่ต้องแก้ไข
11. กำหนดสาเหตุข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไขจากค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ และระบุวิธีการแก้ไขปรับปรุง โดยระบุผู้รับผิดชอบพร้อมทั้งวันกำหนดเสร็จ
12. ทบทวนค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำใหม่ เมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินการแล้ว

ประโยชน์ของ FMEA นี้มีหลายประการด้วยกัน ดังนี้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2551))

1. ช่วยในการประเมินผลของแบบที่ได้จากการออกแบบทั้งความต้องการด้านหน้าที่และเลือกในการออกแบบ
2. การประเมินการออกแบบเพื่อการผลิตเบื้องต้น
3. ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพ ความไว้วางใจ ตลอดจนความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หรือการบริการ
4. ช่วยในการลดต้นทุนที่ซ่อนเร้นของกระบวนการผลิต ทำให้องค์กรสามารถเพิ่มอำนาจในการแข่งขันทางธุรกิจ
5. ช่วยเพิ่มความมั่นใจและความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า
6. ช่วยลดต้นทุนและเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ซึ่งมีผลทำให้สามารถวางตลาดผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
7. ช่วยในกระบวนการป้องกันข้อบกพร่อง
8. ช่วยเพิ่มศักยภาพด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้านให้แก่คณะทำงาน FMEA ในระหว่างการดำเนินการ ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ในอนาคต
9. ช่วยในการกำหนดลำดับความสำคัญก่อนและหลังของกิจกรรมปรับปรุงคุณภาพโดยผ่านตัวเลขวิเคราะห์ความเสี่ยง

10. ช่วยในการบ่งชี้ถึงความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่าง ๆ ของการออกแบบ กระบวนการ และกำหนดแนวทางในการป้องกัน
11. ช่วยในกระบวนการบ่งชี้ปัจจัยที่คาดว่าจะเป็นสาเหตุของปัญหาเพื่อดำเนินการพิสูจน์และแก้ไข
12. ช่วยในการบ่งชี้ถึงวิธีการวินิจฉัยการออกแบบและกระบวนการ

2.3.4 ลำดับขั้นตอนการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการ

ในการสร้าง FMEA สำหรับกระบวนการควรจะเริ่มต้นจากการสร้างแผนภูมิแสดงการไหลเพื่อแสดงแนวความคิดของกระบวนการ โดยแผนภูมิดังกล่าวควรจะบ่งชี้ถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการที่สอดคล้องกันของแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติการ

ลำดับขั้นตอนการจัดทำ FMEA สำหรับกระบวนการจะดำเนินการตามลำดับดังนี้ (กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ (2551))

1. หมายเลข FMEA ให้ใส่หมายเลขเอกสารสำหรับ FMEA ลงไปเพื่อประโยชน์ในการสอบกลับได้
2. ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ ใส่ชื่อและจำนวนของระบบ ระบบย่อย หรือชิ้นส่วนประกอบสำหรับ กระบวนการที่จะทำการวิเคราะห์
3. ความรับผิดชอบด้านกระบวนการ ใส่ชื่อฝ่ายและกลุ่มที่รับผิดชอบ
4. ผู้จัดทำ ให้ใส่ชื่อผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการจัดเตรียม FMEA พร้อมหมายเลขโทรศัพท์และชื่อของบริษัทที่สังกัด
5. วันที่ป้อน ระบุวันที่เริ่มต้นทำการวิเคราะห์กระบวนการ FMEA ซึ่งไม่ควรช้ากว่าวันที่เริ่มต้นตามกำหนดการ
6. วัน เดือน ปีสำหรับ FMEA ให้ใส่วัน เดือน ปี ที่เริ่มต้นจัดทำ FMEA และวัน เดือน ปี ที่ทบทวน FMEA ครั้งล่าสุด
7. คณะทำงาน ให้ใส่ชื่อบุคคลที่รับผิดชอบ รวมถึงฝ่ายงานที่มีอำนาจในการบ่งชี้และหรือดำเนินงาน
8. หน้าที่/ความต้องการของกระบวนการ กรอกรายละเอียดที่เกี่ยวกับกระบวนการหรือการปฏิบัติงานที่ทำการวิเคราะห์
9. ลักษณะข้อบกพร่อง คือรายละเอียดที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของการปฏิบัติงานที่เจาะจงไว้ อาจเป็นสาเหตุหนึ่งร่วมกับสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องในการปฏิบัติงาน

ในส่วนก่อนหน้านี้อย่างไรก็ดีในการจัดทำ FMEA ควรมีการตั้งสมมุติฐานว่าชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบที่เข้ามาในกระบวนการผลิตมีความถูกต้องอยู่แล้ว โดยการวิเคราะห์จะเริ่มจากกระบวนการที่สนใจ

10. ผลกระทบของข้อบกพร่องด้านศักยภาพ ทีมงานต้องทำการวิเคราะห์ว่าจะเกิดผลกระทบอย่างไรบ้าง หากจุดบกพร่องที่ระบุไว้เกิดขึ้น โดยจุดบกพร่องหรือลักษณะอย่างหนึ่ง อาจเกิดผลกระทบได้หลายรูปแบบ สิ่งที่สำคัญคือ ทีมงานจะต้องรวมความคิดในการในการค้นหารูปแบบของผลกระทบอันเกิดจากลักษณะข้อบกพร่องที่มีผลต่อปัญหาให้ได้มากและครอบคลุมทั้งหมด
11. สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดข้อบกพร่อง ถือได้ว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ซึ่งในขั้นตอนนี้จะต้องมีความระมัดระวังไม่ให้เกิดความสับสนระหว่างสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่อง โดยต้องทำการเขียนสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องอย่างละเอียดทั้งที่เกิดจากคน เครื่องจักร วัตถุดิบหรือขั้นตอนการทำงาน
12. การควบคุมกระบวนการปัจจุบัน การควบคุมกระบวนการปัจจุบันเป็นการระบุรายละเอียดที่ต้องควบคุม เพื่อป้องกันมิให้เกิดข้อบกพร่อง หรือการตรวจสอบว่ามีข้อบกพร่องเกิดขึ้นหรือไม่
13. ระดับความรุนแรง (Severity of Effect, S) ทีมงานจะต้องทำการวิเคราะห์ และประเมินระดับความรุนแรงของผลที่เกิดจากลักษณะข้อบกพร่อง ระดับความรุนแรงควรได้รับการประมาณไว้เป็นสเกลตั้งแต่ 1 ถึง 10

โดยตารางที่ 2.2 แสดงถึงตัวอย่างการให้คะแนนระดับความรุนแรงของผลกระทบ จาก AIAG (2001) จากเกณฑ์ดังกล่าวจะพิจารณาลูกค้าภายนอกเป็นอันดับแรก และกรณีที่ผลกระทบเกิดขึ้นทั้งลูกค้าภายนอกและภายใน ให้ใช้คะแนนจากความรุนแรงที่สูงกว่าจากการประเมินในการวิเคราะห์ FMEA โดยลูกค้าภายนอก คือ กระบวนการผลิตต่อไป ลูกค้าภายใน คือ ผู้ใช้/เครื่องจักร

14. อัตราการเกิดอาการขัดข้อง (Occurrence, O) ได้แก่ แนวโน้มหรือโอกาสของสาเหตุที่อาจจะเกิดความเสียหายได้ในระหว่างกระบวนการ โดยจะต้องจัดทำสเกลขึ้นมาเพื่อจัดลำดับความเสี่ยง โดยปกติแล้วการกำหนดสเกลในการใช้งานจะกำหนดสเกลแบบ 1 ถึง 10 ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 2.3

15. ความสามารถในการตรวจจับ (Detection, D) ได้แก่ การประเมินความสามารถของการควบคุมกระบวนการในปัจจุบันว่ามีประสิทธิภาพเพียงใด โดยจะต้องประเมินว่าถ้ามีลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในกระบวนการควบคุมปัจจุบัน จะสามารถตรวจจับลักษณะข้อบกพร่องได้มากน้อยเพียงใด โดยการจัดลำดับความสามารถในการตรวจจับจะอยู่ในลักษณะตรงข้ามกับการจัดลำดับอัตราการเกิดลักษณะข้อบกพร่อง กล่าวคือ ถ้าความสามารถในการตรวจจับมีค่าน้อย ค่าคะแนนหรือระดับจะมีค่ามาก โดยตารางที่ 2.4 แสดงถึงตัวอย่างของเกณฑ์การประเมินผลความสามารถในการตรวจจับของระบบการควบคุมกระบวนการ จาก AIAG (2001)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินระดับความรุนแรงของผลกระทบ (S)

ผลกระทบจากข้อบกพร่อง	ระดับความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้	ระดับความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อกระบวนการผลิต	คะแนน
เกิดอันตรายโดยไม่มีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตรายต่อพนักงาน (หรือเครื่องจักร) ได้รับอันตรายโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	10
เกิดอันตรายโดยมีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยมีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตรายต่อพนักงาน (หรือเครื่องจักร) ได้รับอันตรายโดยมีการเตือนล่วงหน้า	9
ผลกระทบสูงมาก	ผลิตภัณฑ์/ชิ้นส่วนไม่สามารถทำงานได้ (เนื่องจากสูญเสียหน้าที่การทำงานหลัก)	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจต้องถูกทำลายหรือส่งซ่อมโดยใช้เวลามากกว่าหนึ่งชั่วโมง	8
ผลกระทบสูง	ผลิตภัณฑ์/ชิ้นส่วนทำงานได้แต่ระดับสมรรถนะลดลงจนทำให้ลูกค้าไม่พอใจมาก	อาจมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบคัดแยก และผลิตภัณฑ์บางส่วนอาจถูกทำลายหรือส่งเข้าซ่อมแซมระหว่างครึ่งชั่วโมงถึงหนึ่งชั่วโมง	7
ผลกระทบปานกลาง	ผลิตภัณฑ์/ชิ้นส่วนทำงานได้แต่ขาดความสะดวกสบายในการดำเนินงานและทำให้ลูกค้าไม่พอใจ	ผลิตภัณฑ์บางส่วนอาจถูกทำลายและไม่ต้องตรวจสอบแบบคัดแยก หรือส่งเข้าซ่อมแซมน้อยกว่าครึ่งชั่วโมง	6

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินระดับความรุนแรงของผลกระทบ (S) (ต่อ)

ผลกระทบจากข้อบกพร่อง	ระดับความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้	ระดับความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อกระบวนการผลิต	คะแนน
ผลกระทบต่ำ	ผลิตภัณฑ์/ชิ้นส่วนทำงานได้โดยความสะดวกสบายแต่ระดับสมรรถนะลดลง	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจต้องได้รับการซ่อมแซมนอกสายการผลิต	5
ผลกระทบต่ำมาก	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก ลูกค้าส่วนใหญ่ (มากกว่า 75%) สังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์อาจได้รับการตรวจสอบแบบคัดแยกโดยไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องถูกทำลาย แต่บางส่วนอาจได้รับการซ่อมแซม	4
ผลกระทบเล็กน้อย	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก ลูกค้าประมาณครึ่งหนึ่ง (50%)สังเกต เห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์บางส่วนอาจต้องได้รับการซ่อมแซมในสายการผลิตแต่นอกจุดปฏิบัติงานที่ต้องถูกทำลาย	3
เกือบไม่มีผลกระทบ	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก ลูกค้าส่วนน้อย (ต่ำกว่า 25%) สังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์บางส่วนอาจต้องได้รับการซ่อมแซมในสายการผลิตที่จุดปฏิบัติงานโดยไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องถูกทำลาย	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	อาจมีความไม่สะดวกสบายเล็กน้อยต่อการปฏิบัติงานหรือตัวพนักงานหรือไม่มีผลกระทบใด ๆ	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้อง (O)

ความน่าจะเป็นในการเกิดข้อบกพร่อง	อัตราการเกิดอาการขัดข้องที่น่าจะเกิดขึ้น	ร้อยละ	ระดับ
สูงมาก : เกิดข้อบกพร่องบ่อยมาก	มากกว่าหรือเท่ากับ 100 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้น	≥ 10%	10
	50 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้น	5%	9
สูง : เกิดขึ้นบ่อย	20 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้น	2%	8
	10 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้น	1%	7
ปานกลาง : เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	5 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้น	0.50%	6
	2 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้น	0.20%	5
	1 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้น	0.10%	4
ต่ำ : เกิดข้อบกพร่องน้อยครั้ง	0.5 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้น	0.05%	3
	0.1 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้น	0.01%	2
แทบไม่เกิด : ข้อบกพร่องที่ไม่น่าจะเกิดขึ้น	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.01 ครั้งต่อ 1,000 ชิ้น	≤ 0.001%	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม (D)

การตรวจจับ	กฎเกณฑ์	ประเภทการตรวจสอบ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
เกือบเป็นไปไม่ได้	ไม่มีระบบการตรวจ จับใดๆ			X	ไม่สามารถตรวจจับหรือไม่ถูกตรวจจับ	10
ห่างไกลมาก	มีระบบควบคุม แต่ไม่สามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้			X	การควบคุมกระทำได้โดยทางอ้อมหรือเป็นเพียงการสุ่มตรวจเท่านั้น	9
ห่างไกล	มีระบบควบคุม แต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้			X	การควบคุมกระทำได้ด้วยการตรวจสอบด้วยตาเปล่าเท่านั้น	8
ต่ำมาก	มีระบบควบคุมแต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้			X	การควบคุมกระทำได้ด้วยการตรวจสอบซ้ำด้วยตาเปล่าเท่านั้น	7
ต่ำ	มีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้		X	X	การควบคุมกระทำได้ด้วยแผนภูมิ เช่น SPC	6
ปานกลาง	มีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้		X		มีการควบคุมโดยใช้เครื่องมือวัด หรือ ผ่าน/ไม่ผ่าน กับงานทั้งหมดก่อนออกจากจุดปฏิบัติงาน	5
ปานกลางค่อนข้างสูง	มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	X	X		มีการตรวจจับในกระบวนการถัดไปหรือมีการใช้เครื่องมือวัดงานชิ้นแรกในขั้นตอนงานการปรับตั้ง	4
สูง	มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่อง	X	X		มีการตรวจจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานหรือมีการตรวจจับความผิดพลาดในกระบวนการถัดไปโดยการตรวจสอบเพื่อการยอมรับ	3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม (D) (ต่อ)

การตรวจจับ	กฎเกณฑ์	ประเภทการตรวจสอบ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
สูงมาก	มีระบบควบคุม และเกือบจะมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้	X	X		มีการตรวจจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ ทำให้ชิ้นงานบกพร่องไม่สามารถหลุดผ่านไปได้	2
สูงมาก	มีระบบควบคุม และมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้	X			ไม่มีโอกาสเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่อง เพราะใช้ระบบป้องกันความผิดพลาด (Poka-Yoke) ในขั้นตอนการออกแบบกระบวนการ/ผลิตภัณฑ์	1

หมายเหตุ : A = ดำเนินการอัตโนมัติ/ใช้อุปกรณ์ป้องกันความผิดพลาด (Error-proofed)
B = ดำเนินการโดยการใช้อุปกรณ์ (gauging)
C = ดำเนินการตรวจสอบโดยอาศัยบุคคล (Manual inspection)

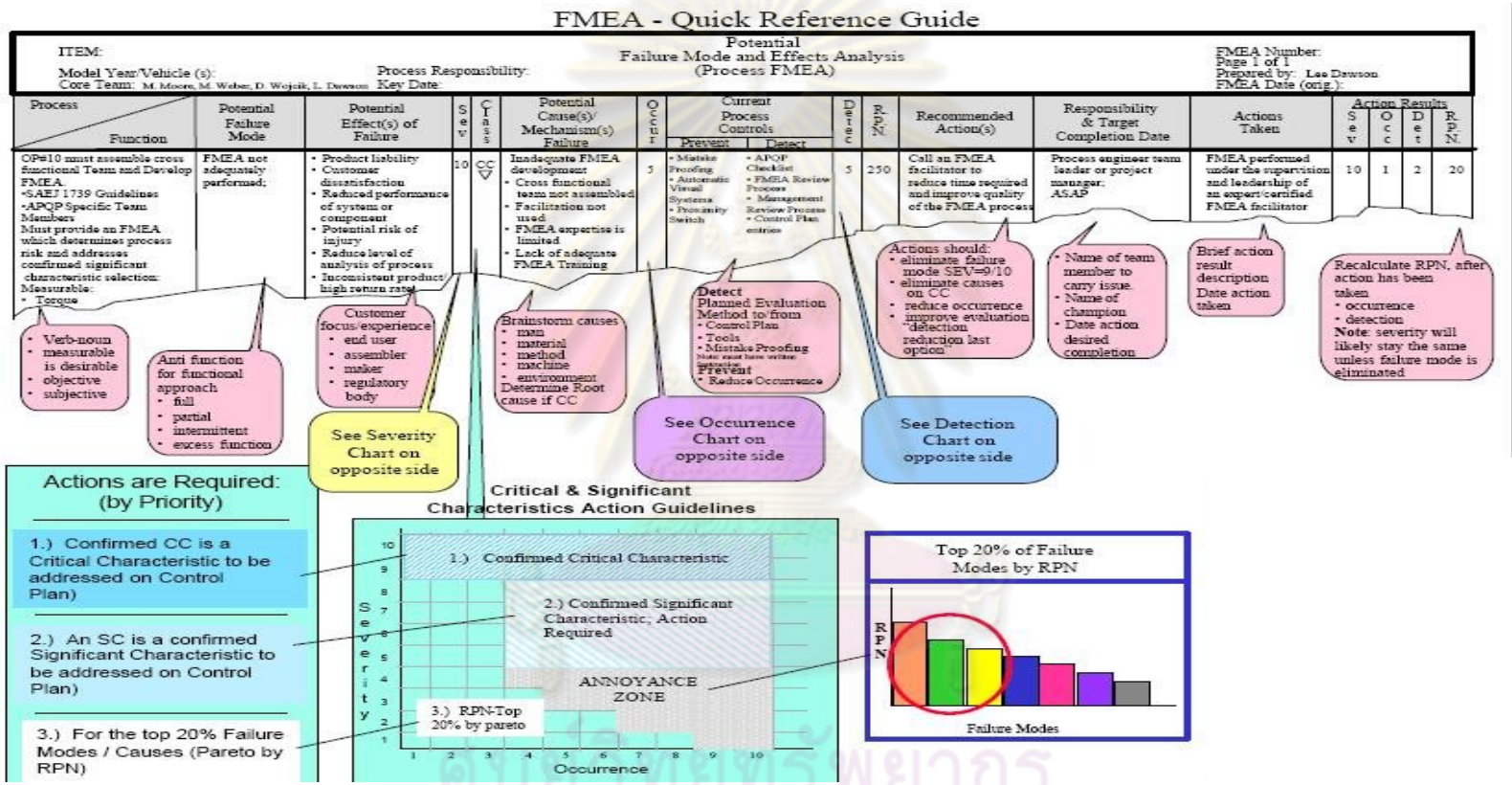
16. ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) เป็นค่าตัวเลขระดับความเสี่ยง หรือบางครั้งเรียกว่า Criticality Index จะช่วยให้ทราบว่าลักษณะข้อบกพร่องใดที่จะทำให้กระบวนการเกิดความผิดพลาดหรือล้มเหลวได้ การเปรียบเทียบค่า RPN ของลักษณะข้อบกพร่องในแต่ละข้อสามารถทำให้จัดลำดับลักษณะข้อบกพร่องที่มีความสำคัญจากมากไปน้อยได้ ในการพิจารณาลำดับการเลือกลำดับก่อนหลังในการปฏิบัติการแก้ไขได้ อย่างไรก็ตามเมื่อภาวะความรุนแรงสูงจะต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่องอย่างเร่งด่วน โดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงผลลัพธ์ของค่า RPN ที่ได้ ซึ่งค่า RPN จะมีค่าระหว่าง 1 ถึง 1000 ดังตารางที่ 2.5 ซึ่งแสดงตัวอย่างตารางการประเมิน FMEA
17. ปฏิบัติการเสนอแนะ ทำการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน หลังจากที่พิจารณาค่า RPN ซึ่งการดำเนินการนี้จะสามารถช่วยกำจัดลักษณะข้อบกพร่อง หรือสามารถลดคะแนนตัวเลข RPN ลงได้ การแก้ไขควรพิจารณาจากสาเหตุข้อบกพร่องที่มีค่า RPN อันดับ

สูงสุดก่อน โดยมุ่งหมายที่จะลดภาวะความรุนแรงที่เกิดขึ้น และเพิ่มโอกาสการตรวจจับข้อบกพร่อง ซึ่งในกรณีที่ไม่ปฏิบัติการเสนอแนะให้สรุปว่า “ไม่มี”

18. ความรับผิดชอบ ระบุรายชื่อบุคคลหรือหน่วยงานซึ่งเป็นผู้รับผิดชอบสำหรับปฏิบัติการที่เสนอแนะ รวมทั้งวันที่ ที่กำหนดให้ดำเนินการแก้ไขเสร็จสิ้นตามเป้าหมาย
19. ผลการปฏิบัติการด้านค่า RPN ในกระบวนการผลิต FMEA บางครั้งรวมเอาการทวนการคำนวณค่า RPN เข้าไปด้วย เพื่อวัดผลการปฏิบัติการแก้ไขต่อกระบวนการด้วย เมื่อปฏิบัติการแก้ไขเสร็จสิ้นลง จะต้องมีการบันทึกค่า RPN ก่อนและหลังการดำเนินการปฏิบัติการแก้ไข โดยค่า RPN ที่ลดลงเป็นหลักฐานยืนยันถึงประโยชน์จากการดำเนินการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบต่อคุณภาพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างตารางการประเมิน FMEA



หมายเหตุ : อ้างอิงจาก FMEA (4th edition) Quick Reference Guide

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กุสุมา สุนประชา (2546) ได้ทำการพัฒนาระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาและลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากความบกพร่องของระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาของโรงงานเม็ดพลาสติกประเภทอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โดยได้ศึกษาโครงสร้างและวิเคราะห์ระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบเดิมที่ใช้อยู่ รวมถึงประเมินความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากความบกพร่องของระบบ หลังจากนั้นได้ทำการศึกษาความเหมาะสมดำเนินการพัฒนาระบบบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า (1) โครงสร้างของระบบการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาประกอบด้วย การบริหารจัดการองค์กรซ่อมบำรุงรักษา การบริหารจัดการทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา และการบริหารจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา โดยพบปัญหา คือ ขาดการวางแผนและการควบคุมการใช้งบประมาณซ่อมบำรุงรักษา ไม่มีการกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา ขาดการวิเคราะห์และประเมินผลระบบการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา การบริหารจัดการด้านการวางแผน การประยุกต์ใช้เทคนิคซ่อมบำรุงไม่มีประสิทธิภาพ และการบริหารบุคคลากรขาดประสิทธิภาพ (2) ระบบที่ทำการออกแบบพัฒนาขึ้นมาใหม่จะทำการกำหนดเป้าหมายเพื่อเป็นจุดมุ่งหมายของการดำเนินการ โดยวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดขึ้นจะสอดคล้องกับเป้าหมายหลักขององค์กร (3) ภายหลังการดำเนินการตามระบบที่ได้ออกแบบพัฒนาและนำตัวชี้วัดสมรรถนะเป็นตัวประเมินผลของการดำเนินงาน และเป็นการบ่งชี้ความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาระบบ (4) ผลสรุปของการดำเนินการพัฒนาระบบการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา คือ สามารถพัฒนาระบบให้มีศักยภาพสูงขึ้น และสามารถแก้ไขปัญหาที่วิเคราะห์ในขั้นตอนแรกให้หมดสิ้นไป

สุจินต์ ธงถาวรสุวรรณ และคณะ (2548) ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE) ซึ่งประกอบด้วยการสูญเสียด้านความพร้อม (Availability) ด้านสมรรถนะ (Performance) และด้านคุณภาพ (Quality) โดยนำเสนอวิธีการวิเคราะห์ที่มาของการเพิ่ม OEE จากการประยุกต์ดัชนีชี้วัดความสูญเสีย ค่าอัตราความพร้อม ค่าอัตราสมรรถนะ และค่าอัตราของดี รวมถึงการวิเคราะห์การเชื่อมโยงขั้นตอนกิจกรรมงานกับประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ด้วยหลักการบริหารโครงการ การวิเคราะห์สาเหตุความเสียหาย (Root Cause Failure Analysis) การวิเคราะห์กิจกรรมที่มีคุณค่า และการวิเคราะห์

ต้นทุนการซ่อมบำรุงรักษา ทำให้สามารถระบุส่วนการสูญเสียที่ควรลดและขั้นตอนงานที่ควรปรับปรุงซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มค่า OEE

อรอุมา กอสนาน (2548) ได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยประเมินสมรรถนะระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุง เพื่อช่วยให้ได้ผลการประเมินสมรรถนะให้เร็วขึ้น และชี้บ่งข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงของระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่เน้นการลงทุนด้านเครื่องจักรเป็นหลัก จากการศึกษาพบว่า โครงสร้างของระบบการจัดการซ่อมบำรุงประกอบด้วย การบริหารจัดการองค์กรซ่อมบำรุง การบริหารจัดการทรัพยากรซ่อมบำรุง และการบริหารจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุง

Nakajima (1989) ได้กล่าวถึงประวัติ ขั้นตอนการพัฒนาการบำรุงรักษา มาสู่การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมและการบำรุงรักษาแบบอื่นๆ เช่น การบำรุงรักษาด้วยตนเอง การป้องกันรักษาเชิงป้องกัน การป้องกันการบำรุงรักษา รวมทั้งกลยุทธ์การขจัดการขัดข้องให้เป็นศูนย์ ขั้นตอนการดำเนินงานและกิจกรรมกลุ่มย่อยของการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม นอกจากนั้นยังแบ่งระดับทักษะความรู้ของพนักงาน และการให้ความรู้ต่อพนักงานออกเป็นระดับต่างๆ

Lewis (2002) กล่าวเกี่ยวกับการจัดการโครงสร้างของระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่ง ซึ่งจะเป็นการนำมาตรฐานสากล (International Standard) มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดความเหมาะสมสำหรับแต่ละองค์กร ซึ่งสามารถทำให้การบริหารจัดการซ่อมบำรุงขององค์กรดำเนินไปได้อย่างดีที่สุดบนความน่าเชื่อถือ ซึ่งองค์ประกอบหลักในระบบที่สำคัญมี 3 องค์ประกอบ คือ การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) การตรวจสอบสภาวะ (Condition Monitoring) และการวางแผนเพื่อทดแทนส่วนที่เกิดความเสียหาย (Planned Overhaul) เมื่อการตรวจสอบสภาวะพบว่าอัตราของความถดถอยหรือเสื่อมสภาพมีค่าสูงขึ้น

เฉลิมพล ลีลาผาติกุล (2540) การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบทางคุณภาพสำหรับอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์ โดยงานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดและควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของยางรถยนต์ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต (Process FMEA) มาวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตยางรถยนต์ เริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตและค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่องทุกขั้นตอนการผลิต โดยอาศัยแผนภาพเหตุและผล แผนภาพความสัมพันธ์ และแผนภาพต้นไม้เป็น

เครื่องมือช่วยในการค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่องนั้น จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญในการผลิตนั้นมาวิเคราะห์เพื่อประเมินความรุนแรงของข้อบกพร่อง การเกิดข้อบกพร่อง และการควบคุมกระบวนการ เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเสี่ยงที่เกิดข้อบกพร่อง โดยค่า RPN ยิ่งมาก หมายถึง มีความเสี่ยงที่จะเกิดข้อบกพร่องสูง โดยภายหลังจากการดำเนินงานแสดงให้เห็นได้ว่าจำนวนของยางเสียลดลง

กิติศักดิ์ อนุรักษ์สกุล (2545) การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงร่างยานยนต์โดยใช้เทคนิค FMEA งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อมุ่งที่จะทำการวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงร่างรถยนต์ ซึ่งเริ่มจากการศึกษาระบบการผลิตตลอดจนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และรวบรวมข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์หากระบวนการที่เกิดของเสีย ลักษณะของการเสีย และใช้เทคนิค FMEA ซึ่งสามารถมองของเสียได้หลายมิติช่วยในการวิเคราะห์แก้ไข โดยหลักการ FMEA ประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของของเสีย ผลกระทบที่เกิดขึ้น ความถี่หรือโอกาสในการเกิด เช่น ระดับความรุนแรงของของเสีย ผลกระทบที่เกิดขึ้น ความถี่หรือโอกาสในการเกิดและความสามารถในการตรวจจับของเสียดังกล่าว ซึ่งหลังจากการปรับปรุงแก้ไขและลดของเสียพบว่าสามารถลดของเสียลงได้ในแต่ละกระบวนการผลิต

ธัญญาภรณ์ ธนบุญสมบัติ (2546) การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการผลิตกระจกนิรภัยด้านข้างสำหรับรถยนต์ โดยใช้เทคนิค FMEA งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการผลิตกระจกนิรภัยด้านข้างสำหรับรถยนต์ โดยใช้หลักการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพ (FMEA) มาใช้ในการวิเคราะห์และลดของเสียของโรงงานตัวอย่าง โดยเริ่มจากการศึกษาระบบการผลิต ตลอดจนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ โดยการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล หาว่าของเสียที่เกิดขึ้นเกิดจากกระบวนการใด มีลักษณะการเสียแบบไหน และค้นหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อข้อบกพร่อง โดยอาศัยการระดมสมองด้วยการใช้แผนผังแสดงเหตุและผล การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบด้านคุณภาพสำหรับกระบวนการผลิต (PFMEA) จากนั้นให้ทีมผู้ชำนาญการที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์เพื่อประเมินระดับความรุนแรงของข้อบกพร่อง ค่าโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง และค่าโอกาสการตรวจจับข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต เพื่อคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (RPN) ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการแก้ไขลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN ตั้งแต่ 100 คะแนนขึ้นไป โดยหลังจากการปรับปรุงแก้ไข

พบว่า ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า และมีการควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพมิให้เกิดซ้ำอีก

วิทย์ วรรณจิตร (2547) การปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์โลหะของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์โลหะของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยทำการศึกษาเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแม่พิมพ์เพื่อหาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเพื่อหาข้อบกพร่องโดยใช้ผังก้างปลา ซึ่งได้ทำการประเมินและทำการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่อง และนำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) มาประยุกต์ใช้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

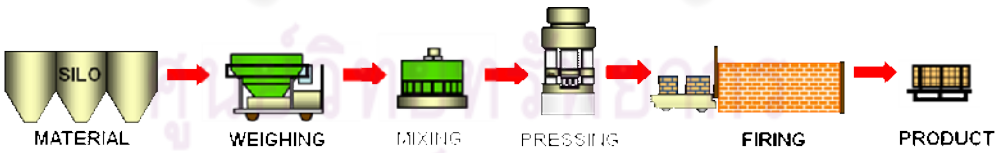
บทที่ 3

การศึกษาสภาพปัญหาของโรงงานตัวอย่างในปัจจุบัน

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา กระบวนการผลิต สภาพปัญหาและการวิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้น เราควรศึกษาถึงข้อมูลในอดีตและปัจจุบันของโรงงานที่นำมาเป็นกรณีศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลและนำมาวิเคราะห์ หาแนวทางในการปรับปรุงลดเวลาหยุดการผลิตเพื่อซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและสนับสนุนการผลิต

3.1 กระบวนการผลิตและเครื่องจักร

จากการศึกษากระบวนการผลิตอิฐทนไฟของบริษัทตัวอย่าง มีกระบวนการผลิตดังนี้โดยเริ่มจากนำวัตถุดิบที่มีขนาดตามความต้องการจากยุ้งเก็บวัตถุดิบ (Silo) มาทำการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบตามสูตรที่ต้องการแล้วนำไปผสมให้คลุกเคล้าเข้ากันด้วยเครื่องผสม (Mixer) จนส่วนผสมเข้ากันดีแล้วจะนำไปทำการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัด (Press) เพื่อให้อัดขึ้นรูปออกมาเป็นก้อนอิฐที่มีรูปร่างตามความต้องการ ก่อนนำก้อนอิฐเลียงบนรถเตาเข้าสู่กระบวนการเผาในเตาเผา ก็จะได้เป็นอิฐทนไฟออกมา ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กระบวนการผลิตอิฐทนไฟ

กระบวนการผลิตแบ่งได้เป็น 4 ส่วนหลักๆ คือ

1. กระบวนการชั่ง (W)
2. กระบวนการผสม (M)
3. กระบวนการอัดขึ้นรูป (P)
4. กระบวนการเผา (K)

การวิเคราะห์หาสายงานวิกฤติในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ พบว่าการไหลของกระบวนการผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง งานในสายงานที่มีเวลายาวที่สุดหรือนานที่สุดมีอยู่สายเดียว ได้แก่ กระบวนการชั่ง การผสม การอัดขึ้นรูป และ การเผา ดังนั้นการผลิตอิฐจึงจัดอยู่ในสายงานวิกฤติดังแสดงในรูปที่ 3.2 และ ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละงานแสดงดังตารางที่ 3.1 กระบวนการผลิตอิฐทนไฟใช้เวลา 68 นาทีในการผลิตอิฐ 1 ตัน ของ 1 สายการผลิต

หมายเหตุ : หน่วย นาที/ตัน

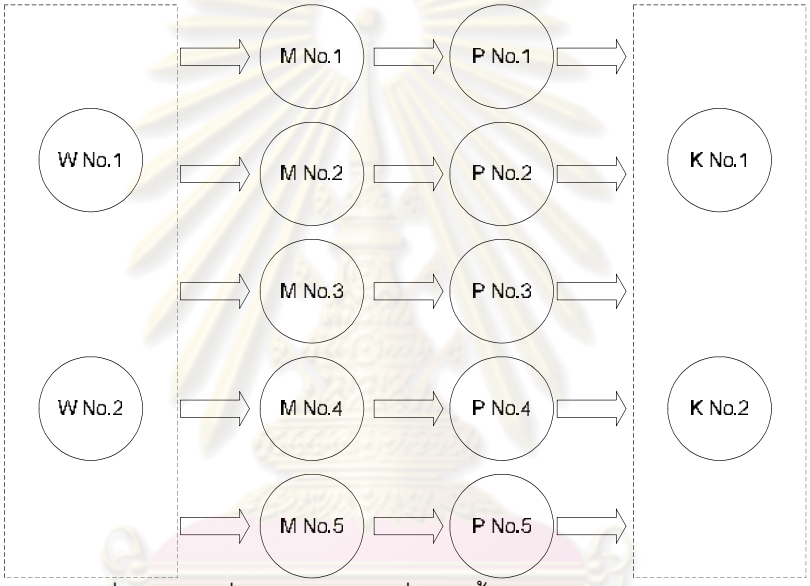
รูปที่ 3.2 สายงานวิกฤติในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 3.1 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานของแต่ละงาน

กระบวนการ	ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต(นาที/ตัน/กระบวนการ)
การชั่ง (W)	5
การผสม (M)	15±2
การอัดขึ้นรูป (P)	33±2
การเผา (K)	15±5
ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตอิฐ 1 ตัน	68

จากตารางทำให้เห็นว่ากระบวนการที่เป็นคอขวดของระบบซึ่งหมายถึงระบบต้องรองานก่อนหน้าจากกระบวนการเหล่านี้ คือ กระบวนการอัดขึ้นรูป ซึ่งใช้เวลานานที่สุดเท่ากับ 33 ±2 นาที/ตัน

โดยในแต่กระบวนการจะมีจำนวนเครื่องจักร ตาม Flow diagram โดยในกระบวนการชั่งประกอบด้วยรถชั่งจำนวน 2 คัน ในกระบวนการผสมประกอบด้วยเครื่องผสมจำนวน 5 เครื่อง และในกระบวนการอัดขึ้นรูปประกอบด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปจำนวน 5 เครื่อง และในกระบวนการเผาประกอบด้วยเตาเผาจำนวน 2 เตาเผา ซึ่งมีการไหลของผลิตภัณฑ์ตามสายงานวิกฤติ ดังแสดงในรูปที่ 3.3



หมายเหตุ : W = รถชั่ง, M = เครื่องผสม, P = เครื่องอัดขึ้นรูป, K = เตาเผา และ No = ลำดับที่

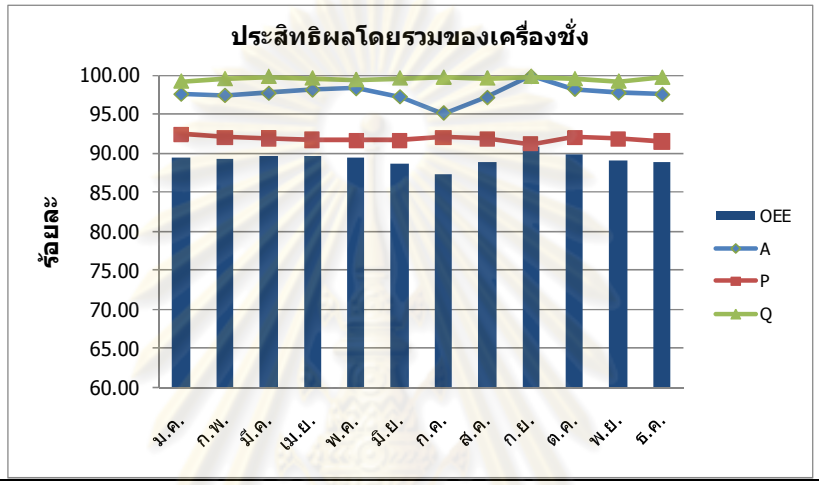
รูปที่ 3.3 Flow diagram ของกระบวนการผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในปัจจุบัน

จากการรวบรวมข้อมูลประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE) ของกระบวนการผลิตได้แก่ เครื่องชั่ง เครื่องผสม เครื่องอัดขึ้นรูป และเตาเผา ในปี 2009 ระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม พบว่าค่า OEE ของกระบวนการต่างๆ เป็นดังนี้ เครื่องชั่งที่มีค่า OEE เฉลี่ยอยู่ที่ 89.23% ดังแสดงในรูปที่ 3.4, เครื่องผสมมีค่า OEE เฉลี่ยอยู่ที่ 85.25% ดังแสดงในรูปที่ 3.5, เครื่องอัดขึ้นรูปมีค่า OEE เฉลี่ยอยู่ที่ 75.33% ดังแสดงในรูปที่ 3.6 และ เตาเผามีค่า OEE เฉลี่ยอยู่ที่ 82.13% ดังแสดงในรูปที่ 3.7 ซึ่ง สัญลักษณ์ OEE คือ

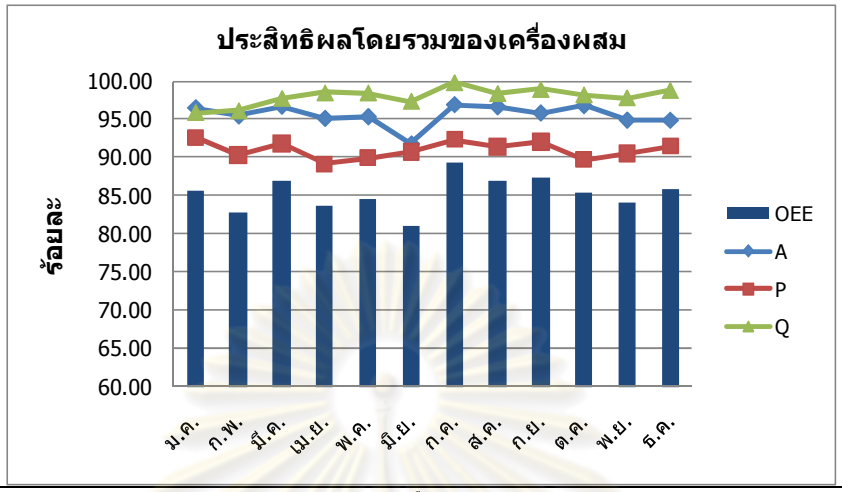
ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness), A คือ อัตราการเดินเครื่อง (Availability), P คือ ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) และ Q คือ อัตราคุณภาพ (Quality Rate)



เครื่องชั่ง	เดือน												เฉลี่ย
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	(ร้อยละ)
A	97.53	97.37	97.66	98.09	98.26	97.20	95.06	97.10	99.87	98.20	97.70	97.50	97.63
P	92.40	92.04	91.91	91.69	91.65	91.64	92.02	91.83	91.20	92.00	91.80	91.50	91.81
Q	99.20	99.50	99.80	99.60	99.40	99.60	99.70	99.60	99.80	99.50	99.20	99.70	99.55
OEE	89.40	89.17	89.58	89.58	89.51	88.71	87.21	88.81	90.90	89.89	88.97	88.94	89.23

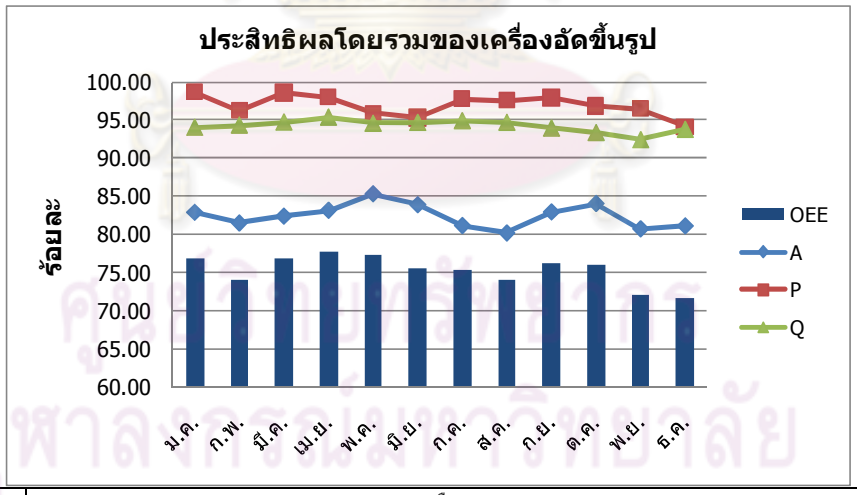
รูปที่ 3.4 ข้อมูล OEE ของเครื่องชั่งรายเดือน ปี 2009

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



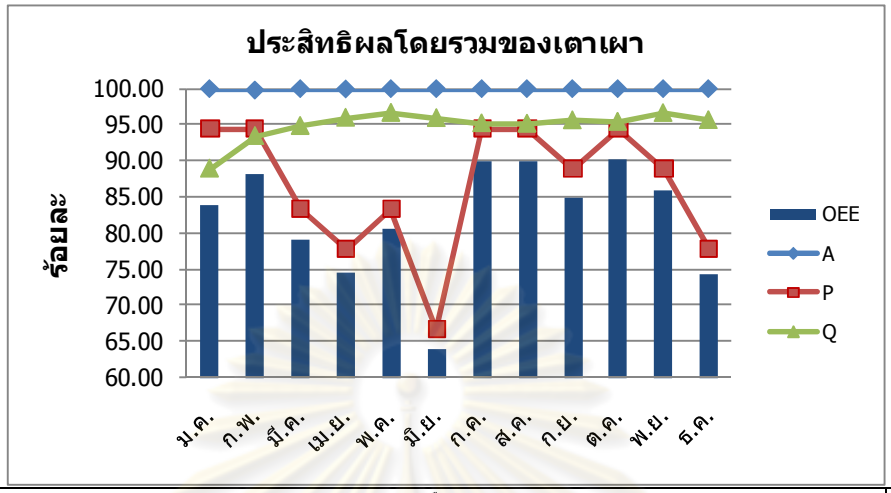
เครื่องผสม	เดือน												เฉลี่ย
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	(ร้อยละ)
A	96.51	95.45	96.73	95.14	95.35	91.81	96.92	96.65	95.84	96.79	94.90	94.88	95.58
P	92.64	90.27	91.85	89.17	89.93	90.74	92.34	91.36	92.04	89.71	90.55	91.48	91.01
Q	95.85	96.08	97.73	98.49	98.48	97.36	99.86	98.40	98.94	98.23	97.82	98.81	98.00
OEE	85.70	82.79	86.83	83.55	84.44	81.11	89.37	86.88	87.27	85.29	84.06	85.76	85.25

รูปที่ 3.5 ข้อมูล OEE ของเครื่องผสมรายเดือน ปี 2009



เครื่องอัดขึ้นรูป	เดือน												เฉลี่ย
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	(ร้อยละ)
A	82.89	81.50	82.40	83.16	85.32	83.88	81.17	80.20	82.94	84.04	80.75	81.13	82.45
P	98.66	96.27	98.56	98.02	95.89	95.32	97.78	97.60	97.90	96.82	96.48	94.17	96.96
Q	94.04	94.33	94.72	95.35	94.56	94.68	94.90	94.68	93.93	93.36	92.43	93.78	94.23
OEE	76.90	74.01	76.93	77.72	77.36	75.70	75.32	74.12	76.28	75.96	72.01	71.64	75.33

รูปที่ 3.6 ข้อมูล OEE ของเครื่องอัดขึ้นรูปรายเดือน ปี 2009



เตาเผา	เดือน												เฉลี่ย
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	(ร้อยละ)
A	100.00	99.82	100.00	99.95	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.98
P	94.44	94.44	83.33	77.78	83.33	66.67	94.44	94.44	88.89	94.44	88.89	77.78	86.57
Q	88.85	93.37	94.78	95.91	96.60	95.87	95.14	95.09	95.56	95.35	96.56	95.58	94.89
OEE	83.92	88.02	78.98	74.56	80.50	63.91	89.85	89.81	84.95	90.06	85.83	74.34	82.13

รูปที่ 3.7 ข้อมูล OEE ของเตาเผารายเดือน ปี 2009

โดยจากการรวบรวมข้อมูลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ทำให้ทราบว่าค่า OEE ของกระบวนการผลิตมีค่าต่ำสุดคือเครื่องอัดขึ้นรูป จากการที่ค่าอัตราการเดินเครื่อง (A) มีค่าน้อย อันเนื่องมาจากเครื่องอัดขึ้นรูปมีจำนวนครั้งที่เกิดอาการขัดข้องมาก และใช้เวลาซ่อมเฉลี่ยที่นาน ทำให้เวลาที่เหลือสำหรับเดินเครื่องจักรลดลง ส่งผลให้ค่าอัตราการเดินเครื่อง (A) ต่ำ ส่วนเครื่องจักรที่มีค่า OEE รองลงมาคือเตาเผา จากการที่ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P) มีค่าน้อย อันเนื่องจากกำลังการผลิตในช่วงเดือนมิถุนายนมียอดการสั่งผลิตน้อย ปริมาณสินค้าที่ผลิตออกจากการระบวนการเผาก็มีจำนวนน้อยตามไปด้วย ส่งผลให้เตาเผาเดินไม่เต็มประสิทธิภาพ

3.3 เวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรเสีย

จากข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษาในอดีตที่มีการรวบรวมเก็บบันทึกไว้ปี 2009 ระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม นั้นพบว่า จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (Machine Break Down, BD) นั้นเกินเป้าที่ตั้งไว้ในปี 2009 ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักร (Mean Time between Failure, MTBF) เวลาเฉลี่ยในการซ่อม (Mean Time to Repair, MTTR) ที่เป็น Key Performance Index (KPI) ที่ใช้วัดความสามารถในการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักรก็ไม่ดีอย่าง

ที่ควรจะเป็น ซึ่งถ้าการซ่อมบำรุงทำได้ดีค่า MTBF ก็จะสูงมากขึ้น คือยิ่งสูงยิ่งดี ส่วน MTTR ค่านี้ยิ่งน้อย ยิ่งดี ซึ่งแสดงว่าช่างมีฝีมือหรือมีเทคนิคในการซ่อมที่รวดเร็ว ซึ่งข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลงานซ่อมบำรุงในปี 2009

No.	Topic	Control point	YTD Act 2009		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	Machine Break down	case	180	Plan	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
			222	Actual	21	44	59	89	105	122	146	155	184	197	208	222
2	Machine Break down	hr/M	341:36	Plan	33:58	32:58	31:58	30:58	29:58	28:58	27:58	26:58	25:58	24:58	23:58	22:58
			408:07	Actual	48:30	39:46	19:16	39:12	25:20	30:54	60:09	21:10	52:16	18:30	29:28	23:31
3	MTBF	Hour	124:00	Plan	102:00	104:00	106:00	108:00	110:00	112:00	114:00	116:00	118:00	120:00	122:00	124:00
			146:57	Actual	70:31	64:57	109:26	52:43	99:57	91:09	59:23	146:57	54:13	126:01	139:21	116:57
4	MTTR	Hour	1:30	Plan	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30	1:30
			1:52	Actual	2:18	1:43	1:17	1:18	1:35	1:49	2:30	2:21	1:48	1:25	2:40	1:40

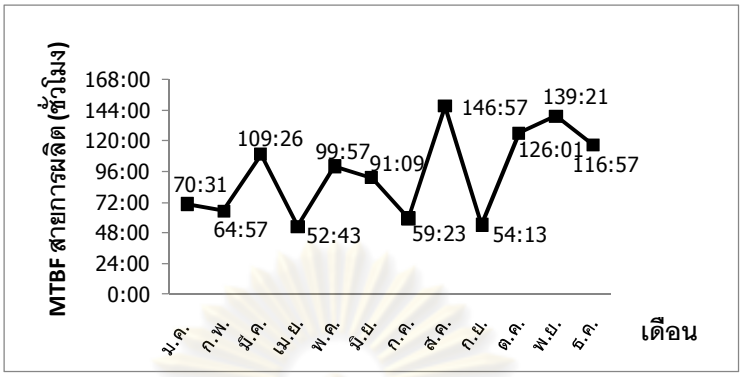
เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลในปี 2009 จะพบว่าจำนวนครั้งที่เครื่องจักรขัดข้องสะสมไม่สามารถเป็นไปตามแผนที่ตั้งเป้าไว้ เวลาที่เครื่องจักรเกิดการขัดข้องต่อเดือนมีความถี่มาก แต่ใช้เวลาในการซ่อมน้อยแสดงว่าการซ่อมนั้นแก้ไขได้เร็วแต่ปัญหายังไม่หายขาด

ข้อมูลสถิติอาการขัดข้องของเครื่องจักรและประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในปี 2009 แยกตามกระบวนการผลิต

ตารางที่ 3.3 สถิติการขัดข้องและประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักร

กระบวนการ	จำนวนเครื่องจักร	จำนวนอาการขัดข้อง (ครั้ง/ปี)	OEE (%)
การชั่ง (W)	2	19	89.23
การผสม (M)	5	44	85.25
การอัดขึ้นรูป (P)	5	156	75.33
การเผา (K)	2	3	82.13

ข้อมูลระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักร (MTBF) ของสายการผลิตรายเดือนในปัจจุบัน แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 MTBF ของสายการผลิตรายเดือนในปัจจุบัน

3.4 แนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง

การวิเคราะห์แนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง จะทำการวิเคราะห์ในส่วนของความรุนแรงและผลกระทบ อัตราการเกิดอาการขัดข้อง และความสามารถในการตรวจจับอาการขัดข้อง ประกอบกันเป็นค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้อง

3.4.1 ความรุนแรงและผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง

กำหนดความรุนแรงตามหลักเกณฑ์ของ AIAG 2001 ในส่วนของกระบวนการผลิตและระบุผลกระทบที่เกิดจากอาการขัดข้องนั้นโดยรวบรวมลักษณะอาการจากข้อมูลปี 2009 ได้ตามตาราง 3.4 ถึง 3.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงคะแนนการประเมินระดับความรุนแรงและผลกระทบเครื่องชั่ง (W)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ผลกระทบอาการขัดข้อง	ค่าประเมิน S
W1	Electrical Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า	ไม่สามารถชั่งวัตถุดิบได้ ต้องส่งซ่อมใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 42 นาที	7
W2	รางของรถชั่งบิดตัว	รถชั่งเคลื่อนตามรางไม่ได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 1 ชม. 35 นาที	8
W3	ชุดควบคุมของรถชั่งจอดไม่ตรงจุด	รถชั่งจอดไม่ตรงตำแหน่ง วัตถุดิบขาดหาย ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 50 นาที	7
W4	มอเตอร์ขับของรถชั่งเสีย	รถชั่งวิ่งช้าลง กำลังการผลิตตก ซ่อมแซมนอกสายการผลิตได้	5
W5	รอกหิ้วสายไฟของรถชั่งหลุด	รถชั่งไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 1 ชม. 30 นาที	8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงคะแนนการประเมินระดับความรุนแรงและผลกระทบเครื่องผสม (M)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ผลกระทบอาการขัดข้อง	ค่าประเมิน S
M1	ใบกวนเครื่องผสมไม่หมุน	ใบกวนไม่หมุนเครื่องไม่สามารถผสมวัตถุดิบได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 1 ชม. 40 นาที	8
M2	Conveying Belt ของเครื่องผสมเบียดข้าง	สายพานเครื่องไม่สามารถส่งวัตถุดิบไปกระบวนการถัดไป ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 45 นาที	7
M3	Discharge Gate ของเครื่องผสมปิดไม่สนิท	เครื่องไม่สามารถปิดฝาได้ วัตถุดิบรั่ว ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 43 นาที	7
M4	Discharge Gate ของเครื่องผสมไม่เปิด	เครื่องไม่สามารถเปิดฝาได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 50 นาที	7
M5	ระบบไฟของเครื่องผสมไม่ทำงาน	เครื่องไม่สามารถหมุนได้ ต้องส่งซ่อม ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 30 นาที	7
M6	Mixer Pan ไม่หมุน	เครื่องไม่สามารถหมุนได้ ต้องส่งซ่อม ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 45 นาที	7
M7	Skip Hoist ของเครื่องผสมไม่จอดตรงตำแหน่ง	เครื่องไม่สามารถรับวัตถุดิบไปกระบวนการถัดไปได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 1 ชม. 30 นาที	8
M8	Skip Hoist ของเครื่องผสมขัดตัว	เครื่องไม่สามารถไปรับวัตถุดิบมาผสมได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 1 ชม. 45 นาที	8
M9	Wafex Pump ของเครื่องผสมไม่ทำงาน	เครื่องไม่สามารถผสมวัตถุดิบได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 50 นาที	7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงคะแนนการประเมินระดับความรุนแรงและผลกระทบเครื่องอัดขึ้นรูป (P)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ผลกระทบอาการขัดข้อง	ค่าประเมิน S
P1	Electrical Unit ของสาย cable ไม่มีไฟ	เครื่องไม่สามารถทำงานได้ ต้องใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 40 นาที	7
P2	Electrical Unit ของตัวควบคุม upper die ค้าง	upper die ค้างไม่สามารถอัดได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 40 นาที	7
P3	Electrical Unit ของตัวอัดไม่ทำงาน	ระบบไฟควบคุมการอัดไม่ทำงาน ต้องใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 30 นาที	7
P4	Electrical Unit ของ switch กดเสีย	เครื่องไม่สามารถทำงานได้ ต้องส่งซ่อม ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 30 นาที	7
P5	Electrical Unit ของระบบไฟหลักเสีย	เครื่องไม่สามารถทำงานได้ ต้องส่งซ่อม ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 30 นาที	7
P6	Filling box unit เติมดินไม่เต็มแบบ	เครื่องไม่สามารถเติมดินลงแบบได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 50 นาที	7
P7	Filling box unit เกลี่ยดินไม่สม่ำเสมอ	เครื่องไม่สามารถเกลี่ยดินลงแบบได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 55 นาที	7
P8	Charger ขัดตัวไม่สามารถเดินได้	เครื่องไม่สามารถเดินส่งดินได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 50 นาที	7
P9	Flapper ไม่ปิด	เครื่องไม่สามารถปิดดินได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 50 นาที	7
P10	Forming Unit ไม่ยก mould	เครื่องไม่สามารถยกแบบได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 50 นาที	7
P11	Gripper ไม่จับอิฐ	เครื่องไม่สามารถจับอิฐได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 40 นาที	7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงคะแนนการประเมินระดับความรุนแรงและผลกระทบเครื่องอัดขึ้นรูป (P) (ต่อ)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ผลกระทบอาการขัดข้อง	ค่าประเมิน S
P12	Material Belt ขัดข้อง	เครื่องส่งดินแล้วดินรั่ว สมรรถนะลดลงส่งผลต่อกระบวนการซ่อม ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 45 นาที	7
P13	Mould Locking Unit ขัดข้อง	เครื่องไม่สามารถล็อคแบบได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 1 ชม. 20 นาที	8
P14	Safety unit ตัวกดไม่ทำงาน	มีผลต่อการเกิดอันตรายของพนักงาน ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 45 นาที	9
P15	Safety unit ของ Sensor หน้าเครื่องไม่ทำงาน	มีผลต่อการเกิดอันตราย ของพนักงาน ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 50 นาที	9
P16	Pump Hydraulic ไม่ส่งน้ำมัน	เครื่องไม่สามารถอัดอิฐได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 1 ชม. 20 นาที	8
P17	Valve upper die ไม่กด	Upper die ไม่ยอมอัด ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 1 ชม. 10 นาที	8
P18	Hydraulic unit ไม่มีน้ำมันส่งเข้าระบบ	เครื่องไม่สามารถอัดอิฐได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 1 ชม. 30 นาที	8

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงคะแนนการประเมินระดับความรุนแรงและผลกระทบเตาเผา (K)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ผลกระทบอาการขัดข้อง	ค่าประเมิน S
K1	Pump Hydraulic ดันรถเตาไม่ได้	ไม่สามารถดันรถเข้าเตาได้ ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 1 ชม. 20 นาที	8
K2	อิฐ/ผนังเตาเสียหาย	ไม่สามารถดันรถได้ต้องดับเตา อันตรายต่อเครื่องจักร ใช้เวลาซ่อมเฉลี่ย 3 ชม.	8

3.4.2 อัตราการเกิดอาการขัดข้อง

อัตราการเกิดอาการขัดข้องของแต่ละกระบวนการนั้นไม่เท่ากันขึ้นกับการทำงาน โดยในการผลิตอิฐ 1 ตันนั้น รถชั่งต้องวิ่งแล้วจอดเฉลี่ย 10 เที่ยว เครื่องผสมหมุนระบบทำงาน 1 Batch เครื่องอัดขึ้นรูปเคลื่อนที่ขึ้น-ลง 60 Stroke รถเตาจะถูกกระบอกดันเข้าเตา 0.625 Stroke ซึ่งค่าดังกล่าวเป็นค่าอ้างอิงพื้นฐานของโรงงาน

และในปี 2009 มียอดการผลิตรวม 32,000 ตัน ดังนั้น รถชั่งต้องวิ่งแล้วจอดเฉลี่ย 320,000 เที่ยว เครื่องผสมหมุนระบบทำงาน 32,000 Batch เครื่องอัดขึ้นรูปเคลื่อนที่ขึ้น-ลง 1,920,000 Stroke กระบอกไฮดรอลิคดันรถเตาเข้าเตา 20,000 Stroke ดังแสดงดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงจำนวนครั้งที่เครื่องจักรทำงาน

รายการ	จำนวนการผลิต (ตัน)	ปริมาณการทำงานของเครื่องจักรต่อปี			
		เครื่องชั่ง (เที่ยว)	เครื่องผสม (Batch)	เครื่องอัดขึ้นรูป (Stroke)	เตาเผา (Stroke)
ค่าอ้างอิงพื้นฐานของโรงงาน (Basis)	1	10	1	60	0.625
ปริมาณการผลิตปี 2009	32,000	320,000	32,000	1,920,000	20,000

เมื่อพิจารณาอาการขัดข้องโดยดูที่อัตราการเกิดอาการขัดข้องที่น่าจะเกิด สามารถทราบคะแนนประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องแสดงดังตารางที่ 3.9 ถึง 3.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องเครื่องชั่ง (W)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ความถี่อาการขัดข้อง (ครั้ง /ปี) (1)	เครื่องจักรทำงาน (เที่ยว /ปี) (2)	จำนวนอาการขัดข้องใน 100 เที่ยว ((1)÷(2))x100	ค่าประเมิน O
W1	Electrical Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า	9	320,000	0.0028	2
W2	รางของรถชั่งบิดตัว	1	320,000	0.0003	1
W3	ชุดควบคุมของรถชั่งจอดไม่ตรงจุด	6	320,000	0.0019	2
W4	มอเตอร์ขับของรถชั่งเสีย	2	320,000	0.0006	1
W5	รอกหิ้วสายไฟของรถชั่งหลุด	1	320,000	0.0003	1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.10 ตารางแสดงการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องเครื่องผสม (M)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ความถี่อาการขัดข้อง (ครั้ง /ปี) (1)	เครื่องจักรทำงาน (Batch /ปี) (2)	จำนวนอาการขัดข้องใน 100 Batch ((1)÷(2))x100	ค่าประเมิน O
M1	ใบกวนเครื่องผสมไม่หมุน	1	32,000	0.0031	2
M2	Conveying Belt ของเครื่องผสมเบียดข้าง	2	32,000	0.0063	2
M3	Discharge Gate ของเครื่องผสมปิดไม่สนิท	10	32,000	0.0313	3
M4	Discharge Gate ของเครื่องผสมไม่เปิด	2	32,000	0.0063	2
M5	ระบบไฟของเครื่องผสมไม่ทำงาน	7	32,000	0.0219	3
M6	Mixer Pan ไม่หมุน	2	32,000	0.0063	2
M7	Skip Hoist ของเครื่องผสมไม่จอดตรงตำแหน่ง	6	32,000	0.0188	3
M8	Skip Hoist ของเครื่องผสมขัดตัว	3	32,000	0.0094	2
M9	Wafex Pump ของเครื่องผสมไม่ทำงาน	11	32,000	0.0344	3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.11 ตารางแสดงการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องเครื่องอัดขึ้นรูป (P)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ความถี่อาการขัดข้อง (ครั้ง /ปี) (1)	เครื่องจักรทำงาน (Stroke /ปี) (2)	จำนวนอาการขัดข้องใน 100 Stroke ((1)÷(2))x100	ค่าประเมิน O
P1	Electrical Unit ของสาย cable ไม่มีไฟ	13	1,920,000	0.0007	1
P2	Electrical Unit ของตัวควบคุม upper die ค้าง	7	1,920,000	0.0004	1
P3	Electrical Unit ของตัวอัดไม่ทำงาน	4	1,920,000	0.0002	1
P4	Electrical Unit ของ switch กดเสีย	5	1,920,000	0.0003	1
P5	Electrical Unit ของระบบไฟหลักเสีย	2	1,920,000	0.0001	1
P6	Filling box unit เติมดินไม่เต็มแบบ	30	1,920,000	0.0016	2
P7	Filling box unit เกลี่ยดินไม่สม่ำเสมอ	8	1,920,000	0.0004	1
P8	Charger ขัดตัวไม่สามารถเดินได้	4	1,920,000	0.0002	1
P9	Flapper ไม่ปิด	8	1,920,000	0.0004	1
P10	Forming Unit ไม่ยก mould	12	1,920,000	0.0006	1
P11	Gripper ไม่จับอิฐ	12	1,920,000	0.0006	1
P12	Material Belt ขัดข้อง	5	1,920,000	0.0003	1
P13	Mould Locking Unit ขัดข้อง	24	1,920,000	0.0013	2
P14	Safety unit ตัวกดไม่ทำงาน	2	1,920,000	0.0001	1
P15	Safety unit ของ Sensor หน้าเครื่องไม่ทำงาน	1	1,920,000	0.0001	1
P16	Pump Hydraulic ไม่ส่งน้ำมัน	3	1,920,000	0.0002	1
P17	Valve upper die ไม่กด	8	1,920,000	0.0004	1
P18	Hydraulic unit ไม่มีน้ำมันส่งเข้าระบบ	8	1,920,000	0.0004	1

ตารางที่ 3.12 ตารางแสดงการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องเตาเผา (K)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ความถี่อาการขัดข้อง (ครั้ง /ปี) (1)	เครื่องจักรทำงาน (Stroke /ปี) (2)	จำนวนอาการขัดข้องใน 100 Stroke ((1)÷(2))x100	ค่าประเมิน O
K1	Pump Hydraulic ดันรถเตาไม่ได้	2	20,000	0.0100	2
K2	อิฐ/ผนังเตาเสียหาย	1	20,000	0.0050	2

3.4.3 การตรวจจับอาการขัดข้อง

การตรวจจับอาการขัดข้องในปัจจุบันที่มีของแต่ละอาการ แสดงตามตารางที่ 3.13 ถึง 3.16 โดยได้เทียบตามเกณฑ์การประเมินของ AIAG 2001

ตารางที่ 3.13 ตารางแสดงคะแนนการตรวจจับเครื่องชั่ง (W)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	การตรวจจับ	ค่าประเมิน D
W1	Electrical Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
W2	รางของรถชั่งบิดตัว	มีการทำแผนภูมิควบคุมสภาพราง tray	6
W3	ชุดควบคุมของรถชั่งจอดไม่ตรงจุด	มีการตรวจจับในกระบวนการถัดไปด้วยการตรวจระบบของเครื่อง	4
W4	มอเตอร์ขับของรถชั่งเสีย	มีการตรวจจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานด้วยตัวตรวจกระแสไฟฟ้าของ motor	3
W5	รอกหิ้วสายไฟของรถชั่งหลุด	ทำการตรวจด้วยตาเท่านั้น	7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.14 ตารางแสดงคะแนนการตรวจจับเครื่องผสม (M)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	การตรวจจับ	ค่าประเมิน D
M1	ใบกวนเครื่องผสมไม่หมุน	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
M2	Conveying Belt ของเครื่องผสมเบียดข้าง	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
M3	Discharge Gate ของเครื่องผสมปิดไม่สนิท	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
M4	Discharge Gate ของเครื่องผสมไม่เปิด	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
M5	ระบบไฟของเครื่องผสมไม่ทำงาน	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
M6	Mixer Pan ไม่หมุน	มีการตรวจจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานด้วยตัวตรวจกระแสไฟฟ้าของ motor	3
M7	Skip Hoist ของเครื่องผสมไม่จอดตรงตำแหน่ง	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
M8	Skip Hoist ของเครื่องผสมขัดตัว	มีการควบคุมกระทำได้ด้วยแผนภูมิตรวจตำแหน่ง hoist	6
M9	Wafex Pump ของเครื่องผสมไม่ทำงาน	มีการตรวจจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานด้วยตัวตรวจแรงดันของ pump	3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.15 ตารางแสดงคะแนนการตรวจจับเครื่องอัดขึ้นรูป (P)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	การตรวจจับ	ค่าประเมิน D
P1	Electrical Unit ของสาย cable ไม่มีไฟ	มีการตรวจจับในกระบวนการถัดไปด้วยการตรวจระบบสายส่งสัญญาณ	4
P2	Electrical Unit ของตัวควบคุม upper die ค้าง	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือก่อนทำงาน	5
P3	Electrical Unit ของตัวอัดไม่ทำงาน	มีการตรวจจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานด้วยตัวตรวจสัญญาณ	3
P4	Electrical Unit ของ switch กดเสีย	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
P5	Electrical Unit ของระบบไฟหลักเสีย	มีการตรวจจับในกระบวนการถัดไปด้วยการตรวจระบบสายส่งสัญญาณ	4
P6	Filling box unit เติมดินไม่เต็มแบบ	มีการตรวจสอบซ้ำด้วยตาเปล่าเท่านั้น	7
P7	Filling box unit เกลี่ยดินไม่สม่ำเสมอ	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
P8	Charger ขัดตัวไม่สามารถเดินได้	มีการควบคุมกระทำได้ด้วยแผนภูมิตรวจระยะกระบอก	6
P9	Flapper ไม่ปิด	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
P10	Forming Unit ไม่ยก mould	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
P11	Gripper ไม่จับอิฐ	มีการควบคุมกระทำได้ด้วยแผนภูมิตรวจลมรั่วจากเกจ	6
P12	Material Belt ขัดข้อง	มีการตรวจวัดในขั้นตอนการปรับแต่งสายพาน	4

ตารางที่ 3.15 ตารางแสดงคะแนนการตรวจจับเครื่องอัดขึ้นรูป (P) (ต่อ)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	การตรวจจับ	ค่าประเมิน D
P13	Mould Locking Unit ขัดข้อง	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5
P14	Safety unit ตัวกดไม่ทำงาน	มีการตรวจที่จุดปฏิบัติงานด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ	2
P15	Safety unit ของ Sensor หน้าเครื่องไม่ทำงาน	มีการตรวจที่จุดปฏิบัติงานด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ	2
P16	Pump Hydraulic ไม่ส่งน้ำมัน	มีการตรวจจับในกระบวนการถัดไปด้วยการตรวจระบบส่งน้ำมัน	4
P17	Valve upper die ไม่กด	มีการตรวจจับในกระบวนการถัดไปด้วยการตรวจระบบ valve	4
P18	Hydraulic unit ไม่มีน้ำมันส่งเข้าระบบ	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	5

ตารางที่ 3.16 ตารางแสดงคะแนนการตรวจจับเตาเผา (K)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	การตรวจจับ	ค่าประเมิน D
K1	Pump Hydraulic ดันรถเตาไม่ได้	มีการตรวจจับในกระบวนการถัดไปด้วยการตรวจระบบส่งน้ำมัน	4
K2	อิฐ/ผนังเตาเสียหาย	มีการใช้เครื่องมือวัดการเรียงอิฐในขั้นตอนการปรับตั้ง	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4.4 ดัชนีความเสี่ยงชี้นำอาการขัดข้อง

ในขั้นตอนนี้จะนำค่าระดับความรุนแรง (S) อัตราการเกิดอาการขัดข้อง (O) ค่าความสามารถในการตรวจจับ (D) ในส่วนที่ได้ทำการประเมินไว้ข้างต้น มาหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้อง (RPN) ที่เกิดจากผลคูณระหว่างค่าระดับความรุนแรง (Severity, S) อัตรา

การเกิดอาการขัดข้อง (Occurrence, O) และ ความสามารถในการตรวจจับ (Detection, D) แสดงดังตารางที่ 3.17 ถึง 3.20

ตารางที่ 3.17 ตารางแสดงผลการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำเครื่องชั่ง (W)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	S	O	D	RPN
W1	Electrical Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า	7	2	5	70
W2	รางของรถชั่งบิดตัว	8	1	6	48
W3	ชุดควบคุมของรถชั่งจอดไม่ตรงจุด	7	2	4	56
W4	มอเตอร์ขับของรถชั่งเสีย	5	1	3	15
W5	รอกหิ้วสายไฟของรถชั่งหลุด	8	1	7	56

หมายเหตุ : RPN = SxOxD

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.18 ตารางแสดงผลการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำเครื่องผสม (M)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	S	O	D	RPN
M1	ใบกวนเครื่องผสมไม่หมุน	8	2	5	80
M2	Conveying Belt ของเครื่องผสมเบียดข้าง	7	2	5	70
M3	Discharge Gate ของเครื่องผสมปิดไม่สนิท	7	3	5	105
M4	Discharge Gate ของเครื่องผสมไม่เปิด	7	2	5	70
M5	ระบบไฟของเครื่องผสมไม่ทำงาน	7	3	5	105
M6	Mixer Pan ไม่หมุน	7	2	3	42
M7	Skip Hoist ของเครื่องผสมไม่จอดตรงตำแหน่ง	8	3	5	120
M8	Skip Hoist ของเครื่องผสมขัดตัว	8	2	6	96
M9	Wafex Pump ของเครื่องผสมไม่ทำงาน	7	3	3	63

หมายเหตุ : RPN = SxOxD

ตารางที่ 3.19 ตารางแสดงผลการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำเครื่องอัดขึ้นรูป (P)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	S	O	D	RPN
P1	Electrical Unit ของสาย cable ไม่มีไฟ	7	1	4	28
P2	Electrical Unit ของตัวควบคุม upper die ค้าง	7	1	5	35
P3	Electrical Unit ของตัวอัดไม่ทำงาน	7	1	3	21
P4	Electrical Unit ของ switch กดเสีย	7	1	5	35
P5	Electrical Unit ของระบบไฟหลักเสีย	7	1	4	28
P6	Filling box unit เติมดินไม่เต็มแบบ	7	2	7	98
P7	Filling box unit เกลี่ยดินไม่สม่ำเสมอ	7	1	5	35
P8	Charger ขัดตัวไม่สามารถเดินได้	7	1	6	42
P9	Flapper ไม่ปิด	7	1	5	35
P10	Forming Unit ไม่ยก mould	7	1	5	35

หมายเหตุ : RPN = SxOxD

ตารางที่ 3.19 ตารางแสดงผลการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำเครื่องอัดขึ้นรูป (P) (ต่อ)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	S	O	D	RPN
P11	Gripper ไม่จับอิฐ	7	1	6	42
P12	Material Belt ขัดข้อง	7	1	4	28
P13	Mould Locking Unit ขัดข้อง	8	2	5	80
P14	Safety unit ตัวกดไม่ทำงาน	9	1	2	18
P15	Safety unit ของ Sensor หน้าเครื่องไม่ทำงาน	9	1	2	18
P16	Pump Hydraulic ไม่ส่งน้ำมัน	8	1	4	32
P17	Valve upper die ไม่กด	8	1	4	32
P18	Hydraulic unit ไม่มีน้ำมันส่งเข้าระบบ	8	1	5	40

หมายเหตุ : RPN = SxOxD

ตารางที่ 3.20 ตารางแสดงผลการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำเตาเผา (K)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	S	O	D	RPN
K1	Pump Hydraulic ดันรถเตาไม่ได้	8	2	4	64
K2	อิฐ/ผนังเตาเสียหาย	8	2	4	64

หมายเหตุ : RPN = SxOxD

3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอาการขัดข้องของเครื่องจักรกับความสูญเสีย 6 ประการ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาการขัดข้องของเครื่องจักรกับความสูญเสีย 6 ประการ ได้แก่ ความสูญเสียเวลาเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง ความสูญเสียเวลาเนื่องจากการปรับตั้งและปรับแต่ง ความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากเครื่องหยุดเล็กน้อย ความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากความเร็วการเดินเครื่องช้าลง ความสูญเสียเนื่องจากผลได้ลดลง และของเสียเมื่อเริ่มเดินเครื่อง และสุดท้าย ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียและชิ้นงานรอแก้ไข โดยพิจารณาในแต่ละอาการขัดข้องว่าเกิดความสูญเสียในปัจจัยใด ที่ส่งผลต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากการวิเคราะห์ได้ความสัมพันธ์ระหว่างอาการขัดข้องของเครื่องจักรกับความสูญเสีย 6 ประการดังตารางที่ 3.21 ถึง 3.24

ตารางที่ 3.21 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการของเครื่องชั่ง (W)

		ความสูญเสีย 6 ประการ					
		A		P		Q	
รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ผลผลิตลดลงเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องเล็กน้อย	ผลผลิตลดลงเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องเป็นครั้งคราว	ผลผลิตลดลงเนื่องจากเครื่องจักรทำงานผิดปกติ	ผลผลิตลดลงเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องบ่อยครั้ง	ผลผลิตลดลงเนื่องจากไม่ได้ตั้งค่าเครื่องจักรให้เหมาะสม	ผลผลิตลดลงเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องเป็นครั้งคราว
	Electrical Unit ของรถชั่ง						
W1	ไม่มีไฟเข้า	O					O
W2	รางของรถชั่งบิดตัว	O					
	ชุดควบคุมของรถชั่งจอด						
W3	ไม่ตรงจุด	O	O				O
W4	มอเตอร์ขับของรถชั่งเสีย	O			O		
	รอกหิ้วสายไฟของรถชั่ง						
W5	หลุด	O					
รวม		5	1	0	1	0	2

หมายเหตุ : O คือ มีความสัมพันธ์กัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.22 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการของเครื่องผสม (M)

		ความสูญเสีย 6 ประการ					
		A		P		Q	
รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	การสูญเสียเนื่องจากเวลาที่ใช้งานเครื่องจักร	การสูญเสียเนื่องจากเวลาที่ใช้งานเครื่องจักรแต่ไม่ได้ผลิตงาน	การสูญเสียเนื่องจากการเดินเครื่องจักรเบาๆ	การสูญเสียเนื่องจากการหยุดเครื่องชั่วคราว	การสูญเสียเนื่องจากของเสียและการแก้ไขงาน	การสูญเสียเนื่องจากการลดความเร็วในการผลิต
M1	ใบกวนเครื่องผสมไม่หมุน	O	O		O		O
M2	Conveying Belt ของเครื่องผสมเบียดข้าง	O	O				
M3	Discharge Gate ของเครื่องผสมปิดไม่สนิท	O			O	O	
M4	Discharge Gate ของเครื่องผสมไม่เปิด	O					
M5	ระบบไฟของเครื่องผสมไม่ทำงาน	O					O
M6	Mixer Pan ไม่หมุน	O			O		O
M7	Skip Hoist ของเครื่องผสมไม่จอดตรงตำแหน่ง	O			O	O	
M8	Skip Hoist ของเครื่องผสมขัดตัว	O					
M9	Wafex Pump ของเครื่องผสมไม่ทำงาน	O					O
รวม		9	2	0	4	2	4

หมายเหตุ : O คือ มีความสัมพันธ์กัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.23 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการของเครื่องอัดขึ้นรูป (P)

		ความสูญเสีย 6 ประการ					
		A		P		Q	
รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	หยุดเครื่องนานเกินกว่าที่กำหนด	ปรับตั้งเครื่องนานเกินกว่าที่กำหนด	ความเร็วต่ำกว่าที่ควรจะเป็น	ความเร็วสูงกว่าที่ควรจะเป็น	ของเสียที่ต้องนำมาแก้ไขใหม่	ของเสียที่ไม่สามารถนำมาแก้ไขได้
P1	Electrical Unit ของสาย cable ไม่มีไฟ	O					
P2	Electrical Unit ของตัวควบคุม upper die ค้าง	O	O				
P3	Electrical Unit ของตัวอัดไม่ทำงาน	O	O				
P4	Electrical Unit ของ switch กดเสีย	O					
P5	Electrical Unit ของระบบไฟหลักเสีย	O					
P6	Filling box unit เติมดินไม่เต็มแบบ	O			O		O
P7	Filling box unit เกลี่ยดินไม่สม่ำเสมอ	O					O
P8	Charger ขัดตัวไม่สามารถเดินได้	O			O		
P9	Flapper ไม่ปิด	O					
P10	Forming Unit ไม่ยก mould	O			O		

หมายเหตุ : O คือ มีความสัมพันธ์กัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.23 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการของเครื่องอัดขึ้นรูป (P) (ต่อ)

		ความสูญเสีย 6 ประการ					
		A		P		Q	
รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	หยุดเครื่องเป็นเวลานานกว่าครั้งละ 10 นาที	หยุดเครื่องเป็นเวลาน้อยกว่าครั้งละ 10 นาที	ความเร็วลดลงเนื่องจากปัญหาด้านเครื่องจักร	ความเร็วลดลงเนื่องจากปัญหาด้านวัตถุดิบ	ของเสียที่ต้องนำกลับมาแก้ไขใหม่	ของเสียที่ไม่สามารถนำกลับมาแก้ไขได้
P11	Gripper ไม่จับอิฐ	O					O
P12	Material Belt ขัดข้อง	O	O				
P13	Mould Locking Unit ขัดข้อง	O					
P14	Safety unit ตัวกดไม่ทำงาน	O					
P15	Safety unit ของ sensor หน้าเครื่องไม่ทำงาน	O					
P16	Pump Hydraulic ไม่ส่งน้ำมัน	O					
P17	Valve upper die ไม่กด	O					
P18	Hydraulic unit ไม่มีน้ำมันส่งเข้าระบบ	O			O		
รวม		18	3	0	4	0	3

หมายเหตุ : O คือ มีความสัมพันธ์กัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

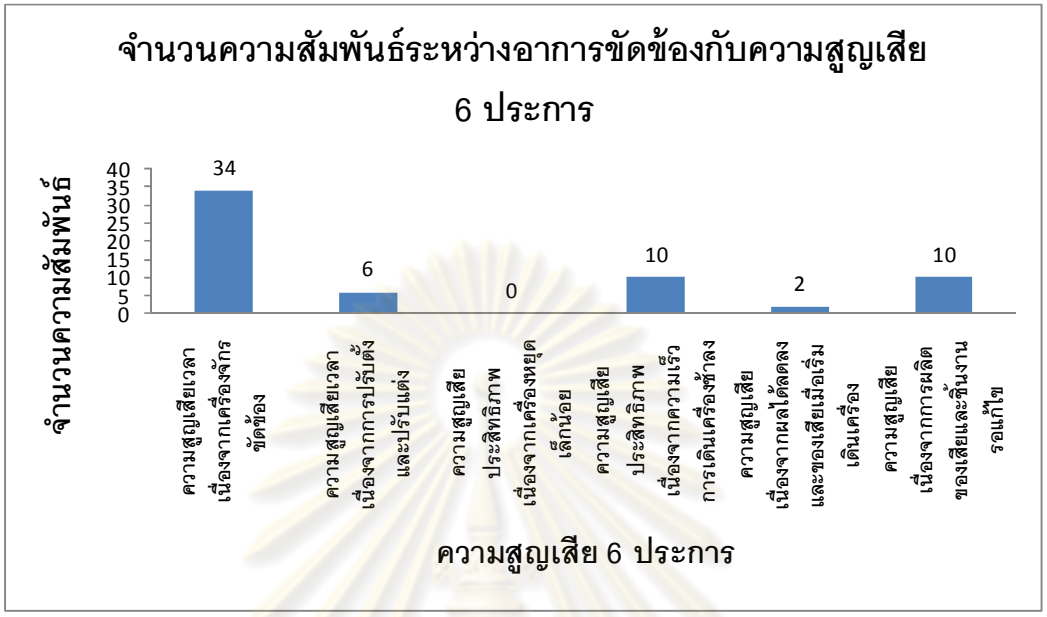
ตารางที่ 3.24 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการของเตาเผา (K)

		ความสูญเสีย 6 ประการ					
		A		P		Q	
รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	มลพิษทางอากาศที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ	ของเสียที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม	ความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตที่ลดลง	ความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเครื่องจักร	ความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตของเสีย	ความสูญเสียที่เกิดจากการซ่อมแซม
K1	Pump Hydraulic ดันรถเตาไม่ได้	O			O		
K2	อิฐ/ผนังเตาเสียหาย	O					O
รวม		2	0	0	1	0	1

หมายเหตุ : O คือ มีความสัมพันธ์กัน

ทำการจัดกลุ่มของอาการขัดข้องทั้งหมดว่ามีความสัมพันธ์กับความสูญเสีย 6 ประการ ดังแสดงดังรูปที่ 3.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.9 จำนวนความสัมพันธ์ระหว่างอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอาการขัดข้องกับความสูญเสีย 6 ประการ นั้น โดยรวมแล้วจะเกิดกับความสูญเสียเวลาเนื่องจากเครื่องจักรเสียหรือขัดข้อง เป็นส่วนใหญ่ และรองลงมาคือความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากความเร็วการเดินเครื่องช้าลง และ ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วิธีการดำเนินงานวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง การจัดลำดับปัญหาโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการของ FMEA อ้างอิงจากอุตสาหกรรมยานยนต์ (AIAG) มาจัดลำดับปัญหาอาการขัดข้องและเลือกอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่จะทำการปรับปรุง ซึ่งในการปรับปรุงจะมีการเลือกใช้เครื่องมือเพื่อหาสาเหตุของปัญหา ซึ่งในกรณีที่เป็นปัญหากลุ่มรากเหง้าจะดำเนินการวิเคราะห์ด้วย Why-Why Analysis ส่วนปัญหาที่ทราบสาเหตุแน่ชัดนั้น จะดำเนินการวิเคราะห์ด้วยการตรวจสอบอาการขัดข้องของชิ้นส่วน หลังจากการดำเนินการปรับปรุง ได้วางแผนให้มีการประเมินผลเปรียบเทียบโดยรวบรวมข้อมูลหลังการปรับปรุงเป็นระยะเวลา 3 เดือนมาเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องจักรในสายงานวิกฤติ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1. การจัดลำดับปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักร
2. การวิเคราะห์ปัญหาอาการขัดข้องและมาตรการแก้ไข
    1) กลุ่มรากเหง้าของปัญหา
    2) กลุ่มทราบสาเหตุแน่ชัด
3. การประเมินค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
4. แนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง
5. การเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง
    1) เปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
    2) เปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักร (MTBF)
    3) เปรียบเทียบแนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 การจัดลำดับปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักร

โดยจำแนกเป็น 3 ลักษณะของปัญหาตามความจำเป็นรีบด่วน ได้แก่ ปัญหาวิกฤติ (Critical, C) ปัญหาสำคัญ (Important, I) ปัญหาสร้างความรำคาญ (Annoyance, A) ตามแนวทางของ FMEA 4th

- ปัญหาวิกฤติ จะทำการพิจารณาปัญหาจากการค่าประเมินความเสี่ยงชี้นำที่ให้ผลกระทบด้านระดับความรุนแรง (S) อยู่ในระดับ 9-10 ซึ่งจะถูกดำเนินการเป็นอันดับแรกในการแก้ไข

- ปัญหาสำคัญ จะทำการพิจารณาปัญหาจากค่าประเมินความเสี่ยงชี้นำที่ประกอบจากความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรุนแรง (S) และ อัตราการเกิดอาการขัดข้อง (O) ที่มีค่าประเมินระหว่าง 5-8 และ 4-10 ตามลำดับเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไข

- ปัญหาสร้างความรำคาญ จะทำการพิจารณาปัญหาจากค่าประเมินความเสี่ยงชี้นำที่คัดเลือกดำเนินการกับปัญหาที่อยู่ในสัดส่วนร้อยละ 20 ของปัญหาที่เหลืออยู่ ซึ่งค่า RPN นั้นถูกจัดเรียงจากมากไปน้อย โดยวิธีการของพาเรโตเพื่อเลือกมาทำการปรับปรุงแก้ไข

4.2 การวิเคราะห์ปัญหาอาการขัดข้องและมาตรการแก้ไข

การวิเคราะห์ปัญหาอาการขัดข้อง จะดำเนินการหาสาเหตุของปัญหา แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มรากเหง้าของปัญหา และกลุ่มทราบสาเหตุแน่ชัด แล้วเลือกแนวทางในการปรับปรุงอาทิ การออกแบบชิ้นส่วนใหม่ การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจติดตามการทำงาน การปรับรอบการตรวจสอบของชิ้นส่วน

4.2.1 กลุ่มรากเหง้าของปัญหา

การวิเคราะห์ปัญหากลุ่มรากเหง้าจะดำเนินการวิเคราะห์ด้วย Why-Why Analysis จากการระดมความคิดของทีมงานฝ่ายซ่อมบำรุง เพื่อหาสาเหตุ แนวทางแก้ไขโดยจะสนใจที่ระดับความรุนแรง และความสามารถในการตรวจจับ ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถแก้ไขได้

4.2.2 กลุ่มทราบสาเหตุแน่ชัด

การวิเคราะห์ปัญหากลุ่มทราบสาเหตุแน่ชัดจะดำเนินการวิเคราะห์ด้วยการตรวจสอบอาการขัดข้องของเครื่องจักร โดยทีมงานฝ่ายซ่อมบำรุง และหาแนวทางแก้ไขป้องกันโดยจะสนใจที่ระดับความรุนแรง และความสามารถในการตรวจจับ ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถแก้ไขได้

4.3 การประเมินค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

การประเมินจะแบ่งออกเป็นการรวบรวมข้อมูลอาการขัดข้องของเครื่องจักรหลังการแก้ไขและประเมินค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ในขั้นตอนนี้จะทำการรวบรวมข้อมูล OEE ของเครื่องจักรหลังปรับปรุงเป็นระยะเวลา 3 เดือน ระหว่างเดือนมกราคมถึงมีนาคม ของปี 2010

4.4 แนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง

ในขั้นตอนนี้จะทำการประเมินความเสี่ยงชี้นำหลังการปรับปรุง โดยใช้หลักการให้คะแนนตามหลักเกณฑ์เดิมที่ใช้ในการประเมินในขั้นต้นก่อนปรับปรุง อ้างอิงข้อกำหนดของ AIAG (2001) ดำเนินการประเมินค่าระดับระดับความรุนแรง อัตราการเกิดอาการขัดข้อง ความสามารถในการตรวจจับ และค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำใหม่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.5 การเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

4.5.1 เปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ในขั้นตอนนี้จะทำการเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

4.5.2 เปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักร (MTBF)

ในขั้นตอนนี้จำการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักรในสายงานวิกฤติก่อนและหลังการปรับปรุง

4.5.3 เปรียบเทียบแนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง

ในขั้นตอนนี้จะทำการเปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำก่อนและหลังการปรับปรุง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง ผลการจัดลำดับและคัดเลือกเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการผลิต ผลของการปรับปรุงแก้ไขอาการขัดข้อง ซึ่งแบ่งเป็นหัวข้อ ดังนี้

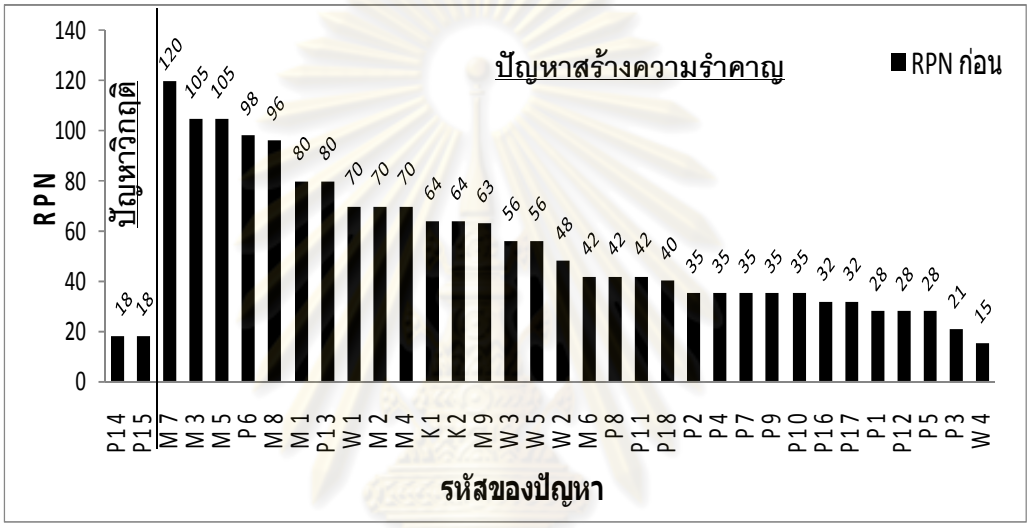
1. ผลการจัดลำดับปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักร
2. ผลการวิเคราะห์ปัญหาอาการขัดข้องและมาตรการแก้ไข
    1) ผลการแก้ปัญหาด้วยการออกแบบใหม่
    2) ผลการแก้ปัญหาด้วยการเพิ่มความสามารถในการตรวจจับ
3. ผลการประเมินค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
4. ผลของแนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง
5. ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง
    1) ผลการเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร
    2) ผลการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักร (MTBF)
    3) ผลการเปรียบเทียบแนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง

5.1 ผลการจัดลำดับปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักร

ผลการจัดลำดับปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ได้จากการประเมินจากค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำตามหลักการของ FMEA (4^{th} edition) สามารถแบ่งอาการขัดข้องที่จะดำเนินการปรับปรุงแก้ไขได้ตามเกณฑ์ โดยจำแนกเป็น 3 ลักษณะของปัญหาตามความจำเป็นรีบด่วน ได้แก่ ปัญหาวิกฤติ (Critical, C) คือปัญหาที่ให้ผลกระทบด้านระดับความรุนแรง (S) อยู่ในระดับ 9-10 ซึ่งถูกดำเนินการเป็นอันดับแรก รองลงมาคือ ปัญหาสำคัญ (Important, I) พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรุนแรง (S) และ อัตราการเกิดอาการขัดข้อง (O) ที่มีค่าระหว่าง 5-8 และ 4-10 ตามลำดับ และสุดท้ายคือ ปัญหาสร้างความรำคาญ (Annoyance, A) พิจารณาคัดเลือก

ดำเนินการกับปัญหาที่อยู่ในสัดส่วนร้อยละ 20 ของปัญหาที่เหลืออยู่ ซึ่งค่า RPN เรียงจากมากไปน้อย โดยวิธีการของพาเรโต

ผลการจัดลำดับความสำคัญของอาการขัดข้องตามเงื่อนไขนั้นมีอยู่ 2 ลักษณะคือปัญหาวิกฤติ และปัญหาสร้างความรำคาญ ดังรูปที่ 5.1 และสามารถจัดกลุ่มปัญหาต่างๆ ได้ดังตารางที่ 5.1



รูปที่ 5.1 การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาอาการขัดข้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงกลุ่มของปัญหา

กลุ่มของปัญหา	เกณฑ์การแบ่งประเภท	รหัสของปัญหา
วิกฤติ	S = 9-10	P14 และ P 15
สำคัญ	S = 5-8 และ O = 4-10	จากคะแนนประเมินไม่พบอาการขัดข้องในกลุ่มนี้ตามเกณฑ์ของ FMEA 4th
สร้างความรำคาญ	เลือกปัญหาที่อยู่ในส่วน 20% ของปัญหาที่เหลือจากปัญหาวิกฤติและสำคัญ	M7, M3, M5, P6, M8, M1, P13, W1, M2, M4, K1, K2, M9, W3, W5, W2, M6, P8, P11 และ P18

กลุ่มปัญหาวิกฤติ ผลจากการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องที่มีค่าระดับความรุนแรงอยู่ระหว่าง 9 -10 มี 2 อาการขัดข้อง โดยเกิดขึ้นที่เครื่องอัดขึ้นรูปในปัญหารหัส P14 ปัญหา Safety unit ตัวกดไม่ทำงาน และปัญหารหัส P15 ปัญหา Safety unit ของ Sensor หน้าเครื่องไม่ทำงาน ซึ่งมีค่าประเมินระดับความรุนแรงเท่ากับ 9 ทางทีมซ่อมบำรุงปรึกษากันว่าควรที่จะทำปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายด้านความปลอดภัยของโรงงานตัวอย่าง

กลุ่มปัญหาสำคัญ ผลของปัญหาสำคัญจะพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรุนแรง (S) และ อัตราการเกิดอาการขัดข้อง (O) ที่มีค่าระหว่าง 5-8 และ 4-10 ตามลำดับตามเกณฑ์ของ FMEA 4th ซึ่งจากการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำที่มีค่าระดับความรุนแรงและอัตราการเกิดอาการขัดข้องดังกล่าว จากการประเมินไม่พบอาการขัดข้องใดที่อยู่ในช่วงที่เป็นปัญหาสำคัญ จากระดับอัตราการเกิดอาการขัดข้องที่มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์

กลุ่มปัญหาสร้างความรำคาญ ผลของปัญหาสร้างความรำคาญผู้ทำวิจัยจะทำการพิจารณาคัดเลือกดำเนินการกับปัญหาที่อยู่ในสัดส่วนร้อยละ 20 ของปัญหาที่เหลือจากปัญหาวิกฤติและสำคัญ ซึ่งค่า RPN เรียงจากมากไปน้อย โดยวิธีการของพาเรโต ซึ่งจะได้อาการขัดข้องที่

ต้องทำการปรับปรุง 20 อาการขัดข้องจากที่เหลือ 32 อาการขัดข้อง คือ M7, M3, M5, P6, M8, M1, P13, W1, M2, M4, K1, K2, M9, W3, W5, W2, M6, P8, P11 และ P18

นำอาการขัดข้องที่ได้คัดเลือกแล้วมาวิเคราะห์สาเหตุปัญหาอาการขัดข้องแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือปัญหากลุ่มรากเหง้าจะดำเนินการวิเคราะห์ด้วย Why-Why Analysis และกลุ่มทราบสาเหตุแน่ชัดจะดำเนินการวิเคราะห์ด้วยการตรวจสอบอาการขัดข้องของเครื่องจักร โดยวิเคราะห์มาจากการระดมความคิดของทีมซ่อมบำรุง ซึ่งสามารถจัดกลุ่มการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงการจัดกลุ่มการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	การจำแนกกลุ่มของปัญหาตาม FMEA	การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	
			รากเหง้าของปัญหา	ทราบสาเหตุแน่ชัด
W1	Electrical Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า	A	O	
W2	รางของรถชั่งบิดตัว	A		O
W3	ชุดควบคุมของรถชั่งจอดไม่ตรงจุด	A		O
W5	รอกหิ้วสายไฟของรถชั่งหลุด	A		O
M1	ใบกวนเครื่องผสมไม่หมุน	A		O
M2	Conveying Belt ของเครื่องผสมเบียดข้าง	A		O
M3	Discharge Gate ของเครื่องผสมปิดไม่สนิท	A		O
M4	Discharge Gate ของเครื่องผสมไม่เปิด	A		O
M5	ระบบไฟของเครื่องผสมไม่ทำงาน	A		O
M6	Mixer Pan ไม่หมุน	A		O

หมายเหตุ : C คือ ปัญหาวิกฤติ , A คือ ปัญหาสร้างความรำคาญ และ O คือ มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงการจัดกลุ่มการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (ต่อ)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	การจำแนกกลุ่มของปัญหาตาม FMEA	การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	
			รากเหง้าของปัญหา	ทราบสาเหตุแน่ชัด
M7	Skip Hoist ของเครื่องผสมไม่จอดตรงตำแหน่ง	A	O	
M8	Skip Hoist ของเครื่องผสมขัดตัว	A		O
M9	Wafex Pump ของเครื่องผสมไม่ทำงาน	A		O
P6	Filling box unit เติมดินไม่เต็มแบบ	A	O	
P8	Charger ขัดตัวไม่สามารถเดินได้	A	O	
P11	Gripper ไม่จับอิฐ	A		O
P13	Mould Locking Unit ขัดข้อง	A	O	
P14	Safety unit ตัวกดไม่ทำงาน	C		O
P15	Safety unit ของ sensor หน้าเครื่องไม่ทำงาน	C		O
P18	Hydraulic unit ไม่มีน้ำมันส่งเข้าระบบ	A		O
K1	Pump Hydraulic ดันรถเตาไม่ได้	A		O
K2	อิฐ/ผนังเตาเสียหาย	A		O

หมายเหตุ : C คือ ปัญหาวิกฤติ , A คือ ปัญหาสร้างความรำคาญ และ O คือ มีความสัมพันธ์กัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 ผลการวิเคราะห์ปัญหาอาการขัดข้องและมาตรการแก้ไข

เมื่อทราบอาการขัดข้องที่ต้องการปรับปรุงแล้ว ได้มีการระดมความคิดของทีมงานฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาและฝ่ายผลิตที่เกี่ยวข้อง เพื่อกลั่นกรองปัญหาโดยเลือกปัญหาตามหลัก FMEA จากนั้นนำอาการขัดข้องมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขและติดตามผล โดยสามารถดำเนินการเพื่อลดอาการขัดข้องได้ 2 แบบ แบบแรก คือ การลดระดับความรุนแรงโดยการออกแบบใหม่ แบบที่สอง คือ การเพิ่มความสามารถในการตรวจจับ

5.2.1 ผลการแก้ปัญหาด้วยการออกแบบใหม่

การลดระดับความรุนแรงสามารถทำได้ด้วยการออกแบบใหม่ (Redesign) ในปัญหา W1, W2, W5, P6, P8 และ P13 เพื่อปรับปรุงลดอาการขัดข้องของเครื่องจักร

1) ปัญหา Electrical Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า (W1)

ระบบไฟฟ้าที่จ่ายเข้าเครื่องชั่งมีหน้าที่เพื่อให้รถชั่งทำงานและจ่ายกระแสไฟฟ้าไประบบส่งสัญญาณบอกตำแหน่งของรถชั่ง

ขั้นตอนการทำงานเมื่อมีกระแสไฟฟ้าเข้ามาในระบบ รถชั่งจะทำงานและส่งสัญญาณบอกตำแหน่งให้ทราบว่ารถชั่งนั้นได้เคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่งใดของยุ้งเก็บวัตถุดิบตามจุดที่ควบคุม

สาเหตุของปัญหาเกิดจากระบบไฟฟ้าไม่จ่ายไฟเข้าเครื่อง จากการที่สายไฟเกิดกระชากจนสายไฟขาด ทางทีมงานซ่อมบำรุงได้ร่วมกันวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ดังตารางที่ 5.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของ Elecric Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า

ปัญหา	Why-1	Why-2	Why-3	Why-4	Why-5	Why-6
Electrical Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า	สายไฟขาด	มีแรงดึงจากรถชั่งมากกว่าสายไฟรับได้	สายไฟห้อยพันกัน	ระยะเว้นระหว่างรอกมากไป	จากการซ่อมแล้วไม่ปรับตั้งระยะห้อยให้เท่าๆกัน	N/A
			รอกติดกับราง	ล้อรอกหลุด	Bearing แตก	N/A
			รางบิด	รอกขัดกับรางบริเวณรอยต่อราง	N/A	
	ไฟฟ้าดับ	OK				

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก่อนปรับปรุง หลังปรับปรุง

รูปที่ 5.2 รอกหิ้วสายไฟ

มาตรการแก้ไข หลังจากทราบสาเหตุของปัญหาทางทีมงานได้ทำการเว้นระยะติดตั้งสายไฟใหม่ให้มีระยะที่สั้นลงและทำเหล็กโค้งรองตรงใต้รอกหิ้วสายไฟดังรูปที่ 5.2 เพื่อให้สายไฟไม่บิดตัวเกิดการพันกัน พร้อมทั้งทำการเปลี่ยนสายไฟและรอกใหม่ให้มีขนาดเหมาะสมกับราง รวมถึงการปรับปรุงการตรวจสอบแผน PM ด้วย

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล การปรับปรุงหลังเปลี่ยนสายไฟตั้งสายไฟใหม่ให้มีระยะที่สั้นลงและเปลี่ยนรางใหม่ยังไม่พบปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร เทียบกับก่อนการปรับปรุงที่เกิดอาการขัดข้อง 2 ครั้ง / 3 เดือน

2) ปัญหารางของรถชั่งบิดตัว (W2)

รางร้อยสายไฟของรถชั่งมีหน้าที่ในการแขวนสายไฟและสายส่งสัญญาณไปตามรางเพื่อลากสายไฟให้เคลื่อนที่ตามตัวรถชั่งที่วิ่งตามรางได้ ดังรูปที่ 5.3

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อรถชั่งวิ่งไปตามจุดต่างๆ รอกที่หิ้วสายไฟอยู่นั้นจะวิ่งอยู่ในรางตามรถชั่งไปและทำหน้าที่ลำเลียงสายไฟและรับน้ำหนักสายไฟตลอดการเคลื่อนที่

รูปที่ 5.3 รางรถชั่ง

สาเหตุของปัญหา การที่รางร้อยสายไฟเสียรูปเกิดการบิดตัวจากการกระแทกและการกระตุกของรอกตอนออกตัว ส่งผลทำให้รางบิดเป็นช่วงๆ และจะยิ่งขัดตัวมากขึ้น ดังรูปที่ 5.4

รูปที่ 5.4 รางในจุดที่จะเกิดการขัดตัว

มาตรการแก้ไข ทางทีมงานซ่อมบำรุงได้ทำการเปลี่ยนรางที่มีความยาวมากขึ้น ลดจุดที่เป็นรอยต่อในช่วงที่อาจเกิดการขัดตัวและตั้งระดับใหม่ พร้อมเลือกรอกที่แขวนสายไฟให้มีขนาดที่เหมาะสมกับราง พร้อมกับเพิ่มการตรวจติดตามแผนภูมิควบคุมของรางและปรับปรุงระยะเวลาในการตรวจ PM

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล การปรับปรุงหลังเปลี่ยนรางใหม่ยังไม่พบปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร เนื่องจากระยะเวลาที่ทดสอบน้อยกว่าระยะวลาที่เคยเกิดอาการขัดข้อง คือ ระยะเวลา 7 เดือน จึงต้องรอยืนยันผลต่อ

3) ปัญหา รอกหิ้วสายไฟของรถชั่งหลุด (W5)

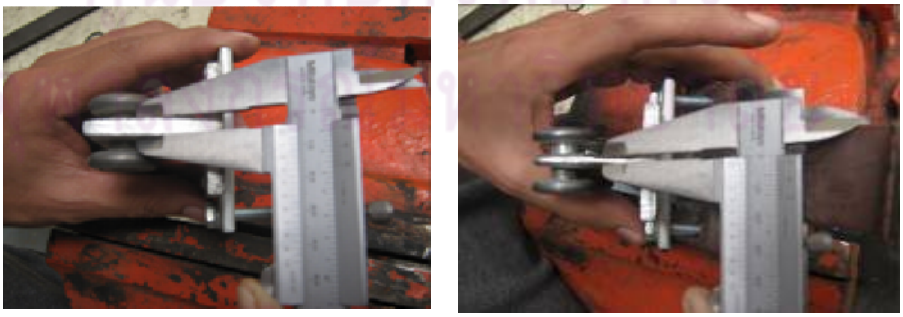
รอกหิ้วสายไฟทำหน้าที่รับสายไฟและลำเลียงสายไฟให้เคลื่อนที่ไปตามรางที่แขวนอยู่เหนือตัวรถชั่ง

ขั้นตอนการทำงานรอกจะวิ่งไปตามรางโดยอาศัยลูกปืนของตัวรอกประคองให้อยู่ในราง เคลื่อนที่ไปพร้อมกับรถชั่งและลากสายไฟตามไปด้วย

สาเหตุของปัญหาเกิดจากการที่รอกหิ้วสายไฟหลุดจากการขัดตัวกับราง ส่งผลให้ลูกปืนรอกแตก รอกจึงถูกกระชากหลุดออกมาจากรางขณะที่ขัดตัว ซึ่งสามารถสังเกตได้จากรอยการขัดสีของรอก ดังรูปที่ 5.5

รูปที่ 5.5 รอกสึกจากการเบียดกับราง

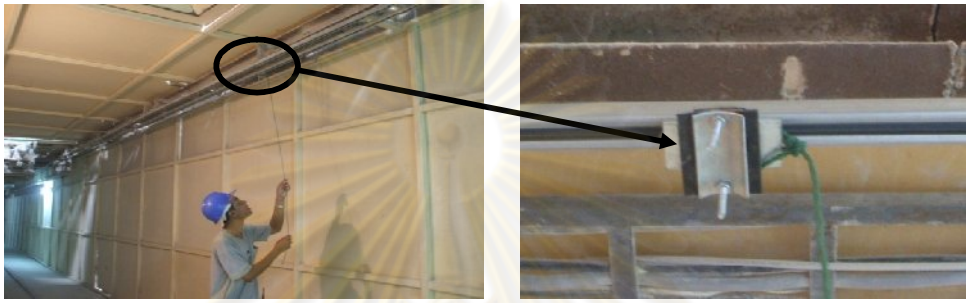
มาตรการแก้ไข ทำการปรับปรุงขนาดรอกตามคู่มือออกแบบการใช้งานของรอกและรางที่เหมาะสมพร้อมกับปรับปรุงปีกรอกให้มีขนาดเหมาะสมกับรางที่เปลี่ยนใหม่ เพื่อช่วยให้การเคลื่อนที่และการให้ตัวที่ดีขึ้นไม่ติดขัด อันจะส่งผลทำให้รอกเกิดความเสียหายน้อยลง ดังรูปที่ 5.6



ก่อนปรับปรุง หลังปรับปรุง

รูปที่ 5.6 ตัวอย่างรอกที่ทำการปรับปรุง

นอกจากนี้มีการทดสอบการขัดตัวของรอกกับรางด้วยอุปกรณ์ตรวจสอบอย่างง่ายในการตรวจหลังการติดตั้งรางใหม่ดังรูปที่ 5.7 และใช้ตรวจในวันที่ทำ PM เพื่อเป็นการตรวจหาความผิดปกติ



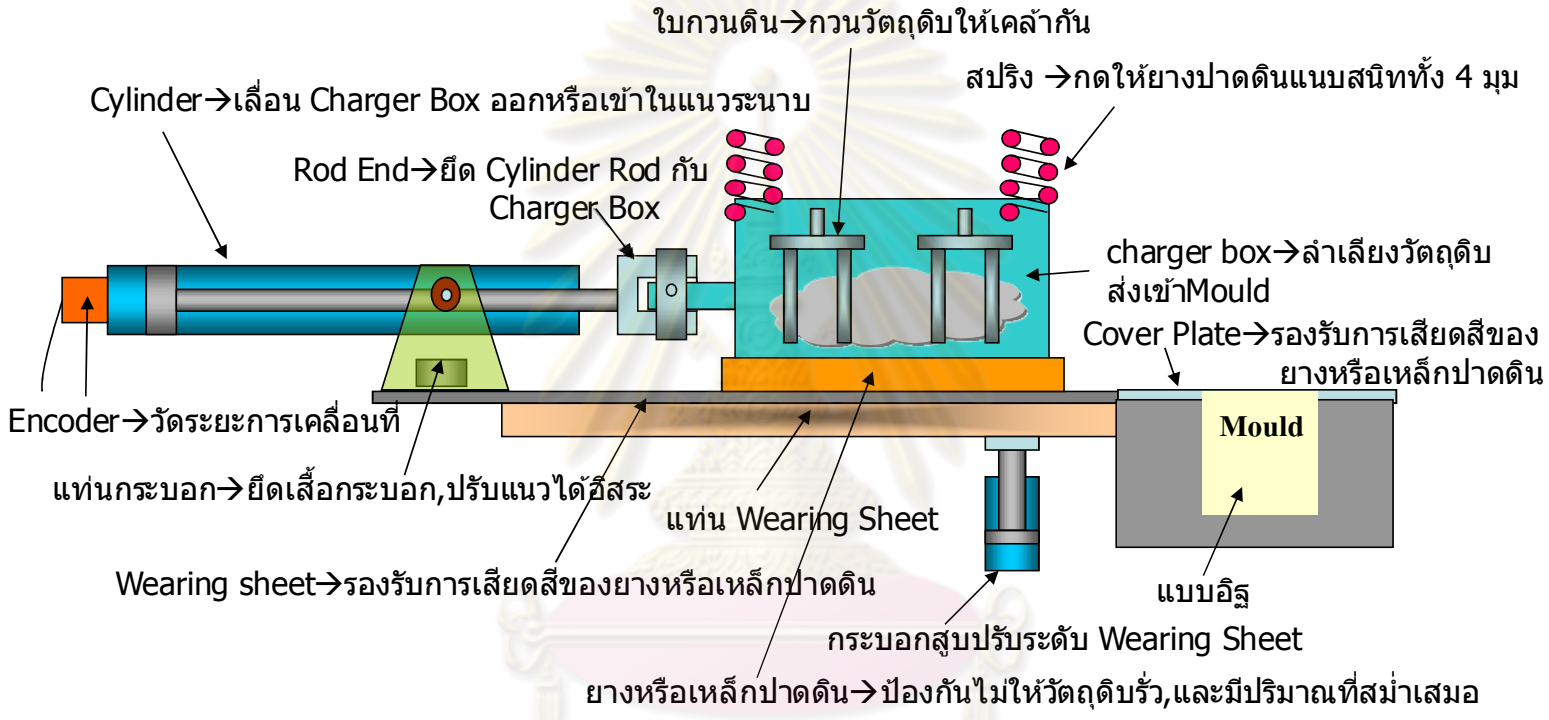
รูปที่ 5.7 อุปกรณ์อย่างง่ายในการทดสอบรอกและราง

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล การปรับปรุงหลังเปลี่ยนรางและรอกแบบใหม่ยังไม่พบปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร เนื่องจากระยะเวลาที่ทดสอบน้อยกว่าระยะวลาที่เคยเกิดอาการขัดข้อง คือระยะเวลา 8 เดือน จึงต้องรอยืนยันผลต่อ

4) ปัญหา Filling box unit ของเครื่องอัดเติมดินไม่เต็มแบบ (P6)

หน้าที่การทำงานของ Filling box unit จะทำหน้าที่ในการบรรจุและส่งดินลงแบบ mould โดยอาศัยยางปาดดินกวาดดินไปตามแนวราบลงแบบดังรูป 5.8

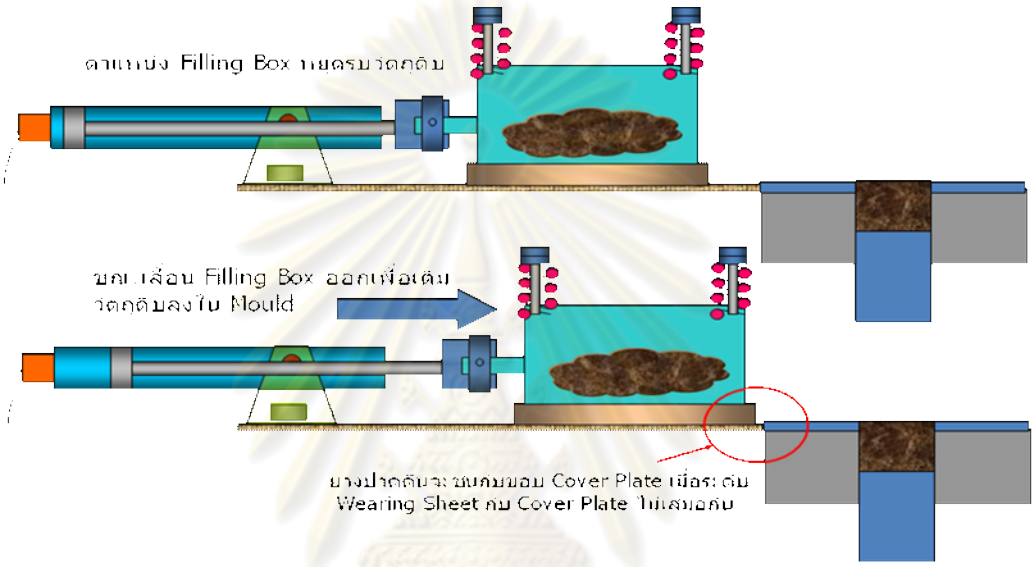
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.8 ลักษณะการทำงานของชุด Charger Unit

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาเหตุของปัญหาเกิดจากการที่ยางปาดดินสึกและขาด ทำให้ไม่สามารถปาดดินใส่ในแบบสำหรับอัดขึ้นรูปซึ่งส่งผลต่อคุณภาพอิฐ อีกทั้งยังทำให้เกิดการกระแทกของ Charger ที่ใช้เลื่อน Filling Box อีกด้วย ดังรูปที่ 5.9 และ ยางที่สึกดังรูปที่ 5.10

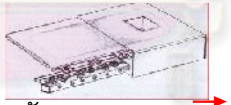
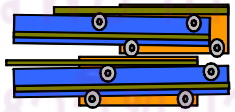


รูปที่ 5.9 ลักษณะตำแหน่งการเกิดการสึกของยางปาดดิน

รูปที่ 5.10 ภาพยางปาดดินสึก

นำลักษณะของปัญหามาวิเคราะห์หาสาเหตุ ด้วย Why-Why Analysis ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงการวิเคราะห์ Why-Why ของยางปาดดิน

ปัญหา	Why-1	Why-2	Why-3	Why-4	Why-5	Why-6
ยางปาดดินหรือเหล็กปาดดินขาด	ยางปาดดินชนกับขอบ Cover Plate หรือ Wearing Sheet	ระดับของ Wearing Sheet กับ Cover Plate ไม่อยู่ระนาบเดียวกัน	แท่น Bearing เลื่อนต่ำลงจากแนวปกติ	สกรูยึดแท่น Bearing คลายตัว	การสั่นจากการทำงาน	N/A
					ไม่ได้ตรวจขันให้แน่น	ไม่มีแผนตรวจขัน
			ปรับตั้ง Wearing Sheet ไม่ได้ระดับ	ปรับตั้งยาก	การสึกหรอของ Cover Plate กับ ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้ง	
			ไม่ได้ปรับตั้งระดับ			
		ยางปาดดินเคลื่อนที่ออกนอกแนวปกติ	ระยะของ Bearing ประคองข้างซ้าย-ขวา ห่างจากGuide Charger เกิน 1 mm.	Guide Liner สึกหรอ	Guide Bearing ขัดตัว หรือเกิด Friction สูง	มีฝุ่นเข้าภายในตัว Bearing
				Guide Bearing ชำรุด	OK	
	มีแรงกดมากที่ยางปาดดิน	ตั้งสปริงกดยางปาดดินแข็งมาก	ผิวหน้าของ Wearing Sheet และ Cover Plate ไม่เรียบ	การสึกหรอที่ไม่สม่ำเสมอของ Wearing Sheet กับ 		
			ยางปาดดินห่างจาก Wearing Sheet และ Cover Plate	ระดับความสูงของ Charger Box ไม่คงที่ ขณะเคลื่อนที่ออกหรือเข้า 	Bearing หลุดจาก Guide Liner เมื่อถอย Charger Box เข้าสุด หรือเลื่อน Charger Box ออกสุด เข้าสุด ออกสุด	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทำการคัดเลือกแนวทางแก้ไข ที่ทางทีมซ่อมบำรุงเสนอแนวทางแก้มี 3 มาตรการ ดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงแนวทางในการเลือกวิธีแก้ไขปัญหา Filling box unit

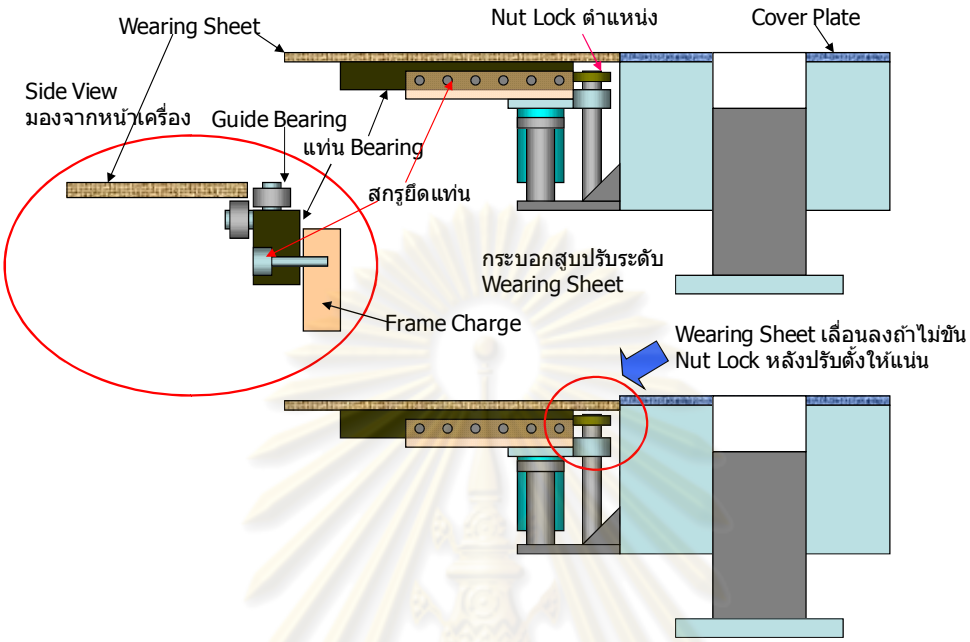
แนวทางแก้ไข	Cost	Time	Quality	ความเป็นไปได้	รวม
เจียรแผ่นเหล็กปิดฝาแบบใหม่ทุกแบบ	2	1	3	2	12
หายางปาดดินเตรียมเป็น spare ไว้ทุกสัปดาห์	3	2	2	2	24
ทำชุดยางปาดดินที่ปรับระดับระหว่าง Cover plate และ Wearing Sheet	3	3	2	3	54

3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = แย่

หมายเหตุ : รวม = Cost x Time x Quality x ความเป็นไปได้

นำสาเหตุของปัญหามาวิเคราะห์เพื่อวางแผนการปรับปรุงแก้ไขอาการขัดข้องของเครื่องจักร โดยการออกแบบชุดปรับระดับของ Wearing Sheet และ Cover plate ใหม่ เพื่อไม่ให้เกิดจุดที่ต่างระดับกัน ซึ่งจะทำให้ชุด Filling box ที่มียางปาดดินอยู่ด้านล่างเคลื่อนที่โดยไม่สะดุด และลดปัจจัยเร่งให้ยางปาดดินสึก ดังรูปที่ 5.11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.11 แบบอุปกรณ์ที่ติดเพื่อแก้ปัญหา ยางปาดดิน

ตัวอย่างผลการกำหนดมาตรฐานการตรวจสอบ ของปัญหา Filling box unit เติมดินไม่เต็ม (P6) ก่อนและหลังตามตารางที่ 5.6 และ 5.7 ซึ่งเดิมจะไม่มีรูปภาพประกอบทำให้ยากแก้การตรวจสอบ และใช้เวลาในการตรวจสอบนาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

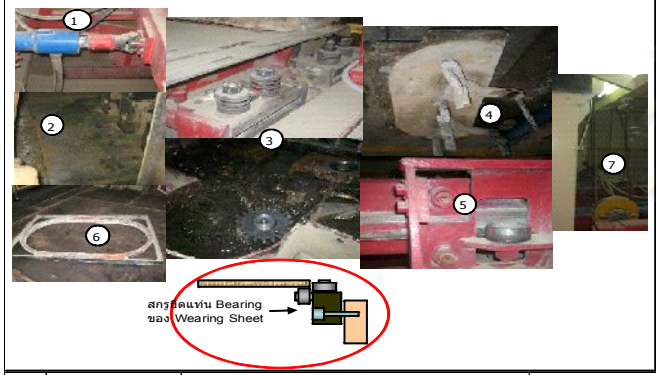
ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงตัวอย่างมาตรฐานการตรวจ Filling Box ก่อนปรับปรุง

มาตรฐานตรวจสอบ								**ข้อมูลเครื่องจักร**				
ชื่อเครื่องจักร		**รหัสเครื่องจักร**	**โรงงาน**	**กระบวนการผลิต**	**วันที่เริ่มใช้**	**ผู้จัดทำ**	**ผู้อนุมัติ**	Max. Force	V	Brand	Type	S/N
ชิ้นส่วนหลัก	ชิ้นส่วน	จุดควบคุม	การควบคุมสภาพเครื่องจักร						การสังเกตความผิดปกติ			
			ค่าควบคุม	วิธีการวัดค่า	เครื่องมือวัด	ความถี่การวัด	เทคนิคในการควบคุม	ผู้ปฏิบัติ	ลักษณะที่ผิดปกติ		การแก้ไข	
Filling box unit	ใบกวนดิน	ระยะใบกวนดินจากขอบ	≥ 20 mm.	วัดจากขอบนอกของใบถึงผนังกะบะแนวตั้งฉาก	ตลับเมตร	ทุก 1 เดือน	-	พนักงานซ่อมเครื่องกล	- มีรอยเสียดสีที่กระบะ - เพลาโยกคลอนได้		- ตรวจสอบ Bearing แตกหรือไม่	
	ยางปาดดิน	ความแข็งสปริงกด	15 - 25 mm.	ระยะกดสปริง	ตลับเมตร	ทุก 1 สัปดาห์	ขนาดเส้นลวดสปริง 5 mm. ความสูงรวม 70 mm.	พนักงานซ่อมเครื่องกล	- ดินรั่วที่ยางปาดดินมาก		- ปรับตั้งระยะกดสปริงให้ได้ตามกำหนด - เปลี่ยนสปริง	
	Wearing Sheet	ความหนา	8 - 16 mm.	วัดความหนาของรอยสึก	เวอร์เนียร์	ทุก 1 สัปดาห์	วัดในตำแหน่งที่สึกมากที่สุด มักอยู่ในแนวกรอบยางปาดดิน	พนักงานซ่อมเครื่องกล	- Charge เดินสะดุด - มีดินรั่วด้านหลัง Charger		- กลับด้าน หรือเปลี่ยน Wearing Sheet	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.7 ตารางแสดงตัวอย่างมาตรฐานการตรวจ Filling Box หลังปรับปรุง

มาตรฐานการตรวจสอบ FILLING BOX UNIT



เครื่อง Press No 1

Unit Filling Box

หน้าที่ ควบคุมปริมาณดินที่เติมลงใน Mould

ฉบับที่ 1

ความถี่ : W = สัปดาห์ 2W = 2สัปดาห์ M = เดือน Y = ปี

จุดที่	ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียดงาน	มาตรฐานที่ยอมรับ	จำนวนจุด	W	2W	M	Y	การแก้ไข ทันที (ระบุรายละเอียด)	การแก้ไข รอเวลา	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
1	กระบอก Charger	ตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำมันตามแกนกระบอก	ไม่มีการรั่วไหล	1							
		ตรวจสอบการคลายตัวของ Rod End	เกลียว Rod เหลือน้อยกว่า 1 เกลียว	1							
2	Wearing Sheet	ตรวจสอบรอยต่อ Wearing Sheet กับ Cover Plate	หน้าสัมผัสระหว่าง Wearing Sheet กับ Cover Plate	1							
		ตรวจสอบความหนาของ Wearing Sheet ใน	ความหนาของ Wearing Sheet ≤ 10.0 mm.	1							
		ตรวจสอบการคลายตัวของสกรูยึดแท่น Bearing	ไม่มีตำแหน่งที่คลายตัวและแน่นด้วยแรงขันด้วยประแจ	12							
3	Charger Box	ตรวจสอบสกรูที่ยึดกระบะ Charger	ไม่มีการคลายตัวของสกรูยึด	4							
		ตรวจสอบการสึกหรอของเฟืองขับและการยึดแน่น	ปลายเฟืองไม่เป็นมุมแหลมและไม่หลวมคลอนจากเพลา	4							
4	ใบกวนดิน	ตรวจสอบการสึกหรอ,การยึดแน่นของใบกวนและ	ห่างพื้นไม่เกิน 50 mm. , ห่างข้างไม่เกิน 10 mm.,	8							
		ตรวจสอบการข้ารุดของ Bearing ใบกวน	โยกคลอนได้ ≤ 3.0 mm. (อ้างอิงจากปลายใบกวน)	1							
5	Guide Liner	ตรวจสอบการสึกหรอของ Guide Liner	การสึกหรอ ≤ 1.0 mm. ทั้ง 3 ด้านที่มีการสัมผัสกับ Bearing	2							
	Guide Bearing	ตรวจสอบการข้ารุดของ Bearing	การสึกหรอของ OD ≤ 0.5 mm. และการหลวมคลอน≤ 1.0 mm และหมุน	16							
6	ยางปาดดินหรือเหล็ก	ตรวจสอบการสึกหรอของยางหรือเหล็กปาดดิน	ความหนาของเนื้อยาง,เหล็กที่เลยกรอบเหลือ ≥ 10.0 mm. หรือเมื่อวางบนพื้น	1							
	กรอบยางปาดดิน	ตรวจสอบการข้ารุดของกรอบยางปาดดิน	ไม่มีรอยแตกตลอดแนวของกรอบรวมถึงรอยเชื่อมต่อด้วย	1							
7	ตุ้มถ่วง	การข้ารุดของสลิง	การขาดของเส้นลวดสลิงใน 1 Strand < 3 เส้นและการข้ารุดของลวดทั้ง Wire	1							

ผู้ตรวจ_____

วันที่_____

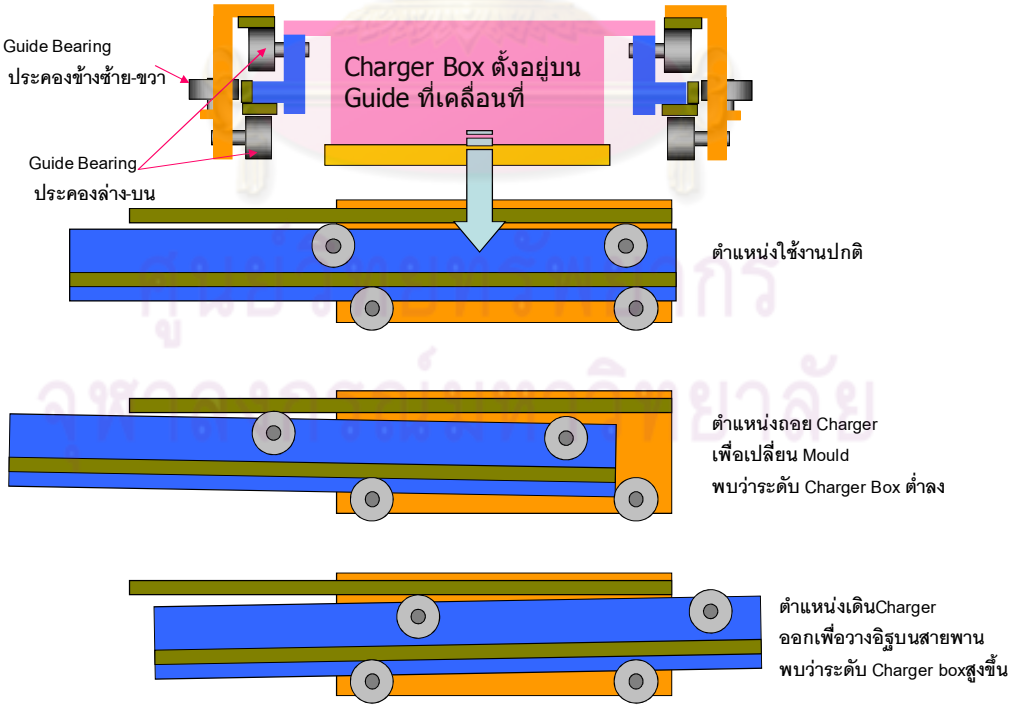
ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล การปรับปรุงหลังออกแบบยังไม่พบปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร เทียบกับก่อนการปรับปรุงที่เกิดอาการขัดข้อง 7 ครั้ง / 3 เดือน

5) ปัญหา Charger เครื่องอัดขัดตัวไม่สามารถเดินได้ (P8)

หน้าที่ของ Charger จะส่งชุดเติมดิน Filling box เคลื่อนที่ไปตามแนวราบด้วย Charger cylinder เพื่อส่งดินไปลงในแบบ mould

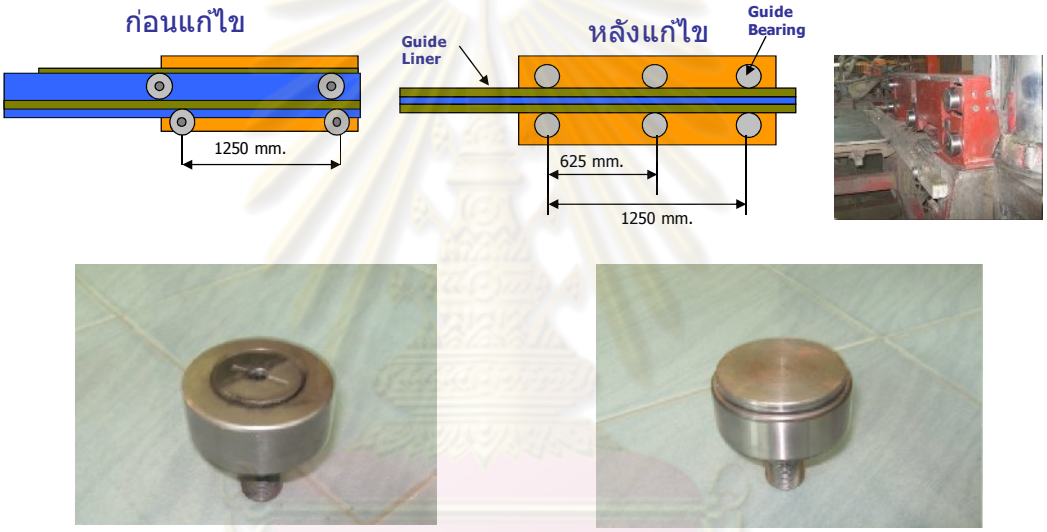
ขั้นตอนการทำงาน เมื่อ Charger cylinder ได้รับคำสั่งให้ส่งดินลงแบบ Charger ตัวกระบอกก็จะเคลื่อนที่เข้า-ออกตามแนวรางประคอง เพื่อส่งดินไปลง mould

สาเหตุของปัญหาเกิดจากการที่ Charger บิดขณะเลื่อนออกไปตามรางเกิดการสะดุด cover plate ตรงบริเวณรอยต่อทำให้ยางปาดดินของ Filling box กระแทกอีกทั้ง guide bearing มีฝุ่นเข้าไปอุดภายใน bearing ส่งผลให้ bearing ล็อค เกิดแรงเสียดทานและขัดตัวมากขึ้นจนทำให้กระบอก charger บิดตัว ดังตารางที่ 5.4 การวิเคราะห์ Why-Why ของยางปาดดิน และรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 Charger ในตำแหน่งต่างๆ

มาตรการการป้องกัน ทางทีมซ่อมบำรุงได้ทำการปรับปรุงชุดระบบส่งใหม่ด้วยการออกแบบอุปกรณ์ใหม่ ตามแนวทางที่เสนอในมาตรการแก้ไขปัญหาการปรับปรุงและลดอาการขัดข้องของปัญหา Filling box unit ของเครื่องอัดเติมดินไม่เต็มแบบ (P6) ที่ได้มีการปรับปรุงระบบปรับระดับเพื่อไม่ให้เกิดการสะดุดระหว่าง Wearing Sheet กับ Cover plate และยังได้ติดตั้ง bearing เพิ่มเข้าไปตรงกลางอีก 1 คู่เพื่อลดภาระของ bearing ชุดหน้าและชุดหลังไม่ให้ charger cylinder ตกและเกิดการขัดตัวกระบอก Charger จนแกนกระบอกบิด ดังรูปที่ 5.13



ก่อนปรับปรุง guide bearing

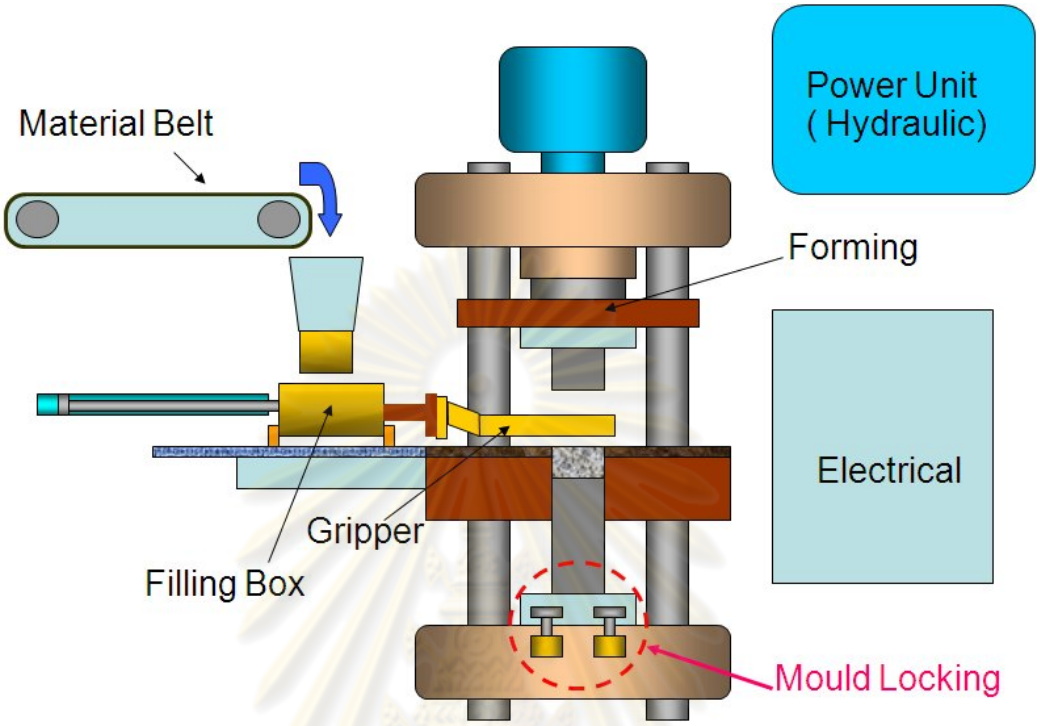
หลังปรับปรุง guide bearing ที่มีการกันฝุ่น

รูปที่ 5.13 การปรับปรุงระบบ Charger

หลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล การปรับปรุงหลังออกแบบพบปัญหาการขัดข้อง 1 ครั้งในเครื่องจักรที่รอดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ที่ออกแบบใหม่ ส่วนเครื่องที่ติดตั้งแล้วยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักร เทียบกับก่อนการปรับปรุงซึ่งเกิดอาการขัดข้อง 1 ครั้ง / 3 เดือน

6) ปัญหา Mould Locking Unit ของเครื่องอัดขัดข้อง (P13)

หน้าที่ของ Mould locking unit ของเครื่องอัดจะทำหน้าที่ในการล็อคไม่ให้ mould เหล็กที่เป็นแบบในการขึ้นรูปเกิดการขยับตัวจากการกดและดึงขึ้นของหัวกด ดังรูปที่ 5.14



รูปที่ 5.14 Mould locking

ขั้นตอนการทำงานของ Mould locking unit คือเมื่อมีการเปลี่ยนแบบแล้วจะต้องทำการล็อคแบบให้ติดกับฐานของเครื่องอัด โดยน้ำมันจะถูกส่งเข้ากระบอกล็อค mould ตลอดเวลาเพื่อจับยึดไม่ให้แบบเกิดการขยับตัว

สาเหตุของปัญหาเกิดจากการที่ Seal รั่วส่งผลให้ pressure ในกระบอก lock mould ตกต่ำกว่าค่าที่จับยึดและแรงดึงของเครื่องสูงกว่าค่าที่ล็อคทำให้ mould เกิดการเลื่อนจากตำแหน่งที่ตั้งไว้ แสดงการวิเคราะห์ดังตารางที่ 5.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.8 ตารางแสดงการวิเคราะห์ Why-Why ของ Seal รั่วที่ Mould Locking Unit

ปัญหา	Why-1	Why-2	Why-3	Why-4	Why-5	Why-6	Why-7	Why-8
Press Plate ล็อคไม่แน่น	มีช่องว่างใต้หน้าแปลน	สกรูยึดหน้าแปลนคลาย	มีแรงภายนอกที่สูงกว่าแรงยึดของสกรูมากระทำเนื่องจากแท่น Press Plate ขยับตัว	หน้าสัมผัสของ Press Plate กับ Sub Plate ไม่สนิทเนื่องจากมีดินแทรกระหว่างหน้าสัมผัส	Press Plate ลอยขณะยก Mould เดิมดิน	แรงยกของ Mould มากกว่าแรงยึดของกระบอก Lock Plate		
						เกิด Friction ระหว่างฝาแบบล่างกับ Liner ภายในช่อง Mould	มีวัตถุดิบเกาะติดรอบฝาแบบหรือ Liner ภายในช่อง Mould	พนักงานคุมเครื่องไม่ได้ทำความสะอาดฝาแบบหรือ Liner ตรงช่อง Mould
		สกรูยึดหน้าแปลนขันไม่แน่น	OK					
		หน้าสัมผัสของหน้าแปลนของกระบอกสูบไม่เรียบ	ไม่ได้มีการปรับเจียร					
		O Ring ฉีกขาด	เนื้อ O-Ringถูกกดมากเกินไป	ใช้ O-Ring ขนาด Oversize กว่าขนาด Std. ที่แนะนำของผู้ผลิต	พนักงานซ่อมขาดความรู้ที่ถูกต้อง			

ตรวจสอบ CS และ OD ของ O-Ring กับความลึกและความโตของร่อง เทียบกับ Std. พบว่าใช้ O-Ring ที่มี CS Oversize สูงกว่า Std.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

มาตรการแก้ไข ทำการตรวจสอบขนาด O-Ring เทียบกับค่ามาตรฐานตามคู่มือ พบว่า Cross Section Diameter ของ O-Ring มีขนาดใหญ่กว่ามาตรฐานที่กำหนด คือ 18-20% ของความลึกร่อง ที่ความแข็ง 70 Shore A โดยทางทีมซ่อมบำรุงทำการแก้ไขแบบความลึกและความโตของร่องใหม่ สำหรับกระบอกล็อคทุกตัว

แนวทางป้องกัน มีการบันทึกโดยการเขียนแบบกระบอกล็อคแล้วกำหนด ความลึกของร่องใส่ O-Ring เป็นขนาด Std. CS (cross section diameters) ที่สามารถซื้อจัดหาได้ทั่วไป จัดอบรมแก่พนักงานซ่อมบำรุงรักษาให้รับทราบและเปลี่ยนเมื่อครบอายุตามรอบ PM

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้ทำรวบรวมข้อมูล การปรับปรุงหลังออกแบบพบปัญหาการขัดข้อง 2 ครั้งในเครื่องจักรที่รอดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ที่ออกแบบใหม่ ส่วนเครื่องที่ติดตั้งแล้วยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้อง เทียบกับก่อนการปรับปรุงที่เกิดอาการขัดข้อง 6 ครั้ง / 3 เดือน

5.2.2 ผลการแก้ปัญหาด้วยการเพิ่มความสามารถในการตรวจจับ

โดยทีมซ่อมบำรุงได้หาแนวทางแก้ไขป้องกันโดยให้ความสนใจกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ช่วยตรวจจับอาการขัดข้อง เพื่อเพิ่มการตรวจสอบตามแผนซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถแก้ไขได้

1) ปัญหา Safety Unit ตัวกดไม่ทำงาน (P14)

ระบบ Sensor มีหน้าที่ในการตรวจจับการล็อคของตัวล็อคป้องกันการเลื่อนของ main piston ที่อาจเกิดอันตรายได้จากการที่ main piston ไหลลงมากดทับผู้ที่ปฏิบัติงานที่อยู่ใต้เครื่องอัดขึ้นรูป

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อเข้าสู่จังหวะยก main piston ขึ้น ระบบ Sensor ทำการตรวจหาตำแหน่งการเกาะของกระบอกลมล็อคหัวกดของ main piston หากตรวจพบแท่งกระบอก ระบบจะทำการยืนยันค่าว่ามีการล็อคหัวกดแล้วปลอดภัย หากตรวจไม่พบแกนแท่งกระบอกล็อคหัวกด ระบบจะทำการหยุดระบบ

สาเหตุของปัญหาที่ทางทีมซ่อมบำรุงตรวจพบเกิดจากระบบ Sensor ที่ตรวจจับกระบอกลมล็อคหัวกดเลื่อนตำแหน่งจากการสั่นของเครื่องขณะกด ทำให้ระบบ Sensor ตรวจพบแกนของแท่งล็อคทั้งๆที่แกนยังไม่ถึงตำแหน่งล็อค ระบบจึงเข้าใจว่ามีการทำงาน

ถูกต้องและมีการล็อคของแท่งล็อคแล้วจึงส่งสัญญาณกลับมาที่เครื่องอัดขึ้นรูปว่าสามารถทำงานกดได้ตามปกติ ซึ่งสถานะที่ถูกควรจะไม่ทำงาน ดังรูปที่ 5.15

ก่อนการปรับปรุง หลังการปรับปรุง

รูปที่ 5.15 Sensor ของ Safety unit เครื่องอัดขึ้นรูป

มาตรการแก้ไข ที่ทางทีมเสนอจะทำการแก้มีด้วยกัน 3 มาตรการ ดังตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 ตารางแสดงแนวทางในการเลือกวิธีแก้ไขปัญหา Safety Unit ตัวกดไม่ทำงาน

แนวทางแก้ไข	Cost	Time	Quality	ความเป็นไปได้	รวม
การแก้ที่เครื่องสั่นจากการอัดอิฐขนาดใหญ่ที่ใช้แรงกดสูง	2	1	3	1	6
การแก้ด้วยการเพิ่มการตรวจการคลายตัวของน๊อตที่ยึด sensor	3	2	2	2	24
การแก้ที่จุดติดตั้งใหม่ที่ sensor สามารถตรวจพบได้ง่าย	3	3	2	3	54

3 = ดี 2 = ปานกลาง 1 = แย่

หมายเหตุ : รวม = Cost x Time x Quality x ความเป็นไปได้

ทางทีมซ่อมบำรุงทำการเลือกแนวทางที่ปรับจุดติดตั้งใหม่โดยยึด sensor ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต่ำลงมาจากจุดเดิมของแท่งกระบอกล็อคลม เพื่อให้สามารถตรวจจับแกนแท่งเหล็กในตำแหน่งล็อคได้ง่าย พร้อมเพิ่มมาตรการตรวจสอบการเลื่อนตำแหน่งของกระบอกและ Sensor เพื่อกันการตรวจที่ผิดพลาดของอุปกรณ์ทุกรอบ PM

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูลหลังการปรับจุดติด Sensor ยังไม่พบปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร เนื่องจากระยะเวลาที่ทดสอบน้อยกว่าระยะวลาที่เคยเกิดอาการขัดข้อง คือ ระยะเวลา 6 เดือน จึงต้องรอยืนยันผลต่อ

2) ปัญหา Safety unit ของ Sensor หน้าเครื่องไม่ทำงาน (P15)

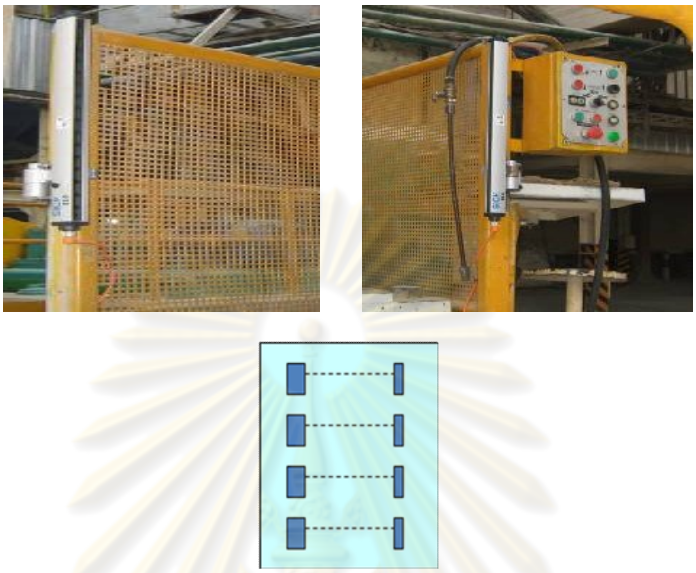
ระบบ Safety unit บริเวณหน้าเครื่องอัดขึ้นรูป จะมี Sensor ตรวจจับวัตถุแปลกปลอมไม่ให้ผ่านเข้าตรงตำแหน่งอัดของเครื่องระหว่างที่เครื่องกำลังทำงาน เพื่อป้องกันอันตรายของพนักงานและเครื่องจักร

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเคลื่อนผ่าน Sensor เข้าไปภายในตัวเครื่องขณะที่เครื่องจักรทำงาน ระบบ Sensor จะส่งสัญญาณไปหยุดระบบการทำงานของเครื่องอัดไม่ให้ทำการอัด

สาเหตุของปัญหาเกิดจาก Sensor ตรวจจับหน้าเครื่องตรวจไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่มีลักษณะเป็นแท่งตรงขนาดเล็ก Sensor จึงส่งสัญญาณว่าทำงานได้ปกติ ทั้งที่มีสิ่งแปลกปลอมขวางอยู่ส่งผลให้เครื่องอัดทำงานและกดหัวกดลงมา

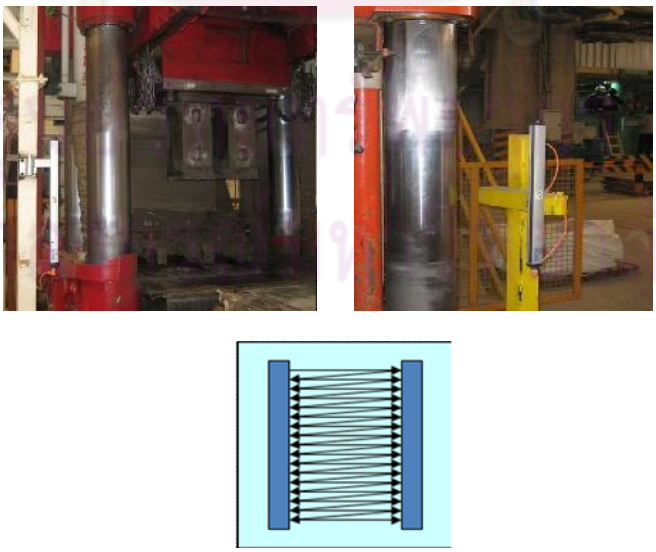
มาตรการแก้ไข ทางทีมซ่อมบำรุงได้ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดอาการขัดข้อง ในด้านระดับความรุนแรง แต่ไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ด้วยข้อจำกัดด้านการดัดแปลง จึงมาพิจารณาที่การเพิ่มความสามารถในการป้องกัน โดยติดตั้งอุปกรณ์ที่มีความละเอียดมากขึ้นในการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมจากระบบเดิมจะเป็นแบบ Light Beam Sensor ที่มีลักษณะการตรวจจับเป็นเส้นขนานกัน ตามรูปที่ 5.16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.16 ระบบ Light Beam Sensor ก่อนปรับปรุง

ทำการเปลี่ยนระบบตรวจจับเป็นแบบ Light Curtain Sensor ซึ่งมีความสามารถในการตรวจจับที่ละเอียดมากขึ้นดังแสดงดังรูปที่ 5.17 เพื่อเพิ่มโอกาสในการตรวจจับวัตถุแปลกปลอมที่เป็นแท่งตรงขนาดเล็ก



รูปที่ 5.17 ระบบ Light Curtain Sensor หลังปรับปรุง

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูลการปรับปรุงหลังติด Sensor แบบใหม่แทนแบบเดิมและทบทวนระบบการตรวจจับ ยังไม่พบปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร เนื่องจากระยะเวลาที่ทดสอบน้อยกว่าระยะวลาที่เคยเกิดอาการขัดข้อง คือระยะเวลา 9 เดือน จึงต้องรอยืนยันผลต่อ

3) ปัญหาชุดควบคุมของรถจอดไม่ตรงจุด (W3)

ชุดควบคุมของรถชั่ง มีหน้าที่ในการประมวลผลและคำนวณบอกระยะการจอดให้กับรถชั่งว่าเคลื่อนที่ไปตรงตำแหน่งเพื่อหยุดรับวัตถุดิบ

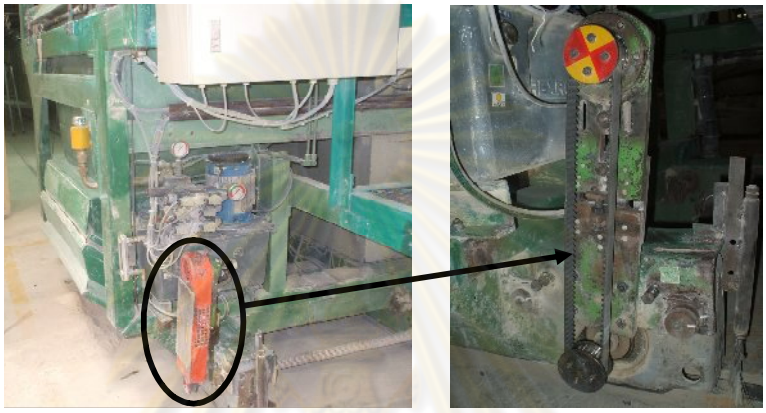
ขั้นตอนการทำงานของชุดควบคุมคือ มีการรับคำสั่งจากห้องควบคุมเพื่อให้รถชั่งเคลื่อนที่ไปรับวัตถุดิบตามจุดที่กำหนดโดยเคลื่อนที่เป็นระยะทางตามที่ได้ป้อนข้อมูลไว้ โดยส่งคำสั่งผ่านไปยังมอเตอร์ของรถชั่งให้เคลื่อนที่ไปตามที่ชุดควบคุม

สาเหตุของปัญหาเกิดจากการที่ Card Control เสีย พบว่าบางครั้งติด บางครั้งดับ เกิดการผิดปกติของระบบอันเนื่องจากมีฝุ่นเข้าไปเกาะบริเวณหน้าสัมผัสของแผ่นควบคุม ทำให้รถชั่งจอดไม่ตรงจุดที่ตั้งค่าควบคุมไว้ ส่งผลให้การชั่งวัตถุดิบผิดพลาด ดังแสดงรูปที่ 5.18

รูปที่ 5.18 ชุด Card Control ของรถชั่ง

มาตรการแก้ไข ทีมซ่อมบำรุงทำการเปลี่ยน Card Control ใหม่ พร้อมด้วยปิดบริเวณห้องควบคุมแผงวงจรให้สนิทและเวลาที่มีการทำ PM หากพบว่ามีฝุ่นอยู่ในแผง

ควบคุมให้ทำการดูดออกแทนการใช้วิธีเป่าและติด alarm ที่หน้าจอที่ห้องควบคุมหากรถชั่งจอดไม่ตรงจุดจะมีไฟขึ้นที่หน้าจอ โดยอาศัยการเขียนโปรแกรมเพิ่มด้วยการผูกเงื่อนไขการนับระยะการเคลื่อนที่จากตัววัดรอบที่มีอยู่แล้วบริเวณล้อรถ ดังรูปที่ 5.19 เป็นตัวทวนสอบ



รูปที่ 5.19 ตัววัดระยะรอบการเคลื่อนที่ encoder ของรถชั่ง

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้องเทียบกับก่อนการปรับปรุงที่เกิดอาการขัดข้อง 3 ครั้ง / 3 เดือน

4) ปัญหาใบกวนเครื่องผสมไม่หมุน (M1)

หน้าที่การทำงานของใบกวนเครื่องผสมจะหมุนกวนส่วนผสมและวัตถุดิบที่ใส่ลงในถังผสมให้คลุกเคล้าเข้ากันตามเวลาที่กำหนด แสดงภาพของใบกวนเครื่องผสมดังรูปที่ 5.20

รูปที่ 5.20 ใบกวนเครื่องผสม

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อเครื่องผสมทำงานและส่วนผสมลงในถังผสม มอเตอร์หมุนขับสายพานจะหมุนส่งแรงไปหมุนใบกวนของเครื่องผสมให้หมุนเพื่อทำการคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน

สาเหตุที่ใบกวนเครื่องผสมไม่หมุนเกิดจากการสึกและขาดของสายพานหลังจากที่มีการเปลี่ยนแล้วปรับตั้งสายพานไม่ได้ Alignment ทำให้สายพานที่หมุนเกิดการบิดตัวเมื่อเดินเครื่องไปจะเกิดการสึกและขาดก่อนการถึงกำหนดเปลี่ยนดังรูปที่ 5.21 ส่งผลให้สายพานไม่ส่งแรงไปยังใบกวนเกิดการลื่นไถลของสายพาน

รูปที่ 5.21 สายพานที่ขาด

มาตรการแก้ไข หลังทำการเปลี่ยนสายพานเสร็จ ต้องทำการตรวจสอบการตั้ง Alignment ของสายพานทุกครั้ง และมีการตรวจทุกรอบที่มีการทำ PM แนวทางป้องกันการตั้งสายพานไม่ได้ Alignment นั้นได้จัดให้มีการสอนและอบรมวิธีการตั้ง Alignment ของสายพานที่ถูกต้อง จัดทำแผน PM และวิธีการตรวจความสึกของสายพานด้วย

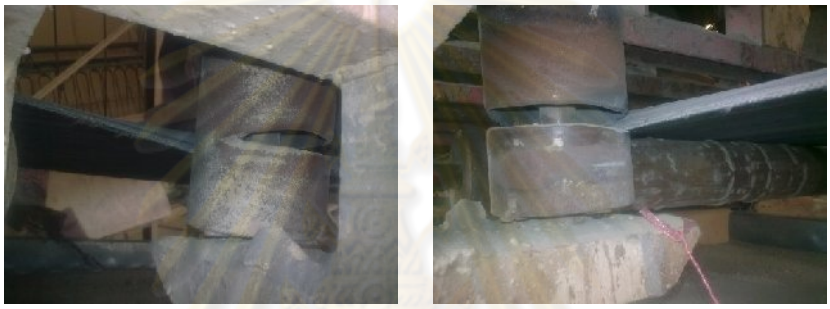
ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้องเนื่องจากระยะเวลาที่ทดสอบน้อยกว่าระยะวลาที่เคยเกิดอาการขัดข้อง คือระยะเวลา 9 เดือน จึงต้องรอยืนยันผลต่อ

5) ปัญหา Conveying Belt ของ Mixer เบียดข้าง (M2)

สายพานลำเลียงบริเวณใต้เครื่องผสม มีหน้าที่ในการรับและส่งวัตถุดิบที่ผสมเสร็จจากเครื่องผสมไปยัง Hopper ของเครื่องอัดขึ้นรูป

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อเครื่องผสมทำการผสมวัตถุดิบจนเข้ากันดีแล้ว ก็จะส่งส่วนผสมออกจากถังผสมโดยการเปิดฝาด้านล่างออกส่งส่วนผสมลงมายังสายพาน Conveying Belt เพื่อลำเลียงไปยัง Hopper ของเครื่องอัดขึ้นรูป

สาเหตุของปัญหาเกิดจากการที่สายพานขยับตัวจากการประกอบที่ไม่ได้ Alignment และไม่ได้ปรับตั้ง เมื่อสายพานลำเลียงเคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ ตัวสายพานเองจะเลื่อนออกจากแนว เกิดการเบียดลูกกลิ้งประคองข้าง และวัตถุดิบก็จะหกหล้นออกจากสายพาน ดังรูปที่ 5.22



รูปที่ 5.22 แสดงภาพสายพานเบียดข้าง

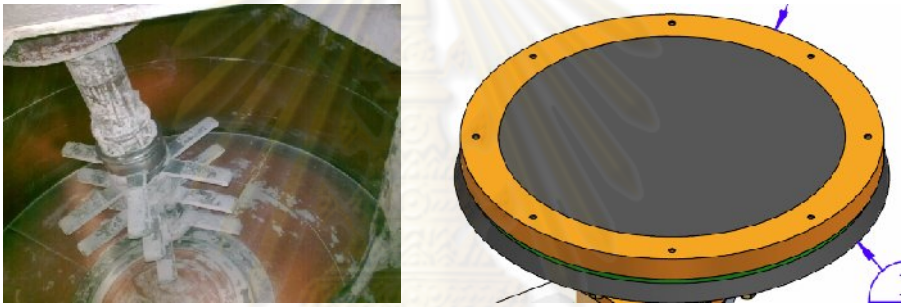
มาตรการแก้ไข ทำการตรวจสอบทุกครั้งหลังเปลี่ยนสายพาน จะต้องมีการตรวจ Alignment ก่อนที่จะส่งมอบงานให้แก่หน่วยงานผลิต ดังรูปที่ 5.23 พร้อมสอนการตรวจสอบและวิธีการปรับตั้งสายพานที่ถูกวิธีแก่พนักงานซ่อมบำรุงรักษา

รูปที่ 5.23 ชุดปรับสายพาน

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้อง เนื่องจากระยะเวลาที่ทดสอบน้อยกว่าระยะวลาที่เคยเกิดอาการขัดข้อง คือระยะเวลา 6 เดือน จึงต้องรอยืนยันผลต่อ

6) ปัญหา Discharge Gate ของเครื่องผสมปิดไม่สนิท (M3)

Discharge Gate คือช่องทางสำหรับปล่อยวัตถุดิบที่ผสมแล้วออกจากตัวเครื่องผสม และทำหน้าที่ในการปิดกั้นไม่ให้ส่วนผสมรั่วไหลออกจากถังผสมขณะเครื่องผสมทำงาน ดังรูปที่ 5.24



รูปที่ 5.24 Discharge Gate ของเครื่องผสม

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อเครื่องผสมจะเริ่มทำการผสมวัตถุดิบ Discharge Gate จะเคลื่อนมาปิดด้านล่างของถังผสมเพื่อกันวัตถุดิบรั่วลงด้านล่าง เมื่อผสมเสร็จ Discharge Gate จะเปิดออกเพื่อส่งวัตถุดิบที่ผสมเสร็จแล้วไปยังกระบวนการอัดขึ้นรูปต่อไป

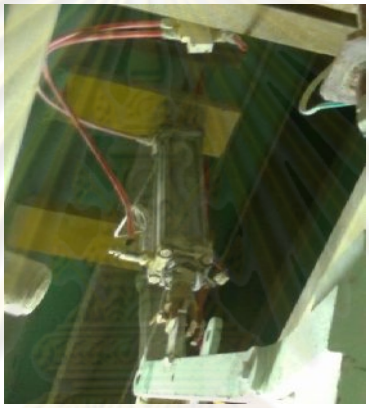
สาเหตุของปัญหาที่ทางทีมซ่อมบำรุงได้ไปตรวจสอบพบว่าเกิดจากการที่ Pressure ring สึกทำให้ Discharge Gate ปิดไม่สนิทเกิดการรั่วไหลของส่วนผสม

มาตรการแก้ไขคือ ทางทีมได้จัดหาอุปกรณ์การตรวจสอบความสึกหร่อของ Pressure Ring ทำการตรวจทุกรอบ PM ถ้าพบว่า Pressure Ring สึกหร่อเกินกว่ามาตรฐาน ต้องทำการเปลี่ยน Pressure Ring และ ตรวจสอบความหนาของ Pressure Ring อย่างละเอียด เพื่อให้ได้ความหนาตามมาตรฐาน

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้องเทียบกับก่อนการปรับปรุงที่เกิดอาการขัดข้อง 2 ครั้ง / 3 เดือน

7) ปัญหา Discharge Gate ของเครื่องผสมไม่เปิด (M4)

กระบอกลมของ Discharge Gate จะเป็นตัวส่งแรงกันฝาของ Discharge Gate ไม่ให้ส่วนผสมรั่วออกจากถังผสม เมื่อกระบวนผสมเสร็จสิ้นแล้ว กระบอกลมล็อค Discharge Gate จะต้องเลื่อนออกเพื่อเปิดให้ส่วนผสมไหลลงด้านล่าง ดังรูปที่ 5.25



รูปที่ 5.25 กระบอกลมของฝาปิดด้านล่างเครื่องผสม

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อกระบวนผสมเสร็จสิ้นแล้ว กระบอกลมล็อค Discharge Gate จะต้องเลื่อนออกเพื่อเปิดให้ส่วนผสมไหลลงด้านล่าง

สาเหตุของปัญหาที่ทางทีมซ่อมบำรุงได้ไปสำรวจอาการขัดข้องเกิดจากการที่กระบอกลมค้างจากการขัดตัวของก้านกระบอก ทำให้กระบอกไม่เลื่อนกลับเพื่อเปิดฝา Discharge Gate ออก

มาตรการแก้ไข ทำการเปลี่ยนกระบอกลมที่ชำรุดใหม่และตรวจสอบการติดตั้งว่าอยู่ในแนวเดียวกัน เพื่อไม่ให้เกิดการขัดตัวจาการติดตั้งซ้ำอีก พร้อมเพิ่มการตรวจสอบของการทำ PM

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้ทำรวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้อง

เนื่องจากระยะเวลาที่ทดสอบน้อยกว่าระยะวลาที่เคยเกิดอาการขัดข้อง คือ ระยะเวลา 6 เดือน จึงต้องรอยืนยันผลต่อ

8) ปัญหา ระบบไฟของ Mixer ไม่ทำงาน (M5)

ระบบไฟของ Mixer ส่งกระแสไฟฟ้าไปตามอุปกรณ์ต่างๆ ในเครื่องผสม เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนถังผสมและใช้ในการตรวจการทำงานของอุปกรณ์ Proximity Switch ที่ทำหน้าที่ตรวจจับความผิดปกติของเครื่อง

ขั้นตอนการทำงาน ก่อนที่เครื่องผสมจะทำการหมุนนั้นระบบไฟส่งไฟฟ้าเข้า Proximity Switch เพื่อทำตรวจสอบตำแหน่งการปิดฝา ทั้งทางเข้าวัตถุดิบและทางออกของส่วนผสม ดังรูปที่ 5.26 หากมีการตรวจสอบสถานะที่ถูกต้องระบบไฟก็จะส่งไฟไปยังมอเตอร์ผสมเพื่อทำการผสมต่อไป

รูปที่ 5.26 Proximity Switch ของเครื่องผสม

สาเหตุของปัญหาที่ทีมซ่อมบำรุงสำรวจพบว่าสายไฟของ Proximity Switch ขาดจากการที่สายไฟเกี่ยวกับกระบอกของระบบเปิด-ปิดฝาด้านล่างของเครื่องผสม

มาตรการแก้ไข หลังเปลี่ยนสายไฟและต่อสายเข้า Proximity Switch จะทำการเก็บสายไฟให้เรียบร้อย เพื่อไม่ให้สายไฟแกว่งไปถูกชิ้นส่วนที่เคลื่นที่รอบข้าง พร้อมด้วยเพิ่มการตรวจสอบการทำงานของ Proximity Switch ด้วยเครื่องมือวัดกระแสและค่าความต้านทานในการดูสภาพของอุปกรณ์ว่าปกติหรือไม่

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับพบปัญหาอาการขัดข้องเกิดขึ้น 1 ครั้ง เทียบกับก่อนการปรับปรุงที่เกิดอาการขัดข้อง 2 ครั้ง / 3 เดือน

9) ปัญหา Mixer Pan หมุนไม่ไหว (M6)

Mixer Pan คือถังผสมที่ใช้ในการผสมวัตถุดิบให้คลุกเคล้าเข้ากัน ด้วยการหมุนของ motor gear ใต้ถังขับเคลื่อนให้ถังผสมหมุน

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อมีคำสั่งให้เครื่องผสมทำงาน motor gear จะขับให้ถังผสมที่ติดอยู่หมุน

สาเหตุของปัญหาเกิดจากการที่มีกระแสไฟฟ้าเข้ามามากเกิน ขดลวดของมอเตอร์เกิดการลัดวงจรทำให้ไฟไม่ครบ phase และมอเตอร์เกิดความร้อนสะสมสูงที่ขดลวดส่งผลให้มอเตอร์เกิดการเสียหาย และไหม้ ดังรูปที่ 5.27

รูปที่ 5.27 Motor Gear ไหม้

มาตรการแก้ไข ทำการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ และติดอุปกรณ์ Protection Motor & Soft Starter ซึ่งทำหน้าที่ ตัด เตือน ป้องกัน ไม่ให้มอเตอร์ไหม้ และอุปกรณ์ดังกล่าวจะช่วยตรวจสอบในเรื่อง Over /Under Current, Phase Loss, Lock Rotor, Phase Reversal, Phase Unbalance

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมได้ทำรวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้อง เนื่องจากระยะเวลาที่ทดสอบน้อยกว่าระยะวลาที่เคยเกิดอาการขัดข้อง คือระยะเวลา 6 เดือน จึงต้องรอยืนยันผลต่อ

10) ปัญหา Skip Hoist ของเครื่องผสมไม่จอดตรงตำแหน่ง (M7)

Skip Hoist ทำหน้าที่รับวัตถุดิบที่รถชั่งเตรียมไว้ เคลื่อนที่ขึ้นและลงตามรางประคอง อาศัยการดึงของสลิงเพื่อนำ Hopper ไปส่งที่ช่องทางเข้าของถังผสมเพื่อถ่ายวัตถุดิบลงในถังของเครื่องผสม

ขั้นตอนการทำงานเมื่อมอเตอร์หมุน กว้านสลิงที่ติดกับ Hopper ของ Skip Hoist จะเคลื่อนที่มารับวัตถุดิบที่รถชั่ง เมื่อ Skip Hoist จอดตรงตำแหน่งจะทำการถ่ายวัตถุดิบลงใน Hopper เพื่อลำเลียงวัตถุดิบขึ้นไปยังตำแหน่งช่องทางเข้าของเครื่องผสมและหยุดด้วยการเบรคของผ้าเบรคดังรูปที่ 5.28

รูปที่ 5.28 motor กว้านของ Skip Hoist

สาเหตุการที่ Skip Hoist จอดไม่ตรงตำแหน่งทำให้ไม่สามารถรับวัตถุดิบได้ ดังแสดงในตารางที่ 5.10

มาตรการแก้ไข ทำการปรับปรุงด้วยการปรับตั้งผ้าเบรค ตรวจขันสกรูยึดเบรคและติดเครื่องมือวัดความหนาผ้าเบรคและปรับปรุงตารางการตรวจ PM

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับพบปัญหาอาการขัดข้องเกิดขึ้น 1 ครั้ง เทียบกับก่อนการปรับปรุงที่เกิดอาการขัดข้อง 2 ครั้ง / 3 เดือน

ตารางที่ 5.10 ตารางแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของ Skip Hoist

ปัญหา	Why-1	Why-2	Why-3	Why-4	Why-5	Why-6
Skip Hoist ของเครื่องผสมไม่จอดตรงตำแหน่งปาดดินขาด	แรงยึดน้อยกว่าน้ำหนัก Sskip Hoist	พลังงานศักดิ์ของ Spring กดผ้าเบรคน้อย	ผ้าเบรคบาง	สึก	จากการใช้ทำงานแล้วไม่ปรับตั้ง	N/A
			ความหนาของ Rotor Disc	OK		
			สกรูยึดแผ่นเบรคกับ Rotor	OK		
	มอเตอร์หยุดช้าปาดดิน	ขดลวดล้าแข็งมาก	OK			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11) ปัญหา Skip Hoist ของเครื่องผสมขัดตัว (M8)

Skip Hoist ทำหน้าที่รับวัตถุดิบที่รถชั่งเตรียมไว้ เคลื่อนที่ขึ้นและลงตามรางประคอง อาศัยการดึงของสลิงเพื่อนำ Hopper ไปส่งที่ช่องทางเข้าของถังผสมเพื่อถ่ายวัตถุดิบลงในถังของเครื่องผสม

ขั้นตอนการทำงานเมื่อมอเตอร์หมุน กว้านสลิงที่ติดกับ Hopper จะเคลื่อนที่มารับวัตถุดิบที่รถชั่งเตรียมไว้ เคลื่อนที่ไปตามรางประคองที่ตั้งในแนวเอียงกับผนัง และทำการถ่ายวัตถุดิบให้กับเครื่องผสม

สาเหตุของอาการขัดข้องเกิดจากลูกปืนประคองตัว Skip Hoist แตกและหลุดทำให้ Skip Hoist เกิดการแกว่งตัวขัดกับรางประคอง ส่งผลให้มอเตอร์ที่ใช้ดึงกว้านตรวจพบการ over load ของ Skip Hoist สั่งให้หยุดการทำงาน ดังรูปที่ 5.29

รูปที่ 5.29 ลูกปืนและรางประคอง Skip Hoist

มาตรการแก้ไข ทำการเปลี่ยนลูกปืนชุดใหม่ พร้อมตรวจขั้นตอนการประกอบว่าได้ตามมาตรฐานการประกอบ bearing ตรวจสภาพรางประคองและทบทวนตารางการตรวจสอบในแผน PM

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้อง เนื่องจากระยะเวลาที่ทดสอบน้อยกว่าระยะวลาที่เคยเกิดอาการขัดข้อง คือระยะเวลา 4 เดือน จึงต้องรอยืนยันผลต่อ

12) ปัญหา Wafex Pump ของ Mixer ไม่ทำงาน (M9)

Wafex Pump ของเครื่องผสมภายใน Pump มีใบแบบตักอยู่จะหมุนแล้วดูดน้ำยาประสานที่ใช้ในสูตรผสมจากถังบรรจุที่อยู่ใต้เครื่องผสมลำเลียงขึ้นไปตามท่อเพื่อส่งไปผสมในเครื่องผสม

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อผสมไประยะหนึ่งโปรแกรมของเครื่องผสม จะสั่งให้ Pump ดูดน้ำยาประสานที่ใช้ในสูตรจากถังด้านล่างขึ้นไปใส่ในถังผสม

สาเหตุของปัญหาเกิดจากการที่ Pump อุดตัน จากการที่ในส่วนผสมของน้ำยาประสานที่ใช้มีผงที่ละลายไม่หมดผสมอยู่ ดังรูปที่ 5.30

รูปที่ 5.30 Wafex Pump ของเครื่องผสม

มาตรการแก้ไข มี Pump สำรองเปลี่ยนทุกรอบ ก่อนที่จะเกิดการอุดตัวตามธรรมชาติของการทำงานรูปแบบนี้ และตรวจตัวหน่วงเวลาเพื่อให้ผงในน้ำยาประสานละลายหมด

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมได้ทำรวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้องเทียบกับก่อนการปรับปรุงที่เกิดอาการขัดข้อง 3 ครั้ง / 3 เดือน

13) ปัญหา Gripper ของเครื่องอัดไม่จับอิฐ (P11)

Gripper เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจับก้อนอิฐที่อัดขึ้นรูปแล้วออกจากแบบที่อัด โดยอาศัยการทำงานของกระบอกลมที่ส่งลมมายังกระบอกลมของ Gripper เพื่อหนีบอิฐออกจากแบบไปวางที่สายพานลำเลียง ก่อนที่จะส่งไปกระบวนการเผาต่อไป

ขั้นตอนการทำงานเมื่อเครื่องอัดอิฐเสร็จแล้วจะดันก้อนอิฐออกจากแบบ mould ขึ้นมา Gripper จะเคลื่อนที่มาหนีบก้อนอิฐไว้ แล้วเคลื่อนที่ออกนำอิฐที่จับมาออกไปวางที่สายพานลำเลียง

สาเหตุจากการที่กระบอกลมที่เข้า Gripper รั่วทำให้ไม่สามารถจับก้อนอิฐได้ จากการที่ Seal ของกระบอกลมเสื่อมสภาพ ดังรูปที่ 5.31

รูปที่ 5.31 Gripper ตัวจับอิฐของเครื่องอัดขึ้นรูป

มาตรการแก้ไข เปลี่ยน Seal ใหม่ ตรวจวัดความดันลมในท่อส่งลมของ Gripper ต้องอยู่ในระดับคงที่ ขณะที่ Gripper ยังไม่ทำงาน พร้อมทบทวนการตรวจความดันลมเพื่อดูการรั่วของลม

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับพบปัญหาอาการขัดข้องเกิดขึ้น 2 ครั้ง เทียบกับก่อนการปรับปรุงที่เกิดอาการขัดข้อง 3 ครั้ง / 3 เดือน

14) ปัญหา Hydraulic Unit ของเครื่องอัดไม่มีน้ำมันส่งเข้าระบบ (P18)

ระบบ Hydraulic ของเครื่องอัดทำหน้าที่ส่งน้ำมันไปยังกระบอก Hydraulic ที่อยู่ในระบบ

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อระบบ Hydraulic สั่ง Pump ให้ทำงานน้ำมันจะถูกส่งเข้าในสาย Hydraulic ไปยังกระบอก Hydraulic เพื่อทำงาน

สาเหตุของปัญหาเกิดจากสายกระบอกไฮดรอลิคแตกจากการหักงอเนื่องจากพื้นที่สายอยู่มีพื้นที่แคบ ดังรูปที่ 5.32

รูปที่ 5.32 สายกระบอก Hydraulic ของเครื่องอัดขึ้นรูป

มาตรการแก้ไข เปลี่ยนสายใหม่และปรับความยาวของสายให้เหมาะสม ให้เกิดการหักงอของสายไฮดรอลิคน้อยที่สุด

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมได้ทำรวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับพบปัญหาอาการขัดข้องเกิดขึ้น 1 ครั้ง เทียบกับก่อนการปรับปรุงที่เกิดอาการขัดข้อง 2 ครั้ง / 3 เดือน

15) ปัญหา Hydraulic ดันรถเข้าเตาไม่ได้ (K1)

Pump Hydraulic ทำหน้าที่ในการส่งน้ำมันไปยังกระบอกไฮดรอลิคเพื่อทำการดันรถเตาเข้าเตา

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อถึงเวลาที่จะดันรถเตา น้ำมันจะถูกส่งเข้ากระบอกไฮดรอลิคเพื่อดันรถเตาไปตามระยะที่ต้องการ ก่อนที่จะถูกปล่อยกลับลงถังในจังหวะถอยหลังเพื่อรอการดันในครั้งต่อไป

สาเหตุของปัญหาจากการที่ ใบ Pump ส่งน้ำมันรั่วชำรุด pump สร้างแรงดันได้น้อยกว่าความต้องการ ดังรูปที่ 5.33

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.33 Pump ส่งน้ำมันไฮดรอลิค

มาตรการแก้ไข เปลี่ยนใบ Pump ที่สึกและเพิ่มมาตรการตรวจจับความผิดพลาดของระบบน้ำมันให้แสดงผลไปยังห้องควบคุม

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ได้รวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้อง เนื่องจากระยะเวลาที่ทดสอบน้อยกว่าระยะวลาที่เคยเกิดอาการขัดข้อง คือระยะเวลา 6 เดือน จึงต้องรอยืนยันผลต่อ

16) ปัญหา อิฐ/ผนังเตาเสียหาย (K2)

อิฐที่ได้จากการอัดจะถูกลำเลียงขึ้นรถเตาและเข้าเตา เพื่อทำการเผาให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์

สาเหตุของปัญหาเกิดจากการที่เลียงอิฐไม่ได้มาตรฐานทำให้อิฐที่เลียง เคลื่อนที่ไปเกี่ยวกับผนังเตา ส่งผลให้อิฐล้มลงมาเสียหาย และผนังเตาชำรุด

มาตรการแก้ไข ทำการวัดการเลียงของก้อนอิฐก่อนเข้าเตา ตรวจสอบและทบทวนระยะของเกจวัดระยะก่อนเข้าเตา และได้มีการส่องกล่องดูระยะห่างภายในเตาเพื่อทำการปรับระยะเผื่อให้เหมาะสม ดังรูปที่ 5.34

รูปที่ 5.34 เกจวัดการเลียงอิฐ

ผลหลังการปรับปรุงมาตรการแล้วเป็นเวลา 3 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคมจนถึงมีนาคมที่ทำรวบรวมข้อมูล ด้วยการทบทวนการตรวจจับยังไม่พบปัญหาอาการขัดข้อง เนื่องจากระยะเวลาที่ทดสอบน้อยกว่าระยะวลาที่เคยเกิดอาการขัดข้อง คือ ระยะเวลา 8 เดือน จึงต้องรอยืนยันผลต่อ

5.3 ผลการประเมินค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ในขั้นตอนนี้จะทำการรวบรวมข้อมูล OEE ของเครื่องจักรในแต่ละเครื่องหลังปรับปรุงเป็นระยะเวลา 3 เดือน ระหว่างเดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2010 ดังตารางที่ 5.11 ถึง 5.14

ตารางที่ 5.11 ตารางแสดงผลของค่า OEE ปี 2010 ของเครื่องชั่ง

เครื่องชั่ง	เดือน			เฉลี่ย
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	(ร้อยละ)
A	97.61	95.76	97.83	97.07
P	92.30	93.67	91.82	92.60
Q	99.74	99.84	99.80	99.79
OEE	89.86	89.55	89.65	89.69

เครื่องชั่งมีค่า OEE สูงขึ้น จากการที่ปรับปรุงปัญหาในกลุ่มของ A และ Q ใน ความสูญเสีย 6 ประการ

ตารางที่ 5.12 ตารางแสดงผลของค่า OEE ปี 2010 ของเครื่องผสม

เครื่องผสม	เดือน			เฉลี่ย
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	(ร้อยละ)
A	96.32	95.81	96.79	96.31
P	91.35	93.67	92.58	92.53
Q	98.83	98.58	99.08	98.83
OEE	86.96	88.47	88.79	88.07

เครื่องผสมมีค่า OEE สูงขึ้น จากการที่ปรับปรุงปัญหาในกลุ่มของ A, Q และ P ใน ความสูญเสีย 6 ประการ

ตารางที่ 5.13 ตารางแสดงผลของค่า OEE ปี 2010 ของเครื่องอัดขึ้นรูป

เครื่องอัดขึ้นรูป	เดือน			เฉลี่ย
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	(ร้อยละ)
A	87.53	88.86	87.64	88.01
P	98.44	98.15	98.23	98.28
Q	94.58	95.31	94.83	94.91
OEE	81.50	83.13	81.64	82.09

เครื่องอัดขึ้นรูปมีค่า OEE สูงขึ้น จากการที่ปรับปรุงปัญหาในกลุ่มของ A และ P ใน ความสูญเสีย 6 ประการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.14 ตารางแสดงผลของค่า OEE ปี 2010 ของเตาเผา

เตาเผา	เดือน			เฉลี่ย
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	(ร้อยละ)
A	100.00	100.00	100.00	100.00
P	88.89	94.44	88.89	90.74
Q	93.81	96.03	95.34	95.06
OEE	83.39	90.69	84.74	86.27

เตาเผามีค่า OEE สูงขึ้น จากการที่ปรับปรุงปัญหาในกลุ่มของ A และ Q ใน ความสูญเสีย 6 ประการ

5.4 ผลของแนวโน้มผลกระทบของเครื่องจักรขัดข้อง

ในขั้นตอนนี้จะทำการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำหลังการปรับปรุง โดยใช้หลักการให้คะแนน ตามเกณฑ์เดิมที่ใช้ในการประเมินในขั้นต้นก่อนปรับปรุง อ้างอิงข้อกำหนดของ AIAG 2001 .โดยเมื่อพิจารณาข้อมูลเดือนมกราคม ถึง มีนาคม 2010 ในส่วนของจำนวนครั้งที่เครื่องจักรทำงาน ดังตารางที่ 5.15 และอัตราการเกิดอาการขัดข้องของแต่ละเครื่องจักร นั้นแสดงดังตารางที่ 5.16 ถึง 5.19

ตารางที่ 5.15 ตารางแสดงจำนวนครั้งที่เครื่องจักรทำงาน

รายการ	จำนวนการผลิต (ตัน)	ปริมาณการทำงานของเครื่องจักรต่อปี			
		เครื่องชั่ง (เที่ยว)	เครื่องผสม (Batch)	เครื่องอัดขึ้นรูป(Stroke)	เตาเผา (Stroke)
ค่าอ้างอิงพื้นฐานของโรงงาน (Basis)	1	10	1	60	0.625
ปริมาณการผลิตปี 2010 ที่เก็บข้อมูล 3 เดือน	8,000	80,000	8,000	480,000	5,000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.16 ตารางแสดงผลการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องของเครื่องชั่ง (W)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ความถี่อาการขัดข้อง (ครั้ง /3 เดือน) (1)	เครื่องจักรทำงาน (เที่ยว /3 เดือน) (2)	จำนวนอาการขัดข้องใน 100 เที่ยว ((1)÷(2))x100	ค่าประเมิน O
W1	Electrical Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า	0	80,000	0	1
W2	รางของรถชั่งบิดตัว	0	80,000	0	1
W3	ชุดควบคุมของรถชั่งจอดไม่ตรงจุด	0	80,000	0	1
W5	รอกหิ้วสายไฟของรถชั่งหลุด	0	80,000	0	1

ตารางที่ 5.17 ตารางแสดงผลการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องของเครื่องผสม (M)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ความถี่อาการขัดข้อง (ครั้ง /3 เดือน) (1)	เครื่องจักรทำงาน (Batch /3 เดือน) (2)	จำนวนอาการขัดข้องใน 100 Batch ((1)÷(2))x100	ค่าประเมิน O
M1	ใบกวนเครื่องผสมไม่หมุน	0	8,000	0	1
M2	Conveying Belt ของเครื่องผสมเบียดข้าง	0	8,000	0	1
M3	Discharge Gate ของเครื่องผสมปิดไม่สนิท	0	8,000	0	1
M4	Discharge Gate ของเครื่องผสมไม่เปิด	0	8,000	0	1
M5	ระบบไฟของเครื่องผสมไม่ทำงาน	1	8,000	0.0125	3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.17 แสดงผลการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องของเครื่องผสม (M) (ต่อ)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ความถี่อาการขัดข้อง (ครั้ง /3 เดือน) (1)	เครื่องจักรทำงาน (Batch /3 เดือน) (2)	จำนวนอาการขัดข้องใน 100 Batch ((1)÷(2))x100	ค่าประเมิน O
M6	Mixer Pan ไม่หมุน	0	8,000	0	1
M7	Skip Hoist ของเครื่องผสมไม่จอดตรงตำแหน่ง	1	8,000	0.0125	3
M8	Skip Hoist ของเครื่องผสมขัดตัว	0	8,000	0	1
M9	Wafex Pump ของเครื่องผสมไม่ทำงาน	0	8,000	0	1

ตารางที่ 5.18 ตารางแสดงผลการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องของเครื่องอัดขึ้นรูป (P)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ความถี่อาการขัดข้อง (ครั้ง /3 เดือน) (1)	เครื่องจักรทำงาน (Stroke /3 เดือน) (2)	จำนวนอาการขัดข้องใน 100 Stroke ((1)÷(2))x100	ค่าประเมิน O
P6	Filling box unit เติมดินไม่เต็มแบบ	0	480,000	0	1
P8	Charger ขัดตัวไม่สามารถเดินได้	1	480,000	0.0002	1
P11	Gripper ไม่จับอิฐ	2	480,000	0.0004	1
P13	Mould Locking Unit ขัดข้อง	2	480,000	0.0004	1
P14	Safety unit ตัวกดไม่ทำงาน	0	480,000	0	1
P15	Safety unit ของ Sensor หน้าเครื่องไม่ทำงาน	0	480,000	0	1
P18	Hydraulic unit ไม่มีน้ำมันส่งเข้าระบบ	1	480,000	0.0002	1

ตารางที่ 5.19 ตารางแสดงผลการประเมินอัตราการเกิดอาการขัดข้องของเตาเผา (K)

รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ความถี่อาการขัดข้อง (ครั้ง /3 เดือน) (1)	เครื่องจักรทำงาน (Stroke /3 เดือน) (2)	จำนวนอาการขัดข้องใน 100 Stroke ((1)÷(2))x100	ค่าประเมิน O
K1	Pump Hydraulic ดันรถเตาไม่ได้	0	5,000	0	1
K2	อิฐ/ผนังเตาเสียหาย	0	5,000	0	1

ผลการประเมินค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำหลังการแก้ไขปรับปรุง แสดงดังตารางที่ 5.20

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.20 ตารางแสดงผลการประเมินหลังทำการปรับปรุง

เครื่องจักร	รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ปฏิบัติการแก้ไข	ผลการปรับปรุงแก้ไข			
				S	O	D	RPN
เครื่องชั่ง	W1	Electrical Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า	ปรับระยะแขวนรอก เปลี่ยนสายไฟและรางใหม่ จัดทำแผน PM	4	1	5	20
	W2	รางของรถชั่งบิดตัว	เปลี่ยนรางใหม่ จัดทำแผน PM	4	1	5	20
	W3	ชุดควบคุมของรถชั่งจอดไม่ตรงจุด	ใส่ card ใหม่และให้มี ไฟเตือนที่หน้าจอควบคุม	7	1	3	21
	W5	รอกหิ้วสายไฟของรถชั่งหลุด	เปลี่ยนรางและรอกใหม่ จัดทำแผน PM	4	1	5	20
เครื่องผสม	M1	ใบกวนเครื่องผสมไม่หมุน	ปรับตั้งสายพานและใช้เครื่องมือวัดความหนา	8	1	4	32
	M2	Conveying Belt ของเครื่องผสมเบียดข้าง	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	7	1	5	35
	M3	Discharge Gate ของเครื่องผสมปิดไม่สนิท	ปรับตั้ง pressure ring ตรวจจับความหนาในกระบวนการต่อไป	7	1	4	28
	M4	Discharge Gate ของเครื่องผสมไม่เปิด	ปรับตั้งวาวล์ตรวจจับในกระบวนการต่อไป	7	1	4	28
	M5	ระบบไฟของเครื่องผสมไม่ทำงาน	ปรับตั้งสายไฟและใช้เครื่องมือตรวจก่อนส่งงาน	7	3	4	84
	M6	Mixer Pan ไม่หมุน	ติดอุปกรณ์ตรวจจับกระแสไฟ	7	1	3	21
	M7	Skip Hoist ของเครื่องผสมไม่จอดตรงตำแหน่ง	ปรับตั้งผ้าเบรคและติดเครื่องมือวัดความหนาผ้าเบรค	8	3	4	96

ตารางที่ 5.20 ตารางแสดงผลการประเมินหลังทำการปรับปรุง (ต่อ)

เครื่องจักร	รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ปฏิบัติการแก้ไข	ผลการปรับปรุงแก้ไข			
				S	O	D	RPN
เครื่องผสม	M8	Skip Hoist ของเครื่องผสมขัดตัว	ปรับเข้าสู่มาตราฐาน เพิ่มการตรวจจับ	8	1	4	32
	M9	Wafex Pump ของเครื่องผสมไม่ทำงาน	ตรวจระบบหน่วงเวลาเพื่อให้ wafex ไม่จับตัวที่ pump	7	1	3	21
เครื่องอัดอิฐขึ้นรูป	P6	Filling box unit เติมดินไม่เต็มแบบ	ออกแบบชุดยางปาดินใหม่	5	1	5	25
	P8	Charger ขัดตัวไม่สามารถเดินได้	ออกแบบชุดยางปาดินใหม่ เพิ่มลูกปืนประคอง 1 คู่	5	1	5	25
	P11	Gripper ไม่จับอิฐ	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	7	1	5	35
	P13	Mould Locking Unit ขัดข้อง	เปลี่ยน seal และกระบอก ที่ขนาดเหมาะสม ตรวจทุก PM	6	1	5	30
	P14	Safety unit ตัวกดไม่ทำงาน	ปรับจุดติด sensor และทบทวนระบบตรวจจับ	9	1	1	9
	P15	Safety unit ของ sensor หน้าเครื่องไม่ทำงาน	เปลี่ยน sensor แบบใหม่ที่ตรวจจับละเอียดขึ้นและมีไฟแสดงสถานะ	9	1	1	9
	P18	Hydraulic unit ไม่มีน้ำมันส่งเข้าระบบ	ปรับความยาวให้เหมาะสม ไม่ให้เกิดการหักงอของสาย	8	1	4	32

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.20 ตารางแสดงผลการประเมินหลังทำการปรับปรุง (ต่อ)

เครื่องจักร	รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	ปฏิบัติการแก้ไข	ผลการปรับปรุงแก้ไข			
				S	O	D	RPN
เตาเผา	K1	Pump Hydraulic ดันรถเตาไม่ได้	ตรวจการสึกของใบ pump ตรวจความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงาน	8	1	3	24
	K2	อิฐ/ผนังเตาเสียหาย	ติดตั้งตัววัดระยะการเรียงอิฐก่อนเข้าเตา	8	1	3	24

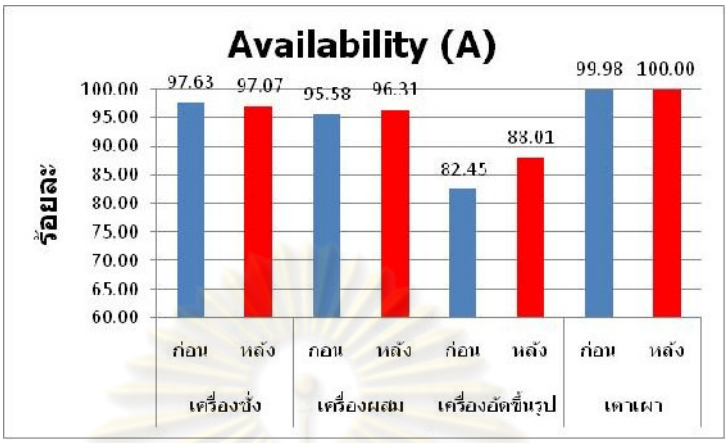
5.5 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

5.5.1 ผลการเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

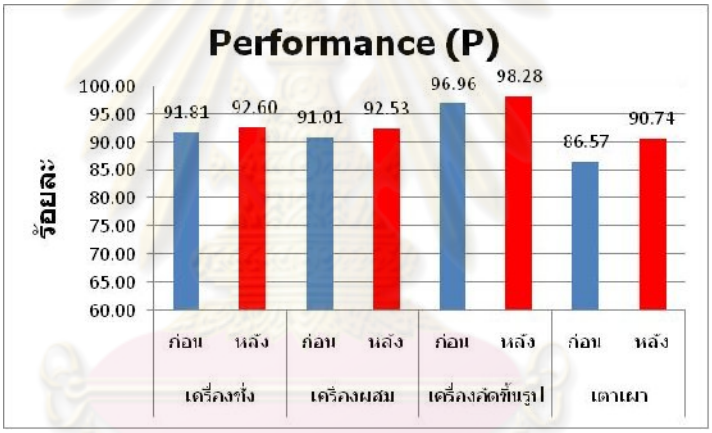
ทำการเปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนและหลังปรับปรุง ดังแสดงในตารางที่ 5.21 และแยกให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในแต่ละค่าของ OEE ดังรูปที่ 5.35 ถึง 5.38

ตารางที่ 5.21 ตารางแสดงเปรียบเทียบค่า OEE ก่อนและหลังการปรับปรุง

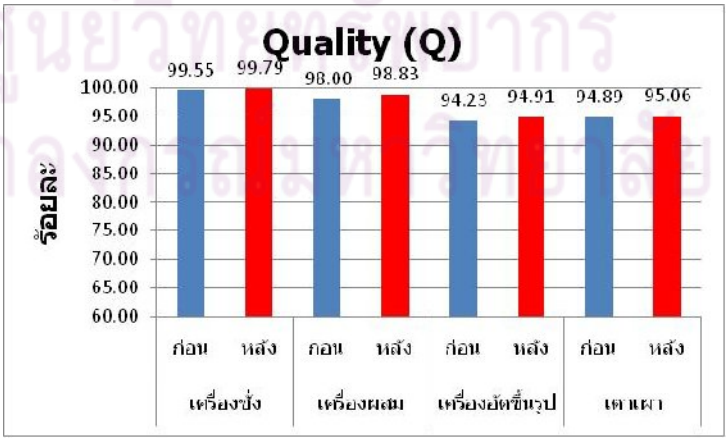
กระบวนการ	อาการขัดข้องเฉลี่ย (ครั้ง / 3 เดือน)		OEE (%)	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
การชั่ง (W)	5	0	89.23	89.69
การผสม (M)	11	2	85.25	88.07
การอัดขึ้นรูป (P)	39	9	75.33	82.09
การเผา (K)	1	0	82.13	86.27



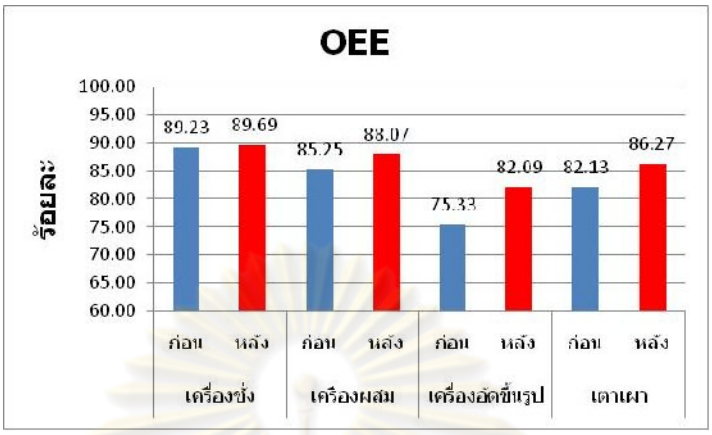
รูปที่ 5.35 การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเดินเครื่อง (A)



รูปที่ 5.36 การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P)



รูปที่ 5.37 การเปลี่ยนแปลงของอัตราคุณภาพ (Q)



รูปที่ 5.38 การเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

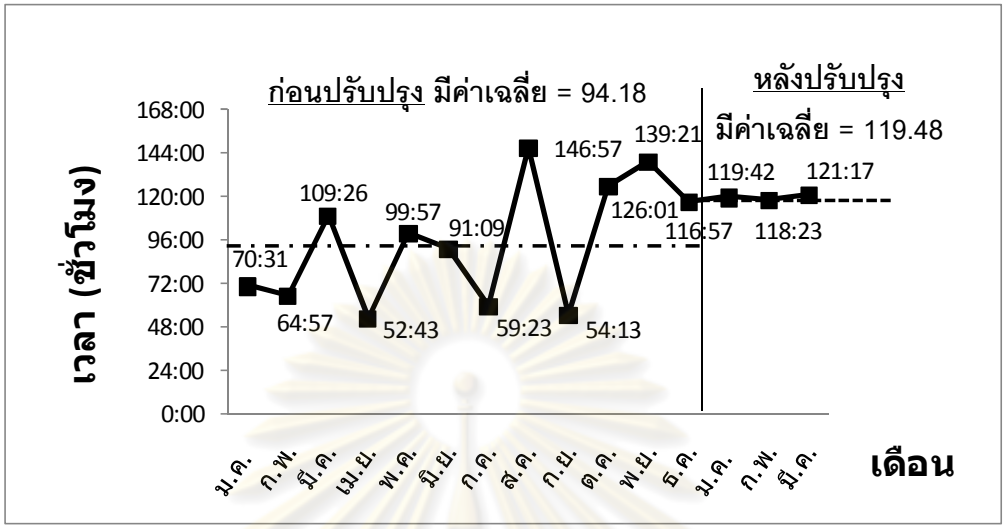
หลังทำการปรับปรุงอาการขัดข้องลดลง ส่งผลให้ค่าอัตราการเดินเครื่องจักรโดยรวมเพิ่มสูงขึ้นในทุกกระบวนการ และการที่ทราบลำดับความสำคัญของเครื่องจักรทำให้สามารถวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้สามารถเดินเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ การหยุดของสายการผลิตลดลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดของเสียน้อยลง อัตราคุณภาพก็ปรับเพิ่มสูงขึ้น

โดยรวมแล้วหลังการปรับปรุงในแง่ความสูญเสีย 6 ประการ การที่สามารถลดความสูญเสียเวลาจากเครื่องจักรเสีย ส่งผลให้ค่าอัตราการเดินเครื่องจักรเพิ่มสูงขึ้น ความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากความเร็วการเดินเครื่องช้าก็ลดลง ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องเพิ่มขึ้น และการลดความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย ส่งผลให้ค่าอัตราคุณภาพเพิ่มขึ้นด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5.2 ผลการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักร (MTBF)

ผลการเปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักร (MTBF) หลังทำการปรับปรุงพบว่า ค่าเฉลี่ยสูงขึ้นจากเดิม 94:18 ชั่วโมงไปเป็น 119:48 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 27 ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนครั้งที่เกิดอาการขัดข้องลดลง เวลาเดินเครื่องจักรมากขึ้นค่า MTBF จึงปรับค่าสูงขึ้น แสดงดังรูปที่ 5.39



รูปที่ 5.39 ผลการเปรียบเทียบ MTBF ก่อนและหลังปรับปรุง

5.5.3 ผลการเปรียบเทียบแนวโน้มผลกระทบของอาการขัดข้องของเครื่องจักร

ทำการเปรียบเทียบค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำก่อนและหลังปรับปรุงซึ่งผลการปรับปรุงทำให้สามารถลดค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำลงจากคะแนนเดิมได้อยู่ระหว่าง 16.67% - 74.49% ดังตารางที่ 5.22 และรูปที่ 5.40

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.22 ตารางแสดงค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำก่อนและหลังปรับปรุง

เครื่องจักร	รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	S	O	D	RPN	ปฏิบัติการแก้ไข	ผลการปรับปรุงแก้ไข				RPN ลดลง (ร้อยละ)
								S	O	D	RPN	
เครื่องชั่ง	W1	Electrical Unit ของรถชั่งไม่มีไฟเข้า	7	2	5	70	เปลี่ยนสายไฟและรางใหม่ จัดทำแผน PM	4	1	5	20	71.43
	W2	รางของรถชั่งบิดตัว	8	1	6	48	เปลี่ยนรางใหม่ จัดทำแผน PM	4	1	5	20	58.33
	W3	ชุดควบคุมของรถชั่งจอดไม่ตรงจุด	7	2	4	56	ใส่ card ใหม่และให้มี ไฟเตือนที่หน้าจอควบคุม	7	1	3	21	62.50
	W5	รอกหิ้วสายไฟของรถชั่งหลุด	8	1	7	56	เปลี่ยนรางและรอกใหม่ จัดทำแผน PM	4	1	5	20	64.29
	M1	ใบกวนเครื่องผสมไม่หมุน	8	2	5	80	ปรับตั้งสายพานและใช้เครื่องมือวัดความหนา	8	1	4	32	60.00
	M2	Conveying Belt ของเครื่องผสมเบียดข้าง	7	2	5	70	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	7	1	5	35	50.00
	M3	Discharge Gate ของเครื่องผสมปิดไม่สนิท	7	3	5	105	ปรับตั้ง pressure ring ตรวจจับความหนาในกระบวนการต่อไป	7	1	4	28	73.33
	M4	Discharge Gate ของเครื่องผสมไม่เปิด	7	2	5	70	ปรับตั้งวาวล์ตรวจจับในกระบวนการต่อไป	7	1	4	28	60.00

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.22 ตารางแสดงค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำก่อนและหลังปรับปรุง(ต่อ)

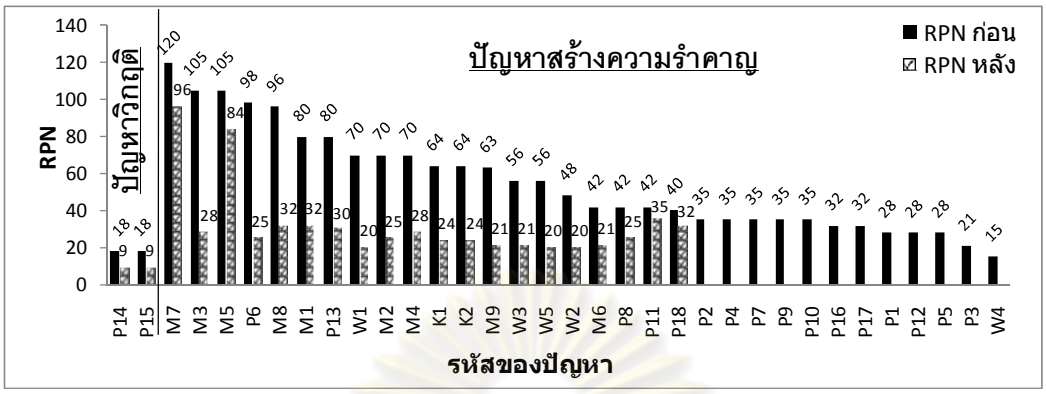
เครื่องจักร	รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	S	O	D	RPN	ปฏิบัติการแก้ไข	ผลการปรับปรุงแก้ไข				RPN ลดลง (ร้อยละ)
								S	O	D	RPN	
เครื่องผสม	M5	ระบบไฟของเครื่องผสมไม่ทำงาน	7	3	5	105	ปรับตั้งสายไฟและใช้เครื่องมือตรวจก่อนส่งงาน	7	3	4	84	20.00
	M6	Mixer Pan ไม่หมุน	7	2	3	42	ติดอุปกรณ์ตรวจจับกระแสไฟ	7	1	3	21	50.00
	M7	Skip Hoist ของเครื่องผสมไม่จอดตรงตำแหน่ง	8	3	5	120	ปรับตั้งผ้าเบรคและติดเครื่องมือวัดความหนาผ้าเบรค	8	3	4	96	20.00
	M8	Skip Hoist ของเครื่องผสมขัดตัว	8	2	6	96	ปรับเข้าสู่มาตราฐาน เพิ่มการตรวจจับ	8	1	4	32	66.67
	M9	Wafex Pump ของเครื่องผสมไม่ทำงาน	7	3	3	63	ตรวจระบบหน่วงเวลา เพื่อให้ wafex ไม่จับตัวที่ pump	7	1	3	21	66.67
เครื่องอัดอิฐขึ้นรูป	P6	Filling box unit เติมดินไม่เต็มแบบ	7	2	7	98	ออกแบบชุดยางปาดินใหม่	5	1	5	25	74.49
	P8	Charger ขัดตัวไม่สามารถเดินได้	7	1	6	42	ออกแบบชุดยางปาดินใหม่ เพิ่มลูกปืนประคอง 1 คู่	5	1	5	25	40.48
	P11	Gripper ไม่จับอิฐ	7	1	6	42	ทำการตรวจผ่าน/ไม่ผ่านด้วยเครื่องมือทุกรอบ PM	7	1	5	35	16.67

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.22 ตารางแสดงค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำก่อนและหลังปรับปรุง(ต่อ)

เครื่องจักร	รหัส	ลักษณะอาการขัดข้อง	S	O	D	RPN	ปฏิบัติการแก้ไข	ผลการปรับปรุงแก้ไข				RPN ลดลง (ร้อยละ)
								S	O	D	RPN	
เครื่องชั่ง	P13	Mould Locking Unit ขัดข้อง	8	2	5	80	เปลี่ยน seal ที่ขนาดเหมาะสม ตรวจทุก PM	6	1	5	30	62.50
	P14	Safety unit ตัวกดไม่ทำงาน	9	1	2	18	ปรับจุดติด sensor และทบทวนระบบตรวจจับ	9	1	1	9	50.00
	P15	Safety unit ของ sensor หน้าเครื่องไม่ทำงาน	9	1	2	18	เปลี่ยน sensor แบบใหม่ที่ตรวจจับละเอียดขึ้นและมีไฟแสดงสถานะ	9	1	1	9	50.00
	P18	Hydraulic unit ไม่มีน้ำมันส่งเข้าระบบ	8	1	5	40	ปรับความยาวให้เหมาะสม ไม่ให้เกิดการหักงอของสาย	8	1	4	32	20.00
เตาเผา	K1	Pump Hydraulic ดันรถเตาไม่ได้	8	2	4	64	ตรวจการสึกของใบ pump ตรวจความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงาน	8	1	3	24	62.50
	K2	อิฐ/ผนังเตาเสียหาย	8	2	4	64	ติดตั้งตัววัดระยะการเรียงอิฐก่อนเข้าเตา	8	1	3	24	62.50

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.40 เปรียบเทียบผลการปรับปรุงอาการขัดข้อง

จากการปรับปรุงค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำก่อนและหลังดังแสดงในตารางข้างต้น ทำให้ทราบว่า

1. ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำที่ลดลงของเครื่องชั่ง รวมลดลงเฉลี่ยร้อยละ 64.14 ส่งผลให้ค่า OEE เพิ่มขึ้น ร้อยละ 0.51 ที่เพิ่มน้อยจากการที่เครื่องมีค่าประสิทธิผลโดยรวมเดิมมีค่าสูง

2. ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำที่ลดลงของเครื่องผสม รวมลดลงเฉลี่ยร้อยละ 51.85 ส่งผลให้ค่า OEE เพิ่มขึ้น ร้อยละ 3.3 เนื่องจากการผลที่อาการขัดข้องน้อย ปริมาณที่ผลิตออกมาได้มากประสิทธิภาพการเดินเครื่องจึงสูงตามไปด้วย

3. ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำที่ลดลงของเครื่องอัดขึ้นรูป รวมลดลงเฉลี่ยร้อยละ 44.88 ส่งผลให้ค่า OEE เพิ่มขึ้น ร้อยละ 8.9 ที่เพิ่มขึ้นมากจากการที่เกิดอาการขัดข้องน้อยลง ส่งผลให้มีอัตราการเดินเครื่องจักรมากขึ้น

4. ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำที่ลดลงของเตาเผา รวมลดลงเฉลี่ยร้อยละ 62.5 ส่งผลให้ค่า OEE เพิ่มขึ้น ร้อยละ 5 จากการที่สามารถเดินเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการปรับปรุงอาการขัดข้องด้วยการลดความรุนแรงและเพิ่มการตรวจจับ ทำให้ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำลดลงและส่งผลต่อให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น จากการลดอาการขัดข้องซึ่งจะส่งผลต่อการลดความสูญเสีย 6 ประการ โดยเพิ่มมากที่สุดในกระบวนการอัดขึ้นรูป เนื่องจากการอัดขึ้นรูปเป็นคอขวดของสายการผลิต และเมื่อทำการลดอาการขัดข้องลง ก็เป็นการเพิ่มเวลาในการเดินเครื่องจักรมากขึ้น ส่งผลให้ค่า OEE มีค่าปรับสูงขึ้น ส่วนในกระบวนการอื่นมีผลปรับขึ้นเล็กน้อย

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ วัตถุประสงค์เพื่อกำหนดความสำคัญของเครื่องจักรในกระบวนการซ่อมบำรุงรักษา และเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ

6.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้เริ่มทำการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ เดือนมกราคม 2009 จนถึง เดือนธันวาคม 2009 มาศึกษาอาการขัดข้องของเครื่องจักร และทำการจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักร โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) มาช่วยในการจัดลำดับความสำคัญ ด้วยการประเมินค่าระดับความรุนแรง อัตราการเกิดอาการขัดข้อง ความสามารถในการตรวจจับ และค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ โดยได้ทำการจัดกลุ่มของลักษณะปัญหา ออกเป็น 3 ลักษณะคือ ปัญหาวิกฤติ (Critical, C) ปัญหาสำคัญ (Important, I) และปัญหาสร้างความรำคาญ (Annoyance, A) ทำการปรับปรุงอาการขัดข้องด้วยแนวทางลดระดับความรุนแรงโดยการออกแบบชิ้นส่วนใหม่ เพื่อเพิ่มความสามารถในการตรวจจับด้วยการติดอุปกรณ์ตรวจจับที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งการปรับปรุงการบำรุงรักษาแบบตามแผน (Preventive maintenance, PM)

จากการดำเนินการแก้ไขปรับปรุง พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงมีดังนี้

1. การจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรในกระบวนการซ่อมบำรุงรักษาสามารถจัดได้ดังนี้ เครื่องอัดขึ้นรูป เครื่องผสม เครื่องชั่ง และเตาเผา ตามลำดับ โดยส่วนที่มีผลต่อระบบความปลอดภัยในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและเครื่องจักร เป็นส่วนที่สำคัญอันดับแรกในการเลือกตัดสินใจในด้านการวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา ดังเช่นปัญหาที่เกี่ยวกับความปลอดภัยของระบบ Safety unit ของเครื่องอัดขึ้นรูป

2. ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ของเครื่องชั่ง เครื่องผสม เครื่องอัดขึ้นรูป และเตาเผา มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ยอยู่ที่ 89.23% 85.25%

75.33% และ 82.13% ตามลำดับ เป็น 89.69% 88.07% 82.09% และ 86.27% ตามลำดับ อันเนื่องจากความสูญเสียเวลาจากเครื่องจักรเสียหรือขัดข้อง (Breakdowns)ลดลง ส่งผลให้อัตราการเดินเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากความเร็วการเดินเครื่องช้าลง (Reduced Speed) ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องเพิ่มขึ้น และการลดความสูญเสียในการผลิตของเสีย (Production Rejects) ส่งผลให้ค่าอัตราคุณภาพเพิ่มขึ้นด้วย

3. ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียของเครื่องจักร (MTBF) ในสายงานวิกฤติเพิ่มขึ้นจากเดิม 94:18 ชั่วโมง เป็น 119:48 ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 27 จากการที่เครื่องจักรขัดข้องน้อยลง ทำให้มีเวลาเดินเครื่องที่เพิ่มขึ้น

4. ค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำลดลงจากการที่ได้มีการทบทวนการออกแบบการทำงานของชิ้นส่วนใหม่ และยังได้มีการเพิ่มการตรวจจับอาการขัดข้องในปัญหาประเภทที่ก่อให้เกิดความรำคาญ ส่วนปัญหาประเภทวิกฤตินั้นในกรณีศึกษานี้ไม่สามารถแก้ไขที่การออกแบบได้เนื่องจากข้อจำกัดของการแก้ไขแบบของเครื่องจักรเดิม จึงแก้ไขที่การตรวจจับและป้องกันแทนการลดระดับความรุนแรง และค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำที่ลดลงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิผลโดยรวมมากที่สุด คือ กระบวนการอัดขึ้นรูป เนื่องจากเป็นกระบวนการที่เป็นคอขวดของสายงานวิกฤติ

6.2 **อุปสรรค**

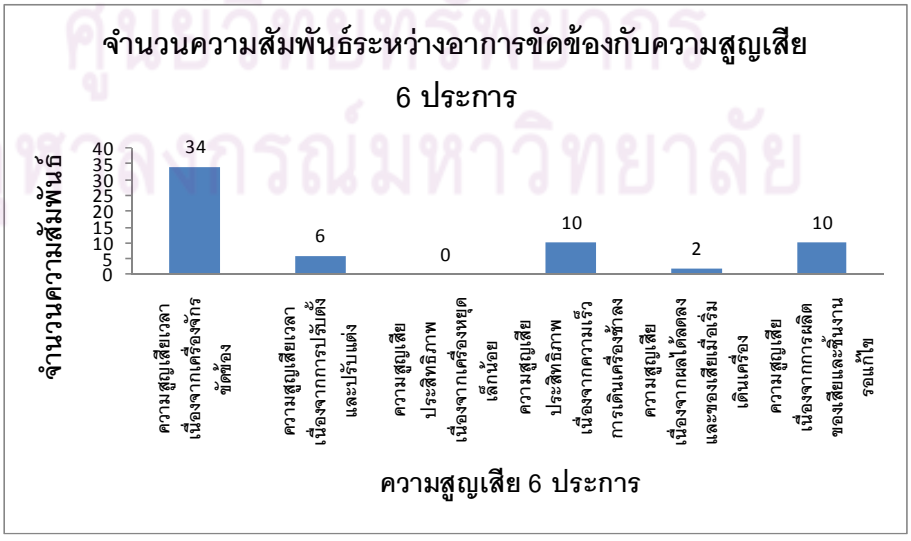
อุปสรรคและปัญหาของการศึกษา มีดังนี้

1. การให้ความร่วมมือของพนักงานและผู้บริหารของโรงงานตัวอย่างในระยะแรก นั้นมีการร่วมมือในการให้ข้อมูลน้อยมาก จึงจำเป็นต้องมีการอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้ชัดเจน และชี้ให้เห็นถึงผลลัพท์ที่จะได้รับหลังจากที่งานวิจัยนี้เสร็จสิ้น
2. การใช้เวลานานในการรวบรวมข้อมูลเนื่องจากมีรายละเอียดในการจัดทำมาก จึงต้องใช้เวลาในการรวบรวมและตรวจสอบข้อมูลอย่างเข้มงวด เพื่อป้องกันความผิดพลาดไม่ให้ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมงานซ่อมบำรุงรักษาประจำปีของโรงงาน

6.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะของการศึกษา มีดังนี้

1. งานวิจัยนี้มุ่งเน้นพิจาราณาการศึกษาในส่วนของการจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรที่มีผลต่อกระบวนการผลิตและความปลอดภัยในการผลิตอิฐทนไฟ โดยประยุกต์ใช้ระบบการประเมินความสำคัญของเครื่องจักรตามแนวทางการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure mode and effect analysis, FMEA) และคัดเลือกผลกระทบของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีต่อกระบวนการผลิตมาทำการแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้สามารถเดินเครื่องจักรได้อย่างมีประสิทธิผลโดยรวมที่สูงขึ้น
2. ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงของอาการขัดข้องนั้นมีน้อยเมื่อเทียบกับเกณฑ์อุตสาหกรรมยานยนต์ (AIAG) ทำให้คะแนนประเมินออกมาต่ำ และมีค่าคะแนนที่ใกล้เคียงกัน จึงควรมีการปรับเกณฑ์ประเมินที่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตอิฐทนไฟด้วยการร่วมกันประเมินและกำหนดค่าเกณฑ์ที่โรงงานตัวอย่างยอมรับโดยคณะทำงานที่องค์กรจัดตั้งขึ้น เพื่อกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนอัตราการเกิดอาการขัดข้องอันจะทำให้ค่าที่ประเมินออกมามีค่าที่แตกต่าง ทำให้ง่ายแก่การนำข้อมูลมาวิเคราะห์และแก้ไข
3. ในงานวิจัยอาการขัดข้องที่ส่งผลต่อความสูญเสีย 6 ประการที่นำมาทำการปรับปรุงเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรนั้น ไม่ได้รวมความสูญเสียประสิทธิภาพเนื่องจากเครื่องจักรหยุดเล็กน้อยข้อมูลนี้จะอยู่ในส่วนของแผนกผลิต ที่นอกเหนือหน่วยงานซ่อมบำรุงดูแล จึงควรศึกษาต่อไปในอนาคต



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ. FMEA การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ.กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2551.

กิติศักดิ์ อนุรักษ์สกุล. การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการขึ้นรูปชิ้นส่วนโครงร่างยานยนต์โดยใช้เทคนิค FMEA วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551

กุสุมา สุทประสาน. การพัฒนาระบบการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบันฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546

จิตรา รู้กิจการพานิช. การจัดการงานบำรุงรักษา . ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544

เฉลิมพล ลีลาผาติกุล. การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบทางคุณภาพสำหรับอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

ธัญญาภรณ์ ธนบุญสมบัติ. การวิเคราะห์และลดของเสียในกระบวนการผลิตกระจกนิรภัยด้านข้างสำหรับ รถยนต์ โดยใช้เทคนิค FMEA. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

วิทย์ วรรณจิตร. การปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์โลหะของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2547

สุจินต์ ธงถาวรสุวรรณ และ คณะ. การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมการผลิต, การประชุมเชิงวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, 2548.

อรอุมา กอสนาน. คอมพิวเตอร์ช่วยประเมินสมรรถนะระบบการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงรักษา.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตบันฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548

Automotive Industry Action Group (AIAG). 2001. Potential failure mode and effects analysis. อ้างถึงใน กิติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ. FMEA การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2551.

ภาษาอังกฤษ

Automotives Industrial Action Group (AIAG). 2001. Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Reference Manual, Third Edition, July

Dal, B., Tugwell, P., Greatbanks, R. “Overall Equipment Effectiveness as a measure of Operation improvement” International Journal and Production Management. 18, 12 (2000): 1488 – 1502.

Lewis,J., Maintenance Management As a Quality Process, [Online]. 2002. Available form:http://www.plant-maintenance.com/articles/maintenance_quality.html [2002, November 1]

Nakajima, S, An Introduction to TPM , Cambridge: Productivity Press, MA.,1988

Stamatis.’D.H. 1995.Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution. ASQC Quality Press, Mulwaukee, WI.

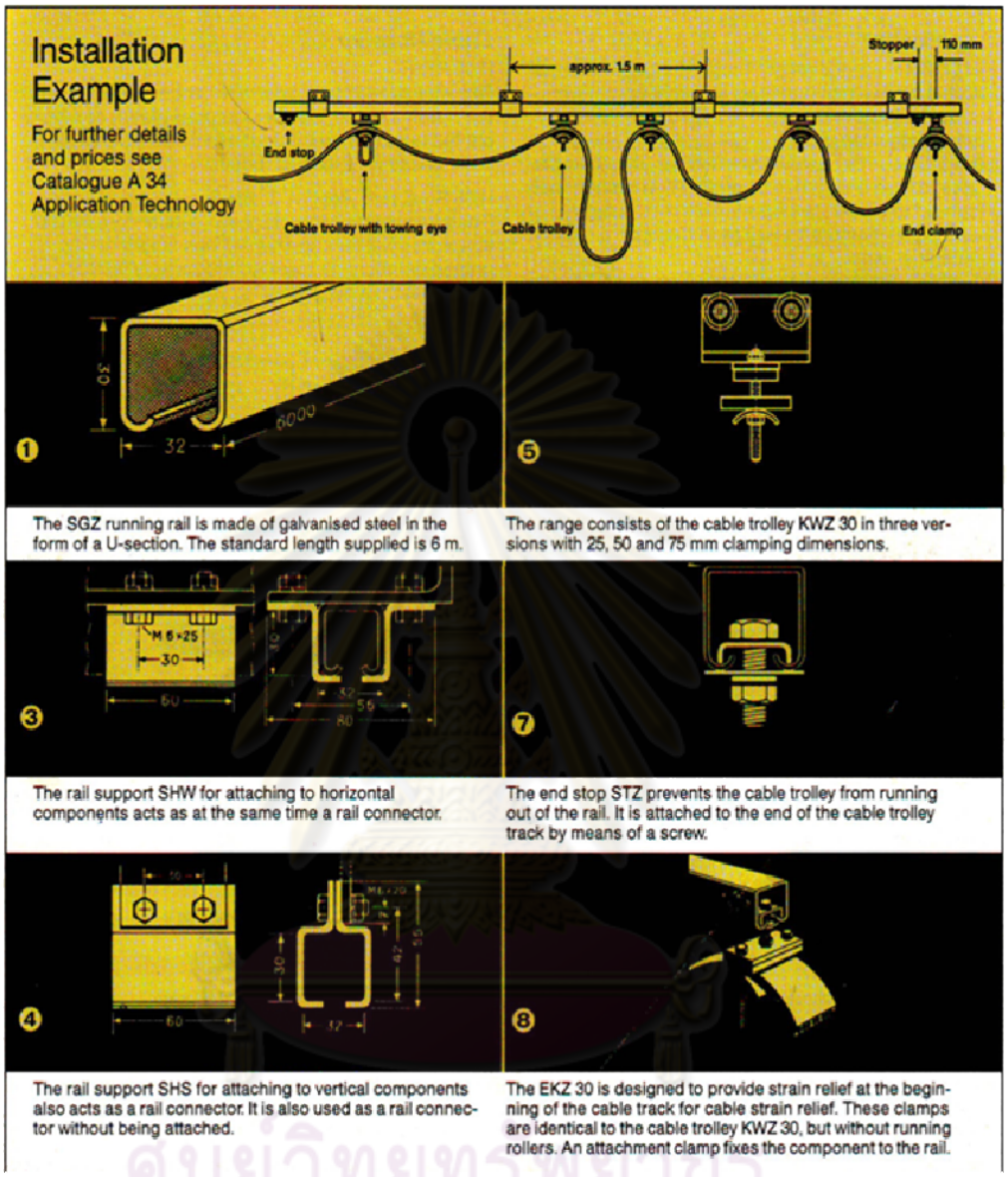
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างมาตรฐานที่ใช้ในการพิจารณาเลือกรางและรอกของผู้จำหน่าย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตัวอย่างมาตรฐานที่ใช้พิจารณาเลือกรางและรอกของรถชั่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างใบ Inspection และตาราง PM

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Inspection check sheet for 2010

Machine : Press No.1

No.	Machine / จุดตรวจเช็ค	Ins-Code	บันทึกผลการตรวจเช็ค / วันที่ตรวจเช็ค											
			6/1	13/1	20/1	27/1	3/2	10/2	17/2	24/2	3/3	10/3	17/3	24/3
1	**Press No 1**	**INAP-006**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1 ระบบไฮดรอลิค		V	V	V	V	V	V	V	T	V	V	V	V
	2 สายพานส่งดิน		V	V	V	V	V	V	V	C	V	V	V	V
	3 สายพานรับอิฐ		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	4 ระบบไฟฟ้า		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	5 ตัวจับอิฐ		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	6 ชุดอัดขึ้นรูป		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	7 ชุดล็อคแท่นแบบ		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	8 ชุดเติมดินลงแบบ		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.1 ใบกวนดิน		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	8.2 ยางปาดดิน		V	N	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	8.3 Flapper		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	8.4 Charger		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	8.5 สายพาน Encoder		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	8.6 Wearing Sheet & Colum		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	8.7 Bellow		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	9. Oil Cooling Filter		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	10. Ejector		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	11. ชุด Pump จาระบี		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	ผู้ตรวจเช็ค													
	ผู้รับผิดชอบตรวจสอบ													

ว/ด	รายละเอียดการแจ้งซ่อม	ประเภท	Online #	ว/ด	รายละเอียดการแจ้งซ่อม	ประเภท	Online #

ผลการตรวจเช็คสภาพเครื่องจักร

A = การหล่อลื่นไม่พอ	**F =** การทำงานไม่ดี	**K =** เสียงดังผิดปกติ	**P =** คดงอชำรุด	**U =** ไหม้ติด	**V =** ปกติ	**W =** ผุกร่อน, ทะลุ	**X =** สิ้นไกล
B = เฟืองขบไม่ดี	**G =** สั่นผิดปกติ	**L =** รอยเชื่อมหลุด	**Q =** แตกหัก	**R =** เปลี่ยนรูปเดิม	**S =** ยึดไม่แน่น	**T =** รั่ว	**Y =** เครื่องหยุดซ่อม
C = ไม่ได้ศูนย์	**H =** แรงดันผิดปกติ	**M =** หลวม	**Z =** อื่นๆ				
D = การหล่อเย็นไม่ดี	**I =** น้ำมันรั่ว	**N =** สึกหรอ					
E = การหมุนไม่ดี	**J =** อุณหภูมิผิดปกติ	**O =** แตกร้าว, ขาด					

ประเภทการแจ้งซ่อม

1 = ซ่อมทันที

2 = ซ่อมวัน PM

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Inspection check sheet for 2010

Machine : Mixer No2

No.	Machine / จุดตรวจเช็ค	Ins-Code	บันทึกผลการตรวจเช็ค / วันที่ตรวจเช็ค											
			7/1	14/1	21/1	28/1	4/2	11/2	18/2	25/2	4/3	11/3	18/3	25/3
1	**Mixer 7**	**INAP-014**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1 Mixer Pan		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.1 Motor Gear		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	1.2 ลูกยางขับหม้อ		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	2 Agitator		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.1 Motor Gear		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	2.2 สายพาน		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	3 Discharge Gate		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.1 Motor Drive		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	3.2 Pump Hydraulic		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	3.3 ฝาปิด-เปิดและยางรอง		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	4 Grease Pump		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.1 Motor Drive		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	4.2 อุปกรณ์		v	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	5 ตัวหม้อผสม		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	6 Hopper		V	V	V	V	V	V	L	V	V	V	V	V
	7 อื่นๆ													
	7.1 Pump จารบี		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	7.2 Belt Converyor		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	8 Skip Hoist													
	8.1 ผ้าเบรค มอเตอร์		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	8.2 Bearing ปะคอง		V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	ผู้ตรวจเช็ค													
	ผู้รับผิดชอบตรวจสอบ													

ว/ด	รายละเอียดการแจ้งซ่อม	ประเภท	Online #	ว/ด	รายละเอียดการแจ้งซ่อม	ประเภท	Online #

ผลการตรวจเช็คสภาพเครื่องจักร

A = การหล่อลื่นไม่พอ	**F =** การทำงานไม่ดี	**K =** เสียงดังผิดปกติ	**P =** คดงอชำรุด	**U =** ไหม้ติด	**V =** ปกติ	**1** = ซ่อมทันที	
B = เฟืองขบไม่ดี	**G =** สั่นผิดปกติ	**L =** รอยเชื่อมหลุด	**Q =** แตกหัก	**W =** ผุกร่อน, ทะลุ		**2** = ซ่อมวัน PM	
C = ไม่ได้ศูนย์	**H =** แรงดันผิดปกติ	**M =** หลวม	**R =** เปลี่ยนรูปเดิม	**X =** ลื่นไถล			
D = การหล่อเย็นไม่ดี	**I =** น้ำมันรั่ว	**N =** สึกหรอ	**S =** ยึดไม่แน่น	**Y =** เครื่องหยุดซ่อม			
E = การหมุนไม่ดี	**J =** อุณหภูมิผิดปกติ	**O =** แตกร้าว, ขาด	**T =** รั่ว	**Z =** อื่นๆ			

ประเภทการแจ้งซ่อม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Plan PM. Machine of 2010: <u>Weighing Car no.2</u>

Maintenance Department :

ลำดับ	รายละเอียดการทำ PM. เครื่อง	Period (Week)	Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
			Date / Duration	5-ม.ค.-10	12-ม.ค.-10	13-ม.ค.-10	14-ม.ค.-10	15-ม.ค.-10	16-ม.ค.-10	17-ม.ค.-10	18-ม.ค.-10	19-ม.ค.-10	20-ม.ค.-10	21-ม.ค.-10	22-ม.ค.-10	23-ม.ค.-10	24-ม.ค.-10	25-ม.ค.-10	26-ม.ค.-10	27-ม.ค.-10	3-ก.พ.-10	10-ก.พ.-10	17-ก.พ.-10	24-ก.พ.-10	3-มี.ค.-10	10-มี.ค.-10	17-มี.ค.-10	24-มี.ค.-10	31-มี.ค.-10	7-เม.ย.-10	14-เม.ย.-10	21-เม.ย.-10	28-เม.ย.-10	5-พ.ค.-10	12-พ.ค.-10	19-พ.ค.-10	26-พ.ค.-10	2-มิ.ย.-10	9-มิ.ย.-10	16-มิ.ย.-10	23-มิ.ย.-10	30-มิ.ย.-10	7-ก.ค.-10	14-ก.ค.-10	21-ก.ค.-10	28-ก.ค.-10	4-ส.ค.-10	11-ส.ค.-10	18-ส.ค.-10	25-ส.ค.-10	1-ก.ย.-10	8-ก.ย.-10	15-ก.ย.-10	22-ก.ย.-10	29-ก.ย.-10	6-ต.ค.-10
1	**ทำความสะอาดรถชั่ง**	1	2:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	**ระบบขับเคลื่อน**																																																							
2.1	ยกรถชั่งแล้วหมุนให้ล้อรถชั่งลอยขึ้น	1	0:15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.2	ตรวจเช็คสภาพลูกปืนล้อ	4	0:20		X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/			
2.3	ตรวจเช็คระบบเกียร์	4	0:20		X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/			
2.4	ตรวจเช็ครอยรั่วของน้ำมันเกียร์	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.5	ตรวจเช็คการทำงานของเบรก	1	1:30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.6	ทดสอบทิศทางการหมุนของล้อรถ	1	0:20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.7	ตรวจเช็คเฟืองและสายพานขับ Encoder	2	0:20		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		/		/		/		/		/		/		/	
2.8	ตรวจเช็คเพลา Spy	4	0:00				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				/	
2.9	ปรับตั้งระยะจานเบรคให้ห่าง Coil เบรก 2.5 mm	4	2:00		X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/			
2.1	เปลี่ยน Bearing ล้อ	26	4:00																							X																										/				
2.11	เปลี่ยน Bearing Motor	16	4:00									X																X																/												
2.12	เปลี่ยน Bearing เกียร์ขับรถชั่ง	16	3:30									X																X																/												
2.13	ตรวจเช็คชุดเพลาขับ	4	0:20					X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				/
2.14	เปลี่ยนชุดเพลาขับ	52	2:00																																							/												
2.15	เปลี่ยนล้อรถชั่ง	52	8:00																																																	/		
2.16	เปลี่ยนเฟือง Encoder	35	2:00								X																																	/										
2.17	เปลี่ยนสายพาน Encoder	20	1:00										X																			X																			/			
3	**ชุด ปิด - เปิด Flap**																																																							
3.1	ตรวจเช็คระดับน้ำมัน Hyd.	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3.2	ตรวจสอบการทำงานของ Flap	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3.3	ตรวจเช็คยางปาก Flap	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3.4	ตรวจเช็คสาย Hyd.	1	0:15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3.5	ตรวจสอบรอยรั่วของน้ำมัน Hyd.ที่กระบอกสูบและข้อต่อต่างๆ	1	0:30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3.6	ตรวจเช็ค Liner ใน Hopper	4	0:10				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				/	
4	**ระบบรอกสายไฟ**																																																							
4.1	เช็คสภาพรางและรอกดึงสายไฟ	2	1:00	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		/		/		/		/		/		/		/
4.2	เช็คสายไฟและสายไฟ Main	4	0:30	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				/
4.3	เปลี่ยนรอกดึงสายไฟ	26	6:00																				X																										/							
4.4	เปลี่ยนสายไฟ Main และสายสัญญาณ	104	6:00																																																			
5	**ระบบไฟฟ้า**																																																							
5.1	ทำความสะอาดตู้ Control	1	1:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.2	ตรวจเช็คและปรับตั้ง Prox. ทุกตัว	1	1:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.3	ตรวจสอบสภาพความต้านทานใต้ที่นั่งคนขับ	1	0:20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.4	ตรวจสอบสภาพสายไฟรอบรถชั่ง	4	1:00			X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/		
5.5	ตรวจสอบ Switch กดทุกตัว	1	0:30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.6	ตรวจเช็คตัว Encoder	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.7	ตรวจเช็ค Load Cell	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.8	ตรวจสอบการทำงานของระบบเสียงและแสงเตือนรถชั่งวิ่ง	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.9	เปลี่ยน Encoder	24	1:30															X																								X														
6	**ระบบ Safety**																																																							
6.1	ตรวจสอบสัญญาณ Safety สามารถใช้งานได้ปกติ	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6.2	ตรวจสอบชุดรับน้ำหนักไม่หลุดหลวม หรือแตกร้าว	1	0:05	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

<u>หมายเหตุ</u> / : Plan X : Actual ←── : เลื่อนเข้า ──→ : เลื่อนออก Create by ....

Plan PM. Machine of 2010: Weighing Car no.2

Maintenance Department :

ลำดับ	รายละเอียดการทำ PM. เครื่อง	Period (Week)	Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
			Date	5-ม.ค.-10	12-ม.ค.-10	13-ม.ค.-10	14-ม.ค.-10	15-ม.ค.-10	16-ม.ค.-10	17-ม.ค.-10	18-ม.ค.-10	19-ม.ค.-10	20-ม.ค.-10	21-ม.ค.-10	22-ม.ค.-10	23-ม.ค.-10	24-ม.ค.-10	25-ม.ค.-10	26-ม.ค.-10	27-ม.ค.-10	3-ก.พ.-10	10-ก.พ.-10	17-ก.พ.-10	24-ก.พ.-10	3-มี.ค.-10	10-มี.ค.-10	17-มี.ค.-10	24-มี.ค.-10	31-มี.ค.-10	7-เม.ย.-10	14-เม.ย.-10	21-เม.ย.-10	28-เม.ย.-10	5-พ.ค.-10	12-พ.ค.-10	19-พ.ค.-10	26-พ.ค.-10	2-มิ.ย.-10	9-มิ.ย.-10	16-มิ.ย.-10	23-มิ.ย.-10	30-มิ.ย.-10	7-ก.ค.-10	14-ก.ค.-10	21-ก.ค.-10	28-ก.ค.-10	4-ส.ค.-10	11-ส.ค.-10	18-ส.ค.-10	25-ส.ค.-10	1-ก.ย.-10	8-ก.ย.-10	15-ก.ย.-10	22-ก.ย.-10	29-ก.ย.-10	6-ต.ค.-10
			Duration																																																					
1	**ทำความสะอาดรถชั่ง**	1	2:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	**ระบบขับเคลื่อน**																																																							
2.1	ยกรถชั่งแล้วหมุนให้ล้อรถชั่งลอยขึ้น	1	0:15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.2	ตรวจเช็คสภาพลูกปืนล้อ	4	0:20		X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				
2.3	ตรวจเช็คระบบเกียร์	4	0:20		X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				
2.4	ตรวจเช็ครอยรั่วของน้ำมันเกียร์	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.5	ตรวจเช็คการทำงานของเบรก	1	1:30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.6	ทดสอบทิศทางการหมุนของล้อรถ	1	0:20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2.7	ตรวจเช็คเฟืองและสายพานขับ Encoder	2	0:20		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		/		/		/		/		/		/		/	
2.8	ตรวจเช็คเพลา Spy	4	0:00				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				/	
2.9	ปรับตั้งระยะจานเบรคให้ห่าง Coil เบรก 2.5 mm	4	2:00		X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				
2.1	เปลี่ยน Bearing ล้อ	26	4:00																							X																															
2.11	เปลี่ยน Bearing Motor	16	4:00									X																X																													
2.12	เปลี่ยน Bearing เกียร์ขับรถชั่ง	16	3:30									X																X																													
2.13	ตรวจเช็คชุดเพลาขับ	4	0:20					X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				/
2.14	เปลี่ยนชุดเพลาขับ	52	2:00																																																					
2.15	เปลี่ยนล้อรถชั่ง	52	8:00																																																					
2.16	เปลี่ยนเฟือง Encoder	35	2:00								X																																													
2.17	เปลี่ยนสายพาน Encoder	20	1:00										X																				X																								

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Plan PM. Machine of 2010: Weighing Car no.2

Maintenance Department :

ลำดับ	รายละเอียดการทำ PM. เครื่อง	Period (Week)	Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
			Date	5-ม.ค.-10	12-ม.ค.-10	13-ม.ค.-10	14-ม.ค.-10	15-ม.ค.-10	16-ม.ค.-10	17-ม.ค.-10	18-ม.ค.-10	19-ม.ค.-10	20-ม.ค.-10	21-ม.ค.-10	22-ม.ค.-10	23-ม.ค.-10	24-ม.ค.-10	25-ม.ค.-10	26-ม.ค.-10	27-ม.ค.-10	3-ก.พ.-10	10-ก.พ.-10	17-ก.พ.-10	24-ก.พ.-10	3-มี.ค.-10	10-มี.ค.-10	17-มี.ค.-10	24-มี.ค.-10	31-มี.ค.-10	7-เม.ย.-10	14-เม.ย.-10	21-เม.ย.-10	28-เม.ย.-10	5-พ.ค.-10	12-พ.ค.-10	19-พ.ค.-10	26-พ.ค.-10	2-มิ.ย.-10	9-มิ.ย.-10	16-มิ.ย.-10	23-มิ.ย.-10	30-มิ.ย.-10	7-ก.ค.-10	14-ก.ค.-10	21-ก.ค.-10	28-ก.ค.-10	4-ส.ค.-10	11-ส.ค.-10	18-ส.ค.-10	25-ส.ค.-10	1-ก.ย.-10	8-ก.ย.-10	15-ก.ย.-10	22-ก.ย.-10	29-ก.ย.-10	6-ต.ค.-10
			Duration																																																					
1	**ทำความสะอาดรถชั่ง**	1	2:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	**ชุด ปิด - เปิด Flap**																																																							
3.1	ตรวจเช็คระดับน้ำมัน Hyd.	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3.2	ตรวจสอบการทำงานของ Flap	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3.3	ตรวจเช็คยางปาก Flap	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3.4	ตรวจเช็คสาย Hyd.	1	0:15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3.5	ตรวจสอบรอยรั่วของน้ำมัน Hyd.ที่กระบอกสูบและข้อต่อต่างๆ	1	0:30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3.6	ตรวจเช็ค Liner ใน Hopper	4	0:10				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				/	
4	**ระบบรอกสายไฟ**																																																					
4.1	เช็คสภาพรางและรอกดึงสายไฟ	2	1:00	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		/		/		/		/		/		/		/
4.2	เช็คสายไฟและสายไฟ Main	4	0:30	X				X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				/
4.3	เปลี่ยนรอกดึงสายไฟ	26	6:00																				X																										/								
4.4	เปลี่ยนสายไฟ Main และสายสัญญาณ	104	6:00																																																					
5	**ระบบไฟฟ้า**																																																						
5.1	ทำความสะอาดตู้ Control	1	1:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.2	ตรวจเช็คและปรับตั้ง Prox. ทุกตัว	1	1:00	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.3	ตรวจสอบสภาพความต้านทานใต้ที่นั่งคนขับ	1	0:20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.4	ตรวจสอบสภาพสายไฟรอบรถชั่ง	4	1:00			X				X				X				X				X				X				X				X				X				/				/				/				/	
5.5	ตรวจสอบ Switch กดทุกตัว	1	0:30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.6	ตรวจเช็คตัว Encoder	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.7	ตรวจเช็ค Load Cell	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.8	ตรวจสอบการทำงานของระบบเสียงและแสงเตือนรถชั่งวิ่ง	1	0:10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5.9	เปลี่ยน Encoder	24	1:30															X																										X														

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Plan PM. Machine of 2010: Weighing Car no.2

Maintenance Department :

ลำดับ	รายละเอียดการทำ PM. เครื่อง	Period (Week)	Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
			Date	5-ม.ค.-10	12-ม.ค.-10	13-ม.ค.-10	14-ม.ค.-10	15-ม.ค.-10	16-ม.ค.-10	17-ม.ค.-10	18-ม.ค.-10	19-ม.ค.-10	20-ม.ค.-10	21-ม.ค.-10	22-ม.ค.-10	23-ม.ค.-10	24-ม.ค.-10	25-ม.ค.-10	26-ม.ค.-10	27-ม.ค.-10	3-ก.พ.-10	10-ก.พ.-10	17-ก.พ.-10	24-ก.พ.-10	3-มี.ค.-10	10-มี.ค.-10	17-มี.ค.-10	24-มี.ค.-10	31-มี.ค.-10	7-เม.ย.-10	14-เม.ย.-10	21-เม.ย.-10	28-เม.ย.-10	5-พ.ค.-10	12-พ.ค.-10	19-พ.ค.-10	26-พ.ค.-10	2-มิ.ย.-10	9-มิ.ย.-10	16-มิ.ย.-10	23-มิ.ย.-10	30-มิ.ย.-10	7-ก.ค.-10	14-ก.ค.-10	21-ก.ค.-10	28-ก.ค.-10	4-ส.ค.-10	11-ส.ค.-10	18-ส.ค.-10	25-ส.ค.-10	1-ก.ย.-10	8-ก.ย.-10	15-ก.ย.-10	22-ก.ย.-10	29-ก.ย.-10	6-ต.ค.-10
			Duration																																																					
1	**ทำความสะอาดรถชั่ง**	1	2:00	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6	**ระบบ Safety**																																																						
6.1	ตรวจสอบสัญญาณ Safetyสามารถใช้งานได้ปกติ	1	0:10	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
6.2	ตรวจสอบชุดรับน้ำหนักไม่หลุดหลวม หรือแตกร้าว	1	0:05	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

File : P:\PM-2010\.....

หมายเหตุ / : Plan x : Actual ← : เลื่อนเข้า → : เลื่อนออก

Create by .....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายรัฐกร อุดมสุข สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปี 2548 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี 2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย