การปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษาสำหรับโรงงานหล่อคอนกรีตสำเร็จรูป

นางสาวกฤษณี พาณิชย์วรชัยกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IMPROVEMENT OF MAINTENANCE PERFORMANCE FOR PRE-CAST CONCRETE FACTORY

Ms.Kitsanee Panitworachaigul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษาสำหรับโรงงานหล่อคอนกรีตสำเร็จรูป
โดย	นางสาวกฤษณี พาณิชย์วรชัยกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

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

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

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

กฤษณี พาณิชย์วรชัยกุล : การปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษาสำหรับโรงงานหล่อคอนกรีตสำเร็จรูป (IMPROVEMENT OF MAINTENANCE PERFORMANCE FOR PRE-CAST CONCRETE FACTORY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร, 222 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สมรรถนะ และเสนอแนวทางการลดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรที่มีผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูป ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา มีดังนี้ (1) วิเคราะห์สมรรถนะของการผลิต และจุดบกพร่องของระบบงานบำรุงรักษา (2) วิเคราะห์สายงานวิกฤติของการผลิต (3) วิเคราะห์ผลกระทบจากการขัดข้องของเครื่องจักรที่มีต่อสายการผลิต (4) จัดประเภทเครื่องจักรตามผลกระทบที่มีต่อสายการผลิต (5) วิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องของเครื่องจักร และคำนวณค่าความเสี่ยงชี้นำ (6) กำหนดมาตรการบำรุงรักษาเครื่องจักรระยะสั้นและระยะยาวเพื่อปรับปรุงสมรรถนะของระบบการจัดการงานบำรุงรักษา

จากการศึกษาพบว่า (1) ประเภทของผลกระทบที่สำคัญเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้องที่พิจารณา ได้แก่ 1) สายการผลิตหยุด และ 2) ผลผลิตล่าช้า (2) มาตรการบำรุงรักษาสำหรับกลุ่มเครื่องจักรที่ทำให้สายการผลิตหยุด ระยะสั้น ได้แก่ การจัดตั้งทีมบำรุงรักษาในการแก้ไขเหตุขัดข้องระหว่างการผลิต และการตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเดินเครื่อง (3) มาตรการบำรุงรักษาระยะยาว ได้แก่ การจัดทำแผนและควบคุมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การประเมินและกำหนดอายุการใช้งานเครื่องจักรและอะไหล่ การจัดอบรมพนักงานควบคุมเครื่องและพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง

จากผลการนำมาตรการบำรุงรักษาไปใช้สำหรับเครื่องจักรตัวอย่างคือเครื่องผสมคอนกรีต เป็นระยะเวลา 9 เดือน พบว่า (1) อัตราการขัดข้องของเครื่องจักร ลดลงจาก 4.2% เป็น 1.0% ของเวลาการผลิตตามแผน (2) กำลังการผลิตของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากเดิม 11.1% (3) อัตราการขัดข้องของกระบวนการผลิต ลดลงจาก 5.22% เป็น 2.69% ของจำนวนชั่วโมงการผลิตตามแผน (4) ประสิทธิผลโดยรวมของโรงงาน เพิ่มขึ้นจาก 69% เป็น 73% (5) สมรรถนะเชิงจิตพิสัยของระบบการซ่อมบำรุงรักษา เพิ่มขึ้นจาก 54.6% เป็น 67.9%

ภาควิชา …วิศวกรรมอุตสาหการ….. ลายมือชื่อนิสิต……...

สาขาวิชา …..วิศวกรรมอุตสาหการ… ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก…….

ปีการศึกษา ……..2552……

#4970215021: MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: PERFORMANCE MEASUREMENT / PREVENTIVE MAINTENANCE / MACHINE BREAKDOWN / PRE-CAST CONCRETE
KITSANEE PANITWORACHAIGUL: IMPROVEMENT OF MAINTENANCE PERFORMANCE FOR PRE-CAST CONCRETE FACTORY. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SOMCHAI PUAJINDANETR, Ph.D, 222 pp.

The objectives of this research were to analyze the performances of maintenance management system (MMS), and to propose the guidline of the improvement in order to reduce machine breakdown in the production of knock down concrete house's part. The study had (1) analyzed the performances and weaknesses of maintenance management system, (2) analyzed the critical path of the production process, (3) analyzed the effects of machine breakdown on production, (4) categorized the groups of machines affecting on production breakdown, (5) found out the root causes of machine breakdown and determined the Risk Priority Number (RPN), and (6) established the short term and long term guildlines for improving the MMS.

The study found that (1) the main effects of machine breakdown considered were production line stopped, and productivity retarded, (2) the short term measures for MMS were setting up maintenance team to tackle machine breakdown problem during production, and inspecting machine condition before starting the production line, (3) the long term measures were performing the preventive maintenance plan, machine and spare part life assessment, finally training the operators and maintenanace teamwork.

The selected machine as concrete mixing process, critical path in the production line was implemented for 9 months. The result showed that (1) machine breakdown was reduced from 4.2% to 1.0% of production planned, (2) capacity of the sample machine was increased by 11.1%, (3) total plant breakdown was consecutively decreased from 5.22% to 2.69 % of production planned, (4) the overall equipment effectiveness (OEE) was increased from 69% to 73%, and (5) the subjective performance of maintenance management system was increased from 54.6% to 67.9%.

Department ….Industrial Engineering……. Student's Signature…….
Field of Study…..Industrial Engineering….. Advisor's Signature……
Academic Year ……..2009……

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ แนวทางในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย รองศาสตราจารย์จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์กาญจนา กาญจนสุนทร ที่กรุณาช่วยแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาและทุกคนในครอบครัวที่ช่วยเป็นกำลังใจและสนับสนุนความช่วยเหลือด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนสามารถศึกษาและทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

ขอขอบคุณโรงงานกรณีศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำการวิจัย ตลอดจนข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่างๆ ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายนี้ ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ รวมทั้งผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน สำหรับมิตรภาพที่มอบให้กันและเป็นกำลังใจแก่ผู้เขียนเสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฎ

1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ 5

2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 หลักการพื้นฐานการซ่อมบำรุงรักษา 6

2.2 การวัดประสิทธิภาพและสมรรถนะของระบบการซ่อมบำรุงรักษา 7

2.3 ปัญหาการเกิดเหตุเครื่องจักรขัดข้อง และมาตรการแก้ไข 14

2.4 การจัดการงานซ่อมบำรุงรักษา 16

2.5 การเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา 17

3 สภาพทั่วไปและปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา 22

3.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน 22

3.2 ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน 23

3.3 กระบวนการผลิตแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป 24

3.3.1 แผนผังสถานีงานและเครื่องจักร 25

3.3.2 ขั้นตอนการผลิต 33

3.4 การสำรวจระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา 46

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการทำงานของเครื่องจักร 48

3.4.2 การประเมินสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา 48

หน้า

3.5 ผลการสำรวจสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาในปัจจุบัน 48

4 วิธีการดำเนินงานวิจัย 57

4.1 การค้นหาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต 59

4.1.1 การวิเคราะห์ขั้นตอนสายงานวิกฤติ 62

4.1.2 การวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง 63

4.2 การประเมินอาการขัดข้องของเครื่องจักร 64

4.3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลอาการขัดข้อง 64

4.3.2 วิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้อง 64

4.3.3 วิเคราะห์ความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ 64

4.3 การกำหนดมาตรการซ่อมบำรุงรักษา 65

4.4 การทดลองใช้มาตรการซ่อมบำรุงรักษา
กรณีการแก้ไขปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักรตัวอย่าง 66

4.4.1 คัดเลือกเครื่องจักรตัวอย่าง และอาการขัดข้องต้องปรับปรุง 66

4.4.2 ศึกษาส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องจักร 66

4.4.3 นำเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขอาการขัดข้อง 66

4.4.4 ดำเนินแผนการตรวจเช็คและแก้ไขจุดบกพร่องของเครื่องจักร 67

4.4.5 จัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 67

4.5 เปรียบเทียบสมรรถนะระบบงานบำรุงรักษา
ก่อนและหลังการปรับปรุง 67

5 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย 68

5.1 ผลการค้นหาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต 70

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนสายงานวิกฤติ 70

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง 73

5.2 ผลการประเมินอาการขัดข้องของเครื่องจักร 94

5.2.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลอาการขัดข้อง 94

5.2.2 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้อง 96

5.2.3 ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้อง
อันเกิดจากแต่ละสาเหตุ 103

หน้า

5.3 ผลการกำหนดมาตรการซ่อมบำรุงรักษา 117
5.4 ผลการทดลองใช้มาตรการซ่อมบำรุงรักษา
กรณีการแก้ไขปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักรตัวอย่าง 119
5.4.1 ผลการคัดเลือกเครื่องจักรตัวอย่าง และอาการขัดข้องที่ต้องปรับปรุง 119
5.4.2 ผลการศึกษาส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องจักร 123
5.4.3 ผลการนำเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขอาการขัดข้อง 127
5.4.4 ผลการดำเนินแผนการตรวจเช็คและแก้ไขจุดบกพร่องของเครื่องจักร 131
5.4.5 ผลการจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 135
5.5 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะระบบงานบำรุงรักษา
ก่อนและหลังการปรับปรุง 135
5.5.1 ผลการเปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรก่อน
และหลังการปรับปรุง 136
5.5.2 ผลการเปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของโรงงานก่อน
และหลังการปรับปรุง 136
5.5.3 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงจิตพิสัยก่อนและหลังการปรับปรุง 136
5.5.4 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงวัตถุวิสัยก่อนและหลังการปรับปรุง 137

6 การอภิปรายและสรุปผลการศึกษา 142
6.1 การอภิปราย 142
6.2 สรุปผลการศึกษา 144
6.3 อุปสรรคและปัญหาของการศึกษา 145
6.4 ข้อเสนอแนะ 145

รายการอ้างอิง 147
ภาคผนวก 149
ภาคผนวก ก การหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง 150
ภาคผนวก ข ผลการประเมินสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา
ด้วยโปรแกรม CAEP v1.0 ก่อนการปรับปรุง 152
ภาคผนวก ค ผลการประเมินสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา
ด้วยโปรแกรม CAEP v1.0 หลังการปรับปรุง 166

หน้า

ภาคผนวก ง ตัวอย่างวิธีการกำหนดเกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ 180
ภาคผนวก จ คู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
สำหรับเครื่องผสมคอนกรีต (Concrete mixing process) 183
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 222

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 รายชื่อเครื่องจักรและการติดตั้ง 28
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลชั่วโมงการเดินเครื่องจักร 49
ตารางที่ 3.3 สรุปร้อยละของการหยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรเสีย 49
ตารางที่ 3.4 ค่าน้ำหนักความสำคัญของการประเมินสมรรถนะระบบการจัดการ ซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัย 54
ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การจำแนกกลุ่มเครื่องจักร 61
ตารางที่ 5.1 ระยะเวลาการทำงานของแต่ละงานย่อย 72
ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง 76
ตารางที่ 5.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเครื่องจักร ตามเกณฑ์สายงานวิกฤติ, เกณฑ์ความสามารถด้านการทดแทน, และเกณฑ์การทำหน้าที่ในการผลิต 87
ตารางที่ 5.4 ผลการศึกษาสาเหตุของอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงาน ในสายการผลิต 97
ตารางที่ 5.5 ผลการศึกษาค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้อง อันเกิดจากแต่ละสาเหตุ 106
ตารางที่ 5.6 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความรุนแรงของผลกระทบ ด้านระยะเวลาคืนสู่สภาพปกติ (S_1) 113
ตารางที่ 5.7 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความรุนแรงของผลกระทบ ด้านความปลอดภัย (S_2) 113
ตารางที่ 5.8 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความรุนแรงของผลกระทบ ด้านอัตราผลผลิต (S_3) 114
ตารางที่ 5.9 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความรุนแรงของผลกระทบ ด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ (S_4) 114
ตารางที่ 5.10 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความถี่ ของการเกิดปัญหาข้อขัดข้อง(O) 115
ตารางที่ 5.11 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความสามารถ ในการตรวจสอบอาการข้อขัดข้อง(D) 115
ตารางที่ 5.12 มาตรการซ่อมบำรุงรักษา 118
ตารางที่ 5.13 แผนการตรวจเช็ค และปรับปรุงแก้ไขอาการขัดข้อง ของเครื่อง Concrete mixing process 134

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 โค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub Curve) 16
รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรในการผลิตและผลผลิต 19
รูปที่ 3.1 ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป 23
รูปที่ 3.2 ภาพรวมของกระบวนการผลิตภายในโรงงาน 24
รูปที่ 3.3 ผังสถานีงาน และผังเครื่องจักร 27
รูปที่ 3.4 กระบวนการผลิตแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป 34
รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ 35
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนวางแบบกั้นข้าง 36
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ 37
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนวางโครงสร้างเหล็กเสริมความแข็งแรง 38
รูปที่ 3.9 ขั้นตอนผสมและจ่ายคอนกรีต 38
รูปที่ 3.10 ขั้นตอนลำเลียงคอนกรีต 39
รูปที่ 3.11 ขั้นตอนเทคอนกรีต 40
รูปที่ 3.12 ขั้นตอนขัดผิวหน้าคอนกรีต 41
รูปที่ 3.13 ขั้นตอนบ่มคอนกรีต 41
รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการถอดแบบ 42
รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการยกชิ้นงานเก็บ 43
รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการลำเลียงชิ้นงาน 43
รูปที่ 3.17 ขั้นตอนการจัดเก็บในคลังสินค้า 44
รูปที่ 3.18 ขั้นตอนการทำความสะอาดแบบกั้นข้าง 45
รูปที่ 3.19 ขั้นตอนการทำความสะอาด เคลือบน้ำมันโต๊ะหล่อ 45
รูปที่ 3.20 โครงสร้างองค์กรซ่อมบำรุงรักษา 47
รูปที่ 3.21 เปอร์เซ็นต์ของเวลาการหยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรเสีย 49
รูปที่ 3.22 สมรรถนะการจัดการเชิงจิตพิสัย ด้านการจัดการองค์กรซ่อมบำรุงรักษา 52
รูปที่ 3.23 สมรรถนะการจัดการเชิงจิตพิสัย ด้านการจัดการทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา 52
รูปที่ 3.24 สมรรถนะการจัดการเชิงจิตพิสัย ด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา 53
รูปที่ 4.1 กลุ่มเครื่องจักร จำแนกตามความสำคัญของผลกระทบเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง 62
รูปที่ 5.1 เครือข่ายแสดงความสัมพันธ์ของงาน 71
รูปที่ 5.2 กระบวนการไหลของงาน และจุดคอขวดของระบบ 75

หน้า

รูปที่ 5.3 เครือข่ายแสดงความสัมพันธ์ของงานและการทดแทนการทำหน้าที่ของเครื่องจักร 90
รูปที่ 5.4 กลุ่มของเครื่องจักรจำแนกตามผลที่เกิดกับสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง 93
รูปที่ 5.5 ค่าความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากสาเหตุต่างๆ 116
รูปที่ 5.6 ช่องจ่ายคอนกรีตของ Mixer เครื่อง Concrete mixing process เปิด 120
รูปที่ 5.7 แขนใบกวนนอก ใบกวนใน ใบปาดนอก ของ Mixer
เครื่อง Concrete mixing process ตกขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีต 121
รูปที่ 5.8 สปริงใบกวนนนอกแตก และเทอร์โบชำรุด 122
รูปที่ 5.9 ส่วนประกอบของ Mixer 124
รูปที่ 5.10 Skip Hoist 125
รูปที่ 5.11 ชุดป้อมโกยหินทราย 125
รูปที่ 5.12 เปรียบเทียบอัตราการหยุดการผลิตเนื่องจากการขัดข้องของ
เครื่อง Concrete mixing process ก่อนปรับปรุง ระหว่างปรับปรุง
และหลังการปรับปรุง 138
รูปที่ 5.13 เปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของกระบวนการผลิตของโรงงาน
ก่อนปรับปรุง ระหว่างปรับปรุง และหลังการปรับปรุง 139
รูปที่ 5.14 เปรียบเทียบสมรรถนะการจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา
ก่อนและหลังการปรับปรุง 140
รูปที่ 5.15 เปรียบเทียบสมรรถนะด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา
ก่อนและหลังการปรับปรุง 140
รูปที่ 5.16 เปรียบเทียบสมรรถนะด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา
ก่อนและหลังการปรับปรุง 141

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องของอุตสาหกรรมต่างๆ ทำให้การใช้เครื่องจักรต่างๆ ทั้งใหม่และเก่าขยายตัวตามไปด้วย ซึ่งการจัดการและบำรุงเครื่องจักรก็นับเป็นส่วนหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในวงจรการใช้งานของเครื่องจักร

การพัฒนาของหลายอุตสาหกรรมที่เติบโตขึ้นได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การจัดการและบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน มีข้อดีและประโยชน์มากมาย ซึ่งไม่เพียงแค่จะเป็นการประหยัดต้นทุน การลงทุนและค่าใช้จ่ายในระยะยาว การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มผลผลิตของเครื่องจักร รักษาคุณภาพของชิ้นงาน ความไว้วางใจได้ในตัวเครื่องจักร และความสามารถในการใช้เครื่องจักรให้ได้ตลอดอายุการใช้งาน แต่ยังครอบคลุมถึง การปฏิบัติตามข้อบังคับทางกฎหมาย มาตรฐานความปลอดภัยที่ดี และการให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ธุรกิจอุตสาหกรรมต่างๆ จึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นของการบำรุงเครื่องจักรเพื่อให้การใช้งานเครื่องจักรได้ประสิทธิภาพสูงสุด

เนื่องด้วยสภาวะทางเศรษฐกิจปัจจุบัน ที่มีอัตราการแข่งขันในภาคธุรกิจอุตสาหกรรมสูง หลายอุตสาหกรรมจึงพยายามสร้างจุดยืนของตนให้อยู่ในฐานะความเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมที่ตนดำเนินธุรกิจ สิ่งหนึ่งที่ทุกอุตสาหกรรมให้ความสำคัญมาก คือ การลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำสุดและเพิ่มคุณภาพการผลิตให้สูงสุด ทั้งทางด้านคุณภาพของผลผลิต และคุณภาพด้านกำลังการผลิต ด้วยเหตุนี้โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยตัวหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มคุณภาพการผลิต นั่นก็คือ การปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษา

การปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษา และการบริหารจัดการงานบำรุงรักษา เป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญมากในการบริหารสินทรัพย์ ทั้งนี้ก็เพื่อทำให้เครื่องจักรมีความพร้อมในการใช้งานได้เสมอนั่นเอง แต่อย่างไรก็ตาม หลายๆ อุตสาหกรรมไม่สามารถบริหารจัดการงานบำรุงรักษาและวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาได้ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อบกพร่องอยู่ 2 ปัจจัยด้วยกัน คือ 1) ปัจจัยทางด้านความรู้ ความชำนาญเกี่ยวกับเครื่องจักร 2) ปัจจัยทางด้านระบบการควบคุมสำหรับระบบบริหารจัดการงานบำรุงรักษาที่ดีนั่นเอง

จะเห็นได้ว่า การบำรุงรักษา เป็นสิ่งที่หลายๆ องค์กรให้ความสำคัญ แต่เนื่องจากว่า การตัดสินใจในการวางแผน การกำหนดนโยบาย และกลยุทธ์ในการปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษา และระบบการบริหารจัดการงานบำรุงรักษา รวมถึงการวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นสิ่งที่ต้องใช้ทักษะทั้งทางด้านเทคนิคและการวางแผนงาน การอาศัยความรู้ ความชำนาญด้านการซ่อมเครื่องจักรอย่างเดียว โดยขาดการแผนการบำรุงรักษา และแนวทางการบำรุงรักษา ส่งผลต่อการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพน้อย ซึ่งในปัจจุบันนี้ สมรรถนะงานบำรุงรักษา ไม่เพียงใช้เพื่อบ่งบอกถึงสภาพที่แท้จริงของแต่ละองค์กร แต่ยังถูกนำไปใช้ในการเปรียบเทียบ (Benchmarking) ระดับความเป็นผู้นำอุตสาหกรรมการผลิตของโลก (World Class Manufacturing) กับองค์กรอื่นๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงศักยภาพ และความเป็นผู้นำ ในกลุ่มอุตสาหกรรมเดียวกัน และกลุ่มอุตสาหกรรมอื่น รวมทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้บริหารระดับสูงสามารถทำการพิจารณาได้ง่ายขึ้นทางด้านการรับคำสั่งซื้อ การวางแผนการผลิต การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต รวมทั้งการวางแผนด้านการเงิน

ฉะนั้น สิ่งสำคัญของการปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษา บริหารจัดการงานบำรุงรักษา และการวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ก็เพื่อทำให้เครื่องจักร อุปกรณ์เกิดประสิทธิภาพสูงสุด (Overall Efficiency) และช่วยในการพิจารณา ตัดสินใจในการวางแผน การกำหนดนโยบาย และกลยุทธ์ในการพัฒนาการผลิตต่อไป ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กรในที่สุด

เนื่องจากในปัจจุบันแนวโน้มผู้บริโภคที่ต้องการมีบ้านหรือที่อยู่อาศัย ได้หันมาใช้บริการบริษัทรับสร้างบ้านมากขึ้น โดยผู้บริโภคจะเลือกผู้ประกอบการ ที่เชี่ยวชาญเรื่องการสร้างบ้านโดยเฉพาะ สำหรับประเทศไทยแล้วยังไม่มีการควบคุมหรือกำหนด มาตรฐานผู้ประกอบการเช่นในต่างประเทศ ทำให้ผู้บริโภคต้องระมัดระวังและมีความเสี่ยง อย่างไรก็ดีโลกของการสื่อสารที่ทันสมัยในปัจจุบัน ช่วยให้ผู้บริโภค สามารถจะค้นหาข้อมูลและเลือกจะตัดสินใจซื้อได้อย่างมั่นใจยิ่งขึ้น รวมถึงตัวอย่างประสบการณ์จากผู้เคยใช้บริการจะเป็นตัวช่วยสร้างความมั่นใจ ดังนั้นผู้ประกอบการที่เปิดเผยข้อมูลอย่างละเอียดจะทำให้ผู้บริโภคไว้วางใจ และมีโอกาสถูกเลือกใช้บริการมากกว่าผู้ประกอบการที่นำเสนอโดยปิดบังข้อมูล

ในปัจจุบันผู้ประกอบการทั้งตลาดจึงต้องปรับตัวตามแนวโน้มผู้บริโภคที่จะหันมาเลือกใช้บริการกลุ่มบริษัทรับสร้างบ้านมากขึ้นท่ามกลางสภาวะที่มีการแข่งขันทางธุรกิจที่รุนแรง ทั้งปัจจัยทางด้านต้นทุน เทคโนโลยี เศรษฐกิจ การเมือง และคู่แข่งขัน แต่การขาดแคลนบุคลากรในวิชาชีพที่มีความรู้ความสามารถ ที่จะเข้ามาภาคสู่ธุรกิจกำลังกลายเป็นปัญหาใหม่ โดยเฉพาะพนักงานระดับ ปฏิบัติการ รวมทั้งปัญหาการนำเทคโนโลยีการผลิตบ้านสำเร็จรูปมาใช้

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาในส่วนของการปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษาของโรงงานหล่อคอนกรีตสำเร็จรูปที่เป็นกรณีศึกษา โดยการทำวิจัยครั้งนี้ผู้ศึกษาได้นำระบบคอมพิวเตอร์ช่วยประเมินสมรรถนะการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงรักษามาทำการประเมินบ่งชี้จุดบกพร่องของระบบบริหารงานบำรุงรักษา เพื่อหาวิธีทางปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นต่อไป

ทั้งนี้จากการศึกษาวิเคราะห์โรงงานกรณีศึกษาในเบื้องต้น โดยการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์และข้อมูลที่ผ่านมาในอดีต พบว่า การวางแผนงานและการซ่อมบำรุงแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากขาดความรู้ความชำนาญในเครื่องจักรและอุปกรณ์โดยเฉพาะสำหรับโรงงานผลิตคอนกรีตสำเร็จรูป และไม่มีการดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษา รวมทั้งขาดการติดตามและปรับปรุงแผนที่เหมาะสม และยังขาดการประสานงานที่ดีกับฝ่ายผลิต นอกจากนี้ยังพบว่า การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุง และอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรที่เกิดชำรุดและหยุดโดยฉุกเฉิน (Machine Breakdown) มีค่าสูงถึง 5.22$\pm$2 % ของชั่วโมงการผลิตตามแผน หรือเฉลี่ยแล้วคิดเป็น 1.3 ชั่วโมงต่อวัน (คิดจาก 26 วันทำงานต่อเดือน)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อวิเคราะห์สมรรถนะ และเสนอแนวทางการลดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรที่มีผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูป

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ได้กำหนดขอบเขตในการทำวิจัยไว้ดังนี้

1. การศึกษาและทำวิจัยครั้งนี้ จะทำการศึกษาแนวทางการบำรุงรักษาเครื่องจักรในขั้นตอนกระบวนการผลิตแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นหลัก เฉพาะเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต

2. การวิจัยครั้งนี้ จะทำการศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษา บริหารจัดการงานบำรุงรักษา และการวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องจักรในโรงงานผลิตคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete) ซึ่งครอบคลุมหัวข้อต่างๆ ดังนี้
    (1) ศึกษาสภาพปัจจุบันของปัญหา
    (2) ชี้บ่งจุดบกพร่องของระบบการบริหารงานบำรุงรักษา
    (3) วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
    (4) หาแนวทางการแก้ไขปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษาที่เหมาะสม
3. ข้อมูลเชิงต้นทุน งบประมาณ ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับงานบำรุงรักษานั้น ไม่ครอบคลุมในขอบเขตงานวิจัยนี้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. สำรวจงานวิจัย บทความ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการงานบำรุงรักษา
2. ศึกษากระบวนการผลิต ขั้นตอนการไหลของงาน การทำหน้าที่ของเครื่องจักร
3. ศึกษาสภาพปัจจุบันของปัญหาการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาของบริษัทกรณีศึกษา โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม CAEP v1.0

    สำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหาการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาของบริษัทกรณีศึกษา โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม CAEP v1.0 เพื่อวิเคราะห์สมรรถนะการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา ชี้บ่งข้อบกพร่อง หรือ สิ่งที่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุง
4. วิเคราะห์หาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตเมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องจักร
5. ศึกษาอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต
    1) เก็บรวบรวมข้อมูลอาการขัดข้องของเครื่องจักร
    2) วิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยที่ทำให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักร โดยเทคนิคสร้างแผนภาพวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)
    3) วิเคราะห์ลักษณะอาการขัดข้อง โดยประเมินตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number)
    4) คัดเลือกเครื่องจักรตัวอย่าง และอาการบกพร่องที่ต้องปรับปรุง

6. การปรับปรุงเพื่อลดอัตราการขัดข้อง

   นำเสนอและประยุกต์แนวทางในการปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษา การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา
7. ติดตามผล เปรียบเทียบอัตราการขัดข้อง สมรรถนะการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาก่อนและหลังการปรับปรุง
8. วิเคราะห์และอภิปรายผลการศึกษา
9. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าได้รับ

ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย มีดังนี้

1. ลดอัตราการเกิดการขัดข้องของเครื่องจักร
2. เพิ่มสมรรถนะการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา
3. ลดการสูญเสียอันเกิดจากเครื่องจักรและอุปกรณ์บกพร่องชำรุด
4. เพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพการผลิต
5. ได้แนวทางที่เหมาะสมในการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานของสายการผลิต
6. ผู้บริหารระดับสูงสามารถตัดสินใจได้ง่ายขึ้นทางด้านการรับคำสั่งซื้อ การวางแผนการผลิต การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต รวมทั้งการวางแผนด้านการเงิน
7. เป็นแนวทางในการศึกษาหาวิธีทางที่ดีที่สุดสำหรับบริหารจัดการงานบำรุงรักษาของโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป หรือ การนำมาประยุกต์เพื่อให้ได้ในใช้กับเครื่องจักรประเภทอื่น หรือกับอุตสาหกรรมอื่นที่ต้องการ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการพื้นฐานและความสำคัญของงานบำรุงรักษา การวัดประสิทธิภาพและสมรรถนะของระบบการซ่อมบำรุงรักษา รวมถึงปัญหาการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Machine breakdown) ที่ส่งผลต่อการผลิตและมาตรการแก้ไข รวมถึงการจัดการงานซ่อมบำรุงรักษา และการเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา เพื่อเป็นแนวทางในการวัดสมรรถนะงานบำรุงรักษา และวางแผนงานบำรุงรักษาต่อไป

2.1 หลักการพื้นฐานการซ่อมบำรุงรักษา

การซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance) หมายถึง การธำรงไว้ซึ่งสภาพเดิมในระบบการผลิต (วงกต วงศ์อภัย, 2543) การสงวน หรือการบำรุงไว้ซึ่งการปฏิบัติที่อยู่ในสภาวะที่ดีอย่างต่อเนื่องและเป็นการป้องกัน นอกจากนี้ การซ่อมบำรุงรักษาโดยนิยามของ Lewis, J. (2002) หมายถึง การจัดการความถดถอย (Degradation Management) ในเชิงวิศวกรรม ซึ่งรวมถึงสิ่งที่เป็นเครื่องจักร อุปกรณ์ และระบบการบริหารจัดการ เพื่อทำให้สมรรถนะของสิ่งต่างๆ เหล่านี้ยังคงอยู่ตามสภาพการออกแบบ

ทั้งนี้ งานบำรุงรักษาที่มีประสิทธิผล จะส่งผลดังต่อไปนี้

1. สามารถประกันได้ว่าเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตมีความน่าเชื่อถือได้ และสามารถผลิตได้ตามกำลังการผลิต
2. สามารถกำหนดค่าใช้จ่ายคงที่ และค่าแรงงานในการซ่อมบำรุงได้
3. สามารถตั้งงบประมาณและค่าใช้จ่ายการดำเนินการสำหรับงานบำรุงรักษาได้ เพราะจะทราบค่าใช้จ่ายสำหรับอะไหล่ที่ต้องใช้ รวมถึงทราบค่าใช้จ่ายในการจ้างผู้รับเหมาภายนอกล่วงหน้า

4. งานซ่อมบำรุงเป็นการทำให้เกิดความมั่นใจได้ว่าจะมีความปลอดภัยในการใช้เครื่องจักรนั้นๆ และไม่มีผลเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ไม่เกิดการรั่วซึมของสารเคมีหรือก๊าซ เป็นต้น

Rodrigues, M. และ Hatakeyama, K. (2006) กล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการซ่อมบำรุงรักษากับการผลิตว่าเป็นสิ่งที่นำไปสู่ความสำเร็จของอุตสาหกรรม ซึ่งวิถีทางของการซ่อมบำรุงรักษา คือ การทำให้เกิดการปรับปรุงการผลิตโดยรวม โดยตระหนักว่าหลักการในการบำรุงรักษาด้วย TPM ประกอบด้วยการทำกิจกรรมนี้เป็นกิจวัตร ซึ่งเราสามารถจำแนกบริษัทที่จะใช้ TPM ได้เป็น 3 ประเภท คือ (1) บริษัทที่มี TPM อยู่จริง โดยมีโครงสร้างของระบบและหลักการทำงานของระบบ (2) บริษัทที่เพียงแต่พูดว่ามีระบบอยู่ แต่ไม่มีโครงสร้างการทำงานของระบบเลย (3) บริษัทที่มี TPM อยู่จริง โดยมีแค่เพียงหลักการ แต่ไม่มีโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบเลย ทั้งนี้ ความสำเร็จของ TPM มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการบริหารทรัพยากรบุคคล เนื่องจากการมุ่งเน้นที่วิธีการที่คนแสดงออกซึ่งเกิดขึ้นในทุกกระบวนการจัดการ อันเป็นสิ่งจำเป็นต่อการสร้างตัวชี้วัดเพื่อประเมินสมรรถนะ นอกจากนี้ยังกล่าวถึง ปัจจัยที่ส่งผลให้ TPM ล้มเหลว ประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงแผนการผลิต ไม่มีการซ่อมบำรุงรักษาด้วยตนเอง พนักงานปฏิบัติการ 1 คนควบคุมเครื่องจักรมากกว่า 1 เครื่อง ความเครียดในการทำงาน พนักงานปฏิบัติการมีความคิดว่าพวกเขามีหน้าที่ต้องทำการผลิตและไม่มีหน้าที่ในการซ่อมบำรุงรักษา การนำ TPM มาใช้อย่างรวดเร็วทำให้เกิดการละเลยบางขั้นตอน ขาดแคลนการฝึกอบรมพนักงานช่างเทคนิคและรวมถึงฝ่ายบริหาร ไม่มีการติดตามความก้าวหน้าและประเมินผล การละเลยของพนักงานในการดำเนินการ TPM ขาดพันธะสัญญาของผู้บริหารระดับสูง การลาออกของหัวหน้างาน และการตัดงบประมาณด้านบุคลากรในงานซ่อมบำรุง

2.2 การวัดประสิทธิภาพและสมรรถนะของระบบการซ่อมบำรุงรักษา

Peter (2002) กล่าวว่า เนื่องจากระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องดำรงอยู่ในองค์กร ดังนั้น เพื่อให้การพัฒนาระบบเป็นไปอย่างต่อเนื่อง จึงจำเป็นต้องมีการวัดสมรรถนะ หรือ ประเมินประสิทธิภาพ เพื่อที่จะสามารถทราบได้ว่า ณ ปัจจุบัน ตัวเราอยู่ ณ จุดใด ระดับใด ควรมีการดำเนินการจัดการอย่างไรเพื่อให้สามารถพัฒนาไปสู่ระดับที่สูงขึ้นไปได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ในการทำการพัฒนาระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเพื่อให้ประสบผลสำเร็จอย่างดีที่สุดแล้ว หลังจากที่มีการประเมินผลควรมีการจัดวางแผนลำดับความสำคัญของกิจกรรมซ่อม

บำรุงรักษาที่ควรได้รับการดำเนินการพัฒนาปรับปรุง เพื่อให้สามารถวางแผนในลำดับขั้นตอนต่อไปได้ เช่น การจัดทีมงานในการดำเนินการ การจัดสรรงบประมาณที่ต้องนำมาใช้ เป็นต้น

นอกจากนี้ Pun, *et al*. (2005) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวัดประสิทธิภาพ หรือสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาว่า เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการบริหารจัดการวางแผนพัฒนาปรับปรุงระบบ เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายของระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาที่ตั้งไว้ รวมถึงเพื่อให้การปรับปรุงพัฒนาโดยภาพรวมของระบบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ธาราริน อร่ามเจริญ (2543) ได้กำหนดตัววัดสมรรถนะโดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ การวัดสมรรถนะเชิงจิตวิสัย และเชิงวัตถุวิสัย โดยแบ่งหัวข้อกิจกรรมในระบบการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาออกเป็น 3 กิจกรรมหลัก คือ การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Organization Management), การจัดการทางด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Resource Management) และการจัดการทางด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุง (Maintenance Operation Management) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทางด้านการซ่อมบำรุงรักษาร่วมเสนอความเห็นในการประเมินน้ำหนักความสำคัญของแต่ละกิจกรรมและตัวชี้วัดด้วยกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process) โดยแต่ละกิจกรรมยังสามารถแบ่งออกเป็นกิจกรรมในหัวข้อย่อยๆ ได้ดังนี้

(1) การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Organization Management)

การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา เป็นเรื่องเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษาและการจัดการองค์กรซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมด ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

(1.1) กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Strategy)

กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษาเป็นเรื่องเกี่ยวกับ การวางแผนกลยุทธ์ การกำหนดภารกิจหลัก วัตถุประสงค์ เป้าหมายและนโยบายขององค์กรซ่อมบำรุง รวมถึงการจัดองค์กรซ่อมบำรุงรักษา

(1.2) บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Role)

บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษาเป็นเรื่องเกี่ยวกับ ความสำคัญขององค์กรซ่อมบำรุงรักษาที่มีต่อองค์กร ซึ่งโดยทั่วไปองค์กรที่มีการลงทุนในเครื่องจักรที่มีมูลค่าสูงมักจะให้ความสำคัญกับการซ่อมบำรุงรักษามาก

(1.3) การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ (Budgeting Management)

การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณเป็นเรื่องเกี่ยวกับ การวางแผนการใช้งบประมาณ และการควบคุมการใช้งบประมาณ

ซึ่งการจัดองค์กรด้านการบำรุงรักษาที่ดีนั้น จะก่อให้เกิดความคล่องตัวในการทำงานเป็นอย่างยิ่ง

(2) การจัดการทางด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Resource Management)

การจัดการทางด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษาเป็นการจัดสรรทรัพยากรให้สามารถจัดหาได้ (Availability) ในเวลาที่เหมาะสมและในปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งกิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาต้องการทรัพยากรในรูปของเครื่องจักร (Machine) อะไหล่สำรอง (Spare Part) เครื่องมือ (Tools) กำลังคน (Manpower) และสิ่งอำนวยความสะดวก (Facility) ซึ่งทรรัพยากรแต่ละชนิดก็มีการจัดการและวัตถุประสงค์แตกต่างกัน โดยจะกล่าวในรายละเอียด ดังนี้

(2.1) การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์ (Machine Management) แบ่งเป็น

(2.1.1) สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์ (Machine Performance)

การเพิ่มสมรรถนะเครื่องจักรสามารถทำได้หลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมการวิเคราะห์การทำงาน การวิเคราะห์เหตุขัดข้องของเครื่องจักร รวมถึงกิจกรรมซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กิจกรรมซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ หรือกิจกรรมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม โดยวัตถุประสงค์ของการเพิ่มสมรรถนะเครื่องจักร คือ

- เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต
- ลดค่าใช้จ่ายในการผลิต
- ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

(2.1.2) การทดแทนเครื่องจักร อุปกรณ์ (Machine Replacement)

วัตถุประสงค์ของการทดแทนเครื่องจักร อุปกรณ์คือ การจัดหาเครื่องจักร อุปกรณ์ให้กับองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นเรื่องของการวิเคราะห์ ตัดสินใจ ในการทดแทนเครื่องจักร อุปกรณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดสินใจในเครื่องจักร อุปกรณ์ที่มีมูลค่าสูง

(2.2) การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ (Spare Part and Tools Management)

การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ แบ่งเป็น

(2.2.1) การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ (Spare Part and Tools Inventory)

การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ เป็นเรื่องการบริหารจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือให้อยู่ในปริมาณพอเหมาะ ชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือควรถูกระบุชนิดให้สามารถสืบกลับได้ คลังอะไหล่ระบุที่ตั้งถูกต้อง บันทึกข้อมูลถูกต้องและเป็นระบบ ซึ่งต้องนำเทคนิคและการวิเคราะห์มาใช้เพื่อให้การจัดการมีประสิทธิภาพสูงสุด

(2.2.2) การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ (Spare part and Tools Procurement)

การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือจำเป็นต้องรวดเร็ว ถูกต้อง มีข้อมูลเป็นระบบ สามารถระบุแหล่งที่มาของชิ้นส่วนอะไหล่ เครื่องมือ และค่าใช้จ่ายทั้งหมดได้

(2.3) การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล (Personal Management)

การจัดการด้านทรัพยากรบุคคลขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา ทั้งทางด้านการพิจารณาคัดเลือกทรัพยากรบุคคลเพื่อให้ได้มาซึ่งทรัพยากรที่มีคุณภาพ การบริหารทรัพยากรบุคคลให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการฝึกอบรมพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้มีทักษะในการดำเนินงานและการบำรุงรักษาเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการผลิตอย่างรวดเร็ว โดยวัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล คือ เพิ่มทักษะการทำงาน เพิ่มประสิทธิผลในการทำงาน และลดต้นทุนการดำเนินงาน

(2.4) การจัดการสาธารณูปโภค (Utilities Management)

การจัดการสาธารณูปโภคทั้งทางด้านพื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษา สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ รวมถึงความปลอดภัยและพลังงานที่ใช้ในการดำเนินงาน ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของการจัดการสาธารณูปโภค คือ สามารถใช้พลังงานและสิ่งอำนวยความสะดวกได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถทำงานซ่อมบำรุงรักษาได้อย่างปลอดภัย

(2.5) การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา (Subcontract Management)

การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมาทางด้านการบริหารที่ต้องใช้ผู้รับเหมาโดยวิเคราะห์ถึงความคุ้มค่า และการประเมินเพื่อคัดเลือกผู้รับเหมาโดยพิจารณาค่าใช้จ่าย และคุณภาพของงาน นอกจากนี้ยังต้องทำการประเมินการทำงานของผู้รับเหมาอยู่เสมอ

(3) การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุง (Maintenance Operation Management)

การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงโดยพยายามให้เครื่องจักรเกิดการชำรุดขัดข้องน้อยที่สุด รวมทั้งต้นทุนในการซ่อมบำรุงรักษาต่ำที่สุด ซึ่งกิจกรรมการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษาแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ

(3.1) การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Planning and Scheduling) มีรายละเอียดดังนี้

(3.1.1) การวางแผนการซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Planning)

การวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาเป็นการจัดสรรทรัพยากรลงไปในงาน และเตรียมการเกี่ยวกับงานไว้ล่วงหน้าก่อนปฏิบัติงาน ดังนั้นงานจะถูกทำอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งงานที่มีการวางแผนงานล่วงหน้าจะมีคุณภาพดีกว่างานที่ไม่ได้มีการวางแผนไว้ คือใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพกว่า และยังทำให้การจัดลำดับงานมีความแม่นยำขึ้น

เมื่อมีการวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาแล้ว จะทำให้พนักงานซ่อมบำรุงรักษารู้ถึงลักษณะและรายละเอียดของงานที่จะทำ วัสดุชิ้นส่วน อุปกรณ์ เครื่องมือ รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่ต้องการ

(3.1.2) การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Scheduling)

การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษาเป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับเวลาที่เหมาะสมที่สุดที่จะดำเนินการซ่อมบำรุงรักษา โดยพิจารณาถึง ลำดับความสำคัญของงาน กำหนดการส่งมอบ ความสามารถในการหาทรัพยากรต่างๆ รวมทั้งจำนวนงานค้าง โดยแต่ละองค์กรซ่อมบำรุงรักษาจะมีเกณฑ์ในการจัดลำดับงานที่ต่างกัน ซึ่งทุกงานไม่จำเป็นจะต้องจัดลำดับงานเสมอไปขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและชนิดของงาน แต่ถ้าองค์กรใดมีการจัดลำดับงานที่ดีแล้วจะทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่น

(3.2) การจัดการระบบข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Information Management) แบ่งเป็น

(3.2.1) ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Work Order Systems)

ระบบการสั่งงานเปรียบเสมือนระบบข้อมูลสำหรับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา เป็นการแสดงความต้องการที่จะดำเนินการซ่อมบำรุงรักษา โดยจำเป็นต้องมีรายละเอียดของงานที่จะทำ ผู้กระทำ ทรัพยากรที่ต้องการ ซึ่งทำแบบฟอร์มตามความเหมาะสมของแต่ละองค์กร โดยวัตถุประสงค์ของระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาคือ

- ใช้เป็นคำสั่งให้พนักงานทำการซ่อมบำรุงรักษา
- เป็นเครื่องมือในการบอกรายละเอียดงาน
- เป็นการบ่งชี้ความสำคัญของงานและเวลาที่ต้องทำงานให้เสร็จ
- เป็นเครื่องมือช่วยเก็บประวัติการทำงานซ่อมบำรุงรักษา
- ใช้กำหนดการทำงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษายังมีหน้าที่ในการเฝ้าติดตามและรายงานผลการซ่อมบำรุงรักษาด้านการปฏิบัติงาน ด้านแรงงาน ต้นทุนค่าใช้จ่าย ซึ่งการติดตามและรายงานผลจะช่วยในการควบคุมงานซ่อมบำรุงรักษา

(3.2.3) การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานซ่อมบำรุงรักษา (Computerized Maintenance Management System: CMMS)

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา ช่วยในการวางแผน และค้นหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ควบคุมอะไหล่คงคลัง

(3.3) การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา (Implement Maintenance Management System)

การนำเอาเทคนิคทางด้านการซ่อมบำรุงรักษามาประยุกต์ใช้ในแต่ละองค์กรที่แตกต่างกัน การปฏิบัติงานในแต่ละเทคนิคก็แตกต่างกัน แต่ยังคงไว้ซึ่งหลักการเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็นการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM) และการซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)

(3.4) การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง (Maintenance Analysis and Improvement)

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา คือ การค้นหาสาเหตุของงานซ่อมบำรุงรักษาว่ามีต้นเหตุมาจากอะไร และสาเหตุใดที่ทำให้เกิดการขัดข้อง รวมทั้งแนวทางการแก้ไขเพื่อไม่ให้เกิดเหตุขัดข้องนั้นขึ้นอีก

การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องมุ่งประเด็นไปที่การปรับปรุงความสามารถในองค์กร ซึ่งกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องนี้ไม่มีแบบแผนที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ปัจจุบันขององค์กรและสภาพแวดล้อม ในปัจจุบันกิจกรรมที่นิยมมากได้แก่ กิจกรรมการเปรียบเทียบกับองค์กรอื่น (Benchmark) และกิจกรรมการตรวจสอบงานซ่อมบำรุงรักา (Maintenance Audit)

กุสุมา สุนประชา (2546) ได้พัฒนาระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาและลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากความบกพร่องของระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาของโรงงานเม็ดพลาสติก ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) ประเภทอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โดยการศึกษาโครงสร้างและวิเคราะห์ระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา จากนั้นจึงดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบเดิมที่ใช้อยู่ รวมถึงประเมินความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากความบกพร่องของระบบ หลังจากนั้นจึงทำการศึกษาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาระบบ พร้อมทั้งดำเนินการออกแบบระบบใหม่ และนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานตัวอย่าง โดยหลังการพัฒนาได้ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการดำเนินการพัฒนาระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า (1) โครงสร้างของระบบการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาประกอบด้วย การบริหารจัดการองค์กรซ่อมบำรุงรักษา การบริหารจัดการทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา และการบริหารจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา โดยพบปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบประกอบด้วย การขาดการวางแผนและควบคุมการใช้งบประมาณซ่อมบำรุงรักษา ไม่มีการกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา ขาดการวิเคราะห์และประเมินผลระบบการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา การบริหารจัดการด้านการวางแผน การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษาไม่มีประสิทธิภาพ และการบริหารจัดการบุคลากรขาดประสิทธิภาพ (2) ระบบที่ทำการออกแบบพัฒนาขึ้นใหม่จะทำการกำหนดเป้าหมายเพื่อเป็นจุดมุ่งหมายของการดำเนินการ โดยวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดขึ้นจะสอดคล้องกับเป้าหมายหลักขององค์กร (3) ภายหลังการดำเนินการตามระบบที่ได้ออกแบบพัฒนา ได้นำตัวชี้วัดสมรรถนะเป็นตัวประเมินผลของการดำเนินการ และเพื่อบ่งชี้ถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

จากการพัฒนาส่วนบกพร่องของระบบ (4) ผลสรุปของการดำเนินการพัฒนาระบบการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา สามารถพัฒนาระบบให้มีศักยภาพสูงขึ้น และสามารถแก้ไขปัญหาที่วิเคราะห์พบในขั้นตอนแรกให้หมดสิ้นไป

อรอุมา กอสนาน (2548) ได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยประเมินสมรรถนะระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา เพื่อช่วยให้ได้ผลการประเมินสมรรถนะให้เร็วขึ้น และชี้บ่งข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงของระบบบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงรักษาของโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่เน้นการลงทุนด้านเครื่องจักรเป็นหลัก จากการศึกษาพบว่า (1) โครงสร้างของระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษา ประกอบด้วย การบริหารจัดการองค์กรซ่อมบำรุง, การบริหารจัดการทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา, และการบริหารจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา (2) การจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการประเมินผล โดยการอาศัยหลักการทำงานระหว่าง Microsoft Access และ Visual Basic.Net และรายงานผลโดยใช้ Microsoft Excel เวอร์ชั่น 2003 ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จัดทำขึ้นสามารถช่วยให้การประเมินผลสมรรถนะระบบการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงรักษา สามารถกระทำได้ง่ายขึ้นและรวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถจัดการข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลอย่างเป็นระบบด้วย

2.3 ปัญหาการเกิดเหตุเครื่องจักรขัดข้อง และมาตรการแก้ไข

ปัญหาการเกิดเหตุเครื่องจักรขัดข้อง แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) เครื่องจักรทำงานผิดปกติ อันส่งผลกระทบทันทีต่อความเสื่อมสภาพ ความไร้ประสิทธิภาพของเครื่องจักร และความผันแปรของผลิตผล ส่วนผลกระทบที่ตามมาคือ อายุการใช้งานเครื่องจักรสั้นลง และค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมสูง

(2) เครื่องจักรขัดข้องและหยุดกระทันหัน อันส่งผลกระทบทันทีต่อการเกิดความไม่ปลอดภัยในการทำงาน เกิดการว่างงาน และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ ไม่ได้ถูกใช้งาน ส่วนผลกระทบที่ตามมาคือ เกิดของเสียและต้องแก้งาน เกิดการบาดเจ็บ ค่าใช้จ่ายในการผลิตสูงขึ้น และการส่งมอบล่าช้า

ซึ่งจากข้อมูลทางสถิติพื้นฐานมีการนำข้อมูลการเสียของเครื่องจักรมาแปลงเป็นพารามิเตอร์เกี่ยวกับการเสีย ซึ่งแสดงไว้ในรูปแบบสมการหาจุดที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเทคนิคชั้นสูงเกี่ยวกับสถิติด้วย เช่น รูปแบบการกระจายของการเสียแบบต่างๆ ได้แก่

การกระจายแบบเอ็กโปเนนเชียล (Exponential), แกมม่า (Gamma), ไวบูลล์ (Weibull), และแบบปกติ (Normal Distribution)

Jardine, A.S.K. (1970) ได้แสดงโค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub Curve) อันเป็นแนวคิดที่มีชื่อเสียงของงานบำรุงรักษาที่เกี่ยวกับความเชื่อมั่นทางสถิติ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 จากรูปดังกล่าวได้แสดงถึงช่วงเวลา 3 ช่วงกับลักษณะการเสียที่เกิดขึ้น ได้แก่

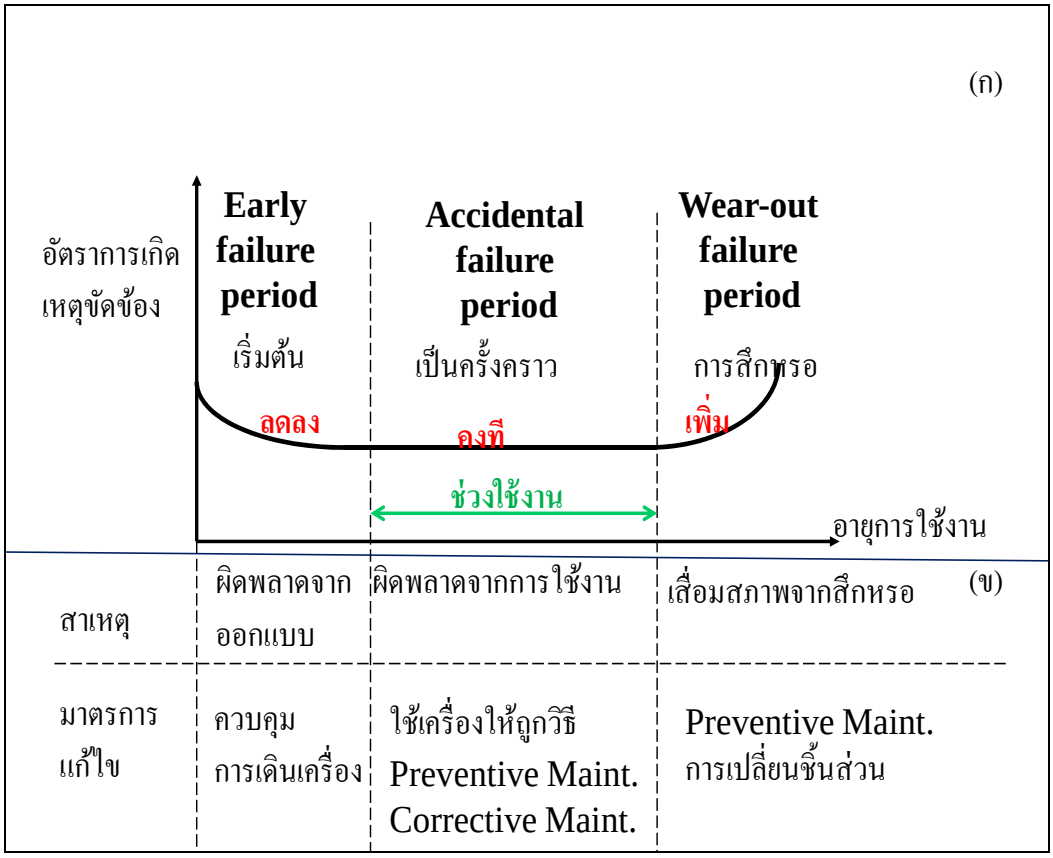
1. ช่วงที่ 1 หมายถึง ช่วงเริ่มต้นของการนำมาใช้งาน ซึ่งอาจเรียกว่า ช่วงรันอิน (Run-in Period) เปรียบเทียบได้กับวัยทารกของคน
2. ช่วงที่ 2 หมายถึง ช่วงการใช้งานปกติ (Normal Operation Period) เป็นช่วงชีวิตที่ทำประโยชน์ เปรียบเทียบกับวัยกำลังทำงานของคน
3. ช่วงที่ 3 หมายถึง ช่วงสึกหรอ (Wear Out Period) เป็นช่วงที่เกิดการเสื่อมของสมรรถนะ เปรียบเทียบกับวัยชราของคน

อัตราการเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงนั้น จะแสดงถึงความน่าจะเป็นของการเกิดการเสียที่ช่วงเวลาต่างๆ กัน (dt) เมื่อกำหนดให้ระยะเวลาที่ใช้งานมีค่าเท่ากับ t

แนวคิดโค้งรูปอ่างอาบน้ำได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ด้วยการแสดงเหตุผลพร้อมทั้งสรุปว่าความจริงแล้วมีโค้งรูปอ่างอาบน้ำ 2 รูปเกิดขึ้น แทนที่จะเป็นเพียงรูปเดียว โดยโค้งรูปอ่างอาบน้ำในช่วงที่ 3 ได้แสดงถึงในลักษณะที่ชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรนั้นไม่สามารถทำการซ่อมให้สภาพเครื่องจักรกลับมาดีใหม่ได้อีก แต่ความจริงแล้วถ้าสามารถทำการซ่อมแซมบำรุงรักษาให้สภาพกลับคืนมาได้แล้ว ก็ควรมีรูปโค้งที่แสดงถึงความจริงดังกล่าว เนื่องจากรูปโค้งดังกล่าว แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดการเสียกับอายุการใช้งาน ดังนั้นในกรณีที่กล่าวถึงนี้ควรต้องมีการคิดหาอัตราการเสียที่ซับซ้อนขึ้น

จากรูปที่ 2.1 (ก) จะแสดงถึงว่าผลกระทบของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) สำหรับช่วงต้นของชีวิตเป็นช่วงที่อัตราการเสียมีแนวโน้มที่ค่าลดลงอยู่แล้วการทำ PM จะมีผลทำให้อัตราการเสียมีค่าที่ดูเหมือนแย่ลง และการทำ PM ในช่วงนั้นยังผลต่อค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นเกินความจำเป็นด้วย ในขณะที่การทำ PM ในช่วงที่อัตราการเสียมีค่าคงที่ (ช่วงชีวิตที่ 2) จะไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าอัตราเสีย แต่ PM จะมีประโยชน์อย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่ออยู่ในช่วงที่ 3 ของอ่างอาบน้ำ คือ ช่วงที่อัตราการเสียเริ่มสูงมากขึ้น การทำ PM จะช่วยฟื้นฟูสมรรถนะของชิ้นส่วนหรือ

เครื่องจักรนั้น ทำให้อัตราการเสียลงมาสู่ค่าที่ต่ำลงได้ ส่วนรูปที่ 2.1 (ข) แสดงถึงสาเหตุมาตรการแก้ไขการเกิดเหตุขัดข้อง สำหรับแต่ละช่วงของชีวิต



รูปที่ 2.1 โค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub Curve)

2.4 การจัดการงานซ่อมบำรุงรักษา

ในสภาวะที่การเปลี่ยนแปลงและการแข่งขันสูง ทำให้แต่ละองค์กรต้องมีกลยุทธ์ในการทำงานเพื่อทำให้องค์กร สามารถปรับตัวเพื่อความอยู่รอดได้ ผู้บริหารจึงเป็นกุญแจสำคัญที่ต้องมีวิสัยทัศน์ในการเป็นผู้นำองค์กร มีการบริหารงานอย่างมีแบบแผนขั้นตอน และการวิเคราะห์ปัญหางานอย่างเป็นระบบ การบริหารจัดการระบบซ่อมบำรุงรักษา ถือได้ว่ามีความสำคัญกับองค์กรเช่นกัน

ไกรวิทย์ เศรษฐวนิช (2546) ได้ประยุกต์หลักวิธีการของการจัดการเชิงกลยุทธ์มาใช้กับการจัดการซ่อมบำรุงรักษา โดยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

(1) นโยบาย เป็นแนวทางในการปฏิบัติ เพื่อให้การดำเนินงานของฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ ในการบริหารเป็นเครื่องมือ โดยนโยบายต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานความจริง เข้าใจง่าย มีเหตุผล และเป็นที่ยอมรับขององค์กร

(2) วัตถุประสงค์ คือ ความมุ่งหมายของการบำรุงรักษาในอนาคต เพื่อทำให้การบริหารงานบรรลุประสิทธิผล และประสิทธิภาพสูงสุด

(3) แนวทางปฏิบัติ หมายถึง ระเบียบ หรือ คำสั่งที่กำหนดไว้ในการทำงาน

(4) มาตรฐานงาน เป็นเครื่องมือที่สำคัญ หรือเกณฑ์ที่กำหนดในการใช้เปรียบเทียบ หรือวัดผลการปฏิบัติงานหรือผลงาน ซึ่งการหาความแตกต่างระหว่างปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการปรับปรุง จะถูกนำไปใช้เพื่อพิจารณาเป็นมาตรฐานงานต่อไป

Lewis, J. (2002) กล่าวไว้ว่า การจัดโครงสร้างของระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่ง ซึ่งจะเป็นการนำมาตรฐานสากล (International Standard) มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดความเหมาะสมสำหรับแต่ละองค์กร เพื่อสามารถทำให้การบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาขององค์กรดำเนินไปได้อย่างดีที่สุดบนความน่าเชื่อถือ ซึ่งองค์ประกอบหลักในระบบที่สำคัญ มี 3 องค์ประกอบ คือ การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance), การตรวจสอบสภาวะ (Condition Monitoring) และการวางแผนเพื่อทดแทนส่วนที่เกิดความเสียหาย (Planned Overhaul) เมื่อการตรวจสอบสภาวะพบว่าอัตราของความทดถอยหรือเสื่อมสภาพมีค่าสูงขึ้น

2.5 การเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา

การเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญทางธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคการผลิตที่มีเครื่องจักรและอุปกรณ์เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญ

ปัจจุบันเครื่องมือเครื่องจักรเป็นอุปกรณ์ซึ่งยิ่งมีความทันสมัยก็ยิ่งทวีความซับซ้อนในการทำงานและการดูแลรักษาเป็นเงาตามตัวไปด้วย ส่งผลให้เครื่องจักรเป็นส่วนที่มีการลงทุนสูง เมื่อมีเหตุขัดข้องไม่สามารถใช้งานได้ จึงทำให้ความสูญเสียทั้งทางเศรษฐกิจและโอกาสในการแข่งขันด้วยเหตุนี้จึงมุ่งเน้นและให้ความสำคัญไปที่การดูแลและบำรุงรักษา (Maintenance) มากกว่าการซ่อมแซม (Repair) และ การบำรุงรักษาเป็นหัวใจหลักในการเพิ่มประสิทธิภาพและผลิตภาพ

Sumanth, D. J. (1985) ได้ให้คำนิยามประสิทธิภาพ (Efficiency) การผลิตว่าเป็นความสามารถในการใช้ทรัพยากรด้านต่างๆ เช่น แรงงาน เครื่องจักร และ เงินทุน ที่มีอยู่อย่าง

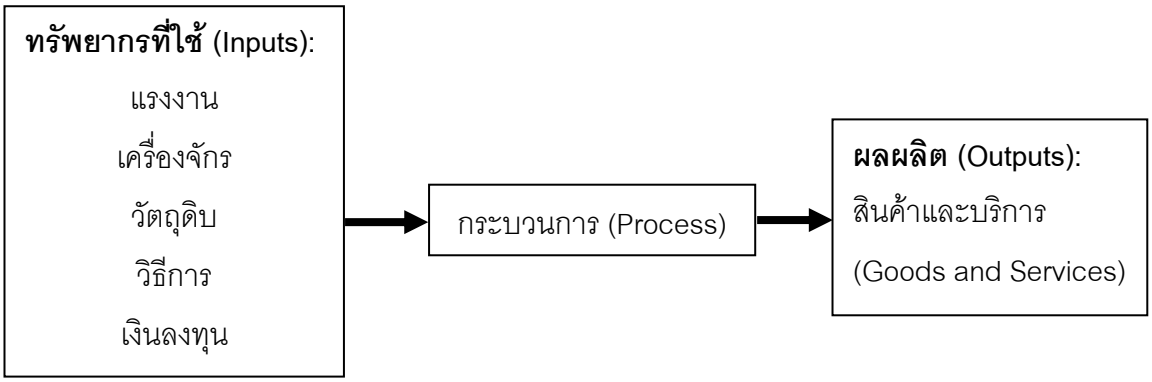
จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อการผลิตสินค้าและบริการ ตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการผลิตสินค้าด้วยเครื่องจักรหนึ่งที่มีมาตรฐานการผลิตที่ 10 ชิ้น ต่อ ชั่วโมง แต่สามารถผลิตจริงได้เพียง 8 ชิ้น ต่อ ชั่วโมง แสดงว่าประสิทธิภาพของเครื่องจักรอยู่ที่ร้อยละ 80 หรือ เครื่องกำเนิดไอน้ำเครื่องหนึ่งมีประสิทธิภาพเพียง ร้อยละ 50 เนื่องจากสามารถผลิตไอน้ำได้ค่าความร้อนเพียง 5,000 BTU โดยที่ใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงถ่านหินถึง 10,000 BTU

นอกจากนั้นในการผลิตสินค้ายังได้มีการพิจารณาถึง ประสิทธิผล (Effectiveness) ซึ่งคือความสามารถในการบรรลุเป้าหมายในการผลิตตามปริมาณที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น สายการผลิตหนึ่งสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในการผลิตสินค้า โดยมีประสิทธิผลร้อยละ 90 ซึ่งเกิดจากการผลิตสินค้าได้ 90 ชิ้น ต่อ วัน โดยมีเป้าหมายการผลิตที่ 100 ชิ้นต่อวัน

แต่อย่างไรก็ดีในการผลิตสินค้าหรือบริการไม่สามารถประเมินสมรรถนะของกระบวนการได้โดยการพิจารณาเพียงประสิทธิภาพ หรือ ประสิทธิผล อย่างใดอย่างหนึ่ง เนื่องจากไม่ได้สะท้อนผลผลิตที่เกิดขึ้นว่าใช้ทรัพยากรในการผลิตไปมากน้อยเพียงใด

ดังนั้นในการจัดการการผลิตสมัยใหม่จึงได้มีการนำค่า ผลิตภาพ (Productivity) มาใช้ประเมินสมรรถนะขององค์การมากยิ่งขึ้น โดย Sumanth, D. J. (1985) ได้ให้นิยามคำว่า ผลิตภาพไว้ว่าเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง ผลผลิต (Output) และทรัพยากรต่างๆ (Input) ที่ใส่เข้าไปในกระบวนการเพื่อทำให้เกิดผลผลิตออกมา สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรในการผลิตและผลผลิตได้ดังสมการที่ 2.1 และ รูปที่ 2.2

$$\text{ผลิตภาพ (productivity)} = \frac{\text{ผลผลิต (Output)}}{\text{ทรัพยากรการผลิต (Input)}} \qquad (2.1)$$



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรในการผลิตและผลผลิต

ดังนั้น ผลิตภาพในการผลิตที่สูงจึงหมายถึง การผลิตสินค้าได้ตามจำนวนที่ต้องการโดยใช้ทรัพยากรให้น้อยที่สุด หากต้องการเพิ่มผลิตภาพ สามารถกระทำได้โดยลดการใช้ทรัพยากรในการผลิตให้น้อยลง ในขณะที่ได้ผลผลิตเท่าเดิมหรือมากขึ้น หรือใช้ทรัพยากรเท่าเดิมแต่ได้ผลผลิตมากขึ้น และหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญในการผลิต คือ ทรัพยากรเครื่องจักร (Machine) ซึ่งหากสามารถลดค่าใช้จ่ายทางตรงและทางอ้อมในการบำรุงรักษาเครื่องจักรลงได้ โดยที่ยังมีสมรรถนะการทำงานที่ดี จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตลดลง

ดังนั้นการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์ในการผลิต จึงมีส่วนสำคัญ เพื่อเป็นการลดจำนวนครั้ง และเวลาของการชำรุดของเครื่องจักรให้น้อยที่สุด ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อม ทั้งที่เป็นค่าใช้จ่ายทางตรง (Direct Cost) เช่น ค่าซ่อมแซมชิ้นส่วนอุปกรณ์เนื่องจากการชำรุด เสียหาย ค่าแรงของพนักงานซ่อมบำรุง เป็นต้น และลดค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Indirect Cost) เช่น ค่าล่วงเวลา ค่ารักษาพยาบาลอันเกิดจากอุบัติเหตุเนื่องจากเครื่องจักรบกพร่อง เป็นต้น ลดการสูญเสียด้านวัสดุ กำลังคน และพลังงาน นอกจากนี้ การบำรุงรักษาเครื่องจักรยังช่วยเพิ่มช่วงเวลาความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร เพิ่มความปลอดภัยให้กับพนักงานควบคุมเครื่องจักร เพิ่มขวัญและกำลังใจให้กับพนักงาน และเพิ่มความเชื่อมั่นด้านความพร้อมในการส่งมอบ

Lewis, J. (2002) ได้เสนอแนวคิดของการพัฒนาระบบการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาโดยการดำเนินการตามโครงสร้างของระบบ อันได้แก่ การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance), การตรวจสอบสภาวะ (Condition Monitoring) และการวางแผนเพื่อทดแทนส่วน

ที่เกิดความเสียหาย (Planned Overhaul) โดยอาศัยหลักการของ PDCA หรือ วงจรของเดมมิ่ง (Deming's Circle) ซึ่งมีแนวทางดังต่อไปนี้

1) Plan คือ การกำหนดรายละเอียดเพื่อเป็นแนวปฏิบัติในการทำการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance), การตรวจสอบสภาวะ (Condition Monitoring) และการวางแผนเพื่อทดแทนส่วนที่เกิดความเสียหาย (Planned Overhaul) โดยต้องมีการจัดสรรทรัพยากรบุคคล, ค่าใช้จ่ายในเชิงเศรษฐศาสตร์ และทรัพยากรในเชิงเทคนิคต่างๆ เพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายของความสำเร็จขององค์กร
2) Do คือ การลงมือปฏิบัติตามแนวทางที่ได้วางแผนไว้ และเก็บเป็นบันทึกประวัติจากการดำเนินการ
3) Check คือ การตรวจสอบผลการดำเนินการว่าสามารถบรรลุแผนที่วางไว้ได้หรือไม่ ซึ่งการวัดประสิทธิภาพและประสิทธิผลของแผนจะสามารถค้นหาความผิดพลาดของการปฏิบัติตามแผน การจัดวางแผนที่มากไปหรือน้อยไป โดยกำหนดค่าปัจจัยต่างๆ เพื่อเป็นตัวชี้วัด ทำให้สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ในระดับต่างๆ ได้ โดยสามารถนำเทคนิคต่างๆ มาช่วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการวิเคราะห์ยิ่งขึ้น เช่น การทำการวิเคราะห์โดยใช้พาเรโต (Pareto Analysis) โดยนำผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่องต่อไป
4) Act เป็นการดำเนินการแก้ไขปรับปรุงหลังจากที่ได้มีการดำเนินการในขั้นตอน check แล้ว โดยจุดประสงค์เพื่อการปรับเปลี่ยน หรือ การพัฒนากิจกรรมในส่วนของการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การตรวจสอบสภาวะ และการวางแผนเพื่อทดแทนส่วนที่เกิดความเสียหาย (Planned Overhaul) เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งจากการดำเนินการตามหลักการเหล่านี้ จะสามารถทำให้ระบบบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาสามารถพัฒนาไปได้อย่างต่อเนื่อง

สุจินต์ ธงถาวรสุวรรณ และคณะ (2548) ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) ซึ่งประกอบด้วยการสูญเสียด้านความพร้อม (Availability) ด้านสมรรถนะ (Performance) และด้านคุณภาพ (Quality) โดยนำเสนอวิธีการวิเคราะห์ที่มาของการเพิ่ม OEE จากการประยุกต์ดัชนีชี้วัดความสูญเสีย ค่าอัตราความพร้อม ค่าอัตราสมรรถนะ และค่าอัตราของดี รวมถึงการวิเคราะห์การเชื่อมโยงขั้นตอนกิจกรรมงานกับประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของเครื่องจักร ด้วยหลักการบริหาร

โครงการ การวิเคราะห์สาเหตุความเสียหาย (Root Cause Failure Analysis) การวิเคราะห์กิจกรรมที่มีคุณค่า และการวิเคราะห์ต้นทุนการบำรุงรักษา ทำให้สามารถระบุส่วนการสูญเสียที่ควรลดและขั้นตอนงานที่ควรปรับปรุงซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มค่า OEE

บทที่ 3

สภาพทั่วไปและปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต ตลอดจนสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

3.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงาน

บริษัทโรงงานกรณีศึกษาได้ก่อตั้งเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2536 ดำเนินธุรกิจด้านพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ประเภทบ้านทาวน์เฮาส์ บ้านเดี่ยว และอาคารชุด โดยเน้นการพัฒนาโครงการทำเลศักยภาพในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล เช่น รังสิต พุทธมณฑล บางใหญ่ บางบัวทอง สุวินทวงศ์ สนามบินสุวรรณภูมิ บางปู เทพารักษ์ กิ่งแก้ว ลาดกระบัง และบางขุนเทียน เป็นต้น เพื่อผู้บริโภคทุกระดับ

บริษัทฯ เป็นหนึ่งในผู้ประกอบธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์เพียงไม่กี่รายที่มีการบริหารจัดการงานก่อสร้างด้วยตัวเอง ซึ่งแตกต่างจากผู้ประกอบการธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์รายอื่นที่จะจ้างผู้รับเหมาเพื่อดำเนินงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยทั้งโครงการ โดยในการดำเนินโครงการบริษัทฯ จะเป็นผู้กำหนดรูปแบบโครงการและรายละเอียดการออกแบบ ส่วนการดำเนินการก่อสร้างโครงการ บริษัทฯ จะบริหารจัดการงานก่อสร้างเองโดยจะแบ่งงานออกเป็นส่วน ๆ เช่น งานฐานราก งานปูน งานติดตั้งชิ้นส่วนอาคาร งานปูพื้นกระเบื้อง และงานหลังคา เป็นต้น โดยในส่วนงานติดตั้งชิ้นส่วนอาคาร งานปูพื้นกระเบื้องและงานหลังคาบริษัทฯ จะว่าจ้างผู้รับเหมาที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน เพื่อรับผิดชอบงานดังกล่าว และ บริษัทฯ จะควบคุมการก่อสร้างเองโดยการจัดส่งวิศวกรและผู้ควบคุมงานก่อสร้าง (Foreman) ของบริษัทฯ เข้าไปตรวจสอบดูแลงานก่อสร้างให้เป็นไปตามรูปแบบและมาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้ บริษัทฯ จะเป็นผู้จัดหาวัสดุก่อสร้างเองทั้งหมด ซึ่งการที่บริษัทฯ บริหารจัดการงานก่อสร้างด้วยตัวเอง ทำให้บริษัทฯ สามารถบริหารต้นทุนการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บริษัทฯ ได้สร้างโรงงานขึ้นมาเพื่อจัดการงานก่อสร้างด้วยตัวเอง คือ โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป (Precast Concrete Factory) โดยนำเทคโนโลยีการก่อสร้างแบบผนังสำเร็จรูปรับน้ำหนัก (RC Load Bearing Wall Prefabrication) จากเยอรมันมาใช้

นอกจากนี้ บริษัทฯ มีเทคโนโลยีการก่อสร้างที่ทันสมัยนี้ ส่งผลให้บริษัทฯ สามารถควบคุมคุณภาพของงานให้ได้มาตรฐาน และลดระยะเวลาการก่อสร้าง รวมทั้งทำให้ประหยัดต้นทุนและค่าแรง ดังนั้นบริษัทฯ จึงสามารถใช้กลยุทธ์ทางด้านราคา ซึ่งโดยทั่วไป บริษัทฯ จะตั้งราคาขายบ้านทาวน์เฮาส์ได้ต่ำกว่าผู้ประกอบการธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์รายอื่นในอัตราร้อยละ 15 – 20 สำหรับบ้านทาวน์เฮาส์ และร้อยละ 10 – 15 สำหรับบ้านเดี่ยว เมื่อเทียบกับบ้านในรูปแบบขนาดและทำเลที่ใกล้เคียงกัน

3.2 **ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน**

ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน ได้แก่ ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป ซึ่งโรงงานกรณีศึกษาจะผลิตแต่ละชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปของแบบบ้านเพื่อนำไปประกอบเป็นบ้านทาวน์เฮาส์ 2 ชั้น และบ้านเดี่ยว 2 ชั้น

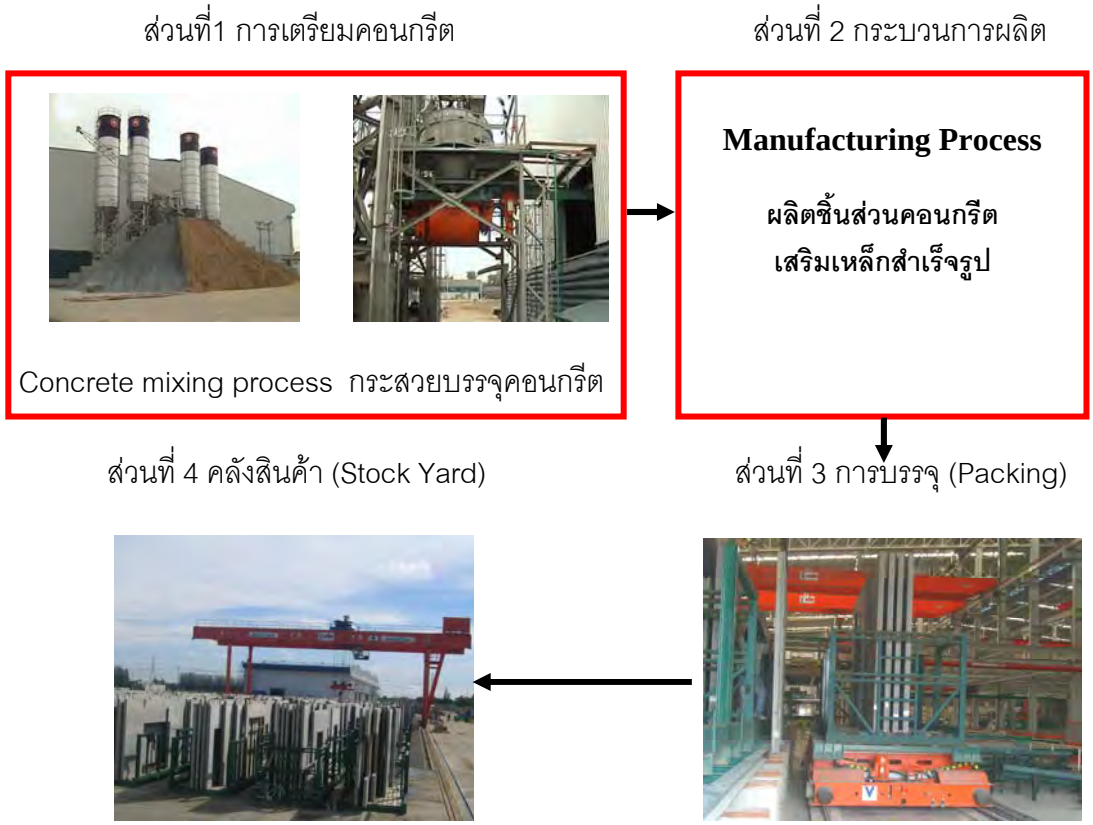
รูปที่ 3.1 ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป

3.3 กระบวนการผลิตแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป

ภาพรวมของกระบวนการผลิตภายในโรงงานกรณีศึกษา มีองค์ประกอบของการผลิต 4 ส่วน คือ

1. การเตรียมคอนกรีต
2. กระบวนการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป
3. การบรรจุ
4. คลังสินค้า

กระบวนการผลิตภายในโรงงานเริ่มต้นด้วยการเตรียมคอนกรีตจากหน่วยผสมคอนกรีต (Concrete mixing process) เทเข้ากระสวยบรรจุคอนกรีต (ถังเหล็กสีส้ม) เพื่อป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตที่สถานีเทคอนกรีต (Casting) กระบวนการผลิตจะทำการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป และนำไปบรรจุใน Rack เพื่อส่งไปจัดเก็บในคลังสินค้า (Stock Yard) ต่อไป ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ภาพรวมของกระบวนการผลิตภายในโรงงาน

ส่วนที่ 2 กระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา เป็นกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Production Process) และการวางแผนผังตามผลิตภัณฑ์ (Product Layout) คือ กระบวนการผลิตเริ่มตั้งแต่โต๊ะ (Pallet) จะเป็นโต๊ะเปล่าๆเคลื่อนที่ไปยังสถานีต่างๆ ด้วยเครื่องจักรลำเลียงและทำการประกอบผลิตภัณฑ์บนโต๊ะ สุดท้ายจะได้ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปแต่ละส่วนของแบบบ้าน จากนั้นแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปจะถูกบรรจุใน Rack ไปเก็บยังคลังสินค้าและโต๊ะเปล่าจะเคลื่อนกลับไปยังสถานี Cleaning เพื่อทำความสะอาดและผลิตในกระบวนการเป็นวัฏจักรเดิม

3.3.1 แผนผังสถานีงานและเครื่องจักร

สถานีงานประกอบด้วย 9 สถานีงานโดยแบ่งตามลักษณะงาน ดังรูปที่ 3.3 ดังนี้

(1) สถานีงาน Plottering มี 1 สถานีงานย่อยคือ U1

(2) สถานีงาน Shuttering มีทั้งหมด 3 สถานีงานย่อย ได้แก่ U43, U44, U45

(3) สถานีงาน Insert มีทั้งหมด 3 สถานีงานย่อย ได้แก่ U5, U6, U7

(4) สถานีงาน Reinforcement มีทั้งหมด 3 สถานีงานย่อย ได้แก่ U8, U9, U10

(5) สถานีงาน Casting มีทั้งหมด 3 สถานีงานย่อย ได้แก่ U11, U12, U13

(6) สถานีงาน Smoothening มีสถานีงานหลักทั้งหมด 4 สถานีงาน แต่ละสถานีงานหลักประกอบด้วย 4 สถานีงานย่อย ดังนี้

(ก) สถานีงานหลักที่ 1 คือ E9, E10, E11, E12

(ข) สถานีงานหลักที่ 2 คือ E1, E2, E3, E4

(ค) สถานีงานหลักที่ 3 คือ U50, U51, U52, U53

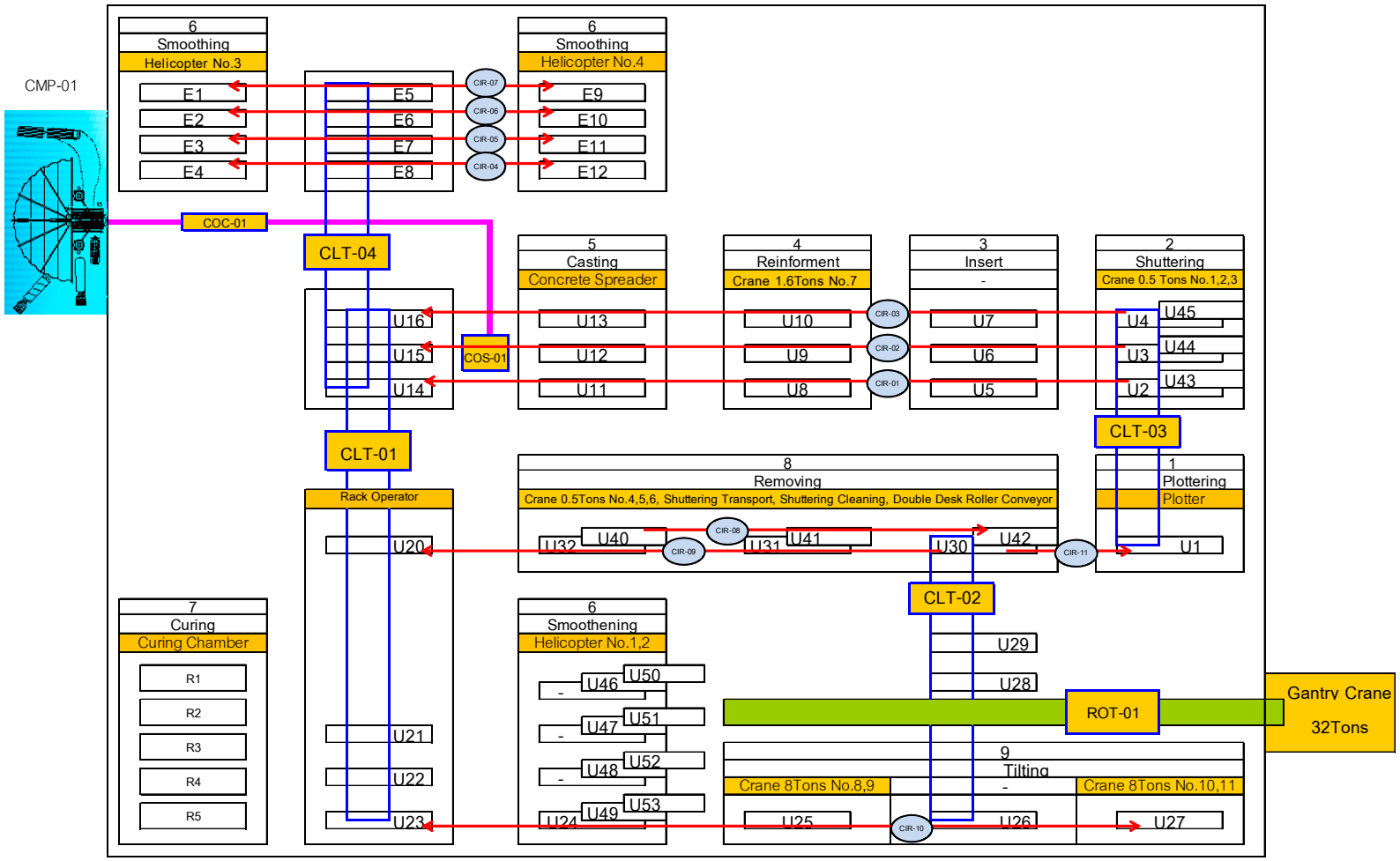
(ง) สถานีงานหลักที่ 4 คือ U46, U47, U48, U49

(7) สถานีงาน Curing มีทั้งหมด 5 แถว คือ R1, R2, R3, R4, R5

(8) สถานีงาน Removing มีทั้งหมด 3 สถานีงานย่อย ได้แก่ U40, U41, U42

(9) สถานีงาน Tilting มีทั้งหมด 2 สถานีงานย่อย ได้แก่ U25, U27

ซึ่งแต่ละสถานีงานมีเครื่องจักรติดตั้งประจำสถานีงานอยู่ นอกจากนี้ ยังมีเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ลำเลียงและเครื่องจักรที่หน้าที่กรรมวิธีการผลิตบางเครื่องไม่ได้ถูกติดตั้งประจำ ณ สถานีงานใดๆ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.3 ผังสถานีงาน และผังเครื่องจักร

ตารางที่ 3.1 รายชื่อเครื่องจักรและการติดตั้ง

ลำดับ	ชื่อย่อ	ชื่อเครื่องจักร	การติดตั้ง
01	POT-01	Plotter (เครื่องกำหนดแบบ)	ประจำ U1
02	GAR-01	Railing support & Guard rail No.01 (เครื่องรองรับ และกั้นโต๊ะหล่อ No.01)	ประจำ U43
03	GAR-02	Railing support & Guard rail No.02 (เครื่องรองรับ และกั้นโต๊ะหล่อ No.02)	ประจำ U44
04	GAR-03	Railing support & Guard rail No.03 (เครื่องรองรับ และกั้นโต๊ะหล่อ No.03)	ประจำ U45
05	CLT-01	Cross lifting truck No.01 (เครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง No.01)	เคลื่อนที่ระหว่าง U14, U15, U16, U20, U21, U22, U23
06	CLT-02	Cross lifting truck No.02 (เครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง No.02)	เคลื่อนที่ระหว่าง U26, U28, U29, U30
07	CLT-03	Cross lifting truck No.03 (เครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง No.03)	เคลื่อนที่ระหว่าง U1, U2, U3, U4, U43, U44, U45
08	CLT-04	Cross lifting truck No.04 (เครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง No.04)	เคลื่อนที่ระหว่าง U14, U15, U16, E5, E6, E7, E8
09	CMP-01	Concrete mixing process (เครื่องผสมคอนกรีต)	นอกอาคารโรงงานด้านหลัง
10	COC-01	Concrete conveyor (เครื่องลำเลียงคอนกรีต)	เคลื่อนที่ระหว่างนอกอาคารโรงงานด้านหลัง และ U12
11	COS-01	Concrete spreader (เครื่องเทคอนกรีต)	ประจำ U11, U12, U13
12	VIB-01	Vibrator No.01 (เครื่องสั่นโต๊ะหล่อ No.01)	ประจำ U11

ตารางที่ 3.1 รายชื่อเครื่องจักรและการติดตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อย่อ	ชื่อเครื่องจักร	การติดตั้ง
13	VIB-02	Vibrator No.02 (เครื่องสั่นโต๊ะหล่อ No.02)	ประจำ U12
14	VIB-03	Vibrator No.03 (เครื่องสั่นโต๊ะหล่อ No.03)	ประจำ U13
15	HET-01	Helicopter No.01 (เครื่องขัดผิวหน้าคอนกรีต No.01)	ประจำ U46, U47, U48, U49
16	HET-02	Helicopter No.02 (เครื่องขัดผิวหน้าคอนกรีต No.02)	ประจำ U50, U51, U52, U53
17	HET-03	Helicopter No.03 (เครื่องขัดผิวหน้าคอนกรีต No.03)	ประจำ E1, E2, E3, E4
18	HET-04	Helicopter No.04 (เครื่องขัดผิวหน้าคอนกรีต No.04)	ประจำ E9, E10, E11, E12
19	RAO-01	Rack operator (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อ)	เคลื่อนที่ระหว่าง U20, U21, U22, U23, U40, U49, U53, R1, R2, R3, R4, R5
20	DRC-01	Double desk roller conveyor (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อแบบหุบ-กาง)	ประจำ U42
21	CUR-01	Curing chamber (ห้องบ่มคอนกรีต)	ประจำ R1, R2, R3, R4, R5
22	SHT-01	Shuttering transport (ตัวลำเลียงแบบกั้นข้าง)	ติดตั้งอยู่ข้าง U40, U41, U42, U43, U44, U45
23	SHC-01	Shuttering cleaning/oiling (เครื่องทำความสะอาด และเคลือบน้ำมัน แบบกั้นข้าง)	ติดตั้งอยู่ข้าง U42
24	TIL-01	Tilting No.1 (เครื่องยกโต๊ะหล่อ No.1)	ประจำ U25

ตารางที่ 3.1 รายชื่อเครื่องจักรและการติดตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อย่อ	ชื่อเครื่องจักร	การติดตั้ง
25	TIL-02	Tilting No.2 (เครื่องยกโต๊ะหล่อ No.2)	ประจำ U27
26	PAC-01	Pallet cleaner (เครื่องทำความสะอาดโต๊ะหล่อ)	ติดตั้งอยู่ระหว่าง U1 และ U30
27	PAO-01	Pallet oiler system (เครื่องเคลือบน้ำมันโต๊ะหล่อ)	ติดตั้งอยู่ระหว่าง U1 และ U30
28	ROT-01	Run off truck (เครื่องลำเลียงชิ้นงาน)	เคลื่อนที่ระหว่างข้าง U25, U26, U27 ซึ่งอยู่ระนาบบน และนอกอาคารโรงงาน ด้านหน้า
29	CRA-01	Crane No. 1 weight 0.5 Tons (เครน No. 1 ยกน้ำหนักขนาด 0.5 ตัน)	ประจำ U43
30	CRA-02	Crane No. 2 weight 0.5 Tons (เครน No. 2 ยกน้ำหนักขนาด 0.5 ตัน)	ประจำ U44
31	CRA-03	Crane No. 3 weight 0.5 Tons (เครน No. 3 ยกน้ำหนักขนาด 0.5 ตัน)	ประจำ U45
32	CRA-04	Crane No. 4 weight 0.5 Tons (เครน No. 4 ยกน้ำหนักขนาด 0.5 ตัน)	ประจำ U40
33	CRA-05	Crane No.5 weight 0.5 Tons (เครน No. 5 ยกน้ำหนักขนาด 0.5 ตัน)	ประจำ U41
34	CRA-06	Crane No. 6 weight 0.5 Tons (เครน No. 6 ยกน้ำหนักขนาด 0.5 ตัน)	ประจำ U42
35	CRA-07	Crane No. 7 weight 1.6 Tons (เครน No. 3 ยกน้ำหนักขนาด 1.6 ตัน)	ประจำ U8, U9, U10
36	CRA-08	Crane No. 8 weight 8 Tons (เครน No. 8 ยกน้ำหนักขนาด 8 ตัน)	ประจำ U25

ตารางที่ 3.1 รายชื่อเครื่องจักรและการติดตั้ง (ต่อ)

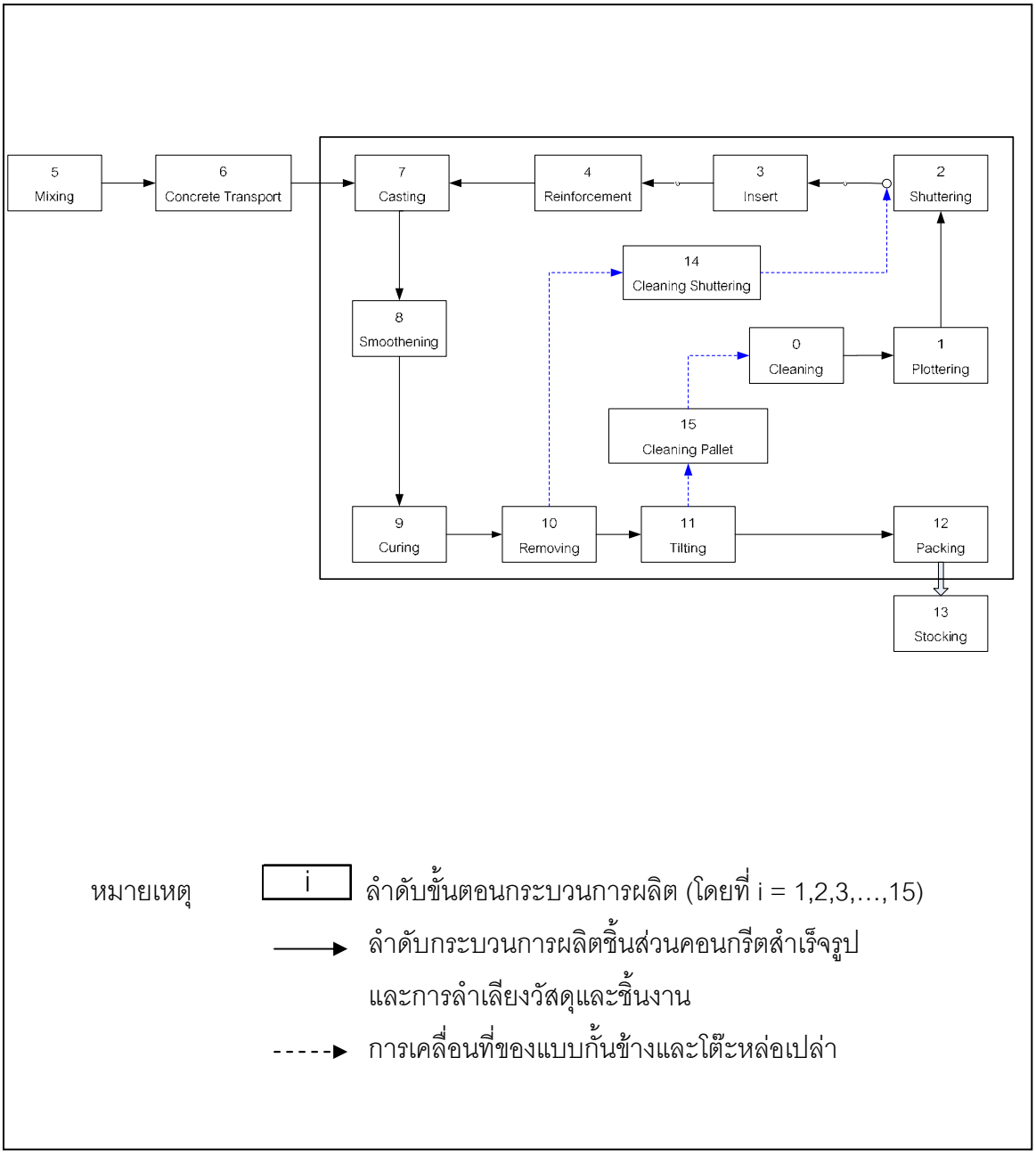
ลำดับ	ชื่อย่อ	ชื่อเครื่องจักร	การติดตั้ง
37	CRA-09	Crane No. 9 weight 8 Tons (เครน No. 9 ยกน้ำหนักขนาด 8 ตัน)	ประจำ U25
38	CRA-10	Crane No. 10 weight 8 Tons (เครน No. 10 ยกน้ำหนักขนาด 8 ตัน)	ประจำ U27
39	CRA-11	Crane No.11 weight 8 Tons (เครน No.11 ยกน้ำหนักขนาด 8 ตัน)	ประจำ U27
40	GAC-01	Gantry crane weight 32 Tons (ปั้นจั่นแบบมีขา ยกน้ำหนักขนาด 32 ตัน)	เคลื่อนที่ระหว่างนอกอาคารโรงงาน ด้านหน้า
41	CIR-01	Circulation system friction wheel drive No.01 (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว No.01)	เคลื่อนที่ระหว่าง U2, U5, U8, U11, U14
42	CIR-02	Circulation system friction wheel drive No.02 (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว No.02)	เคลื่อนที่ระหว่าง U3, U6, U9, U12, U15
43	CIR-03	Circulation system friction wheel drive No.03 (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว No.03)	เคลื่อนที่ระหว่าง U4, U7, U10, U13, U16
44	CIR-04	Circulation system friction wheel drive No.04 (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว No.04)	เคลื่อนที่ระหว่าง E1, E5, E9
45	CIR-05	Circulation system friction wheel drive No.05 (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว No.05)	เคลื่อนที่ระหว่าง E2, E6, E10
46	CIR-06	Circulation system friction wheel drive No.06 (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว No.06)	เคลื่อนที่ระหว่าง E3, E7, E11
47	CIR-07	Circulation system friction wheel drive No.07 (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว No.07)	เคลื่อนที่ระหว่าง E4, E8, E12
48	CIR-08	Circulation system friction wheel drive No.08 (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว No.08)	เคลื่อนที่ระหว่าง U40, U41, U42
49	CIR-09	Circulation system friction wheel drive No.09 (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว No.09)	เคลื่อนที่ระหว่าง U30, U31, U32, U20

ตารางที่ 3.1 รายชื่อเครื่องจักรและการติดตั้ง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อย่อ	ชื่อเครื่องจักร	การติดตั้ง
50	CIR-10	Circulation system friction wheel drive No.10 (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว No.10)	เคลื่อนที่ระหว่าง U23, U24, U25, U26, U27
51	CIR-11	Circulation system friction wheel drive No.11 (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว No.11)	เคลื่อนที่ระหว่าง U30, U1

3.3.2 ขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิตแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปประกอบด้วย 15 ขั้นตอน คือ Plottering, Shuttering, Insert, Reinforcement, Mixing, Concrete Transport, Casting, Smoothening, Curing, Removing, Tilting, Packing, Stocking, Cleaning Shuttering, Cleaning Pallet โดยเริ่มแต่โต๊ะหล่อเปล่าที่มาจากสถานี Tilting เคลื่อนที่มาขั้นตอนการผลิตเริ่มต้น คือ ผ่านการทำความสะอาดและเคลือบน้ำมันด้วยเครื่อง Pallet Cleaner และ Pallet Oiler System ซึ่งตั้งอยู่ระหว่างสถานีงานย่อย U30 และ U1 จากนั้นโต๊ะหล่อจะเคลื่อนเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตผ่าน 9 สถานีงาน คือ Plottering, Shuttering, Insert, Reinforcement, Casting, Smoothening, Curing, Removing, Tilting ตามลำดับ ซึ่งจะทำการผลิตผลิตภัณฑ์ลงบนโต๊ะหล่อเป็นแผ่นชิ้นงานออกมา จากนั้นจะยกชิ้นงานออกจากโต๊ะหล่อที่สถานีงาน Tilting เพื่อนำชิ้นงานออกไปเก็บในคลังสินค้า โดยแบบกั้นข้างที่ถูกถอดออกในขั้นตอนถอดแบบจะถูกลำเลียงไปทำความสะอาดและเคลือบน้ำมันเพื่อป้อนเข้าสู่รอบการผลิตใหม่ เช่นเดียวกันโต๊ะหล่อเมื่อทำการยกชิ้นงานออกแล้วในขั้นตอนยกชิ้นงานเก็บ โต๊ะหล่อเปล่าก็จะถูกลำเลียงไปทำความสะอาดและเคลือบน้ำมันเพื่อป้อนเข้าสู่รอบการผลิตใหม่ ส่วนชิ้นงานที่บรรจุใส่ชั้นวางจะถูกรวบรวมจนเต็มชั้นวางจากนั้นจะลำเลียงไปจัดเก็บในคลังสินค้า ดังรูปที่ 3.4

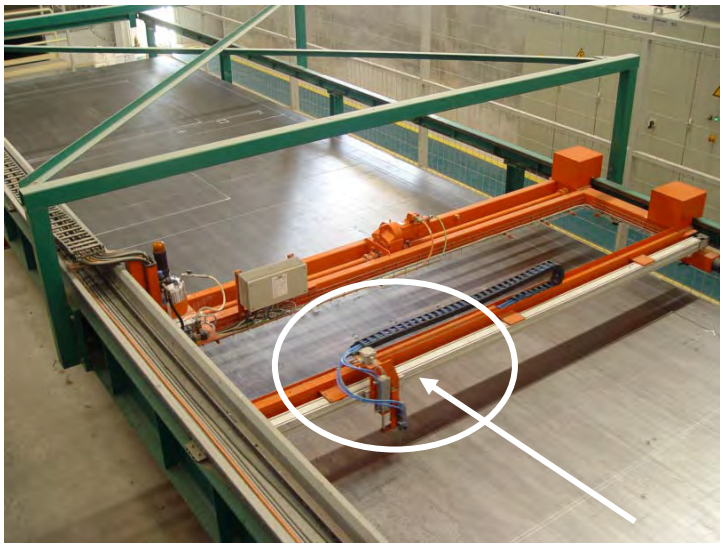


รูปที่ 3.4 กระบวนการผลิตแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป

จากรูปที่ 3.4 พบว่า กระบวนการผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous Production Process) ซึ่งรายละเอียดของกระบวนการผลิตทั้ง 15 ขั้นตอน มีดังต่อไปนี้

1. กำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ (Plottering)

เมื่อโต๊ะหล่อเปล่าที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาดและเคลือบน้ำมันแล้วถูกเคลื่อนที่มาถึงสถานี Plottering เครื่องวาด (Plot) จะทำการวาดตามรายการสั่งผลิตที่ได้จากระบบข้อมูลคอมพิวเตอร์ (Master Computer) ซึ่งควบคุมการผลิต โดยจะวาดรูปร่างชิ้นงานทั้งหมด รวมถึงการระบุตำแหน่ง เช่น ประตู หน้าต่าง ปลั๊กไฟ ท่อไฟ ท่อน้ำ และอื่นๆ ตามแบบ จากนั้นเครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง (Cross lifting truck) จะเคลื่อนย้ายและยกโต๊ะหล่อขึ้นระนาบบนไปยังสถานีวางแบบกั้นข้างต่อไป ดังรูปที่ 3.5



เครื่องวาดตำแหน่ง (Plotter)

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์

2. วางแบบกั้นข้าง (Shuttering)

เมื่อโต๊ะหล่อเคลื่อนที่มาถึงสถานีวางแบบกั้นข้าง เครื่องรองรับและกั้นโต๊ะหล่อ (Railing support & Guard rail) จะหุบลงเพื่อให้พนักงานสามารถเดินเข้าไปยืนบนโต๊ะหล่อได้ จากนั้นพนักงานจะใช้เครนยกน้ำหนักขนาด 0.5 ตัน ยกแบบกั้นข้างจากคลังเก็บมาวางลงบนโต๊ะหล่อตามเส้นที่วาดไว้ เพื่อเป็นแนวในการเทคอนกรีต จากนั้นทำการตรวจสอบความกว้าง ยาว และเส้นทแยงมุมทั้ง 2 ด้าน และทำการยึดแม่เหล็กของแบบกั้นข้าง โดยใช้ค้อนยางตอก เมื่อเสร็จสิ้น

เครื่องรองรับและกั้นโต๊ะหล่อ (Railing support & Guard rail) จะกางขึ้น จากนั้นเครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง (Cross lifting truck) จะยกโต๊ะหล่อลงระนาบล่าง เพื่อส่งโต๊ะหล่อให้เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว (Circulation system friction wheel drive) ลำเลียงโต๊ะหล่อไปยังสถานีติดตั้งอุปกรณ์ต่อไป ดังรูปที่ 3.6

วางแบบกั้นข้าง (Shutter)

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนวางแบบกั้นข้าง

3. ติดตั้งอุปกรณ์ (Insert)

เมื่อโต๊ะหล่อเคลื่อนที่มาถึงสถานีติดตั้งอุปกรณ์ พนักงานจะทำการติดตั้งประเภทชุดอุปกรณ์ เช่น ประตูสำเร็จรูป หน้าต่างประกอบ วงกบ เป็นต้น และนั้นล็อกด้วยแม่เหล็กและทาน้ำยาแบบและติดตั้งอุปกรณ์เล็ก แท่งไนลอน และท่อไฟ ทำการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง ชนิดอุปกรณ์ ตามแบบที่แนบมากับโต๊ะหล่อ จากนั้นเครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว (Circulation system friction wheel drive) จะลำเลียงโต๊ะไปยังสถานีวางโครงเหล็กเสริมความแข็งแรงต่อไป ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์

4. วางโครงเหล็กเสริมความแข็งแรง (Reinforcement)

เมื่อโต๊ะหล่อเคลื่อนที่มาถึงสถานีวางโครงเหล็กเสริมความแข็งแรง พนักงานจะใช้เครนยกน้ำหนักขนาด 1.6 ตัน ยกแผ่นตะแกรงเหล็กมาวางบนโต๊ะหล่อเพื่อเสริมความแข็งแรงของแผ่นคอนกรีต วางวัสดุฝังตามตำแหน่งที่กำหนด และผูกเหล็กเส้นยึดตะแกรงเหล็ก จากนั้นเครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว (Circulation system friction wheel drive) จะลำเลียงโต๊ะหล่อไปยังสถานีเทคอนกรีตต่อไป ดังรูปที่ 3.8

วางคอนกรีตเสริมความแข็งแรง

รูปที่ 3.8 ขั้นตอนวางโครงเหล็กเสริมความแข็งแรง

5. ผสมคอนกรีต (Mixing)

เครื่องผสมคอนกรีต (Concrete mixing process) ซึ่งติดตั้งอยู่นอกอาคารโรงงานทางด้านหลัง ทำการผสมทราย หิน ซีเมนต์ผง และน้ำ เมื่อทำการผสมเสร็จจะทำการปล่อยคอนกรีตออกทางด้านล่างช่องจ่ายคอนกรีตโดยมีเครื่องลำเลียงคอนกรีต (Concrete conveyor) ซึ่งเคลื่อนที่มารับคอนกรีตที่ผสมเสร็จ ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 ขั้นตอนผสมและจ่ายคอนกรีต

6. ลำเลียงคอนกรีต (Concrete Transport)

เครื่องลำเลียงคอนกรีต (Concrete conveyor) รับคอนกรีตที่ผสมเสร็จจากเครื่องผสมคอนกรีต จากนั้นเคลื่อนที่ตามรางซึ่งห้อยอยู่เพื่อลำเลียงคอนกรีตไปส่งให้เครื่องเทคอนกรีต (Concrete Spreader) ที่สถานีเทคอนกรีต ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 ขั้นตอนลำเลียงคอนกรีต

7. เทคอนกรีต (Casting)

เมื่อโต๊ะหล่อเคลื่อนที่มาถึงสถานีเทคอนกรีตแล้ว พนักงานจะวางแม่เหล็กยึดแบบกั้นข้างและเมื่อเครื่องเทคอนกรีตได้รับคอนกรีตแล้ว พนักงานจะทำการควบคุมเครื่องเทคอนกรีตตามแบบและปริมาณที่กำหนดโดยการเทถูกควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิกของช่องจ่ายคอนกรีตทั้ง 15 ช่อง จากนั้นเปิดเครื่องสั่นคอนกรีต (Vibrator) จนกระทั่งฟองอากาศขึ้นมาบนผิวคอนกรีตหมดและเกลี่ยคอนกรีตให้เรียบเสมอกัน หลังจากเสร็จสิ้นเครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว (Circulation system friction wheel drive) จะลำเลียงโต๊ะไปยังสถานีพัก U14, U15 หรือ U16 เพื่อส่งต่อโต๊ะหล่อให้เครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง (Cross lifting truck) และเครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว (Circulation system friction wheel drive) หรือเครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อ (Rack operator) มารับเพื่อเคลื่อนย้ายโต๊ะไปยังสถานีขัดผิวหน้าคอนกรีตต่อไป ดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 ขั้นตอนเทคอนกรีต

8. ขัดผิวหน้าคอนกรีต (Smoothening)

เมื่อโต๊ะหล่อเคลื่อนที่มาถึงสถานีขัดผิวหน้าคอนกรีต รอจนกระทั่งคอนกรีตบนโต๊ะหล่อเริ่มแข็งตัว (Set) ได้ระดับที่ต้องการแล้วจึงขัดผิวหน้าคอนกรีตด้วยเครื่องขัด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ใช้เครื่องขัดขัดผิวหน้าคอนกรีตให้เรียบ โดยใช้ถาดขัด ปรับระดับส่วนที่ขาดเกิน รอจนคอนกรีตแข็งตัว (Set) ได้ระดับที่ต้องการ จึงทำต่อในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 2 ใช้เครื่องขัดขัดด้วยถาดให้เรียบร้อยอีกครั้ง รอเวลาสักพักเพื่อให้คอนกรีตพร้อมที่จะทำการขัดผิวขัดมันได้ จึงทำต่อในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 3 ใช้เครื่องขัดที่เปลี่ยนใบขัดจากแบบถาดเป็นใบขัดมันมาทำการขัดมัน เก็บรายละเอียดส่วนเกินให้เรียบร้อย ใช้ฟองน้ำแห้งถูผิวคอนกรีตให้เรียบเสมอกันทั้งแผ่นคอนกรีต ทำความสะอาดเศษปูนที่ติดตามวงกบ, Block out, แบบกั้นข้างออกให้หมด

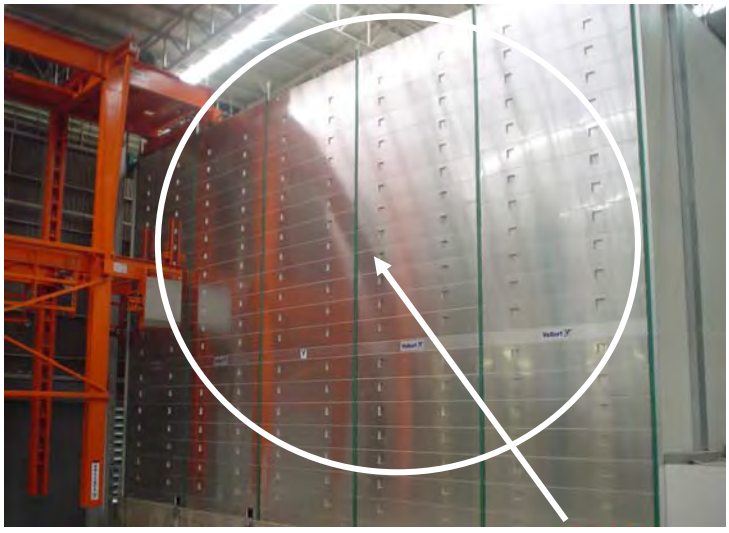
จากนั้นทำการลำเลียงโต๊ะหล่อกลับ เพื่อส่งให้เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อ (Rack operator) ลำเลียงโต๊ะหล่อเข้าห้องบ่มคอนกรีต (Concrete chamber) ต่อไป ดังรูปที่ 3.12

ขัดผิวหน้าคอนกรีต

รูปที่ 3.12 ขั้นตอนขัดผิวหน้าคอนกรีต

9. บ่มคอนกรีต (Curing)

เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อ (Rack operator) ลำเลียงโต๊ะหล่อเข้าห้องบ่มคอนกรีตซึ่งมีทั้งหมด 5 แถว แถวละ 19 ห้อง รวม 95 ห้อง ทำการบ่มคอนกรีตเป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อให้ได้กำลังของคอนกรีตเร็วขึ้น (คอนกรีตแข็งตัว) ดังรูปที่ 3.13 จากนั้นเครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อ (Rack operator) จะลำเลียงโต๊ะหล่อออกจากห้องบ่มคอนกรีตและส่งไปยังสถานีถอดแบบต่อไป

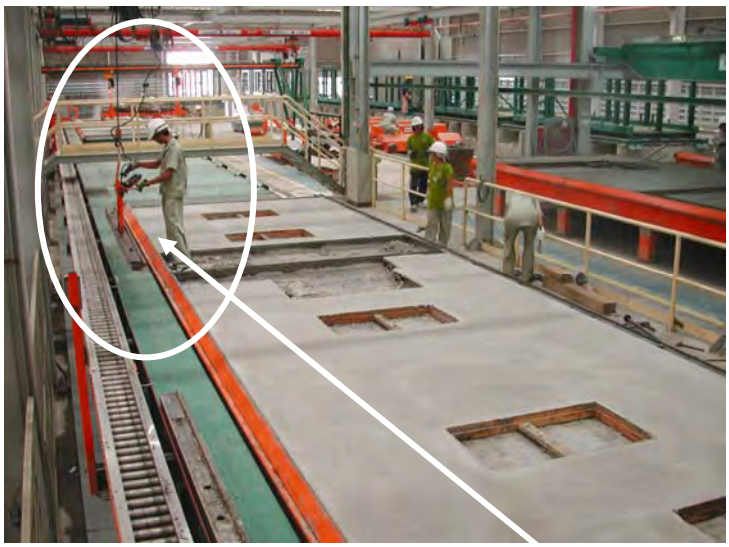


ห้องบ่มคอนกรีต

รูปที่ 3.13 ขั้นตอนบ่มคอนกรีต

10. ถอดแบบ (Removing)

เมื่อโต๊ะหล่อถูกส่งมายังสถานีถอดแบบ พนักงานจะถอดอุปกรณ์ภายนอกแผ่นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออก เช่น แท่งไนลอน ส่วนการถอดแบบกั้นข้างใช้เครื่องมือที่จัดไว้งัดแบบกั้นข้างเพื่อให้แม่เหล็กถูกยกขึ้น ทำให้แบบกั้นข้างไม่ดูดติดกับโต๊ะหล่อ ส่วนโต๊ะหล่อจะถูกเครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว (Circulation system friction wheel drive) เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อแบบหุบ-กาง (Double desk roller conveyor) และเครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง (Cross lifting truck) ลำเลียงไปยังสถานียกชิ้นงานเก็บต่อไป ดังรูปที่ 3.14

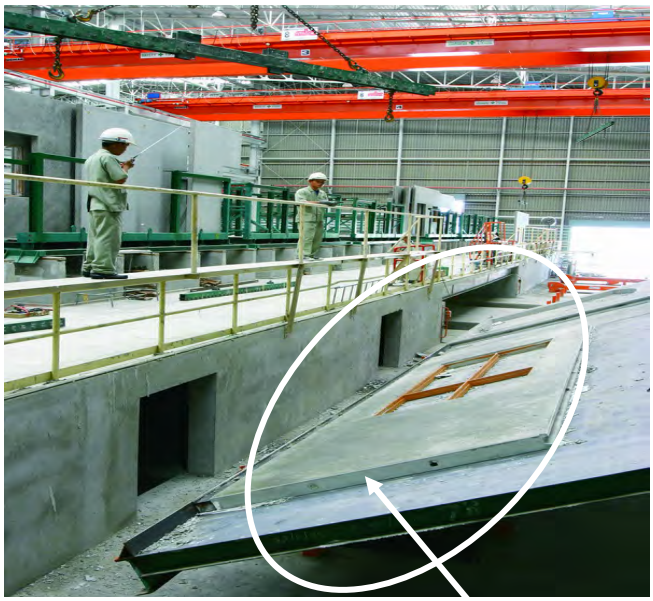


ถอดแบบกั้นข้าง (Shutter)

รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการถอดแบบ

11. ยกชิ้นงานเก็บ (Tilting)

เมื่อโต๊ะหล่อมาถึงสถานียกชิ้นงานเก็บ เครื่องยกโต๊ะหล่อ (Tilting) จะยกโต๊ะหล่อเอียงทำมุม 85 องศากับระดับพื้น โดยใช้เครนยกน้ำหนักขนาด 8 ตัน จำนวน 2 ตัว ทำการยกชิ้นส่วนแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป (Precast Concrete) ออกจากโต๊ะหล่อ จากนั้นตกแต่งชิ้นงาน และตรวจสอบคุณภาพก่อนนำไปจัดเก็บใส่ชั้นบรรจุชิ้นงานที่จัดไว้ ดังรูปที่ 3.15



ชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป

รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการยกชิ้นงานเก็บ

12. บรรจุและลำเลียงชิ้นงาน (Packing)

ในขั้นตอนการยกชิ้นงานเก็บ ก่อนที่จะยกชิ้นงานเก็บ เครื่องลำเลียงชิ้นงาน (Run Off Truck) ลำเลียงชั้นเปล่ามาเตรียมไว้เพื่อรอบรรจุชิ้นงานที่จะถูกยกออกจากโต๊ะหล่อ และลำเลียงชั้นบรรจุชิ้นงานซึ่งรวบรวมชิ้นงานจำแนกตามแบบจนเต็มชั้นออกไปนอกอาคารโรงงาน เพื่อรอปั้นจั่นแบบมีขา ยกน้ำหนัก 32 ตัน (Gantry Crane) มารับไปจัดเก็บในคลังสินค้า ดังรูปที่ 3.16

รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการลำเลียงชิ้นงาน

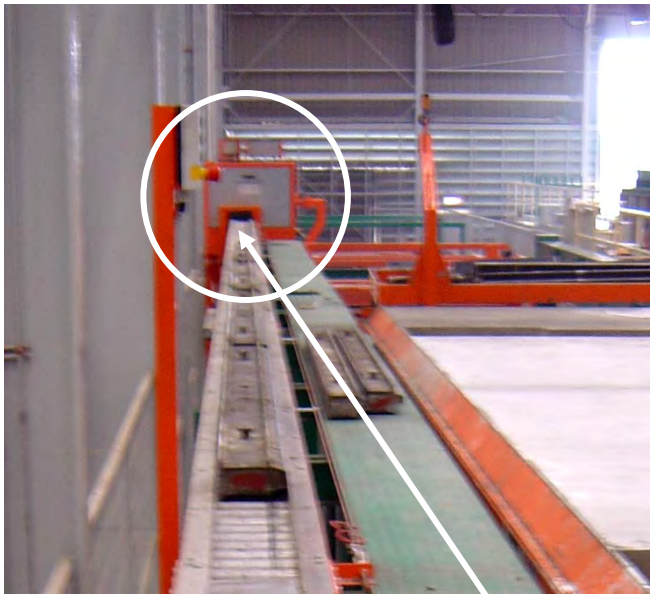
13. จัดเก็บในคลังสินค้า (Stocking)

ปั้นจั่นแบบมีขา ยกน้ำหนัก 32 ตัน (Gantry Crane) มารับชั้นบรรจุชิ้นงาน เพื่อนำไปจัดเก็บในคลังสินค้าซึ่งอยู่นอกอาคารโรงงาน ทางด้านหน้า ดังรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 ขั้นตอนการจัดเก็บในคลังสินค้า

14. ทำความสะอาดแบบกั้นข้าง (Cleaning Shuttering)

แบบกั้นข้างซึ่งถูกถอดออกในขั้นตอนถอดแบบ จะถูกยกด้วยเครนยกน้ำหนักขนาด 0.5 ตัน เพื่อส่งแบบกั้นข้างไปยังตัวลำเลียงแบบกั้นข้าง (Shuttering transport) ผ่านขั้นตอนการทำงานของเครื่องทำความสะอาด เคลือบน้ำมันแบบกั้นข้าง (Shuttering cleaning/oiling) เพื่อจัดเก็บไว้ใช้สำหรับการผลิตรอบใหม่ ดังรูปที่ 3.18



ทำความสะอาดแบบกั้นข้าง

รูปที่ 3.18 ขั้นตอนการทำความสะอาดแบบกั้นข้าง

15. ทำความสะอาดโต๊ะหล่อ (Cleaning Pallet)

เมื่อชิ้นส่วนแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปถูกยกออกจากโต๊ะหล่อในขั้นตอนยกชิ้นงานเก็บ โต๊ะหล่อเปล่าจะถูกลำเลียงด้วยเครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อทางยาว และเครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง ผ่านเครื่องทำความสะอาดโต๊ะหล่อ (Pallet cleaner) และเครื่องเคลือบน้ำมันโต๊ะหล่อ (Pallet oiler system) เพื่อจัดเก็บไว้ใช้สำหรับการผลิตรอบใหม่ ดังรูปที่ 3.19

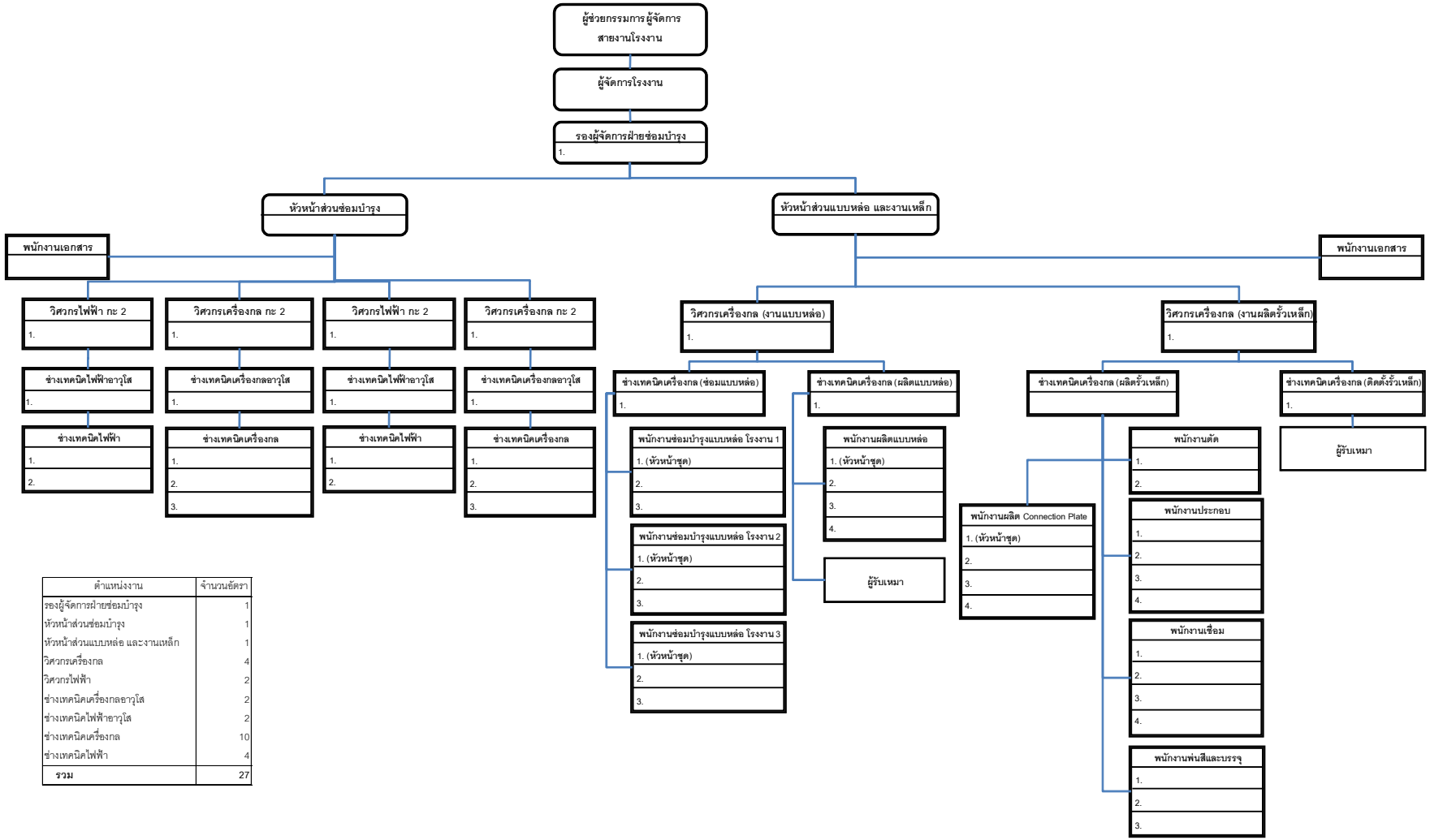
รูปที่ 3.19 ขั้นตอนการทำความสะอาด เคลือบน้ำมันโต๊ะหล่อ

3.4 การสำรวจระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา

องค์กรฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาของโรงงานกรณีศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนงาน คือ (1) ส่วนงานซ่อมบำรุง, (2) ส่วนงานแบบหล่อ และงานเหล็ก สายงานขึ้นตรงกับรองผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุง ผู้จัดการโรงงาน และผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการสายโรงงาน โครงสร้างองค์กรซ่อมบำรุงรักษา แสดงดังรูปที่ 3.20 จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น พบว่า นอกจากฝ่ายซ่อมบำรุงมีหน้าที่ในการดูแลเครื่องจักรแล้ว ยังมีหน้าที่ในการดูแลเสาและระบบไฟฟ้า ระบบระบายและปรับอากาศ รวมถึงทรัพย์สินต่างๆ ของโรงงานอีกด้วย เช่น สายโทรศัพท์ ประตูโรงงาน เป็นต้น ซึ่งขอบเขตการดำเนินศึกษานี้จะครอบคลุมเฉพาะการดูแลเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเท่านั้น จากการศึกษาพบว่านโยบายการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรของโรงงานกรณีศึกษาเป็นแบบเสียแล้วค่อยซ่อมเนื่องจากมีงานค้างจำนวนมาก นอกจากนี้ยังไม่มีการเก็บประวัติข้อมูลเครื่องจักร ขาดการรวบรวมบันทึกข้อมูลการเสียและการซ่อมเครื่องจักรอย่างเป็นระบบ โดยเมื่อฝ่ายซ่อมบำรุงได้รับใบแจ้งเครื่องจักรเสียหรือใบแจ้งงานอื่นๆ ฝ่ายซ่อมบำรุงจะจัดช่างเทคนิคเข้าไปดำเนินการแก้ไขโดยมีวิศวกรหรือช่างเทคนิคอาวุโสควบคุมงาน ช่างเทคนิคแต่ละคนจะลงรายละเอียดบันทึกการปฏิบัติลงในสมุดบันทึกของตนเอง ดังนั้น หากต้องการทราบประวัติและรายละเอียดการเสียและการซ่อมของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง จำเป็นต้องค้นบันทึกในสมุดบันทึกของช่างทุกคน เพราะมีเพียงการรวบรวมข้อมูลชั่วโมงการเสีย สาเหตุ และการแก้ไขอย่างคร่าวๆ ในรายงานการหยุดเครื่องจักรเนื่องจากเครื่องจักรเสียเท่านั้น ทั้งนี้ จากการสำรวจจำนวนชั่วโมงการเสียของเครื่องจักร พบว่า อัตราการขัดข้องของเครื่องจักรมีค่าสูง และโรงงานต้องหยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรเสียบ่อยครั้ง ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้ทำการวิเคราะห์สมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา และมุ่งเน้นเสนอแนะแนวทางลดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรที่มีผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต โดยเริ่มจากการทำการสำรวจสภาพปัญหาในปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อชี้บ่งจุดบกพร่อง และแนวทางแก้ไข การสำรวจประกอบด้วย 2 แนวทาง คือ

(1) วิเคราะห์ข้อมูลสถิติการทำงานของเครื่องจักร

(2) ประเมินสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา



ตำแหน่งงาน	จำนวนอัตรา
รองผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุง	1
หัวหน้าส่วนซ่อมบำรุง	1
หัวหน้าส่วนแบบหล่อ และงานเหล็ก	1
วิศวกรเครื่องกล	4
วิศวกรไฟฟ้า	2
ช่างเทคนิคเครื่องกลอาวุโส	2
ช่างเทคนิคไฟฟ้าอาวุโส	2
ช่างเทคนิคเครื่องกล	10
ช่างเทคนิคไฟฟ้า	4
รวม	27

รูปที่ 3.20 โครงสร้างองค์กรซ่อมบำรุงรักษา

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการทำงานของเครื่องจักร

ขั้นตอนนี้ ทำการสำรวจข้อมูลสถิติการทำงานและการซ่อมบำรุงบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อวิเคราะห์อัตราการขัดข้องของเครื่องจักรเทียบกับแผนการผลิตที่วางไว้

3.4.2 การประเมินสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา

ทำการประเมินสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา โดยทำการเลือกการสุ่มขนาดตัวอย่าง ประเภทกรณีทราบจำนวนประชากร และมีจำนวนไม่มาก การคำนวณหาขนาดตัวอย่างได้แสดงไว้ในภาคผนวก (ก) ซึ่งการศึกษานี้มีประชากรฝ่ายซ่อมบำรุง 20 คน ทำการเก็บข้อมูลขนาดตัวอย่างทั้งหมด 9 คน แบ่งเป็นตัวอย่างจากฝ่ายซ่อมบำรุง 7 คนจากประชากร 20 คน และตัวอย่างจาก ฝ่ายผลิต 2 คน ดังนี้ คือ

- ผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุง 2 คน (ผู้จัดการใหม่ และเก่าที่ลาออกแล้ว)
- วิศวกรฝ่ายซ่อมบำรุง 5 คน
- ผู้จัดการฝ่ายผลิต 1 คน
- วิศวกรฝ่ายผลิต 1 คน

โดยการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยประเมินสมรรถนะ CAEP v1.0 (COMPUTER AIDED EVALUATION ON THE PERFORMANCE OF MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM) ซึ่งพัฒนาชุดดัชนีชี้วัด และสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จะประกอบด้วย (1) การประเมินเชิงจิตพิสัย และ (2) การประเมินเชิงวัตถุพิสัย

3.5 ผลการสำรวจสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาในปัจจุบัน

จากการเข้าสำรวจข้อมูลทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุงรักษาของเครื่องจักรในโรงงาน พบว่า มีเพียงข้อมูลสถิติเวลาการหยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรเสียเป็นรายเดือน เมื่อนำมาคำนวณข้อมูลทางสถิติ พบว่า ผลการหาเปอร์เซ็นต์ของเวลาการหยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรเสียต่อเดือนระหว่างเดือน มกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2550 มีค่าต่ำสุดที่ 3.1% มีค่าสูงสุดเท่ากับ 9.8% ดังแสดงในตารางที่ 3.2 ค่าผลรวมเวลาหยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรเสียต่อผลรวมของเวลาการทำงานของการผลิต มีค่าเฉลี่ยต่อเดือนสูงถึง 5.22±2% หรือ อยู่ในช่วงระหว่าง 3.22 ถึง 7.22% ดังแสดงผลการคำนวณในตารางที่ 3.3 และรูปที่ 3.21

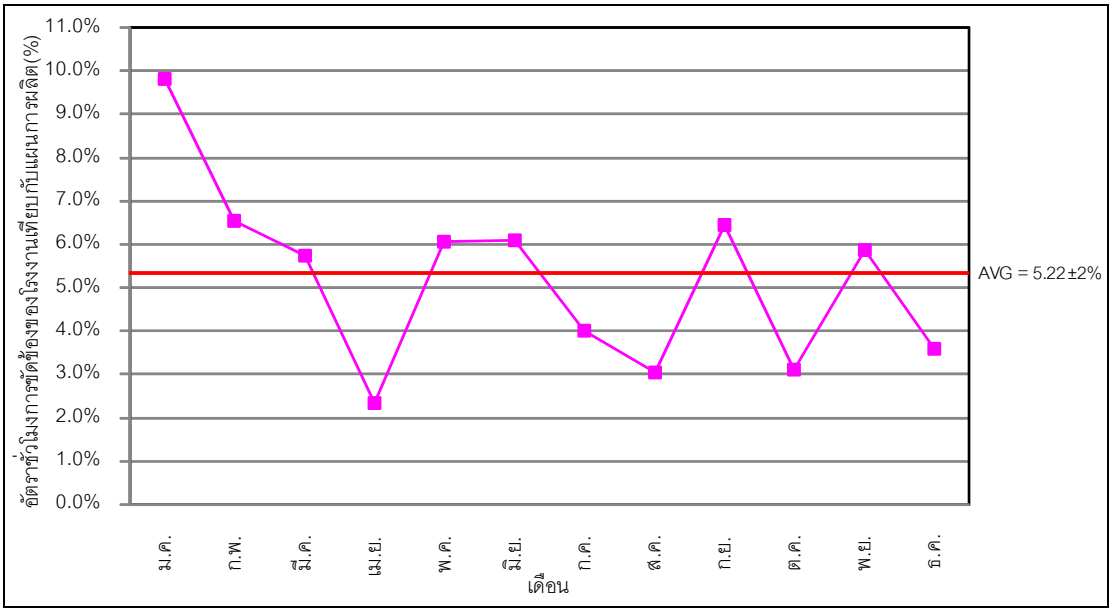
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลชั่วโมงเดินเครื่องจักร

การข้อมูลวิเคราะห์ทางสถิติ	เดือน (ปี 2550)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ผลรวมของเวลาการทำงานของการผลิต (ชม.)	520	521	524	139	479	489	454	571	550	548	545	502
ผลรวมเวลาหยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรเสีย (ชม.)	51	34	30	3.25	29	29.7	18.3	17.5	35.5	17	32	18
ผลรวมเวลาหยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรเสียต่อผลรวมของเวลาการทำงานของการผลิต (%)	9.8%	6.5%	5.7%	2.3%	6.1%	6.1%	4.0%	3.1%	6.5%	3.1%	5.9%	3.6%

หมายเหตุ : ข้อมูลปี พ.ศ. 2550

ตารางที่ 3.3 สรุปร้อยละของการหยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรเสีย

ค่าเฉลี่ยผลรวมเวลาหยุดเนื่องจากเครื่องจักรเสีย ต่อผลรวมของเวลาการทำงานของการผลิต (AVG)	5.22%
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลรวมเวลาหยุดเนื่องจากเครื่องจักรเสีย ต่อผลรวมของเวลาการทำงานของการผลิต (SD)	2%



รูปที่ 3.21 เปอร์เซ็นต์ของเวลาการหยุดการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรเสีย ระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2550

ผลการสำรวจการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาของโรงงานตัวอย่าง โดยการประเมินจากโปรแกรม CAEP v1.0 แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ เชิงจิตพิสัย และเชิงวัตถุวิสัย รายละเอียดของผลการประเมินแสดงในภาคผนวก (ข) วิเคราะห์ได้ดังนี้

1) ผลการสำรวจการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของโรงงาน พบว่า จากการพิจารณาแผนภาพ Performance Matrix ที่ทำการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์สมรรถนะและค่าความสำคัญ ดังรูปที่ 3.22 - 3.24 โดยสรุปหัวข้อการประเมินและค่าน้ำหนักความสำคัญแสดงดังตารางที่ 3.4 และรายละเอียดคะแนนผลการประเมินแสดงในภาคผนวก (ข) ตารางที่ ข.1 – ข.11 พบว่า

1. การจัดการด้านองค์กรซ่อมบำรุงรักษา

หัวข้อที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ คือ

- 1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ (58.80%)

หัวข้อที่อยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุง เรียงตามลำดับ มีดังนี้

- 1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา (52.78%)
- 1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา (53.54%)

2. การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา

หัวข้อที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ เรียงตามลำดับ มีดังนี้

- 2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก (46.03%)
- 2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน (46.03%)
- 2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ (49.07%)
- 2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร (50.00%)
- 2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ (52.22%)

หัวข้อที่อยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุง คือ

- 2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรบุคคล (54.17%)

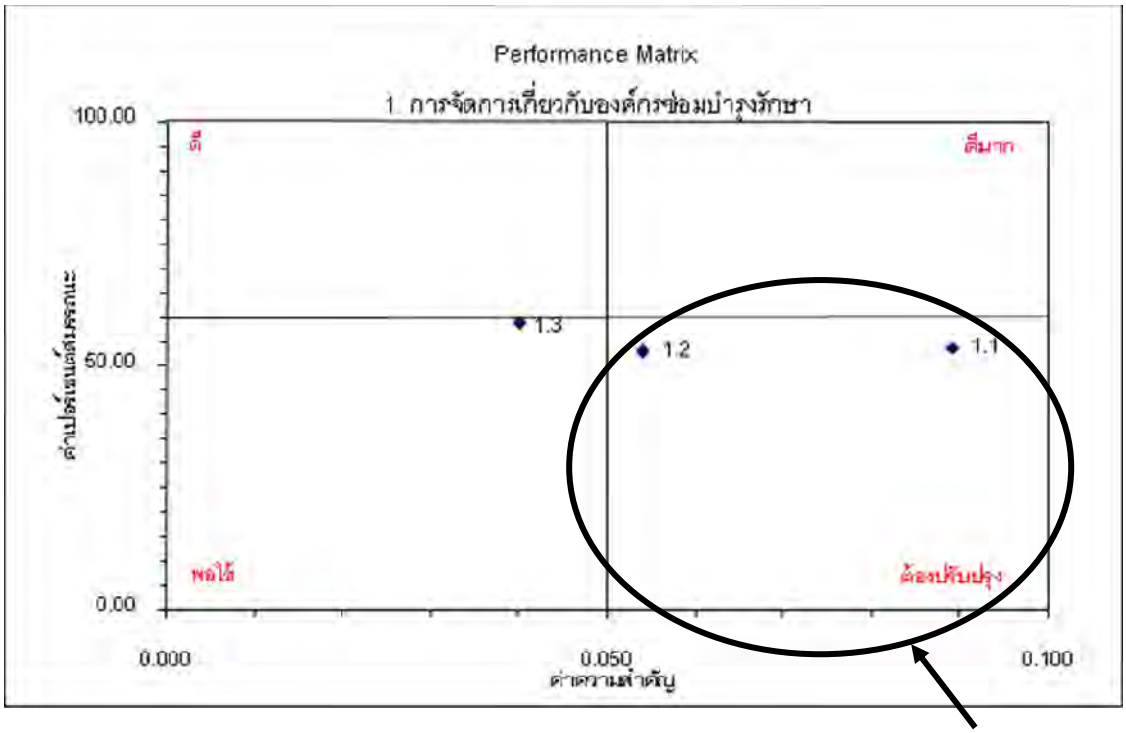
3. การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา

หัวข้อที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ เรียงตามลำดับ มีดังนี้

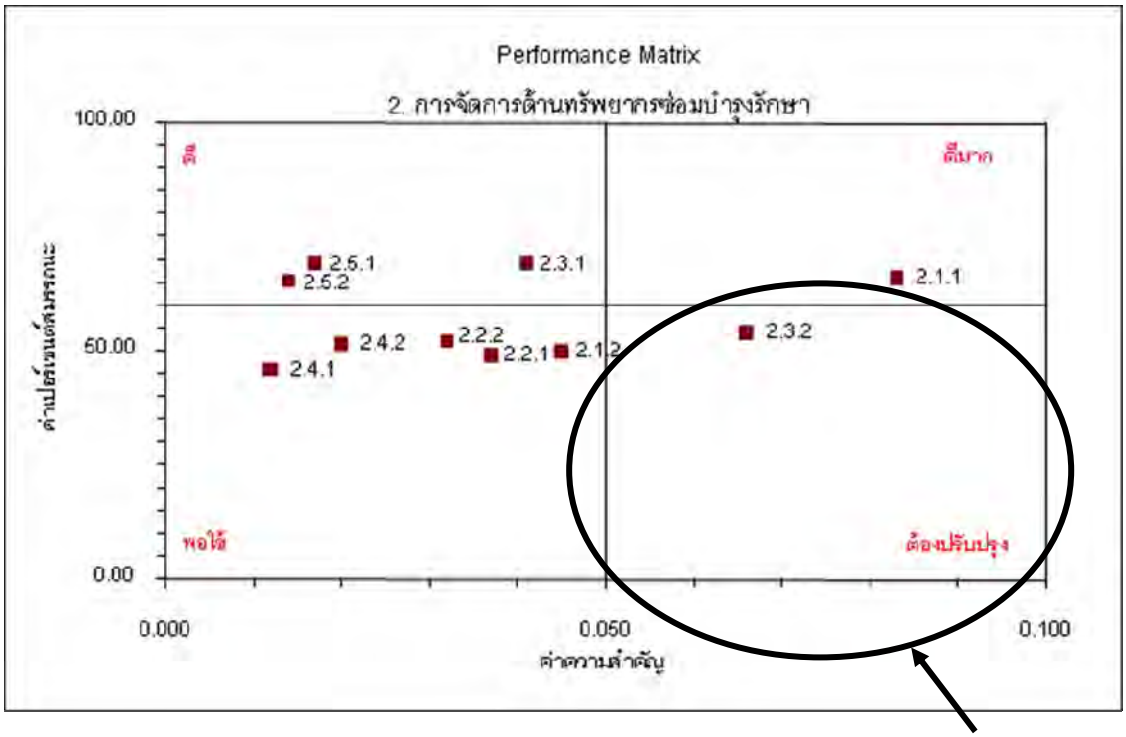
- 3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) (37.73%)
- 3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM) (42.20%)
- 3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (50.46%)
- 3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา (51.74%)

หัวข้อที่อยู่ในเกณฑ์ต้องปรับปรุง เรียงตามลำดับ มีดังนี้

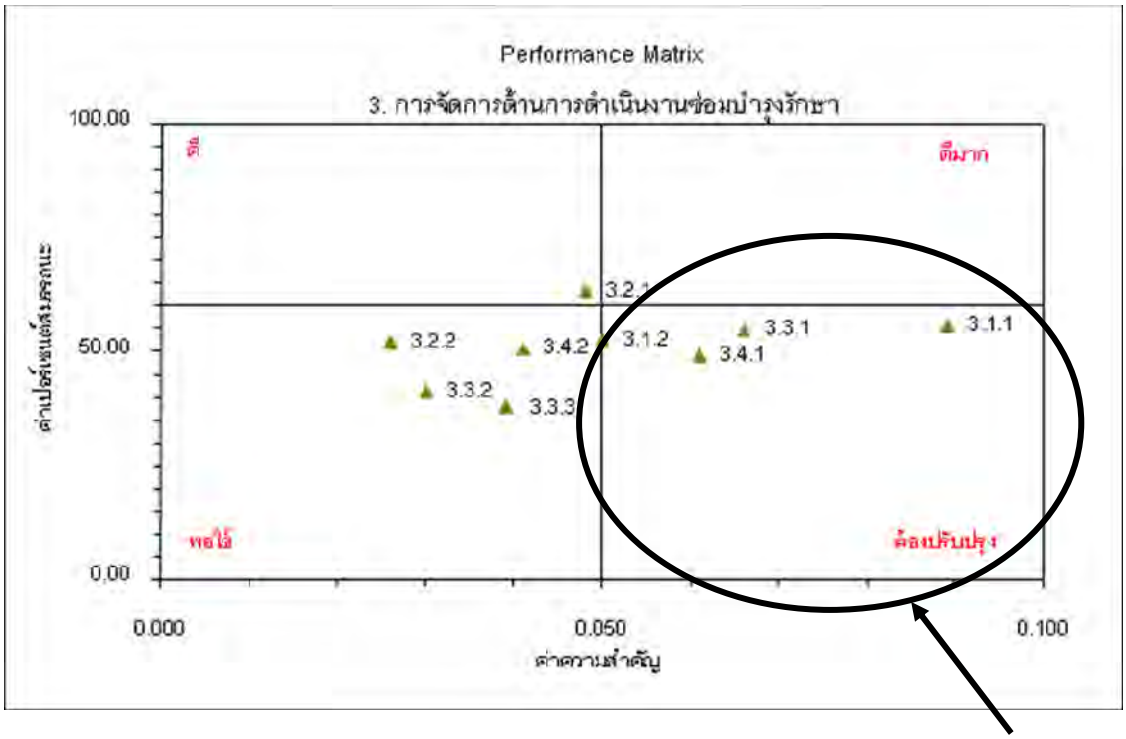
- 3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา (48.89%)
- 3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา (52.31%)
- 3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) (54.63%)
- 3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา (55.56%)



รูปที่ 3.22 สมรรถนะการจัดการเชิงจิตพิสัย ด้านการจัดการองค์กรซ่อมบำรุงรักษา



รูปที่ 3.23 สมรรถนะการจัดการเชิงจิตพิสัย ด้านการจัดการทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา



รูปที่ 3.24 สมรรถนะการจัดการเชิงจิตพิสัย ด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา

ตารางที่ 3.4 ค่าน้ำหนักความสำคัญของการประเมินสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัย

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	ค่าน้ำหนักความสำคัญ
1. การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา	
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	0.089
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	0.054
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	0.040
2. การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา	
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์	
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	0.083
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	0.045
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	0.037
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	0.032
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล	
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	0.041
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	0.066
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค	
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	0.012
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	0.020
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา	
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	0.017
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	0.014
3. การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา	
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	0.089
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	0.050

ตารางที่ 3.4 ค่าน้ำหนักความสำคัญของการประเมินค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัย (ต่อ)

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	ค่าน้ำหนักความสำคัญ
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา	
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	0.048
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	0.026
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา	
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	0.066
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	0.030
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	0.039
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง	
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	0.061
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	0.041

2) ผลการประเมินค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงวัตถุวิสัยของโรงงาน โดยการประเมินจากโปรแกรม CAEP v1.0 ได้แสดงไว้ในภาคผนวก (ข) ดังตารางที่ ข.12 พบว่าโรงงานมีการประมาณการชั่วโมงการทำงานของพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงมีค่าใกล้เคียงกับค่าปฏิบัติงานจริง ซึ่งถือเป็นสิ่งที่ดี อย่างไรก็ดี ยังพบว่าระบบการผลิตของโรงงานมีค่า Overall Equipment Effectiveness (OEE) เท่ากับ 69% ซึ่งยังต่ำกว่าค่าเกณฑ์มาตรฐานสากลสำหรับโรงงานขั้นดีเลิศซึ่งมีค่าเท่ากับ 85% นอกจากนี้ยังพบประเด็นปัญหาย่อยอื่นๆ อีก ทั้งนี้ พบว่าผลที่ได้สอดคล้องกับผลการประเมินเชิงจิตพิสัยด้วย ได้แก่

(1) อัตราจำนวนชั่วโมงการฝึกอบรมต่อจำนวนพนักงานในรอบระยะเวลา 1 ปี มีค่าเพียง 0.40 หน่วย
(2) จำนวนงานค้างจากการวางแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันสูง
(3) อัตราการลาออกของพนักงานซ่อมบำรุงมีค่าสูงถึง 0.20 หน่วย
(4) ไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องโดยพนักงานเดินเครื่อง
(5) ขาดการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการเสียของเครื่องจักร

จากการวิเคราะห์ข้มูล และพิจารณาผลการสำรวจระบบการบำรุงรักษา จึงได้ทำการวางแผนปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษา โดยมุ่งเน้นที่การปรับปรุงหัวข้อที่เป็นจุดอ่อนและควรได้รับการปรับปรุง เพื่อเป็นรากฐานก่อให้เกิดการพัฒนาระบบบริหารงานบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ ดังนี้

1) การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา

สร้างเกณฑ์ความลำดับสำคัญของเครื่องจักรหรืองาน เพื่อเป็นเกณฑ์การตัดสินใจในการจัดลำดับความสำคัญของงานซ่อมบำรุงรักษา และเป็นแนวทางในการวางแผนการซ่อมบำรุงรักษา รวมทั้งลดจำนวนงานค้างจากการวางแผนซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่สูง

2) การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา

นำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลมาใช้ เพื่อช่วยระบุปัญหาและแนวทางการป้องกันแก้ไข

3) การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)

จัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องจักรเป็น Stanadare Procedure ที่เป็นระเบียบและเข้าใจง่าย สำหรับพนักงานเดินเครื่องเพื่อทำการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance: AM) และช่างเทคนิคผู้ปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเพื่อทำการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenace: PM) โดยมีการระบุรายละเอียดของงาน พร้อมทั้งกระจายไปยังผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งมีการให้ความรู้แก่พนักงานในการปฏิบัติ เพื่อลดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรและลดอัตราขัดข้องของโรงงาน รวมทั้งเพิ่มค่า Overall Equipment Effectiveness (OEE)

บทที่ 4

วิธีการดำเนินงานวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง การค้นหาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต พร้อมทั้งประเมินอาการขัดข้องที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรเหล่านั้น โดยวิเคราะห์หาสาเหตุอาการขัดข้อง จากนั้นคำนวณค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ และการปรับปรุงเครื่องจักร โดยคัดเลือกอาการขัดข้องที่มีค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำสูงมาทำการปรับปรุง เพื่อลดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรที่มีผลต่อการหยุดงานของเครื่องจักรในสายการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูป ซึ่งขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยมี ดังนี้

4.1 การค้นหาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต

4.1.1 การวิเคราะห์ขั้นตอนสายงานวิกฤติ

4.1.2 การวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง

4.2 การประเมินอาการขัดข้องของเครื่องจักร

4.2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลอาการขัดข้อง

4.2.2 วิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้อง

4.2.3 วิเคราะห์ความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ

4.3 การกำหนดมาตรการซ่อมบำรุงรักษา

4.4 การทดลองใช้มาตรการซ่อมบำรุงรักษา กรณีการแก้ไขปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักรตัวอย่าง

4.3.1 คัดเลือกเครื่องจักรตัวอย่าง และอาการขัดข้องที่ต้องปรับปรุง

4.3.2 ศึกษาส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องจักร

4.3.3 นำเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขอาการขัดข้อง

4.3.4 ดำเนินแผนการตรวจเช็คและแก้ไขจุดบกพร่องของเครื่องจักร

4.3.5 จัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

4.5 เปรียบเทียบสมรรถนะระบบงานบำรุงรักษาก่อนและหลังการปรับปรุง

4.1 การค้นหาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายผลิต

ขั้นตอนนี้ ทำการจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักร โดยทำค้นหาเครื่องจักรที่มีความสำคัญสูงต่อผลผลิต คือ เมื่อเกิดการขัดข้องทำให้ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต โดยการประเมินจากขั้นตอนสายงานวิกฤติ และผลกระทบที่มีต่อการหยุดการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง เพื่อนำไปประเมินอาการขัดข้องของเครื่องจักรต่อไป

การดำเนินการค้นหาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต พิจารณาจากคุณสมบัติของเครื่องจักร โดยใช้เกณฑ์ 4 เกณฑ์ ได้แก่ (1) การทำหน้าที่ในสายงานวิกฤติ (C), (2) ความยืดหยุ่นทางการผลิต ด้านถูกการทดแทนการทำหน้าที่ด้วยเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อื่น (N), (3) ความยืดหยุ่นทางการผลิต ด้านถูกการทดแทนการทำหน้าที่ด้วยแรงงานคน (M), (4) การทำหน้าที่ในการผลิต (P)

จากนั้นจำแนกประเภทเครื่องจักรออกเป็น 3 กลุ่ม ตามผลที่เกิดกับสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง โดยใช้คุณสมบัติทั้ง 4 เกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น ได้แก่

1. เครื่องจักรกลุ่มที่ 1 ส่งผลให้สายการผลิตหยุดเมื่อเกิดการขัดข้อง มีคุณสมบัติดังนี้
    1. 1) ทำหน้าที่ในสายงานวิกฤติ (C=0)
    1. 2) ไม่มีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่สามารถทำหน้าที่ทดแทนได้ (N=0)
    1. 3) ไม่สามารถใช้แรงงานคนทดแทนการทำงานของเครื่องจักรได้ (M=0)
    1. 4) เครื่องจักรมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง (P=0)

2. เครื่องจักรกลุ่มที่ 2 ส่งผลให้ผลผลิตล่าช้าเมื่อเกิดการขัดข้อง มีคุณสมบัติดังนี้
    2.1) ทำหน้าที่ในสายงานวิกฤติ (C=0)
    2.2) มีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่สามารถทำหน้าที่ทดแทนได้ หรือ สามารถใช้แรงงานคนทดแทนการทำงานของเครื่องจักรได้ (N=1 M=0, N=0 M=1, N=1 M=1)
    2.3) เครื่องจักรมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง (P=0)

3. เครื่องจักรกลุ่มที่ 3 ไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อสายการผลิต มีคุณสมบัติดังนี้
    2.1) ทำ/ไม่ได้ทำหน้าที่ในสายงานวิกฤติ (C=0,1)
    2.2) มี/ไม่มีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่สามารถทำหน้าที่ทดแทนได้ (N=0,1)
    2.3) สามารถ/ไม่สามารถใช้แรงงานคนทดแทนการทำงานของเครื่องจักรได้ (M=0.1)

2.4) เครื่องจักรไม่ได้มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง (P=1)

แสดงการจำแนกเครื่องจักรตามผลที่เกิดกับสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้องโดยใช้เกณฑ์คุณสมบัติของเครื่องจักร ดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

ขั้นตอนต่อไป ทำการศึกษาปรับปรุงอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรประเภทที่ 1 คือ กลุ่มที่ส่งผลให้สายการผลิตหยุดเมื่อเกิดการขัดข้อง

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์การจัดกลุ่มเครื่องจักร

คุณสมบัติ	กลุ่มเครื่องจักร จำแนกตามผลที่เกิดกับสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง				
	กลุ่มที่ 1 ส่งผลให้สายการผลิตหยุด	กลุ่มที่ 2 ส่งผลให้ผลผลิตล่าช้า			กลุ่มที่ 3 ไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อสายการผลิต
C	0	0	0	0	0 หรือ 1
N	0	1	0	1	0 หรือ 1
M	0	0	1	1	0 หรือ 1
P	0	0	0	0	1

เมื่อ C = สายงานวิกฤติ

โดยที่ C = 0 เมื่อ เป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ในสายงานวิกฤติ

C = 1 เมื่อ ไม่เป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ในสายงานวิกฤติ

N = ความสามารถด้านทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยเครื่องจักรหรืออุปกรณ์

โดยที่ N = 0 เมื่อ ไม่มีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่สามารถทำหน้าที่ทดแทนได้

N = 1 เมื่อ มีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่สามารถทำหน้าที่ทดแทนได้

M = ความสามารถด้านทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยคน

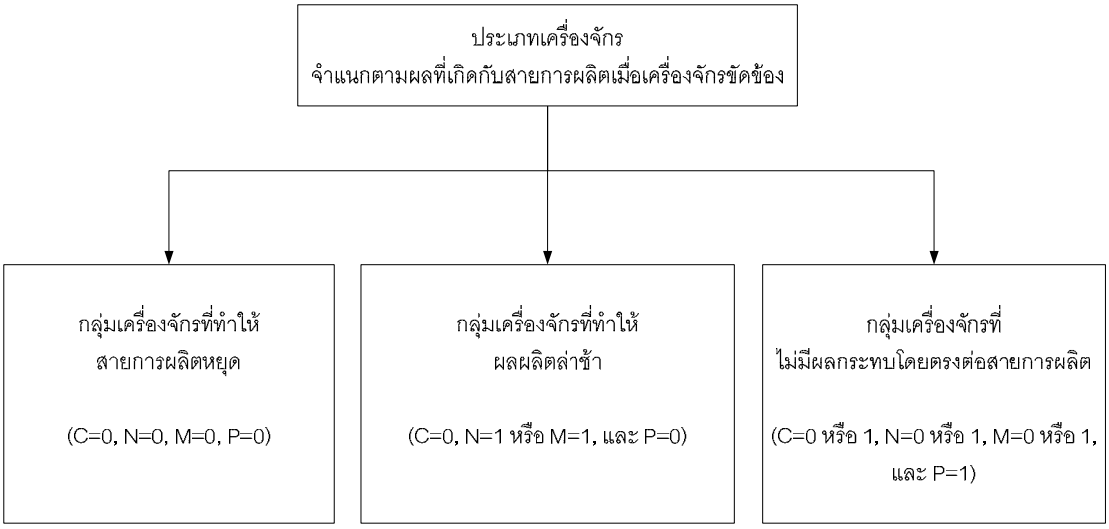
โดยที่ M = 0 เมื่อ ไม่สามารถใช้แรงงานคนทดแทนการทำงานของเครื่องจักรได้

M = 1 เมื่อ สามารถใช้แรงงานคนทดแทนการทำงานของเครื่องจักรได้

P = การทำหน้าที่ในการผลิต

โดยที่ P = 0 เมื่อ เครื่องจักรมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง

P = 1 เมื่อ เครื่องจักรไม่ได้มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง



รูปที่ 4.1 กลุ่มเครื่องจักร จำแนกตามความสำคัญของผลกระทบเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง

4.1.1 การวิเคราะห์ขั้นตอนสายงานวิกฤติ

ในขั้นตอนนี้ ทำการวิเคราะห์ขั้นตอนสายงานวิกฤติ อันประกอบด้วยงานวิกฤติ เพื่อวิเคราะห์หาทรัพยากรหรือเครื่องจักรที่ทำให้งานการผลิตต้องหยุดหรือล่าช้าเมื่อเครื่องจักรเกิดขัดข้อง

แบ่งขั้นตอนการทำงานหลักๆ เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูลเครื่องจักร

การศึกษาเครื่องจักร มีการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ส่วน คือ

1) การศึกษาตำแหน่งสถานีงาน ตำแหน่งเครื่องจักร ข้อมูลที่ได้ คือ ผังสถานีงาน และผังเครื่องจักร

2) ศึกษากระบวนการไหลของงาน และสำรวจเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์สายงานวิกฤติ และวิเคราะห์ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง

สายงานวิกฤติ วิเคราะห์ได้จากการแยกงานออกเป็นงานย่อย กำหนดทรัพยากรหรือเครื่องจักรที่ใช้ และประมาณระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละงานย่อยด้วยวิธีการทาง CPM ก็จะได้

เครือข่ายความสัมพันธ์ของงาน จากนั้นนำมาคำนวณกำหนดการแล้วเสร็จ และคำนวณระยะเวลาเผื่อของแต่ละงานย่อยเพื่อหาสายงานวิกฤติ ที่ประกอบด้วยงานย่อยที่มีเวลาเผื่อ (TF_i) เท่ากับศูนย์

ในขั้นตอนนี้ เมื่อทราบกระบวนการไหลของงาน รวมทั้งเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกระบวนการแล้ว นำมาวิเคราะห์สายงานวิกฤติ โดยทำการแยกงานออกเป็นกิจกรรมย่อย เพื่อหาเวลาแล้วเสร็จของแต่ละกิจกรรมโดยวิธีการ CPM พร้อมทั้งคำนวณเวลาแล้วเสร็จของการผลิตชิ้นส่วนแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูป และคำนวณระยะเวลาที่งานมีเผื่อของแต่ละกิจกรรม เพื่อนำไปหาสายงานวิกฤติอันประกอบไปด้วยกิจกรรมวิกฤติ ขั้นตอนดำเนินงานมีดังนี้

1. แยกงานออกเป็นงานย่อย
2. กำหนดทรัพยากรเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละงานย่อย
3. ประมาณระยะเวลาทำงานของแต่ละงานด้วยวิธีการทาง CPM
4. เขียนเครือข่ายแสดงความสัมพันธ์ของงาน
5. คำนวณกำหนดการเสร็จของโครงการ
6. คำนวณระยะเวลาเผื่อของแต่ละงาน
7. วิเคราะห์หากิจกรรมวิกฤติและสายงานวิกฤติ

4.1.2 การวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง

ในขั้นตอนนี้ ทำการศึกษากระบวนการไหลของงาน และสำรวจเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาขั้นตอนการผลิตแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป
2) ศึกษากระบวนการไหลของงานตามขั้นตอนการผลิต
3) สำรวจเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกระบวนการไหลของงาน

เมื่อทราบกระบวนการไหลของงาน และเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกระบวนการแล้ว จากนั้นทำการศึกษาหน้าที่การทำงานของเครื่องจักรในแต่ละกระบวนการไหลของงานและวิเคราะห์ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรขัดข้องที่มีต่อการผลิต เพื่อค้นหาเครื่องจักรประเภทที่ส่งผลให้สายการผลิตหยุดเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง

4.2 การประเมินอาการขัดข้องของเครื่องจักร

เมื่อค้นหากลุ่มเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตได้แล้ว ในขั้นตอนนี้ ทำการประเมินอาการขัดข้องของเครื่องจักรดังกล่าว ด้วยการวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้องและคำนวณค่าความเสี่ยงชี้นำ เพื่อคัดเลือกเครื่องจักรและอาการขัดข้องที่ต้องปรับปรุง มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

4.2.1 เก็บรวบรวมข้อมูลอาการขัดข้อง

ในขั้นตอนนี้ เก็บรวบรวมข้อมูลอาการขัดข้องของเครื่องจักรกลุ่มที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการทำงานประจำวันของช่างผู้ปฏิบัติงานและรายงานการหยุดของเครื่องจักร โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 9 เดือน
2) สำหรับเครื่องจักรที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนที่โต๊ะงาน เก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกเวลาการหยุดเนื่องจากการขัดข้อง โดยระบบคอมพิวเตอร์

4.2.2 วิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้อง

ในขั้นตอนนี้ วิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตด้วยการระดมสมองจากช่างผู้ปฏิบัติงาน วิศวกร และพนักงานควบคุมเครื่อง โดยใช้เทคนิคสร้างแผนภาพวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause & Effect Diagram)

4.2.3 วิเคราะห์ความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ

เมื่อทราบสาเหตุของอาการขัดข้องแล้ว ขั้นตอนนี้จะทำการพิจารณาถึงความเสี่ยงจากอาการเครื่องจักรขัดข้องอันเกิดจากสาเหตุต่างๆ ด้วยการประเมินตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number: RPN) อันได้มาจากผลคูณค่าพารามิเตอร์ 3 ตัว คือ SxOxD เมื่อ

S = Severity คือ ระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อข้อขัดข้องขึ้น โดยทำการพิจารณาทั้ง 4 ปัจจัย อันได้แก่

S_1 = ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านระยะเวลาคืนสู่สภาพปกติ

S_2 = ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านความปลอดภัย

S_3 = ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านอัตราผลผลิต

S_4 = ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์

O = Occurrence คือ ระดับความเสี่ยงของการเกิดปัญหาข้อขัดข้อง

D = Detection คือ ระดับความสามารถในการตรวจสอบอาการขัดข้อง

ค่า S, O และ D นิยมใช้ตัวเลขจำนวนเต็มที่มีค่าตั้งแต่ 1-1 0 ดังนั้น ค่าระดับความเสี่ยงต่ำสุดของการเกิดปัญหาข้อขัดข้องคือ ค่า RPN เท่ากับ 1 ซึ่งมาจาก 1x1x1 หมายความว่า ความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหาข้อขัดข้องนี้มีน้อยมาก ความเสี่ยงของการเกิดปัญหาข้อขัดข้องอาการมีน้อยมาก และมีระดับความสามารถในการตรวจสอบอาการขัดข้องสูง

ในขณะที่ค่าระดับความเสี่ยงสูงสุดของการเกิดปัญหาคือ ค่า RPN เท่ากับ 1,000 ซึ่งมาจาก 10x10x10 หมายความว่า ความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหาข้อขัดข้องนี้มีมาก ความเสี่ยงของการเกิดปัญหาอาการขัดข้องนี้มีมาก และความสามารถในการตรวจสอบอาการขัดข้องต่ำ

กำหนดเกณฑ์การประเมินพารามิเตอร์ S, O และ D รวมถึงการให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย S_1, S_2, S_3 และ S_4 สำหรับพารามิเตอร์ S ด้วยการการระดมความคิดของทีมงานฝ่ายซ่อมบำรุงและฝ่ายผลิตที่เกี่ยวข้อง โดยนำข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีตมาประกอบการพิจารณา ตัวอย่างข้อมูลดิบได้แสดงไว้ในภาคผนวก (ง) ตารางที่ ง.1 จากนั้นทำการคำนวณค่าความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ เพื่อคัดเลือกเครื่องจักรตัวอย่าง และอาการขัดข้องที่ต้องปรับปรุง

4.3 การกำหนดมาตรการซ่อมบำรุงรักษา

ขั้นตอนนี้ กำหนดมาตรการซ่อมบำรุงรักษาสำหรับเครื่องจักรตามความลำดับความสำคัญของเครื่องจักร และความเสี่ยงชี้นำ โดยวิธีการระดมสมอง และกำหนดเป็นนโยบายของฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา

4.4 การทดลองใช้มาตรการซ่อมบำรุงรักษา กรณีการแก้ไขปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักรตัวอย่าง

ในขั้นตอนนี้ ทำการลดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรตัวอย่าง โดยนำสาเหตุของปัญหาที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้ามาวิเคราะห์เพื่อวางแนวทางปรับปรุงแก้ไขข้อขัดข้อง และนำผลการวิเคราะห์เข้าสู่แผนการดำเนินงานบำรุงรักษา จัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน รวมทั้งการให้ความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อลดอัตราการขัดข้องและเพิ่มสมรรถนะงานบำรุงรักษา มีขั้นตอนดังนี้

4.4.1 คัดเลือกเครื่องจักรตัวอย่าง และอาการขัดข้องที่ต้องปรับปรุง

จากการกลั่นกรองปัญหาด้วยหลักการ RPN เมื่อทราบค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุแล้ว ทำการจัดลำดับความเสี่ยงเพื่อประเมินและคัดเลือกเครื่องจักรตัวอย่าง และอาการขัดข้องที่ต้องปรับปรุง ขั้นตอนนี้ทำการตัดสินใจด้วยการวิเคราะห์กราฟจัดลำดับค่าความเสี่ยง

ผลจากการวิเคราะห์กราฟทำให้เห็นลำดับความสำคัญของปัญหาอย่างชัดเจน จากนั้นทำการระดมความคิดของทีมงานฝ่ายซ่อมบำรุงและฝ่ายผลิตที่เกี่ยวข้อง เพื่อกลั่นกรองให้เหลือเฉพาะปัญหาที่มีความสำคัญสูงต่อการเกิดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรที่มีผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูป ก่อนที่จะคัดเลือกปัญหาและเครื่องจักรตัวอย่างเพื่อนำไปปรับปรุงต่อไป

4.4.2 ศึกษาส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องจักร

ทำการศึกษาส่วนประกอบ หน้าที่การทำงานของส่วนต่างๆ ของเครื่อง และหลักการทำงานของเครื่องจักร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ วางแนวทางปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของเครื่องจักร

4.4.3 นำเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไขอาการขัดข้อง

ในขั้นตอนนี้ นำสาเหตุของปัญหาข้อขัดข้องมาวิเคราะห์เพื่อวางแนวทางและนำเสนอวิธีการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องจักร

4.4.4 ดำเนินแผนการตรวจเช็คและแก้ไขจุดบกพร่องของเครื่องจักร

ในขั้นตอนนี้ ทำการคืนสภาพเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน ด้วยการวางแผนและดำเนินการยกเครื่อง (Overhaul) โดยทำการตรวจเช็คสภาพและแก้ไขจุดบกพร่องเครื่องจักร และดำเนินการตามแนวทางปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่นำเสนอ

4.4.5 จัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ในขั้นตอนนี้ ทำการปรับปรุงสมรรถนะงานบำรุงรักษา ด้วยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อคงสภาพที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานและลดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักร มีขั้นตอนดังนี้

1. จัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
2. ให้ความรู้แก่พนักงานควบคุมเครื่องและช่างปฏิบัติงานบำรุงรักษา
3. ปฏิบัติตามวิธีการในคู่มือ

4.5 เปรียบเทียบสมรรถนะระบบงานบำรุงรักษาก่อนและหลังการปรับปรุง

ในขั้นตอนนี้ เปรียบเทียบอัตราการขัดข้องก่อนและหลังการปรับปรุง รวมถึงการพิจารณาค่าสมรรถนะของโรงงาน ดังนี้

1. อัตราการขัดข้องของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง
2. อัตราการขัดข้องของโรงงานก่อนและหลังการปรับปรุง
3. ค่าสมรรถนะเชิงจิตพิสัยก่อนและหลังการปรับปรุง
4. ค่าสมรรถนะเชิงวัตถุวิสัยก่อนและหลังการปรับปรุง

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง ผลการวิเคราะห์คัดเลือกเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตและการประเมินอาการขัดข้อง การนำเสนอและประยุกต์แนวทางการปรับปรุง และผลการปรับปรุง ซึ่งแบ่งออกเป็นหัวข้อ ดังนี้

5.1 ผลการค้นหาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนสายงานวิกฤติ

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง

5.2 ผลการประเมินอาการขัดข้องของเครื่องจักร

5.2.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลอาการขัดข้อง

5.2.2 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้อง

5.2.3 ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ

5.3 ผลการกำหนดมาตรการซ่อมบำรุงรักษา

5.4 ผลการทดลองใช้มาตรการซ่อมบำรุงรักษา กรณีการแก้ไขปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักรตัวอย่าง

5.4.1 ผลการคัดเลือกเครื่องจักรตัวอย่าง และอาการขัดข้องที่ควรปรับปรุง

5.4.2 ผลการศึกษาส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องจักร

5.4.3 ผลการนำเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไขอาการขัดข้อง

5.4.4 ผลการดำเนินแผนการตรวจเช็คและแก้ไขจุดบกพร่องของเครื่องจักร

5.4.5 ผลการจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

5.5 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบงานบำรุงรักษาก่อนและหลังการปรับปรุง

5.5.1 ผลการเปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

5.5.2 ผลการเปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของโรงงานก่อนและหลังการปรับปรุง

5.5.3 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงจิตพิสัยก่อนและหลังการปรับปรุง

5.5.4 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงวัตถุวิสัยก่อนและหลังการปรับปรุง

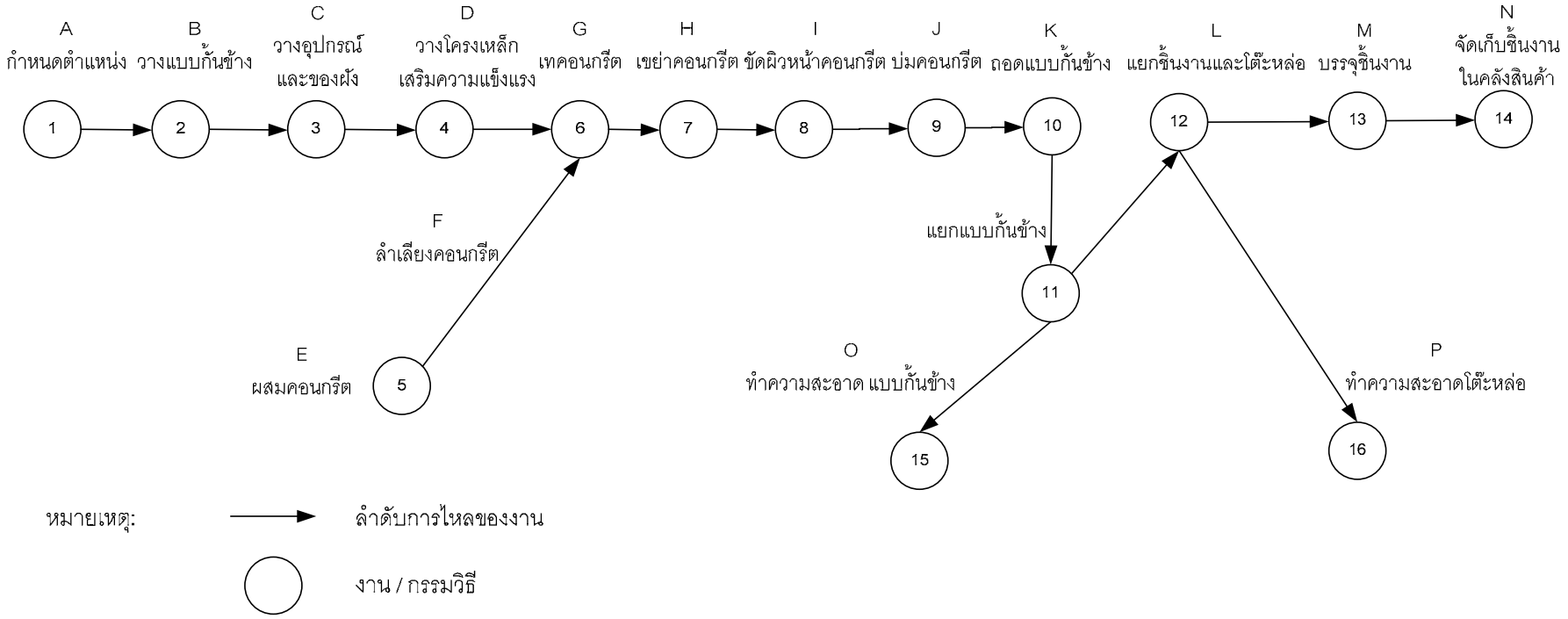
5.1 ผลการค้นหาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต

การจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรเพื่อค้นหาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต ด้วยการประเมินจากขั้นตอนสายงานวิกฤติ และผลกระทบที่มีต่อการหยุดการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง ได้ผลการศึกษาดังนี้

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนสายงานวิกฤติ

วิเคราะห์ขั้นตอนสายงานวิกฤติ โดยเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษากระบวนการผลิตแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปจากกระบวนการแรกจนถึงกระบวนการสุดท้าย เริ่มตั้งแต่เมื่องานมาถึงจนกระทั่งส่งมอบไปถึงกระบวนการถัดไป และศึกษาระยะเวลาการทำงานของแต่ละกิจกรรมด้วยวิธีการทาง CPM แล้วนำมาคำนวณกำหนดการแล้วเสร็จและระยะเวลาเผื่อของแต่ละงาน เพื่อหากิจกรรมวิกฤติและขั้นตอนสายงานวิกฤติ

รูปที่ 5.1 แสดงเครือข่ายความสัมพันธ์ของงาน เพื่อให้ทราบลำดับความสัมพันธ์ของงานและความสัมพันธ์ของระยะเวลาการดำเนินงาน พบว่า งานเป็นกระบวนการแบบต่อเนื่อง ผลการคำนวณกำหนดการแล้วเสร็จของงาน พบว่า งานมีกำหนดการแล้วเสร็จที่เวลา 773 นาที/โต๊ะหล่อ ดังแสดงรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมในตารางที่ 5.1 ผลการคำนวณเวลาเผื่อของแต่ละงาน พบว่า เนื่องจากการไหลของงานเป็นแบบต่อเนื่อง ดังนั้น งานที่ไม่มีเวลาเผื่อเลย ได้แก่ งาน A กำหนดตำแหน่งอุปกรณ์, งาน B วางแบบกั้นข้าง, งาน C ติดตั้งอุปกรณ์, งาน D วางโครงเหล็กเสริมความแข็งแรง, งาน E ผสมคอนกรีต, งาน F ลำเลียงคอนกรีต, งาน G เทคอนกรีต, งาน H เทคอนกรีต, งาน I ขัดผิวหน้าคอนกรีต, งาน J บ่มคอนกรีต, งาน K ถอดแบบกั้นข้าง, งาน L ยกชิ้นงานเก็บ, งาน M บรรจุชิ้นงาน, และงาน N จัดเก็บในคลังสินค้า ดังนั้น สายงานวิกฤติ อันหมายถึง สายงานที่ประกอบด้วยงานที่ไม่มีเวลาเผื่อหรือเวลาเผื่อเท่ากับศูนย์ คือ งาน A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N ส่วนงาน O ทำความสะอาดแบบกั้นข้าง และงาน P ทำความสะอาดโต๊ะหล่อ สำหรับโรงงานกรณีศึกษาไม่ถูกจัดอยู่ในสายงานวิกฤติ เนื่องจากงานสิ้นสุดที่การนำชิ้นงานจัดเก็บในคลังสินค้า และโรงงานมีแบบกั้นข้างและโต๊ะหล่อสำรองเพียงพอต่อการป้อนเข้าสู่ผลิตรอบใหม่



รูปที่ 5.1 เครือข่ายแสดงความสัมพันธ์ของงาน

ตารางที่ 5.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานของแต่ละงานย่อย

กิจกรรม / งาน	งานที่ต้องทำเสร็จก่อน	ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน (นาที/โต๊ะหล่อ)
A=กำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ (Plottering)	-	10
B=วางแบบกั้นข้าง (Shuttering)	A	13
C=ติดตั้งอุปกรณ์ (Insert)	B	20
D=วางโครงเหล็กเสริมความแข็งแรง (Reinforcement)	C	20
E=ผสมคอนกรีต (Mixing)	-	7
F=ลำเลียงคอนกรีต (Concrete Transport)	E	3
G=เทคอนกรีต (Casting)	F	2
H=เขย่าคอนกรีต (Vibrating)	G	4
I=ขัดผิวหน้าคอนกรีต (Smoothening)	H	166
J=บ่มคอนกรีต (Curing)	I	486
K=ถอดแบบกั้นข้าง (Removing)	J	10
L=แยกชิ้นงานและโต๊ะหล่อ ยกชิ้นงานเก็บ (Tilting)	K	14
M=บรรจุชิ้นงาน (Packing)	L	1
N=จัดเก็บในคลังสินค้า (Stocking)	M	7
O=ทำความสะอาดแบบกั้นข้าง (Cleaning Shuttering)	K	5
P=ทำความสะอาดโต๊ะหล่อ (Cleaning)	L	5
ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานรวมต่อ 1 โต๊ะงาน		773

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง

จากรูปที่ 3.4 กระบวนการผลิตแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป และการศึกษาการทำหน้าที่ของเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอน นำมาวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อการหยุดงานของสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง ได้ผลการศึกษา ดังนี้

รูปที่ 5.2 แสดงแผนภาพทรัพยากรเครื่องจักรที่ใช้ในแต่ละกระบวนการไหลของงานซึ่งกำหนดจากกระบวนการผลิตแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป โดยเริ่มตั้งแต่เมื่องานมาถึงจนกระทั่งส่งมอบไปยังกระบวนการถัดไป พบว่า เครื่องจักรที่เป็นคอขวดของระบบซึ่งหมายถึงระบบต้องรองานก่อนหน้าจากเครื่องจักรเหล่านี้ เนื่องจากเครื่องจักรดังกล่าวมีเพียงเครื่องเดียวในการทำหน้าที่ตามกระบวนการไหลของงาน ได้แก่ Plotter, Cross lifting truck No.01, Cross lifting truck No.02, Cross lifting truck No.03, Concrete mixing process, Concrete conveyor, Concrete spreader, Rack operator, Double desk roller conveyor, Shuttering transport, Shuttering cleaning/oiling, Pallet cleaner, Pallet oiler system, Run off truck, Crane No.7 weight 1.6 Tons, Circulation system friction wheel drive No.8, Circulation system friction wheel drive No.9, Circulation system friction wheel drive No.10, Circulation system friction wheel drive No.11

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อทรัพยากรเครื่องจักรที่ใช้แต่ละกระบวนการไหลของงานขัดข้อง โดยพิจารณาจากหน้าที่การทำงาน พบว่า เครื่องจักรที่ส่งผลให้สายการผลิตหยุดเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง มีจำนวนทั้งหมด 10 เครื่อง ดังนี้

1) Cross lifting truck No.01 (เครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง No.01)

2) Cross lifting truck No.02 (เครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง No.02)

3) Cross lifting truck No.03 (เครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง No.03)

4) Concrete mixing process (เครื่องผสมคอนกรีต)

5) Concrete conveyor (เครื่องลำเลียงคอนกรีต)

6) Concrete spreader (เครื่องเทคอนกรีต)

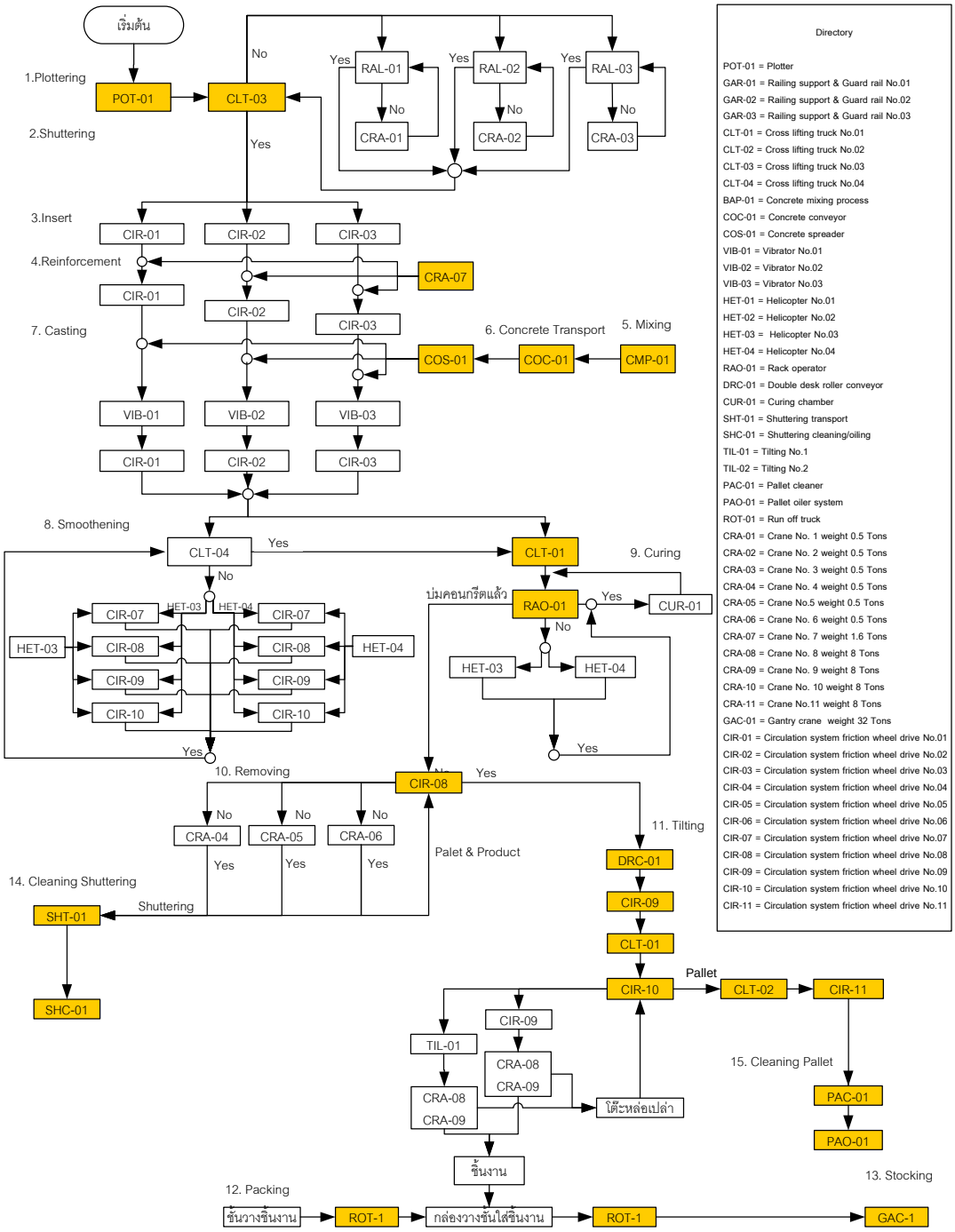
7) Rack operator (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อ)

8) Double desk roller conveyor (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อแบบหุบ-กาง)

9) Run off truck (เครื่องลำเลียงชิ้นงาน)

10) Gantry crane weight 32 Tons (ปั้นจั่นแบบมีขา ยกน้ำหนักขนาด 32 ตัน)

ทั้งนี้ยังพบว่า เครื่องจักรทั้ง 10 เครื่องดังกล่าว ล้วนเป็นเครื่องจักรที่จัดเป็นคอขวดของระบบ



หมายเหตุ : สัญลักษณ์ หมายถึง เครื่องจักรที่เป็นคอขวดของระบบ

รูปที่ 5.2 กระบวนการไหลของงาน และจุดคอขวดของระบบ

ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง

กระบวนการ	เครื่องจักรที่ใช้งาน	ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรเสีย
1. กำหนดตำแหน่งอุปกรณ์	POT-01	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถวาดแบบได้ ต้องใช้คนวาดแบบ
	CLT-03	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่สามารถเคลื่อนที่โต๊ะหล่อแบบไปยังสถานีวางแบบกั้นข้างได้
2. วางแบบกั้นข้าง	GAR-01, GAR-02, GAR-03	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหาก Railing support & Guard rail ตัวใดตัวหนึ่งเสีย จะทำให้สถานีนั้นไม่สามารถใช้งานได้ ต้องส่งโต๊ะหล่อไปวางแบบข้างที่สถานีงานอื่นแทน
	CRA-01, CRA-02, CRA-03	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหากเครนตัวใดตัวหนึ่งเสีย จะทำให้สถานีนั้นไม่สามารถใช้งานได้ ต้องส่งโต๊ะหล่อไปวางแบบข้างที่สถานีงานอื่นแทน หรือหากจำเป็นต้องใช้งานสถานีนั้นจะต้องใช้แรงงานคนในการยกแบบกั้นข้างแทนการใช้เครน
	CLT-03	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่สามารถเคลื่อนที่รับโต๊ะหล่อที่วางแบบข้างเสร็จไปยังสถานีวางอุปกรณ์ได้
	CIR-01, CIR-02, CIR-03	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหาก Circulation system friction wheel drive ตัวใดตัวหนึ่งเสีย จะทำให้ไม่สามารถใช้งานสถานีที่เครื่องจักรตัวนั้นๆ ทำหน้าที่ลำเลียงโต๊ะหล่อผ่านได้ จำเป็นต้องใช้งานสถานีอื่นแทน

ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (ต่อ)

กระบวนการ	เครื่องจักรที่ใช้งาน	ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรเสีย
3. ติดตั้งอุปกรณ์	CIR-01, CIR-02, CIR-03	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหาก Circulation system friction wheel drive ตัวใดตัวหนึ่งเสีย จะทำให้ไม่สามารถใช้งานสถานีที่เครื่องจักรตัวนั้นๆ ทำหน้าที่ลำเลียงโต๊ะหล่อผ่านได้ จำเป็นต้องใช้งานสถานีอื่นแทน
4. วางโครงเหล็กเสริมความแข็งแรง	CRA-07	1. ผลผลิตล่าช้า ล่าช้า เนื่องจากต้องใช้แรงงานคนในการยกเหล็กตะแกรง (Wire mash) และ Bock out แทนการใช้เครน
	CIR-01, CIR-02, CIR-03	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหาก Circulation system friction wheel drive ตัวใดตัวหนึ่งเสีย จะทำให้ไม่สามารถใช้งานสถานีที่เครื่องจักรตัวนั้นๆ ทำหน้าที่ลำเลียงโต๊ะหล่อผ่านได้ จำเป็นต้องใช้งานสถานีอื่นแทน
5. ผสมคอนกรีต	CMP-01	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่มีคอนกรีตเข้าป้อนสายการผลิต
6. ลำเลียงคอนกรีต	COC-01	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่สามารถลำเลียงคอนกรีตจากเครื่องผสมคอนกรีต (Concrete mixing process) ไปยังเครื่องเทคอนกรีต (Concrete spreader) ได้

ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (ต่อ)

กระบวนการ	เครื่องจักรที่ใช้งาน	ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรเสีย
7. เทคอนกรีต	COS-01	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่สามารถหล่อชิ้นงานได้
	VIB-01, VIB-02, VIB-03	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหาก Vibrator ตัวใดตัวหนึ่งเสีย จะทำให้ไม่สามารถใช้งานสถานีนั้นๆ ที่ Vibrator ติดตั้งอยู่ได้ จำเป็นต้องใช้งานสถานีอื่นแทน
	CIR-01, CIR-02, CIR-03	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหาก Circulation system friction wheel drive ตัวใดตัวหนึ่งเสีย จะทำให้ไม่สามารถใช้งานสถานีที่เครื่องจักรตัวนั้นๆ ทำหน้าที่ลำเลียงโต๊ะหล่อผ่านได้ จำเป็นต้องใช้งานสถานีอื่นแทน
	CLT-01	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถส่งโต๊ะชิ้นงานให้ Rack Operator นำเข้าขัดด้วยเครื่องขัด Helicopter No. 1 และ No. 2 ได้ ต้องใช้งานเครื่องขัดอื่นที่สถานีอื่นแทน
	RAO-01	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถส่งโต๊ะหล่อที่เทคอนกรีตเสร็จเข้าเครื่องขัด Helicopter N0.1, No.2 ได้ ต้องใช้งานเครื่องขัดอื่นที่สถานีอื่นแทน

ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (ต่อ)

กระบวนการ	เครื่องจักรที่ใช้งาน	ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรเสีย
7. เทคอนกรีต (ต่อ)	CLT-04	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถส่งต่อโต๊ะชิ้นงานให้ Circulation system friction wheel drive ลำเลียงเข้าสถานีขัดผิวหน้าคอนกรีตที่เครื่องขัด Helicopter No.3, 4 ได้ ต้องใช้งานเครื่องขัดอื่นที่สถานีอื่นแทน 2. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถส่งต่อโต๊ะชิ้นงานให้ Cross lifting truck No. 1 มารับเพื่อเข้าสู่กระบวนการบ่มได้ จึงทำให้ไม่สามารถใช้งานเครื่องขัด Helicopter No.3, 4 ได้ ต้องใช้งานเครื่องอื่นที่สถานีอื่นแทน
	CIR-04, CIR-05, CIR-06, CIR-07	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหาก Circulation system friction wheel drive ตัวใดตัวหนึ่งเสีย จะทำให้ไม่สามารถใช้งานสถานีที่เครื่องจักรตัวนั้นๆ ทำหน้าที่ลำเลียงโต๊ะหล่อผ่านได้ จำเป็นต้องใช้งานสถานีอื่นแทน

ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (ต่อ)

กระบวนการ	เครื่องจักรที่ใช้งาน	ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรเสีย
8. ขัดผิวหน้าคอนกรีต	HET-01, HET-02, HET-03, HET-04	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหาก Helicopter ตัวใดตัวหนึ่งเสีย ต้องใช้งาน Helicopter ตัวอื่นที่ติดตั้งอยู่สถานีงานอื่นแทน
	CLT-01	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่สามารถส่งโต๊ะหล่อชิ้นงานที่ขัดผิวหน้าคอนกรีตแล้ว ให้ Rack operator นำเข้าห้องบ่มได้
	CIR-04, CIR-05, CIR-06, CIR-07	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหาก Circulation system friction wheel drive ตัวใดตัวหนึ่งเสีย จะทำให้ไม่สามารถใช้งานสถานีที่เครื่องจักรตัวนั้นๆ ทำหน้าที่ลำเลียงโต๊ะหล่อผ่านได้ จำเป็นต้องใช้งานสถานีอื่นแทน
	CLT-04	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถส่งต่อโต๊ะหล่อชิ้นงานให้เครื่อง Cross lifting truck No.1 และ Rack operator ลำเลียงเข้าห้องบ่มได้
	RAO-01	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากเครื่อง Rack operator เป็นจุดคอขวดของระบบ และไม่สามารถนำโต๊ะหล่อชิ้นงานเข้าห้องบ่มได้ รวมทั้งไม่สามารถรับโต๊ะหล่อที่บ่มเสร็จไปถอดแบบข้างได้

ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (ต่อ)

กระบวนการ	เครื่องจักรที่ใช้งาน	ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรเสีย
9. บ่มคอนกรีต	CUR-01	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากคอนกรีตจะคลายความร้อนออกมาเมื่อเซ็ทตัว เมื่อเก็บอยู่ในห้องบ่มทำให้เกิดความร้อนอยู่ในห้องบ่ม และมีช่องเก็บโต๊ะหล่อจำนวนมาก ดังนั้นเมื่อห้องบ่มคอนกรีตเสียแต่ก็ยังสามารถทำการผลิตต่อไปได้
	RAO-01	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากเครื่อง Rack operator เป็นจุดคอขวดของระบบ และไม่สามารถนำโต๊ะหล่อชิ้นงานเข้าห้องบ่มได้ รวมทั้งไม่สามารถรับโต๊ะหล่อที่บ่มเสร็จไปถอดแบบข้างได้
10. ถอดแบบกั้นข้าง	CRA-04, CRA-05, CRA-06	1. ผลผลิตล่าช้า ต้องใช้แรงงานคนหรือใช้เครนตัวอื่นแทน
	CIR-08	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากเมื่อถอดแบบกั้นข้างที่สถานี U40 เสร็จแล้วจะไม่สามารถลำเลียงต่อไปยังสถานี U41, U42 ได้ ทำให้สายการผลิตเต็ม และไม่สามารถส่งโต๊ะชิ้นงานไปถอดแบบกั้นข้างที่สถานี U41, U42 ได้ ต้องใช้แรงงานคนหรืออุปกรณ์อื่นเพื่อลำเลียงโต๊ะหล่อแทน 2. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากเมื่อถอดแบบกั้นข้างเสร็จแล้วจะไม่สามารถลำเลียงต่อไปให้เครื่อง Double desk roller conveyor ที่สถานี U42 ได้ ต้องใช้แรงงานคนหรืออุปกรณ์อื่นเพื่อลำเลียงโต๊ะหล่อแทน

ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (ต่อ)

กระบวนการ	เครื่องจักรที่ใช้งาน	ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรเสีย
10. ถอดแบบกั้นข้าง (ต่อ)	DRC-01	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่สามารถลำเลียงโต๊ะหล่อไปสถานียกชิ้นงานเพื่อยกชิ้นงานออกได้
	CIR-09	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถลำเลียงโต๊ะหล่อ และชิ้นงานที่ถอดแบบกั้นข้างแล้วไปยกชิ้นงานออกได้ ต้องใช้แรงงานคนหรืออุปกรณ์อื่นเพื่อลำเลียงโต๊ะหล่อแทน
	CLT-01	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่สามารถเคลื่อนที่โต๊ะหล่อ และชิ้นงานที่ถอดแบบกั้นข้างแล้วไปยกชิ้นงานออกได้
	CIR-10	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถเคลื่อนที่โต๊ะหล่อ และชิ้นงานที่ถอดแบบกั้นข้างแล้วไปยกชิ้นงานออกได้ ต้องใช้แรงงานคนหรืออุปกรณ์อื่นเพื่อลำเลียงโต๊ะหล่อแทน
11. ยกชิ้นงานเก็บ	TIL-01, TIL-02	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหากเครื่องใดเครื่องหนึ่งเสียต้องใช้งานอีกเครื่องหนึ่งแทน ไม่สามารถใช้แรงงานคน หรือเครนยกแทนได้
	CRA-08, CRA-09 และ CRA-10, CRA-11	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากหากเครนทำงานเป็นคู่ หากเครื่องใดเครื่องหนึ่งของสถานีงานใดเสียต้องใช้งานเครนคู่อื่นที่สถานีงานอื่นแทน
	ROT-01	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่สามารถลำเลียงชั้นเปล่าไปยังกล่องวางชั้นใส่ชิ้นงาน (Deposit Box) เพื่อรอบรรจุชิ้นส่วนแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปได้

ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (ต่อ)

กระบวนการ	เครื่องจักรที่ใช้งาน	ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรเสีย
11. ยกชิ้นงานเก็บ (ต่อ)	CIR-10	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถลำเลียงโต๊ะหล่อเปล่าไปทำความสะอาด เคลือบน้ำมัน เพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ได้ ต้องใช้แรงงานคนหรืออุปกรณ์อื่นเพื่อลำเลียงโต๊ะหล่อแทน
	CLT-02	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่สามารถลำเลียงโต๊ะหล่อเปล่าไปทำความสะอาด เคลือบน้ำมัน เพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ได้
12. บรรจุชิ้นงาน	ROT-01	1. สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่สามารถลำเลียงชั้นเปล่าไปยังกล่องวางชั้นใส่ชิ้นงาน (Deposit Box) เพื่อรอบรรจุชิ้นส่วนแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปได้ 2. หากเกิดการขัดข้องเป็นเวลานานจะทำให้สายการผลิตหยุด เนื่องจากเมื่อบรรจุชิ้นส่วนแผ่นคอนกรีตสำเร็จรูปจนเต็มชั้นใส่ชิ้นงานแล้ว แต่ไม่สามารถลำเลียงชั้นใส่ชิ้นงานออกไปยังสถานที่จัดเก็บได้ ส่งผลให้สายการผลิตเต็มเนื่องจากไม่มีพื้นที่สำหรับวางชั้นใส่ชิ้นงาน
13. จัดเก็บในคลังสินค้า	GAC-1	1. หากเกิดการขัดข้องเป็นเวลานานจะทำให้สายการผลิตหยุด เนื่องจากไม่สามารถลำเลียงชั้นใส่ชิ้นงานซึ่งบรรจุชิ้นส่วนแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปออกไปยังสถานที่เก็บได้

ตารางที่ 5.2 ผลการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง (ต่อ)

กระบวนการ	เครื่องจักรที่ใช้งาน	ผลกระทบเมื่อเครื่องจักรเสีย
14. ทำความสะอาดแบบกั้นข้าง และส่งกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่	SHT-01	1. ผลผลิตล่าช้า ต้องใช้เครนมายก หรือใช้แรงงานคนแทน
	SHC-01	1. ผลผลิตล่าช้า ต้องใช้แรงงานคนทำความสะอาดแบบกั้นข้างแทน
15. ทำความสะอาดโต๊ะหล่อและส่งกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่	CIR-11	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถลำเลียงโต๊ะหล่อเปล่าไปทำความสะอาด เคลือบน้ำมัน เพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ได้ ต้องใช้แรงงานคนโดยใช้รอกช่วยดึงโต๊ะหล่อให้เคลื่อนที่
	PAC-01	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถทำความสะอาดโต๊ะหล่อได้ ต้องใช้แรงงานคนแทน
	PAO-01	1. ผลผลิตล่าช้า เนื่องจากไม่สามารถเคลือบน้ำมันโต๊ะหล่อได้ ต้องใช้แรงงานคนแทน

ตารางที่ 5.3 ผลการจัดลำดับความสำคัญ และค้นหาเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต โดยการวิเคราะห์เกณฑ์ของเครื่องจักร ประกอบด้วย เกณฑ์สายงานวิกฤติ, เกณฑ์ความสามารถด้านการทดแทน, และเกณฑ์การทำหน้าที่ในการผลิต นำมาจำแนกกลุ่มของเครื่องจักรออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) กลุ่มที่ส่งผลให้สายการผลิตหยุดเมื่อเกิดการขัดข้อง (2) กลุ่มที่ส่งผลให้ผลผลิตล่าช้าเมื่อเกิดการขัดข้อง (3) กลุ่มไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อสายการผลิตเมื่อเกิดการขัดข้อง

ผลการวิเคราะห์เกณฑ์ของเครื่องจักร ได้ผลการศึกษา ดังนี้

1) เกณฑ์สายงานวิกฤติ

พบว่า เครื่องจักรทุกเครื่องเป็นเครื่องจักรที่ใช้ในสายงานวิกฤติ ยกเว้น เครื่อง Shuttering transport, Shuttering cleaning/oiling, Pallet cleaner และ Pallet oiler system

2) เกณฑ์ความสามารถด้านการทดแทนหน้าที่การทำงาน

2.1) ความสามารถด้านการทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยเครื่องจักรหรืออุปกรณ์

จากตารางที่ 5.2 พบว่า เครื่องจักรที่ไม่สามารถทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยเครื่องจักรเครื่องอื่นหรืออุปกรณ์ตัวอื่น ได้แก่ Plotter, Railing support & Guard rail No.01, Railing support & Guard rail No.02, Railing support & Guard rail No.03, Cross lifting truck No.01, Cross lifting truck No.02, Cross lifting truck No.03, Concrete mixing process, Concrete Conveyor, Concrete spreader, Rack operator, Double desk roller conveyor, Curing chamber, Run off truck, Gantry crane weight 32 Tons

2.2) ความสามารถด้านการทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยแรงงานคน

จากตารางที่ 5.2 พบว่า เครื่องจักรที่ไม่สามารถทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยแรงงานคนหรือวิธีการอื่น ได้แก่ Railing support & Guard rail, Cross lifting truck No.01, Cross lifting truck No.02, Cross lifting truck No.03, Concrete mixing process, Concrete conveyor, Concrete spreader, Vibrator No.01, Vibrator No.02, Vibrator No.03, Helicopter No.01, Helicopter No.02, Helicopter No.03, Helicopter No.04, Rack operator, Tilting No.01, Tilting No.02, Crane No.8 weight 8 Tons, Crane No.9

weight 8 Tons, Crane No.10 weight 8 Tons, Crane No.11 weight 8 Tons, Run off truck, Gantry crane weight 32 Tons

ซึ่งสามารถแสดงเครือข่ายความสัมพันธ์ของงานและการทดแทนการทำหน้าที่ของเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอน ดังรูปที่ 5.3

3) เกณฑ์การทำหน้าที่ในการผลิต

พบว่า เครื่องจักรทุกเครื่องเกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง ยกเว้น Railing support & Guard rail No.01, Railing support & Guard rail No.02, Railing support & Guard rail No.03 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันการเกิดอุบัติเหตุคนเดินตกลงชั้นล่างที่สถานีวางแบบกั้นข้าง

ตารางที่ 5.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเครื่องจักร ตามเกณฑ์สายงานวิกฤติ, เกณฑ์ความสามารถด้านการทดแทน, และเกณฑ์การทำหน้าที่ในการผลิต

ลำดับ	ชื่อเครื่องจักร	ชื่อย่อ	เกณฑ์จำแนก			
			C	N	M	P
1	Plotter	POT-01	0	0	1	0
2	Railing support & Guard rail No.01	GAR-01	0	0	0	1
3	Railing support & Guard rail No.02	GAR-02	0	0	0	1
4	Railing support & Guard rail No.03	GAR-03	0	0	0	1
5	Cross lifting truck No.01	CLT-01	0	0	0	0
6	Cross lifting truck No.02	CLT-02	0	0	0	0
7	Cross lifting truck No.03	CLT-03	0	0	0	0
8	Cross lifting truck No.04	CLT-04	0	1	0	0
9	Concrete mixing process	CMP-01	0	0	0	0
10	Concrete conveyor	COC-01	0	0	0	0
11	Concrete spreader	COS-01	0	0	0	0
12	Vibrator No.01	VIB-01	0	1	0	0
13	Vibrator No.02	VIB-02	0	1	0	0
14	Vibrator No.03	VIB-03	0	1	0	0
15	Helicopter No.01	HET-01	0	1	0	0
16	Helicopter No.02	HET-02	0	1	0	0
17	Helicopter No.03	HET-03	0	1	0	0
18	Helicopter No.04	HET-04	0	1	0	0
19	Rack Operator	RAO-01	0	0	0	0
20	Double desk roller conveyor	DRC-01	0	0	0	0
21	Curing chamber	CUR-01	0	0	1	0
22	Shuttering transport	SHT-01	1	0	1	0
23	Shuttering cleaning/oiling	SHC-01	1	0	1	0
24	Tilting No.01	TIL-01	0	1	0	0
25	Tilting No.02	TIL-01	0	1	0	0

ตารางที่ 5.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเครื่องจักร ตามเกณฑ์สายงานวิกฤติ, เกณฑ์ความสามารถด้านการทดแทน, และเกณฑ์การทำหน้าที่ในการผลิต (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อเครื่องจักร	ชื่อย่อ	เกณฑ์จำแนก			
			C	N	M	P
26	Pallet cleaner	PAC-1	0	0	1	0
27	Pallet oiler system	PAO-1	0	0	1	0
28	Run off truck	ROT-01	0	0	0	0
29	Crane No. 1 weight 0.5 Tons	CRA-01	0	1	1	0
30	Crane No. 2 weight 0.5 Tons	CRA-02	0	1	1	0
31	Crane No. 3 weight 0.5 Tons	CRA-03	0	1	1	0
32	Crane No. 4 weight 0.5 Tons	CRA-04	0	1	1	0
33	Crane No.5 weight 0.5 Tons	CRA-05	0	1	1	0
34	Crane No. 6 weight 0.5 Tons	CRA-06	0	1	1	0
35	Crane No. 7 weight 1.6 Tons	CRA-07	0	1	1	0
36	Crane No. 8 weight 8 Tons	CRA-08	0	1	0	0
37	Crane No. 9 weight 8 Tons	CRA-09	0	1	0	0
38	Crane No. 10 weight 8 Tons	CRA-10	0	1	0	0
39	Crane No.11 weight 8 Tons	CRA-11	0	1	0	0
40	Gantry crane weight 32 Tons	GAC-01	0	0	0	0
41	Circulation system friction wheel drive No.01	CIR-01	0	1	1	0
42	Circulation system friction wheel drive No.02	CIR-02	0	1	1	0
43	Circulation system friction wheel drive No.03	CIR-03	0	1	1	0
44	Circulation system friction wheel drive No.04	CIR-04	0	1	1	0
45	Circulation system friction wheel drive No.05	CIR-05	0	1	1	0

ตารางที่ 5.3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเครื่องจักร ตามเกณฑ์สายงานวิกฤติ, เกณฑ์ความสามารถด้านการทดแทน, และเกณฑ์การทำหน้าที่ในการผลิต (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อเครื่องจักร	ชื่อย่อ	เกณฑ์จำแนก			
			C	N	M	P
46	Circulation system friction wheel drive No.06	CIR-06	0	1	1	0
47	Circulation system friction wheel drive No.07	CIR-07	0	1	1	0
48	Circulation system friction wheel drive No.08	CIR-08	0	1	1	0
49	Circulation system friction wheel drive No.09	CIR-09	0	1	1	0
50	Circulation system friction wheel drive No.10	CIR-10	0	1	1	0
51	Circulation system friction wheel drive No.11	CIR-11	0	1	1	0

หมายเหตุ C หมายถึง สายงานวิกฤติ

โดยที่ C=0 เมื่อเป็นเครื่องจักรที่ใช้ในสายงานวิกฤติ,

C=1 เมื่อไม่เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในสายงานวิกฤติ

N หมายถึง ความสามารถด้านการทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อื่น

โดยที่ N=0 เมื่อไม่สามารถทดแทนได้,

N=1 เมื่อสามารถทดแทนได้

M หมายถึง ความสามารถด้านการทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยแรงงานคน

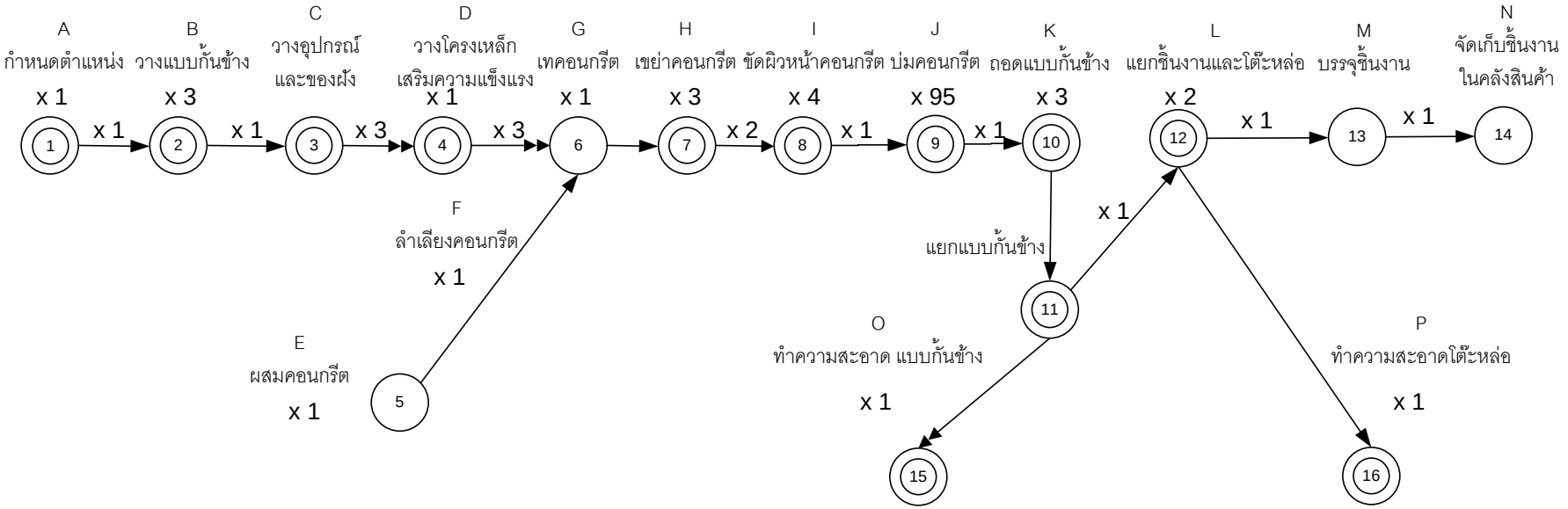
โดยที่ M=0 เมื่อไม่สามารถทดแทนได้,

M=1 เมื่อสามารถทดแทนได้

P หมายถึง การทำหน้าที่ในการผลิต

โดยที่ P=0 เมื่อเป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง,

P=1 เมื่อไม่เป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง



หมายเหตุ:

เครื่องจักรขนย้ายที่ที่มีจำนวน 1 ชุด และทดแทนไม่ได้

เครื่องจักรขนย้ายที่ทดแทนได้ หรือมีจำนวนมากกว่า 1 ชุด

เครื่องจักรกรรมวิธีที่มีจำนวน 1 ชุด และทดแทนไม่ได้

เครื่องจักรกรรมวิธีที่ทดแทนได้ หรือมีจำนวนมากกว่า 1 ชุด

ตัวเลขภายในรูป คือ ลำดับขั้นตอนของกิจกรรม (รายละเอียดดูในบทที่ 3 หัวข้อกระบวนการผลิตแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป)

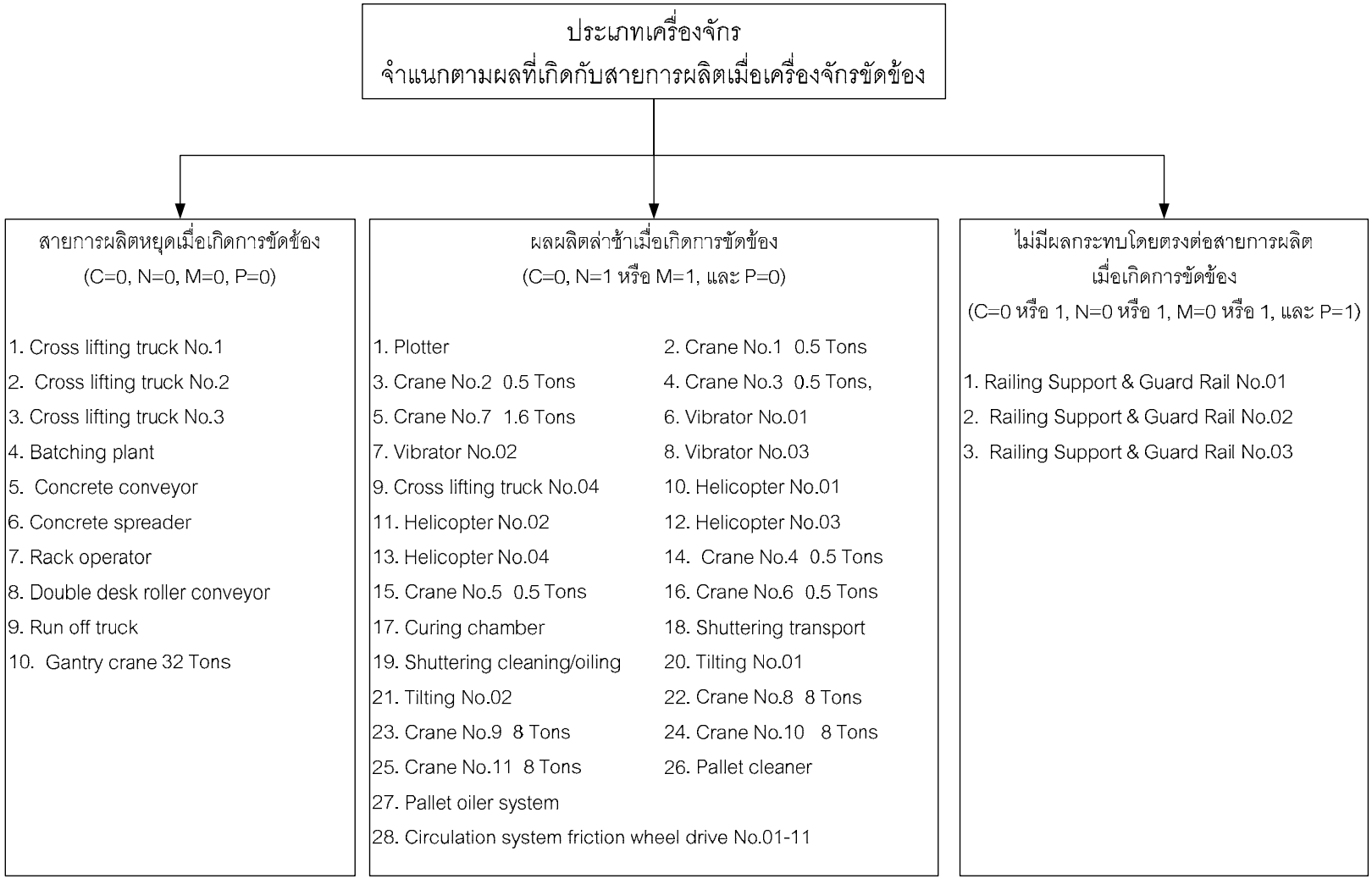
x j j = จำนวนชุดเครื่องจักรที่มี ; j = 1,2,3,...

รูปที่ 5.3 เครือข่ายแสดงความสัมพันธ์ของงานและการทดแทนการทำหน้าที่ของเครื่องจักร

จากรูปที่ 5.4 ผลการจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักร แสดงกลุ่มของเครื่องจักรจำแนกตามผลกระทบที่เกิดกับสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง พิจารณาจากผลการวิเคราะห์เกณฑ์ตามที่กล่าวข้างต้น พบว่า เครื่องจักรในระบบการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาแบ่งเป็น 3 กลุ่ม เรียงตามลำดับความสำคัญมากไปน้อย ดังนี้

1. กลุ่มที่ส่งผลให้สายการผลิตหยุดเมื่อเกิดการขัดข้อง ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้คือ เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในสายงานวิกฤติ, ไม่สามารถทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยเครื่องจักรเครื่องอื่นหรืออุปกรณ์ตัวอื่นได้, ไม่สามารถทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยแรงงานคนหรือวิธีการอื่นได้, ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง (C=0, N=0, M=0, และ P=0) ได้แก่ Cross lifting truck No.01, Cross lifting truck No.02, Cross lifting truck No.03, Concrete mixing process, Concrete conveyor, Concrete spreader, Rack operator, Double desk roller conveyor, Run off truck, Gantry crane weight 32 Tons
2. กลุ่มที่ส่งผลให้ผลผลิตล่าช้าเมื่อเกิดการขัดข้อง ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้คือ เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในสายงานวิกฤติ, สามารถทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยเครื่องจักรเครื่องอื่นหรืออุปกรณ์ตัวอื่นได้ หรือ สามารถทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยแรงงานคนหรือวิธีการอื่นได้, ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง (C=0, N=1 หรือ M=1, และ P=0) ได้แก่ Plotter, Crane No.1 weight 0.5 Tons, Crane No.2 weight 0.5 Tons, Crane No.3 weight 0.5 Tons, Circulation system friction wheel drive No.01-11, Crane No.7 weight 1.6 Tons, Vibrator No.01, Vibrator No.02, Vibrator No.03, Cross lifting truck No.04, Helicopter No.01, Helicopter No.02, Helicopter No.03, Helicopter No.04, Crane No.4 weight 0.5, Crane No.5 weight 0.5 Tons, Crane No.6 weight 0.5 Tons, Shuttering transport, Shuttering cleaning/oiling, Tilting No.01, Tilting No.02, Crane No.8 weight 8 Tons, Crane No.9 weight 8 Tons, Crane No.10 weight 8 Tons, Crane No.11 weight 8 Tons, Pallet cleaner, Pallet oiler system
3. กลุ่มไม่มีผลกระทบโดยตรงต่อสายการผลิตเมื่อเกิดการขัดข้อง ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้คือ เป็นหรือไม่เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในสายงานวิกฤติ, สามารถหรือไม่สามารถทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยเครื่องจักรเครื่องอื่นหรืออุปกรณ์ตัวอื่นได้, สามารถหรือไม่สามารถ

ทดแทนหน้าที่การทำงานด้วยแรงงานคนหรือวิธีการอื่นได้, ไม่ได้ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง (C=0 หรือ 1, N=0 หรือ 1, M=0 หรือ 1, และ P=1) ได้แก่ Railing support & Guard rail No.01, Railing support & Guard rail No.02, Railing support & Guard rail No.03



รูปที่ 5.4 กลุ่มของเครื่องจักรจำแนกตามผลที่เกิดกับสายการผลิตเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง

5.2 ผลการประเมินอาการขัดข้องของเครื่องจักร

ประเมินอาการขัดข้องของกลุ่มเครื่องจักรที่มีความสำคัญสูงต่อผลผลิต คือกลุ่มเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตเมื่อเกิดการขัดข้อง เพื่อวิเคราะห์สาเหตุและระบุอาการบกพร่องที่ควรปรับปรุง ได้ผลการศึกษา ดังนี้

5.2.1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลอาการขัดข้องของเครื่องจักร

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต เรียงตามลำดับที่เครื่องจักร มีดังนี้

1) รหัสเครื่องจักร 05 ชื่อย่อ CLT-01

   เครื่อง Cross lifting truck No.01 (เครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง No.01)

   1.1) ยกขึ้นไม่ได้ระดับ (Lifting gear fault Top Position)

2) รหัสเครื่องจักร 06 ชื่อย่อ CLT-02

   เครื่อง Cross lifting truck No.02 (เครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง No.02)

   2.1) ระบบไม่ทำงาน

   2.2) รับ-วาง โต๊ะหล่อไม่ตรงสถานีงาน (Travel gear fault)

   2.3) Cross lifting truck No.02 เอียง

   2.4) Cross lifting truck No.02 ขยับหลุด Sensor plate Positioning

   2.5) สายสลิงวัดความสูงของ Encoder ขาด

   2.6) น้ำมันไฮดรอลิกต่ำกว่าระดับ (Fault Hydraulic oil level sw.)

3) รหัสเครื่องจักร 07 ชื่อย่อ CLT-03

   เครื่อง Cross lifting truck No.03 (เครื่องยกและลำเลียงโต๊ะหล่อทางขวาง No.03)

   3.1) ยกขึ้น-ลงไม่ได้ระดับ (Fault Up-Down)

4) รหัสเครื่องจักร 09 ชื่อย่อ CMP-01

   เครื่อง Concrete mixing process (เครื่องผสมคอนกรีต)

   4.1) Mixer หยุดทำงาน

   4.2) ปั๊มดูดน้ำยาเซ็ทผิวหน้าคอนกรีตไม่ขึ้น

   4.3) ชุดโกยหินทรายไม่ทำงาน

4.4) เครื่องไม่ชั่งน้ำหนัก

5) รหัสเครื่องจักร 10 ชื่อย่อ COC-01

เครื่อง Concrete conveyor (เครื่องลำเลียงคอนกรีต)

5.1) ขับเคลื่อนทาง Forward/Backward ไม่ได้

5.2) ชุดเลี้ยว หน้า/หลัง ขัดตัว

5.3) วิ่งออกจากใต้ Concrete mixing process ไม่ได้

5.4) กระสวยเทปูนที่จุดเทคอนกรีตไม่ได้

5.5) ชนกับเครื่องเทคอนกรีต

6) รหัสเครื่องจักร 11 ชื่อย่อ COS-01

เครื่อง Concrete spreader (เครื่องเทคอนกรีต)

6.1) ON เครื่องไม่ได้

6.2) วิ่งทาง Cross ไม่ได้

6.3) ขับเคลื่อนทาง Forward, Backward ไม่ได้

6.4) Discharge เปิด/ปิด เทคอนกรีตไม่ทำงาน

6.5) ใบกวนด้านบนไม่หมุน

6.6) ใบกวนด้านล่างไม่หมุน

6.7) เทคอนกรีตไม่ได้

7) รหัสเครื่องจักร 19 ชื่อย่อ RAO-01

เครื่อง Rack operator (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อ)

7.1) ล้อ Friction wheel หมุน Free

8) รหัสเครื่องจักร 20 ชื่อย่อ DRC-01

เครื่อง Double desk roller conveyor (เครื่องลำเลียงโต๊ะหล่อแบบหุบ-กาง)

ไม่มีบันทึกการเกิดข้อขัดข้อง จากประวัติพบว่า เครื่อง Double desk roller conveyor เคยเสีย 1 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2548

9) รหัสเครื่องจักร 28 ชื่อย่อ ROT-01

เครื่อง Run off truck (เครื่องลำเลียงชิ้นงาน)

9.1) ตัว Car A, B, C ไม่มีกำลังขณะยก

9.2) ขณะวิ่งมีเสียงดัง

10) รหัสเครื่องจักร 40 ชื่อย่อ GAC-01

เครื่อง Gantry crane weight 32 Tons (ปั้นจั่นแบบมีขา ยกน้ำหนัก 32 ตัน)

10.1) การวิ่งมีปัญหา

10.2) Motor drive และชุด Gear Box ขยับตัวได้

5.2.2 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้อง

ตารางที่ 5.4 แสดงผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้อง ประกอบด้วย (1) รหัสเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตเมื่อเกิดอาการขัดข้อง (2) อาการขัดข้องของเครื่องจักร (3) สาเหตุของอาการขัดข้อง โดยนำตัวเลขลำดับที่เครื่องจักร ลำดับที่ของอาการขัดข้อง และสาเหตุของอาการขัดข้อง มากำหนดเป็นรหัสข้อขัดข้อง ดังนี้

รหัสข้อขัดข้อง		AAA-BC
AA	หมายถึง	รหัสเครื่องจักร (รายละเอียดดูในตารางที่ 3.1)
B	หมายถึง	อาการขัดข้องที่ B โดยที่ B=1, 2, 3,...,B
C	หมายถึง	สาเหตุที่ของอาการขัดข้องที่ C โดยที่ C=1, 2, 3,...,C

ตารางที่ 5.4 ผลการศึกษาสาเหตุของอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	สาเหตุ	เครื่องจักร	รหัสข้อขัดข้อง
1	ยกขึ้นไม่ได้ระดับ (Lifting gear fault Top Position)	ชุดกระบอกไฮดรอลิกชำรุด	CLT-01	05-11
		Seal ที่คอกระบอกไฮดรอลิกรั่ว		05-12
2	ระบบไม่ทำงาน	รางกระดูกงูแตกทำให้สายไฟหลุดออกมาและชำรุด	CLT-02	06-11
3	รับ-วาง โต๊ะหล่อไม่ตรงสถานีงาน (Travel gear fault)	Proximity switch check Positioning เสีย	CLT-02	06-21
4	Cross lifting truck No.2 เอียง	รางมีความลื่นทำให้ความเร็วในการวิ่งไม่เท่ากัน	CLT-02	06-31
5	Cross lifting truck No.2 ขยับหลุด Sensor plate Positioning	ตำแหน่งโต๊ะหล่อ ที่ U26 ไม่ได้ Center กับ Roller Block ทำให้ Pallet ปืน KEY	CLT-02	06-41
6	สายสลิงวัดความสูงของ Encoder ขาด	การใช้งาน	CLT-02	06-51
7	น้ำมันไฮดรอลิกต่ำกว่าระดับ (Fault Hydraulic oil level sw.)	Seal ที่คอกระบอกไฮดรอลิกรั่ว	CLT-02	06-61
8	ยกขึ้น-ลงไม่ได้ระดับ (Fault Up-Down)	มีน้ำมันไฮดรอลิกไหลออกมาจาก Plate Regulator	CLT-03	07-11

ตารางที่ 5.4 ผลการศึกษาสาเหตุของอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	สาเหตุ	เครื่องจักร	รหัสข้อขัดข้อง
9	ชุดโกยหินทรายไม่ทำงาน	เบรคสึกไหม้เนื่องจากใช้งานหนัก	CMP-01	09-11
		คอยล์เบรค ชุดโกย ไหม้		09-12
		จากสาเหตุเบรคสึกไหม้เนื่องจากใช้งานหนัก จึงได้ทำการเปลี่ยนเบรคและคอยล์เบรค ซึ่งส่งผลทำให้ Seal Sear box ไม่ได้ศูนย์และยางกันรั่วเอียง เกิดน้ำมันหล่อลื่นรั่วเข้าขดลวดมอเตอร์ เป็นผลให้มอเตอร์ไหม้		09-13
		บูมชุดโกยหินทรายหัก เนื่องจากการขาดความระมัดระวังของผู้ควบคุมเครื่องและการใช้งานผิดวิธี		09-14
		ลวดสลิงป้อมโกยหินทรายตัวล่างขาด ตามอายุการใช้งาน		09-15
		ลูกปืนของรอก ตัวสลิงล่างแตก		09-16

ตารางที่ 5.4 ผลการศึกษาสาเหตุของอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต (ต่อ)

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	สาเหตุ	เครื่องจักร	รหัสข้อขัดข้อง
10	Mixer หยุดทำงาน	ช่องจ่ายคอนกรีตปิดไม่ได้เนื่องจาก รอยต่อ Wear Plate แยก ทำให้ใบกวนไม่หมุนเนื่องจากติดขัดกับ Wear Plate และเครื่องหยุดทำการผสมคอนกรีต	CMP-01	09-21
		แขนของ ใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก ตกลง ต้นเหตุคือ Bolt และลิ่มยึดหลวม ทำให้ 1. ใบกวนตกลงขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีต 2. ใบกวนขัดตัว		09-22
		แขนของ ใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก ตกลง ต้นเหตุคือ สปริงใบกวนนอกแตก เพราะการใช้งานและรับภาระแทนเทอร์โบที่ชำรุด ทำให้ 1. ใบกวนตกลงขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีต 2. ใบกวนขัดตัว		09-23
		ใบกวนนอก สึก ชำรุด		09-24
		ใบกวนใน สึก ชำรุด		09-25
		ใบปาดนอก สึก ชำรุด		09-26
		ใบปาดใน สึก ชำรุด		09-27
		เกียร์ของ Mixer ชำรุด		09-28
		เปิด-ปิด Discharge No.1 ไม่ได้เนื่องจากสายไฮดรอลิกแตก		09-29

ตารางที่ 5.4 ผลการศึกษาสาเหตุของอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต (ต่อ)

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	สาเหตุ	เครื่องจักร	รหัสข้อขัดข้อง
11	ปั๊มดูดน้ำยาเซ็ทผิวหน้าคอนกรีตไม่ขึ้น	สายไฟนิวตรอนControlหลวม	CMP-01	09-31
		Motor pump ไม่ทำงาน		09-32
12	เครื่องไม่ชั่งน้ำหนัก	สลิง Skip Hoist (กระบะตาชั่ง)ขาด ตามอายุการใช้งาน	CMP-01	09-41
		Skip Hoist ทำงานผิดปกติเนื่องจากสายไฟขาดใน		09-42
13	ขับเคลื่อนทาง Forward/Backward ไม่ได้	ชุดล้อ Drive มีปัญหา สึก ทำให้หมุนอยู่กับที่	COC-01	10-11
		ชุดล้อ Track มีปัญหา สึก เพราะอายุใช้งาน		10-12
		ชุดล้อ Track มีปัญหา ลูกปืนแตก เพราะเศษคอนกรีตติดสะสม		10-13
		รางไฟชำรุด		10-14
14	ชุดเลี้ยว หน้า/หลัง ขัดตัว	เศษคอนกรีตติดอยู่บริเวณชุดเลี้ยว	COC-01	10-21
		ล้อประคองเลี้ยวแตก		10-22
15	วิ่งออกจากใต้ Plant ไม่ได้	ล้อประคองวิ่งบน Support ใต้ Plant สึก	COC-01	10-31
		ล้อประคองวิ่งบน Support ใต้ Plant ลูกปืนแตก		10-32
16	กระสวยเทปูนที่จุดเทคอนกรีตไม่ได้	คอยล์เบรคขาด (เบรคจับตลอดทำให้มอเตอร์ไม่หมุน)	COC-01	10-41
		มอเตอร์ไม่ทำงาน เนื่องจากแปรงถ่านขยับ		10-42
		คอนกรีตมีความหนืด (Slump ต่ำ)		10-43

ตารางที่ 5.4 ผลการศึกษาสาเหตุของอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต (ต่อ)

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	สาเหตุ	เครื่องจักร	รหัสข้อขัดข้อง
17	ชนกับเครื่องเทคอนกรีต	ความผิดพลาดของพนักงานควบคุมเครื่อง ขาดความรอบคอบ ทำให้กระสวยชนกับปาก Hopper ของเครื่องเทคอนกรีต	COC-01	10-51
18	ON เครื่องไม่ได้	Relay Emergency Stop PNOZx3pilz เสีย	COS-01	11-11
19	วิ่งทาง Cross ไม่ได้	ปีกล้อของล้อตามแตกเบียดกับ Housing	COS-01	11-21
20	ขับเคลื่อนทาง Forward, Backward ไม่ได้	เศษคอนกรีตอัดเข้าปีกล้อตาม ทำให้ปีกล้อตามเบียดกับ Housing	COS-01	11-31
		ชุดล้อ Drive มีปัญหา สึก		11-32
		ชุดล้อตาม มีปัญหา ลูกปืนแตก		11-33
21	Discharge เปิด/ปิด เทคอนกรีตไม่ทำงาน	หน้าสัมผัส Relay 1K45.6 เสีย	COS-01	11-41
		สายไฮดรอลิกแตก		11-42
22	ใบกวนด้านบนไม่หมุน	หน้าสัมผัส Relay เสีย	COS-01	11-51
		ล้างคอนกรีตไม่หมด ทำให้คอนกรีตยึดเกาะติดใบกวน		11-52
		มอเตอร์ชำรุด		11-53
23	ใบกวนด้านล่างไม่หมุน	Motor drive Gear Box ถอย เนื่องจากน็อตล็อกปลายเพลาคลายตัว	COS-01	11-61
		ล้างคอนกรีตไม่หมด ทำให้คอนกรีตยึดเกาะติดใบกวน		11-62
		มอเตอร์ชำรุด		11-63

ตารางที่ 5.4 ผลการศึกษาสาเหตุของอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต (ต่อ)

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	สาเหตุ	เครื่องจักร	รหัสข้อขัดข้อง
24	เทคอนกรีตไม่ได้	รองานวางเหล็กและของฝัง ประกอบกับคอนกรีตมีความหนืด (Slump ต่ำ) ทำให้คอนกรีตแข็งตัว	COS-01	11-71
25	ล้อ Friction wheel หมุน Free	ล้อยาง Friction wheel สึก ชำรุด จากการใช้งาน	RAO-01	19-11
26	ตัว Car A, B, C ไม่มีกำลังขณะยก	1. Coupling ยอย Pump แตกชำรุด 2. สายน้ำมันไฮดรอลิกแตก	ROT-01	28-11
27	ขณะขับเคลื่อนมีเสียงดัง	ลูกปืนของล้อขับแตก	ROT-01	28-21
28	การวิ่งมีปัญหา	ล้อขับเคลื่อนแตก	GAC-01	40-11
29	Motor drive และชุด Gear Boxขยับตัวได้	Bolt ยึด คลายตัว	GAC-01	40-21

5.2.3 ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ

วิเคราะห์ลักษณะของสาเหตุอาการขัดข้อง โดยพิจารณาถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้น โดยทำการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA: Failure Mode and Effect Analysis) ที่เกิดขึ้นจากการขัดข้องของเครื่องจักรหลักสำคัญ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจะคำนึงถึงการให้คะแนนของ Risk Priority Number (RPN) ให้กับแต่ละสาเหตุของปัญหาข้อขัดข้อง และคำนวณค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของแต่ละสาเหตุอาการขัดข้อง

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ รวมถึงการให้คะแนนค่าพารามิเตอร์ระดับความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดข้อขัดข้องขึ้น (S), ค่าพารามิเตอร์ระดับความเสี่ยงของการเกิดปัญหาข้อขัดข้อง, ค่าพารามิเตอร์ระดับความความสามารถในการตรวจสอบอาการขัดข้อง, และค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของแต่ละสาเหตุอาการขัดข้องซึ่งได้จากการพิจารณาค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว โดยที่ค่าพารามิเตอร์ระดับความรุนแรงของผลกระทบ (S) ได้จากการพิจารณาปัจจัยทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านระยะเวลาคืนสู่สภาพปกติ (S_1) มีน้ำหนักคะแนน 30%, ด้านความปลอดภัย (S_2) มีน้ำหนักคะแนน 10%, ด้านอัตราผลผลิต (S_3) มีน้ำหนักคะแนน 40%, ด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ (S_4) มีน้ำหนักคะแนน 20% โดยเกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ S_1, S_2, S_3, S_4, O, D แสดงดังตารางที่ 5.6-5.11 ตามลำดับ และตัวอย่างวิธีการกำหนดเกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์แสดงในภาคผวก (ง) ตารางที่ ง.2

ผลการคำนวณค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของแต่ละสาเหตุอาการขัดข้อง พบว่า

1. สาเหตุขัดข้องที่มีค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำสูงสุด 10 อันดับแรก เรียงตามลำดับดังนี้

    1.1 รหัสข้อขัดข้อง 09-22 Mixer หยุดทำงาน อันเกิดจากสาเหตุ แขนของ ใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก ตกลง ต้นเหตุคือ Bolt และลิ่มยึดหลวม ทำให้ใบกวนตกลงขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีตหรือใบกวนขัดตัว (272 คะแนน)

    1.2 รหัสข้อขัดข้อง 09-21 Mixer หยุดทำงาน อันเกิดจากสาเหตุ ช่องจ่ายคอนกรีตปิดไม่ได้เนื่องจากรอยต่อ Wear Plate แยก ทำให้ใบกวนไม่หมุนเนื่องจากติดขัดกับ Wear Plate และเครื่องหยุดทำการผสมคอนกรีต (223.2 คะแนน)

    1.3 รหัสข้อขัดข้อง 28-21 ขับเคลื่อนมีเสียงดังและไม่สามารถขับเคลื่อนได้ในที่สุด อันเกิดจากสาเหตุ ลูกปืนของล้อขับแตก (200 คะแนน)

1.4 รหัสข้อขัดข้อง 09-23 Mixer หยุดทำงาน อันเกิดจากสาเหตุ แขนของ ใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก ตกลง ต้นเหตุคือ สปริงใบกวนนอกแตก เพราะการใช้งานและรับภาระแทนเทอร์โบที่ชำรุด ทำให้ทำให้ใบกวนตกลงขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีตหรือใบกวนขัดตัว (184 คะแนน)

1.5 รหัสข้อขัดข้อง 06-21 รับ-วางโต๊ะหล่อไม่ตรงสถานีงาน อันเกิดจากสาเหตุ Proximity switch check Positioning เสีย (151.2 คะแนน)

1.6 รหัสข้อขัดข้อง 10-41 กระสวยเทปูนที่จุดเทคอนกรีตไม่ได้ อันเกิดจากสาเหตุ คอยล์เบรคขาด (146 คะแนน)

1.7 รหัสข้อขัดข้อง 10-42 กระสวยเทปูนที่จุดเทคอนกรีตไม่ได้ อันเกิดจากสาเหตุ มอเตอร์ไม่ทำงานเนื่องจากแปรงถ่านขยับ (146 คะแนน)

1.8 รหัสข้อขัดข้อง 09-29 Mixer หยุดทำงาน อันเกิดจากสาเหตุ เปิด-ปิด Discharge No.1 ไม่ได้เนื่องจากสายไฮดรอลิกแตก (124 คะแนน)

1.9 รหัสข้อขัดข้อง 10-21 ชุดเลี้ยว หน้า/หลัง ขัดตัว อันเกิดจากสาเหตุ มีเศษคอนกรีตติดอยู่บริเวณชุดเลี้ยว (122 คะแนน)

1.10 รหัสข้อขัดข้อง 09-42 เครื่องไม่ชั่งน้ำหนัก อันเกิดจากสาเหตุ Skip Hoist ทำงานผิดปกติเนื่องจากสายไฟขาดใน (106 คะแนน)

2. เครื่องจักรที่มีค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำสูงสุด 5 อันดับแรก เรียงตามลำดับดังนี้

2.1 เครื่อง Concrete mixing process ซึ่งอาการขัดข้องที่ค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำสูงสุด คือ Mixer หยุดทำงาน อันเกิดจาก 3 สาเหตุสำคัญ ได้แก่ รหัสข้อขัดข้อง 09-21 ช่องจ่ายคอนกรีตปิดไม่ได้เนื่องจากรอยต่อ Wear Plate แยก ทำให้ใบกวนไม่หมุนเนื่องจากติดขัดกับ Wear Plate และเครื่องหยุดทำการผสมคอนกรีต (223.2 คะแนน), รหัสข้อขัดข้อง 09-22 แขนของ ใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก ตกลง ต้นเหตุคือ Bolt และลิ่มยึดหลวม ทำ.ให้ใบกวนตกลงขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีตหรือใบกวนขัดตัว (272 คะแนน), รหัสข้อขัดข้อง 09-23 แขนของ ใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก ตกลง ต้นเหตุคือ สปริงใบกวนนอกแตก เพราะการใช้งานและรับภาระแทนเทอร์โบที่ชำรุด ทำให้ใบกวนตกลงขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีตหรือใบกวนขัดตัว (184

คะแนน) ค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำรองลงมา คือ รหัสข้อขัดข้อง 09-29 Mixer หยุดทำงาน อันเกิดจากสาเหตุ เปิด-ปิด Discharge No.1 ไม่ได้เนื่องจากสายไฮดรอลิกแตก (124 คะแนน) และ รหัสข้อขัดข้อง 09-42 เครื่องไม่ชั่งน้ำหนัก อันเกิดจากสาเหตุ Skip Hoist ทำงานผิดปกติเนื่องจากสายไฟขาดใน (106 คะแนน) ตามลำดับ

2.2 เครื่อง Run off truck ซึ่งอาการขัดข้องที่ค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำสูงสุด คือ รหัสข้อขัดข้อง 28-21 ขับเคลื่อนมีเสียงดังและไม่สามารถขับเคลื่อนได้ในที่สุด อันเกิดจากสาเหตุ ลูกปืนของล้อขับแตก (200 คะแนน) ค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำรองลงมา คือ รหัสข้อขัดข้อง 28-11 ตัว Car A, B, C ไม่มีกำลังขณะยก อันเกิดจากสาเหตุ Coupling ยอย Pump แตกชำรุด และสายน้ำมันไฮดรอลิกแตก (100 คะแนน)

2.3 เครื่อง Cross lifting truck No.2 ซึ่งอาการขัดข้องที่ค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำสูงสุด คือ รหัสข้อขัดข้อง 06-21 รับ-วางโต๊ะหล่อไม่ตรงสถานีงาน อันเกิดจากสาเหตุ Proximity switch check Positioning เสีย (151.2 คะแนน)

2.4 เครื่อง Concrete conveyor ซึ่งอาการขัดข้องที่ค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำสูงสุด คือ รหัสข้อขัดข้อง 10-41 กระสวยเทปูนที่จุดเทคอนกรีตไม่ได้ อันเกิดจากสาเหตุ คอยล์เบรคขาด (146 คะแนน) ค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำรองลงมา คือ รหัสข้อขัดข้อง 10-42 กระสวยเทปูนที่จุดเทคอนกรีตไม่ได้ อันเกิดจากสาเหตุ มอเตอร์ไม่ทำงานเนื่องจากแปรงถ่านขยับ (146 คะแนน) และ รหัสข้อขัดข้อง 10-21 ชุดเลี้ยว หน้า/หลัง ขัดตัว อันเกิดจากสาเหตุ เศษคอนกรีตติดอยู่บริเวณชุดเลี้ยว (122 คะแนน) ตามลำดับ

2.5 เครื่อง Gantry crane weight 32 Tons ซึ่งอาการขัดข้องที่ค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำสูงสุด คือ รหัสข้อขัดข้อง 40-11 การวิ่งมีปัญหา อันเกิดจากสาเหตุ ล้อขับเคลื่อนแตก (100 คะแนน)

แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากสาเหตุต่างๆ ดังรูปที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ผลการศึกษาค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	รหัสข้อขัดข้อง	องค์ประกอบ							RPN (SxOxD)
			S_1 (w=30%)	S_2 (w=10%)	S_3 (w=40%)	S_4 (w=20%)	S	O	D	
1	ยกขึ้น-ลงไม่ได้ระดับ	05-11	6	2	6	3	5	4	4	80
	(Lifting gear fault Top Position)	05-12	7	2	6	3	5.3	2	5	53
2	ระบบไม่ทำงาน	06-11	9	2	8	1	6.3	2	7	88.2
3	รับ-วาง โต๊ะหล่อไม่ตรงสถานีงาน (Travel gear fault)	06-21	6	2	8	1	5.4	4	7	151.2
4	Cross lifting truck No.2 เอียง	06-31	4	2	8	1	4.8	4	5	96
5	Cross lifting truck No.2 ขยับหลุด Sensor plate Positioning	06-41	4	2	8	1	4.8	2	4	38.4
6	สายสลิงวัดความสูงของ Encoder ขาด	06-51	6	2	8	1	5.4	2	7	75.6
7	น้ำมันไฮดรอลิกต่ำกว่าระดับ (Fault Hydraulic oil level sw.)	06-61	6	2	8	1	5.4	2	6	64.8
8	ยกขึ้น-ลงไม่ได้ระดับ (Fault Up-Down)	07-11	7	2	8	1	5.7	2	7	79.8

ตารางที่ 5.5 ผลการศึกษาค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ (ต่อ)

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	รหัสข้อขัดข้อง	องค์ประกอบ							RPN (SxOxD)
			S_1 (w=30%)	S_2 (w=10%)	S_3 (w=40%)	S_4 (w=20%)	S	O	D	
9	ชุดโกยหินทรายไม่ทำงาน	09-11	8	2	4	1	4.4	2	10	88
		09-12	9	2	4	1	4.7	2	10	94
		09-13	8	2	4	1	4.4	2	10	88
		09-14	10	2	4	1	5	2	5	50
		09-15	6	2	4	1	3.8	6	2	45.6
		09-16	5	2	4	1	3.5	2	10	70

ตารางที่ 5.5 ผลการศึกษาค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ (ต่อ)

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	รหัสข้อขัดข้อง	องค์ประกอบ							RPN (SxOxD)
			S_1 (w=30%)	S_2 (w=10%)	S_3 (w=40%)	S_4 (w=20%)	S	O	D	
10	Mixer หยุดทำงาน	09-21	6	2	10	1	6.2	4	9	223.2
		09-22	8	2	10	1	6.8	4	10	272
		09-23	10	2	10	1	9.2	2	10	184
		09-24	8	2	10	1	6.8	4	2	54.4
		09-25	8	2	10	1	6.8	4	2	54.4
		09-26	8	2	10	1	6.8	4	2	54.4
		09-27	8	2	10	1	6.8	4	2	54.4
		09-28	10	2	10	1	7.4	1	10	74
		09-29	6	2	10	1	6.2	2	10	124
11	ปั๊มดูดน้ำยาเซ็ทผิวหน้าคอนกรีตไม่ขึ้น	09-31	3	1	6	6	4.6	2	10	92
		09-32	3	1	6	6	4.6	2	10	92
12	เครื่องไม่ชั่งน้ำหนัก	09-41	6	2	10	1	6.2	4	2	49.6
		09-42	3	2	10	1	5.3	2	10	106

ตารางที่ 5.5 ผลการศึกษาค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ (ต่อ)

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	รหัสข้อขัดข้อง	องค์ประกอบ							RPN (SxOxD)
			S_1 (w=30%)	S_2 (w=10%)	S_3 (w=40%)	S_4 (w=20%)	S	O	D	
13	ขับเคลื่อนทาง Forward/Backward ไม่ได้	10-11	9	1	10	4	7.6	2	2	30.4
		10-12	4	1	10	4	6.1	2	2	24.4
		10-13	4	1	10	4	6.1	2	2	24.4
		10-14	6	1	10	4	6.7	1	10	67
14	ชุดเลี้ยว หน้า/หลัง ขัดตัว	10-21	4	1	10	4	6.1	2	10	122
		10-22	4	1	10	4	6.1	2	2	24.4
15	วิ่งออกจากใต้ Plant ไม่ได้	10-31	4	1	10	4	6.1	2	2	24.4
		10-32	4	1	10	4	6.1	2	2	24.4
16	กระสวยเทปูนที่จุดเทคอนกรีตไม่ได้	10-41	8	1	10	4	7.3	2	10	146
		10-42	8	1	10	4	7.3	2	10	146
		10-43	3	1	2	10	3.8	2	4	30.4
17	ชนกับเครื่องเทคอนกรีต	10-51	8	4	10	4	7.6	2	1	15.2

ตารางที่ 5.5 ผลการศึกษาค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ (ต่อ)

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	รหัสข้อขัดข้อง	องค์ประกอบ							RPN (SxOxD)
			S_1 (w=30%)	S_2 (w=10%)	S_3 (w=40%)	S_4 (w=20%)	S	O	D	
18	ON เครื่องไม่ได้	11-11	3	1	6	1	3.6	2	7	50.4
19	วิ่งทาง Cross ไม่ได้	11-21	7	1	6	1	4.8	4	5	96
20	ขับเคลื่อนทาง Forward, Backward ไม่ได้	11-31	4	1	6	1	3.9	4	5	78
		11-32	7	1	6	1	4.8	4	5	96
		11-33	7	1	6	1	4.8	4	5	96
21	Discharge เปิด/ปิด เทคอนกรีตไม่ทำงาน	11-41	3	1	6	1	3.6	2	7	50.4
		11-42	4	1	6	1	3.9	4	2	31.2
22	ใบกวนด้านบนไม่หมุน	11-51	3	1	6	1	3.6	2	7	50.4
		11-52	4	1	6	1	3.9	2	6	46.8
		11-53	7	1	8	4	6.2	2	8	99.2

ตารางที่ 5.5 ผลการศึกษาค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ (ต่อ)

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	รหัสข้อขัดข้อง	องค์ประกอบ							RPN (SxOxD)
			S_1 (w=30%)	S_2 (w=10%)	S_3 (w=40%)	S_4 (w=20%)	S	O	D	
23	ใบกวนด้านล่างไม่หมุน	11-61	4	1	8	4	5.3	2	8	84.8
		11-62	4	1	6	1	3.9	2	6	46.8
		11-63	7	1	8	4	6.2	2	8	99.2
24	เทคอนกรีตไม่ได้	11-71	10	1	10	10	9.1	1	2	18.2
25	ล้อ Friction wheel หมุน Free	19-11	4	2	4	10	5	2	2	20
26	ตัว Car A, B, C ไม่มีกำลังขณะยก	28-11	10	2	4	1	5	2	10	100
27	ขณะขับเคลื่อนมีเสียงดัง	28-21	10	2	4	1	5	4	10	200

ตารางที่ 5.5 ผลการศึกษาค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากแต่ละสาเหตุ (ต่อ)

ลำดับที่	อาการขัดข้อง	รหัสข้อขัดข้อง	องค์ประกอบ							RPN (SxOxD)
			S_1 (w=30%)	S_2 (w=10%)	S_3 (w=40%)	S_4 (w=20%)	S	O	D	
28	การวิ่งมีปัญหา	40-11	10	2	4	1	5	2	10	100
29	Motor drive และชุด Gear Box ขยับตัวได้	40-21	4	2	4	1	3.2	2	3	19.2

หมายเหตุ S หมายถึง ระดับความรุนแรงของผลกระทบ โดยทำการพิจารณาจากปัจจัยทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ S_1=30%, S_2=10%, S_3=40%, S_4=20%

โดยที่ S_1 หมายถึง ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านระยะเวลาคืนสู่สภาพปกติ

S_2 หมายถึง ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านความปลอดภัย

S_3 หมายถึง ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านอัตราผลผลิต

S_4 หมายถึง ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์

O หมายถึง ระดับความเสี่ยงของการเกิดปัญหาข้อขัดข้อง

D หมายถึง ระดับความความสามารถในการตรวจสอบอาการขัดข้อง

ตารางที่ 5.6 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านระยะเวลาคืนสู่สภาพปกติ (S_1)

ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านระยะเวลาคืนสู่สภาพปกติ	ระดับคะแนน
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุดเกิน 8 ชั่วโมง	10
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 4-8 ชั่วโมง	9
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 3-4 ชั่วโมง	8
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 2-3 ชั่วโมง	7
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 1 ชั่วโมง 30 นาที-2 ชั่วโมง	6
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 1 ชั่วโมง-1 ชั่วโมง 30 นาที	5
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 30 นาที-1 ชั่วโมง	4
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 10-30 นาที	3
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 1-10 นาที	2
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 1 นาที	1

ตารางที่ 5.7 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านความปลอดภัย (S_2)

ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านความปลอดภัย	ระดับคะแนน
ก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิต หากเครื่องจักร และอุปกรณ์อยู่ในสภาพบกพร่อง	10
เป็นเครื่องจักรอุปกรณ์เพื่อดำรงรักษาความปลอดภัย เพื่อควบคุมเครื่องจักร และเพื่อตรวจสอบความผิดปกติ	9-10
ก่อให้เกิดการอุบัติเหตุบาดเจ็บรุนแรงต่อร่างกาย หากเครื่องจักร และอุปกรณ์อยู่ในสภาพบกพร่อง	7-8
ก่อให้เกิดการอุบัติเหตุบาดเจ็บปานกลางต่อร่างกาย หากเครื่องจักร และอุปกรณ์อยู่ในสภาพบกพร่อง	5-6
ก่อให้เกิดการอุบัติเหตุบาดเจ็บเล็กน้อยต่อร่างกาย หากเครื่องจักร และอุปกรณ์อยู่ในสภาพบกพร่อง	3-4
ไม่ก่อให้เกิดการอุบัติเหตุบาดเจ็บต่อร่างกาย หากเครื่องจักร และอุปกรณ์อยู่ในสภาพบกพร่อง	1-2

ตารางที่ 5.8 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านอัตราผลผลิต (S_3)

ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านอัตราผลผลิต	ระดับคะแนน
มีผลกระทบต่อการหยุดการผลิตของทั้งโรงงาน เนื่องมาจากการขัดข้องของเครื่องจักรและอุปกรณ์	10
มีผลกระทบต่อการหยุดการผลิตบางส่วน ทำให้ผลผลิตลดลงเหลือ 33.34% ของกำลังการผลิตเดิม	8
มีผลกระทบต่อการหยุดการผลิตบางส่วน ทำให้ผลผลิตลดลงเหลือ 50.00% ของกำลังการผลิตเดิม	6
การขัดข้องของเครื่องจักรและอุปกรณ์มีผลกระทบต่อการผลิตต่ำ แต่หากหยุดเกิน 12 ชั่วโมงจะส่งผลต่อการหยุดของทั้งโรงงาน	4
การขัดข้องของเครื่องจักรและอุปกรณ์มีผลกระทบต่อการผลิตเล็กน้อย	2

ตารางที่ 5.9 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ (S_4)

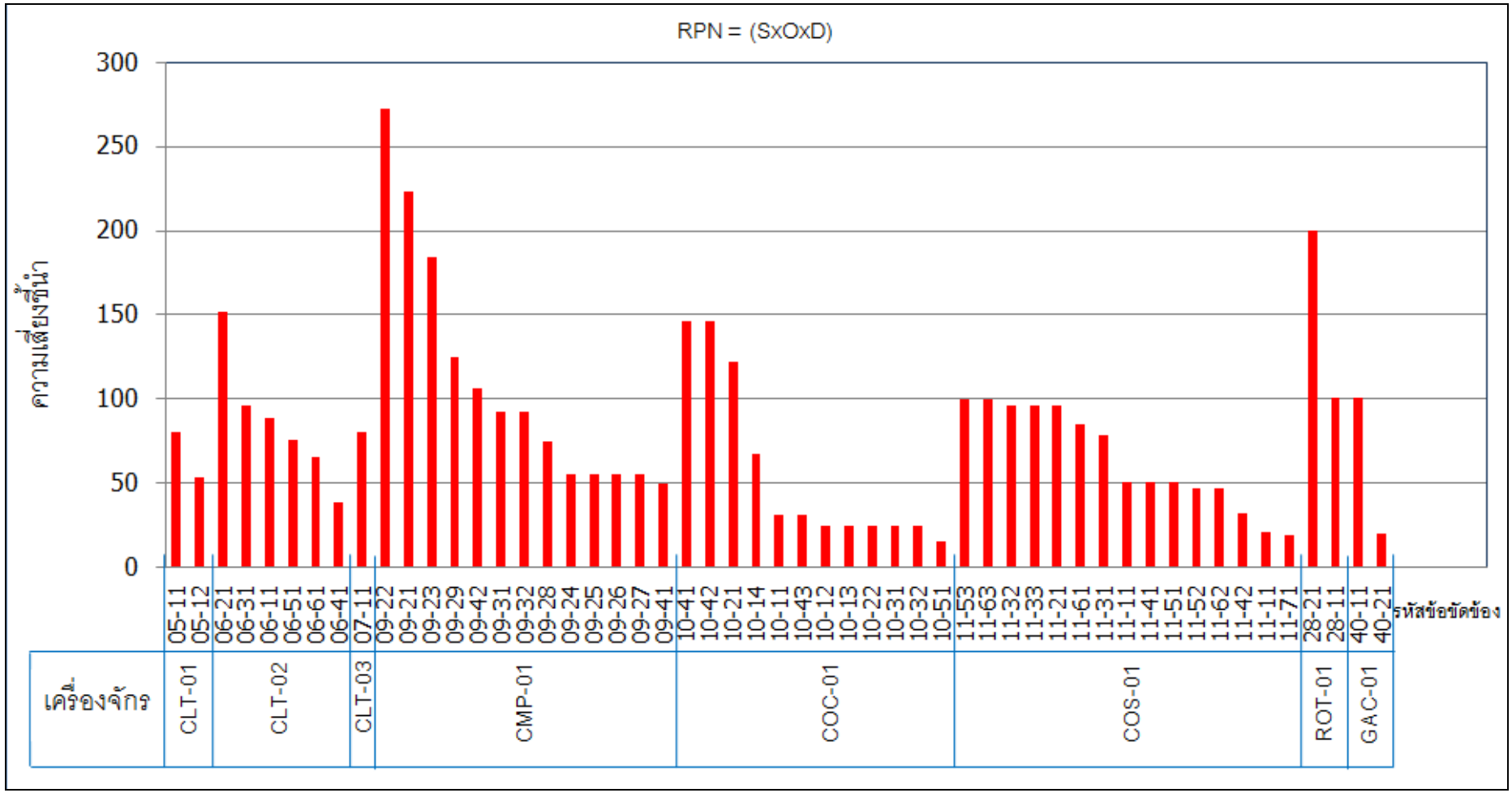
ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์	ระดับคะแนน
มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ก่อให้เกิดของเสีย	7-10
มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ก่อให้เกิดของรอซ่อม	5-6
มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเล็กน้อย อยู่ในระดับที่ยอมรับได้	3-4
ไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ	1-2

ตารางที่ 5.10 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความถี่ของการเกิดปัญหาข้อขัดข้อง (O)

ระดับความเสี่ยงของการเกิดปัญหาข้อขัดข้อง	ระดับคะแนน
มากกว่า 8 ครั้ง/เดือน	10
4 ถึง 8 ครั้ง/เดือน	8
1 ถึง 3 ครั้ง/เดือน	6
น้อยกว่า 1 ครั้ง/เดือน	4
1-2 ครั้ง/ปี	2
น้อยกว่า 1 ครั้ง/ปี	1

ตารางที่ 5.11 เกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์ระดับความความสามารถในการตรวจสอบอาการขัดข้อง (D)

เกณฑ์	ระดับความความสามารถ ในการตรวจสอบอาการขัดข้อง	ระดับคะแนน
ไม่สามารถตรวจพบได้	การควบคุมไม่สามารถตรวจพบข้อบกพร่องได้	10
ต่ำมาก	การควบคุมอาจไม่ตรวจพบการเกิดของข้อบกพร่อง	9
ต่ำ	การควบคุมมีโอกาสตรวจพบการเกิดข้อบกพร่องน้อย	7-8
ปานกลาง	การควบคุมอาจตรวจพบการเกิดของข้อบกพร่อง	5-6
สูง	การควบคุมมีโอกาสตรวจพบข้อบกพร่องสูง	3-4
สูงมาก	การควบคุมจะตรวจพบข้อบกพร่องได้ส่วนใหญ่	1-2



รูปที่ 5.5 ค่าความเสี่ยงชี้นำของอาการขัดข้องอันเกิดจากสาเหตุต่างๆ

5.3 ผลการกำหนดมาตรการซ่อมบำรุงรักษา

จากการผลการสำรวจระบบสมรรถนะ พบว่า จุดบกพร่องของระบบ คือ การจัดลำดับความสำคัญของงาน การวิเคราะห์และวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา ฝ่ายซ่อมบำรุงจึงกำหนดใช้มาตรการระยะยาวเป็นนโยบายของฝ่าย ได้แก่ (1) จัดทำแผนและควบคุมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยคำนึงถึงความสำคัญของเครื่องจักร (2) ประเมินอายุการใช้งานเครื่องจักร (3) สร้างระบบการจัดการพัสดุคงคลัง (4) จัดอบรมพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงและพนักงานเดินเครื่อง และกำหนดมาตรการระยะสั้นสำหรับสำหรับเครื่องจักรแต่ละประเภทตามสำคัญของเครื่องจักร ดังนี้ (1) จัดตั้งทีมงานแก้ไขเหตุขัดข้องของเครื่องจักรระหว่างการเดินเครื่องสำหรับเครื่องจักรกลุ่มที่ส่งผลให้สายการผลิตหยุด (2) การตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเดินเครื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาการขัดข้องของเครื่องจักรที่มีค่าความเสี่ยงนำสูง (3) กำหนดให้มีผู้รับผิดชอบแต่ละเครื่องโดยตรงสำหรับเครื่องจักรกลุ่มที่ส่งผลให้สายการผลิตหยุดเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง (4) กำหนดใช้มาตรการเสียแล้วค่อยซ่อมสำหรับเครื่องจักรที่ไม่มีกระทบต่อสายการผลิต รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 มาตรการซ่อมบำรุงรักษา

มาตรการ	ประเภทผลกระทบจากเครื่องจักรขัดข้อง			หน่วยงาน	
	สายการผลิตหยุด	สายการผลิตล่าช้า	ไม่มีผลกระทบ	ผู้เกี่ยวข้อง	ผู้รับผิดชอบ
1. มาตรการระยะสั้น 1.1 จัดตั้งทีมงานแก้ไขเหตุขัดข้องของเครื่องจักรระหว่างการเดินเครื่อง เพื่อไม่ให้หยุดสายการผลิตฉุกเฉิน หรือเป็นเวลานาน	√			MT	MT
1.2 การตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเดินเครื่อง เพื่อลดการเสียหายของเครื่องจักรที่รุนแรง โดยมีการจัดทำมาตรฐานและคู่มือสำหรับผู้ปฏิบัติงานซ่อมและผู้ใช้งาน	√	√		PD, MT	MT
1.3 จัดตั้งผู้รับผิดชอบแต่ละเครื่องโดยตรง	√			MT	MT
1.4 กำหนดใช้มาตรการเครื่องจักรเสียแล้วซ่อม			√	MT	MT
2. มาตรการระยะยาว 2.1 จัดทำแผนและควบคุมการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันโดยคำนึงความสำคัญของเครื่องจักร	√	√		MT	MT
2.2 ประเมินอายุการใช้งานของเครื่องจักรและอะไหล่ เพื่อกำหนดรอบระยะเวลาการเปลี่ยน และการวางแผนพัสดุคงคลังที่มีประสิทธิภาพ	√			MT	MT
2.3 สร้างระบบการจัดการพัสดุคงคลัง เพื่อลดปริมาณอะไหล่และลดต้นทุนในการบำรุงรักษา	√	√		MT	MT
2.4 จัดฝึกอบรมพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงรักษา เรื่องการวิเคราะห์อาการเสียหายของเครื่องจักรที่ถูกต้อง รวมถึงการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องจักรเพื่อยืดอายุการใช้งาน วิเคราะห์ความเสียหายของเครื่องจักร เพื่อหาแนวทางในการยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรและอะไหล่ เช่น เปลี่ยนเกรดวัสดุที่ใช้ทำอะไหล่ หรือ การอบชุบความร้อน	√			MT	MT
2.5 จัดฝึกอบรมพนักงานเดินเครื่อง เรื่องการใช้งานเครื่องจักรที่ถูกต้องและการบำรุงรักษาเบื้องต้นด้วยตนเอง	√	√	√	PD, MT	MT

<u>หมายเหตุ</u> : หน่วยงาน ได้แก่ MT=ฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance Division), PD= ฝ่ายผลิต (Production Division)

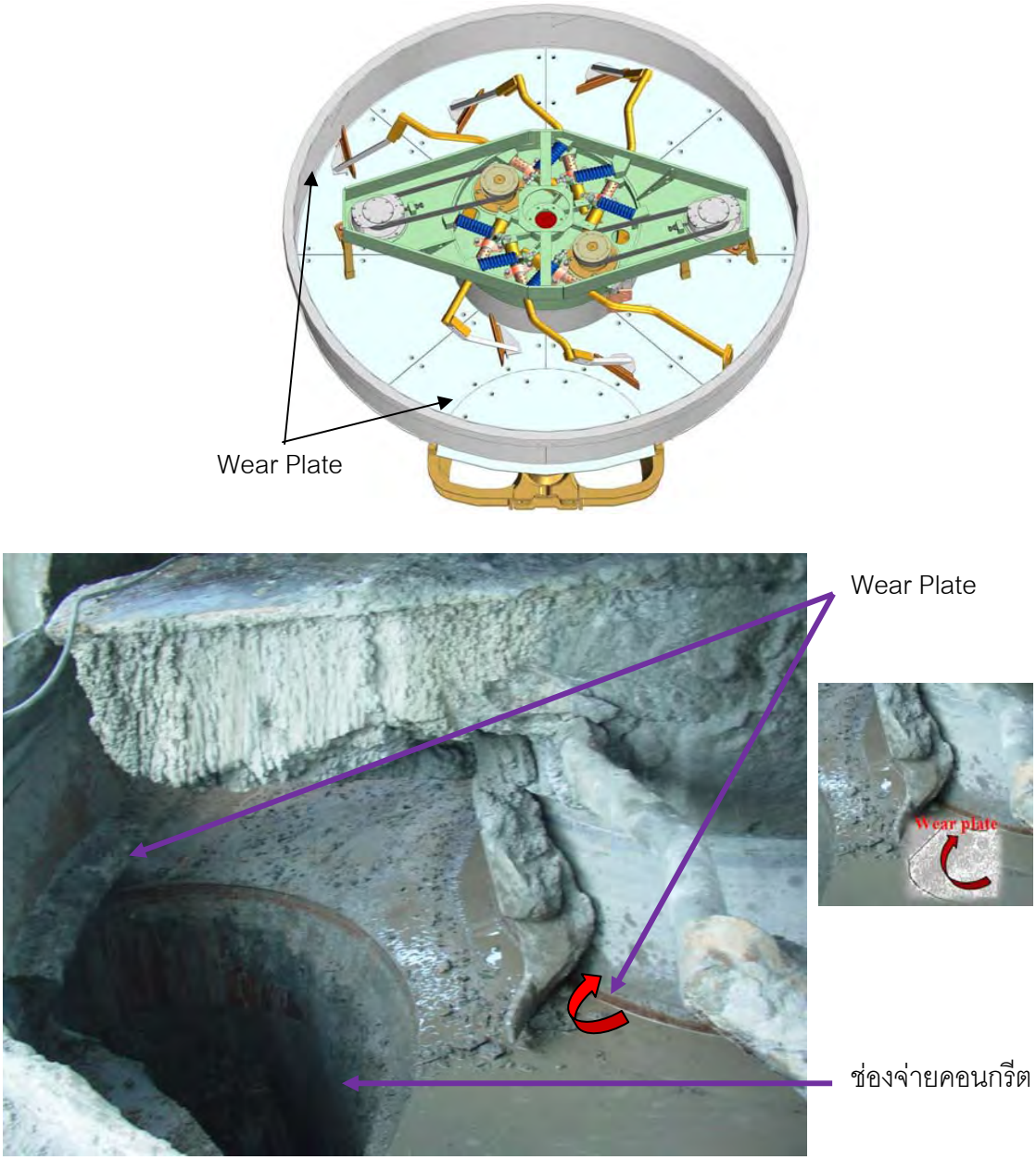
5.4 ผลการทดลองใช้มาตรการซ่อมบำรุงรักษา กรณีการแก้ไขปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักรตัวอย่าง

จากผลการศึกษาเครื่องจักรของโรงงานกรณีศึกษา พบว่า ระบบการผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง และแบ่งเครื่องจักรได้เป็น 3 ประเภท ตามลำดับความสำคัญของเครื่องจักรที่มีต่อสายการผลิต ในขั้นตอนนี้ ดำเนินการทดลองใช้มาตรการซ่อมบำรุงรักษาที่กำหนดสำหรับเครื่องจักรตัวอย่าง ประเภทที่ส่งผลให้สายการผลิตหยุดเมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องจักร

5.4.1 ผลการคัดเลือกเครื่องจักรตัวอย่าง และอาการขัดข้องที่ควรปรับปรุง

จากผลการศึกษาอาการขัดข้องของเครื่องจักร ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุ และศึกษาค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ ซึ่งพบว่า เครื่องจักรที่มีค่าตัวเลขความเสี่ยงสูงสุด คือ เครื่อง Concrete mixing process โดยอาการขัดข้องที่มีค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำสูงที่สุดคือ อาการ Mixer หยุดทำงาน ทั้งนี้ เครื่อง Concrete mixing process จัดเป็นหัวใจหลักของโรงงาน มีหน้าที่ในการป้อนคอนกรีตเข้าสู่สายการผลิต โดยมี Mixer เป็นส่วนสำคัญในการทำหน้าที่ผสมคอนกรีต ซึ่งผลการศึกษาสายงานวิกฤติและผลการวิเคราะห์ผลกระทบเมื่อเกิดอาการขัดข้องของเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอนการไหลของงาน พบว่า เมื่อเครื่องดังกล่าวเกิดการขัดข้อง จะส่งผลให้ไม่มีคอนกรีตป้อนเข้าสู่สายการผลิต นอกจากนี้หากมีคอนกรีตหรือส่วนผสมต่างๆ ติดค้างใน Mixer ขณะที่เครื่องจักรขัดข้อง จะส่งผลให้คอนกรีตแข็งตัวในเครื่องและต้องสกัดคอนกรีตออกทำให้เครื่องจักรเสียหาย เกิดการสูญเสียทั้งเวลา ค่าใช้จ่าย และเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้น จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงคัดเลือกเครื่อง Concrete mixing process เป็นเครื่องจักรตัวอย่าง เพื่อเสนอแนะแนวทางการลดอัตราการขัดข้อง โดยทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น และวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ตลอดจนทำการวางแผนการตรวจเช็คเครื่องเพื่อตรวจสอบความผิดปกติและปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องเพื่อให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานและทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปรับปรุงแก้ไขอาการขัดข้องที่มีค่าความเสี่ยงชี้นำสูงดังกล่าว อันเกิดจาก 3 สาเหตุสำคัญ ดังนี้คือ

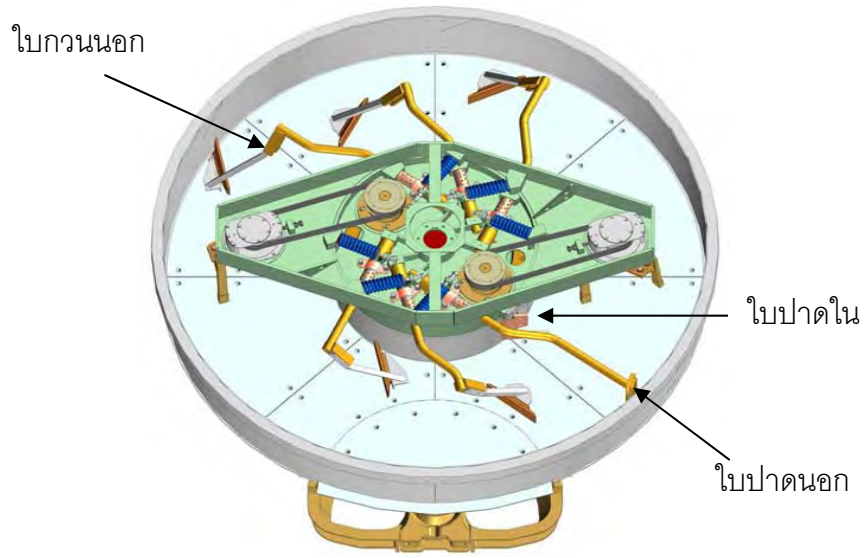
1. รหัสข้อขัดข้อง 09-21 ช่องจ่ายคอนกรีตปิดไม่ได้เนื่องจาก รอยต่อ Wear Plate แยก ทำให้ใบกวนไม่หมุนเนื่องจากติดขัดกับ Wear Plate และเครื่องหยุดทำการผสมคอนกรีต (223.2 คะแนน) แสดงดังรูปที่ 5.6

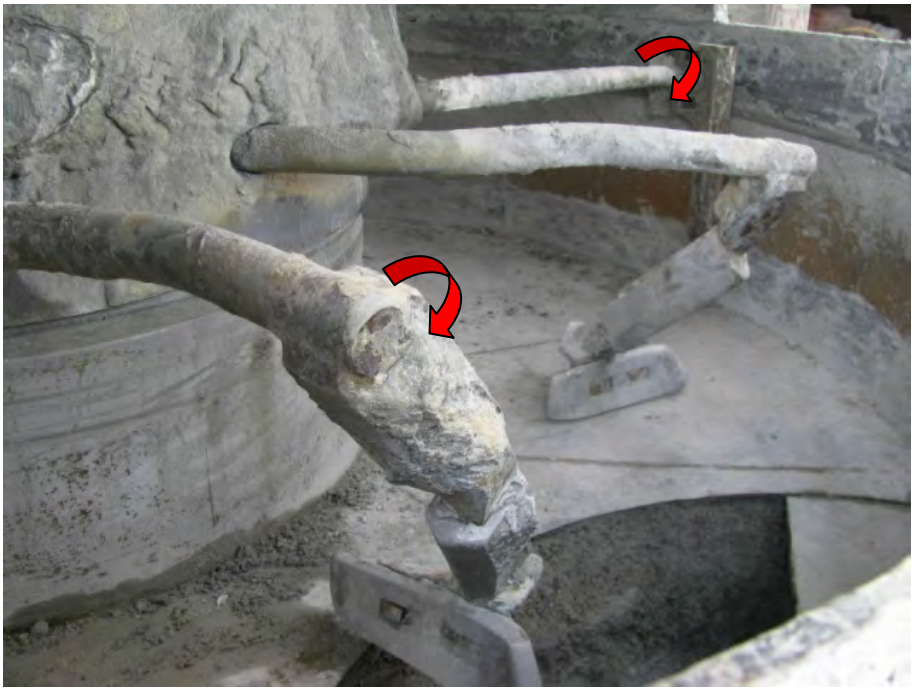


รูปที่ 5.6 ช่องจ่ายคอนกรีตของ Mixer เครื่อง Concrete mixing process เปิด

หมายเหตุ: Wear Plate คือ แผ่นเหล็กปะพื้นผิวในถัง Mixer ทำหน้าที่ป้องกันการเสียหายของถังที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเสียดสีของคอนกรีต หิน ทราย และการเสียดสีของใบกวนที่ขยับตำแหน่งจากการใช้งาน

2. รหัสข้อขัดข้อง 09-22 แขนของ ใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก ตกลง ต้นเหตุคือ Bolt และลิ่มยึดหลวม ทำให้ใบกวนตกลงขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีตหรือใบกวนขัดตัว (272.0 คะแนน) แสดงดังรูปที่ 5.7





รูปที่ 5.7 แขนใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก ของ Mixer เครื่อง Concrete mixing process ตกขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีต

3. รหัสข้อขัดข้อง 09-23 แขนของ ใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก ตกลง ต้นเหตุคือ สปริงใบกวนนอกแตก เพราะการใช้งานและรับภาระแทนเทอร์โบที่ชำรุด ทำให้ใบกวนตกลงขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีตหรือใบกวนขัดตัว (184.0 คะแนน) แสดงดังรูปที่ 5.8

รูปที่ 5.8 สปริงใบกวนนอกแตก และเทอร์โบชำรุด

5.4.2 ผลการศึกษาส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องจักร

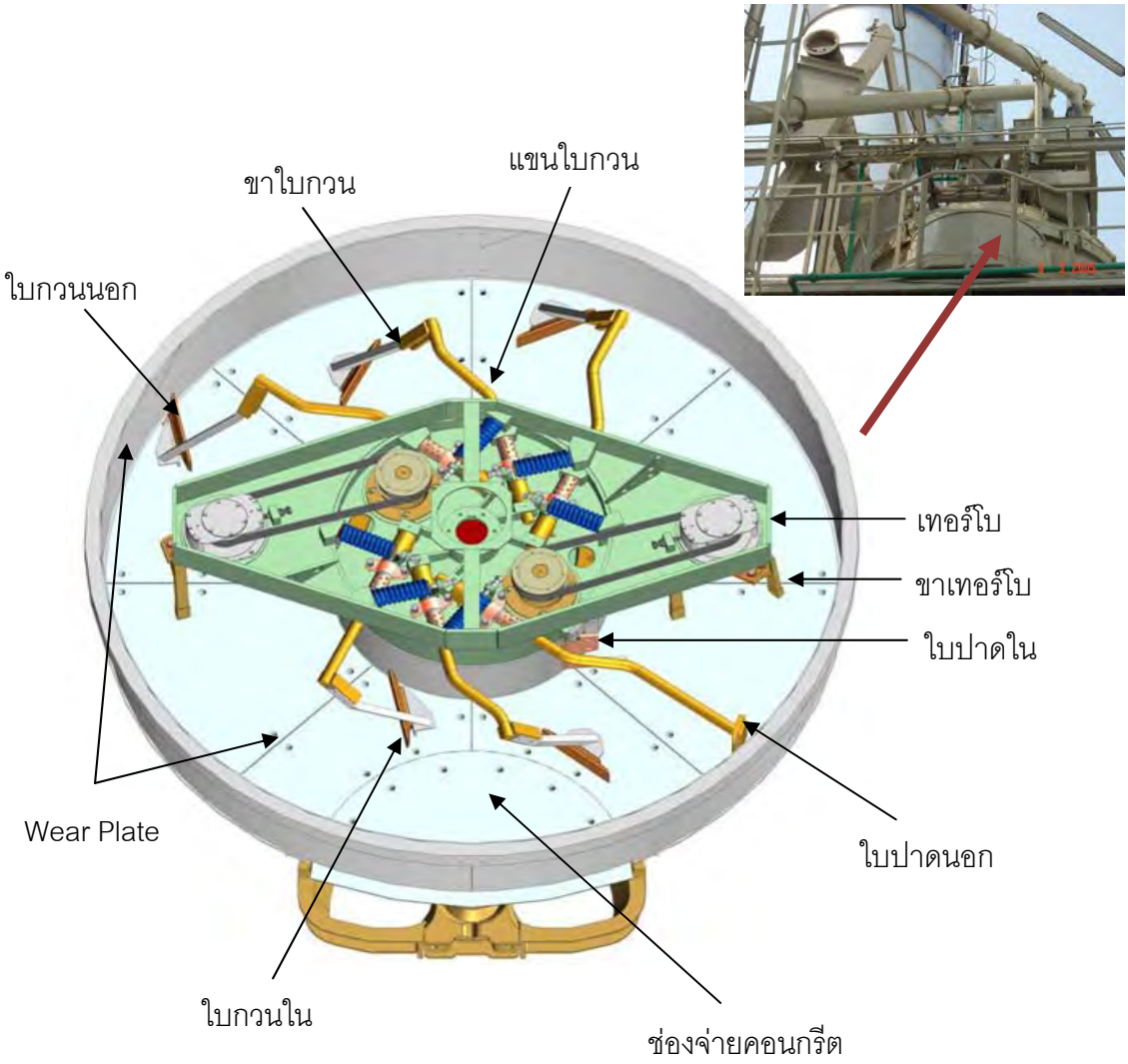
เครื่องผสมคอนกรีต (Concrete mixing process) ของโรงงานตัวอย่าง เริ่มทำการผลิตมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 โดยกำลังการผลิตการคอนกรีต 2 M^3/ครั้ง ซึ่งใช้ระยะเวลาในการผลิตตามการออกแบบเครื่องจักร 285 วินาที/ครั้ง

ปัจจุบันทำการเดินเครื่อง 22 ชั่วโมง/วัน (กะละ 11 ชั่วโมง) กำลังการผลิตการคอนกรีตเท่ากับ 1.80 M^3/ครั้ง โดยใช้ระยะเวลาในการผลิต 335 วินาที/ครั้ง ได้ผลผลิตเฉลี่ย 340 M^3/วัน คิดเป็นร้อยละ 67.97 ของกำลังการผลิตตามออกแบบเครื่องจักรโดยคิดที่อัตราการผลิตตามคำสั่งเฉลี่ย ซึ่งยังไม่ได้ตามเป้าหมายตามที่โรงงานตั้งไว้ที่ร้อยละ 80 ของกำลังการผลิตตามการออกแบบเครื่องจักรโดยคิดที่อัตราการผลิตตามคำสั่งเฉลี่ยและไม่หักเวลาสูญเสียจากการทำงานของฝ่ายผลิต

ทั้งนี้จากการศึกษาเครื่องจักร พบว่า ความพร้อมในใช้งานของเครื่องจักร และประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรลดลง มีสาเหตุมาจากข้อขัดข้องของ Mixer เป็นหลัก เป็นผลให้ต้องหยุดการทำงานของเครื่องจักรเพื่อค้นหาสาเหตุและแก้ไขให้ใช้งานได้ โดยมีทั้งการทำการแก้ไขแบบซ่อมแซมเสร็จและแก้ไขแบบชั่วคราวเพื่อให้การผลิตสามารถดำเนินต่อไปได้ แต่ทั้งนี้การแก้ไขแบบชั่วคราวอาจส่งผลให้ต้องมีการหยุดเป็นระยะๆ เพื่อแก้ไขซ่อมแซมเป็นช่วงๆ ทำให้ต้องใช้เวลาการผลิตนานขึ้นโดยได้ผลผลิตเท่าเดิม เกิดความสูญเปล่าของการผลิต ซึ่งปัญหาข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้โดยการปรับปรุงเครื่องจักรให้คืนสภาพการใช้งาน และจัดทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถด้านความพร้อมใช้งานเครื่องจักรในปัจจุบัน และเพิ่มผลผลิต รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการสูญเสียเนื่องจากการขัดข้อง

จากการศึกษาเครื่อง Concrete mixing process พบว่า เครื่องประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ

1. Mixer มีความจุ 3,000 ลิตร กำลังการผลิตการคอนกรีต 2 M^3/ครั้ง กำลัง 90 KW. ความเร็วรอบ 18.5 RPM น้ำหนัก 7600 กิโลกรัม ทำหน้าที่ในการผสมคอนกรีต ประกอบด้วย ใบกวนนอก 1 ใบ, ใบกวนใน 4 ใบ, ใบปาดนอก 1 ใบ, ใบปาดใน 2 ใบ, และชุดเทอร์โบ 2 ชุด ดังรูปที่ 5.9

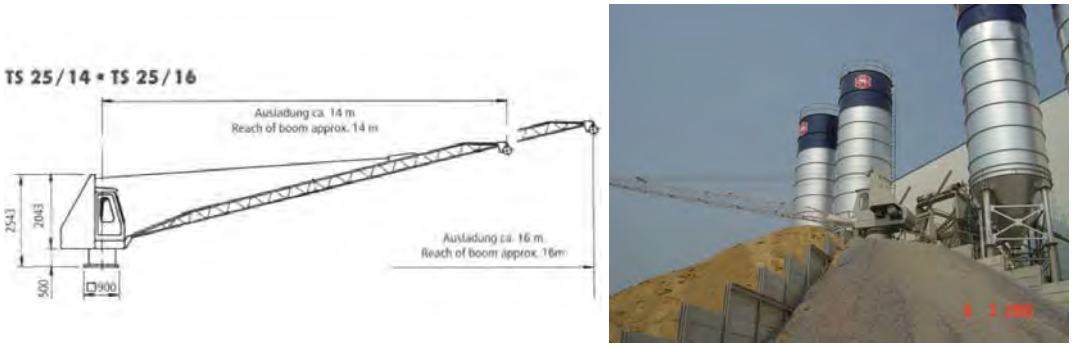


รูปที่ 5.9 ส่วนประกอบของ Mixer

2. Skip Hoist ความจุ 4,300 กิโลกรัม กำลัง 20.5 KW. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบะ 0.36 m/sec ทำหน้าที่รับวัตถุดิบเพื่อชั่งน้ำหนัก และลำเลียงวัตถุดิบป้อนให้กับ Mixer รูปแสดง Skip Hoist ดังรูปที่ 5.10

รูปที่ 5.10 Skip Hoist

3. ชุดป้อมโกยหินทราย ทำหน้าที่โกยหิน ทราย ป้อนเข้า Skip Hoist แสดงดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 ชุดป้อมโกยหินทราย

การทำงานเครื่องมี 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ระบบควบคุมมอเตอร์, มอเตอร์, ตาชั่งน้ำหนักทราย หิน น้ำ, และระบบนิวเมติก ซึ่งมีหลักการทำงานของเครื่องมี ดังนี้

1. ป้อมโกยหินทรายทำหน้าที่เตรียมวัตถุดิบ โดยกระบะโกยเป็นตัวโกยทรายและหินส่งให้กระบะ Skip Hoist ซึ่งกระบะโกยถูกควบคุมการขึ้น-ลงด้วยสลิงโดยมีมอเตอร์ของชุดป้อมโกยเป็นต้นกำลัง

2. กระบะ Skip Hoist ซึ่งมีตัวโปรแกรมการชั่งน้ำหนัก (Load Cell) อยู่ด้านล่าง ทำหน้าที่ชั่งน้ำหนักทรายและหิน เมื่อได้ตามปริมาณที่กำหนด กระบะ Skip Hoist จะทำหน้าที่ส่งวัตถุดิบขึ้นไปยัง Mixer ซึ่งควบคุมการขึ้น-ลงด้วยสลิงโดยมีมอเตอร์ของ Skip Hoist เป็นต้นกำลัง

3. ซีเมนต์ผงจะถูกส่งจากไซโลผ่านทางท่อลำเลียงมายังตัวชั่งน้ำหนัก ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านบน Mixer จากนั้นซีเมนต์ผงจะถูกส่งเข้าสู่ Mixer

4. จากนั้น Mixer ทำหน้าที่ผสมวัตถุดิบให้เข้ากัน โดยใช้มอเตอร์ของ Mixer เป็นต้นกำลังผ่านชุดเกียร์

    4.1 Mixer ผสมหิน ทราย ซีเมนต์ผง ตามโปรแกรมตั้งไว้ (ผสมแห้ง) โดยมีระยะเวลาที่ใช้ตามการออกเครื่องเท่ากับ 10 วินาที

    4.2 วาล์วนิวเมติกซึ่งติดตั้งอยู่ด้านบน Mixer ทำหน้าที่ควบคุมการปิด-เปิดน้ำให้เข้าไปยัง Mixer โดยการคำนวณปริมาณน้ำที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณของหิน ทราย ผ่านโปรแกรมการชั่งน้ำหนัก (Load Cell)

    4.3 ปั๊มดูดน้ำยาทำหน้าที่ส่งน้ำยาเซ็ทผิวหน้าคอนกรีตเข้า Mixer

    4.4 Mixer ผสมหิน ทราย ซีเมนต์ผง น้ำ น้ำยาเซ็ทผิวหน้าคอนกรีต ตามโปรแกรมตั้งไว้โดยมีระยะเวลาที่ใช้ตามการออกเครื่องเท่ากับ 120 วินาที

5. เมื่อทำการผสมคอนกรีตเสร็จ ช่องจ่ายคอนกรีตซึ่งควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิกจะเปิดออกเพื่อส่งคอนกรีตให้กับเครื่องลำเลียงคอนกรีต (Concrete Conveyor) นำคอนกรีตป้อนเข้าสู่สายการผลิตต่อไป จากนั้นช่องจ่ายคอนกรีตจะปิดเพื่อทำการผสมคอนกรีตในรอบต่อไป

5.4.3 ผลการนำเสนอแนวทางการปรับปรุงแก้ไขอาการขัดข้อง

จากสาเหตุการขัดข้องของเครื่อง Concrete mixing process ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปเป็นข้อๆ และเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปรุงปรุง ดังนี้

1. อาการขัดข้องเรื่อง Mixer หยุดทำงาน

1.1 รหัสข้อขัดข้อง 09-21 เพราะช่องจ่ายคอนกรีตปิดไม่ได้เนื่องจากรอยต่อ Wear Plate แยก ทำให้ใบกวนไม่หมุนเนื่องจากติดขัดกับ Wear Plate และเครื่องหยุดทำการผสมคอนกรีต ดังนั้น แนวทางแก้ไขป้องกัน คือ

1) การตรวจสอบด้วยตาเปล่าเมื่อทำการล้าง Mixer ซึ่งปัจจุบันทางโรงงานได้ทำการล้าง Mixer กะละ 4 ครั้ง

2) เปลี่ยน Wear Plate ทุก 30,000 ลบ.ม.

3) ตรวจเช็คปรับตั้งใบกวนทุกเดือน

1.2 รหัสข้อขัดข้อง 09-22 เพราะแขนของ ใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก ตกลงทำให้ใบกวนตกลงขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีต หรือ ใบกวนขัดตัว ต้นเหตุคือ Bolt และลิ่มยึดหลวม ดังนั้น แนวทางแก้ไข คือ มีการ Prevent maintenance ทุก 3 เดือน เพื่อเปิดเครื่องตรวจสอบ

1.3 รหัสข้อขัดข้อง 09-23 เพราะแขนของ ใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก ตกลงทำให้ใบกวนตกลงขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีต หรือ ใบกวนขัดตัว ต้นเหตุคือ ต้นเหตุคือ สปริงใบกวนนอกแตก เพราะการใช้งานและรับภาระแทนเทอร์โบที่ชำรุด ดังนั้น แนวทางแก้ไขคือ

1) เปลี่ยนสปริงทุก 1 ปี หรือตามสภาพที่ตรวจสอบตามแผน Preventive maintenance

2) ซ่อมแซมติดตั้งชุดเทอร์โบ เพื่อลดภาระงานของสปริงและรักษาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรตามประสิทธิภาพการออกแบบเครื่องจักร และทำการ Preventive maintenance

1.4 รหัสข้อขัดข้อง 09-24, 09-25, 09-26, 09-27 การหยุดเครื่องจักรบ่อยครั้งเพื่อเปลี่ยนใบกวนนอก/ใบกวนใน/ใบปาดนอก/ใบปาดใน ที่สึกและชำรุดจากการใช้งาน แนวทางแก้ไข คือ ลดการสึกหรอจากการใช้งาน โดยซ่อมแซมติดตั้งชุดเทอร์โบเพื่อลดระยะเวลาการผสมแห้งและผสมเปียก

1.5 รหัสข้อขัดข้อง 09-28 เพราะเกียร์ของ Mixer ชำรุด ดังนั้น แนวทางแก้ไข คือ เปลี่ยนยางกันน้ำมันเกียร์รั่ว และทำการ Preventive maintenance และทำการหล่อลื่น

1.6 รหัสข้อขัดข้อง 09-29 เพราะเปิดปิด Discharge ไม่ได้ เพราะท่อไฮดรอลิกแตก แนวทางแก้ไข คือ เปลี่ยนท่อใหม่และเติมน้ำมันเกียร์ให้ได้ระดับ และทำการตรวจสอบด้วยตาเปล่าทุกสัปดาห์

2. อาการขัดข้องเรื่องปั๊มดูดน้ำยาเซ็ทคอนกรีตไม่ขึ้น

2.1 รหัสข้อขัดข้อง 09-31 เพราะสายไฟนิวตรอนหลวมหลุดออกจากขั้ว ดังนั้น แนวทางแก้ไข ตรวจสอบสภาพปลั๊กไฟ และการเสียบปลั๊กด้วยตาเปล่าทุกวัน

2.2 รหัสข้อขัดข้อง 09-32 เพราะมอเตอร์ของปั๊มไม่ทำงาน ดังนั้น แนวทางป้องกันแก้ไข คือ การใช้งานอยู่ตลอดเวลาเพื่อป้องกันน้ำยาเซ็ทผิวหน้าคอนกรีตซึ่งมีส่วนผสมของน้ำล้างจากการผลิตน้ำตาลทรายเหนียวหนืดจับตัวที่ใบพัดและเกิดการอุดตันในท่อ นอกจากนี้ต้องมีอะไหล่สำรองเพื่อทำการเปลี่ยนเมื่อเกิดอาการดังกล่าว ซึ่งอะไหล่ที่เปลี่ยนออกมาสามารถนำไปล้างเก็บไว้ใช้อีกได้ รวมถึงห้ามผู้ควบคุมเครื่องทำการดูดน้ำยาหากมอเตอร์ปั๊มไม่ทำงานเมื่อเกิดอาการดังกล่าวเพื่อป้องกันมอเตอร์ไหม้

3. อาการขัดข้องเรื่องชุดโกยหินทรายไม่ทำงาน

3.1 รหัสข้อขัดข้อง 09-11 เพราะมอเตอร์โกยหินทรายไม่ทำงาน เนื่องจากเบรคสึกและไหม้จากใช้งานหนัก ดังนั้น การแก้ไข คือ เปลี่ยนชุดเบรคเบรค แนวทางป้องกัน คือ เป่าฝุ่นเศษคอนกรีตออกทุกวัน เพื่อลดการสึกหรอของเบรค และทำการ Preventive maintenance ทุกเดือน โดยตรวจสอบระยะห่างของจานเบรคไม่ควรเกิน 1.3 มิลลิเมตร และตรวจสอบความหนาของผ้าเบรคไม่ควรน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร หากพบความผิดปกติต้องวางแผนทำการเปลี่ยนในช่วงวันหยุดเนื่องจากต้องใช้เวลา 3 ชั่วโมง ในการหยุดเครื่องเพื่อทำการเปลี่ยนและปรับตั้งเบรค

3.2 รหัสข้อขัดข้อง 09-12 เพราะมอเตอร์โกยหินทรายไม่ทำงาน เนื่องจากคอยล์เบรคชุดโกยหินทรายไหม้ ดังนั้น การแก้ไข คือ เปลี่ยนชุดคอยล์ แนวทางป้องกัน คือ ทำการ Preventive maintenance ผ้าเบรคทุกเดือน เพราะหากผ้าเบรคหมดจะส่งผลให้คอยล์เบรคไหม้และต้องใช้ระยะเวลา 4 ชั่วโมง 30 นาที ในการหยุดเครื่องเพื่อทำการเปลี่ยนคอยล์เบรคชุดโกยหินทราย

3.3 รหัสข้อขัดข้อง 09-13 เพราะมอเตอร์โกยหินทรายไม่ทำงาน เนื่องจากมอเตอร์โกยหินทรายไหม้ ต้นเหตุคือ เบรคสึกไหม้เนื่องจากใช้งานหนัก จึงได้ทำการเปลี่ยนเบรคและคอล์ยเบรค ซึ่งส่งผลทำให้ Seal Sear box ไม่ได้ศูนย์และกันรั่วเอียง เกิดน้ำมันหล่อลื่นรั่วเข้าขดลวดมอเตอร์ เป็นผลให้มอเตอร์ไหม้ ดังนั้น การแก้ไข คือ เปลี่ยนมอเตอร์ แนวทางป้องกัน คือ ทำการ Preventive maintenance ผ้าเบรคทุกเดือน และทำการตรวจสอบและระบายความร้อนมอเตอร์ด้วยลม เพราะหากมอเตอร์ไหม้ต้องใช้ระยะเวลา 3 ชั่วโมง 30 นาที หยุดเครื่องเพื่อทำการการเปลี่ยนมอเตอร์ นอกจากนี้ยังเสียค่าใช้จ่ายซื้อมอเตอร์มูลค่าสูง

3.4 รหัสข้อขัดข้อง 09-14 เพราะบูมชุดโกยหินทรายหัก เนื่องจากการขาดความระมัดระวังของผู้ควบคุมเครื่องและการใช้งานผิดวิธี ดังนั้น แนวทาง

ป้องกัน คือ ตรวจสอบโครงสร้างด้วยตาทุกวัน และห้ามผู้ควบคุมเครื่องฝืนดึงชุดโกยเมื่อเกิดการเกี่ยวสิ่งของอื่น

3.5 รหัสข้อขัดข้อง 09-15 เพราะลวดสลิงป้อมโกยหินทรายตัวล่างขาด ตามอายุการใช้งาน ดังนั้น แนวทางป้องกัน คือ ทำการ Preventive maintenance ทุกวัน โดยการตรวจสอบด้วยตาเปล่า สภาพของสลิงไม่ควรมีการขาดของเส้นลวดเกิน 3 เส้น หากพบความผิดปกติต้องวางแผนทำการเปลี่ยนช่วงพักหรือในวันหยุด โดยใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยน 1 ชั่วโมง

3.6 รหัสข้อขัดข้อง 09-16 เพราะลูกปืนของรอก ตัวสลิงล่างแตก ดังนั้น การแก้ไข คือ ถอดรอกออกมาเปลี่ยนลูกปืนใหม่ แนวทางป้องกัน คือ การ Preventive maintenance ทุกวัน โดยการตรวจสอบด้วยหู ไม่ควรมีเสียงดัง หากพบความผิดปกติต้องวางแผนทำการเปลี่ยนช่วงพัก และทำการเปลี่ยนตามสภาพการใช้งาน โดยใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยน 30 นาที

4. อาการขัดข้องเรื่องเครื่องไม่ชั่งน้ำหนัก

4.1 รหัสข้อขัดข้อง 09-41 เพราะสลิง Skip Hoist (กระบะตาชั่ง) ขาด ดังนั้น การแก้ไข คือ เปลี่ยนสลิง แนวทางการป้องกัน คือ ทำการ Preventive maintenance ทุกวัน โดยการตรวจสอบด้วยตาเปล่า สภาพของสลิงไม่ควรมีการขาดของเส้นลวดเกิน 3 เส้น หากพบความผิดปกติต้องวางแผนเพื่อทำการเปลี่ยนช่วงพักหรือในวันหยุด และเปลี่ยนสลิงเมื่อครบอายุการใช้งานการผลิตที่ 15,000 ลบ.ม. โดยใช้ระยะเวลาในการเปลี่ยน 30-90 นาที เพื่อป้องกันสลิงขาดอันส่งผลทำให้กระบะตาชั่งตกลงมากระแทกเสียหาย

4.2 รหัสข้อขัดข้อง 09-42 เพราะ Skip Hoist ทำงานผิดปกติ เกิดจากสายไฟขาดในแนวทางการป้องกัน คือ ทำการร้อยท่อสายไฟป้องกันไม่ให้เกิดการทับหรือกระแทกสายไฟ

5.4.4 ผลการดำเนินแผนการตรวจเช็คและแก้ไขจุดบกพร่องของเครื่องจักร

ตารางที่ 5.13 ผลการวางแผนการตรวจเช็คและแก้ไขปรับปรุงจุดบกพร่องของเครื่อง Concrete mixing process โดยได้ดำเนินการในส่วนที่ยังไม่ได้รับการแก้ไขหรือได้รับแก้ไขชั่วคราว มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เครื่องจักรคืนสภาพการใช้งาน รวมถึงการตรวจเช็คส่วนต่างๆ ให้แน่ใจว่าเครื่องอยู่ในสภาพที่สมบรูณ์ เพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วนอื่นและป้องกันการหยุดเดินเครื่องเนื่องจากการขัดข้อง ได้ผลดังนี้

1. การตรวจเช็คและปรับปรุง Mixer

   1.1 การซ่อมแซมและติดตั้งชุดเทอร์โบ 2 ชุด พบว่า ก่อนการปรับปรุง ใช้ระยะเวลาในการผสมคอนกรีต 335 วินาที/ครั้ง หลังการปรับปรุง ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการผสมคอนกรีตลดลงเหลือ 285 วินาที/ครั้ง และกำลังการผลิตคอนกรีตเพิ่มขึ้นเป็น 2 M^3/ครั้ง ซึ่งสูงสุดตามการออกแบบเครื่อง ทำให้เครื่องจักรทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ทั้งยังลดปัญหาการเกิดฟองอากาศในเนื้อคอนกรีต ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพได้ดีขึ้น

   1.2 การตรวจเช็คสภาพ Wear Plate พบว่า ยังอยู่ในสภาพใช้งานได้

   1.3 การตรวจเช็ค เปลี่ยน และปรับตั้งใบกวน พบว่า แขนของใบกวนตกลง เนื่องจากรับภาระงานแทนชุดเทอร์โบที่ชำรุดและน็อตยึดคลายตัว รวมทั้งใบกวนและใบปาดสึก จึงเปลี่ยนใบกวนและใบปาด รวมทั้งปรับตั้งแขนใบกวนและขันแน่นน็อต

   1.4 การเปลี่ยน ยางกันน้ำมันเกียร์รั่ว (Seal) และน้ำมันเกียร์ พบว่า ก่อนการปรับปรุง เกิดการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์เนื่องจาก ยางกันน้ำมันเกียร์รั่ว(Seal) ชำรุด ทำให้ เกิดปัญหาเรื่องน้ำมันหยดลงพื้นก่อให้เกิดอุบัติเหตุ และเสียค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมันเกียร์ทุกวัน วันละ 10 ลิตร หลังการปรับปรุง พบว่า ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ช่วยลดการเสื่อมสภาพของมอเตอร์และเกียร์ ขจัดปัญหาพื้นลื่น สกปรก อันก่อให้เกิดอุบัติเหตุ นอกจากนี้ยังพบว่า การเสียค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมันเกียร์จำนวน 7 วันมีค่าเท่ากับการเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง แสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมันเกียร์ต่อวัน

เติมน้ำมันเกียร์เบอร์ 140 จำนวน 10 ลิตร/วัน	=	600	บาท
ค่าแรงพนักงาน 10 นาที จำนวน 1 คน	=	100	บาท
รวมเป็นค่าใช้จ่ายในการเติมน้ำมันเกียร์ต่อวัน		700	บาท

ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง

ค่ายางกันรั่ว เบอร์ SC70x90x10 จำนวน 1 ตัว	=	70	บาท
ค่าน้ำมันเกียร์ เบอร์ 140 จำนวน 70 ลิตร	=	4,200	บาท
ค่าแรงพนักงาน 1 วัน จำนวน 3 คน	=	600	บาท
รวมเป็นค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงครั้งนี้		4,870	บาท

2. การตรวจเช็คและปรับปรุง Skip Hoist

2.1 การซ่อมกระบะ Skip Hoist ก่อนการปรับปรุง พบว่า กระบะมีสภาพผุเนื่องจากการใช้งาน หลังการปรับปรุง ทำให้ กระบะไม่มีรอยผุให้หินทรายร่วง ซึ่งจะได้ส่วนผสมตามปริมาณที่กำหนด

2.2 การเปลี่ยนสลิงกระบะ Skip Hoist ก่อนการปรับปรุง พบว่า สภาพเส้นลวดสลิงเริ่มแตกเนื่องจากการใช้งาน หลังการปรับปรุง ทำให้ป้องกันการร่วงของกระบะโกยมากระแทก Load Cell เสียหาย ซึ่งจะส่งผลให้ต้องหยุดการผลิตเนื่องจากไม่สามารถป้อนวัตถุดิบเข้า Mixer ได้

3. การตรวจเช็คและปรับปรุง ชุดป้อมโกยหินทราย

3.1 การเปลี่ยนสลิงกระบะโกยหินทราย ก่อนการปรับปรุง พบว่า สภาพเส้นลวดสลิงเริ่มแตกเนื่องจากการใช้งาน ทำให้ป้องกันการร่วงของกระบะโกย อันเป็นสาเหตุ

ของการหยุดการผลิตเนื่องจากไม่สามารถป้อนวัตถุดิบเข้า Mixer ได้เมื่อกระบะโกยร่วง

4. การตรวจเช็คสายไฟ จุดเชื่อมต่อไฟ และทำความสะอาดตู้ควบคุม ก่อนการปรับปรุง พบว่า เกิดไฟสปาร์คบ่อยเนื่องจากหน้าสัมผัสสกปรก มีฝุ่นเข้าไปในจุดเชื่อมต่อไฟ แต่ไม่พบการหลวมของสายไฟ และสายไฟอยู่ในสภาพดี หลังการปรับปรุง พบว่า ปัญหาเรื่องไฟสปาร์คไม่เกิดขึ้น

5. การทดสอบเดินเครื่อง หลังการปรับปรุง พบว่า เครื่องทำงานปกติ

ตารางที่ 5.13 แผนการตรวจเช็ค และปรับปรุงแก้ไขอาการขัดข้องของเครื่อง Concrete mixing process

เรื่อง : แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เครื่อง Concrete mixing process

ลำดับที่	ชิ้นส่วน / เครื่องจักร	รายละเอียด	จำนวนวัน		กำลังคน	สาเหตุ	วัตถุประสงค์	ผู้รับผิดชอบ
			แผน	ทำจริง				
1	Mixer	: ติดตั้ง ชุด เทอร์โบ 2 ชุด	1	1	3	: ชุดเทอร์โบ ชำรุด ไม่สามารถใช้การได้ จึงได้ถอดออกจากเครื่อง	: ลดระยะเวลาในการผสม	คุณสุรพล เพชรสวาท และทีมงาน
						ส่งผลให้ระยะเวลาในการผสมคอนกรีตเพิ่มขึ้น และชิ้นส่วนอื่น	: ลดการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร	
						เกิดความเสียหาย	: ได้กำลังอัดคอนกรีตเพิ่ม	
							: ควบคุมการเกิดฟองอากาศได้ดีขึ้น	
		: ตรวจเช็ค Wear plate	1	1	1	: ตรวจเช็คสภาพ หากสึกเสียหาย ต้องทำการเปลี่ยน	: ป้องกันการชำรุดของห้อง Mixer	คุณสุรพล เพชรสวาท และทีมงาน
		: ตรวจเช็ค เปลี่ยน และปรับตั้งใบกวน	1	1	1	: แขนใบกวนตกลง เนื่องจากการใช้งานและรับภาระแทนชุดเทอร์โบที่ชำรุด	: ลดระยะเวลาในการผสม	คุณสุรพล เพชรสวาท และทีมงาน
						: ใบกวนและใบปาดสึก เนื่องจากการใช้งาน	: ลดการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร	
							: ได้กำลังอัดคอนกรีตเพิ่ม	
							: ควบคุมการเกิดฟองอากาศได้ดีขึ้น	
		: เปลี่ยน ซีลเกียร์ , น้ำมันเกียร์ Mixer	1	1	3	: ซีลน้ำมันเกียร์รั่ว ทำให้ต้องมีการหยุดเครื่องเป็นช่วงๆ	: เพิ่มความพร้อมใช้งานของเครื่อง	คุณสุรพล เพชรสวาท และทีมงาน
						เพื่อเติมน้ำมันเกียร์ มิฉะนั้นจะทำให้มอเตอร์ของ Mixer ไหม้	: ลดค่าใช้จ่าย ค่าน้ำมันเกียร์และค่าแรงงาน	
							: ลดการเสื่อมสภาพของชุดเกียร์	
							: ป้องกันการชำรุดของชุดเกียร์	
2	Skip Hoist	: ซ่อมกระบะ Skip hoist	1	4	3	: กระบะมีสภาพผุ	: ป้องกันการร่วงของหินทราย ทำให้ส่วนผสมไม่ตรงปริมาณที่	คุณณัฐพงษ์ แตงจ๊อก (ฝ่ายผลิต)
		: เปลี่ยนสลิงกระบะ Skip Hoist	0.5	1	3	: ใช้งานนาน	: ป้องกันการร่วงของกระบะ ซึ่งจะส่งผลให้กระบะและ	คุณสุรพล เพชรสวาท และทีมงาน
							Load Cell เสียหาย และป้องกันการหยุดการผลิต	
							ระหว่างทำการผลิตเพื่อซ่อมแซม (Breakdown)	
3	ป้อมโกยหินทราย	: เปลี่ยนสลิงกระบะโกย	0.5	1	3	: ใช้งานนาน	: ป้องกันการร่วงของกระบะ ซึ่งจะส่งผลให้กระบะ	คุณสุรพล เพชรสวาท และทีมงาน
							เสียหาย และป้องกันการหยุดการผลิตระหว่าง	
							ทำการผลิตเพื่อซ่อมแซม (Breakdown)	
4	Electrical Control	:Clenner ตู้ Control Panel&Equipment	1	1	2	: มีฝุ่นเยอะ ส่งผลต่อหน้าสัมผัสอุปกรณ์ทำให้เกิดการสปาร์ค	: รักษาความสะอาด และยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์	คุณชัยวุฒิ สุขสมบูรณ์ และทีมงาน
		: Check Juction Box ที่ต่อไฟเครื่องจักรทั้งหมด	1	1	2	: เช็คว่ามีฝุ่นเข้าไปในจุดเชื่อมต่อหรือไม่ และเช็คการหลวมของสายไฟ	: รักษาความสะอาด และยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์	คุณชัยวุฒิ สุขสมบูรณ์ และทีมงาน
5	Concrete mixing process	Test Run	1	1	4	: ทดสอบเครื่องหลังจากทำการปรับปรุงแก้ไข	: เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องจักรทำงานปกติ	คุณสุรพล เพชรสวาท ร่วมกับฝ่ายผลิต

ทีมงาน A	ทีมงาน B
นายสุรพล เพชรสวาท	นายชัยวุฒิ สุขสมบูรณ์
นายนพดล ดิลกแพทย์	นายสมพงษ์ หาญสวัสดิ์
นายอาทิตย์ สมทราย	นายสุชัญญ์ชาญ นันทไพบูลญ์
นายณัฐพงษ์ แตงจ๊อก	

5.4.5 ผลการจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ภาคผนวก (ง) ผลการจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่อง Concrete mixing process (Preventive maintenance) ประกอบด้วย

1. คู่มือการตรวจเช็ค

1. 1 คู่มือการตรวจเช็ค Mixer

1. 2 คู่มือการตรวจเช็ค Skip Hoist

1. 3 คู่มือการตรวจเช็คชุดป้อมโกยหินทราย

1. 4 คู่มือการตรวจเช็คชุดตาชั่งซีเมนต์

1. 5 คู่มือการตรวจเช็คชุดตาชั่งน้ำ

1. 6 คู่มือการตรวจเช็คสกรูลำเลียงซีเมนต์

1. 7 คู่มือการตรวจเช็คระบบลม

2. คู่มือการหล่อลื่น

การจัดทำคู่มือได้คำนึงถึงการทำงานของแต่ละองค์ประกอบของเครื่องจักร ตลอดจนการนำข้อมูลอาการขัดข้องที่เกิดขึ้นในอดีตมาประกอบการพิจารณา ผลการดำเนินการฝึกอบรมพนักงานเดินเครื่องและพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง และปฏิบัติตามคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พบว่า คู่มือที่จัดทำขึ้นช่วยให้พนักงานควบคุมเครื่องและพนักงานซ่อมบำรุงมีแบบแผนมาตรฐานและเป้าหมายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างชัดเจน ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอาการบกพร่อง และสามารถวางแผนการบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสม

5.5 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบงานบำรุงรักษาก่อนและหลังการปรับปรุง

ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบงานบำรุงรักษาก่อนและหลังการปรับปรุง ได้ผลการศึกษา ดังนี้

5.5.1 ผลการเปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

ผลการทดลองใช้มาตรการงานบำรุงรักษา สำหรับเครื่องจักร Concrete mixing process พบว่า อัตราชั่วโมงการขัดข้องเฉลี่ยต่อเดือนลดลงจาก 4.17% เป็น 1.02% ของจำนวนชั่วโมงการผลิตตามแผน โดยรูปที่ 5.12 แสดงผลการเปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของเครื่อง Concrete mixing process ก่อนและหลังปรับปรุง เครื่องจักรมีความพร้อมและความเชื่อมั่นในการใช้งานเพิ่มมากขึ้น ลดปัญหาการควบคุมคุณภาพ ส่งผลให้ได้ผลผลิตเป็นตามแผนที่วางไว้มากขึ้น

5.5.2 ผลการเปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของโรงงานก่อนและหลังการปรับปรุง

รูปที่ 5.13 ผลการเปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของโรงงานก่อนและหลังปรับปรุง พบว่า อัตราชั่วโมงการขัดข้องเฉลี่ยต่อเดือนลดลงจาก 5.22% เป็น 2.69% ของจำนวนชั่วโมงการผลิตตามแผน

5.5.3 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงจิตพิสัยก่อนและหลังการปรับปรุง

ภาคผนวก (ค) ตารางที่ ค.1 – ค.10 แสดงรายละเอียดคะแนนผลการประเมินหลังการปรับปรุง จากผลการเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงจิตพิสัยก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่า สมรรถนะเชิงจิตพิสัยโดยรวมของโรงงานมีค่าเพิ่มขึ้น จากเดิม 54.59% เป็น 67.93% สรุปประเด็นตามหัวข้อการประเมินดังตารางที่ 3.4 ได้ดังนี้

1. การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงมีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งทางกลยุทธ์ บทบาทขององค์กร และการจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ แสดงกราฟเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 5.14

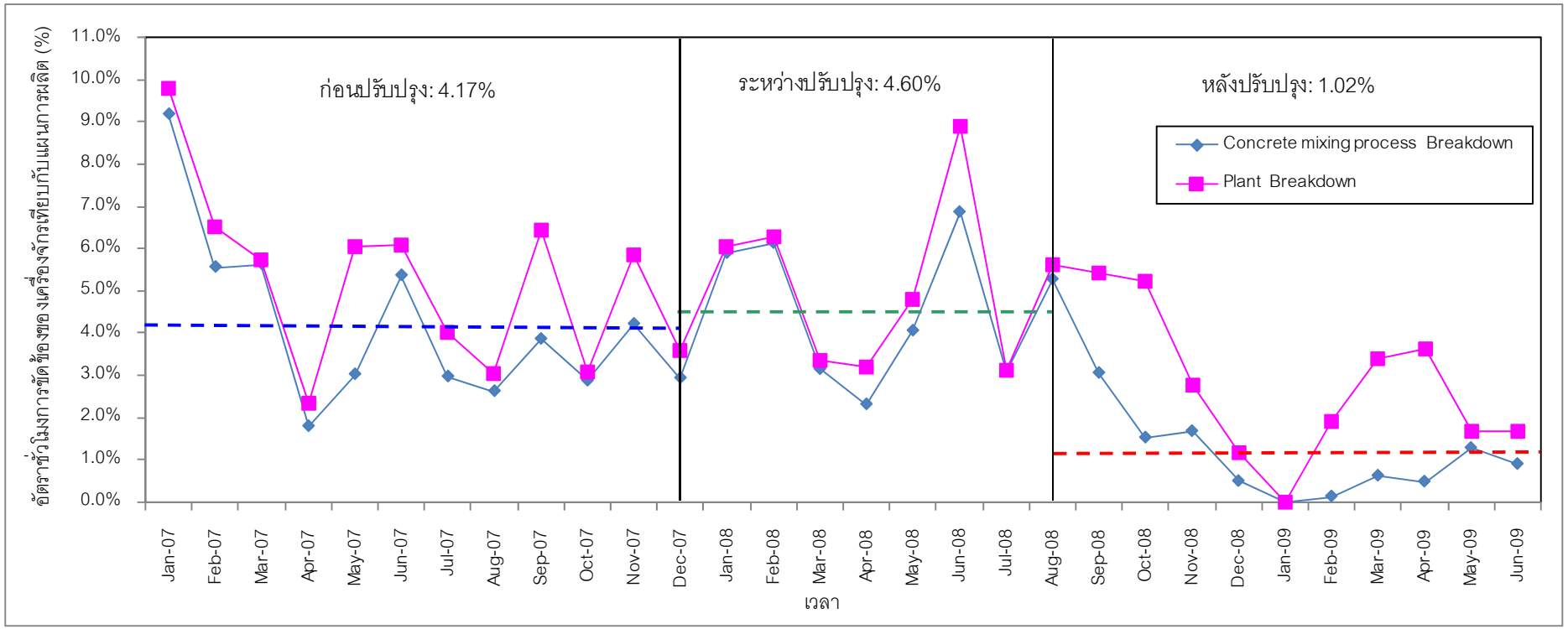
2. การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา พบว่า สมรรถนะของเครื่องจักรมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด การฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรมีค่าเพิ่มขึ้น การจัดหาชิ้นส่วนและอะไหล่เครื่องมือมีค่าเพิ่มขึ้นแต่การจัดการคลังชิ้นส่วนและอะไหล่เครื่องมือมีค่าลดลงเล็กน้อย แสดงกราฟเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 5.15

3. การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา พบว่า การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) มีค่าเพิ่มขึ้น และการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันมีค่าเพิ่มขึ้นอย่าง

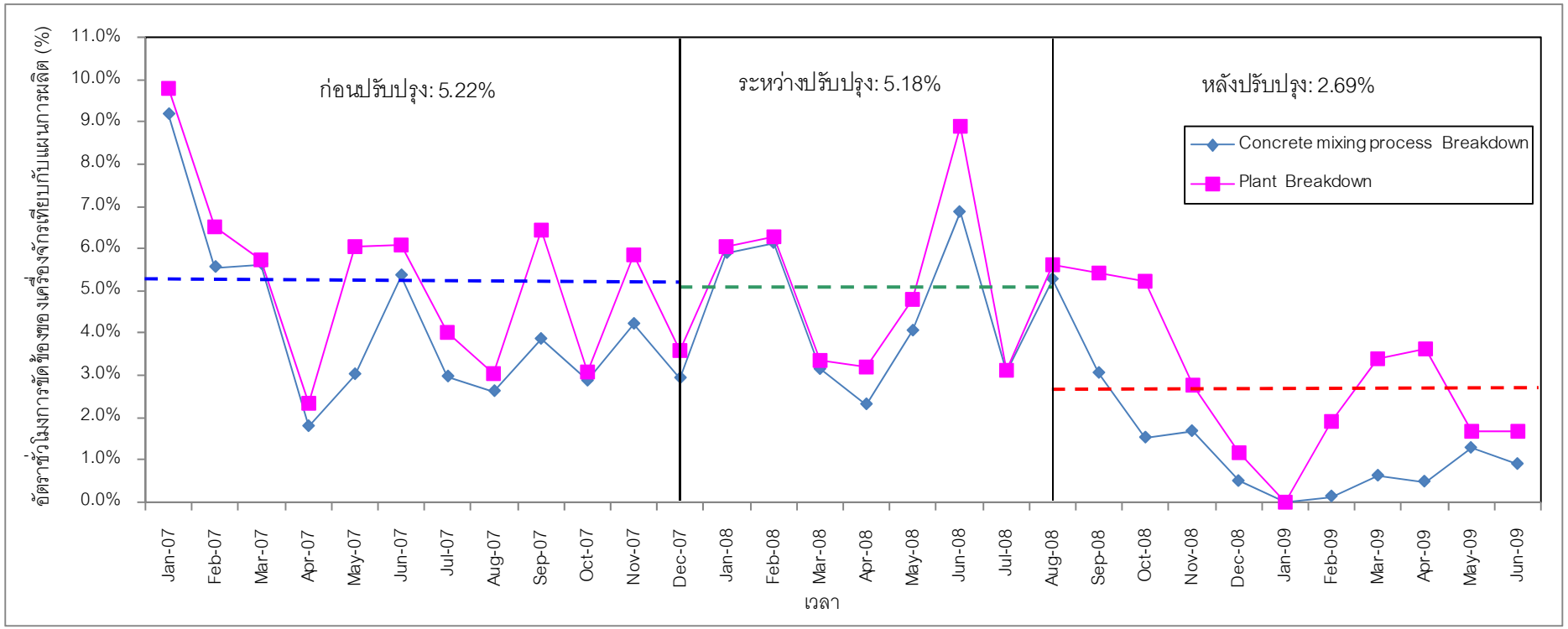
มาก นอกจากนี้ ยังพบว่า การปรับปรุงอย่างต่อเนื่องมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย แสดงกราฟเปรียบเทียบ ดังรูปที่ 5.16

5.5.4 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงวัตถุวิสัยก่อนและหลังการปรับปรุง

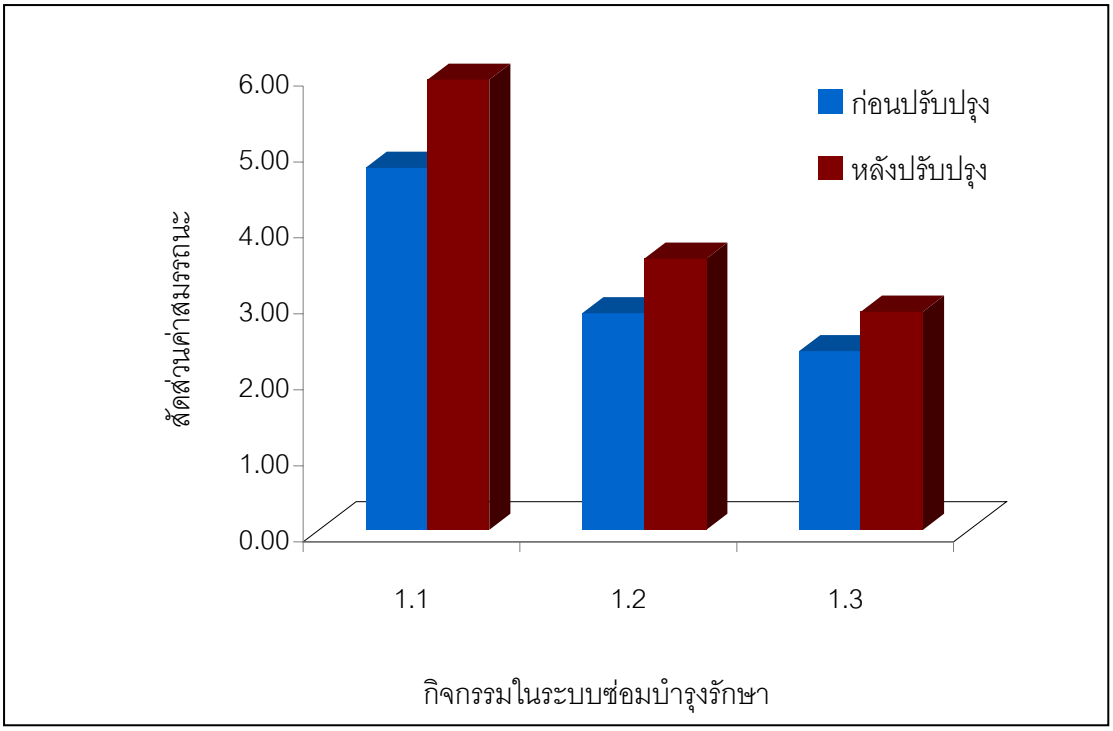
ภาคผนวก (ค) ตารางที่ ค.11 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะเชิงวัตถุวิสัยก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่า (1) ค่า Overall Equipment Effectiveness (OEE) เพิ่มขึ้นจากเดิม 69% เป็น 73%—(2) อัตราการลาออกของพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงมีค่าลดลงจากเดิม 0.20 เป็น 0.09 หน่วย (3) อัตราชั่วโมงการฝึกอบรมต่อจำนวนพนักงานมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 0.40 เป็น 2.70 หน่วย (4) การใช้ประโยชน์แรงงานของพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง (Employee Utilization) มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 98.24% เป็น 99.49% (5) อัตราชั่วโมงแรงงานที่สูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุ มีค่าลดลงจากเดิม 0.01% เป็น 0.00%



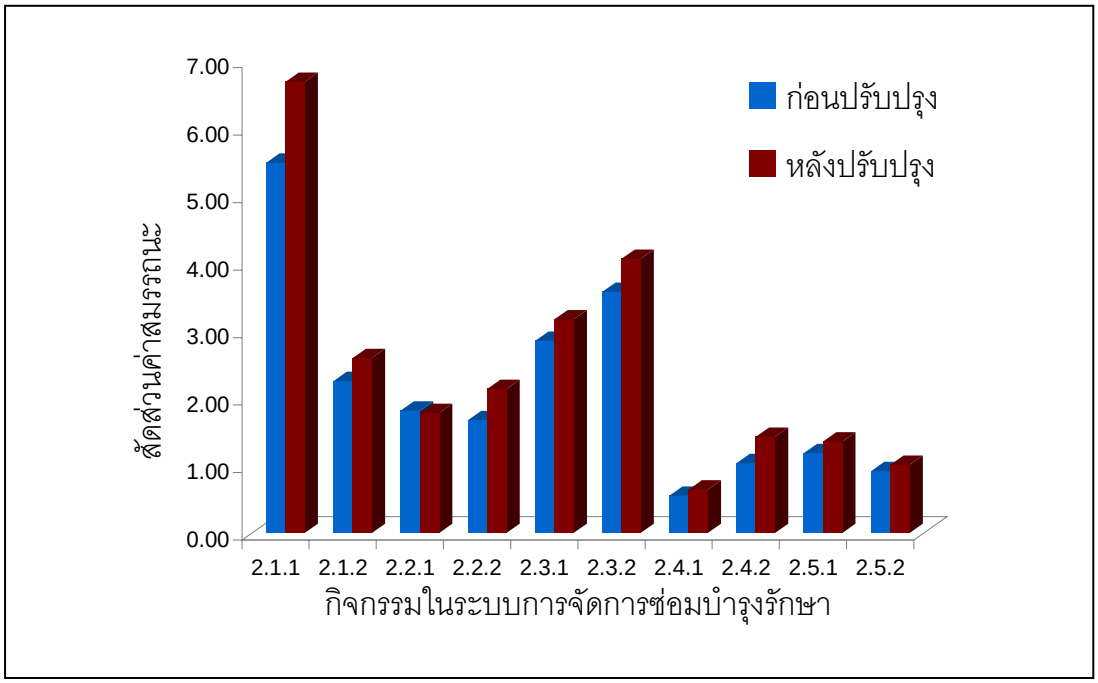
รูปที่ 5.12 เปรียบเทียบอัตราการหยุดการผลิตเนื่องจากการขัดข้องของเครื่อง Concrete mixing process ก่อนปรับปรุง ระหว่างปรับปรุง และหลังการปรับปรุง



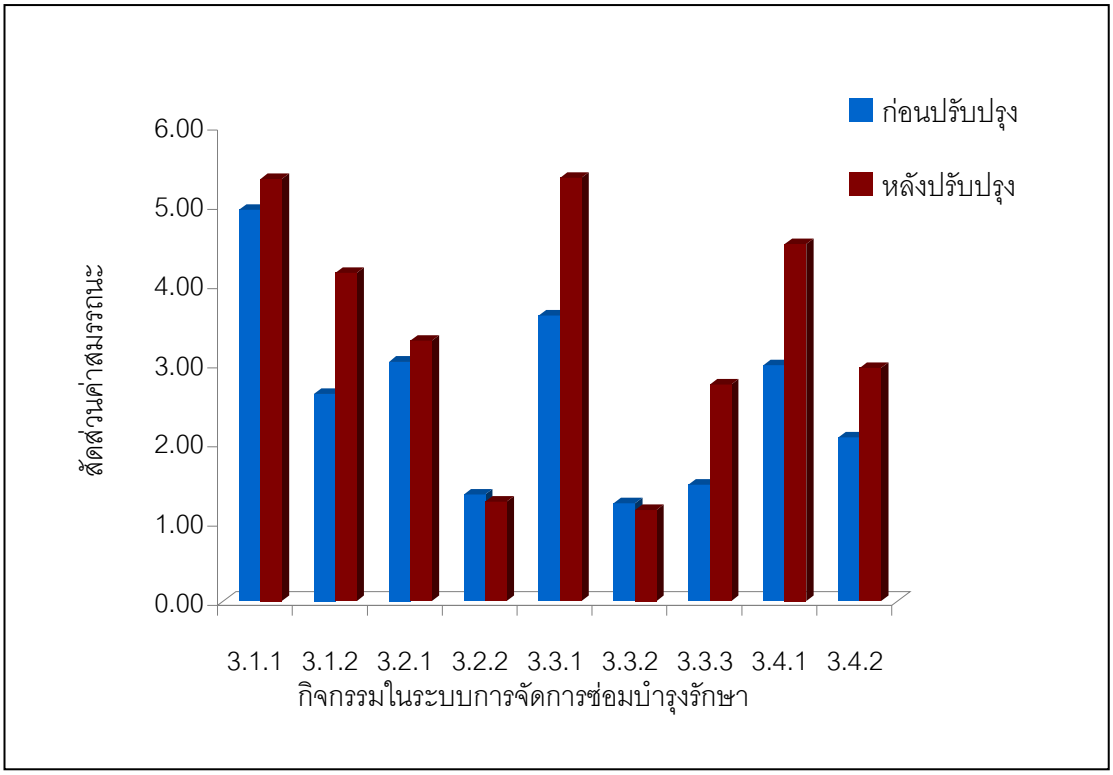
รูปที่ 5.13 เปรียบเทียบอัตราการขัดข้องของกระบวนการผลิตของโรงงาน ก่อนปรับปรุง ระหว่างปรับปรุง และหลังการปรับปรุง



รูปที่ 5.14 เปรียบเทียบสมรรถนะการจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา ก่อนและหลังการปรับปรุง



รูปที่ 5.15 เปรียบเทียบสมรรถนะการจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา ก่อนและหลังการปรับปรุง



รูปที่ 5.16 เปรียบเทียบสมรรถนะการจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษาก่อนและหลังการปรับปรุง

บทที่ 6

การอภิปรายและสรุปผลการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ วัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สมรรถนะ และเสนอแนะแนวทางการลดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรที่มีผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูป

6.1 การอภิปราย

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่าผลการวิจัยบางส่วนที่ไม่ตรงกับแนวคิดและทฤษฎีซึ่งเป็นผลมาจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1. เครื่องจักรที่ถูกใช้งานในสายงานวิกฤติของสายการผลิตแบบต่อเนื่องทุกตัว ไม่จำเป็นต้องเป็นเครื่องจักรที่มีผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูป เมื่อไม่เป็นเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง หรือเนื่องจากความยืดหยุ่นในการผลิต ได้แก่ (1) จำนวนสายการผลิตในแต่ละขั้นตอน (2) ความสามารถด้านการถูกทดแทน ด้วยเครื่องจักร อุปกรณ์ แรงงานคน และวิธีการอื่น (3) จำนวนอะไหล่สำรอง ดังนั้น การวิเคราะห์ขั้นตอนสายงานวิกฤติ จึงเป็นขั้นตอนเบื้องต้นในการกรองข้อมูลเพื่อค้นหาเครื่องจักรที่มีผลต่อการหยุดงานในสายการผลิต

2. น้ำหนักปัจจัยและเกณฑ์ที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงชี้นำของแต่ละสาเหตุการขัดข้อง ได้มาจากกระบวนการระดมความคิดของผู้เกี่ยวข้องในส่วนงานซ่อมบำรุงและส่วนงานผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ถือเป็นข้อมูลลักษณะนามธรรม ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นซึ่งไม่ได้ถูกนำมาพิจารณา ได้แก่ ปัจจัยด้านงบประมาณ และค่าใช้จ่าย

3. การให้น้ำหนักปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงชี้นำในความเห็นของการศึกษานี้ควรคำนึงความรุนแรงของผลกระทบด้านความปลอดภัยของคนเป็นสำคัญ จากการเปลี่ยนค่าน้ำหนักปัจจัยของผลกระทบ ได้แก่ (1) ด้านระยะเวลาการคืนสู่สภาพปกติจากเดิม 30% เป็น 20% (2) ด้านความปลอดภัยจากเดิม 10% เป็น 40% (3) ด้านอัตราผลผลิตจากเดิม 40% เป็น 20% (4) ด้านคุณภาพเท่าเดิม คือ 20% พบว่า ความเสี่ยงชี้นำของอาการเครื่องจักรขัดข้อง สำหรับเครื่องจักรกลุ่มที่ 1 มีค่าโดยเฉลี่ยลดลง 29.40% ของค่าความเสี่ยงชี้นำตามน้ำหนักปัจจัยของโรงงาน โดยอาการขัดข้องที่มีความเสี่ยงสูงสุดคือ Mixer หยุดทำงาน เนื่องจากใบกวนตกลงขวางตัวปิดช่องจ่ายคอนกรีต (ลดลงจากเดิม 272 คะแนนเป็น 184 คะแนน) และมีสาเหตุสำคัญ 9

อันดับแรกตามน้ำหนักปัจจัยของโรงงาน แต่ความเสี่ยงชี้นำของอาการเครื่องจักรขัดข้อง สำหรับเครื่องจักรกลุ่มที่ 3 ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง ทำหน้าที่เป็นเครื่องสำหรับป้องกันอันตราย มีค่าความเสี่ยงชี้นำเพิ่มขึ้นจากเดิม 68.75% โดยมีค่าเปลี่ยนแปลงจากเดิม 6.4 คะแนน เป็น 10.8 คะแนน

4. เครื่องจักรที่ได้ทำการปรับปรุงสมรรถนะและแก้ไขการขัดข้อง เพื่อลดอัตราการขัดข้องที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตชิ้นส่วนบ้านสำเร็จรูปมีเพียง 1 เครื่อง ซึ่งถูกคัดเลือกมาศึกษาและทำการปรับปรุงก่อน เนื่องจาก เป็นเครื่องจักรหลักในการผลิตและมีค่าความเสี่ยงชี้นำสูง สาเหตุที่ได้ทำการปรับปรุงเพียงเครื่องเดียวนี้ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการตรวจเช็คและปรับปรุงเครื่องจักรแต่ละเครื่อง รวมทั้งระยะเวลาการวิจัยมีจำกัดและทรัพยากรบุคคลมีจำกัด เพราะโรงงานตัวอย่างทำการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้น การหยุดเครื่องเพื่อทำการตรวจเช็คและปรับปรุงจึงต้องหาช่วงเวลาที่เหมาะสมซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานแต่ละเครื่องจักร 4-32 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนคนทำงาน ทักษะการวิเคราะห์อาการ และความชำนาญงานของแต่ละบุคคลด้วย

5. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงจิตพิสัย อาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ เนื่องจากเป็นข้อมูลความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องในส่วนงานซ่อมบำรุงและส่วนงานผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งทัศนคติและประสบการณ์ของผู้ตอบแบบสอบถามมีผลโดยตรงต่อการให้ข้อมูล

นอกจากนี้ยังพบประเด็นที่น่าสนใจอื่นอีก ดังนี้

1. อัตราการขัดข้องของเครื่อง Concrete mixing process ก่อนทำการปรับปรุง พบว่ามีลักษณะแกว่งขึ้นลงเป็นช่วงคล้ายฟันปลา ความถี่ในการแกว่งขึ้นลงมีค่าสูง หลังทำการปรับปรุงพบว่า อัตราการขัดข้องลดลงอย่างชัดเจนเป็นเส้นชัน การแกว่งของข้อมูลลักษณะราบเรียบขึ้นและมีค่าความถี่น้อยลง ซึ่งเห็นได้จากลักษณะกราฟฟันปลาที่เรียบและกว้างขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 5.12 แสดงให้เห็นว่า อัตราการขัดข้องของเครื่องจักรมีค่าลดลง และเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องแต่ละครั้ง (MTBF) มียาวนานขึ้น นั่นหมายถึง ประสิทธิภาพเครื่องจักรและค่าสมรรถนะงานบำรุงรักษาสูงขึ้นด้วย

2. การลดลงของอัตราการขัดข้องของเครื่อง Concrete mixing process (Machine Breakdown) ส่งผลต่อการลดลงของอัตราการขัดข้องของโรงงาน (Plant Breakdown) ในทิศทางเดียวกัน เนื่องจาก เครื่องจักร Concrete mixing process เป็นเครื่องจักรหลักในการผลิตและมีอัตราการขัดข้องสูงกว่าเครื่องจักรอื่นในระบบ ซึ่งจากเดิมทางโรงงานเดิมใช้มาตรการเสียแล้ว

ค่อยซ่อม แต่เมื่อกำหนดทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่อง Concrete mixing process จึงทำให้อัตราการขัดข้องลดลงอย่างเห็นได้ชัด

6.2 สรุปผลการศึกษา

สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. เครื่องจักรจำแนกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) กลุ่มที่ 1 กลุ่มเครื่องจักรที่ส่งผลให้สายการผลิตหยุดเมื่อเกิดการขัดข้อง (2) กลุ่มที่ 2 กลุ่มเครื่องจักรที่ส่งผลให้ผลผลิตล่าช้าเมื่อเกิดการขัดข้อง (3) กลุ่มที่ 3 กลุ่มเครื่องจักรที่ไม่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการผลิต

2. จากการวิเคราะห์สมรรถนะของโรงงาน พบว่า (1) ในด้านการจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษาควรได้รับการปรับปรุง คือ การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล (2) ด้านการจัดการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษาควรได้รับการปรับปรุง ได้แก่ การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา และการวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา

3. มาตรการระยะสั้น สำหรับงานบำรุงรักษากลุ่มเครื่องจักรที่มีผลต่อการหยุดของสายการผลิต ได้แก่ (1) จัดตั้งทีมงานแก้ไขเหตุขัดข้องของเครื่องจักรระหว่างการเดินเครื่อง (2) ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเดินเครื่อง (3) จัดตั้งผู้รับผิดชอบแต่ละเครื่องโดยตรง

4. มาตรการระยะยาว สำหรับงานบำรุงรักษากลุ่มเครื่องจักรที่มีผลต่อการหยุดของสายการผลิต ได้แก่ (1) จัดทำแผนและควบคุมการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน (2) ประเมินอายุการใช้งานเครื่องจักรและอะไหล่ (3) สร้างระบบการจัดการพัสดุคงคลัง (4) จัดอบรมพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงและพนักงานเดินเครื่อง

5. ผลการทดลองใช้มาตรการซ่อมบำรุงรักษาของเครื่องจักรตัวอย่าง (Concrete mixing process) พบว่า (1) อัตราการขัดข้อง (Machine Breakdown) ลดลงจากเดิมเท่ากับ 4.17% เหลือ 1.02% ของจำนวนชั่วโมงการผลิตตามแผน (2) อัตราการขัดข้องของกระบวนการผลิต (Production Breakdown) ลดลงจากเดิม 5.2% เป็น 2.7%

6. จากการประเมินสมรรถนะเชิงจิตพิสัยของระบบการซ่อมบำรุงรักษาโดยรวม มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 54.6% เป็น 67.9%

7. ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) เพิ่มขึ้นจากเดิม 69% เป็น 73%

6.3 อุปสรรคและปัญหาของการศึกษา

อุปสรรคและปัญหาของการศึกษามีดังนี้

1. โรงงานตัวอย่างมีเครื่องจักรหลายชนิด และถึงแม้ว่าจะเป็นเครื่องจักรชนิดเดียวกันแต่ก็มีรายละเอียดหน้าที่การทำงานต่างกัน ดังนั้น ก่อนพิจารณาคุณสมบัติของเครื่องจักร ต้องทำความเข้าใจในเรื่องหน้าที่การทำงานและการวิเคราะห์ด้านการทดแทนแต่ละเครื่องอย่างเฉพาะเจาะจง เพื่อให้สามารถระบุคุณสมบัติของเครื่องจักรที่ถูกวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง

2. การดำเนินการตรวจสอบและแก้ไขจุดบกพร่องของเครื่องจักรตัวอย่างต้องใช้เวลานานหลายวัน ดังนั้น ต้องมีการวางแผนล่วงหน้าทั้งการกำหนดสิ่งที่ต้องดำเนินการ ระยะเวลาการดำเนินการ การเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือและอะไหล่ การทดลองเดินเครื่องหลังการดำเนินการ กำหนดให้มีผู้รับผิดชอบ ตลอดจนการประสานงานกับฝ่ายผลิตในการเปลี่ยนแปลงหรือวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกัน เนื่องจากโรงงานทำการผลิตตลอด 24 ชั่วโมงต่อวัน และมีเวลาพักเครื่องจักรเพียง 2 ชั่วโมงต่อวัน ไม่เช่นนั้นจะเกิดผลกระทบต่อปริมาณการผลิตที่วางแผนไว้และกำหนดการส่งมอบสินค้า

6.4 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้มุ่งพิจารณาการลดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรในขอบเขตเฉพาะเครื่องจักรที่ส่งผลต่อการหยุดงานในสายการผลิตเท่านั้น และไม่ได้นำข้อมูลเชิงต้นทุน งบประมาณ และค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับงานบำรุงรักษามาใช้ในการพิจารณา ดังนั้น การเพิ่มเติมข้อมูลในส่วนนี้จะทำให้งานวิจัยมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. การกำหนดมาตรฐานต่างๆ อาจมีความเหมาะสมในครั้งแรกที่นำมาใช้งาน เช่น การกำหนดมาตรฐานการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน หรือทำการยกเครื่อง (Overhaul) ตามระยะเวลาที่กำหนด แต่เมื่อทำเสร็จแล้วปรากฏว่าอายุการใช้งานของเครื่องจักรสั้นลงหรือในทางกลับกันเป็นการเปลี่ยนชิ้นส่วนเร็วเกินไปทั้งที่ยังใช้งานได้อยู่ หรือการการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน หรือการทำการ

ยกเครื่อง (Overhaul) ตามระยะเวลาที่กำหนดดังกล่าวทำให้ชิ้นส่วนอื่นบางตัวมีอายุการใช้งานนานขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการตรวจสอบเป็นระยะ เพื่อนำไปสู่การทบทวน แก้ไขเปลี่ยนแปลงมาตรฐานนั้นๆ ให้เหมาะสมอีกครั้ง

3. การขยายผลการทดลองปรับปรุงสมรรถนะและแก้ไขการขัดข้องกับเครื่องจักรอื่นๆ ในระบบ เพื่อลดอัตราการขัดข้องโดยรวมของโรงงาน ควรมีการเก็บประวัติให้ตรวจสอบถึงแนวโน้มการเสียที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ตลอดจนการจัดทำใบตรวจสอบเพื่อควบคุมให้การทำงานเป็นไปตามแผน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กุสุมา สุนประชา. การพัฒนาระบบการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาสำหรับอุตสาหกรรมปิโตรเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546

ไกรวิทย์ เศรษฐวนิช. บริหารอย่างไรเพิ่มผลกำไรให้องค์กร. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2546

ธาราริน อร่ามเจริญ. การวัดสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543

วงกต วงศ์อภัย. บทความวิชาการการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานโดยการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2543

สุจินต์ ธงถาวรสุวรรณ และคณะ. การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมการผลิต. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, 2548

อรอุมา กอสนาน. คอมพิวเตอร์ช่วยประเมินสมรรถนะระบบการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546

ภาษาอังกฤษ

An-Yuan, C., An attribute approach to measurement of machine-group flexibility. 2009. European Journal of Operational research, 194: 774-786.

Jardine, A.K.S., Operational Research in Maintenance. Manchester University Press, New York, 1970

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

Pun, K.F., and White, A.S., A Performance Measurement Paradigm for integrating

Strategy Formulation: A Review Systems and Frameworks. [Online]. 2005. Available from: http://www.blackwell-synergy.com [March 2005]

Rodrigues, M., and Hatakeyama, K., Analysis of the fall of TPM in companies. [Online]. 2006. Available from: http://www.sciencedirect.com/science [2006, October 20]

Srinivas, K.P., Liliane, P. and Ann. V., An empirical investigation on the relationship between business and maintenance strategies. 2006. Int. J. Production Economics, 104: 214–229.

Sumanth, D.J., Productivity Engineering and Management. McGraw-Hill, Singapore, 1985

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากเป็นการยากที่จะบอกได้ว่าขนาดตัวอย่างจำนวนเท่าใด ที่เพียงพอต่อการศึกษาหรือการวิจัยในแต่ละครั้ง แม้ว่าการเลือกตัวอย่างขนาดใหญ่โดยทั่วๆ ไปจะเป็นตัวแทนประชากรที่คิดว่าการเลือกตัวอย่างขนาดเล็ก แต่การเลือกตัวอย่างขนาดใหญ่จะทำให้มีการสิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายมาก ยกตัวอย่างเช่น ในงานวิจัยบางงานมีการเลือกตัวอย่างจำนวนมาก n = 1000 ทั้งๆ ที่ความเป็นจริงใช้ขนาดตัวอย่างเพียง 500 ตัวอย่างก็เพียงพอแล้ว ดังนั้นนักวิจัยจึงจำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดหรือคำนวณหาขนาดตัวอย่างหรือขนาดตัวอย่างโดยอาศัยหลักการทางสถิติที่ทำให้งานวิจัยนั้นมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หรือมีระดับความเชื่อมั่นมากที่สุด

ในการกำหนดขนาดตัวอย่างนั้นมีความสำคัญกับค่าสถิติที่จะประมาณมาก เพราะซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนเท่าใด จะทำให้การประมาณค่ามีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด หรือมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด โดยในที่นี้จะขอกล่าวถึงการกำหนดขนาดตัวอย่าง ที่สามารถนำไปปรับใช้งานวิจัยได้

1) เมื่อไม่ทราบจำนวนประชากร ทราบเพียงว่ามีจำนวนมาก

$$n = \frac{Z^2 P(1-P)}{e^2}$$

เมื่อ

- n แทนจำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง
- P แทนสัดส่วนของประชากรที่กำหนดจะสุ่ม โดยทั่วไปนิยมกำหนดสัดส่วนประชากรที่คาดว่าจะสุ่มประมาณร้อยละ 50
- Z แทนระดับความมั่นใจที่กำหนดไว้
- Z มีค่าเท่ากับ 1.96 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยความสำคัญ 0.05)
- Z มีค่าเท่ากับ 2.58 ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (ระดับนัยความสำคัญ 0.01)
- e แทนความผิดพลาดสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

2) กรณีทราบจำนวนประชากร และมีจำนวนไม่มาก

$$n = \frac{NZ^2P(1-P)}{Ne^2 + Z^2P(1-P)}$$

เมื่อ

n แทนจำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง

P แทนสัดส่วนของประชากรที่กำหนดจะสุ่ม โดยทั่วไปนิยมกำหนดสัดส่วนประชากรที่คาดว่าจะสุ่มประมาณร้อยละ 50

Z แทนระดับความมั่นใจที่กำหนดไว้

Z มีค่าเท่ากับ 1.96 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยความสำคัญ 0.05)

Z มีค่าเท่ากับ 2.58 ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (ระดับนัยความสำคัญ 0.01)

e แทนความผิดพลาดสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

N แทนจำนวนประชากร

ภาคผนวก ข
ผลการประเมินสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาก่อนปรับปรุง

ตารางที่ ข.1 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 1
ตารางที่ ข.2 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 2
ตารางที่ ข.3 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 3
ตารางที่ ข.4 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 4
ตารางที่ ข.5 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 5
ตารางที่ ข.6 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 6
ตารางที่ ข.7 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 7
ตารางที่ ข.8 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 8
ตารางที่ ข.9 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 9
ตารางที่ ข.10 รายงานแสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม
ตารางที่ ข.11 แสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงวัตถุวิสัย

1. ผลการประเมินสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาก่อนปรับปรุง

1.1 ผลสำรวจเชิงจิตพิสัยจำนวน 9 ชุด ได้แสดงในตารางที่ ข.1 ถึง ข.9 และผลสรุปของระบบงานทั้งหมดได้แสดงไว้ในตาราง ข.10 (รายงานเมื่อวันที่ 23/1/2551)

ตารางที่ ข.1 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 1

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 1		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	11	0.089	61	56.82	5.06
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	13	20.00	1.08
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	26	41.67	1.67
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	31	65.00	5.40
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	16	37.50	1.69
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	30	50.00	1.85
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	25	50.00	1.60
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	25	50.00	2.05
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	30	50.00	3.30
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวย	7	7	0.012	35	50.00	0.60
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	27	55.00	1.10
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	15	50.00	0.85
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	33	70.00	0.98
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	49	55.56	4.94
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	34	58.33	2.92
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	38	66.67	3.20
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	38	46.88	1.22
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	36	62.50	4.13
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	30	50.00	1.50
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	20	8.33	0.33
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	13	20.00	1.22
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	32	54.17	2.22
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						**48.89**

ตารางที่ ข.2 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 2

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 2		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	69	53.85	4.79
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	17	30.00	1.62
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	36	62.50	2.50
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	31	65.00	5.40
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	10	18.75	0.84
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	26	41.67	1.54
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	19	35.00	1.12
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	39	85.00	3.49
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	32	54.17	3.58
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	21	25.00	0.30
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	15	25.00	0.50
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	25	91.67	1.56
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	33	70.00	0.98
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	43	47.22	4.20
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	36	62.50	3.13
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	34	58.33	2.80
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	44	56.25	1.46
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	30	50.00	3.30
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	18	25.00	0.75
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	50	39.58	1.54
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	29	60.00	3.66
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	22	33.33	1.37
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						**50.42**

ตารางที่ ข.3 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 3

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 3		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	83	67.31	5.99
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	23	45.00	2.43
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	30	50.00	2.00
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	31	65.00	5.40
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	24	62.50	2.81
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	34	58.33	2.16
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	35	75.00	2.40
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	39	85.00	3.49
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	26	41.67	2.75
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	23	28.57	0.34
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	21	40.00	0.80
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	15	50.00	0.85
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	6	0.014	38	66.67	5.93
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	2	0.089	2	0.00	0.00
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	44	79.17	3.80
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	4	0.048	28	75.00	1.95
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	6	0.026	32	54.17	3.58
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	32	54.17	1.63
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	10	0.030	30	25.00	0.98
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	5	0.039	19	35.00	2.14
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	2	0.061	10	50.00	2.05
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6		0.041	N/A	N/A	N/A
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						**53.46**

ตารางที่ ข.4 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 4

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 4		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	41	26.92	2.40
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	15	25.00	1.35
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	28	45.83	1.83
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	33	70.00	5.81
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	20	50.00	2.25
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	26	41.67	1.54
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	29	60.00	1.92
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	27	55.00	2.26
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	36	62.50	4.13
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	11	7.14	0.09
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	23	45.00	0.90
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	21	75.00	1.28
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	23	45.00	0.63
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	39	41.67	3.71
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	26	41.67	2.08
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	30	50.00	2.40
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	44	56.25	1.46
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	26	41.67	2.75
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	18	25.00	0.75
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	38	27.08	1.06
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	19	35.00	2.14
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	26	41.67	1.71
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						**44.43**

ตารางที่ ข.5 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 5

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 5		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	69	53.85	4.79
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	31	65.00	3.51
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	36	62.50	2.50
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	37	80.00	6.64
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	28	75.00	3.38
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	38	66.67	2.47
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	31	65.00	2.08
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	35	75.00	3.08
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	34	58.33	3.85
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	39	57.14	0.69
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	29	60.00	1.20
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	19	66.67	1.13
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	41	90.00	1.26
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	53	61.11	5.44
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	32	54.17	2.71
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	36	62.50	3.00
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	38	46.88	1.22
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	30	50.00	3.30
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	30	50.00	1.50
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	56	45.83	1.79
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	25	50.00	3.05
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	30	50.00	2.05
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						**60.62**

ตารางที่ ข.6 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 6

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 6		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	87	71.15	6.33
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	29	60.00	3.24
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	50	91.67	3.67
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	33	70.00	5.81
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	28	75.00	3.38
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	32	54.17	2.00
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	29	60.00	1.92
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	41	90.00	3.69
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	40	70.83	4.68
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	43	64.29	0.77
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	33	70.00	1.40
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	23	83.33	1.42
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	39	85.00	1.19
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	65	77.78	6.92
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	48	87.50	4.38
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	42	75.00	3.60
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	34	40.63	1.06
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	42	75.00	4.95
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	34	58.33	1.75
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	70	60.42	2.36
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	33	70.00	4.27
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	38	66.67	2.73
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						**71.50**

ตารางที่ ข.7 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 7

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 7		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	87	71.15	6.33
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	37	80.00	4.32
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	38	66.67	2.67
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	31	65.00	5.40
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	22	56.25	2.53
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	38	66.67	2.47
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	27	55.00	1.76
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	33	70.00	2.87
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	34	58.33	3.85
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	39	57.14	0.69
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	29	60.00	1.20
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	19	66.67	1.13
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	4	0.014	18	43.75	0.61
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	59	69.44	6.18
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	30	50.00	2.50
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	36	62.50	3.00
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	42	53.13	1.38
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	34	58.33	3.85
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	14	16.67	0.50
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	46	35.42	1.38
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	33	70.00	4.27
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	36	62.50	2.56
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						**61.45**

ตารางที่ ข.8 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 8

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 8		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	63	48.08	4.28
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	29	60.00	3.24
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	5	0.040	25	50.00	2.00
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	25	50.00	4.15
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	22	56.25	2.53
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	28	45.83	1.70
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	21	40.00	1.28
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	33	70.00	2.87
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	30	50.00	3.30
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	47	71.43	0.86
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	29	60.00	1.20
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	19	66.67	1.13
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	25	50.00	0.70
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	51	58.33	5.19
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	32	54.17	2.71
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	38	66.67	3.20
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	36	43.75	1.14
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	30	50.00	3.30
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	30	50.00	1.50
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	48	37.50	1.46
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	19	35.00	2.14
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	20	29.17	1.20
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						**51.07**

ตารางที่ ข.9 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 9

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 9		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	47	32.69	2.91
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	41	90.00	4.86
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	34	58.33	2.33
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	31	65.00	5.40
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	10	18.75	0.84
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	14	16.67	0.62
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	17	30.00	0.96
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	23	45.00	1.85
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	26	41.67	2.75
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	37	53.57	0.64
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	25	50.00	1.00
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	21	75.00	1.28
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	33	70.00	0.98
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	25	22.22	1.98
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	36	62.50	3.13
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	28	45.83	2.20
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	38	46.88	1.22
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	30	50.00	3.30
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	26	41.67	1.25
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	70	60.42	2.36
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	31	65.00	3.97
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	38	66.67	2.73
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						**48.54**

ตารางที่ ข.10 รายงานแสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม จำนวน 9 ชุด

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ค่าเฉลี่ย			S.D.			%CV.		
		คะแนน	%	สัดส่วน % รวม	คะแนน	%	สัดส่วน % รวม	คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา										
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	0.089	67.44	53.54	4.76	16.55	15.79	1.41	24.53	29.49	29.49
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	0.054	26.11	52.78	2.85	9.80	24.51	1.32	37.55	46.44	46.44
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	0.040	33.67	58.80	2.35	7.71	14.94	0.60	22.91	25.41	25.41
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา										
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์										
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	0.083	31.44	66.11	5.49	3.13	7.82	0.65	9.94	11.82	11.82
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	0.045	20.00	50.00	2.25	6.78	21.19	0.95	33.91	42.39	42.39
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ										
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	0.037	29.56	49.07	1.82	7.40	15.42	0.57	25.04	31.42	31.42
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	0.032	25.89	52.22	1.67	5.93	14.81	0.47	22.89	28.37	28.37
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล										
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	0.041	32.78	69.44	2.85	6.51	16.29	0.67	19.88	23.45	23.45
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	0.066	32.00	54.17	3.58	4.58	9.55	0.63	14.32	17.63	17.63
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค										
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	0.012	32.78	46.03	0.55	11.81	21.09	0.25	36.03	45.81	45.81
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	0.020	25.67	51.67	1.03	5.39	13.46	0.27	20.98	26.06	26.06
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา										
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	0.017	19.67	69.44	1.18	3.32	13.82	0.23	16.86	19.90	19.90
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	0.014	30.63	65.47	0.92	7.96	17.63	0.25	26.00	26.92	26.92

ตารางที่ ข.10 รายงานแสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม จำนวน 9 ชุด (ต่อ)

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ค่าเฉลี่ย			S.D.			%CV.		
		คะแนน	%	สัดส่วน % รวม	คะแนน	%	สัดส่วน % รวม	คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา										
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา										
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	0.089	46.89	55.56	4.94	12.09	16.67	1.48	25.78	30.00	30.00
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	0.050	30.67	52.31	2.62	12.33	23.30	1.17	40.20	44.54	44.54
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา										
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	0.048	36.22	62.96	3.02	5.14	10.71	0.51	14.20	17.02	17.02
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	0.026	38.00	51.74	1.35	5.10	10.26	0.27	13.42	19.83	19.83
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา										
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	0.066	32.22	54.63	3.61	4.63	9.65	0.64	14.37	17.66	17.66
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	0.030	25.78	41.20	1.24	7.24	15.09	0.45	28.09	36.62	36.62
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	0.039	47.56	37.73	1.47	16.76	16.75	0.65	35.24	44.38	44.38
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง										
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	0.061	24.56	48.89	2.98	7.33	18.33	1.12	29.86	37.50	37.50
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	0.041	28.00	50.46	2.07	9.43	13.73	0.56	33.69	27.21	27.21
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม				54.59						

1.2 ผลการสำรวจเชิงวัตถุพิสัย ได้แสดงในตารางที่ ข.11

ตารางที่ ข.11 แสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงวัตถุวิสัย

ตัวชี้วัดที่	ตัวชี้วัด	หาได้จาก	การคำนวณ	หน่วย	หน่วย
1	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	Availability x Performance Efficiency x Quality Rate	0.94 x 0.74 x 0.99	0.69	%
2	Mean Time Between Failure (MTBF)	$\frac{\text{เวลาทำงานของเครื่องจักร}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด}}$	N/A	N/A	ชั่วโมง/ครั้ง
3	Mean Down Time (MDT)	$\frac{\text{ผลรวมเวลาหยุดเครื่องทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด}}$	N/A	N/A	ชั่วโมง/ครั้ง
4	Maintenance Work Orders Waiting Parts Ratio	$\frac{\text{จำนวนงานล่าช้าเพราะต้องคอยอะไหล่และเครื่องมือ}}{\text{จำนวนการสั่งงานทั้งหมด}}$	$\frac{2}{288}$	0.01	-
5	Maintenance Personal Turnover Ratio	$\frac{\text{จำนวนพนักงานซ่อมบำรุงรักษาที่ลาออกในระยะเวลา 1 ปี}}{\text{จำนวนพนักงานซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมดในระยะเวลา 1 ปี}}$	$\frac{4}{20}$	0.20	-
6	Training Hours per Employee	$\frac{\text{จำนวนชั่วโมงในการฝึกอบรมทั้งหมด}}{\text{จำนวนพนักงานซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมด}}$	$\frac{8}{20}$	0.40	-
7	Employee Utilization	$\frac{\text{ชั่วโมงแรงงานจริงของพนักงานซ่อมบำรุงรักษา x 100}}{\text{ชั่วโมงแรงงานทั้งหมดของพนักงานซ่อมบำรุงรักษา}}$	$\frac{114785 * 100}{116840}$	98.24	%
8	Loss cause Accident Ratio	$\frac{\text{ชั่วโมงแรงงานที่สูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานซ่อมบำรุงรักษา}}{\text{ชั่วโมงแรงงานการทำงานซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมด}}$	$\frac{1575}{116840}$	0.01	-

ตารางที่ ข.11 แสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงวัตถุวิสัย (ต่อ)

ตัวชี้วัดที่	ตัวชี้วัด	หาได้จาก	การคำนวณ	หน่วย	หน่วย
9	Subcontracted Maintenance Overdue Ratio	จำนวนงานซ่อมบำรุงรักษาที่ใช้ผู้รับเหมาที่ล่าช้า / จำนวนงานซ่อมบำรุงรักษาที่ใช้ผู้รับเหมา	0 / 20	0.00	-
10	Operator Time spent on Self Maintenance Ratio	เวลาที่ Operator ใช้ในการบำรุงรักษา m/c ด้วยตนเอง x 100 / เวลาการทำงานซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมด	0	0.00	%
11	Audit Frequency	จำนวนครั้งของการตรวจสอบ / ช่วงระยะเวลา	12 / 1	12.00	ครั้ง/ปี

ภาคผนวก ค
ผลการประเมินสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาหลังปรับปรุง

ตารางที่ ค.1 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 1
ตารางที่ ค.2 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 2
ตารางที่ ค.3 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 3
ตารางที่ ค.4 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 4
ตารางที่ ค.5 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 5
ตารางที่ ค.6 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 6
ตารางที่ ค.7 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 7
ตารางที่ ค.8 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 8
ตารางที่ ค.9 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 9
ตารางที่ ค.10 รายงานแสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม
ตารางที่ ค.11 แสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงวัตถุวิสัย

1. ผลการประเมินสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาหลังปรับปรุง

1.1 ผลสำรวจเชิงจิตพิสัยจำนวน 9 ชุด ได้แสดงในตารางที่ ค.1 ถึง ค.9 และผลสรุปของระบบงานทั้งหมดได้แสดงไว้ในตาราง ค.10 (รายงานเมื่อวันที่ 15/7/2552)

ตารางที่ ค.1 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 1

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 1		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	11	0.089	81	79.55	7.08
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	19	35.00	1.89
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	32	54.17	2.17
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	35	75.00	6.23
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	22	56.25	2.53
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	30	50.00	1.85
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	31	65.00	2.08
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	29	60.00	2.46
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	38	66.67	4.40
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวย	7	7	0.012	39	57.14	0.69
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	31	65.00	1.30
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	17	58.33	0.99
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	39	85.00	1.19
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	59	69.44	6.18
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	50	91.67	4.58
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	40	70.83	3.40
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	40	50.00	1.30
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	50	91.67	6.05
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	30	50.00	1.50
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	74	64.58	2.52
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	33	70.00	4.27
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	44	79.17	3.25
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						67.90

ตารางที่ ค.2 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 2

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 2		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	12	0.089	82	72.92	6.49
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	29	60.00	3.24
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	40	70.83	2.83
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	37	80.00	6.64
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	20	50.00	2.25
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	26	41.67	1.54
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	23	45.00	1.44
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	41	90.00	3.69
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	40	70.83	4.68
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	33	46.43	0.56
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	31	65.00	1.30
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	25	91.67	1.56
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	35	75.00	1.05
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	61	72.22	6.43
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	54	100.00	5.00
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	36	62.50	3.00
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	40	50.00	1.30
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	44	79.17	5.23
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	30	50.00	1.50
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	78	68.75	2.68
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	37	80.00	4.88
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	40	70.83	2.90
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						70.18

ตารางที่ ค.3 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 3

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 3		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	89	73.08	6.50
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	29	60.00	3.24
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	44	79.17	3.17
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	37	80.00	6.64
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	24	62.50	2.81
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	34	58.33	2.16
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	39	85.00	2.72
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	37	80.00	3.28
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	36	62.50	4.13
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	27	35.71	0.43
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	33	70.00	1.40
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	21	75.00	1.28
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	25	50.00	0.70
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	47	52.78	4.70
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	48	87.50	4.38
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	42	75.00	3.60
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	36	43.75	1.14
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	48	87.50	5.78
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	28	45.83	1.38
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	92	83.33	3.25
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	39	85.00	5.19
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	5	0.041	37	80.00	3.28
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						71.12

ตารางที่ ค.4 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 4

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 4		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	11	0.089	59	54.55	4.85
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	25	50.00	2.70
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	38	66.67	2.67
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	37	80.00	6.64
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	22	56.25	2.53
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	32	54.17	2.00
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	37	80.00	2.56
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	35	75.00	3.08
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	38	66.67	4.40
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	29	39.29	0.47
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	35	75.00	1.50
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	23	83.33	1.42
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	33	70.00	0.98
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	47	52.78	4.70
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	42	75.00	3.75
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	36	62.50	3.00
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	48	62.50	1.63
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	42	75.00	4.95
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	18	25.00	0.75
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	80	70.83	2.76
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	31	65.00	3.97
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	36	62.50	2.56
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						63.86

ตารางที่ ค.5 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 5

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 5		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	81	65.38	5.82
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	37	80.00	4.32
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	38	66.67	2.67
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	43	95.00	7.89
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	28	75.00	3.38
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	36	62.50	2.31
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	37	80.00	2.56
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	41	90.00	3.69
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	38	66.67	4.40
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	37	53.57	0.64
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	35	75.00	1.50
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	25	91.67	1.56
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	39	85.00	1.19
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	51	58.33	5.19
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	44	79.17	3.96
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	36	62.50	3.00
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	38	46.88	1.22
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	42	75.00	4.95
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	30	50.00	1.50
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	80	70.83	2.76
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	35	75.00	4.58
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	40	70.83	2.90
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						71.98

ตารางที่ ค.6 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 6

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 6		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	93	76.92	6.85
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	35	75.00	4.05
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	50	91.67	3.67
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	33	70.00	5.81
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	24	62.50	2.81
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	34	58.33	2.16
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	37	80.00	2.56
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	43	95.00	3.90
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	40	70.83	4.68
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	41	60.71	0.73
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	41	90.00	1.80
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	27	100.00	1.70
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	39	85.00	1.19
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	61	72.22	6.43
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	50	91.67	4.58
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	42	75.00	3.60
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	36	43.75	1.14
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	48	87.50	5.78
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	28	45.83	1.38
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	82	72.92	2.84
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	37	80.00	4.88
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	48	87.50	3.59
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						76.10

ตารางที่ ค.7 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 7

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 7		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	87	71.15	6.33
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	35	75.00	4.05
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	40	70.83	2.83
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	39	85.00	7.06
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	20	50.00	2.25
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	30	50.00	1.85
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	31	65.00	2.08
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	33	70.00	2.87
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	32	54.17	3.58
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	39	57.14	0.69
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	29	60.00	1.20
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	21	75.00	1.28
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	31	65.00	0.91
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	53	61.11	5.44
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	42	75.00	3.75
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	44	79.17	3.80
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	34	40.63	1.06
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	44	79.17	5.23
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	6	0.00	0.00
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	80	70.83	2.76
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	33	70.00	4.27
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	42	75.00	3.08
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						66.34

ตารางที่ ค.8 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 8

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 8		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	75	59.62	5.31
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	33	70.00	3.78
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	5	0.040	35	75.00	3.00
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	33	70.00	5.81
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	22	56.25	2.53
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	30	50.00	1.85
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	29	60.00	1.92
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	37	80.00	3.28
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	32	54.17	3.58
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	47	71.43	0.86
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	37	80.00	1.60
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	19	66.67	1.13
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	29	60.00	0.84
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	53	61.11	5.44
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	42	75.00	3.75
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	42	75.00	3.60
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	42	53.13	1.38
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	42	75.00	4.95
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	30	50.00	1.50
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	72	62.50	2.44
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	29	60.00	3.66
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	30	50.00	2.05
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						64.25

ตารางที่ ค.9 ค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวมของแบบสอบถามชุดที่ 9

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	จำนวนข้อทั้งหมด	จำนวนข้อที่กรอก	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	แบบสอบถามชุดที่ 9		
				คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา						
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	13	13	0.089	61	46.15	4.11
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.054	41	90.00	4.86
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	6	6	0.040	40	70.83	2.83
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา						
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์						
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	5	5	0.083	41	90.00	7.47
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	4	4	0.045	20	50.00	2.25
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ						
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	6	6	0.037	10	8.33	0.31
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	5	5	0.032	21	40.00	1.28
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล						
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	5	5	0.041	27	55.00	2.26
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	6	6	0.066	26	41.67	2.75
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค						
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	7	7	0.012	41	60.71	0.73
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	5	5	0.020	29	60.00	1.20
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา						
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	3	3	0.017	21	75.00	1.28
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	5	5	0.014	35	75.00	1.05
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา						
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	9	9	0.089	37	38.89	3.46
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.050	40	70.83	3.54
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา						
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	6	6	0.048	32	54.17	2.60
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	8	8	0.026	36	43.75	1.14
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา						
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	6	6	0.066	44	79.17	5.23
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	6	6	0.030	20	29.17	0.88
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	12	12	0.039	76	66.67	2.60
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง						
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	5	5	0.061	37	80.00	4.88
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	6	6	0.041	40	70.83	2.90
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม						59.59

ตารางที่ ค.10 รายงานแสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม จำนวน 9 ชุด

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ค่าเฉลี่ย			S.D.			%CV.		
		คะแนน	%	สัดส่วน % รวม	คะแนน	%	สัดส่วน % รวม	คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
1 การจัดการเกี่ยวกับองค์กรซ่อมบำรุงรักษา										
1.1 กลยุทธ์ขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	0.089	78.67	66.59	5.93	11.81	11.13	0.99	15.01	16.71	16.71
1.2 บทบาทขององค์กรซ่อมบำรุงรักษา	0.054	31.44	66.11	3.57	6.69	16.73	0.90	21.28	25.30	25.30
1.3 การจัดการเกี่ยวกับงบประมาณ	0.040	39.67	71.76	2.87	5.15	10.16	0.41	12.98	14.16	14.16
2 การจัดการด้านทรัพยากรซ่อมบำรุงรักษา										
2.1 การจัดการเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์										
2.1.1 สมรรถนะเครื่องจักรอุปกรณ์	0.083	37.22	80.56	6.69	3.38	8.46	0.70	9.09	10.50	10.50
2.1.2 การทดแทนเครื่องจักร	0.045	22.44	57.64	2.59	2.60	8.14	0.37	11.60	14.11	14.11
2.2 การจัดการชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ										
2.2.1 การจัดการคลังชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	0.037	29.11	48.15	1.78	7.75	16.15	0.60	26.63	33.55	33.55
2.2.2 การจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ	0.032	31.67	66.67	2.13	6.48	16.20	0.52	20.47	24.30	24.30
2.3 การจัดการด้านทรัพยากรบุคคล										
2.3.1 การคัดเลือกและบริหารทรัพยากรบุคคล	0.041	35.89	77.22	3.17	5.49	13.72	0.56	15.29	17.76	17.76
2.3.2 การฝึกอบรมและพัฒนาทรัพยากรบุคคล	0.066	35.56	61.57	4.06	4.67	9.72	0.64	13.13	15.79	15.79
2.4 การจัดการสาธารณูปโภค										
2.4.1 พื้นที่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาและสิ่งอำนวยความสะดวก	0.012	37.00	53.57	0.64	6.32	11.29	0.14	17.09	21.08	21.08
2.4.2 ความปลอดภัยและพลังงาน	0.020	33.44	71.11	1.42	3.97	9.93	0.20	11.88	13.96	13.96
2.5 การจัดการเกี่ยวกับผู้รับเหมา										
2.5.1 การบริหารงานที่ต้องใช้ผู้รับเหมา	0.017	22.11	79.63	1.35	3.18	13.25	0.23	14.38	16.64	16.64
2.5.2 การคัดเลือกและประเมินผู้รับเหมา	0.014	33.89	72.22	1.01	4.91	12.28	0.17	14.49	17.00	17.00

ตารางที่ ค.10 รายงานแสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม จำนวน 9 ชุด (ต่อ)

กิจกรรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	ค่าเฉลี่ย			S.D.			%CV.		
		คะแนน	%	สัดส่วน % รวม	คะแนน	%	สัดส่วน % รวม	คะแนน	%	สัดส่วน % รวม
3 การจัดการด้านการดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษา										
3.1 การวางแผนและจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา										
3.1.1 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา	0.089	52.11	59.88	5.33	7.82	10.86	0.97	15.00	18.13	18.13
3.1.2 การจัดลำดับงานซ่อมบำรุงรักษา	0.050	45.78	82.87	4.14	4.84	10.09	0.50	10.58	12.17	12.17
3.2 การจัดการระบบข้อมูลซ่อมบำรุงรักษา										
3.2.1 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา	0.048	38.89	68.52	3.29	4.01	8.36	0.40	10.32	12.20	12.20
3.2.2 การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา	0.026	38.89	48.26	1.25	4.26	6.65	0.17	10.94	13.78	13.78
3.3 การประยุกต์ใช้เทคนิคการซ่อมบำรุงรักษา										
3.3.1 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	0.066	44.89	81.02	5.35	3.02	6.29	0.42	6.72	7.76	7.76
3.3.2 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM)	0.030	24.44	38.43	1.15	8.29	17.28	0.52	33.93	44.96	44.96
3.3.3 การซ่อมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	0.039	79.33	70.14	2.74	5.74	5.98	0.23	7.24	8.53	8.53
3.4 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษาและการปรับปรุง										
3.4.1 การวิเคราะห์งานซ่อมบำรุงรักษา	0.061	34.56	73.89	4.51	3.28	8.21	0.50	9.50	11.11	11.11
3.4.2 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	0.041	39.67	71.85	2.95	5.10	10.86	0.45	12.85	15.11	15.11
% ค่าสรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงจิตพิสัยโดยรวม				67.93						

1.2 **ผลการสำรวจเชิงวัตถุพิสัยหลังปรับปรุง ได้แสดงในตารางที่ ค.11**

ตารางที่ ค.11 แสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงวัตถุวิสัย

ตัวชี้วัดที่	ตัวชี้วัด	หาได้จาก	การคำนวณ	หน่วย	หน่วย
1	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	Availability x Performance Efficiency x Quality Rate	0.97 x 0.76 x 0.99	0.73	%
2	Mean Time Between Failure (MTBF)	$\frac{\text{เวลาทำงานของเครื่องจักร}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด}}$	$\frac{4717}{101}$	46.70	ชั่วโมง/ครั้ง
3	Mean Down Time (MDT)	$\frac{\text{ผลรวมเวลาหยุดเครื่องทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด}}$	$\frac{139.7424}{101}$	1.38	ชั่วโมง/ครั้ง
4	Maintenance Work Orders Waiting Parts Ratio	$\frac{\text{จำนวนงานล่าช้าเพราะต้องคอยอะไหล่และเครื่องมือ}}{\text{จำนวนการสั่งงานทั้งหมด}}$	$\frac{3}{237}$	0.01	-
5	Maintenance Personal Turnover Ratio	$\frac{\text{จำนวนพนักงานซ่อมบำรุงรักษาที่ลาออกในระยะเวลา 1 ปี}}{\text{จำนวนพนักงานซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมดในระยะเวลา 1 ปี}}$	$\frac{2}{22}$	0.09	-
6	Training Hours per Employee	$\frac{\text{จำนวนชั่วโมงในการฝึกอบรมทั้งหมด}}{\text{จำนวนพนักงานซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมด}}$	$\frac{54}{20}$	2.70	-
7	Employee Utilization	$\frac{\text{ชั่วโมงแรงงานจริงของพนักงานซ่อมบำรุงรักษา x 100}}{\text{ชั่วโมงแรงงานทั้งหมดของพนักงานซ่อมบำรุงรักษา}}$	$\frac{103245 \text{ x } 100}{103774}$	99.49	%
8	Loss cause Accident Ratio	$\frac{\text{ชั่วโมงแรงงานที่สูญเสียจากการเกิดอุบัติเหตุของพนักงานซ่อมบำรุงรักษา}}{\text{ชั่วโมงแรงงานการทำงานซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมด}}$	$\frac{1}{103774}$	0.00	-

ตารางที่ ค.11 แสดงการหาค่าสมรรถนะระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงวัตถุวิสัย (ต่อ)

ตัวชี้วัดที่	ตัวชี้วัด	หาได้จาก	การคำนวณ	หน่วย	หน่วย
9	Subcontracted Maintenance Overdue Ratio	จำนวนงานซ่อมบำรุงรักษาที่ใช้ผู้รับเหมาที่ล่าช้า / จำนวนงานซ่อมบำรุงรักษาที่ใช้ผู้รับเหมา	0 / 22	0.00	-
10	Operator Time spent on Self Maintenance Ratio	เวลาที่ Operator ใช้ในการบำรุงรักษา m/c ด้วยตนเอง x 100 / เวลาการทำงานซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมด	N/A	N/A	%
11	Audit Frequency	จำนวนครั้งของการตรวจสอบ / ช่วงระยะเวลา	12 / 1	12.00	ครั้ง/ปี

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างวิธีการกำหนดเกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ ง.1 ตัวอย่างข้อมูลการหยุดการผลิตเนื่องจากการขัดข้องของเครื่องจักร
ตารางที่ ง.2 ตัวอย่างการคำนวณการกำหนดเกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์

ตารางที่ ง.1 ตัวอย่างข้อมูลการหยุดการผลิตเนื่องจากการขัดข้องของเครื่องจักร

February 2008

DATE	Production Plan(Hours.)				Downtime(Min)							Down time(%)				*MACHINE Down*	*Remark*	*Rooot Cause*	*Action*
	Day shift	Night shift	Daily	CUM.	Day shift	ชม.	Night shift	ชม.	Daily	ชม.	cum.	Day shift	Night shift	Daily	cum.(%)				
1	11	10	21	21		-		-	-	-	-	0.00%	0.00%	0.00%					
2	8	9	17	38		-		-	-	-	-	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%				
3	0	0	0	38		-		-	-	-	-				0.00%	Holiday			
4	11	11	22	60	300.00	5.00		-	300.00	5.00	300.00	45.45%	0.00%	22.73%	8.33%	CMP-01=5hr			
5	11	11	22	82		-	360.00	6.00	360.00	6.00	660.00	0.00%	54.55%	27.27%	13.41%	CMP-01=360mins			
6	8	8	16	98		-		-	-	-	660.00	0.00%	0.00%	0.00%	11.22%				
7	8	8	16	114		-		-	-	-	660.00	0.00%	0.00%	0.00%	9.65%				
8	8	8	16	130		-		-	-	-	660.00	0.00%	0.00%	0.00%	8.46%				
9	8	11	19	149		-		-	-	-	660.00	0.00%	0.00%	0.00%	7.38%				
10	0	0	0	149		-		-	-	-	660.00				7.38%	Holiday			
11	11	11	22	171	90.00	1.50		-	90.00	1.50	750.00	13.64%	0.00%	6.82%	7.31%	CMP-01	สลิงปื่อมโกยตัวล่างขาด	ลวดสลิงปื่อมโกยหินทรายขาด/ตามอายุการใช้งาน	เปลี่ยนสลิงตัวใหม่ Ø 218 เมตร x 26 เมตร จำนวน 1 เส้น
12	11	11	22	193	180.00	3.00		-	180.00	3.00	930.00	27.27%	0.00%	13.64%	8.03%	CMP-01			
13	11	11	22	215		-		-	-	-	930.00	0.00%	0.00%	0.00%	7.21%				
14	11	11	22	237	360.00	6.00		-	360.00	6.00	1,290.00	54.55%	0.00%	27.27%	9.07%	CMP-01			
15	11	11	22	259		-		-	-	-	1,290.00	0.00%	0.00%	0.00%	8.30%				
16	11	11	22	281		-		-	-	-	1,290.00	0.00%	0.00%	0.00%	7.65%				
17	8	8	16	297		-		-	-	-	1,290.00	0.00%	0.00%	0.00%	7.24%				
18	8	11	19	316	45.00	0.75	145.00	2.42	190.00	3.17	1,480.00	9.38%	21.97%	16.67%	7.81%	Crane 32 tons+CMP-01			
19	11	11	22	338		-		-	-	-	1,480.00	0.00%	0.00%	0.00%	7.30%				
20	11	11	22	360		-		-	-	-	1,480.00	0.00%	0.00%	0.00%	6.85%				
21	0	0	0	360		-		-	-	-	1,480.00				6.85%	Holiday			
22	11	11	22	382		-		-	-	-	1,480.00	0.00%	0.00%	0.00%	6.46%				
23	11	11	22	404	250.00	4.17		-	250.00	4.17	1,730.00	37.88%	0.00%	18.94%	7.14%	CMP-01			
24	8	8	16	420		-	120.00	2.00	120.00	2.00	1,850.00	0.00%	25.00%	12.50%	7.34%	CMP-01			
25	11	11	22	442		-	60.00	1.00	60.00	1.00	1,910.00	0.00%	9.09%	4.55%	7.20%	CMP-01	Bearing Pulley Sling ตัวล่างแตก	Bearing แตก	ถอด Pulley ออกมาเปลี่ยน Bearing ใหม่ น.6309 ZRSI จำนวน 2 ตลับ
26	11	11	22	464		-		-	-	-	1,910.00	0.00%	0.00%	0.00%	6.86%				
27	11	11	22	486	10.00	0.17		-	10.00	0.17	1,920.00	1.52%	0.00%	0.76%	6.58%	Spreader[Safety Relay]	ON เครื่องไม่ได้ Fault	Reday Emagey Stop PNOZ X3 pilz	เปลี่ยน Relay Emengency Stop
28	11	11	22	508	85.00	1.42		-	85.00	1.42	2,005.00	12.88%	0.00%	6.44%	6.58%	CMP-01[Sling Skip Hoist]		Sling skip Hoist ครบอายุการใช้งาน	เปลี่ยน Sling ใหม่ Ø 16 mm. x 29 m. = 2 เส้น
29	11	11	22	530		-		-	-	-	2,005.00	0.00%	0.00%	0.00%	6.31%				

ตารางที่ ง.2 ตัวอย่างการคำนวณการกำหนดเกณฑ์ระดับคะแนนของค่าพารามิเตอร์

ระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านระยะเวลาคืนสู่สภาพปกติ (S_1)	ความเห็นของวิศวกร						ระดับคะแนนที่กำหนด
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	ค่าเฉลี่ย	
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุดเกิน 8 ชั่วโมง	10	10	10	10	10	10	10
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 4-8 ชั่วโมง	10	9	9	9	10	9.4	9
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 3-4 ชั่วโมง	9	8	8	8	9	8.4	8
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 2-3 ชั่วโมง	8	7	8	7	7	7.4	7
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 1 ชั่วโมง 30 นาที-2 ชั่วโมง	6	6	7	6	6	6.2	6
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 1 ชั่วโมง-1 ชั่วโมง 30 นาที	5	5	6	5	5	5.2	5
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 30 นาที-1 ชั่วโมง	5	4	5	4	4	4.4	4
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 10-30 นาที	3	3	4	3	3	3.2	3
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 1-10 นาที	2	2	2	2	2	2	2
ต้องใช้เวลาซ่อมหลังจากเครื่องหยุด 1 นาที	1	2	2	1	1	1.4	1

ภาคผนวก จ

คู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับเครื่องผสมคอนกรีต (Concrete mixing process)

ตารางที่ จ.1 คู่มือการตรวจเช็ค Mixer
ตารางที่ จ.2 คู่มือการตรวจเช็ค Skip Hoist
ตารางที่ จ.3 คู่มือการตรวจเช็คชุดป้อมโกยหินทราย
ตารางที่ จ.4 คู่มือการตรวจเช็คชุดตาชั่งซีเมนต์
ตารางที่ จ.5 คู่มือการตรวจเช็คชุดตาชั่งน้ำ
ตารางที่ จ.6 คู่มือการตรวจเช็คสกรูลำเลียงซีเมนต์
ตารางที่ จ.7 คู่มือการตรวจเช็คระบบลม
ตารางที่ จ.8 คู่มือการหล่อลื่น
ตารางที่ จ.9 ภาพประกอบคู่มือการตรวจเช็คเชิงป้องกัน

ตารางที่ จ.1 คู่มือการตรวจเช็ค Mixer

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
1	ความสะอาดภายใน ความสะอาดภายนอก และปาก Discharge	ไม่มี Concrete ติด ภายใน Mixer	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 1	ใช้น้ำฉีดล้าง และสกัดไฟฟ้าสกัดเศษคอนกรีตที่ติดอยู่บริเวณผนังภายในของ Mixer	D	PD
2	สภาพของ Wear Plate	ไม่ฉีกขาด	-	เช็คด้วยตาขณะเครื่องทำงาน	D	PD
3	สภาพของใบกวน และแขนใบกวน	การสึกหรอของใบกวน อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน	-	เช็คด้วยตาขณะเครื่องทำงาน	D	PD
4	ระยะของใบกวน	ระยะห่างจากพื้นไม่เกิน 5 มิลลิเมตร	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 2	ปรับตั้งขณะเครื่องจักรหยุดทำงาน	W1	MT

ตารางที่ จ.1 คู่มือการตรวจเช็ค Mixer (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
5	การทำงานของชุด Gear	ขณะทำงานไม่มีเสียงดังผิดปกติ	-	ฟังเสียงขณะเครื่องทำงาน	D	PD
6	อุณหภูมิของห้องเกียร์	ไม่เกิน 60°C	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 3	ใช้เครื่องวัด อุณหภูมิ วัดบริเวณเสื้อเกียร์ ขณะเครื่องทำงาน	W1	MT
7	การรั่วซึมของน้ำมันเกียร์	ไม่มีการรั่วซึมและน้ำมันเกียร์อยู่ในระดับระหว่าง Low-High	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 4	เช็คด้วยตาขณะเครื่องทำงาน และ ดู เกจวัดน้ำมัน	D	PD
8	สภาพการหมุนของ มอเตอร์	ไม่มีเสียงดังผิดปกติ	-	ฟังเสียงขณะเครื่องทำงาน	D	PD

ตารางที่ จ.1 คู่มือการตรวจเช็ค Mixer (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
9	อุณหภูมิของมอเตอร์	ไม่เกิน 70°C	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 5	ใช้เครื่องวัด อุณหภูมิ วัดบริเวณเสื้อ Stator ขณะเครื่องทำงาน	W1	MT
10	การทำงานของ Discharge 1 และ 2	ปิด-เปิด ได้คล่อง ไม่ติดขัด	-	เช็คด้วยตาขณะเครื่องทำงาน	D	PD
11	อุปกรณ์ระบบ Hydraulic	ไม่มีน้ำมันรั่วซึมออกมา	-	เช็คด้วยตาขณะเครื่องทำงาน	D	PD
12	การทำงานของ Safety Switch	เมื่อเปิดฝา Mixer ต้องไม่สามารถ Start เครื่องได้	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 6	เช็คการทำงาน ทดลองเปิดฝา Mixer เมื่อเปิดแล้ว Safety Switch ต้องป้องกันไม่ให้สามารถ Start เครื่องได้ (ก่อนการตรวจเช็คต้องแน่ใจว่าไม่มีอะไรอยู่ภายใน Mixer)	D	PD

ตารางที่ จ.1 คู่มือการตรวจเช็ค Mixer (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
13	ชุดเกียร์ของ Mixer	Overhaul	-	Overhaul	Y2	MT

หมายเหตุ

1. ความถี่ เช่น D=ทุกวัน, W1=ทุกสัปดาห์, W2=ทุก 2 สัปดาห์, M1=ทุกเดือน, M3=ทุก 3 เดือน, M6=ทุก 6 เดือน, Y1=ทุกปี, Y2=ทุก 2 ปี
2. ผู้รับผิดชอบ ได้แก่ MT=ฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance Division), PD= ฝ่ายผลิต (Production Division)

ตารางที่ จ.2 คู่มือการตรวจเช็ค Skip Hoist

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
1	สภาพของกะบะหินทราย	ไม่ฉีกขาด	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 7	เช็คด้วยตา	W2	PD
2	สภาพของรางวิ่ง	ไม่มีรอยฉีกขาดของแนวเชื่อม	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 8	เช็คด้วยตา	W2	PD
3	สภาพของสลิง	ไม่มีการขาดของเส้นลวดเกิน 3 เส้น	-	เช็คด้วยตา	W2	PD

ตารางที่ จ.2 คู่มือการตรวจเช็ค Skip Hoist (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
4	วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของสลิง	เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มม. (ขนาดมาตรฐาน 16 มม.)	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 9	ใช้เวอเนียร์วัด	W2	MT
5	สภาพของล้อทั้งหมด	ไม่สึกหรอ, Bearing ไม่แตก	-	เช็คด้วยตา	W2	PD
6	สภาพของรอกสลิง	ไม่สึกหรอ, Bearing ไม่แตก	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 10	เช็คด้วยตา	W2	PD

ตารางที่ จ.2 คู่มือการตรวจเช็ค Skip Hoist (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
7	ชุดยึดสลิง	Bolt ไม่คลายตัว	-	ใช้ประแจขันแน่น	M1	PD
8	สภาพการหมุนของ Motor	ไม่มีเสียงดังผิดปกติ	-	ฟังเสียง	D	PD
9	สภาพของเบรค	ไม่มีเศษผง, ระยะห่างของจานเบรคไม่เกิน 1.3 มม.	-	ใช้ลมเป่า, ใช้ ฟิลเลอร์เกจวัด	M1	MT
		ความหนาของผ้าเบรค ไม่น้อยกว่า 3 มม.	-	ใช้เวอเนียร์วัด	M1	MT
10	อุณหภูมิของมอเตอร์	ไม่เกิน 70°C	-	ใช้เครื่องวัด อุณหภูมิ วัดบริเวณเสื้อ Stator ขณะเครื่องทำงาน	W1	MT
11	การสั่งงานของ Limit Switch	สั่งงานได้ตามหน้าที่ของ Limit Switch แต่ละตัว	-	ทดสอบการทำงาน	W1	MT

ตารางที่ จ.2 คู่มือการตรวจเช็ค Skip Hoist (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
12	การทำงานของ Safety Switch ประตู	เมื่อเปิดประตู ต้องไม่สามารถ Start เครื่องได้	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 11	เช็คการทำงาน(ก่อนการตรวจเช็คต้องแน่ใจว่าไม่มีอะไรอยู่ภายในประตู)	D	PD
13	สภาพของ Load Cell	ไม่มีการคลายตัวของ Bolt	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 12	ใช้ประแจขันแน่น	W2	PD

ตารางที่ จ.2 คู่มือการตรวจเช็ค Skip Hoist (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
14	ยางกันกระแทกของกระบะตาชั่ง	ไม่หลวมคลอน, ไม่ฉีกขาด	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 13	เช็คด้วยตา, ขันแน่น	W2	PD
15	สภาพปาก Hopper หิน-ทราย	ไม่ฉีกขาด	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 14	เช็คด้วยตา	W2	PD

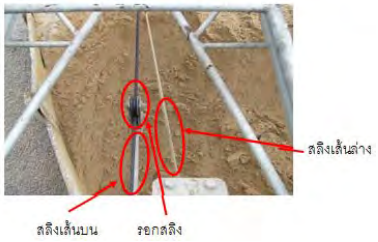
หมายเหตุ

1. ความถี่ เช่น D=ทุกวัน, W1=ทุกสัปดาห์, W2=ทุก 2 สัปดาห์, M1=ทุกเดือน, M3=ทุก 3 เดือน, M6=ทุก 6 เดือน, Y1=ทุกปี, Y2=ทุก 2 ปี
2. ผู้รับผิดชอบ ได้แก่ MT=ฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance Division), PD= ฝ่ายผลิต (Production Division)

ตารางที่ จ.3 คู่มือการตรวจเช็คชุดป้อมโกยหินทราย

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
1	สภาพโครงสร้างของ Boom	ไม่บิดงอ, ไม่ฉีกขาด	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 15	เช็คด้วยตา	W1	PD
2	สภาพของรอกสลิงต่างๆ	ไม่สึกหรอ, Bearing ไม่แตก		เช็คด้วยตา	W1	PD
3	สภาพของกระบะโกย	ไม่ฉีกขาด	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 16	เช็คด้วยตา	W1	PD

ตารางที่ จ.3 คู่มือการตรวจเช็คชุดป้อมโกยหินทราย (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
4	สภาพของสลิงเส้นบน	ไม่มีการขาดของเส้นลวดเกิน 3 เส้น	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 17	เช็คด้วยตา	D	PD
5	สภาพของสลิงเส้นล่าง	ไม่มีการขาดของเส้นลวดเกิน 3 เส้น	 ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 17	เช็คด้วยตา	D	PD
6	สภาพของสลิงหลัง Boom	ไม่มีการขาดของเส้นลวดเกิน 3 เส้น	-	เช็คด้วยตา	W1	PD

ตารางที่ จ.3 คู่มือการตรวจเช็คชุดป้อมโกยหินทราย (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
7	สภาพการหมุนของ Motor Winch สลิงเส้นบน	ไม่มีเสียงดังผิดปกติ	-	ฟังเสียง	D	PD
8	สภาพของเบรค Motor Winch สลิงเส้นบน	ไม่มีเศษผง, ระยะห่างของจานเบรคไม่เกิน 1.3 มม.	-	ใช้ลมเป่า, ใช้ ฟิลเลอร์เกจวัด	M1	MT
		ความหนาของผ้าเบรค ไม่น้อยกว่า 3 มม.	-	ใช้เวอเนียร์วัด	M1	MT
9	อุณหภูมิของ Motor Winch สลิงเส้นบน	ไม่เกิน 70°C	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 18	ใช้เครื่องวัด อุณหภูมิ วัดบริเวณเสื้อ Stator ขณะเครื่องทำงาน	W1	MT
10	สภาพการหมุนของ Motor Winch สลิงเส้นล่าง	ไม่มีเสียงดังผิดปกติ	-	ฟังเสียง	D	PD

ตารางที่ จ.3 คู่มือการตรวจเช็คชุดป้อมโกยหินทราย (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
11	สภาพของเบรค Motor Winch สลิงเส้นล่าง	ไม่มีเศษผง, ระยะห่างของจานเบรคไม่เกิน 1.3 มม.	-	ใช้ลมเป่า, ใช้ ฟิลเลอร์เกจวัด	M1	MT
		ความหนาของผ้าเบรค ไม่น้อยกว่า 3 มม.	-	ใช้เวอเนียร์วัด	M1	MT
12	อุณหภูมิของ Motor Winch สลิงเส้นล่าง	ไม่เกิน 70°C	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 19	ใช้เครื่องวัด อุณหภูมิ วัดบริเวณเสื้อ Stator ขณะเครื่องทำงาน	W1	MT
13	สภาพการหมุนของ Motor คอสวิง	ไม่มีเสียงดังผิดปกติ	-	ฟังเสียง	D	PD

ตารางที่ จ.3 คู่มือการตรวจเช็คชุดป้อมโกยหินทราย (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
14	สภาพของเบรค Motor คอสวิง	ไม่มีเศษผง, ระยะห่างของจานเบรคไม่เกิน 1.3 มม.	-	ใช้ลมเป่า, ใช้ ฟิลเลอร์เกจวัด	M1	MT
		ความหนาของผ้าเบรค ไม่น้อยกว่า 3 มม.	-	ใช้เวอเนียร์วัด	M1	MT
15	อุณหภูมิของ Motor คอสวิง	ไม่เกิน 70°C	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 20	ใช้เครื่องวัด อุณหภูมิ วัดบริเวณเสื้อ Stator ขณะเครื่องทำงาน	W1	MT
16	สภาพของโซ่	ไม่สึกหรอ	-	เช็คด้วยตา	W2	PD

ตารางที่ จ.3 คู่มือการตรวจเช็คชุดป้อมโกยหินทราย (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
17	ฐานเครื่อง	ไม่หลวมคลอน	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 21	ใช้ประแจขันแน่น	W2	PD

หมายเหตุ

1. ความถี่ เช่น D=ทุกวัน, W1=ทุกสัปดาห์, W2=ทุก 2 สัปดาห์, M1=ทุกเดือน, M3=ทุก 3 เดือน, M6=ทุก 6 เดือน, Y1=ทุกปี, Y2=ทุก 2 ปี
2. ผู้รับผิดชอบ ได้แก่ MT=ฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance Division), PD= ฝ่ายผลิต (Production Division)

ตารางที่ จ.4 คู่มือการตรวจเช็คชุดตาชั่งซีเมนต์

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
1	ความสะอาดของตาชั่งซีเมนต์	ไม่มีซีเมนต์ตกค้างในกระบะตาชั่ง	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 22	ใช้ค้อนยางเคาะ	D	PD
2	สภาพของ Load Cell	สะอาด, ไม่หลวมคลอน		ทำความสะอาด, ใช้ประแจขันแน่น	W2	PD
3	สภาพของ Butterfly Valve	เปิดได้คล่อง, ปิดได้สนิท	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 23	ทดสอบการทำงาน, ทดสอบการรั่วโดยเติม Fla ash	W1	PD
				ปิด Valve ไว้ดูน้ำหนักลดลงหรือไม่	W1	PD

ตารางที่ จ.4 คู่มือการตรวจเช็คชุดตาชั่งซีเมนต์ (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
4	สภาพของท่อยาง	ท่อยางต้องไม่ตึง, ไม่ฉีกขาด	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 24	เช็คด้วยตา	D	PD
5	สภาพของ Vibrator	ฐานยึดแน่น	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 25	ใช้ประแจขันแน่น	W1	PD

หมายเหตุ

1. ความถี่ เช่น D=ทุกวัน, W1=ทุกสัปดาห์, W2=ทุก 2 สัปดาห์, M1=ทุกเดือน, M3=ทุก 3 เดือน, M6=ทุก 6 เดือน, Y1=ทุกปี, Y2=ทุก 2 ปี
2. ผู้รับผิดชอบ ได้แก่ MT=ฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance Division), PD= ฝ่ายผลิต (Production Division)

ตารางที่ จ.5 คู่มือการตรวจเช็คชุดตาชั่งน้ำ

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
1	สภาพของตาชั่งน้ำ	ไม่รั่ว	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 26	เช็คด้วยตา	D	PD
2	สภาพของ Load Cell	สะอาด, ไม่หลวมคลอน	-	ทำความสะอาด, ใช้ประแจขันแน่น	W2	PD
3	สภาพของ Butterfly Valve	เปิดได้คล่อง, ปิดได้สนิท	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 27	ทดสอบการทำงาน, ทดสอบการรั่วโดยเติมน้ำ	W1	PD
				ปิด Valve ไว้ดูน้ำหนักลดลงหรือไม่	W1	PD

ตารางที่ จ.5 คู่มือการตรวจเช็คชุดตาชั่งน้ำ (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
4	สภาพของท่อยาง	ท่อยางต้องไม่ตึง, ไม่ฉีกขาด	-	เช็คด้วยตา	D	PD

หมายเหตุ

1. ความถี่ เช่น D=ทุกวัน, W1=ทุกสัปดาห์, W2=ทุก 2 สัปดาห์, M1=ทุกเดือน, M3=ทุก 3 เดือน, M6=ทุก 6 เดือน, Y1=ทุกปี, Y2=ทุก 2 ปี
2. ผู้รับผิดชอบ ได้แก่ MT=ฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance Division), PD= ฝ่ายผลิต (Production Division)

ตารางที่ จ.6 คู่มือการตรวจเช็คสกรูลำเลียงซีเมนต์

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
1	สภาพการหมุนของสกรู	ไม่ติดขัด, ไม่มีเสียงดังผิดปกติ	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 28	เช็คด้วยตา, ฟังเสียง	D	PD
2	อุณหภูมิของมอเตอร์	ไม่เกิน 70°C	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 29	ใช้เครื่องวัด อุณหภูมิ วัดบริเวณเสื้อ Stator ขณะเครื่องทำงาน	W1	MT

หมายเหตุ

1. ความถี่ เช่น D=ทุกวัน, W1=ทุกสัปดาห์, W2=ทุก 2 สัปดาห์, M1=ทุกเดือน, M3=ทุก 3 เดือน, M6=ทุก 6 เดือน, Y1=ทุกปี, Y2=ทุก 2 ปี
2. ผู้รับผิดชอบ ได้แก่ MT=ฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance Division), PD= ฝ่ายผลิต (Production Division)

ตารางที่ จ.7 คู่มือการตรวจเช็คระบบลม

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
1	สภาพของปั๊มลม	ไม่มีเสียงดังผิดปกติ	-	ฟังเสียง	D	PD
		ปั๊มลมหยุดทำงานที่ ความดัน 8 บาร์	-	ปรับค่าความดัน	W1	PD
		เดรนน้ำออกจากถังลม	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 30	เปิด Valve บริเวณใต้ถังนาน 5 วินาที	D	PD
2	ชุดดักน้ำ	เดรนน้ำออก	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 31	เปิด Valve เดรน 2 วินาที	D	PD

ตารางที่ จ.7 คู่มือการตรวจเช็คระบบลม (ต่อ)

ลำดับที่	รายการ	มาตรฐานการตรวจเช็ค	รูปประกอบ	วิธีการตรวจเช็ค	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
3	ข้อต่อและท่อลมต่างๆ	ไม่รั่ว	ดูภาพขยายใน ตารางที่ จ.9 ภาพที่ 32	เช็คด้วยตา, ฟังเสียง	D	PD

หมายเหตุ

1. ความถี่ เช่น D=ทุกวัน, W1=ทุกสัปดาห์, W2=ทุก 2 สัปดาห์, M1=ทุกเดือน, M3=ทุก 3 เดือน, M6=ทุก 6 เดือน, Y1=ทุกปี, Y2=ทุก 2 ปี
2. ผู้รับผิดชอบ ได้แก่ MT=ฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance Division), PD= ฝ่ายผลิต (Production Division)

ตารางที่ จ.8 คู่มือการหล่อลื่น

ลำดับ	จุดหล่อลื่น	รหัส	บริเวณ	มาตรฐานการหล่อลื่น	ชนิดสารหล่อลื่น	ความถี่
1		BP-G01	คอสวิง เครื่อง โกยหิน-ทราย	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 2 stock	NLGI 2 (EP)	W1
2		BP-G02	บริเวณใต้ เครื่อง โกยหิน-ทราย	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 3 stock	NLGI 2 (EP)	W1
3		BP-G03	บริเวณใต้ Mixer	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 10 stock	NLGI 2 (EP)	W1

ตารางที่ จ.8 มาตรฐานการหล่อลื่น (ต่อ)

ลำดับ	จุดหล่อลื่น	รหัส	บริเวณ	มาตรฐานการหล่อลื่น	ชนิดสารหล่อลื่น	ความถี่
4		BP-G04	Bearing Motor Mixer (หลัง)	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 4 stock	NLGI 2 (EP)	M1
5		BP-G05	Bearing Motor Mixer (หน้า)	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 4 stock	NLGI 2 (EP)	M1
6		BP-G06	Universal joint	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 2 stock	NLGI 2 (EP)	M1

ตารางที่ จ.8 มาตรฐานการหล่อลื่น (ต่อ)

ลำดับ	จุดหล่อลื่น	รหัส	บริเวณ	มาตรฐานการหล่อลื่น	ชนิดสารหล่อลื่น	ความถี่
7		BP-G07	ชุดแขนใบกวน	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 20 stock	NLGI 2 (EP)	D
8		BP-G08	ชุดเพลาเทอร์โบ	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 20 stock	NLGI 2 (EP)	D
9		BP-G09	Butterfly Valve Cement	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 2 stock	NLGI 2 (EP)	W1

ตารางที่ จ.8 มาตรฐานการหล่อลื่น (ต่อ)

ลำดับ	จุดหล่อลื่น	รหัส	บริเวณ	มาตรฐานการหล่อลื่น	ชนิดสารหล่อลื่น	ความถี่
10		BP-G10	ปาก Hopper 1	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 2 stock	NLGI 2 (EP)	W1
11		BP-G11	ปาก Hopper 2	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 2 stock	NLGI 2 (EP)	W1
12		BP-G12	ปาก Hopper 3	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 2 stock	NLGI 2 (EP)	W1

ตารางที่ จ.8 มาตรฐานการหล่อลื่น (ต่อ)

ลำดับ	จุดหล่อลื่น	รหัส	บริเวณ	มาตรฐานการหล่อลื่น	ชนิดสารหล่อลื่น	ความถี่
13		BP-G13	ปาก Hopper 4	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 2 stock	NLGI 2 (EP)	W1
14		BP-G14	ปาก Hopper 5	ใช้กระบอกอัดจารบี จำนวน 2 stock	NLGI 2 (EP)	W1
15		BP-L01	มอเตอร์เกียร์ เครื่องโกย (สลิงเส้นบน)	เปลี่ยนถ่ายน้ำมัน จำนวน 10 ลิตร	น้ำมันเกียร์ อุตสาหกรรม ISO VG 220	M6

ตารางที่ จ.8 มาตรฐานการหล่อลื่น (ต่อ)

ลำดับ	จุดหล่อลื่น	รหัส	บริเวณ	มาตรฐานการหล่อลื่น	ชนิดสารหล่อลื่น	ความถี่
16		BP-L02	มอเตอร์เกียร์ เครื่องโกย (สลิงเส้นล่าง)	เปลี่ยนถ่ายน้ำมัน จำนวน 30 ลิตร	น้ำมันเกียร์ อุตสาหกรรม ISO VG 220	M6
17		BP-L03	มอเตอร์เกียร์ เครื่องโกย (นอกบูม)	เปลี่ยนถ่ายน้ำมัน จำนวน 3 ลิตร	น้ำมันเกียร์ อุตสาหกรรม ISO VG 220	Y1
18		BP-L04	มอเตอร์เกียร์ เครื่องโกย (สวิง)	เปลี่ยนถ่ายน้ำมัน จำนวน 2 ลิตร	น้ำมันเกียร์ อุตสาหกรรม ISO VG 220	Y1

ตารางที่ จ.8 มาตรฐานการหล่อลื่น (ต่อ)

ลำดับ	จุดหล่อลื่น	รหัส	บริเวณ	มาตรฐานการหล่อลื่น	ชนิดสารหล่อลื่น	ความถี่
19		BP-L05	มอเตอร์เกียร์สกรู ลำเลียง ซีเมนต์ 1	เปลี่ยนถ่ายน้ำมัน จำนวน 5 ลิตร	น้ำมันเกียร์ อุตสาหกรรม ISO VG 220	Y1
20		BP-L06	มอเตอร์เกียร์สกรู ลำเลียง ซีเมนต์ 2	เปลี่ยนถ่ายน้ำมัน จำนวน 5 ลิตร	น้ำมันเกียร์ อุตสาหกรรม ISO VG 220	Y1
21		BP-L07	มอเตอร์เกียร์สกรู ลำเลียง ซีเมนต์ 3	เปลี่ยนถ่ายน้ำมัน จำนวน 5 ลิตร	น้ำมันเกียร์ อุตสาหกรรม ISO VG 220	Y1

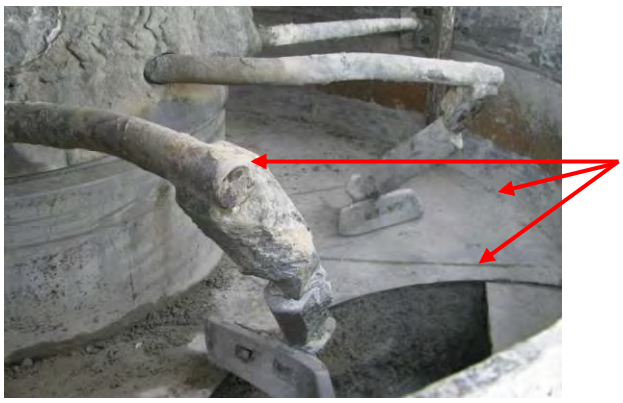
ตารางที่ จ.8 มาตรฐานการหล่อลื่น (ต่อ)

ลำดับ	จุดหล่อลื่น	รหัส	บริเวณ	มาตรฐานการหล่อลื่น	ชนิดสารหล่อลื่น	ความถี่
22		BP-L08	มอเตอร์เกียร์สกรูลำเลียง ซีเมนต์ 4	เปลี่ยนถ่ายน้ำมัน จำนวน 5 ลิตร	น้ำมันเกียร์อุตสาหกรรม ISO VG 220	Y1
23		BP-L09	มอเตอร์เกียร์ Skip Hoist	เปลี่ยนถ่ายน้ำมัน จำนวน 60 ลิตร	น้ำมันเกียร์อุตสาหกรรม ISO VG 220	M3
24		BP-L10	มอเตอร์เกียร์ Mixer	เปลี่ยนถ่ายน้ำมัน จำนวน 80 ลิตร	น้ำมันเกียร์ ยานยนต์ SAE 140	M3

หมายเหตุ

1. ความถี่ เช่น D=ทุกวัน, W1=ทุกสัปดาห์, W2=ทุก 2 สัปดาห์, M1=ทุกเดือน, M3=ทุก 3 เดือน, M6=ทุก 6 เดือน, Y1=ทุกปี, Y2=ทุก 2 ปี
2. ผู้รับผิดชอบ ได้แก่ MT=ฝ่ายซ่อมบำรุง (Maintenance Division)

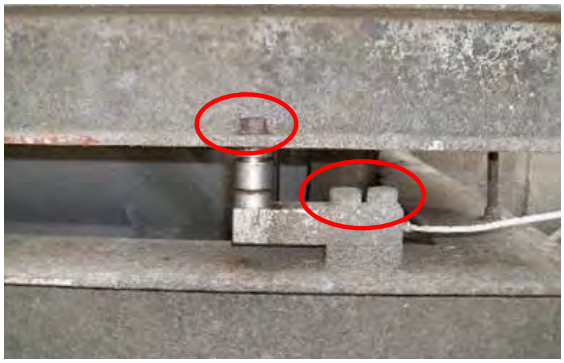
ตารางที่ จ.9 ภาพประกอบคู่มือการตรวจเช็ค

ภาพที่	รูปประกอบ
1	
2	
3	
4	

ตารางที่ จ.9 ภาพประกอบคู่มือการตรวจเช็ค (ต่อ)

ภาพที่	รูปประกอบ
5	
6	
7	
8	

ตารางที่ จ.9 ภาพประกอบคู่มือการตรวจเช็ค (ต่อ)

ภาพที่	รูปประกอบ
9	
10	
11	
12	

ตารางที่ จ.9 ภาพประกอบคู่มือการตรวจเช็ค (ต่อ)

ภาพที่	รูปประกอบ
13	
14	
15	
16	

ตารางที่ จ.9 ภาพประกอบคู่มือการตรวจเช็ค (ต่อ)

ภาพที่	รูปประกอบ
17	
18	
19	
20	

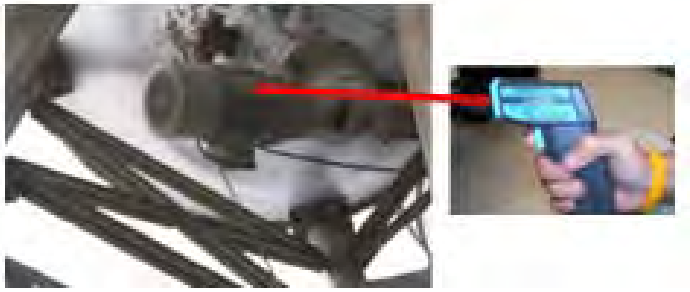
ตารางที่ จ.9 ภาพประกอบคู่มือการตรวจเช็ค (ต่อ)

ภาพที่	รูปประกอบ
21	
22	
23	
24	

ตารางที่ จ.9 ภาพประกอบคู่มือการตรวจเช็ค (ต่อ)

ภาพที่	รูปประกอบ
25	
26	
27	
28	

ตารางที่ จ.9 ภาพประกอบคู่มือการตรวจเช็ค (ต่อ)

ภาพที่	รูปประกอบ
29	
30	
31	
32	

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกฤษณี พาณิชย์วรชัยกุล สำเร็จการศึกษาปริญญาอุตสาหกรรมศาตรบัณฑิต ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เมื่อปี พ.ศ. 2547 และได้เข้ารับการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2549