การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรของโรงโม่หิน

นายพนิต ผาสุก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MAINTENANCE PLANNING FOR STONE CRUSHING PLANT

Mr. Panit Pasuk

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

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 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรของโรงโม่หิน
โดย	นายพนิต ผาสุก
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. อริศรา เจียมสงวนวงศ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พนิต ผาสุก : การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรของโรงโม่หิน (MAINTENANCE PLANNING FOR STONE CRUSHING PLANT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช, 168 หน้า.

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรของโรงโม่หิน โดยขั้นตอนในการผลิตหินนั้นประกอบไปด้วย 3 กระบวนการด้วยกันคือ 1) กระบวนการบรรจุแร่หิน มีเครื่องจักรในกระบวนการได้แก่ รถขุดไฮดรอลิก 2) กระบวนการขนส่งแร่หิน มีเครื่องจักรในกระบวนการได้แก่ รถบรรทุกสิบล้อ และ 3) กระบวนการโม่หิน ซึ่งมีเครื่องจักรในกระบวนการได้แก่เครื่องโม่ต่างๆ โดยที่มีเครื่องจักรที่สำคัญในกระบวนการได้แก่ ปากโคน (Cone Crusher) จากการค้นหาปัญหาพบว่า การผลิตหินต่ำกว่าเป้าหมายมาก ซึ่งเกิดจากเครื่องจักรในทั้ง 3 กระบวนการนั้นส่วนใหญ่อยู่ในสภาพชำรุดทรุดโทรมและมีปัญหาการขัดข้องที่รุนแรงเกินกว่าที่จะใช้การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพียงอย่างเดียวมาจัดการหรือประยุกต์ใช้ โดยในกระบวนการบรรจุแร่หินและขนส่งแร่หินนั้นพบว่า มีค่าความสามารถของกระบวนการ (Cpk) ของการผลิตหินเพียง 0.15 และมีค่าความพร้อมใช้งานของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อต่ำสุดอยู่ที่ 69.67% และ 44.06 % ตามลำดับ ในส่วนของกระบวนการโม่หินนั้นพบว่าค่าความพร้อมใช้งานของปากโคน อยู่ที่ 30.45% เมื่อวิเคราะห์หารากสาเหตุของการขัดข้องพบว่าเกิดจาก 1) เครื่องจักรอยู่ในสภาพชำรุดทรุดโทรม ขาดการจัดการให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน 2)ไม่มีแผนบำรุงรักษา 3) การใช้งานและการบำรุงรักษาไม่ถูกต้อง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้สนใจที่จะทำการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยประยุกต์ใช้วงจรเดมมิ่งเป็นตัวขับเคลื่อนให้ทุกคนมีส่วนร่วม โดยแบ่งวงจรเดมมิ่งเป็น 3 วงจร วงจรที่ 1 เป็นการประเมินสภาพเครื่องจักร และทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพสมบูรณ์ วงจรที่ 2 เป็นการสร้างแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันและแผนบำรุงรักษาด้วยตนเอง วงจรที่ 3 เป็นการสร้างแผนพัฒนาบุคลากรผู้เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักร การประเมินผลหลังจากการปรับปรุงพบว่า การขัดข้องของรถขุดไฮดรอลิกและ รถบรรทุกสิบล้อน้อยลงโดยค่าความพร้อมใช้งานต่ำสุดเพิ่มขึ้นเป็น 85.62 % และ 85.34% ตามลำดับ ในส่วนการขัดข้องของปากโคน มีค่าความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นเป็น 90.56% และค่าความสามารถของกระบวนการผลิตหินเพิ่มขึ้นเป็น 0.56 และได้คู่มือการใช้งานเครื่องจักรรวมถึงการบำรุงรักษา สำหรับรถขุดไฮดรอลิก และรถบรรทุกสิบล้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2560

5770241421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS:

PANIT PASUK: MAINTENANCE PLANNING FOR STONE CRUSHING PLANT. ADVISOR: ASSOC. PROF. JITTRA RUKIJKANPANICH, D.Eng., 168 pp.

The research of maintenance planning for stone crushing plant was done. The stone production process consist of three processes, 1) Stone Contain 2) Stone transport and 3) Stone crushing. The important machine for stone contain were excavator for transportation were Ten-Wheels Trucks , and for crushing were crusher. From problem finding indicated production because of 1) Most of the machines in the three processes were not good in condition. 2) there are more severe failures than just preventive maintenance to use or apply. In the contain stone process and the stone transportation process had capability value (Cpk) of stone production was 0.11 and the lowest availability of hydraulic excavator and ten – wheel truck were 69.67% and 44.06 %, respectively. AS for the stone crushing process, the availability of Cone Crusher was 30.45 %. The root causes of the low quantities of production were analyze 1) Machine damage 2) Lack of plan Maintenance3) Improper use and maintenance for machines. Therefore, this research was interested in planning for maintenance by using the Deming cycle as a driver tool. There are three Deming cycles, the first involves improvement of machine performance and investment evaluation. The second involved establishing for preventive maintenance including autonomous maintenance. The third is for human resource development on maintenance works. After improvement that can founded the hydraulic excavator and ten-wheel truck failure was less and The lowest availability was 85.62% and 85.34%, respectively. The availability of the excavator was increased to 90.56% and the Cpk of the stone production process was increased to 0.56. and there are two work instruction and operation for maintenance of the machines, one for hydraulic excavator and one for ten-wheel truck manual.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

การที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ในการออกแบบและวางแผนงานการบำรุงรักษาของโรงโม่หิน มาเป็นด้วยดีตลอด รวมทั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และผู้ชำนาญงานวิจัยภายในโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งทุกท่านได้ให้ความรู้และให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูป ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 3

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 11

1.4 ขอบเขตการศึกษาของงานวิจัย 11

1.5 ตัวชี้วัดความสำเร็จของงานวิจัย 11

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 11

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 13

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

2.2 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา 15

2.3 ประเภทของการบำรุงรักษา 17

2.4 การวางแผนการบำรุงรักษา 19

2.5 การเปรียบเทียบแผนงานบำรุงรักษา 21

2.6 การวัดผลการบำรุงรักษา 22

2.7 การวิเคราะห์โดยใช้ Why-Why Analysis 25

2.8 วงจรเดมมิ่ง (PDCA) 27

2.9 การวิเคราะห์ขีดความสามารถของกระบวนการ 29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 30
3.1 การเก็บข้อมูลเชิงสถิติ 31
3.2 การสร้างทีมงาน.....33
3.3 การสร้างองค์ความรู้.....33
3.4 การวิเคราะห์ปัญหา 34
3.5 การวางแผนในระดับต่างๆ.....35
3.6 การประเมินผลการดำเนินงานและการปรับปรุงแก้ไข.....35
บทที่ 4 ข้อมูลโรงงานกรณีศึกษาและการวิเคราะห์ปัญหา.....36
4.1 กระบวนการผลิต 36
4.2 รายชื่อเครื่องจักรทั้งหมดในโรงงาน.....43
4.3 ข้อมูลเชิงสถิติของเครื่องจักร.....47
4.4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา.....52
บทที่ 5 การวางแผนการบำรุงรักษาและผลการดำเนินงาน.....57
5.1 การวางแผนการบำรุงรักษา.....59
5.1.1 วงจรที่ 1 : สร้างแผนประเมินสภาพเครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน.....59
5.1.2 วงจรที่ 2 : การสร้างแผนงานบำรุงรักษา 61
5.1.3 วงจรที่ 3 : สร้างแผนพัฒนาบุคลากรผู้ใช้งานเครื่องจักร.....63
5.2 ผลการดำเนินงาน.....64
5.2.1 ผลการดำเนินงานในวงจรที่ 1 64
5.2.2 ผลการดำเนินงานในวงจรที่ 2.....67
5.2.3 ผลการดำเนินงานในวงจรที่ 3.....86
5.3 ตัวชี้วัดหลังการปรับปรุง.....97

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

5.3.1 ค่าความพร้อมใช้งาน 97
5.3.2 ค่า MTBF และ MTTR.....99
5.3.3 ค่าความสามารถของกระบวนการ..... 101
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ 102
6.1 สรุปผลงานวิจัย..... 102
6.2 เปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อนและหลังปรับปรุง 108
6.3 อภิปรายผลการวิจัย 113
6.4 ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ..... 114
รายการอ้างอิง 115
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 168

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 เครื่องจักรและกำลังการผลิตของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหิน 3

ตารางที่ 4.1 รายชื่อเครื่องจักรในโรงโม่ 44

ตารางที่ 4.2 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรในโรงโม่ เดือน พฤศจิกายน 2558 - เมษายน 2559 47

ตารางที่ 4.3 ค่า MTBF และ MTTR ของเครื่องจักรในโรงโม่ เดือน พ.ย.58 –เม.ย.59 48

ตารางที่ 4.4 ค่าความพร้อมใช้งาน ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ เดือน พ.ย.58 – เม.ย.59 49

ตารางที่ 4.5 ค่า MTBF และ MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อเดือน พ.ย.58 – เม.ย.59 50

ตารางที่ 4.6 ความเกี่ยวข้องของสาเหตุปัญหากับระดับการบริหาร 55

ตารางที่ 5.1 เกณฑ์การประเมินสภาพเครื่องจักร 64

ตารางที่ 5.2 การแบ่งเกณฑ์ช่วงชีวิตเครื่องจักร 65

ตารางที่ 5.3 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันรถบรรทุกสิบล้อ 71

ตารางที่ 5.4 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันรถขุดไฮดรอลิก 75

ตารางที่ 5.5 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของปากจอว์ 79

ตารางที่ 5.6 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของตะแกรงสั่น 80

ตารางที่ 5.7 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันปากโคน 81

ตารางที่ 5.8 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของสายพาน 82

ตารางที่ 5.9 หน้าที่และความรับผิดชอบของบุคลากรในการอบรม 94

ตารางที่ 5.10 แผนการอบรมและพัฒนาบุคลากร 95

ตารางที่ 5.11 ค่าความพร้อมใช้งานของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ (หลังการปรับปรุง) 97

ตารางที่ 5.12 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรในโรงโม่ (หลังการปรับปรุง) 98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5. 13 ค่า MTBF และ MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ (หลังการปรับปรุง).....99

ตารางที่ 5.14 ค่า MTBF และ MTTR ของเครื่องจักรในโรงโม่ (หลังการปรับปรุง) 100

ตารางที่ 6.1 การเปรียบเทียบค่าความพร้อมใช้งานของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ (ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง) 108

ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรในโรงโม่ (ก่อนการปรับปรุง และ หลังการปรับปรุง) 109

ตารางที่ 6.3 การเปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ (ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง) 110

ตารางที่ 6.4 การเปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR ของเครื่องจักรในโรงโม่ (ก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง) 111

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการผลิตหิน 2
รูปที่ 1.2 ขนาดของหินต่างๆ 2
รูปที่ 1.3 ปริมาณแร่หินที่เข้าสู่โรงโม่เฉลี่ยต่อวันเมื่อเทียบกับกำลังเป้าหมายการผลิต 4
รูปที่ 1.4 ตัวอย่างปัญหาการขัดข้องของรถขุดไฮดรอลิก 6
รูปที่ 1.5 ตัวอย่างปัญหาการขัดข้องของรถบรรทุกสิบล้อ 7
รูปที่ 1.6 ตัวอย่างปัญหาการขัดข้องของปากโคน 8
รูปที่ 1.7 กระบวนการโม่หินปกติ 9
รูปที่ 1.8 กระบวนการโม่หินเมื่อปากโคนเสีย 9
รูปที่ 2.1 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาทั้งหมด 16
รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างงานบำรุงรักษากับกระบวนงานผลิต 20
รูปที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการบำรุงรักษาแบบมีแผนและไม่มีแผน 21
รูปที่ 2.4 แผนภูมิการวิเคราะห์ปัญหา Why-Why Analysis 26
รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน 31
รูปที่ 3.2 กรอบแนวคิดการบริหารจัดการงานบำรุงรักษา 34
รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตหิน 37
รูปที่ 4.2 รายละเอียดเบื้องต้นของรถขุดไฮดรอลิก 39
รูปที่ 4.3 รายละเอียดเบื้องต้นของรถบรรทุกสิบล้อ 40
รูปที่ 4.4 ปากจอว์ (Jaw Crusher) 41
รูปที่ 4.5 ตะแกรงสั่น (Vibration Screen) 41
รูปที่ 4.6 สายพาน (Belt Conveyor) 42
รูปที่ 4.7 ปากโคน (Cone Crusher) 43
รูปที่ 4.8 การวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องของรถขุดไฮดรอลิกด้วย Why-Why Analysis 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.9 การวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องของรถบรรทุกสิบล้อด้วย Why-Why Analysis 53

รูปที่ 5.1 กรอบแนวคิดการบริหารจัดการงานบำรุงรักษา 57

รูปที่ 5.2 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน 58

รูปที่ 5.3 รูปแบบการดำเนินงานตามวงจรเดมมิ่งให้สอดคลอดกับกรอบแนวคิดการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาทั้ง 3 ระดับ 59

รูปที่ 5.4 การดำเนินงานในวงจรที่ 1 สร้างแผนกลยุทธ์สำหรับการประเมินสภาพเครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน 59

รูปที่ 5.5 โค้งอ่างอาบน้ำ.....60

รูปที่ 5.6 การดำเนินงานในวงจรที่ 2 แผนงานบำรุงรักษา.....61

รูปที่ 5.7 ขั้นตอนการสร้างแผนบำรุงรักษา.....62

รูปที่ 5.8 การดำเนินงานในวงจรที่ 3 แผนพัฒนาบุคลากรผู้เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักร ...63

รูปที่ 5.9 ผลการประเมินสภาพเครื่องจักร 65

รูปที่ 5.10 ผังการไหลการดำเนินงานแผนบำรุงรักษาด้วยตนเอง 67

รูปที่ 5.11 แผนงานบำรุงรักษาด้วยตนเองของรถบรรทุกสิบล้อ 68

รูปที่ 5.12 แผนงานบำรุงรักษาด้วยตนเองของรถขุดไฮดรอลิก 69

รูปที่ 5. 13ตัวอย่างแบบฟอร์มแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของรถบรรทุกสิบล้อ 77

รูปที่ 5.14 ตัวอย่างแบบฟอร์มแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของรถขุดไฮดรอลิก.....78

รูปที่ 5.15 ตัวอย่างแบบฟอร์มบำรุงรักษาปากจอว์ 83

รูปที่ 5.16 ตัวอย่างแบบฟอร์มบำรุงรักษาปากโคน 84

รูปที่ 5.17 ตัวอย่างแบบฟอร์มบำรุงรักษาตะแกรงสั่น.....85

รูปที่ 5.18 แผนการดำเนินงานในการบำรุงรักษาเครื่องจักรเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง 87

รูปที่ 5.19 ใบแจ้งซ่อมการบำรุงรักษา (Work Order , WO) แผ่นหน้า 88

รูปที่ 5.20 ใบแจ้งซ่อมการบำรุงรักษา (Work Order , WO) แผ่นหลัง.....89

รูปที่ 5.21 ใบประวัติเครื่องจักรหน้าแรก 90

รูปที่ 5.22 ใบประวัติเครื่องจักรหน้าหลัง 91
รูปที่ 5.23 ตัวอย่างคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษารถบรรทุกสิบล้อ 92
รูปที่ 5.24 ตัวอย่าง One Point Lesson 93
รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงระยะเวลาในการดำเนินงานกับแผนการบำรุงรักษาในวงจรเดมมิ่ง 106

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

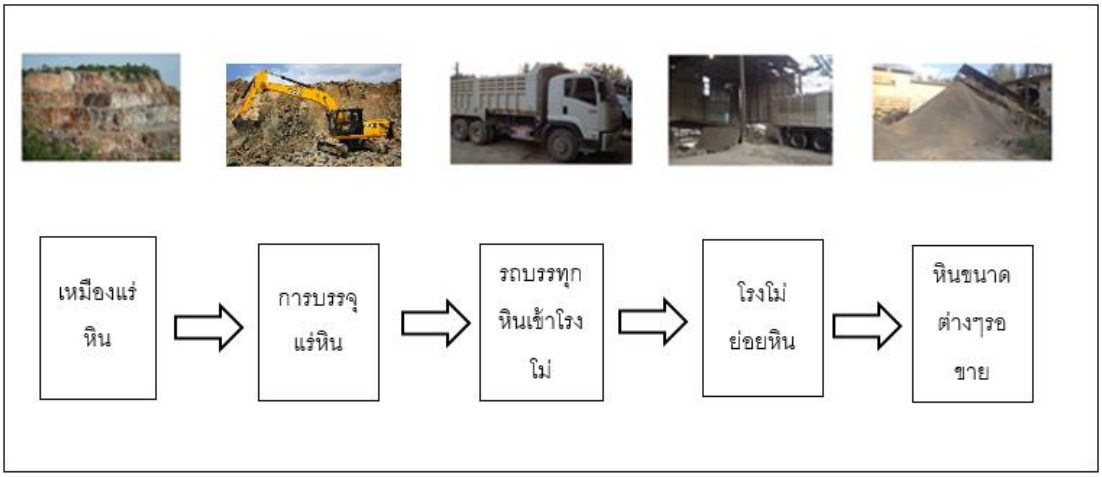
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

โรงโม่หิน เป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำการแปรรูปหินให้ได้ขนาดต่างๆ โดยจะแปรรูปหินให้ได้ตามลักษณะและขนาดที่ต้องการ ซึ่งหินนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง ทั้งในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน การก่อสร้างถนน มีความสำคัญต่อการพัฒนาทางโครงสร้าง และการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งในกระบวนการผลิตหินนั้น มีเครื่องจักรหนักที่ใช้ในกระบวนการผลิตหินจำนวนมาก ตั้งแต่กระบวนการระเบิดแร่หิน การตักถ่ายแร่หิน การขนส่งแร่หิน และการโม่แร่หินให้ได้ขนาดตามที่ต้องการใช้งาน ซึ่งทำให้มีเครื่องจักรหลายประเภท เช่น รถขุดไฮดรอลิก รถบรรทุกสิบล้อ เครื่องจักรในการบดหิน ซึ่งการทำงานส่วนใหญ่ของแต่ละเครื่องจักรมีภาระงานที่หนัก และเป็นกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องกัน หากเครื่องจักรก่อนหน้านั้นเสีย จะไม่มีวัตถุดิบป้อนเข้าสู่ขั้นตอนกระบวนการผลิตต่อไป

ดังนั้นงานบำรุงรักษาจึงสำคัญมากสำหรับโรงโม่หิน เพื่อที่ทำให้เครื่องจักรแต่ละชนิดนั้นต้องมีความพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลาเพื่อลดความสูญเสีย และ ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการขัดข้องของเครื่องจักร โดยเครื่องจักรสำคัญของกระบวนการขนส่งแร่หินเข้าสู่โรงโม่นั้นได้แก่ รถขุดไฮดอรลิกและรถบรรทุกสิบล้อ โดยรถขุดไฮดรอลิกจะทำการตักแร่หินที่หน้าเหมืองขึ้นรถบรรทุกสิบล้อแล้วรถบรรทุกสิบล้อนั้นจะนำแร่หินมาป้อนเข้าสู่โรงโม่ ซึ่งกระบวนการขนส่งดังกล่าวแตกต่างไปจากการขนส่งทั่วไป ได้แก่ การทำงานในพื้นที่ที่มีความลาดชัน เช่น ภูเขา สภาพถนนเป็นดิน หิน ฝุ่น เป็นหลุมเป็นบ่อ น้ำหนักบรรทุกมาก ซึ่งผลกระทบจากการเสียของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้ออย่างฉุกเฉินทำให้โรงโม่หินหยุดชะงักไปด้วย

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตและจำหน่ายหิน โดยเริ่มกระบวนการผลิตตั้งแต่การระเบิดหน้าเหมืองเพื่อนำหินมาเป็นวัตถุดิบ และทำการขนส่งวัตถุดิบจากเหมืองมาโรงโม่หิน โดยใช้รถบรรทุกสิบล้อในการขนส่งวัตถุดิบ เพื่อนำหินมาทำการโม่ เพื่อให้ได้หินขนาดต่างๆตามที่ต้องการ ซึ่ง กระบวนการในกาผลิตหินได้แสดงไว้ดังรูป 1.1



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการผลิตหิน

จากรูปที่ 1.1 แสดงถึงขั้นตอนการผลิตหิน โดยเริ่มตั้งแต่การระเบิดหินที่เหมืองเพื่อนำแร่หินมาเป็นวัตถุดิบป้อนเข้าโรงโม่หิน การบรรจุแร่หินใส่รถบรรทุกสิบล้อ การขนส่งวัตถุดิบทางรถบรรทุกสิบล้อ เพื่อทำการโม่หินและแยกหินให้มีขนาดต่างๆตามที่ต้องการ โดยหินที่ผลิตออกมานั้นจะมีด้วยกันทั้งหมด 7 ชนิดด้วยกันตามรูปที่ 1.2 ซึ่งกระบวนการต่างๆในการผลิตแร่หินจนถึงส่งแร่หินมาถึงโรงโม่หินเพื่อทำการผลิตหินให้ได้ขนาดต่างๆตามที่ต้องการนั้น ในแต่ละกระบวนการก็จะมีเครื่องจักรที่อยู่ใน กระบวนการผลิตนั้นๆโดยจำแนกกระบวนการผลิตหลักแต่ละกระบวนการผลิตได้ 3 กระบวนการผลิตด้วยกัน โดยเริ่มต้นจากกระบวนการ ตักแร่หินหน้าเหมืองใส่รถบรรทุกสิบล้อ การขนส่งแร่หินมาโรงโม่ และกระบวนการผลิตหินในโรงโม่ โดยได้แสดงไว้ด้วยกันในตารางที่ 1.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 1.2 ขนาดของหินต่างๆ

ตารางที่ 1.1 เครื่องจักรและกำลังการผลิตของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตหิน

กระบวนการ บรรจุแร่หินหน้าเหมืองใส่รถบรรทุกสิบล้อ	**กระบวนการ ขนส่งแร่หินมาโรงโม่หินโดยรถบรรทุก**	**กระบวนการ การผลิตหินในโรงโม่หิน**
รายชื่อเครื่องจักร - รถขุดไฮดรอลิก No.1 กำลังการผลิต 210 ตันต่อชั่วโมง - รถขุดไฮดรอลิก No.2 กำลังการผลิต 180 ตันต่อชั่วโมง	**รายชื่อเครื่องจักร** - รถบรรทุกสิบล้อ 7 คัน กำลังการผลิต 60 ตันต่อชั่วโมง	**รายชื่อเครื่องจักร** - ปากโม่ 125 hp 2 เครื่อง กำลังการผลิต 200 ตันต่อชั่วโมง - ปากโม่ 60 hp 7 เครื่อง กำลังการผลิต 60 ตันต่อชั่วโมง - ตระแกรงคัดแยกหิน 8 เครื่อง กำลังการผลิต 250 ตันต่อชั่วโมง - Conveyor 19 เครื่อง กำลังการผลิต 250 ตันต่อชั่วโมง - ปากโคน 1 เครื่อง กำลังการผลิต 220 ตันต่อชั่วโมง

จากตารางที่ 1.1 แสดงถึงกระบวนการผลิต และเครื่องจักรในการผลิตหินเบื้องต้นที่ทำการศึกษา โดยเริ่มจากรถขุดไฮดรอลิกตักแร่หินใส่รถบรรทุกสิบล้อ และรถบรรทุกสิบล้อขนส่งแร่หินมายังโรงโม่หิน จนไปถึงการนำแร่หินเข้าสู่ปากโม่เพื่อทำการผลิตเป็นหินขนาดต่างๆ โดยรายละเอียดต่างๆของกระบวนการผลิตหิน และรายชื่อเครื่องจักรอื่นๆ ได้เพิ่มเติมไว้แล้วในส่วนของข้อมูลโรงงานกรณีศึกษา

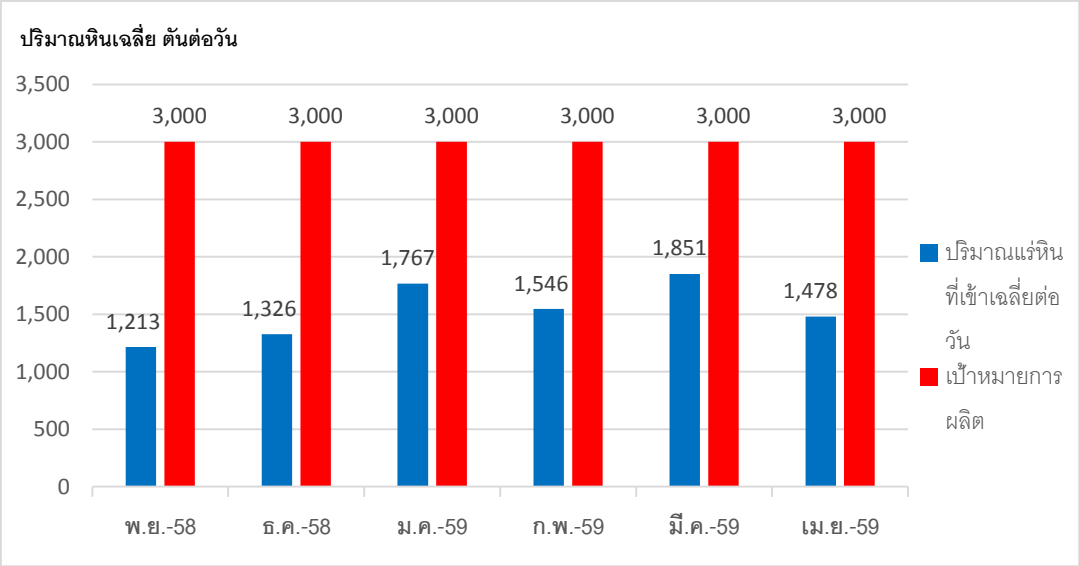
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลพบว่า เครื่องจักรในโรงโม่หินนั้นมีการเดินเครื่องตัวเปล่าเป็นเวลานาน โดยสาเหตุปัญหาของการเดินเครื่องตัวเปล่าของเครื่องจักรนั้นแบ่งได้ออกเป็น 2 สาเหตุ คือ ไม่มีแร่หินป้อนเข้า และการขัดข้องของปากโคน

1.2.1 ไม่มีแร่หินป้อนเข้า

โดยที่ปริมาณแร่หินที่เข้าสู่โรงโม่นั้นมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณกำลังการผลิตหินสูงสุดของโรงโม่หินในแต่ละวัน ทำให้ปริมาณหินที่ผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียโอกาสในการค้า และรวมถึงความเชื่อมั่นของลูกค้าที่มีต่อโรงโม่หิน โดยที่ปริมาณแร่หินที่เข้าสู่โรงโม่หินเฉลี่ยในแต่ละวัน ได้แสดงไว้แล้วในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ปริมาณแร่หินที่เข้าสู่โรงโม่เฉลี่ยต่อวันเมื่อเทียบกับกำลังเป้าหมายการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 1.3 แสดงถึงปริมาณแร่หินที่เข้าสู่โรงโม่เฉลี่ยต่อวันตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2558 ถึงเดือนเมษายน 2559 จะสังเกตได้ว่าค่าเป้าหมายในแต่ละวันเป็น 3,000 ตัน แต่มีปริมาณหินที่ผลิตน้อยกว่าเป้าหมายมาก เช่น เดือน ธันวาคม 2558 มีหินเข้าสู่โรงโม่เฉลี่ยวันละ 1,326 ตัน ทำให้สูญเสียโอกาสและรายได้ในการขายเป็นจำนวนมากโดยสาเหตุหลักส่วนหนึ่ง ที่ทำให้ไม่มีแร่หินป้อนเข้าสู่โรงโม่นั้นคือการขัดข้องของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ

โดยที่เป้าหมายปริมาณแร่หินเข้าโรงโม่แต่ละวันคิดจากกำลังการตักแร่หินสูงสุดของขุดไฮดรอลิกหน้าเหมือง ดังนี้

รถขุดไฮดรอลิก No.1 กำลังการตักแร่หินสูงสุดชั่วโมงละ 210 ตัน ใน 1 วันทำงาน 8 ชม. = วันละ 1,680 ตัน

รถขุดไฮดรอลิก No.2 กำลังการตักแร่หินสูงสุดชั่วโมงละ 180 ตัน ใน 1 วันทำงาน 8 ชม. = วันละ 1,440 ตัน

สรุปเป้าหมายในการผลิตหินแต่ละวัน = 1,680 ตัน + 1,440 ตัน = 3,120 ตัน ซึ่งได้ตั้งเป้าไว้ที่ 3000 ตันต่อวัน

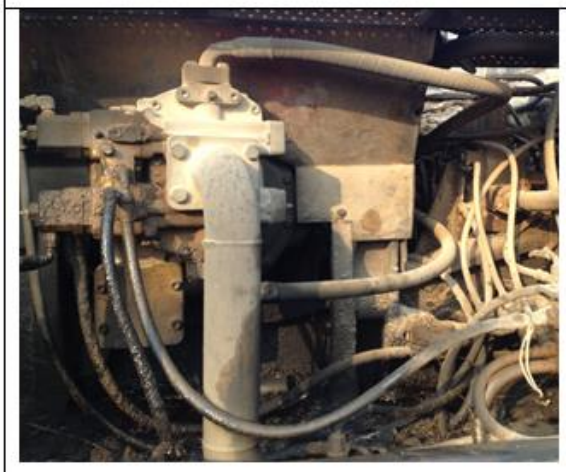
1.2.2 การขัดข้องของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ

ปัจจุบันการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้เป็นแบบเสียแล้วซ่อม ซึ่งส่งผลให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักรซึ่งส่งผลต่อกำลังการผลิตหินเป็นอย่างมาก โดยในบางกรณีที่ผู้ใช้เครื่องจักร พบปัญหาการขัดข้องของรถขุดไฮดรอลิกหรือรถบรรทุกสิบล้อเกิดขึ้น แต่ถ้ายังสามารถทำงานได้ ก็จะยังไม่ทำการซ่อมแซม ซึ่งจะทำการซ่อมแซมก็ต่อเมื่อรถขุดไฮดรอลิก หรือรถบรรทุกสิบล้อใช้งานไม่ได้ ทำให้เกิดปัญหาบานปลาย เครื่องจักรมีการเสียสะสมและเสียเรื้อรัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานเครื่องจักรในสภาวะภาระงานที่หนักกว่าปกติซึ่งได้แสดงการเปรียบเทียบการทำงานของรถบรรทุกสิบล้อในสภาวะที่ภาระงานปกติ และ สภาวะที่ภาระงานหนักกว่าปกติไว้ดังตารางที่ 1.3 และได้แสดงตัวอย่างปัญหาการขัดข้องของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อจากการไม่มีแผนงานบำรุงรักษาที่เหมาะสมไว้แล้วในรูปที่ที่ 1.4 และ 1.5

ตารางที่ 1.3 การเปรียบเทียบการทำงานของรถบรรทุกสิบล้อในสภาวะที่ภาระงานปกติ และสภาวะที่ภาระงานหนักกว่าปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สภาวะที่ภาระงานปกติ	สภาวะที่ภาระงานหนักกว่าปกติ
วิ่งบนทางราบปกติ	วิ่งบนทางลาดชัน 30 องศา
สภาพอากาศปกติ	สภาพอากาศมีฝุ่นละอองเยอะ
น้ำหนักของที่บรรทุกหนักไม่เกิน 25 ตัน	น้ำหนักของที่บรรทุกหนัก 35 ตัน
วิ่งบนถนนปกติ	วิ่งบนทางลูกลัง สภาพพื้นผิวขรุขระ

	ลักษณะปัญหา - ใบแท็กหลุดออกจากฐานล้อ **ผลกระทบ** - รถขุดไฮดรอลิกไม่สามารถทำงานได้
	**ลักษณะปัญหา** - สายน้ำมัน มีการรั่วซึม **ผลกระทบ** - รถขุดไฮดรอลิกทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ
	ลักษณะปัญหา - อุปกรณ์ต่างๆของรถขุดไฮดรอลิกชำรุดทรุดโทรมขาดการบำรุงรักษา **ผลกระทบ** - รถขุดไฮดรอลิกทำงานไม่ได้ตามกำลังการผลิตที่ควรเป็น

รูปที่ 1.4 ตัวอย่างปัญหาการขัดข้องของรถขุดไฮดรอลิก

ลักษณะของปัญหา

ดัมพ์ของรถบรรทุกในส่วนของปีกผีเสื้อหักลงขณะกำลังถ่ายแร่หินหนัก 40 ตันลงสู่ปากโม่

สาเหตุของปัญหา

เนื่องจากไม่ได้อัดจาระบีเป็นประจำในส่วนของระบบดัมพ์ทำให้บริเวณปีกผีเสื้อของระบบดั๊มพ์ (dump) เกิดรอยร้าว

เมื่อคนขับพบรอยร้าวจึงได้นำรถไปให้ช่างทำการเชื่อมในจุดที่ร้าว

เมื่อใช้งานรถไปได้ 2 วันก็เกิดรอยร้าวขึ้นที่เดิมและคนขับได้นำไปให้ช่างทำการเชื่อมอีกครั้ง

เมื่อใช้งานในวันต่อมา ปีกผีเสื้อได้หัก และเกิดความเสียหายทำให้รถใช้งานไม่ได้ขึ้นดังภาพ

รูปที่ 1.5 ตัวอย่างปัญหาการขัดข้องของรถบรรทุกสิบล้อ

ลูกปืนแบบเก่า

ลูกปืนแบบใหม่

ลักษณะของปัญหา

มีน้ำมันหล่อลื่นรั่วไหลออกระหว่างปากโคนทำงาน ส่งผลทำให้กำลังในการผลิตหินลดลงเนื่องจากเป็น เครื่องจักรสำคัญที่ใช้ในการผลิตหิน

สาเหตุของปัญหา

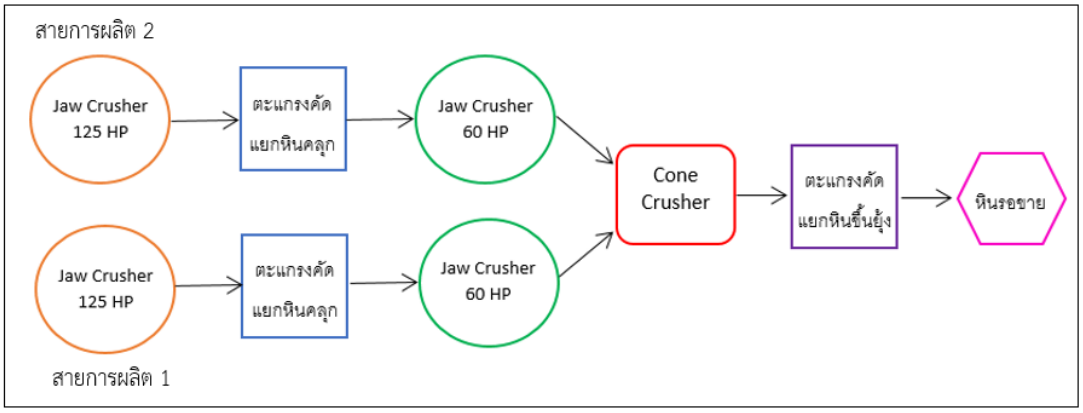
เนื่องจากลูกปืนมีการแตกหักสึกหรอ จึงได้ทำการเปลี่ยนลูกปืนใหม่ไม่ถูกต้องตามเสปคทำให้มีน้ำมันหล่อลื่นรั่วไหลออกระหว่างการทำงาน

รูปที่ 1.6 ตัวอย่างปัญหาการขัดข้องของปากโคน

1.2.3 การขัดข้องของปากโคน

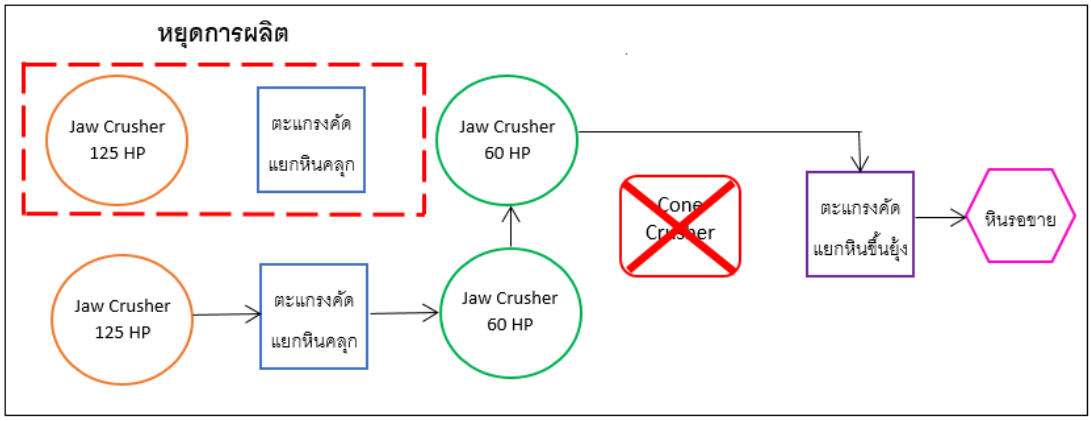
ปากโคนเป็นเครื่องจักรหนักที่มีส่วนสำคัญในการผลิตหิน ถ้าหากปากโคน เกิดการขัดข้องก็จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตหินลดลงเนื่องจากต้องใช้ ปากจอว์ของอีกสายการผลิตมาทำหน้าที่แทน โดยปัญหาเกี่ยวกับ ปากโคน ในโรงงานกรณีศึกษานั้นเกิดจากการที่ขัดข้องแบบเรื้อรัง มีการปล่อยปะละเลยมานาน สาเหตุเกิดจากเมื่อเกิดการขัดข้องแต่ละครั้งต้องใช้เวลานานในการบำรุงรักษา และต้องรออะไหล่จากต่างประเทศ เมื่อนำกลับมาใช้งานได้ไม่นานก็จะเกิดการขัดข้องบริเวณเดิมอีก

โดยได้แสดงกระบวนการผลิตเปรียบเทียบกระบวนการโม่หินปกติและกระบวนการโม่หินเมื่อปากโคนเสียไว้ในรูปที่ 1.7 และ 1.8



รูปที่ 1.7 กระบวนการโม่หินปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 1.8 กระบวนการโม่หินเมื่อปากโคนเสีย

แนวทางแก้ไขปัญหา

แนวคิดการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาเครื่องจักรมาใช้เป็นกลยุทธ์ขององค์กรเป็นเรื่องใหม่ในโรงงานกรณีศึกษา โดยที่ทำกันมาแต่เดิมใช้แนวคิดว่าเสียแล้วค่อยซ่อมไม่ใช่การบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการเสีย เมื่อมีการซ่อมก็เป็นลักษณะซ่อมแบบพอใช้ได้ซึ่งต่ำกว่าที่ควรเป็นเพราะมีค่าใช้จ่ายทางตรงต่ำ เช่น ค่าอะไหล่ ค่าแรงงาน เป็นต้น แต่ว่ากลับมีค่าใช้จ่ายทางอ้อมที่สูง เช่น เครื่องจักรสึกหรอเร็วกว่าที่ควรเป็น การสูญเสียโอกาสทางการขาย ทำให้มีการสะสมของปัญหาในงานบำรุงรักษา รวมถึงบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักรไม่มีความรู้ในเรื่องงานบำรุงรักษา มีเพียงแต่ความชำนาญ ทำให้งานบำรุงรักษาและกระบวนการขนส่งแร่หินเข้าสู่โรงโม่ไม่มีประสิทธิภาพ

เพราะฉะนั้นในการวางแผนบำรุงรักษาสำหรับโรงงานที่ละเลยการบำรุงรักษามาเป็นเวลานาน จะต้องครอบคลุมบุคลากรทุกระดับชั้นตั้งแต่ผู้บริหารจนถึงระดับปฏิบัติการ โดยที่ (Pintelon) ได้นำเสนอว่าการวางแผนบำรุงรักษานั้นแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ

1.การวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Strategic Planning)

2.การวางแผนเชิงยุทธวิธี (Tactical Planning)

3.การวางแผนระดับปฏิบัติการ (Operation Planning)

การเปลี่ยนแปลงแนวคิดใหม่ของบุคลากรทุกระดับสำหรับโรงงานที่ละเลยการบำรุงรักษามาเป็นเวลานานไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงของการบริหารจัดการทุกระดับ ตั้งแต่ผู้บริหารระดับบนจนถึงระดับปฏิบัติการ ควรทำแบบค่อยเป็นค่อยไปและต่อเนื่องซึ่งสอดคล้องกับวงจรเดมมิ่ง ซึ่งเป็นหลักการในการดำเนินงานและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งประกอบไปด้วย

1.กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตการดำเนินงาน (Plan)

2.การดำเนินกิจกรรมตามแผนงาน (Do)

3.ติดตามดำเนินการผลการรายงาน และเทียบกับเป้าหมาย (Check)

4.วิเคราะห์ผลสำเร็จของกิจกรรม (Action)

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวางแผนการบำรุงรักษา ตามระดับของแผนบำรุงรักษาทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ การวางแผนเชิงกลยุทธ์ การวางแผนเชิงยุทธวิธี และ การวางแผนระดับปฏิบัติการ โดยใช้วงจรเดมมิ่งซึ่งเป็นหลักการในการดำเนินงานและพัฒนาแบบพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มาประยุกต์ใช้กับ

การวางแผนการบำรุงรักษา เพื่อทำการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรของโรงโม่หิน ทั้ง 3 กระบวนการผลิต ได้แก่ กระบวนการบรรจุแร่หิน กระบวนการขนส่งแร่หิน และกระบวนการโม่หิน เพื่อเพิ่มความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร และค่าความสามารถของกระบวนการในการผลิตหิน

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรสำหรับโรงโม่หินให้เกิดความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร

1.4 ขอบเขตการศึกษาของงานวิจัย

การศึกษานี้ครอบคลุมถึงในส่วนกรณีที่มีแร่หินพร้อมในการขนส่ง และการผลิต

1.5 ตัวชี้วัดความสำเร็จของงานวิจัย

1. เพิ่มค่าความพร้อมใช้งานเครื่องจักรของโรงโม่หิน

2. มีแผนงานการบำรุงรักษาที่ขับเคลื่อนตามวงล้อ PDCA

3. คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักร

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. สำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยได้แก่ การวางแผนงานบำรุงรักษา การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การวิเคราะห์โดย Why-Why Analysis

2. สำรวจข้อมูลและสภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา โดยศึกษาปริมาณหินที่ผลิตได้ทุกเดือนในปี 2558 ศึกษาเกี่ยวกับการขนส่งแร่หิน การทำงานของเครื่องจักรในโรงโม่และบริเวณหน้าเหมือง และ การทำงานของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ

3 สำรวจสภาพเครื่องจักรทุกเครื่องของโรงโม่ เช็คประวัติการซ่อมบำรุงรักษาของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

4. วิเคราะห์การใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักร ในสภาวะการใช้งานที่มีภาระงานมากกว่าปกติ เช่น รถบรรทุกสิบล้อขึ้นลงทางลาดชันในขณะบรรทุกน้ำหนักมาก

5. กำหนดแนวทางในดำเนินการแก้ไขปัญหาโดย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- จัดตั้งทีมงานในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา

- การสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับงานบำรุงรักษาให้กับทีมงาน

- นำข้อมูลของเครื่องจักร ได้แก่ ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรแต่ละเครื่องย้อนหลัง 6 เดือนมาใช้เป็นดัชนีในการชี้วัด

- ทำการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยทีมงานที่จัดตั้งขึ้นมา

- จัดทำแผนกลยุทธ์ระดับต่างๆ เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา

- ทำการประเมินสภาพและความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรพร้อมทำให้เครื่องจักรกลับมาอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

- จัดทำแผนงานบำรุงรักษาประจำวัน และแผนงานบำรุงรักษาระยะยาว โดยใช้ข้อมูลทั้งจากการเก็บรวบรวม คู่มือการใช้งานของเครื่องจักร และข้อมูลจากผู้เชียวชาญในการใช้เครื่องจักร

- จัดทำเอกสารต่างๆที่ใช้ในงานบำรุงรักษา จัดทำ Work Instruction ในการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง

- ทำการอบรมพนักงานเกี่ยวกับเรื่องงานบำรุงรักษา

6. ประเมินผลการดำเนินงานด้วยดัชนีชี้วัดเปรียบเทียบก่อนและหลังการดำเนินการวางแผนการบำรุงรักษาที่สร้างขึ้น โดยใช้ค่า ความพร้อมใช้งาน MTBF และ MTTR ของเครื่องจักรเป็นตัวชี้วัด

7. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถนำแผนงานการบำรุงรักษาไปประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรหนัก ในโรงงานประเภทอื่นๆ เปลี่ยนแปลงจากการซ่อมบำรุงเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุตสาหกรรมในส่วนใหญ่ในปัจจุบัน ได้มีการนำเครื่องจักร อุปกรณ์ หรือเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มกำลัง และประสิทธิภาพในการผลิตให้ได้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนการผลิตในด้านต่างๆ ดังนั้นการดูแลรักษาเครื่องจักรให้พร้อมใช้งานตลอดเวลาจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องคำนึงถึงของบริษัทหรือองค์กรต่างๆ เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในการผลิตว่าสามารถผลิตสินค้าได้เพียงพอและทันความต้องการของลูกค้า

2.1 ความสำคัญและวัตถุประสงค์ของงานบำรุงรักษา

Shenoy, D. and Bhadury, B. (1998) นิยามการบำรุงรักษาเครื่องจักรไว้ว่า การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นการสงวนหรือรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นไปตามคุณลักษณะเงื่อนไขการทำงาน ซึ่งการบำรุงรักษาเครื่องจักรนี้ สามารถควบคุมไปถึงกิจกรรมหรืองาน ที่มีความสัมพันธ์กับการสงวนรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์หรือเป็นการดูแลรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพปกติ โดกิจกรรมบำรุงรักษาเครื่องจักรนี้จำเป็นต้องใช้อะไหล่สำรอง กำลังพล เครื่องมือ และสิ่งอำนวยความสะดวก ซึ่งความพร้อมและการใช้งานของทรัพยากรเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนั้นยังมีการกำหนดงานหรือกิจกรรมทำความสะอาด การหล่อลื่น การเฝ้าติดตาม การวางแผนและการจัดลำดับงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

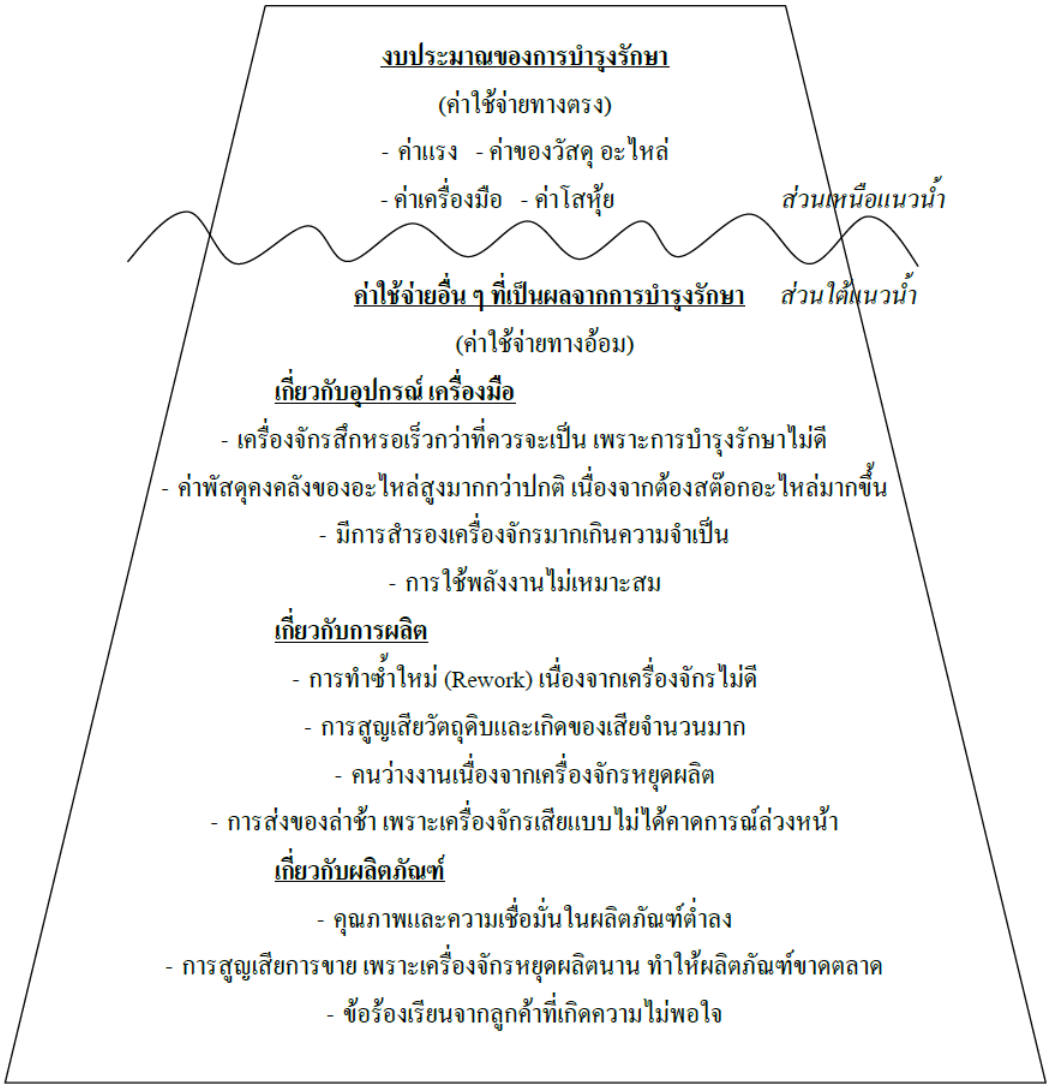
วัตถุประสงค์หลักของงานบำรุงรักษา คือ การทำให้เครื่องจักรพร้อมใช้งานตลอดเวลา หรือเกิดการขัดข้องให้น้อยที่สุด และมีอะไหล่พร้อมสำหรับการนำไปใช้งานซึ่งรวมไปถึงระบบการจัดการต่างๆทั้งในด้านคนที่ทำหน้าที่ในการวางแผนและทำการซ่อมบำรุงรักษา เครื่องมือที่นำมาใช้ในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเอกสารต่างๆในการบันทึกข้อมูลและแผนงานต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักและเป็นส่วนสำคัญในการทำให้เกิดการบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล เมื่อมีการบำรุงรักษาที่ดีแล้ว ก็จะส่งผลดีในด้านต่างๆต่อองค์กรนั้น อย่างเช่น ส่งผลในความเชื่อมั่น (Reliability) ของเครื่องจักรนั้นๆ ลดจำนวนความถี่ของการขัดข้องของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ลดจำนวนงานค้างที่เกิดขึ้นจากการเสียหรือการรอเครื่องจักรที่ชำรุดเสียหาย และลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.2 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

จิตรา รู้กิจการพานิช (2544) นิยามค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณในการบำรุงรักษาไว้ว่า เป็นส่วนสำคัญในงานบำรุงรักษา ซึ่งงานบำรุงรักษาจะประสบผลสำเร็จ มีประสิทธิภาพที่ดีได้ ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับงบประมาณในการซ่อมบำรุงรักษาว่าเพียงพอหรือเหมาะสมสำหรับแผนงานในการซ่อมบำรุงรักษาหรือไม่ ซึ่งองค์กรหรือสถานประกอบการขนาดเล็ก ไม่ค่อยให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณในการบำรุงรักษาเพราะเห็นว่าเป็นต้นทุนที่สิ้นเปลือง หรือเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิต ซึ่งในความเป็นจริงแล้วหาก โรงงานหรือสถานประกอบการมีการบำรุงรักษาเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่เหมาะสม จะช่วยเพิ่มกำไรมากกว่าเพิ่มค่าใช้จ่ายหรือต้นทุน เนื่องจากเครื่องจักรสามารถเดินเครื่องเครื่องได้เต็มสมรรถนะในการผลิต ทำให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น และผลิตได้เร็ว และทันตามความต้องการของลูกค้า ลดค่าสูญเสียทางโอกาสเวลาที่ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันความต้องการ รวมถึงสามารถสร้างความมั่นใจต่อลูกค้าและพนักงานได้

สาเหตุที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่ทำให้องค์กร หรือสถานประกอบการมองข้ามความสำคัญของงบประมาณในการบำรุงรักษา เนื่องจากการเก็บข้อมูลและแจกแจงรายละเอียดต่างๆของค่าใช้จ่ายต่างๆการผลิต และการบำรุงรักษาทำให้ไม่สามารถมองเห็นต้นทุนที่แท้จริงได้ เมื่อขาดแผนงานและการบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งค่าใช้จ่ายทั้งหมดสามารถแสดงออกมาได้ดังรูปที่ 2.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 2.1 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาทั้งหมด (จิตรา รู้กิจการพานิช,2544)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากรูปที่ 2.1 แสดงถึงค่าใช้จ่ายของงานบำรุงรักษาทั้งหมด ซึ่งแสดงออกมาในรูปภูเขาน้ำแข็ง ซึ่งส่วนบนที่อยู่เหนือน้ำนั้นแสดงถึงค่าใช้จ่ายทางตรงที่ใช้ในการบำรุงรักษา ส่วนใต้น้ำนั้นแสดงถึงค่าใช้จ่ายทางอ้อมในการบำรุงรักษา ซึ่งจะเห็นได้ว่าหากองค์กรหรือสถานประกอบการ ขาดแผนงานหรือการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่เหมาะสม ก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาทางอ้อมหรือค่าใช้จ่ายในส่วนใต้น้ำมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น โดยที่องค์กรหรือสถานประกอบการโดยส่วนใหญ่จะไม่มีการเก็บข้อมูลและแสดงออกมาในแบบตัวเลขที่ชัดเจน ทำให้ไม่สามารถมองเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายตรงส่วนนี้มีมากน้อยเพียงใด ทั้งที่ค่าใช้จ่ายที่อยู่ใต้น้ำเป็นส่วนสำคัญ ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นออกมาได้ดังนี้

Total Maintenance Cost = Maintenance Cost + Maintenance Relate Cost

โดยที่

Total Maintenance Cost หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาทั้งหมด

Maintenance Cost หมายถึง ค่าใช้จ่ายหรืองบประมาณที่ใช้ในการบำรุงรักษาซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายทางตรง (Direct Cost)

Maintenance Relate Cost หมายถึง ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เป็นผลจากการบำรุงรักษา หรือ การบำรุงรักษาที่ไม่เหมาะสม ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Indirect Cost)

ดังนั้นหากองค์กรหรือสถานประกอบการมีการเก็บรวบรวมค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการบำรุงรักษาที่เหมาะสม และสามารถแสดงออกมาเป็นตัวเลขได้จะสามารถช่วยให้มองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้ และสามารถวางแผนเพื่อปรับปรุงเพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนตรงนี้ลงได้

การบำรุงรักษาที่ดีนอกจากจะช่วยในการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาแล้ว ยังเป็นการเพิ่มผลกำไรจากการผลิตเนื่องจากเครื่องจักรสามารถทำงานได้ต่อเนื่อง และสร้างขวัญกำลังใจให้กับพนักงาน เนื่องจากมีความเชื่อมั่นจากความปลอดภัยของเครื่องจักรที่ผ่านการบำรุงรักษามาอย่างดีแล้วนั่นเอง

2.3 ประเภทของการบำรุงรักษา

การแบ่งประเภทของงานบำรุงรักษานั้นมีด้วยกันหลายประเภท ซึ่งสามารถสรุปออกมาได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อม (Breakdown Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาหลังจากที่เครื่องจักรเสียแล้ว ซึ่งสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ยาก แต่สามารถพยากรณ์ได้จากการเก็บรวมรวบศึกษาข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร เพราะว่าในบางกรณีการซ่อมบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อมก็จะให้ประโยชน์และผลดีกับการผลิตมากว่าแบบอื่น เช่น การเร่งผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า การปล่อยให้เครื่องจักรเดินเครื่องจนกว่าจะเสียก็จะเป็นผลดีกว่าการหยุดซ่อมเครื่องจักรกลางคัน โดยที่

2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดเหตุขัดข้อง โดยอาศัยข้อมูลจากการเก็บข้อมูลประวัติการเสียของเครื่องจักร อายุใช้งานของอะไหล่แต่ละชิ้น เพื่อที่จะได้กำหนดแผน และวันเวลาในการซ่อมแซมเครื่องจักรแต่ละครั้ง โดยอาจมีกิจกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ในการบำรุงรักษา เช่น การทำความสะอาด การเติมน้ำ

หล่อลื่น การตรวจสอบสภาพเบื้องต้น เป็นต้น โดยที่ ดนัย สาหร่ายทอง (2543) ทำการวิเคราะห์เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์รถจักยานยนต์ โดยได้ทำการวิเคราะห์เหตุขัดข้องของเครื่องจักร จัดระเบียบข้อมูลการขัดข้อง นำเสนอวิธีการปรับปรุงหัวข้อ และช่วงเวลาปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทำให้ได้มาซึ่งแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่แบ่งเป็นช่วงปฏิบัติตามชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร โดหลังจากการปรับปรุงพบว่ามีช่วงเวลาเฉลี่ยก่อนการขัดข้องเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 4,183 นาทีและมีเปอร์เซ็นต์ความพร้อมทำงานมากขึ้น 0.56 %

3. การบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total productive Maintenance) เป็นการบำรุงรักษา ที่เน้นให้ทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วมและมีความรับผิดชอบในการบำรุงรักษาร่วมกัน เช่น ฝ่ายผลิตที่อยู่กับเครื่องจักรตอลอดเวลาก็ต้องหมั่นทำการดูแลรักษาเครื่องจักรด้วยตัวเองเสมอ

4. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาที่คำนึงถึงสภาพการใช้งาน ได้แก่ เมื่อผ่านการใช้งานตามเวลาที่กำหนดหรือปริมาณการที่ใช้งานที่ได้กำหนด เป็นต้น โดยระยะเวลาที่กำหนดจะเป็นตัวสำคัญ เนื่องจากการบำรุงรักษาช้าเกินไปอาจเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายของเครื่องจักร แต่ถ้าบำรุงรักษาเร็วเกินไปก็จะเปลืองค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาโดยใช่เหตุ ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ

5. การบำรุงรักษาแบบวางแผน (Planned Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาที่วางแผนไว้ก่อนล่วงหน้า โดยคำนึงถึงทรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น พนักงานบำรุงรักษา ปริมาณเครื่องจักร ปริมาณอะไหล่ที่มี เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเป็นต้น การบำรุงรักษาประเภทนี้เป็นการบำรุงรักษาเพื่อให้เครื่องจักรผลิตได้ตามต้องการ โดยที่มีการบำรุงรักษาร่วมกันระหว่างพนักงานฝ่ายผลิต และพนักงานซ่อมบำรุงรักษา

6. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาที่ให้พนักงานที่ใช้เครื่องจักรขณะที่ทำการผลิต และมีความคุ้นเคยกับเครื่องจักรเป็นอย่างดีและมีประสบการณ์มายาวนาน ดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรในเบื้องต้นด้วยตัวเอง โดยมีลักษณะในการบำรุงรักษาอย่างง่ายเช่น การทำความความสะอาด การตรวจเช็คจุดสำคัญต่าง การเติมน้ำหล่อลื่น รวมทั้งสังเกตอาการผิดปกติ ต่างๆเป็นต้น โดยที่ Amir Azizi (2013) ทำการศึกษาเรื่องการการปรับปรุงประประสิทธิภาพการผลิต โดยใช้ หลักการ Autonomous Maintenance เครื่องจักรในโรงงานกรณีศึกษา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยมีการนำหลักการ SPC (Statistical Process Control) มาใช้เป็นตัว

ตรวจสอบ และ ควบควบคุม ประสิทธิภาพในการผลิต รวมถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE , Overall Equipment Efficiency) เป็นตัวชี้วัดในการดำเนินงานปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยหลังจากากรปรับปรุงพบว่า Defect Rate ลดลง 8.49% การ Break Down ของเครื่องจักรลดลง 1341 นาที ค่า OEE เพิ่มขึ้น 6.49 %

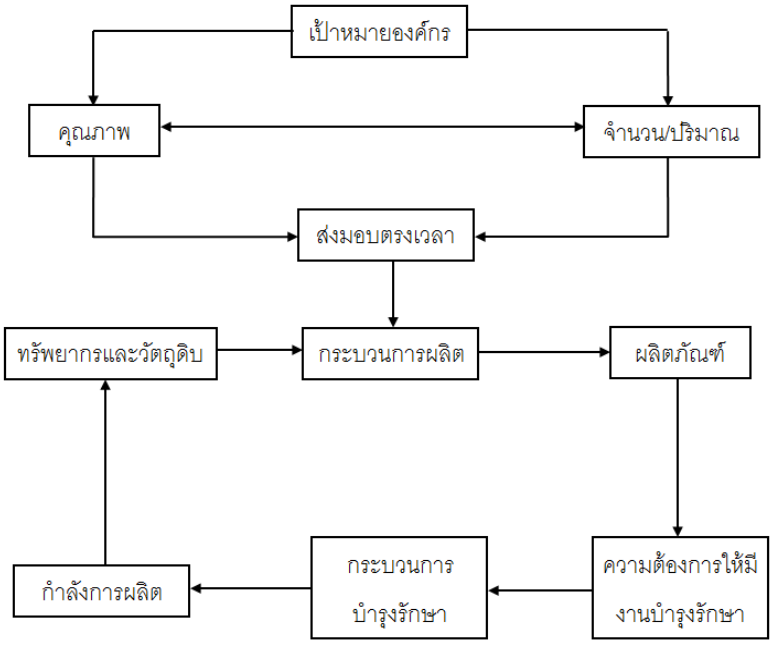
7. การป้องกันการซ่อมบำรุง (Maintenance Preventive) เป็นการบำรุงรักษา โดยพิจารณาถึงการออกแบบ หรือเลือกใช้เครื่องจักรเพื่อให้เกิดการบำรุงรักษาน้อยที่สุด หรือไม่จำเป็นต้องบำรุงรักษาเลย

8. การบำรุงรักษาแบบทวีผล (Productive Maintenance) เป็นการผสมผสานระหว่างการบำรุงรักษาแบบเชิงป้องกัน และการบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อม โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมในการบำรุงรักษา

2.4 การวางแผนการบำรุงรักษา

จิตรา รู้กิจการพานิช (2554) ได้นิยามการวางแผนการบำรุงรักษาไว้ คือการรักษาสภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้สามารถทำหน้าที่ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยต้องคำนึงคุณภาพและการส่งมอบตรงเวลาเป็นสิ่งสำคัญเป็นหลัก ซึ่งถ้าเครื่องจักรหรืออุปกรณ์เกิดการชำรุดหรือเสียหายบ่อยก็จะทำให้การผลิตล่าช้าลง และส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการบำรุงรักษาและเสียโอกาสในการขาย การผลิตที่จะให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดนั้นจะต้องมีการทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่พร้อมในการทำงานจำเป็นต้องมีการวางแผนการบำรุงรักษาโดยยึดถือเป้าหมายขององค์กรเป็นหลักสำคัญโดยที่พรหม เฮ่ประโคน (2555) ได้ทำการปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาจักรเย็บผ้าในโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยได้ทำการวางแผนการบำรุงรักษาให้สอดคล้องกับความต้องการใช้เครื่องจักรสำหรับการผลิต ทำการปรับปรุงกระบวนการรักษาโดยใช้หลักการบำรุงรักษาด้วยตนเอง รวมถึงการบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อมเข้าไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำการจัดลำดับความสำคัญของงานบำรุงรักษาในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการทำงาน โดยหลังจากากรปรับปรุงพบว่าการขัดข้องของเครื่องจักรระหว่างการผลิตลดลงเฉลี่ย 273.33 ครั้งต่อเดือน ปริมาณงานค้างเฉลี่ยลดลงเหลือ 31.32 ชั่วโมงต่อเดือน และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจาก 47.07 %เป็น 67.34 %

ดังนั้นระบบงานบำรุงรักษาจึงหมายถึงกิจกรรมต่างๆ ที่ต้องดำเนินคู่ขนานไปพร้อมกับกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 2.2 ได้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างงานบำรุงรักษาและงานกระบวนการผลิต โดยมีเป้าหมายขององค์กรร่วมกัน



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างงานบำรุงรักษากับกระบวนงานผลิต(จิตรา รู้กิจการพานิช,2544)

Pintelon (2006) กล่าวไว้ว่าการวางแผนงานบำรุงรักษานั้นแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ 1) การวางแผนเชิงกลยุทธ (Strategic Planning) 2) การวางแผนเชิงยุทธวิธี (Tactical Planning) 3) การวางแผนระดับปฏิบัติการ (Operation Planning)

1) การวางแผนเชิงกลยุทธ (Strategic Planning)

เป็นการวางแผนในระดับผู้บริหาร เพื่อกำหนดแนวทางและนโยบายในการดำเนินงานบำรุงรักษาเครื่องจักรและการตัดสินใจในการเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร โดยพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ผลของการหยุดทำงานของเครื่องจักร และปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน

2) การวางแผนเชิงยุทธวิธี (Tactical Planning)

เป็นการวางแผนในระดับของหน่วยงานบำรุงรักษา โดยเน้นการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิผลมากที่สุด การบำรุงรักษาที่เหมาะสม ประกันได้ว่าเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตจะอยู่ในสภาพที่ทำงานได้อย่างน่าเชื่อถือ การวางแผนการบำรุงรักษาเชิงยุทธวิธีนี้ จะประกอบไปด้วยการค้นหานโยบายของการบำรุงรักษาที่เหมาะสม โดยที่นิยมใช้กันทั่วไปได้แก่ 2 หลักการ คือ

1. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance, AM)

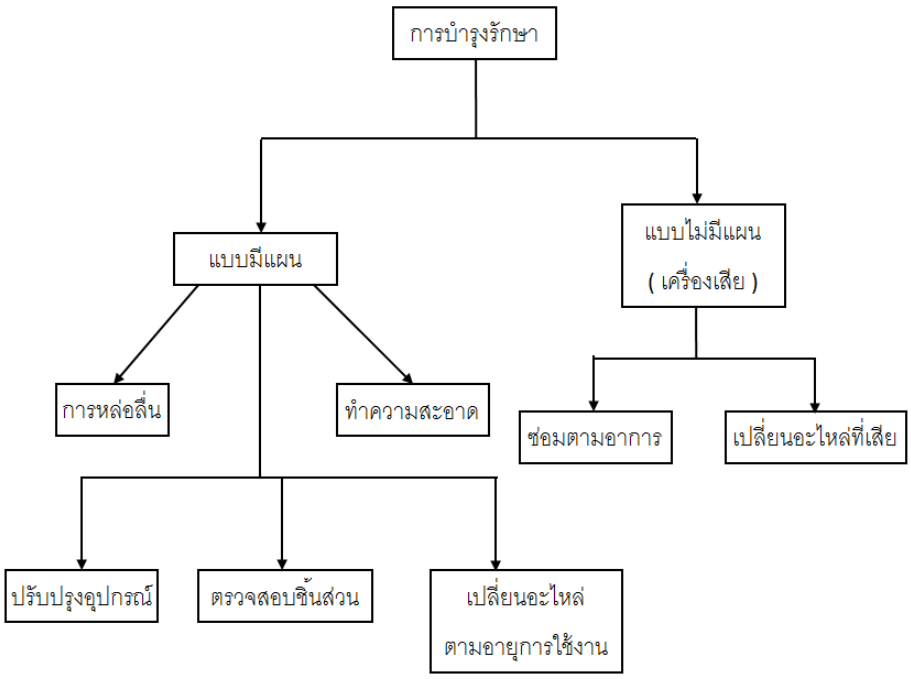
2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM)

3) การวางแผนระดับปฏิบัติการ (Operation Planning)

กรวางแผนระดับปฏิบัติการนั้นจะเกี่ยวกับการปฏิบัติในแต่ละวันและแต่ละตารางการทำงาน การจัดตารางกรบำรุงรักษา จะเกี่ยวข้องกับการจัดลำดับของใบร้องขอ การกำหนดการทำงานตามใบร้องขอ รวมทั้งกำหนดตัวบุคคล โดยพิจารณาถึงลำดับความสำคัญของแต่ละงาน กำลังคน อะไหล่ อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการบำรุงรักษา

2.5 การเปรียบเทียบแผนงานบำรุงรักษา

สุรพล อารีย์กุล (2540) ได้แสดงการเปรียบเทียบของการบำรุงรักษาแบบมีแผนและแบบไม่มีแผน โดยที่การบำรุงรักษาแบบไม่มีแผนนั้น จะเป็นการซ่อมตามอาการและเปลี่ยนอะไหล่ที่เสีย ส่วนการบำรุงรักษาแบบมีแผนนั้นจะทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรตามกิจกรรมที่ได้วางแผน หรือกำหนดไว้ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยได้แผนจากการเก็บข้อมูล และประวัติต่างๆของเครื่องจักร



รูปที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างการบำรุงรักษาแบบมีแผนและไม่มีแผน

2.6 การวัดผลการบำรุงรักษา

การวัดผลการบำรุงรักษา เป็นเรื่องสำคัญในงานบำรุงรักษา จุดประสงค์เพื่อวัดผลงานบำรุงรักษาที่ใช้อยู่นั้น ว่ามีประสิทธิภาพที่ดีพอต่อความต้องการของผู้วางแผนงานบำรุงรักษาหรือไม่ โดยการวัดผลงานการบำรุงรักษานั้น มีดัชนีต่างๆที่ใช้ในการชี้วัดมากมาย ซึงขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของงานที่ใช้ ซึ่งโดยทั่วไปที่นิยมใช้ได้แก่

1. การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE)

ค่า OEE ประกบไปด้วย 3 ส่วนคือ ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Availability : A) อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (Performance Efficiency : P) และอัตราของดี (Quality Late : Q) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1) ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Availability : A) คือดัชนีที่แสดงถึงความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร โดยเปรียบเทียบจำเวลาที่เดินเครื่องจริง กับเวลารับภาระงาน โดยการสูญเสียจะเกิดจากเวลาสูญเปล่าจากเครื่องจักรหยุดเนื่องมาจากการขัดข้อง และการสูญเสียจากการปรับตั้ง หรือการปรับแต่งของเครื่องจักร

$$A\ (\%) = \frac{(\text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลาสูญเปล่าจากเครื่องหยุด}) \times 100}{\text{เวลารับภาระงาน}}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2) อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร (Performance Efficiency : P) คือ ดัชนีที่แสดงถึงสมรรถนะในการทำงานของเครื่องจักร ซึงเปรียบเทียบระหว่างการเดินเครื่องสุทธิกับเวลาเดินเครื่อง โดยความสูญเสียจะเกิดจากการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร การเดินเครื่องเปล่าโดยที่ไม่ได้ผลผลิต และการสูญเสียความเร็วในการเดินเครื่องจักรทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันความต้องการ หรือเต็มกำลังการผลิตของเครื่องจักร

$$P\ (\%) = \frac{(\text{รอบเวลาทางทฤษฎี} \times \text{จำนวนงานที่ผลิตได้}) \times 100}{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้}}$$

1.3) อัตราของดี (Quality Late : Q) เป็นดัชนีที่แสดงถึงอัตราการผลิตของที่มีคุณภาพ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งหรือควบคุมไว้ โดยเปรียบเทียบระหว่างปริมาณผลผลิตที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด กับปริมาณผลผลิตทั้งหมด โดยการสูญเสียจะเกิดจากการผลิตที่ไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

$$Q\ (\%) = \frac{(\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้} - \text{ปริมาณของเสีย}) \times 100}{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้}}$$

OEE (%) = ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร x อัตราสมรรถนะของเครื่องจักร x อัตราของดี

= A x P x Q

โดยค่า OEE ที่ยอมรับได้ในแต่ละอุตสาหกรรมนั้นจะแตกต่างกันไป ตามแต่ละนโยบายของแต่ละสถานที่ ที่มีความต้องการต่างกัน โดยบางโรงงานอาจมีความต้องการของค่า OEE ที่ไม่สูงมากนัก เนื่องจากเหตุผลหลายประการหรือมีปัจจัยอื่นๆที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น คุณภาพของวัตถุดิบที่ป้อนเข้าสู่กระบวนการ หรือการหยุดเครื่องจักรเนื่องจากสภาพอากาศไม่อำนวย เป็นต้น ดังนั้นจึงเป็นการยากที่จะกำหนดค่า OEE เป็นเกณฑ์ในอุตสาหกรรมต่างๆโดยที่ ภัทรียา กิตติเจริญเกียรติ (2547) ทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ในโรงงานผลิตตัวเก็บประจุ โดยได้เสนอแนวทางในการบำรุงรักษาไว้คือ 1) จัดทำแผนบำรุงรักษา 2) จัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษา 3) การควบคุมการบำรุงรักษา โดยใช้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็นตัวชี้วัดในการบำรุงรักษา โดยหลังจากการปรับปรุงพบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจาก 85.53% เป็น 93.84 % และ เอมอัชยา รังษา (2557) ได้ทำการการพัฒนาระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการจัดการซ่อมบำรุงรักษาและจัดเก็บข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษาในระบบฐานข้อมูลสำหรับเครื่องกลึงซีเอ็นซีโดยใช้งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ร่วมกับการวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายผลกระทบเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ความเสียหายและตัดสินใจระดับความเสี่ยงของเครื่องกลึงซีเอ็นซี โดยหลังจากการปรับปรุงพบว่าเครื่องจักรมีอัตราความพร้อมในการทำงานเพิ่มขึ้น 13 % อัตราสมรรถนะเพิ่มขึ้น 13.13 % อัตราคุณภาพเพิ่มขึ้น 0.08 % ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 22.82

2. เวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Meantime Between Failure : MTBF)

เป็นการวัดผลเพื่อหาอายุการใช้งานเครื่องจักร หรือ อุปกรณ์ ว่ามีอายุงาน หรือมีระยะเวลาในการทำงานเท่าใดก่อนที่จะเสีย เพื่อที่จะได้วางแผนในการซ่อมบำรุงรักษา หรือทำการเปลี่ยนอะไหล่ชิ้นส่วนอุปกรณ์ โดยที่ถ้าหากว่าค่า MTBF ของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์มีค่าที่สูง ย่อมแสดงว่าสามารถจะใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ได้นานก่อนที่จะเสีย ในทางตรงกันข้าม หากค่า MTBF ต่ำ ย่อมแสดงว่า ระยะเวลาที่สามารถใช้เครื่องจักรได้น้อยก่อนที่จะเสีย ซึ่งในการคิดเวลา MTBF จะเริ่มคิดตั้งแต่การเสียของเครื่องจักรครั้งที่แล้วจนถึงการเสียของเครื่องจักรครั้งถัดไป

$$\text{โดยมีสูตรคำนวณค่า MTBF} = \frac{\text{ผลรวมของเวลาระหว่างการชำรุดขัดข้องทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งที่เกิดการขัดข้อง}}$$

3. เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร(Mean Time To Repair : MTTR)

การวัดผลนี้จะใช้เมื่อต้องการจะทราบถึงความสามารถในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ว่าเมื่อเกิดเหตุที่เครื่องจักร หรืออุปกรณ์เกิดเหตุขัดข้องขึ้นมา จะใช้ระยะเวลาเท่าไรในการซ่อมบำรุงแต่ละครั้ง โดยที่หากค่า MTTR สูงแสดงว่าเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรแต่ละครั้งใช้เวลานาน หรืออาจจะกล่าวได้ว่าความสามารถในการซ่อมเครื่องจักรมีน้อย แต่ถ้าหากค่า MTTR ต่ำแสดงว่าเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรแต่ละครั้งน้อย หรืออาจจะกล่าวได้ว่าความสามารถในการซ่อมเครื่องจักรมีมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$\text{โดยมีสูตรคำนวณ MTTR} = \frac{\text{ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งที่เกิดการขัดข้อง}}$$

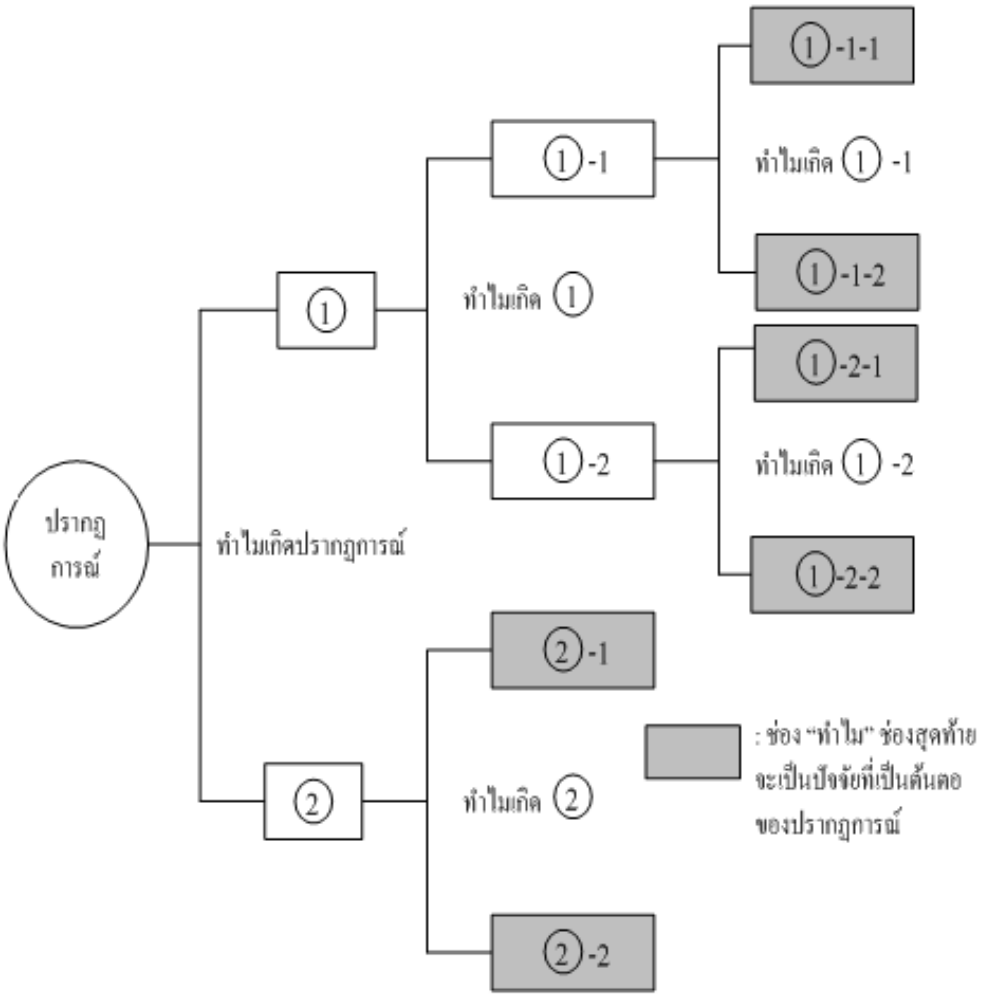
โดยที่ ต่อศักดิ์ หิรัญโญภาส (2551) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงการวางแผน และควบคุมการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานผลิตบล็อคคอนกรีตปูถนน โดยใช้แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันในการบำรุงรักษา โดยใช้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ค่าเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้อง (MTBF) และ ค่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อม (MTTR) เป็นตัวชี้วัดแผนกสรดำเนินงาน

บำรุงรักษาโดยหลังจากการปรับปรุงแผนบำรุงรักษาพบว่า MTBF เพิ่มขึ้นจาก 1,336 นาทีเป็น 2,381 นาที ค่า MTTR ลดลงจาก 67.1 นาทีเป็น 42.1 นาที และ ค่า OEE เพิ่มขึ้นจาก 60.15% เป็น 70.91%

2.7 การวิเคราะห์โดยใช้ Why-Why Analysis

โอกุระ ฮิโตชิ (2545) ได้ให้คำนิยามไว้ว่าการวิเคราะห์ Why Why Analysis เป็นเครื่องมือพื้นฐานของการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยหากสามารถค้นพบสาเหตุรากเหง้าและกำจัดได้แล้วปัญหาเดิมจะไม่เกิดซ้ำอย่างแน่นอน แต่หากปัญหาเดิมเกิดซ้ำ แสดงว่าการวิเคราะห์ของนั้นมาผิดทาง หรืออาจมีบางสาเหตุตกหล่นไป อาจจะต้องมาทำการวิเคราะห์ใหม่ Why-Why Analysis เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ มีขั้นมีตอน ไม่เกิดการตกหล่น ซึ่งไม่ใช่การคิดแบบคาดเดา วิธีการคิดของ Why-Why Analysis เมื่อเรามีปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น ก็ต้องมามาคิดกันดูว่าอะไรเป็นปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้มันเกิดโดยการตั้งคำถามว่า “ทำไม” โดยตั้งคำถามไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ปัจจัยที่เป็นต้นตอของปัญหา ปัจจัยที่อยู่หลังสุด จะต้องเป็นปัจจัยที่สามารถพลิกกลับกลายเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.4 แผนภูมิการวิเคราะห์ปัญหา Why-Why Analysis (โอกุระ ฮิโตชิ 2545)

ก่อนการวิเคราะห์ด้วย Why-Why Analysis

1. สะสางปัญหาให้ชัดเจน ยึดกุมข้อเท็จจริงให้มั่นก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-Why Analysis จะต้องไปตรวจสอบสถานที่จริง และดูสภาพของจริง อันเป็นที่มาของปัญหาเพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของปัญหาให้ถูกต้องชัดเจน ถ้าไม่สะสางให้ดีจะทำให้การวิเคราะห์กินวงกว้างเกินไป และมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากเกินไป ถึงแม้ได้ผลการวิเคราะห์ออกมาก็ตาม มาตรการที่ตามมาจะมากเกินกว่าที่จะนำมาปฏิบัติได้

2. ทำความเข้าใจในโครงสร้างและหน้าที่ของส่วนที่เป็นปัญหา จะต้องทำการแจกแจงส่วนงานที่เป็นปัญหา ให้ออกมาเป็นไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ของชิ้นส่วน, แสดงความสัมพันธ์ของหน้าที่ แสดงค่าที่ควรจะเป็นของชิ้นส่วนนั้นๆ กับสภาพที่ใช้งานจริง หรือกล่าวได้ว่าเป็นการเปรียบเทียบ basic condition กับ working condition ฯลฯ ในกรณีของงานทั่วๆ ไป ให้เขียนภาพขั้นตอนหรือการไหลของงาน และทำความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ของงานนั้นๆ

วิธีการมองปัญหาของ Why-Why Analysis

1. การมองจากสภาพที่ควรจะเป็น

แนวทางแรกนั้นเป็นการค้นหาสาเหตุโดยการนึกภาพขึ้นมาในหัวว่าการจะทำให้ดีนั้น จะต้องมีรูปแบบลักษณะ และเงื่อนไขอย่างไร การมองปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็นคือ การเปรียบเทียบวิธีการของตนเองกับสิ่งที่เป็นมาตรฐานหรือเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป “การมองปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น” เป็นการกำหนดแนวทางในการค้นหาสาเหตุของปัญหาโดยการเปรียบเทียบปัญหาที่เกิดกับสภาพที่ควรจะเป็น หลังจากกำหนดแนวทางได้แล้วก็จะตั้งคำถามว่า “ทำไม” ไปเรื่อยๆ เพื่อค้นหาปัจจัยหรือสาเหตุออกมา

2. การมองจากหลักเกณฑ์หรือทฤษฎี

เป็นการมองปัญหาจากการทำความเข้าใจกับหลักเกณฑ์หรือ จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ การมองปัญหาทั้งสองแบบมีข้อแตกต่างหรือข้อควรระมัดระวังดังนี้

2.1 ในกรณีที่ปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเข้าใจได้ไม่ยากนัก หรือมีต้นเหตุของปัญหาเพียงหนึ่งสาเหตุควรใช้วิธีการมองปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น

2.2 ในกรณีที่ปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่สนใจ เกี่ยวข้องกับกลไกที่ค่อนข้างเข้าใจยาก หรือมีต้นเหตุของปัญหาหลายสาเหตุควรเลือกใช้

2.8 วงจรเดมมิ่ง (PDCA)

Ronald, M. and Clifford, N. (2006) ได้กล่าวไว้ว่าวงจรเดมมิ่งเป็นต้นแบบของการปรับปรุงซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวางกรอบงาน ในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เป็นแนวคิดที่ไม่ได้ให้ความสำคัญเพียงแค่การวางแผน แต่เน้นให้ดำเนินงานไปอย่างมีระบบ โดยมีเป้าหมายให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1.กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตการดำเนินงาน (Plan)

- กำหนดโครงสร้างทีมงานและมอบหมายความรับผิดชอบ
- กำหนดตัวชี้วัดและตั้งเป้าหมาย
- วางแผนดำเนินการ ทั้งในส่วนการปรับปรุงและการจัดกิจกรรมรณรงค์ส่งเสริม

2.การดำเนินกิจกรรมตามแผนงาน (Do)

- ปรับปรุงงานผ่านเครื่องมือและเทคนิคที่เลือกใช้
- รณรงค์ส่งเสริมให้ความรู้ และประชาสัมพันธ์ผ่านช่องทางการสื่อสารที่เหมาะสม

3.ติดตามดำเนินการผลการรายงาน และเทียบกับเป้าหมาย (Check)

- สรุปผลการดำเนินงาน

4.วิเคราะห์ผลสำเร็จของกิจกรรม (Action)

- นำเสนองานต่อผู้บริหาร
- จัดทำแผนขยายผลเพื่อต่อยอดการปรับปรุง

การสร้างพฤติกรรมในการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้แก่พนักงานจะต้องดำเนินการครบวงจรอย่างต่อเนื่อง โดยที่ Ishikawa ได้ขยาย 4 ขั้นตอนของวงจรเดมมิ่ง ออกเป็น6 ขั้นตอนดังนี้ 1)กำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์ 2)กำหนดวิธีการที่จะไปสู่เป้าหมาย 3)ศึกษาและฝึกอบรม 4)ลงมือปฏิบัติ 5)ตรวจสอบผลการปฏิบัติ 6)ดำเนินการตามความเหมาะสม โดยที่ อาทิตยา เพชรวรพันธ์ (2556) ได้นำวงจรเดมมิ่งไปใช้ในการปรับปรุงบริหารความปลอดภัยในโรงงานฟอกย้อม โดยมีการใช้วงจรเดมมิ่งจำนวน 3 รอบ โดยวงรอบที่ 1 เป็นการสร้างความตระหนักถึงความปลอดภัย วงรอบที่ 2 เป็นการสร้างต้นแบบ และวงรอบที่ 3 เป็นการติดตามการทำงานของพนักงาน ซึ่งทำให้พนักงานมีพฤติกรรมความปลอดภัยดีขึ้น ร้อยละ 5.90 และ 6.28 ตามลำดับ และเมื่อประเมินความเสี่ยงเปรียบเทียบระว่างก่อนและหลังปรับปรุงพบว่าดีขึ้นร้อยละ 40.51 และ 30.04 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.9 การวิเคราะห์ขีดความสามารถของกระบวนการ

เป็นการวิเคราะห์คุณภาพที่ใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรม เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความสามารถของกระบวนการผลิตต่อการตอบสนองต่อข้อกำหนดต่างที่กำหนดขึ้นในการผลิต ดัชนีชี้วัดที่จะใช้กันก็คือค่า Cpk โดยเป็นการนำค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ค่าผันแปรของกระบวนการ และข้อกำหนดของลูกค้ามาคำนวณร่วมกัน ซึ่งดัชนีชี้วัดดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการมีขีดความสามารถแค่ไหนเมื่อเทียบกับข้อกำหนดที่ตั้งไว้ โดยที่ Keeling, B.K. *et al* (2013) ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้บริการของโรงพยาบาลโดยใช้ค่าความสามารถของกระบวนการเป็นตัวชี้วัด ซึ่งโดยทั่วไปแนวทางการประเมินค่า Cpk มีดังนี้

$$Cpk = \text{Min.} \left\{ \frac{\bar{x}-LSL}{3^*\hat{\sigma}} , \frac{USL-\bar{x}}{3^*\hat{\sigma}} \right\}$$

โดยในงานวิจัยนี้ได้แทนค่าตัวแปรไว้ดังนี้ คือ

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของปริมาณหินที่ได้ในแต่ละวัน

LSL = ปริมาณหินต่ำสุดที่ยอมรับได้ในแต่ละวัน

USL = ปริมาณหินสูงสุดที่ทำได้ในแต่ละวัน

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณหิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยที่

ค่า Cpk < 1 กระบวนการมีขีดความสามารถที่ไม่ดีควรได้รับการปรับปรุง

ค่า 1 < Cpk < 1.33 เป็นกระบวนการที่พอรับได้ อย่างไรก็ตามถ้าเป็นไปได้ควรปรับปรุงกระบวนการ

ค่า Cpk > 1.33 กระบวนการมีขีดความสามารถ

อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีในการดำเนินงานวิจัยเรื่องการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรของโรงโม่หินนั้นมีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. การศึกษากระบวนการผลิตและการเก็บข้อมูลเชิงสถิติ เพื่อให้ทราบถึงสภาพปัจจุบันของเครื่องจักรในโรงงานกรณีศึกษา และนำข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้น

2. การสร้างทีมงาน เพื่อทำการประเมินและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

3. การสร้างองค์ความรู้ เพื่อให้พนักงานเล็งเห็นถึงความสำคัญของงานบำรุงรักษา

4. การวิเคราะห์หาปัญหา โดยการใช้ Why – Why Analysis เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษา

5. การดำเนินการวางแผนการบำรุงรักษา โดยการใช้วงจรเดมมิ่งมาประยุกต์ใช้กับการวางแผนบำรุงรักษาทั้ง 3 ระดับได้แก่

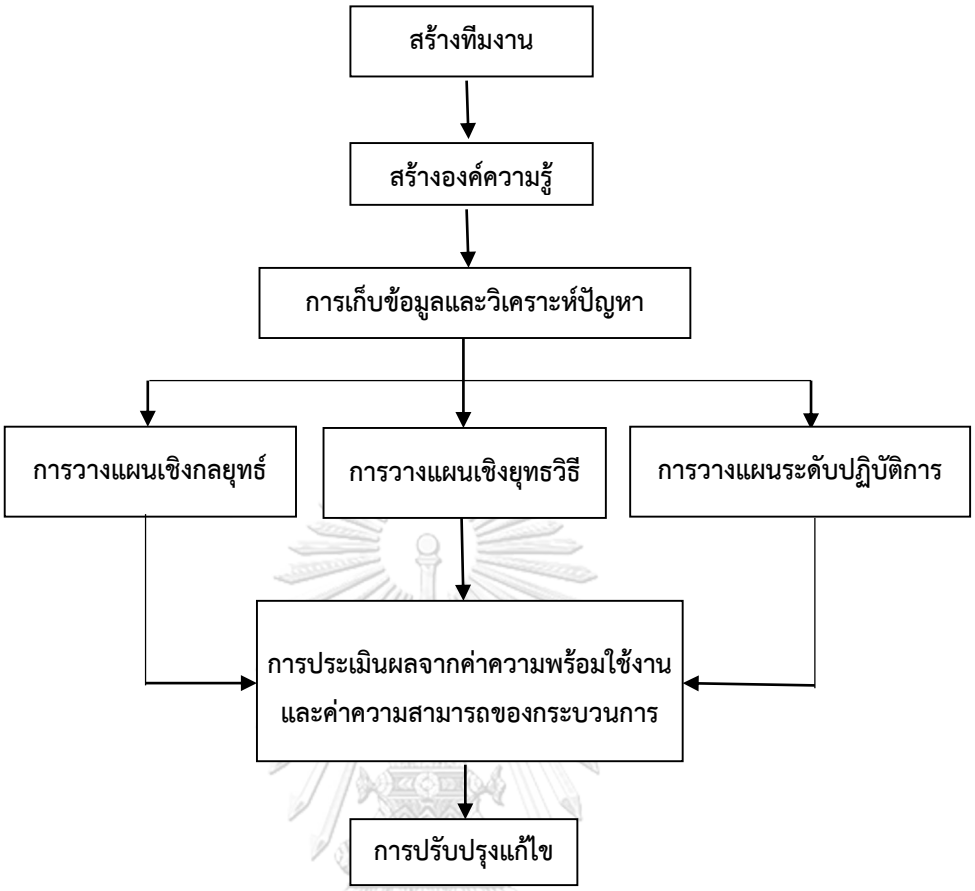
การวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Strategic Planning)

การวางแผนเชิงยุทธวิธี (Tactical Planning)

และการวางแผนระดับปฏิบัติการ (Operation Planning)

6. การประเมินผลการดำเนินงานและการปรับปรุงแก้ไข เพื่อประเมินสิทธิภาพของการบำรุงรักษาจากข้อมูลเชิงสถิติ และปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาให้ดียิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 การเก็บข้อมูลเชิงสถิติ

ในการเริ่มการดำเนินงานวิจัยนั้นจะเริ่มจากการเก็บข้อมูลนั้นจะเก็บในส่วนของค่าความพร้อมใช้งาน ค่า MTBF และ MTTR ของเครื่องจักรในโรงโม่ รถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ และค่าความสามารถของกระบวนการผลิต เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และประเมินสภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง และเป็นแนวทางในการวางแผนกลยุทธ์ในการบำรุงรักษาที่เหมาะสมดังแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในการเก็บข้อมูลเพื่อประเมินผลและเป็นตัวดัชนีชี้วัดในการดำเนินงานได้ใช้วิธีวัดผล 4 วิธีคือ

1. การประเมินผลโดยค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Availability : A) ซึ่งหาได้จากสูตร

$$A\,(\%) = \frac{(\text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลาสูญเปล่าจากเครื่องหยุด}) \times 100}{\text{เวลารับภาระงาน}}$$

2. การประเมินผลโดยเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Meantime Between Failure : MTBF) ซึ่งหาได้จากสูตร

$$MTBF = \frac{\text{ผลรวมของเวลาระหว่างการชำรุดขัดข้องทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งที่เกิดการขัดข้อง}}$$

3. การประเมินผลโดยเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร (Mean Time To Repair : MTTR) ซึ่งหาได้จากสูตร

$$MTTR = \frac{\text{ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งที่เกิดการขัดข้อง}}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. การประเมินผลโดยค่าความสามารถของกระบวนการผลิตสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ย (Process Capability) ซึ่งหาได้จากสูตร

$$Cpk = \text{Min.} \left\{ \frac{\bar{x}-LSL}{3^*\hat{\sigma}}, \frac{USL-\bar{x}}{3^*\hat{\sigma}} \right\}$$

โดยในงานวิจัยนี้ได้แทนค่าตัวแปรไว้ดังนี้ คือ

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของปริมาณหินที่ได้ในแต่ละวัน

LSL = ปริมาณหินต่ำสุดที่ยอมรับได้ในแต่ละวัน

USL = ปริมาณหินสูงสุดที่ทำได้ในแต่ละวัน

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณหิน

3.2 การสร้างทีมงาน

ในการดำเนินงานวิจัยนั้นเริ่มต้นโดยการสร้างทีมงาน แล้วทำการประเมินและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น จากการระดมสมองของทีมงาน เพื่อที่จะวางแผนงานบำรุงรักษาตามวงจรของเดมมิ่ง จนได้แผนงานงานบำรุงรักษาที่เหมาะสม โดยดำเนินงานในส่วนของสร้างแผนกลยุทธ์สำหรับประเมินสภาพเครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และสร้างแผนพัฒนาบุคลากรผู้ใช้เครื่องจักรไปพร้อมกันเพื่อให้ได้แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสม

ซึ่งทีมงานทั้งหมดจะทำหน้าที่ช่วยกันระดมสมองในการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา รวมถึง และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมร่วมกันออกแบบแผนงานที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยครอบคลุมทั้ง 3 กลยุทธ์ในการบำรุงรักษาได้แก่ การวางเชิงแผนกลยุทธ์ การวางแผนเชิงยุทธวิธี และการวางแผนระดับปฏิบัติการ

ในการสร้างทีมงานนั้น ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักได้แก่

- หัวหน้างานซึ่งมีความชำนาญงานและมีประสบการณ์ในการใช้เครื่องจักรและซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องจักร
- ช่างซ่อมทีดูแลเครื่องจักรและบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยตรง
- ผู้ใช้งานเครื่องจักรโดยตรงได้แก่ ผู้ใช้งานเครื่องจักรในโรงโม่ พนักงานขับรถขุดไฮดรอลิกและพนักงานขับรถบรรทุกสิบล้อ
- ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องอื่นๆในงานบำรุงรักษาได้แก่ ฝ่ายจัดซื้อและ และพัสดุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

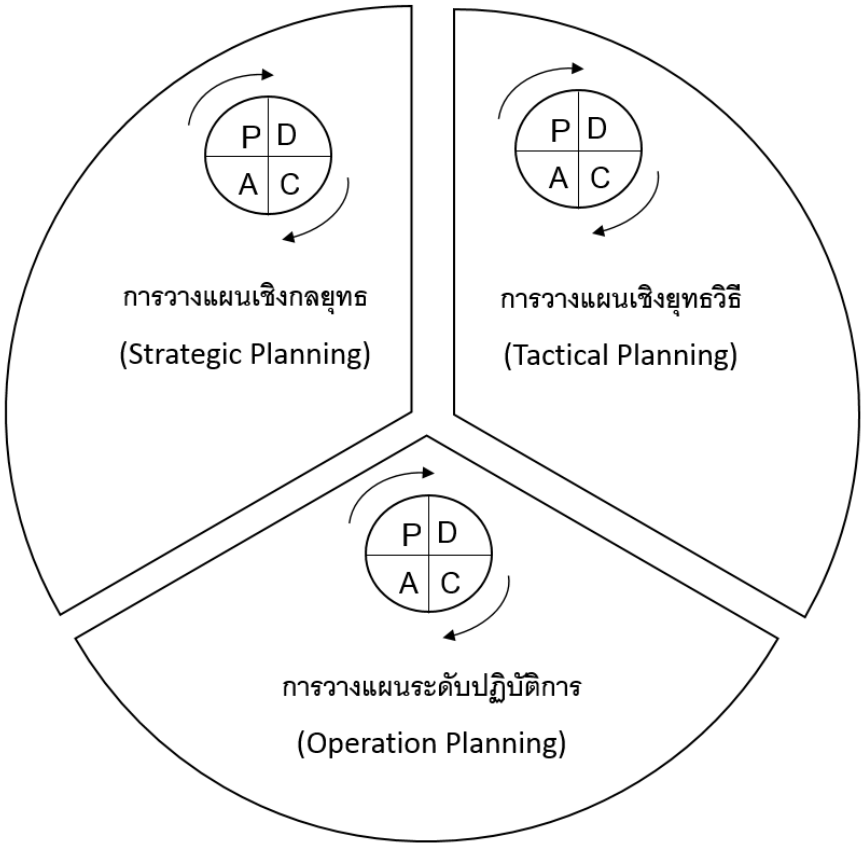
3.3 การสร้างองค์ความรู้

เป็นการสร้างองค์ความรู้ให้พนักงานทุกระดับชั้นนั้นเล็งเห็นถึงประโยชน์ของการบำรุงรักษาในด้านต่างๆ ทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิต และการลดต้นทุนจมในด้านต่างๆ โดยใช้ข้อมูลทางสถิติเป็นตัวประกอบ พร้อมทั้งใช้แนวทางทุกคนมีส่วนร่วม (participatory approach) คือ ทุกคนที่เกี่ยวข้องในการใช้งานเครื่องจักรและงานบำรุงรักษา มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา มีการออกแบบ และวางแผนงานในการบำรุงรักษา ซึ่งก่อให้เกิดวงจรเดมมิ่งและกิจกรรมต่างๆ ในวงจรเดมมิ่ง โดยเริ่มจากให้ทีมงานร่วมกันวางแผนในการปรับปรุงพฤติกรรมและวิธีการในการดูแลและบำรุงรักษาเครื่องจักร จากนั้นจึงดำเนินการตามแผนและวิธีการทำงานที่วางไว้แล้ววัดผลการปรับปรุงการบำรุงรักษาเครื่องจักร เมื่อพบว่าผลปรับปรุงยังไม่เป็นที่น่าพอใจก็วางแผนใหม่แล้วดำเนินการตามแผน ทำเช่นนี้จนกว่าผลการปรับปรุงเป็นที่น่าพอใจ

3.4 การวิเคราะห์ปัญหา

ในการวิเคราะห์หาปัญหานั้นได้ใช้ Why-Why Analysis เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยปัญหาในงานบำรุงรักษาที่เกิดขึ้นนั้นส่วนใหญ่นั้นเกิดจาก รถขุดไฮโดรลิก และรถบรรทุกสิบล้อมีการขัดข้องจำนวนมาก ซึ่งได้แสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของ การขัดข้องของรถขุดไฮโดรลิกและรถบรรทุกสิบล้อ ไว้แล้วดังแสดงที่รูป 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์หารากสาเหตุของปัญหาโดยใช้ Why – Why Analysis จากรูปภาพที่ 4.1 และ 4.2 ทำให้ได้รากสาเหตุของปัญหาด้วยกัน 4 ข้อ คือ 1) เครื่องจักรอยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์ 2) ไม่มีแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร 3) บุคลากรไม่มีองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องจักรและงานบำรุงรักษา และ 4) การใช้งานเครื่องจักรในสภาวะที่ภาระงานหนักกว่าปกติ เมื่อนำการวางแผนงานบำรุงรักษาทั้ง 3 ระดับได้แก่ 1) การวางแผนเชิงกลยุทธ์ 2) การวางแผนเชิงยุทธวิธี 3) การวางแผนระดับปฏิบัติการ เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทาง ในการแก้ปัญหาร่วมกับการดำงานตามวงจรเดมมิ่ง ทำให้สามารถสามารถแสดงถึงกรอบแนวคิดการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาได้ดัง รูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 กรอบแนวคิดการบริหารจัดการงานบำรุงรักษา

3.5 การวางแผนในระดับต่างๆ

3.5.1 การวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Strategic Planning)

เป็นการวางแผนในระดับผู้บริหาร เพื่อกำหนดแนวทางและนโยบายในการดำเนินงานบำรุงรักษาเครื่องจักรและการตัดสินใจในการทดแทนเครื่องจักร โดยพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ผลของการหยุดทำงานของเครื่องจักร และปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน

3.5.2 การวางแผนเชิงยุทธวิธี (Tactical Planning)

เป็นการวางแผนในระดับของหน่วยงานบำรุงรักษา โดยเน้นการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิผลมากที่สุด การบำรุงรักษาที่เหมาะสม ประกันได้ว่าเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตจะอยู่ในสภาพที่ทำงานได้อย่างน่าเชื่อถือ การวางแผนการบำรุงรักษาเชิงยุทธวิธีนี้ จะประกอบไปด้วยการค้นหานโยบายของการบำรุงรักษาที่เหมาะสม โดยที่นิยมใช้กันทั่วไปได้แก่ 2 หลักการ คือ

1. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance, AM)

2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM)

3.5.3 การวางแผนระดับปฏิบัติการ (Operation Planning)

กรวางแผนระดับปฏิบัติการนั้นจะเกี่ยวกับการปฏิบัติในแต่ละวันและแต่ละตารางการทำงาน การจัดตารางกรบำรุงรักษา จะเกี่ยวข้องกับการจัดลำดับของใบร้องขอ การกำหนดการทำงานตามใบร้องขอ รวมทั้งกำหนดตัวบุคคล โดยพิจารณาถึงลำดับความสำคัญของแต่ละงาน กำลังคน อะไหล่ อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการบำรุงรักษา

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.6 การประเมินผลการดำเนินงานและการปรับปรุงแก้ไข

หลังจากการดำเนินแผนการบำรุงรักษาแล้ว ก็จะประเมินผลงานด้วยดัชนีชี้วัด ได้แก่ ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร ค่า MTBF และ MTTR และค่าความสามารถของกระบวนการ โดยนำดัชนีชี้วัดที่ได้มาเปรียบเทียบก่อน และหลังการการปรับปรุง เพื่อวิเคราะห์ผลการดำเนินงานการบำรุงรักษาว่าดีขึ้นมากน้อยแค่ไหน และมีปัญหาหรืออุปสรรคอะไรหรือไม่ เพื่อที่จะกำเนินการแก้ไขและปรับปรุงต่อไป

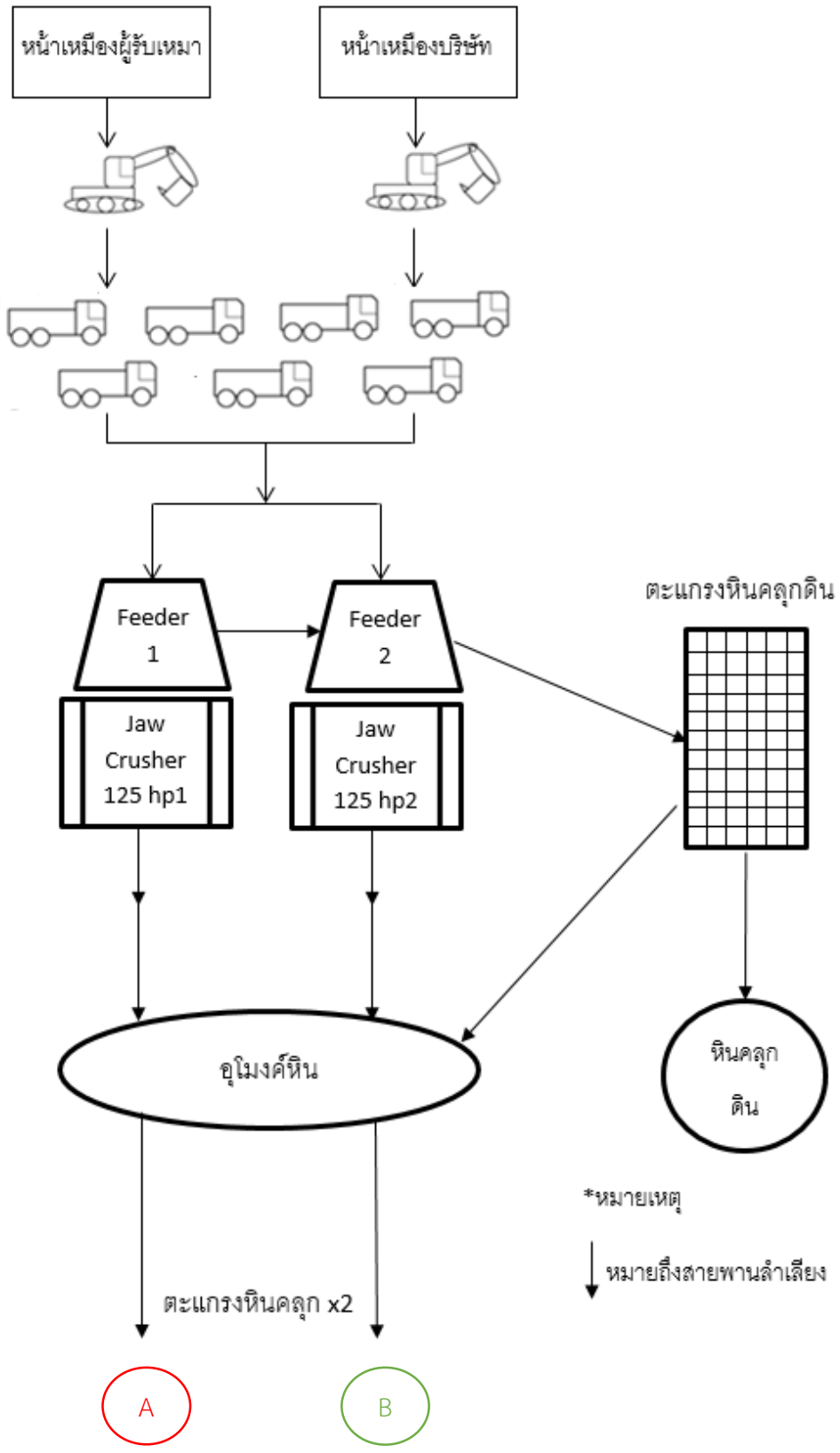
บทที่ 4
ข้อมูลโรงงานกรณีศึกษาและการวิเคราะห์ปัญหา

4.1 กระบวนการผลิต

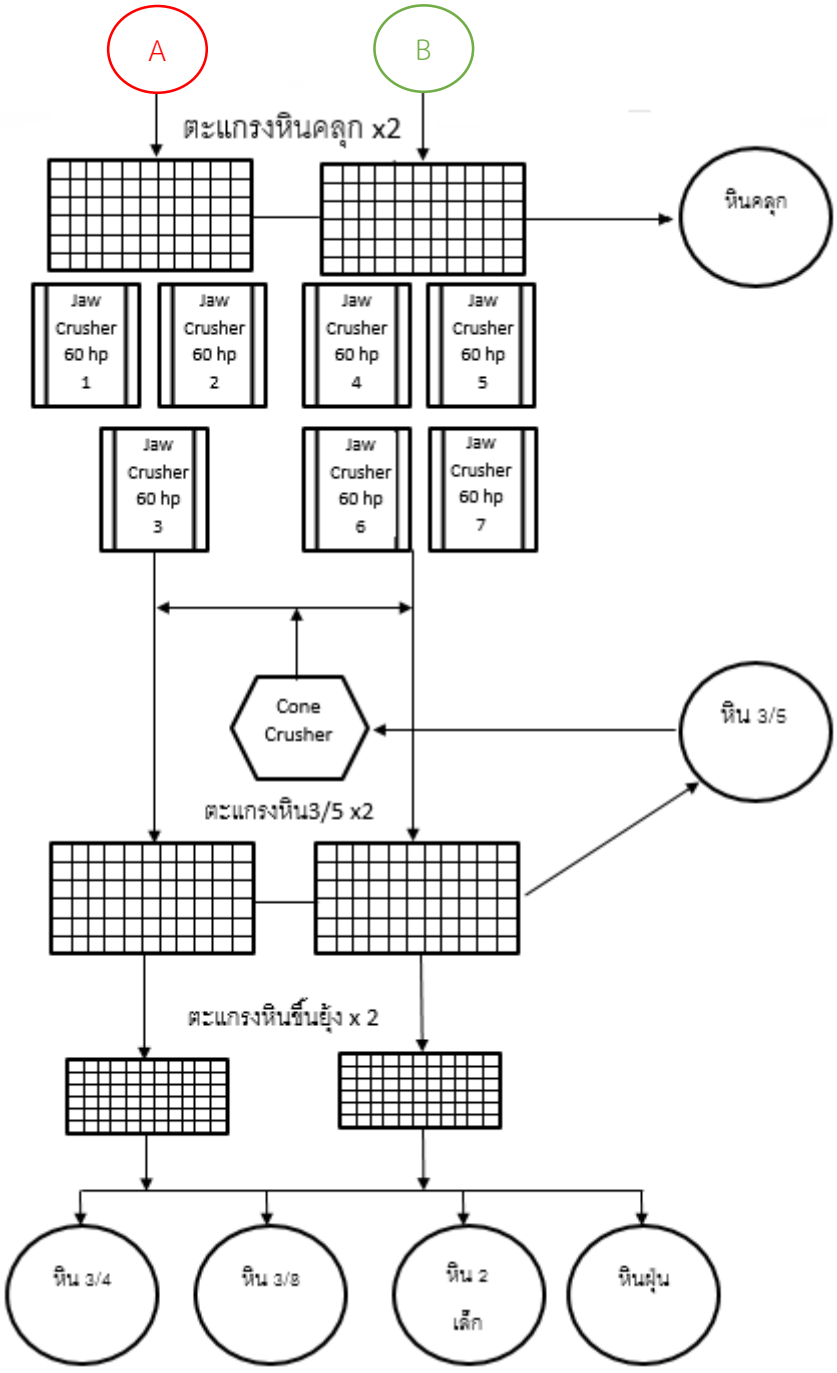
โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตหินหรือโรงโม่หิน โดยมีกระบวนการผลิตตั้งแต่ การระเบิดเหมืองหินเพื่อนำแร่หินที่ระเบิดได้ออกมาเป็นวัตถุดิบ ซึ่งแร่หินที่ระเบิดได้ช่วงแรกนั้นจะมีขนาดใหญ่ จึงต้องนำแร่หินนั้นมาเข้าสู่กระบวนย่อยหินเพื่อทำให้ได้หินที่มีขนาดเล็กลงตามที่ต้องการ โดยทำการขนส่งหินจากเหมืองหินมายังโรงโม่หิน โดยมีรถขุดไฮดรอลิกทำหน้าที่ตักแร่หินที่ระเบิดออกมาได้ใส่รถบรรทุกสิบล้อ และขนส่งแร่หินมายังโรงโม่

เมื่อรถบรรทุกนำหินมาถึงโรงโม่ ก็จะทำการเทแร่หินใส่เครื่องป้อน (Feeder) เพื่อลำเลียงหินเข้าสู่ ปากจอว์แรกที่มีจำนวน 2 เครื่องเพื่อบดหินให้มีขนาดเล็กลงเหลือประมาณ 3-6 นิ้ว เมื่อหินถูกบดแล้วก็จะถูกส่งไปขึ้นตะแกรงคัดแยกดินกับหินออกจากกัน หลังจากนั้นหินจะถูกส่งต่อไปยังปากจอว์ที่สองซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 7 เครื่องเพื่อทำการย่อยหินต่อไปให้ได้ขนาดตามต้องการซึ่งการขนถ่ายหินไปยังตะแกรงสั่นหรือกองหินตามขนาดหินที่ย่อยได้ โดยจะอาศัยสายพานลำเลียงเป็นตัวขนย้าย เมื่อหินที่ผ่านการย่อยมาแล้วจะมีขนาดแตกต่างกันไป ดังนั้นจึงต้องมีการแยกขนาดของหินออกเป็นกลุ่มๆตามความต้องการ โดยใช้ตะแกรงสั่นในการคัดแยก ซึ่งสามารถคัดแยกขนาดได้ตั้งแต่ 2 นิ้ว จนถึงขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร โดยหินที่ผลิตออกมาถ้ามีความใหญ่หรือจำนวนเกินความต้องการก็จะถูกส่งคืนไปปากโคน (Cone Crusher) เพื่อทำการย่อยหินให้มีขนาดเล็กลงอีกรอบ หลังจากนั้นก็จะส่งหินคืนไปยังตะแกรงสั่นคัดแยก เพื่อคัดแยกขนาดหินต่างๆ ออกไปอีกที

โดยหินขนาดต่างๆ ที่ผลิตได้นั้น บางส่วนก็จะกองสต๊อกไว้เพื่อรอตักขายให้ลูกค้า และหินในอีกบางส่วนก็จะมีรถบรรทุกของลูกค้ามารอที่ยุ้งเพื่อรอรับหินขนาดต่างๆ ตามที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งกระบวนการผลิตหินในขั้นตอนต่างๆ ได้แสดงออกมาดังรูปที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตหิน

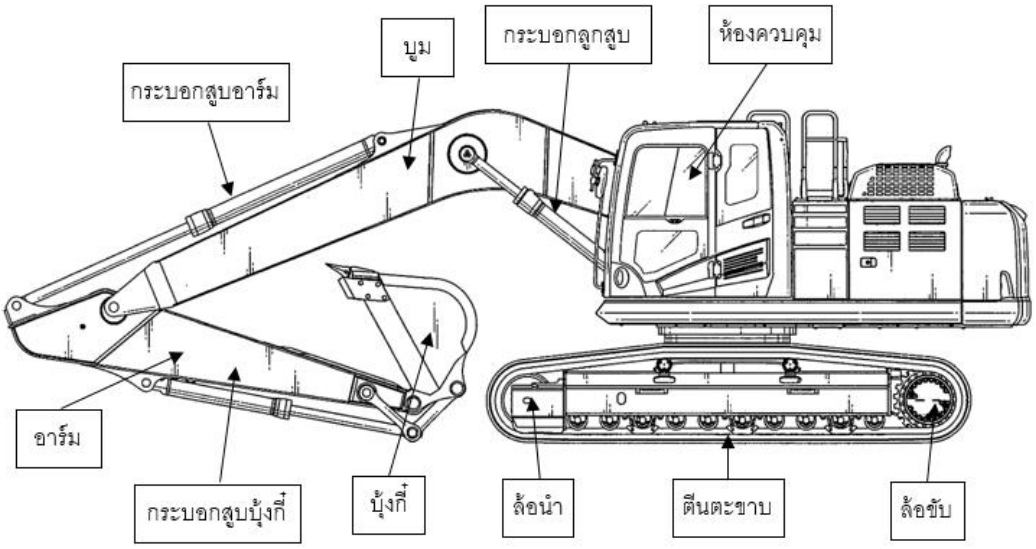


รูปที่ 4.1 กระบวนการผลิตหิน (ต่อ)

จากรูปแสดงที่ 4.1 แสดงถึงกระบวนการผลิตของโรงโม่หิน ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของเครื่องจักรต่างๆ ที่สำคัญได้ดังนี้

รถขุดไฮดรอลิก (Excavator)

เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการบรรจุแร่หินจากบริเวณหน้าเหมืองใส่รถบรรทุกสิบล้อ และยังมีหน้าที่เคลียร์งานบริเวณหน้าเหมืองหลังจากการระเบิดหินเสร็จเพื่อ เพื่อเปิดพื้นที่ให้รถบรรทุกสิบล้อเข้าไปปฏิบัติงานได้ โดยได้แสดงรานละเอียดเบื้องต้นของรถขุดไฮดรอลิกไว้แล้วในรูปที่ 4.3

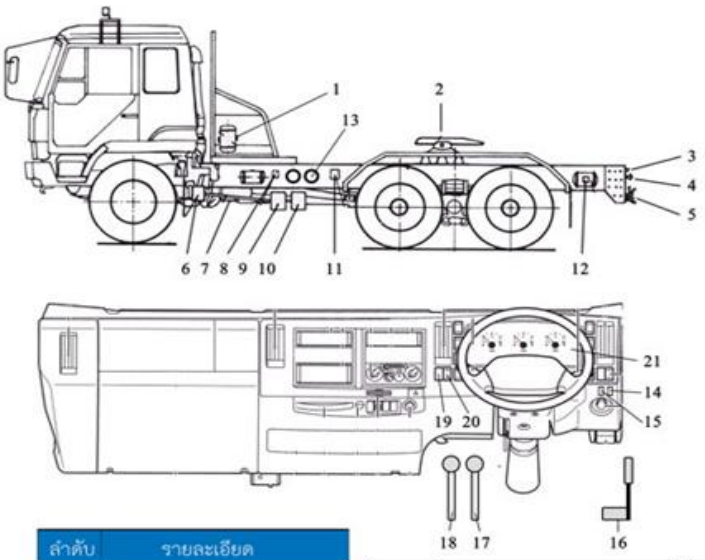


รูปที่ 4.2 รายละเอียดเบื้องต้นของรถขุดไฮดรอลิก

(ที่มารูปภาพ : https://www.truck2hand.com/index.php?actions=content/view&content_id=43281)

รถบรรทุกสิบล้อ (Ten-Wheel Truck)

ทำหน้าที่ขนส่งแร่หินจากหน้าเหมืองมาสู่โรงโม่หิน และยังทำหน้าที่ขนส่งหินที่ผลิตแล้วไปส่งลูกค้าภายนอก



ลำดับ	รายละเอียด
1	ถังน้ำมันไฮดรอลิค
2	จานลากเทรลเลอร์
3	เต้าเสียบไฟ 7 สาย
4	ข้อต่อมือเสือ
5	ข้อต่อพ่วง
6	ปะข้างเกียร์ PTO
7	เพลาขับปั๊มพ์
8	วาล์ว 2 ทาง
9	เกียร์ปั๊มไฮดรอลิคดั๊มพ์
10	เกียร์ปั๊มน้ำมัน
11	คอนโทรลวาล์ว 3 ทาง
12	รีเลย์มินิวาล์ว
13	ถังเก็บลม 30 ลิตร

ลำดับ	รายละเอียด
14	สัญญาณไฟล็อคถอย
15	สวิทช์ล็อคถอย
16	คอนโทรลวาร์ว
17	เบรคมือ
18	ล็อคเบรคหางพ่วง
19	สวิทช์ PTO
20	สัญญาณไฟ PTO
21	เกจวัดแรงดันลม

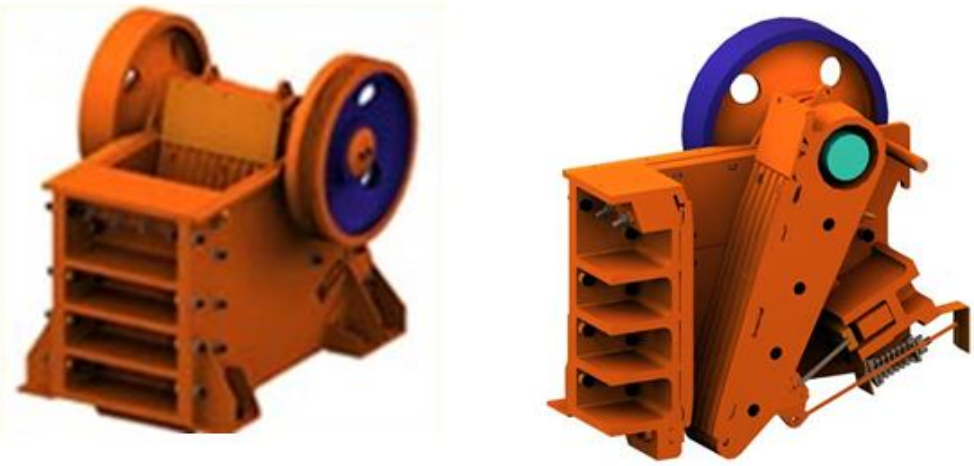
รูปที่ 4.3 รายละเอียดเบื้องต้นของรถบรรทุกสิบล้อ

(ทีมารูปภาพ : http://www.construck.tatamotors.com/multi-axle-tippers/lpk-2518.aspx)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปากจอว์ (Jaw Crusher)

เป็นเครื่องจักรสำหรับบดหิน โดยมีหน้าที่ทำการกะเทาะหินที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลงตามแต่ขนาดความกว้างของปากที่ตั้งไว้ โดยตัวเครื่องจะประกอบด้วยแผ่นเหล็กหนา 2 แผ่น โดยที่แผ่นเหล็กแผ่นหนึ่งจะถูกยึดอยู่กับที่ในแนวตั้ง และแผ่นเหล็กอีกแผ่นหนึ่งตั้งทำมุมเฉียงกับแผ่นเหล็กแผ่นแรก และสามารถปรับเลื่อนเข้าเลื่อนออกเพื่อปรับระยะห่างระหว่างแผ่นเหล็กได้ เมื่อเปิดให้เครื่องทำงาน แผ่นเหล็กแผ่นที่สองที่เอียงทำมุมจะเคลื่อนโยกเข้าหาแผ่นเหล็กแผ่นแรก โดยหินจะถูกกระแทกและบีบอัดโดยแผ่นเหล็กทั้งสองจนแตกและมีขนาดเล็กลง โดยในโรงงานกรณีศึกษา จะมีปากจอว์อยู่ 2 ชุดคือชุดแรกอยู่ที่ปากโม่ เป็นปากจอว์ขนาดใหญ่ จำนวน 2 ตัวใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนขนาด 120 Kw มีกำลังการผลิตอยู่ที่ 200 ตันต่อชั่วโมง ส่วนปากจอว์อีกชุดเป็นปากจอว์ขนาดเล็ก จำนวน 7 ตัว ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนขนาด 60 Kw มีกำลังการผลิตอยู่ที่ 60 ตันต่อชั่วโมง

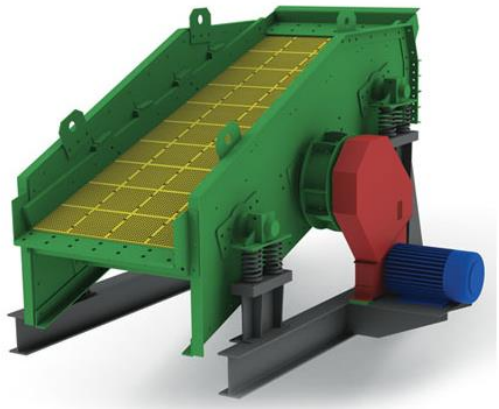


รูปที่ 4.4 ปากจอว์ (Jaw Crusher)

(ทีมารูปภาพ : http:// https://dir.indiamart.com/jaipur/jaw-crusher.html)

ตะแกรงสั่น (Vibration Screen)

เป็นเครื่องจักรที่มีลักษณะเป็นตะแกรงขนาดใหญ่ มีหน้าที่คัดแยกหินขนาดต่างๆ ที่ไหลมาจากสายพานลำเลียง โดยที่ขนาดของรูที่ตะแกรงนั้น จะมีขนาดแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขนาดหินที่ต้องการคัดแยกออกมา ซึ่งสามารถใช้คัดแยกดินที่ปนเปื้อนมากับหินออกจากหินได้ด้วย โดยตะแกรงจะสั่นในลักษณะวงกลม สำหรับคัดแยกและคัดขนาดของวัสดุที่ถูกลำเลียงผ่านตะแกรง



รูปที่ 4.5 ตะแกรงสั่น (Vibration Screen)

(ทีมารูปภาพ : https://www.indiamart.com/proddetail/inclined-vibrating-screen-14386172062.html)

สายพาน (Belt Conveyor)

ทำหน้าที่ลำเลียงขนส่งหินไปยังส่วนต่างๆ ในการผลิต โดยลักษณะที่สำคัญของระบบลำเลียงด้วยสายพานจะประกอบด้วยพลูเล่ 2 วง พลูเล่หนึ่งจะเป็นตัวหมุนขับขี่ซึ่งใช้มอเตอร์ ส่วนอีกตัวจะเป็นตัวหมุนตาม และมีสายพานเป็นตัวส่งกำลังการหมุนของพลูเล่ การทำงานของสานพานลำเลียงจะอาศัยการเคลื่อนตัวของสายพานเป็นประโยชน์ใช้งาน คือจะใช้เนื้อที่ของผืนสายพานเป็นส่วนที่รองรับหิน และจะมีลูกกลิ้งรองรับใต้สายพาน เพื่อช่วยรองรับน้ำหนักและส่งให้สายพานเคลื่อนตัวได้คล่อง

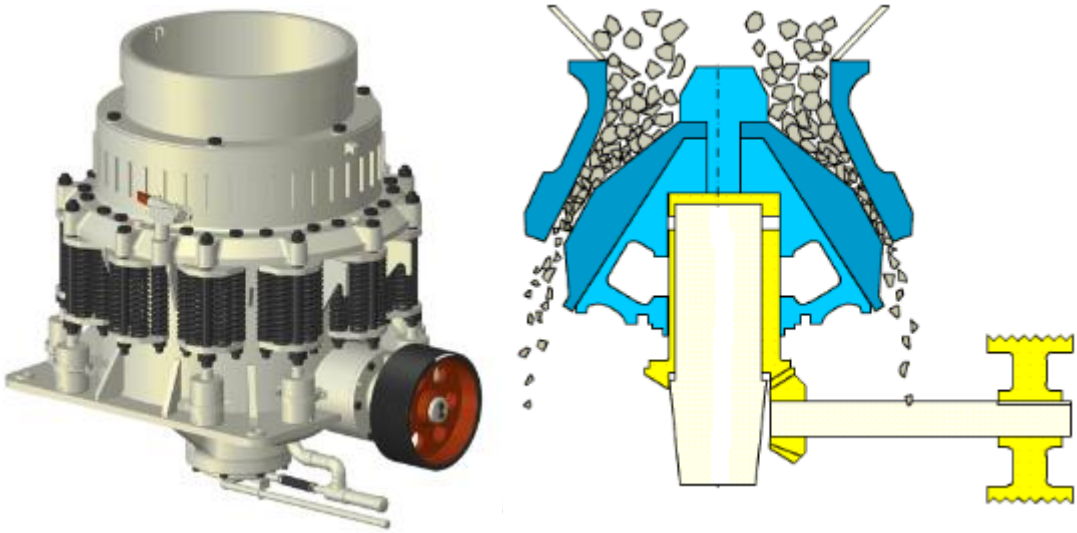
รูปที่ 4.6 สายพาน (Belt Conveyor)

(ที่มารูปภาพ : https://dir.indiamart.com/impcat/trough-belt-conveyor.html)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปากโคน (Cone Crusher)

เป็นเครื่องจักรที่ทำหน้าที่คล้ายกับปากจอว์ คือ ทำหน้าทีย่อยหินที่มีขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง แต่แตกต่างกันตรงที่ หินที่เข้าปากโคนจะคัดขนาดไว้ที่ 3/5 นิ้ว ซึ่งกำลังการผลิตจะสูงกว่า ปากจอว์ และมีประสิทธิภาพกว่า ซึ่งถือได้ว่าเป็นเครื่องจักรที่สำคัญที่สุดในโรงงาน มีกำลังการผลิตอยู่ที่ 220 ตันต่อชั่วโมง



รูปที่ 4.7 ปากโคน *(Cone Crusher)*

(ที่มารูปภาพ : http://www.minggongmachinery.com/Crusher/Cone_Crusher.htm)

4.2 รายชื่อเครื่องจักรทั้งหมดในโรงงาน

งานวิจัยนี้ได้ทำการรวบรวมและเก็บข้อมูลของเครื่องจักรทั้งหมดในโรงงานกรณีศึกษา ตั้งแต่บริเวณหน้าเหมืองจนถึงเครื่องจักรในโรงโม่ โดยรายชื่อเครื่องจักรนี้จะบ่งชี้ว่า ในโรงงานมีเครื่องจักรทั้งหมดกี่ตัว รหัสของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ตำแหน่งที่อยู่ของเครื่องจักร หน้าที่ของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง รวมถึงกำลังการผลิตที่เครื่องจักรสามารถทำได้ ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1 รายชื่อเครื่องจักรในโรงโม่

No.	เครื่องจักร	รหัส เครื่องจักร	ตำแหน่งที่อยู่	หน้าที่
1	รถขุดไฮดรอลิก No.1	BH01	หน้าเหมือง	ตักหินใส่รถ
2	รถขุดไฮดรอลิก No.2	BH02	หน้าเหมือง	ตักหินใส่รถ
3	รถบรรทุก No.1	LR02	หน้าเหมือง-โรงโม่	บรรทุกหินส่งปากโม่
4	รถบรรทุก No.2	LR06	หน้าเหมือง-โรงโม่	บรรทุกหินส่งปากโม่
5	รถบรรทุก No.3	LR09	หน้าเหมือง-โรงโม่	บรรทุกหินส่งปากโม่
6	รถบรรทุก No.4	LR15	หน้าเหมือง-โรงโม่	บรรทุกหินส่งปากโม่
7	รถบรรทุก No.5	LR20	หน้าเหมือง-โรงโม่	บรรทุกหินส่งปากโม่
8	รถบรรทุก No.6	LR21	หน้าเหมือง-โรงโม่	บรรทุกหินส่งปากโม่
9	รถบรรทุก No.7	LR22	หน้าเหมือง-โรงโม่	บรรทุกหินส่งปากโม่
10	Feeder 1	FD01	โรงโม่	ลำเลียงหิน
11	Feeder 2	FD02	โรงโม่	ลำเลียงหิน
12	Jaw Crusher 125 hp 1	JC01	โรงโม่	บดหิน
13	Jaw Crusher 125 hp 2	JC02	โรงโม่	บดหิน
14	Jaw Crusher 60 hp 1	JC61	โรงโม่	บดหิน
15	Jaw Crusher 60 hp 2	JC62	โรงโม่	บดหิน
16	Jaw Crusher 60 hp 3	JC63	โรงโม่	บดหิน
17	Jaw Crusher 60 hp 4	JC64	โรงโม่	บดหิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

No.	เครื่องจักร	รหัส เครื่องจักร	ตำแหน่งที่อยู่	หน้าที่
18	Jaw Crusher 60 hp 5	JC65	โรงโม่	บดหิน
19	Jaw Crusher 60 hp 6	JC66	โรงโม่	บดหิน
20	Jaw Crusher 60 hp 7	JC67	โรงโม่	บดหิน
21	Cone Crusher 220 hp	CC01	โรงโม่	บดหินละเอียด
22	ตะแกรงคัดแยกหิน คลุก	SC01	โรงโม่	คัดแยกหิน
23	ตะแกรงคัดแยกหิน คลุก พิเศษ	SC11	โรงโม่	คัดแยกหิน
24	ตะแกรงคัดแยกหิน คลุก พิเศษ2	SC12	โรงโม่	คัดแยกหิน
25	ตะแกรงคัดแยกหิน 3/5 1	SC31	โรงโม่	คัดแยกหิน
26	ตะแกรงคัดแยกหิน 3/5 2	SC32	โรงโม่	คัดแยกหิน
27	ตะแกรงคัดแยกหิน ขึ้นยุ้ง	SC51	โรงโม่	คัดแยกหิน
28	ตะแกรงคัดแยกหิน ขึ้นยุ้ง	SC52	โรงโม่	คัดแยกหิน
29	สายพานลำเลียงใต้ feeder	CY01	โรงโม่	ลำเลียงหิน
30	สายพานลำเลียงใต้ feeder ไป ตะแกรงหินคลุก	CY11	โรงโม่	ลำเลียงหิน
31	สายพานลำเลียงใต้ปากโม่ 1	CY21	โรงโม่	ลำเลียงหิน
32	สายพานลำเลียงใต้ปากโม่ 2	CY22	โรงโม่	ลำเลียงหิน
33	สายพานลำเลียงจาก ปากโม่ 1 ไปอุโมงค์	CY31	โรงโม่	ลำเลียงหิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

No.	เครื่องจักร	รหัสเครื่องจักร	ตำแหน่งที่อยู่	หน้าที่
34	สายพานลำเลียงจาก ปากโม่ 2 ไปอุโมงค์	CY32	โรงโม่	ลำเลียงหิน
35	สายพานลำเลียงจาก ตะแกรงหินคลุกไปอุโมงค์	CY41	โรงโม่	ลำเลียงหิน
36	สายพานลำเลียงไปกองหินคลุกดิน	CY51	โรงโม่	ลำเลียงหิน
37	สายพานลำเลียงจากอุโมงค์ไปตะแกรงหินคลุกพิเศษ 1	CY61	โรงโม่	ลำเลียงหิน
38	สายพานลำเลียงจากอุโมงค์ไปตะแกรงหินคลุกพิเศษ 2	CY62	โรงโม่	ลำเลียงหิน
39	สายพานลำเลียงใต้ตะแกรงหินคลุกพิเศษ	CY71	โรงโม่	ลำเลียงหิน
40	สายพานลำเลียงไปกองหินคลุกพิเศษ	CY81	โรงโม่	ลำเลียงหิน
41	สายพานลำเลียงจากปากจอว์ 1 ไปตะแกรงหิน 3/5	CY91	โรงโม่	ลำเลียงหิน
42	สายพานลำเลียงจากปากจอว์ 2 ไปตะแกรงหิน 3/5	CY92	โรงโม่	ลำเลียงหิน
43	สายพานลำเลียงใต้กระแกรงหิน 3/5	CY93	โรงโม่	ลำเลียงหิน
44	Conveyor ตะแกรงหิน 3/5 1 ไปกองหิน	CY94	โรงโม่	ลำเลียงหิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3 ข้อมูลเชิงสถิติของเครื่องจักร

ในการดำเนินงานวิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลสถิติการใช้งานของเครื่องจักรได้แก่ ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร ค่า MTBF และ MTTR เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาและความสามารถของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

ตารางที่ 4.2 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรในโรงโม่ เดือน พฤศจิกายน 2558 - เมษายน 2559

เครื่องจักร	**Loading Time (ชั่วโมง)**	**เวลาหยุดจากการเสียและซ่อม (ชั่วโมง)**	**ค่าความพร้อมใช้งาน (%)**
สายการผลิต 1	1,368	131.9	90.36
สายการผลิต 2	1,368	77.04	94.37
Jaw Crusher No.1	1,368	93.6	93.16
Jaw Crusher No.2	1,368	82.94	93.94
Jaw Crusher No.3	1,368	78.52	94.26
Jaw Crusher No.4	1,368	109.72	91.98
Jaw Crusher No.5	1,368	87.98	93.57
Jaw Crusher No.6	1,368	80.92	94.08
Jaw Crusher No.7	1,368	62.35	95.44
Cone Crusher	1,368	951.44	30.45

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หมายเหตุ ตัวอย่างการคิด Loading Time ของ Cone Crusher เดือน พฤศจิกายน 2558 ถึงเดือนเมษายน 2559

$$\frac{(1{,}368 - 951.44) \times 100}{1{,}368} = 30.45\ \%$$

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่า ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรในโรงโม่ มีค่าเกินกว่า 90% จัดได้ว่ามีค่าความพร้อมใช้งานที่สูง ยกเว้นปากโคน (Cone Crusher) ที่มีค่าความพร้อมใช้งานที่ต่ำอยู่ที่ 30.45% ซึ่งมีสาเหตุมาจากเสียที่เรื้อรัง และการใช้เวลาในการซ่อมบำรุงรักษาที่นาน

ตารางที่ 4.3 ค่า MTBF และ MTTR ของเครื่องจักรในโรงโม่ เดือน พ.ย.58 –เม.ย.59

เครื่องจักร	**ความถี่ในการเสีย (ครั้ง)**	**MTBF (นาที)**	**MTTR (นาที)**
สายการผลิต 1	27	2,746	293
สายการผลิต 2	19	4,486	290
Jaw Crusher No.1	15	5,098	374
Jaw Crusher No.2	16	4,819	311
Jaw Crusher No.3	13	5,952	362
Jaw Crusher No.4	17	4,441	387
Jaw Crusher No.5	15	5,121	351
Jaw Crusher No.6	14	5,515	347
Jaw Crusher No.7	12	6,528	312
Cone Crusher	3	8,331	19,029

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.3 แสดงค่า MTBF และ MTTR ในช่วงเดียวกันกับตารางที่ 4.2 จะได้ว่าค่า MTBF และค่า MTTR มีค่าที่สอดคล้องกับค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

จากตารางที่ 4.2 นั้น จะเห็นได้ว่าเครื่องจักรในโรงโม่นั้น มีค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรสูง ทำให้ไม่บ่งชี้ถึงสาเหตุของปัญหาที่ทำการผลิตหินได้น้อย เมื่อพิจารณาการหาค่าความพร้อมใช้งาน จากเวลาที่เครื่องจักรเสียและซ่อมบำรุง จะทำให้ได้ค่าความพร้อมใช้งาน ที่สูงแล้วทำให้ไม่สะท้อนถึงปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้ทำการเก็บข้อมูลในส่วนของรถขุดไฮดรอลิก และ รถบรรทุกสิบล้อเพิ่มเติม

ตารางที่ 4.4 ค่าความพร้อมใช้งาน ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ เดือน พ.ย.58 –เม.ย.59

เครื่องจักร	**Loading time (ชั่วโมง)**	**เวลาหยุดจากการเสียและซ่อม (ชั่วโมง)**	**ค่าความพร้อมใช้งาน (%)**
รถขุดไฮดรอลิก No.1	1,368	414.73	69.68
รถขุดไฮดรอลิก No.2	1,368	297.48	78.25
รถบรรทุกสิบล้อ No.1	1,368	777.22	43.18
รถบรรทุกสิบล้อ No.2	1,368	278.05	79.67
รถบรรทุกสิบล้อ No.3	1,368	607.02	55.62
รถบรรทุกสิบล้อ No.4	1,368	243.64	82.19
รถบรรทุกสิบล้อ No.5	1,368	374.53	72.62
รถบรรทุกสิบล้อ No.6	1,368	268.67	80.36
รถบรรทุกสิบล้อ No.7	1,368	414.06	69.73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.4 จะสังเกตได้ว่าค่าความพร้อมใช้งาน ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อนั้น มีเพียง 2 คันที่มีค่าความพร้อมใช้งานเกิน 80% และ และมีรถบรรทุกสิบล้อที่มีค่าความพร้อมใช้งานน้อยกว่า 50% อยู่ 1 คัน

ตารางที่ 4.5 ค่า MTBF และ MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อเดือน พ.ย.58 –เม.ย.59

เครื่องจักร	**ความถี่ในการเสีย (ครั้ง)**	**MTBF (นาที)**	**MTTR (นาที)**
รถขุดไฮดรอลิก No.1	18	3,172	1,383
รถขุดไฮดรอลิก No.2	11	5,834	1,620
รถบรรทุกสิบล้อ No.1	22	1,638	2,089
รถบรรทุกสิบล้อ No.2	10	6,478	1,722
รถบรรทุกสิบล้อ No.3	19	2,399	1,916
รถบรรทุกสิบล้อ No.4	13	5,183	1,124
รถบรรทุกสิบล้อ No.5	15	3,970	1,496
รถบรรทุกสิบล้อ No.6	12	5,493	1,340
รถบรรทุกสิบล้อ No.7	16	3,577	1,548

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.5 แสดงถึงค่า MTBF และ MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ ในช่วงเวลาเดียวกับพบว่า มีค่าสอดคล้องกับค่าความพร้อมใช้งานของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ นอกจากนี้ ยังได้มีการเก็บข้อมูลในส่วนของ ค่าความสามารถของกระบวนการ (Cpk) เพื่อวิเคราะห์ว่ากระบวนการขนส่งและโม่แร่หินนั้น มีประสิทธิภาพมากเพียงใด โดยใช้ปริมาณหินที่ผลิตได้จากโรงโม่เป็นข้อมูลในการคำนวณหาค่าความสามารถของกระบวนการ

ค่าความสามารถของกระบวนการ

ในส่วนค่าความสามารถของกระบวนการ (Cpk) ก่อนการปรับปรุงในการขนส่งแร่หินมีค่าดังนี้

$$Cpk = Min. \left\{ \frac{\bar{x}-LSL}{3*\hat{\sigma}} , \frac{USL-\bar{x}}{3*\hat{\sigma}} \right\}$$

$$Cpk = Min \left\{ \frac{1,539-1,300}{3*521} , \frac{3,000-1539}{3*521} \right\}$$

$$Cpk = Min \{0.15 , 0.93\}$$

$$Cpk = 0.15$$

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของปริมาณหินที่ได้ในแต่ละวัน

LSL = ปริมาณหินต่ำสุดที่ยอมรับได้ในแต่ละวัน

USL = ปริมาณหินสูงสุดที่ทำได้ในแต่ละวัน

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณหิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

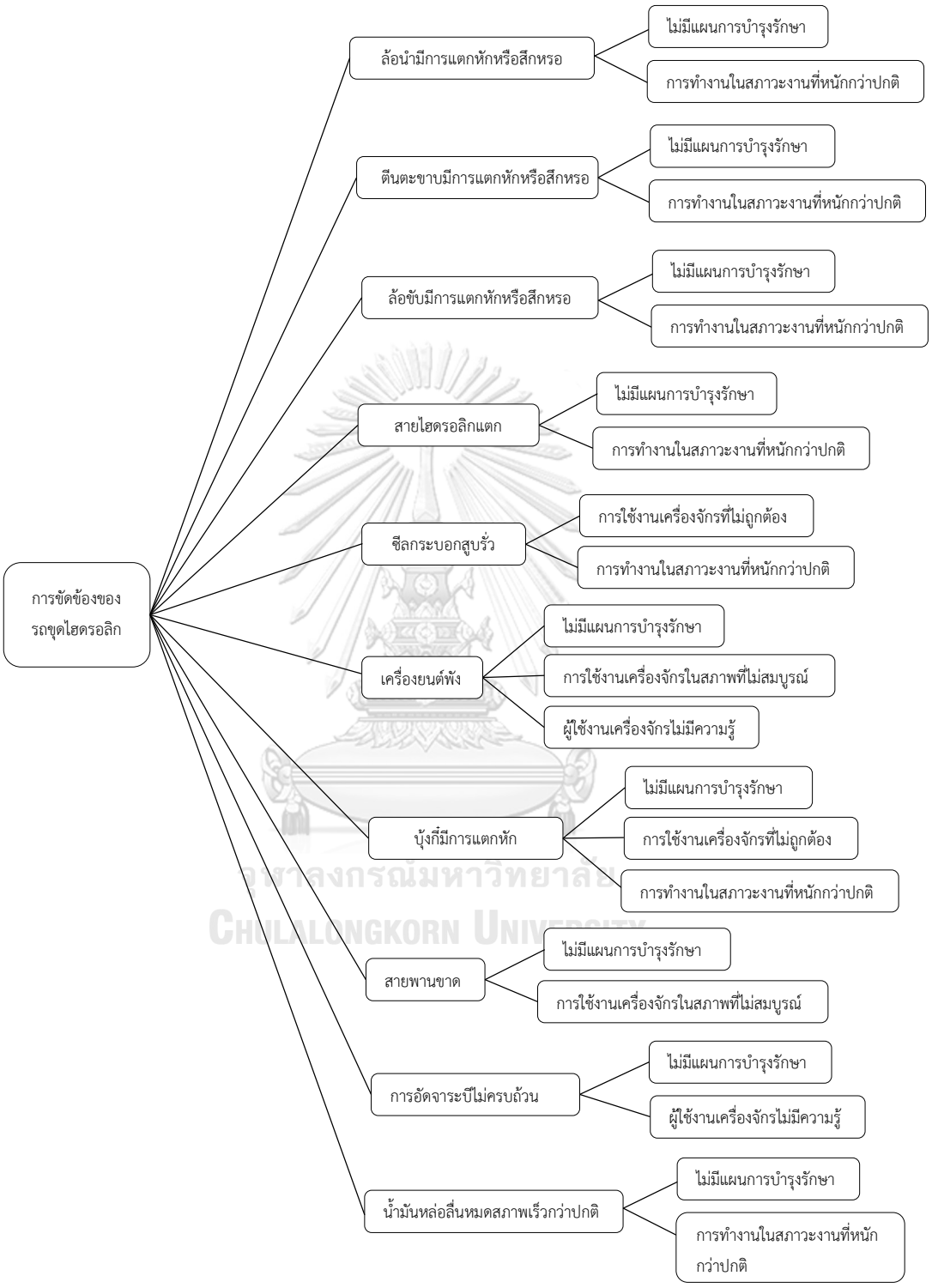
ค่า Cpk < 1 กระบวนการมีขีดความสามารถที่ไม่ดีควรได้รับการปรับปรุง

ค่า 1 < Cpk < 1.33 เป็นกระบวนการที่พอรับได้ อย่างไรก็ตามถ้าเป็นไปได้ควรปรับปรุงกระบวนการ

ค่า Cpk > 1.33 กระบวนการมีขีดความสามารถอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

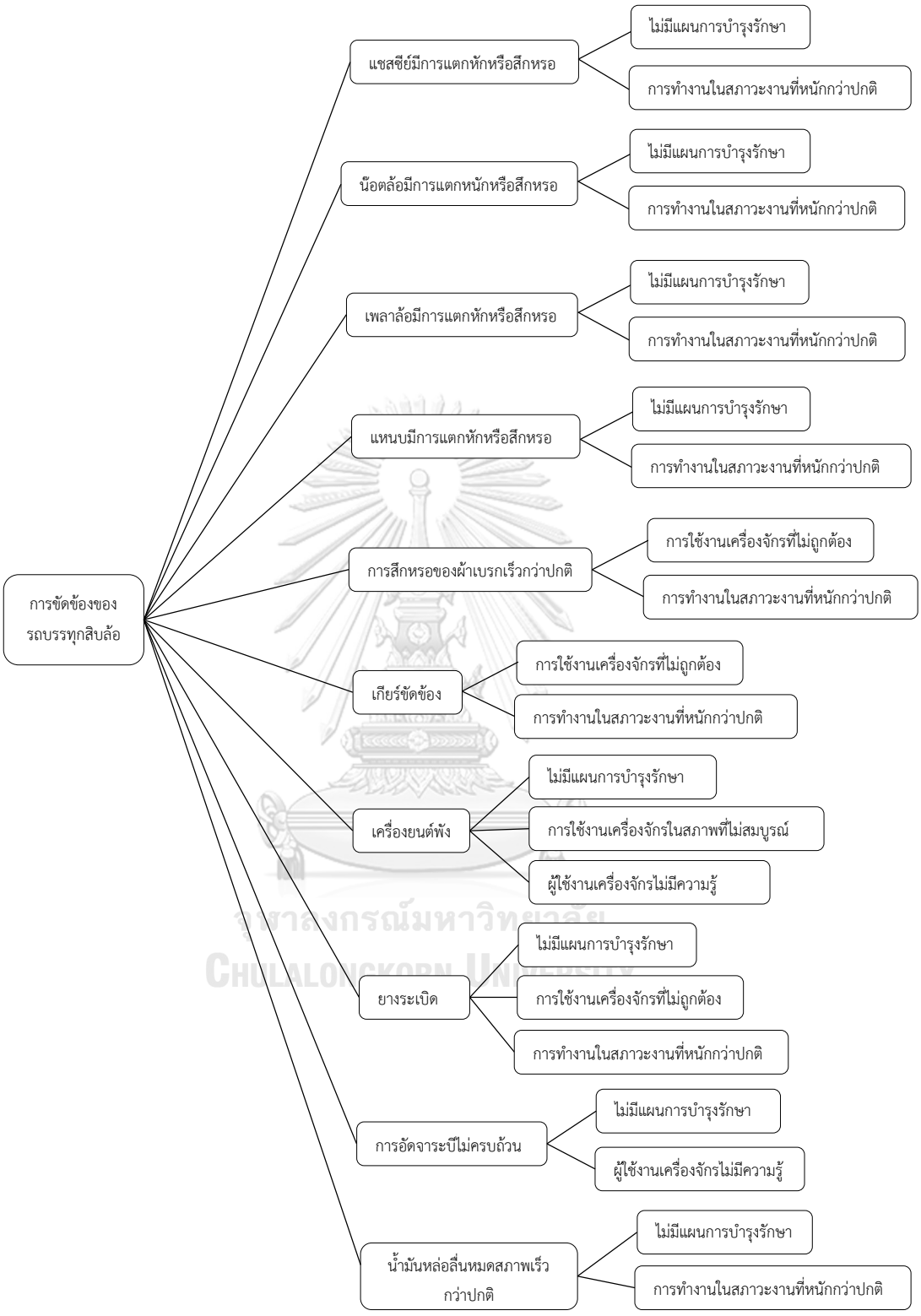
จากค่าความสามารถของกระบวนการจะเห็นได้ว่ามีค่าเพียง 0.11 เท่านั้นซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุง และแสดงให้เห็นถึงปริมาณหินที่ได้มีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับกำลังการผลิต

4.4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.8 การวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องของรถขุดไฮดรอลิกด้วย Why-Why Analysis



รูปที่ 4.9 การวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องของรถบรรทุกสิบล้อด้วย Why-Why Analysis

จากรูปที่ 4.9 และ 4.10 แสดงถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อโดยใช้ Why – Why Analysis ซึ่งในส่วนรายละเอียดการขัดข้องของชิ้นส่วนของรถขุดไฮโดรลิกและรถบรรทุกสิบล้อนั้นมาจาก การเก็บข้อมูลการเสียของเครื่องจักรย้อนหลัง การสอบถามพนักงานที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงรักษา และการสอบถามผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องจักร ทำให้ทราบได้ว่า ชิ้นส่วนชิ้นไหนที่มีการเสียหายบ่อยครั้งและรุนแรง ทำให้ส่งผลกระทบต่อความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร พร้อมทั้งได้แสดงให้เห็นถึงรากสาเหตุของการขัดข้องได้ออกเป็น 4 สาเหตุด้วยกันคือ

1. เครื่องจักรอยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์

เป็นการใช้งานเครื่องจักรที่อยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์ คือ เมื่อเครื่องจักรเกิดการเสียหรือขัดข้องขึ้น แต่ว่าเครื่องจักรยังสามารถทำงานต่อได้ ผู้ใช้งานเครื่องจักรก็ยังไม่ทำการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งจะทำการรักษาก็ต่อเมื่อเครื่องจักรไม่สามารถทำงานต่อไปได้ ซึ่งการใช้งานเครื่องจักรในสภาพไม่สมบูรณ์นั้นทำให้เครื่องจักรต้องรับภาระงานมากขึ้น ทำให้เครื่องจักรขัดข้องและเสื่อมสภาพเร็วกว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ยังมีเครื่องจักรที่เสียซึ่งไม่สามารถใช้งานได้ ทำให้ต้องใช้เครื่องจักรอื่นๆแทน ทำให้ต้องใช้เวลาในกระบวนการผลิตนานขึ้นกว่าปกติ

2. ไม่มีแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

ปัจจุบันการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้เป็นแบบเสียแล้วซ่อม (Breakdown Maintenance) ซึ่งส่งผลให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักรซึ่งส่งผลต่อกำลังการผลิตหินเป็นอย่างมาก โดยในบางกรณีที่ผู้ใช้เครื่องจักร พบปัญหาการขัดข้องของรถขุดไฮดรอลิกหรือรถบรรทุกสิบล้อเกิดขึ้น แต่ถ้ายังสามารถทำงานได้ ก็จะยังไม่ทำการซ่อมแซม ซึ่งจะทำการซ่อมแซมก็ต่อเมื่อรถขุดไฮดรอลิก หรือรถบรรทุกสิบล้อใช้งานไม่ได้ ทำให้เกิดปัญหาบานปลาย เครื่องจักรมีการเสียสะสมและเสียเรื้อรัง

3. บุคลากรไม่มีองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องจักรและงานบำรุงรักษา

ในการใช้งานเครื่องจักรนั้น ทางโรงงานกรณีศึกษาไม่มีการอบรมแก่ผู้ใช้งานเครื่องจักร ในเรื่องของการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ถูกต้อง และไม่มีคู่มือหรือเอกสารของการใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยผู้ใช้งานเครื่องจักรจะใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักรตามแต่ประสบการณ์ของแต่ละคน ซึ่งมีมากน้อยไม่เท่ากัน และประสบการณ์นั้นอาจไม่ถูกต้อง เช่น ใช้น้ำมันหล่อลื่นไม่ตรงตามสเปคของเครื่องจักร ทำให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักรอยู่บ่อยครั้งและเกิดการเสียหายรุนแรง

4. การใช้งานเครื่องจักรในสภาวะที่ภาระงานหนักกว่าปกติ

ในการบวนการบรรจุแร่หินและขนส่งแร่หินนั้น พื้นที่ในการปฏิบัติงานจะอยู่บนภูเขา โดยมีปริมาณของฝุ่นละอองเยอะ สภาพถนนเป็นหินและดินลูกรัง มีทางขึ้นลงที่ลาดชัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณแร่หินที่ขนส่งโดยรถบรรทุกสิบล้อนั้นได้มีการบรรจุน้ำหนัก เต็มค่าเผื่อความปลอดภัยและทำการขับลงเขาที่ลาดชันนั้น ทำให้เครื่องจักรรับภาระงานหนัก ทั้งในส่วนของช่วงล่างและในส่วนของระบบเบรก ทำให้เครื่องจักรเกิดการขัดข้องบ่อยครั้งและเสื่อมสภาพเร็วกว่าที่ควรจะเป็น

จากการหารากสาเหตุของปัญหาพบว่า สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการที่ไม่มีแผนการบำรุงรักษา ผู้บริหารและบุคลากรไม่เห็นความสำคัญของงานบำรุงรักษา และบุคากรไม่มีความรู้ในการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นปัญหาที่ครอบคลุมทุกระดับชั้น คือ ระดับสูง ระดับกลาง และระดับล่าง โดยได้แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างสาเหตุของปัญหา ความเกี่ยวข้องของบุคลากรแต่ละระดับ และแนวทางในการแก้ไขไว้แล้ว ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความเกี่ยวข้องของสาเหตุปัญหากับระดับการบริหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาเหตุของปัญหา	ระดับการบริหารที่เกี่ยวข้อง	ความเกี่ยวข้อง	แนวทางในการแก้ไข
1.เครื่องจักรอยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์ 2.ไม่มีแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร	ระดับสูง	- การกำหนดนโยบายแบบเสียแล้วค่อยซ่อม - ไม่เห็นความสำคัญของงานบำรุงรักษา	- นโยบายด้านการบำรุงรักษาจากเดิมเสียแล้วค่อยซ่อมเป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน - การทดแทนเครื่องจักร

3.บุคลากรไม่มีองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องจักรและงานบำรุงรักษา	ระดับกลาง	- ไม่เห็นความสำคัญของงานบำรุงรักษา - ขาดการจัดการทางด้านงานบำรุงรักษาที่เป็นระบบ - ไม่มีการอบรมทางด้านงานบำรุงรักษาและการใช้งานเครื่องจักรที่ถูกต้องแก่พนักงาน	- การให้ความรู้เรื่องงานบำรุงรักษาแก่พนักงาน - การกำหนดวิธีปฏิบัติงานที่ถูกต้อง - การกำหนดแผนงาน PM, AM
4.การใช้งานเครื่องจักรในสภาวะที่ภาระงานหนักกว่าปกติ	ระดับล่าง	- ไม่เห็นความสำคัญของงานบำรุงรักษา - การใช้งานเครื่องจักรที่ไม่ถูกต้องและเหมาะสม - ไม่มีความรู้ทางด้านงานบำรุงรักษาที่ถูกต้องและเหมาะสม	- การฝึกอบรม เรียนรู้วิธีการใช้รถที่ถูกต้องและเหมาะสม - เรียนรู้ถึงการใช้เอกสารในการบำรุงรักษาต่างๆ

ระดับสูง หมายถึง ประธานบริหาร

ระดับกลาง หมายถึง **หัวหน้างาน/ผู้ชำนาญงาน**

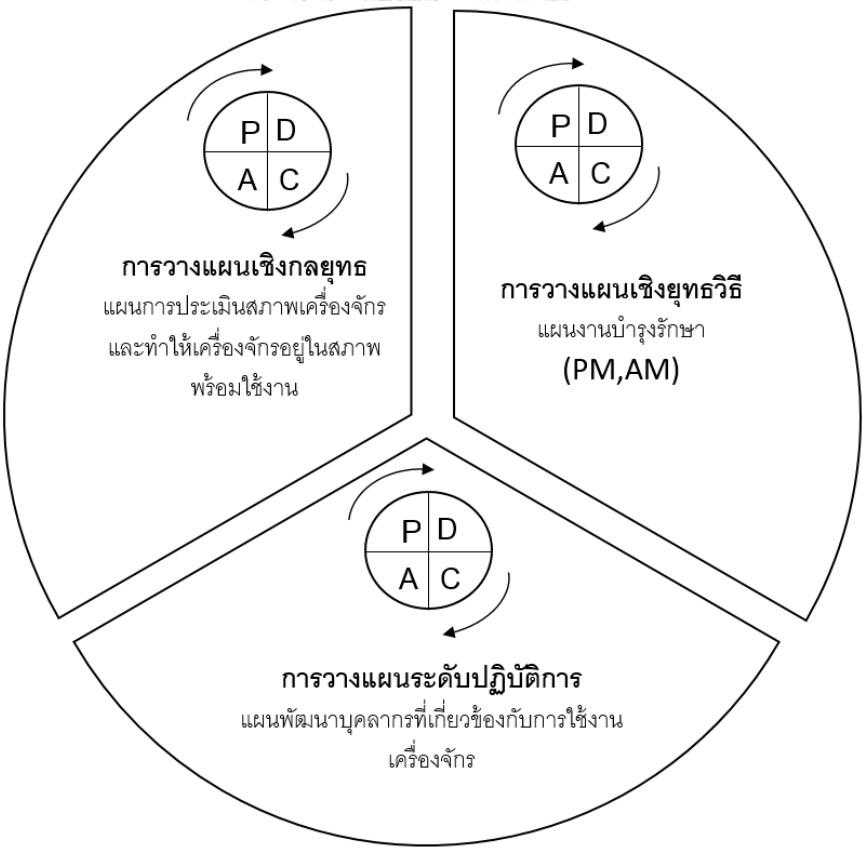
ระดับล่าง หมายถึง **บุคลากรระดับปฏิบัติงาน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง**

เพราะฉะนั้นในการวางแผนการบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องวางแผนให้ครอบคลุมบุคลากรทั้ง 3 ระดับ ซึ่งสอดคล้องกับการวางแผนบำรุงรักษาของ (Pintelon) ที่ได้นำเสนอไว้ว่าการวางแผนบำรุงรักษานั้นแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ 1.การวางแผนเชิงกลยุทธ (Strategic Planning) 2.การวางแผนเชิงยุทธวิธี (Tactical Planning) และ 3.การวางแผนระดับปฏิบัติการ (Operation Planning)

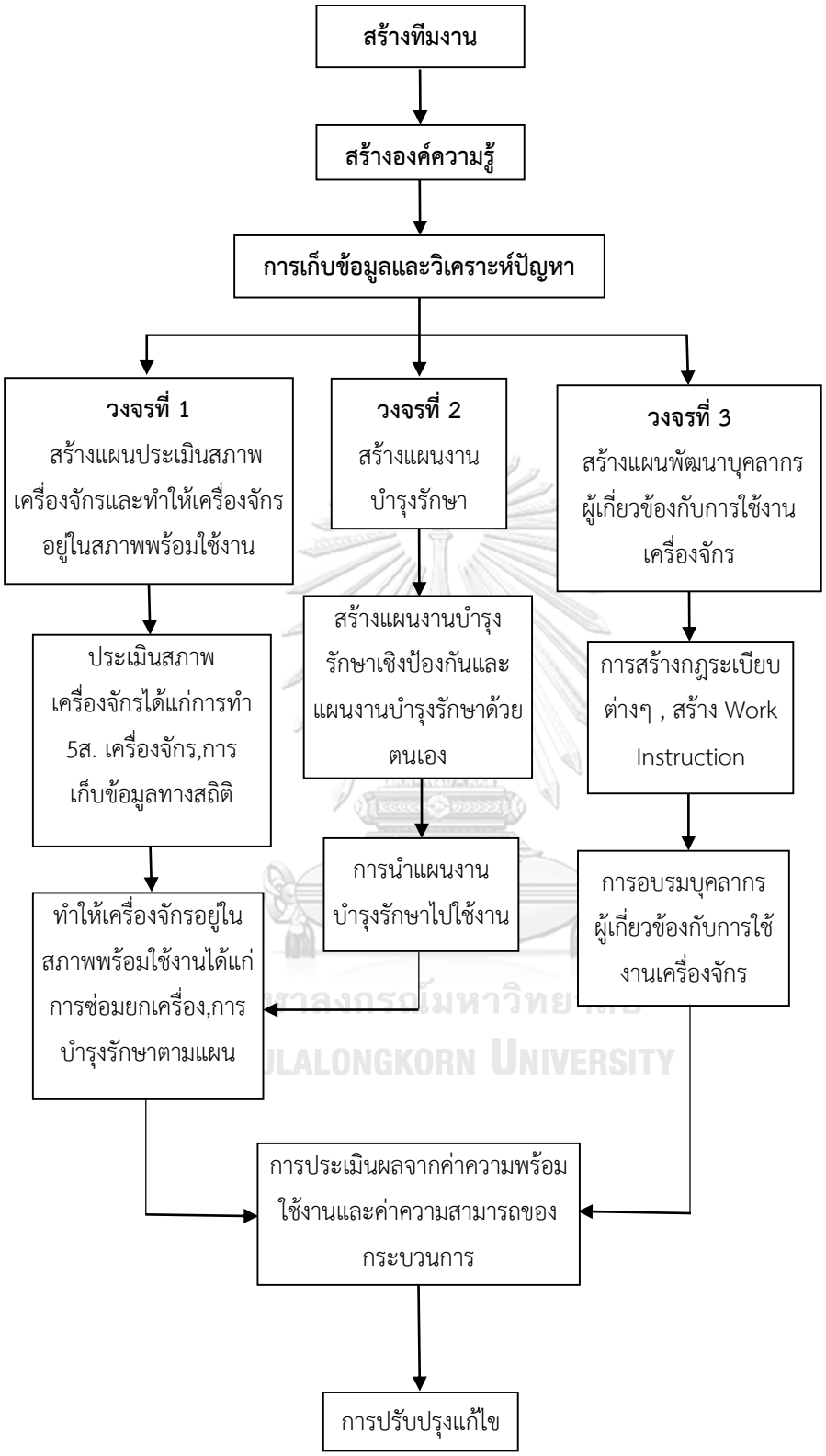
บทที่ 5
การวางแผนการบำรุงรักษาและผลการดำเนินงาน

จากการวิเคราะห์หารากสาเหตุของปัญหาโดยใช้ Why – Why Analysis จากรูปภาพที่ 4.9 และ 4.10 ทำให้ได้รากสาเหตุของปัญหาด้วยกัน 4 ข้อ คือ 1) เครื่องจักรอยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์ 2) ไม่มีแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร 3) บุคลากรไม่มีองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องจักรและงานบำรุงรักษา และ 4) การใช้งานเครื่องจักรในสภาวะที่ภาระงานหนักกว่าปกติ เมื่อนำการวางแผนงานบำรุงรักษาทั้ง 3 ระดับได้แก่ 1) การวางแผนเชิงกลยุทธ 2) การวางแผนเชิงยุทธวิธี 3) การวางแผนระดับปฏิบัติการ เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาร่วมกับการดำงานตามวงจรเดมมิ่ง ทำให้ได้รายละเอียดของแผนการบำรุงรักษาทั้ง 3 ระดับออกมาได้ 3 แผน คือ

1. แผนการประเมินสภาพเครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
2. แผนงานบำรุงรักษา (PM,AM)
3. แผนพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักร

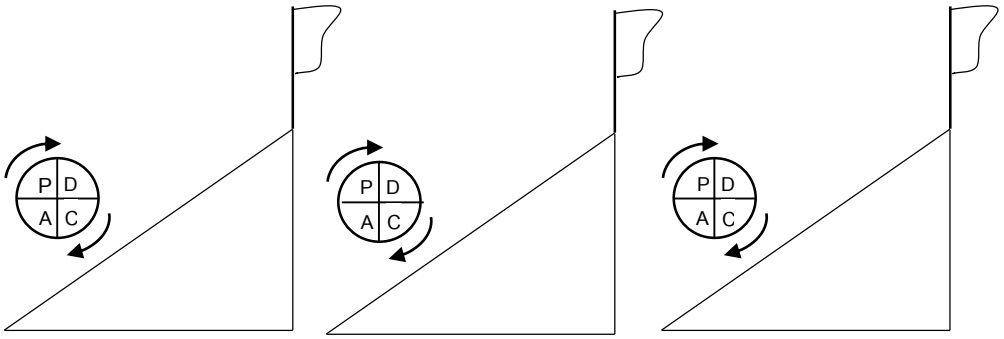


รูปที่ 5.1 กรอบแนวคิดการบริหารจัดการงานบำรุงรักษา



รูปที่ 5.2 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

5.1 การวางแผนการบำรุงรักษา



วงจรที่ 1
แผนประเมินสภาพ
เครื่องจักรและทำให้
เครื่องจักรอยู่ในสภาพ

วงจรที่ 2
แผนงานบำรุงรักษา

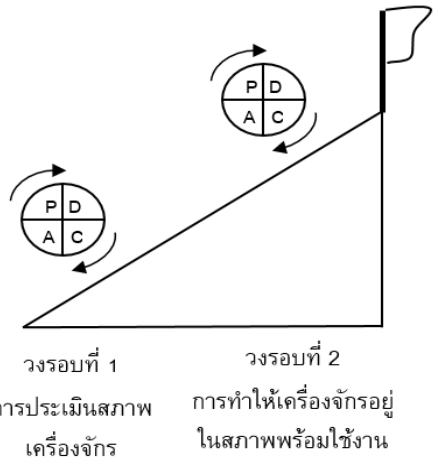
วงจรที่ 3
แผนพัฒนาบุคลากร
ผู้เกี่ยวข้องกับการใช้งาน
เครื่องจักร

รูปที่ 5.3 รูปแบบการดำเนินงานตามวงจรเดมมิ่งให้สอดคล้องกับกรอบแนวคิดการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาทั้ง 3 ระดับ

จากรูปที่ 5.3 แสดงถึงการดำเนินงานตามวงจรเดมมิ่งโดยที่มาของวงจรเดมมิ่งนั้น มาจากในกระบวนการสร้างองค์ความรู้ให้กับทีมงาน ทำให้ได้วงจรเดมมิ่งมา 3 วงจรดังนี้

5.1.1 วงจรที่ 1 : สร้างแผนประเมินสภาพเครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHU



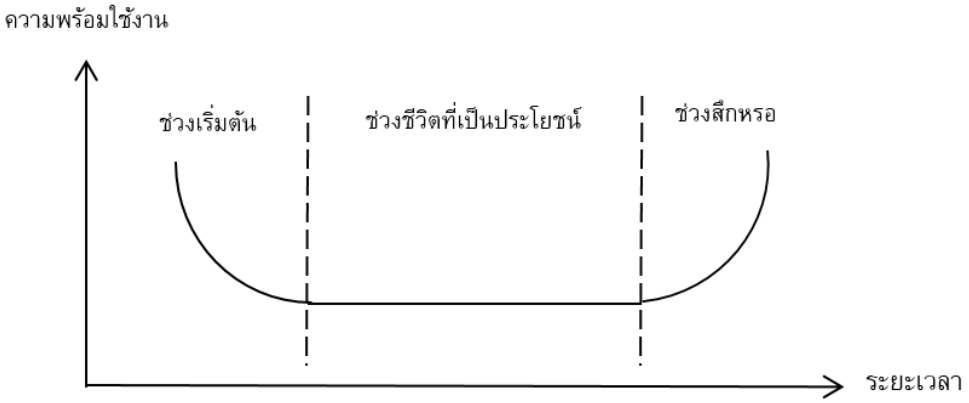
วงรอบที่ 1
การประเมินสภาพ
เครื่องจักร

วงรอบที่ 2
การทำให้เครื่องจักรอยู่
ในสภาพพร้อมใช้งาน

รูปที่ 5.4 การดำเนินงานในวงจรที่ 1 :สร้างแผนกลยุทธ์สำหรับการประเมินสภาพเครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

วงรอบที่ 1 การประเมินสภาพเครื่องจักร

โดยเริ่มจากการจำแนกเครื่องจักรโดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งตามวงจรชีวิตของเครื่องจักรและการขัดข้อง ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงตามรูปที่ 5.6 โดยใช้ค่าความพร้อมใช้งานและสภาพเครื่องจักร โดยดูจากค่าความพร้อมใช้งานและอายุของเครื่องจักรแต่ละเครื่องเป็นตัวกำหนด

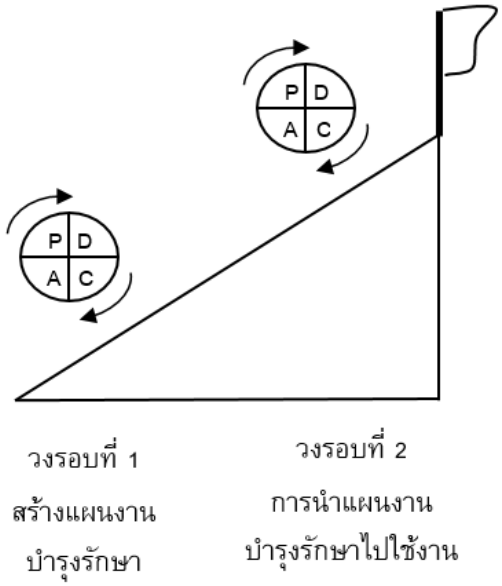


รูปที่ 5.5 โค้งอ่างอาบน้ำ

วงรอบที่ 2 การทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

โดยหลังจากประเมินสภาพเครื่องจักรแล้วเมื่อพบว่าเครื่องจักรไหนที่อยู่ในช่วงสึกหรอ ก็ต้องทำการบำรุงรักษาให้เครื่องจักรกลับมาอยู่ในช่วงชีวิตที่เป็นประโยชน์ โดยทำการบำรุงรักษาแบบยกเครื่องหรือทำการทดแทนเครื่องจักรใหม่ตามความเหมาะสม เพื่อให้เครื่องจักรนั้นกลับมามีสภาพและความพร้อมใช้งานที่ปกติเพื่อวางแผนบำรุงรักษาที่เหมาะสมในขั้นตอนต่อไป

5.1.2 วงจรที่ 2 : การสร้างแผนงานบำรุงรักษา



รูปที่ 5.6 การดำเนินงานในวงจรที่ 2 : แผนงานบำรุงรักษา

วงรอบที่ 1 สร้างแผนบำรุงรักษา

โดยแผนบำรุงรักษานั้นแบ่งออกเป็น 2 แผนด้วยกันคือ

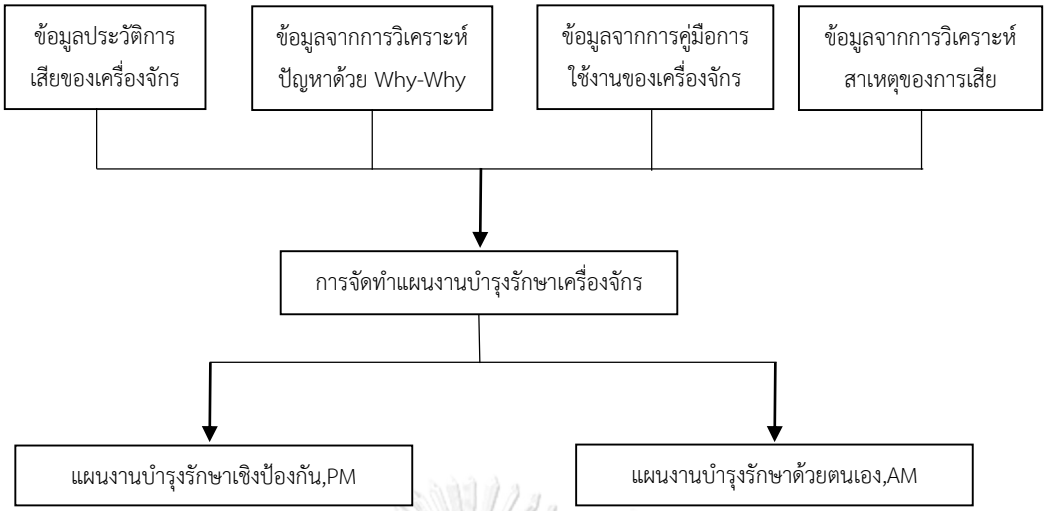
1. แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

เป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดเหตุขัดข้อง โดยอาศัยข้อมูลจากการเก็บข้อมูลประวัติการเสียของเครื่องจักร อายุใช้งานของอะไหล่แต่ละชิ้น เพื่อที่จะได้กำหนดแผน และวันเวลาในการซ่อมแซมเครื่องจักรแต่ละครั้ง โดยอาจมีกิจกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ในการบำรุงรักษา เช่น การทำความสะอาด การเติมน้ำหล่อลื่น การตรวจสอบสภาพเบื้องต้น เป็นต้น

2. แผนงานบำรุงรักษาด้วยตนเอง

เป็นการบำรุงรักษาที่ให้พนักงานที่ใช้เครื่องจักรขณะที่ทำการผลิต และมีความคุ้นเคยกับเครื่องจักรเป็นอย่างดีและมีประสบการณ์มายาวนาน ดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรในเบื้องต้นด้วยตัวเอง โดยมีลักษณะในการบำรุงรักษาอย่างง่ายเช่น การทำความความสะอาด การตรวจเช็คจุดสำคัญต่าง การเติมน้ำหล่อลื่น รวมทั้งสังเกตอาการผิดปกติ ต่างๆเป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5.7 ขั้นตอนการสร้างแผนบำรุงรักษา

จากรูปที่ 5.7 แสดงถึงการสร้างแผนงานบำรุงรักษาซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แผนคือ แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันและแผนงานบำรุงรักษาด้วยตัวเอง โดยในการวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นได้ใช้ข้อมูลจากคู่มือในการบำรุงรักษาของเครื่องจักรมาประยุกต์ใช้ ร่วมกับข้อมูลในการบำรุงรักษาเครื่องจักรจากผู้เชี่ยวชาญในการบำรุงรักษาเครื่องจักรและประวัติการเสียของเครื่องจักรมาใช้ในการออกแบบแผนงานในการบำรุงรักษา เนื่องจากข้อมูลการบำรุงรักษาจากคู่มือของเครื่องจักรนั้นไม่เพียงพอและไม่เหมาะสม เพราะเครื่องจักรมีการใช้งานในสภาวะที่รับภาระงานหนักกว่าปกติ

ในส่วนของแผนงานบำรุงรักษาด้วยตัวเองนั้น ข้อมูลและกิจกรรมต่างๆที่ใช้ในการบำรุงรักษานั้น มาจากการประชุม และร่วมกันออกแบบของทีมงาน เพื่อให้ข้อมูลที่ใช้ในการบำรุงรักษาเหมาะสมกับทั้งตัวผู้ใช้เอง เช่น การตรวจสอบลมยางของรถบรรทุกสิบล้อทุกครั้งก่อนใช้งานทุกครั้ง การตรวจสอบระบบเบรกก่อนใช้งานรถบรรทุกสิบล้อ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

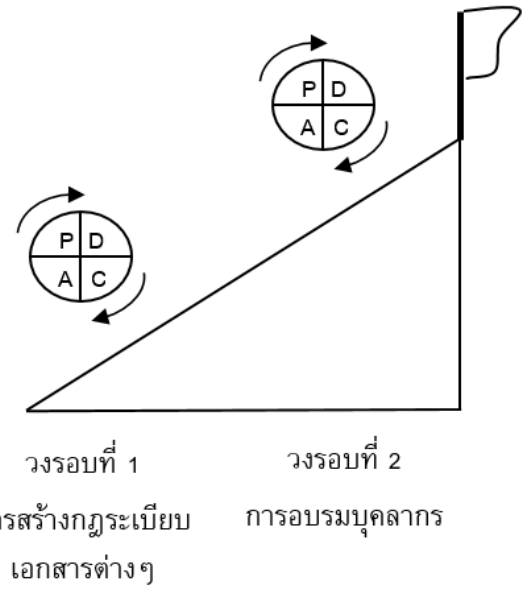
วงรอบที่ 2 การนำแผนงานบำรุงรักษาไปใช้งาน

ในการนำแผนงานบำรุงรักษาไปใช้งานนั้นแบ่งออกเป็น 2 คือ

- แผนงานบำรุงรักษาด้วยตนเอง โดยผู้ที่นำไปใช้งานนั้นคือผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการตรวจเช็คเครื่องจักรก่อนใช้งาน ร่วมด้วยกับผู้ใช้งานเครื่องจักรที่คอยดูแลเครื่องจักรทั้งก่อนใช้งาน ขณะใช้งาน และหลังใช้งาน

- แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นหน้าที่ของฝ่ายบำรุงรักษาที่เมื่อถึงรอบระยะเวลาบำรุงรักษาของเครื่องจักร ก็จะทำการบำรุงรักษาตามแผนงานที่ได้วางไว้

5.1.3 วงจรที่ 3 : สร้างแผนพัฒนาบุคลากรผู้ใช้งานเครื่องจักร



รูปที่ 5.8 การดำเนินงานในวงจรที่ 3 :แผนพัฒนาบุคลากรผู้เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักร

วงรอบที่ 1 การสร้างกฎระเบียบเอกสารต่างๆ

ในการสร้างกฎระเบียบเอกสารต่างๆนั้น จะแบ่งได้ออกเป็น 2 แบบคือ

1. เอกสารที่ใช้ในการดำเนินงานบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง

เป็นการสร้างเอกสารตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของการดำเนินงานรักษา ว่าแต่ละกิจกิจกรรมที่เกิดในในการดำเนินงานบำรุงรักษานั้น จะต้องมีเอกสารอะไรบ้างเข้ามาประกอบ เช่น ใบแจ้งซ่อม ประวัติเครื่องจักรเป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักร

เป็นเอกสารที่ใช้ในการประกอบการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ถูกต้อง เป็นเอกสารสารที่แสดงถึงขั้นตอนในการบำรุงรักษาต่างๆ และวิธีปฏิบัติงานที่ถูกต้องในรูปแบบของ One Point Lesson เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจและจดจำว่าสิ่งไหนที่ไม่ควรปฏิบัติขณะใช้เครื่องจักร

วงรอบที่ 2 การอบรมและพัฒนาบุคลากร

ในส่วนของการอบรมบุคลากรนั้นจะเป็นการอบรมพนักงานผู้ที่ใช้เครื่องจักร และผู้ที่เกี่ยวข้องในงานบำรุงรักษาเครื่องจักร ในเรื่องการใช้เอกสารต่างๆที่ใช้ในงานบำรุงรักษา อธิบายถึงการใช้แผน

บำรุงรักษาเครื่องจักรต่างๆ รวมถึงการใช้งานเครื่องจักรอย่างถูกต้อง โดยใช้แผนพัฒนาบุคคล (Individual Development Plan : IDP) เข้ามาเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการสร้างแผนพัฒนาบุคลากร

5.2 ผลการดำเนินงาน

5.2.1 ผลการดำเนินงานในวงจรที่ 1

เป็นสร้างแผนประเมินสภาพเครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน โดยเครื่องจักรที่ทำการประเมินนั้นจะเป็นส่วนของกระบวนการบรรจุแร่หินและกระบวนการขนส่งแร่หิน ซึ่งได้แก่รถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ โดยใช้ข้อมูลค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรและอายุของเครื่องจักรเป็นตัวกำหนดซึ่งค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร ที่ได้ทำการประเมินไว้แล้ว ซึ่งเกณฑ์ในการประเมินนั้นมาจากการประชุมของบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงรักษา โดยได้แสดงเกณฑ์การประเมินสภาพเครื่องจักรและค่าความพร้อมใช้งานและอายุของเครื่องจักรที่ทำการประเมินไว้แล้วในตารางที่ 5.1 และ 5.2

ตารางที่ 5.1 เกณฑ์การประเมินสภาพเครื่องจักร

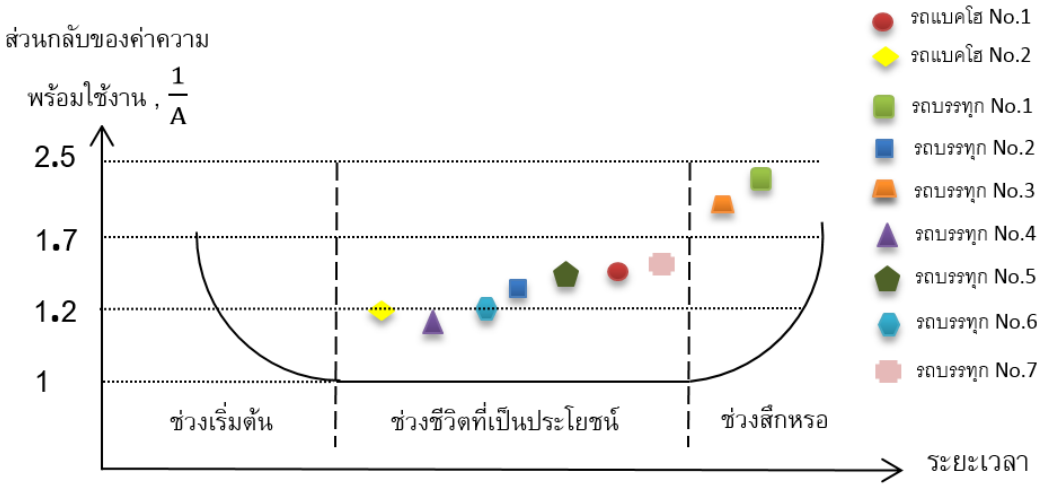
ช่วงชีวิต	ค่าความพร้อมใช้งาน	อายุเครื่องจักร
ช่วงชีวิตเริ่มต้น	น้อยกว่า 60 %	น้อยกว่า 1 ปี
ช่วงชีวิตที่มีประโยชน์	มากกว่า 60 %	ไม่เกิน 10 ปี
ช่วงสึกหรอ	น้อยกว่า 60 %	มากกว่า 10 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 5.1 เป็นการแบ่งเกณฑ์การประเมินสภาพเครื่องจักร โดยใช้อายุและค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเป็นตัวแบ่งเกณฑ์ช่วงชีวิตของเครื่องจักรนั้น โดยเกณฑ์ที่ใช้นั้นมาจากการปรึกษาและสอบถามผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานเครื่องจักร และตัวแทนผู้จัดจำหน่ายเครื่องจักร พร้อมทั้งกำหนดเกณฑ์อายุเครื่องจักร ตามค่าเสื่อมราคาของเครื่องจักร โดยการคิดการคิดค่าเสื่อมราคาทางบัญชีมักนิยมคิดที่คิดที่ 10% ต่อปี (Conventional) ดังนั้นเมื่อเครื่องจักรมีอายุการใช้งานครบ 10 ปีก็จะมีมูลค่าทางบัญชีเท่ากับ 0 พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักร (Replacement Analysis) เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องจักรหากทำการทดแทนหรือซ่อมแบบยกเครื่องของเครื่องจักร นำเสนอผู้บริหารเพื่อทำการตัดสินใจในการวางแผนและดำเนินงาน

ตารางที่ 5.2 การแบ่งเกณฑ์ช่วงชีวิตเครื่องจักร

เครื่องจักร	ค่าความพร้อมใช้งาน (%)	อายุเครื่องจักร	ช่วงชีวิต
รถขุดไฮดรอลิก No.1	69.67	8	ช่วงชีวิตที่มีประโยชน์
รถขุดไฮดรอลิก 320-D	78.25	5	ช่วงชีวิตที่มีประโยชน์
รถบรรทุกสิบล้อ No.1	44.06	16	ช่วงสึกหรอ
รถบรรทุกสิบล้อ No.2	79.21	10	ช่วงชีวิตที่มีประโยชน์
รถบรรทุกสิบล้อ No.3	55.62	14	ช่วงสึกหรอ
รถบรรทุกสิบล้อ No.4	82.19	7	ช่วงชีวิตที่มีประโยชน์
รถบรรทุกสิบล้อ No.5	72.60	10	ช่วงชีวิตที่มีประโยชน์
รถบรรทุกสิบล้อ No.6	80.27	8	ช่วงชีวิตที่มีประโยชน์
รถบรรทุกสิบล้อ No.7	69.74	11	ช่วงชีวิตที่มีประโยชน์



รูปที่ 5.9 ผลการประเมินสภาพเครื่องจักร

ซึ่งตามรูปภาพที่ 5.9 นั้น ได้แสดงถึงช่วงวงจรชีวิตของเครื่องจักรแต่ละเครื่องว่าอยู่ในเฟสไหน จากข้อมูลที่แสดงดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเครื่องจักรส่วนใหญ่อยู่ในช่วงชีวิตที่มีประโยชน์ แต่ว่า3ใน4คันจากทั้งหมดอยู่ในช่วงชีวิตที่มีประโยชน์ตอนปลาย ควรให้การเฝ้าระวังเป็นพิเศษในการ

บำรุงรักษา และมีเครื่องจักรที่อยู่ในช่วงชีวิตสึกหรอ ได้แก่ รถบรรทุกสิบล้อ No.1 และ รถบรรทุกสิบล้อ No.3 ซึ่งทำให้ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรทั้ง 2 มีค่าค่อนข้างต่ำ มีอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรที่สูง ทำให้ต้องมีการวางแผนในการทำให้กลับมาอยู่ในช่วงชีวิตที่มีประโยชน์

ในการบำรุงรักษารถบรรทุกสิบล้อ No.1 และ No.3 ให้กลับมามีสภาพสมบูรณ์และมีค่าความพร้อมใช้งานที่สูงขึ้นนั้น ได้ใช้วิธีการบำรุงรักษาแบบทดแทนเครื่องจักรเนื่อง เนื่องจากมีการประเมินความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์แล้วว่ามีความคุ้มค่าและเหมาะสม กว่าการบำรุงรักษาแบบยกเครื่อง เนื่องจากการซ่อมแบบยกเครื่องนั้น ต้องใช้เวลานาน และไม่มีเครื่องจักรสำรอง ทำให้เสียโอกาสทางการค้า

การวิเคราะห์การการทดแทนเครื่องจักร

การวิเคราะห์การทดแทนเครื่องจักรในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period Method) โดยสูตรของระยะเวลาในการคืนทุน คือ $\frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{รายรับที่เกิดขึ้นหลังจากการลงทุน}}$

โดยที่ตัวอย่างของการคำนวณมีดังต่อไปนี้

เงินลงทุน = ซื้อรถบรรทุกสิบล้อคันใหม่ = 2,400,000 บาท

รายรับที่เกิดขึ้นหลังจากการลงทุน = รายได้ในแต่ละวันต่อรถ 1 คัน = 57,600 บาทต่อวัน

ระยะเวลาในการคืนทุน = $\frac{\text{2,400,000 บาท}}{\text{57,600 บาทต่อวัน}}$ = 41.66 หรือ 42 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะเห็นได้ว่าใช้เวลาเพียง 42 วันทำงานในการคืนทุน

การที่ไม่ทดแทนเครื่องจักรใหม่ทำให้สูญเสียโอกาสในการขาย ยกตัวอย่างเช่น

รถบรรทุกสิบล้อ No.3 มีเวลาหยุดจากการเสียและซ่อมเป็นเวลา 607 ชั่วโมง

ทั้งนี้กำลังการผลิตของรถบรรทุกสิบล้อ = 60 ตันต่อชั่วโมง ราคาหิน 1 ตัน = 120 บาท

คิดเป็นค่าสูญเสียทางโอกาส = 607 x 60 x 120 = 4,370,400 บาท

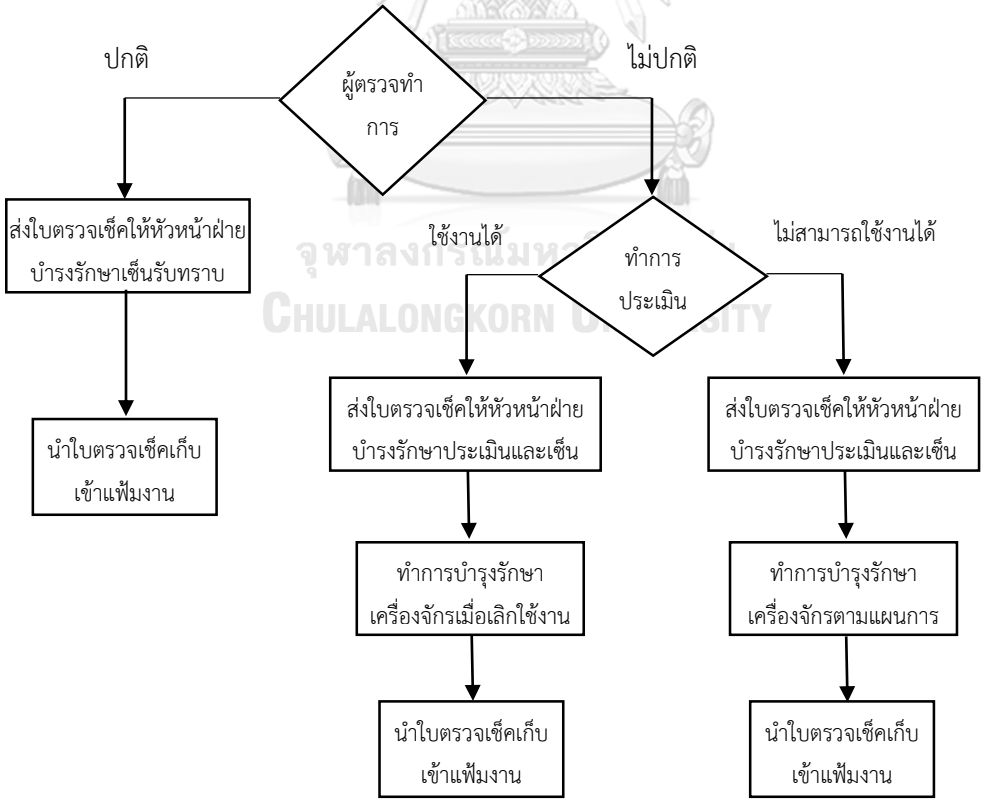
5.2.2 ผลการดำเนินงานในวงจรที่ 2

เป็นการสร้างแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรและนำแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรไปใช้งานซึ่งจากการดำเนินงานนั้นทำให้ได้แผนงานบำรุงรักษาด้วยตนเอง และแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ของเครื่องจักรในโรงโม่ รถขุดไฮดรอลิก และรถบรรทุกสิบล้อ

การวางแผนงานบำรุงรักษาสำหรับขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ

แผนงานบำรุงรักษาด้วยตนเอง

เป็นแผนที่จัดทำขึ้นสำหรับรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ ในการตรวจเช็คประจำวันก่อนใช้งาน โดยจะเรียกว่าใบตรวจเช็คเครื่องจักร โดยตรวจเช็คเครื่องจักรในจุดต่างๆ ที่สำคัญในตำแหน่งที่ผู้ใช้งานเครื่องจักร และ ผู้ตรวจสอบเครื่องจักรสามารถดำเนินงานตรวจเช็คด้วยตัวเองได้ โดยในการตรวจเช็คแต่ละจุดนั้นหากไม่มีความผิดปกติเกิดขึ้นจะทำการติ๊กเครื่องหมายถูก (√) ลงในช่องตรวจเช็คว่าปกติ แต่ถ้าหากในจุดที่ตรวจเช็คนั้นมีการผิดปกติเกิดขึ้นก็จะติ๊กเครื่องหมายกากบาท (×) ลงในช่องไม่ปกติ



รูปที่ 5.10 ผังการไหลการดำเนินงานแผนบำรุงรักษาด้วยตนเอง

บริษัท ..... จำกัด AM xxx

รายการตรวจเช็ครถ 10 ล้อ หมายเลข ..... ประจำวันที่ .....

รายการ	ปกติ	ไม่ปกติ	หมายเหตุ
1.แบตเตอรี่ - สตาร์ทติดได้ง่าย			
2.ระบบเบรค - ทำงานสภาวะปกติ			
3.น้ำมันเครื่อง - ระดับวัดอยู่ตรงกึ่งกลาง			
4.น้ำมันเบรค - ระดับวัดอยู่กึ่งกลาง			
5.น้ำในหม้อน้ำ - น้ำอยู่ในสภาวะปกติ			
6.ไฮโดรลิค - ระดับวัดอยู่กึ่งกลาง			
7.กรองอากาศ - ไม่มีหน้าจอแสดง อาการผิดปกติ			
8.ลมยาง - ดูจากสภาวะการใช้งาน			
9.จาระบี - เช็คจุดอัดต่างๆรอบคัน			
10.กระบะ - เช็คความเรียบร้อย และ รอยร้าวต่างๆ			
11.น๊อตล้อ - เช็คความเรียบร้อย			

/ (ปกติ) พนักงานขับรถ .....

× (ไม่ปกติ) ผู้ตรวจ.....

รูปที่ 5. 11 แผนงานบำรุงรักษาด้วยตนเองของรถบรรทุกสิบล้อ

บริษัท.....จำกัด AMxxx รายการตรวจเช็ครถขุดไฮดรอลิก หมายเลข ..... ประจำวันที่			
รายการ	ปกติ	ไม่ปกติ	หมายเหตุ
1.แบตเตอร์รี่ - สตาร์ทติดได้ง่าย			
2.น้ำในหม้อน้ำ - เติมให้เต็มตลอด			
3.น้ำมันเครื่อง - แถบวัดอยู่ในระดับ กึ่งกลาง			
4.กรองอากาศ - ไม่มีหน้าจอแสดง อาการผิดปกติ			
5.น้ำมันไฮดรอลิค - แถบวัดอยู่ในระดับ กึ่งกลาง			
6. สายไฮดรอลิค - ดูการรั่วซึมของน้ำมัน			
7.จาระบี - อัดในส่วนที่แห้ง ตามความเหมาะสม			
8.กระบอกไฮโดรลิค - เช็คการทำงาน			
9.เฟืองสปิอกเก็ต - เช็คการสึกหรอ			
10.บูม + อาร์ม - เช็คจุดอัดจาระบี + รอยแตกร้าว			
11.บุ้งกี๋ - เช็คการสึกหรอ			
12.ใบแท็ก - เช็คการสึกหรอ			
13.โรเลอร์ - เช็คการสึกหรอ			
14.แคเรีย - เช็คการสึกหรอ			
15.ล้อนำ - เช็คการสึกหรอ			

/ (ปกติ) พนักงานขับรถ .....

× (ไม่ปกติ) ผู้ตรวจ.....

รูปที่ 5.12 แผนงานบำรุงรักษาด้วยตนเองของรถขุดไฮดรอลิก

แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

เป็นแผนที่จัดทำขึ้นเป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดเหตุขัดข้อง โดยอาศัยข้อมูลจากการเก็บประวัติการเสียของเครื่องจักรอายุการใช้งานของอะไหล่แต่ละชิ้น เพื่อที่จะได้กำหนดแผน และวันเวลาในการซ่อมแซมเครื่องจักรแต่ละครั้ง โดยมีกิจกรรมที่ใช้ในการบำรุงรักษาด้วยกัน 5 อย่างคือ

A = ปรับตั้ง

L = เติมหรือเปลี่ยนของเหลว

I = ตรวจสอบ,ทำความสะอาด,แก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ตามความจำเป็น

R = เปลี่ยนใหม่

T = ขันให้ได้ค่าแรงตามที่กำหนด

ในส่วนความถี่ของการปฏิบัตินั้นจะนำข้อมูลมาจากคู่มือการใช้เครื่องจักร แต่ว่าในส่วนของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อนั้น ได้มีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงความถี่ในการปฏิบัติของชิ้นส่วนบางชิ้น เนื่องจากเครื่องจักรต้องทำงานในสภาวะที่ต้องรับภาระงานหนักกว่าปกติ ทำให้ชิ้นส่วนบางชิ้นนั้นมีการเสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติ เช่น ระบบช่วงล่าง ระบบเบรก ระบบกันสะเทือน เป็นต้น โดยความถี่ของระยะเวลาในการบำรุงรักษาที่เพิ่มขึ้นมานั้นมาจาก ประวัติการเสียและการเปลี่ยนอะไหล่ของเครื่องจักรชิ้นนั้นๆ และจากการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในด้านการบำรุงรักษา ซึ่งได้แสดงแถบสีไว้ในตารางแผนงานบำรุงรักษา โดยความถี่ที่จะต้องปฏิบัติแต่ละครั้งนั้นสามารถแจกแจงได้ดังนี้

W แทน การปฏิบัติทุกสัปดาห์

M แทน การปฏิบัติทุกเดือน
(M3 = ปฏิบัติทุก 3 เดือน , M6 = ปฏิบัติทุก 3 เดือน)

Y แทน การปฏิบัติทุกปี
(Y1.5 = ปฏิบัติทุก 1ปีครึ่ง เดือน , M2 = ปฏิบัติทุก 2 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.3 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันรถบรรทุกสิบล้อ

รายการตรวจเช็ค	กิจกรรมบำรุงรักษา	ความถี่ในการปฏิบัติ
เครื่องยนต์		
การสตาร์ทเครื่องยนต์และเสียงผิดปกติ	I	M6
รอบหมุนเดินเบาและการเร่งเครื่อง	I	M6
ไส้กรองอากาศ	I - R	M3
ท่อร่วมไอดี-ท่อไอเสีย	T	Y
กำลังอัดในกระบอกสูบแต่ละสูบ	I	Y
ความสกปรกของน้ำมันเครื่อง	I	M6
น้ำมันเครื่อง	I - R	M1
กรองน้ำมันเครื่องหลัก	R	M1
กรองน้ำมันเครื่องแบบไหลผ่านบางส่วน	R	Y
กรองน้ำมันเชื้อเพลิงหลัก	R	Y2
ไส้กรองของปั๊มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง	I	M6
การทำงานของปั๊มลม	I	Y2
การทำงานของฝาหม้อน้ำ	I	M6
ความเสียหายของสายพานพัดลม	I	M6
วงจรหล่อเย็นและหม้อน้ำ	I	Y2
น้ำหล่อเย็น	I-R	Y - Y3
เทอร์โบร์ชาร์จถึงข้อต่ออากาศและประเก็น	I	M6
คลัตช์		
น้ำมันคลัตช์	I - R	M3
การทำงานของระบบคลัตช์	I	M3
ระยะฟรีและช่วงเหยียบของคันเหยียบคลัตช์	I	M3
ฝาปิดท่อหายใจของหม้อลมคลัตช์	I	M3
ชิ้นส่วนที่เป็นยางและประเก็นของหม้อลมคลัตช์	R	Y2
เกียร์		
น้ำมันเกียร์	I - R	M6
การหลวมของกลไกการควบคุมเกียร์	I	M6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการตรวจเช็ค	กิจกรรมบำรุงรักษา	ความถี่ในการปฏิบัติ
เพลากลาง		
การหลวมของข้อต่อเพลากลาง	I	M6
การสึกหรอของกากบาทและไปลน์เพลากลาง	I	M6
การหลวมของลูกปืนเพลากลางและชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้อง	I	M6
เพลาท้าย-หน้า		
น้ำมันเฟืองท้าย	I - R	M6
การคดหรือความเสียหายของเสื้อเพลาท้าย/หน้า	I	M6
ระบบกันสะเทือน		
น๊อตสาแหรกแหนบ	T	M3
ความเสียหายของแหนบ	I	M3
การทรุดของแหนบ	I	M6
โตงเตง-เต้าแหนบ	I	M6
การเสียศูนย์ของแหนบ	I	M6
โช้กอัพน้ำมันรั่วซึมหรือเสียหาย	I	Y
การหลวมของที่ยึดโช้กอัพ	I	Y
ล้อ		
น๊อตล้อ	T	M3
ความเสียหายของกระทะล้อ	I	M3
การหลวมของลูกปืนดุมล้อหน้า-หลัง	I	M3
จาระบีลูกปืนดุมล้อหน้า-หลัง	I	M3
ระบบบังคับเลี้ยว		
น้ำมันพวงมาลัยเพาเวอร์	I - R	M3 - Y
ไส้กรองกระปุกน้ำมันพวงมาลัยเพาเวอร์	I	Y2
การหลวมของแท่นยึดระบบพวงมาลัยเพาเวอร์	I	M6
ความเสียหาย ความหลวม ของลูกหมากคันชัก คันส่ง และข้อต่อแกนพวงมาลัยเพาเวอร์	I	M3
ศูนย์ล้อ	I	Y2
ระยะห่างระหว่างสลักคอม้าและลูกปืน	I	Y2

รายการตรวจเช็ค	กิจกรรมบำรุงรักษา	ความถี่ในการปฏิบัติ
เบรกเท้า		
การสึกหรอของผ้าเบรก	I	M3
ระยะห่างของผ้าเบรก	I	M3
การสึกหรอความเสียหายของกระทะเบรก	I	M3
การรั่วซึม ความเสียหาย หรือการหลามของข้อต่อเป๊ปสายอ่อนเบรก	I	M6
สายอ่อนเบรก	I - R	M6 - Y2
ช่วงชักของก้านในห้องเบรก	I	M6
การทำงานห้องเบรก	I	Y2
การทำงานของวาล์วลีเลย์และเบรก	I	Y2
อุปกรณ์ดักจับความชื้น	R	Y
ถังลม	I	M3
ชิ้นส่วนที่เป็นยางในห้องเบรก	R	Y2
ชุดห้องสปริงเบรก	R	Y3
กระบอกลิ่มเบรก	I - OVERALL	Y - Y3
เบรกมือ		
การทำงานของระบบวาล์วควบคุมเบรกมือ	I	M6
ความหลวมของชุดเบรกมือ	I	Y
ความเสียหายหรือความหลวมของข้อต่อ	I	M6
การทำงานของห้องเบรก	I	Y2
ระยะชักก้านในห้องเบรก	I	M6
อุปกรณ์ไฟฟ้า		
ความถ่วงจำเพาะของน้ำแบตเตอรี่	I	Y
การทำงานของมอเตอร์สตาร์ต	I	Y
การสึกหรอของแปลงถ่านมอเตอร์สตาร์ต	I	Y2
การทำงานของออลเตอร์เนเตอร์	I	M6
ความเสียหายหรือการหลวมของการเชื่อมต่อขั้วมัดสายไฟ	I	M6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการตรวจเช็ค	กิจกรรมบำรุงรักษา	ความถี่ในการปฏิบัติ
อื่นๆ		
กรองระบบปรับอากาศ	I	M6
จุดอัดจาระบี		
กากบาทเพลากลางและปลอกเลื่อน	L	W
ลูกปืนตรงกลางของเพลากลาง	L	W
สลักคอกม้า	L	W
คันชัก	L	W
หูแหนบด้านหน้า	L	W
โตงเตงแหนบด้านหน้า	L	W
เพลาหามแหนบ	L	W
แผ่นรองรับแหนบด้านหลัง	L	W
ปลอกเลื่อนเพลาบังคับเลี้ยว	L	W
ชุดปลอกลูกปืนคลัตช์	L	W
เพลาคลัชต์	L	W
สลักข้อต่อหม้อลมคลัตช์	L	W

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.4 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันรถขุดไฮดรอลิก

รายการตรวจเช็ค	กิจกรรม บำรุงรักษา	ความถี่ในการ ปฏิบัติ
กรองอากาศ	I	M3
ทำความสะอาดในระบบหล่อเย็น	I	M3
ตรวจเช็คน๊อตล้อตีนตะขาบ	I,A	M
ตรวจเช็คและปรับแต่งความตึงของตีนตะขาบ	I,A	M
เปลี่ยนฟันของบุ้งกี๋	R	ตามความเหมาะสม
ปรับแต่งระยะบุ้งกี๋	A	ตามความเหมาะสม
ตรวจเช็คน้ำล้างกระจก	I	M3
ตรวจเช็คระบบปรับอากาศ	I	M
ตรวจเช็คและไล่อากาศในระบบไฮดรอลิก	I	M3
การหล่อลื่นข้อต่อหรือจุดหมุนต่างๆ	I	M
ตรวจเช็คระดับน้ำมันในจุดหมุนหรือข้อเหวี่ยงต่างๆ	I	M
ตรวจเช็คแบตเตอรี่	I	M
ตรวจเช็คความตึงของสายพานแอร์	I'A	M
ตรวจเช็คน้ำมันหล่อลื่นในจุดต่างๆ,อัดจาระบี	I	M
เปลี่ยนกรองน้ำมันเครื่อง	R	M2
ตรวจเช็คน้ำมันหล่อลื่นในจุดต่างๆ	I	M
ทำความสะอาดและตรวจเช็คหม้อน้ำ	I	M
ทำความสะอาดและเติมน้ำยาในระบบปรับอากาศ	I	M2
เปลี่ยนกรองไฮดรอลิก	R	M2
เปลี่ยนกรองแมคโคร	R	M4
เปลี่ยนน้ำมันไฮดรอลิกในกรอง	R	M4
เปลี่ยนน้ำมันในจุดเหวี่ยงหรือข้อต่อต่างๆ	R	M4
ตรวจเช็คระดับน้ำมันดิ๊มเปอร์	I	M4
เช็คความตึงของสายพานขับเคลื่อน	I	M4
เช็คแรงดันไนโตรเจน	I	M4
เปลี่ยนน้ำมันเครื่อง	R	M8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตรวจเช็ค	กิจกรรม บำรุงรักษา	ความถี่ในการ ปฏิบัติ
ทำความสะอาดแทงค์ไฮดรอลิก	I	M8
เช็คไดร์ชาร์ต	I	M8
เช็คและปรับแต่งวาล์วเครื่องยนต์	I	M8
เช็คการสั่นสะเทือนของดั๊มเปอร์	I	M8
เช็คปั๊มน้ำ	I	Y1M4
เช็คการสตาร์ทของมอเตอร์	I	Y1M4
เปลี่ยนไดร์ชาร์ต	R	Y1M4
ตรวจเช็ค PIPING CLAMP และซีลยางต่างๆ	I	Y1M4
ตรวจเช็คหัวฉีดต่างๆ	I	Y1M4
เปลี่ยนน้ำมันไฮดรอลิก	R	Y1M8
เปลี่ยนPIPING CLAMP	R	Y3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รถบรรทุกสิบล้อ No.	แผนงานบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันรถบรรทุกสิบล้อ																											
	ก.ค.-59				ส.ค.-59				ก.ย.-59				ต.ค.-59				พ.ย.-59				ธ.ค.-59				ม.ค.-60			
รายการ	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
ไส้กรองอากาศ			R												R													
น้ำมันเครื่อง			R				R				R				R				R				R				R	
กรองน้ำมันเครื่องหลัก			R				R				R				R				R				R				R	
น้ำมันคลัทช์	R												R															
การทำงานของระบบคลัทช์	I												I															
ระยะฟรีและช่วงเหยียบของคันเหยียบคลัทช์	I												I															
ฝาปิดท่อหายใจของหม้อลมคลัทช์	I												I															
น้ำมันเกียร์				R																								R
การหลวมของกลไกการควบคุมเกียร์				I																								I
การหลวมของข้อต่อเพลากลาง				I																								I
การสึกหรอของกากบาทและไปลน์เพลากลาง				I																								I
น้ำมันเฟืองท้าย				R																								R
การคดหรือความเสียหายของเสื้อเพลาท้าย/หน้า				I																								I
น็อตสาแหรกแหนบ				T												T												T
ความเสียหายของแหนบ				I												I												I
การทรุดของแหนบ				I																								I
โตงเตง-เต้าแหนบ				I																								I
การเสียศูนย์ของแหนบ				I																								I
น็อตล้อ				T												T												T
ความเสียหายของกระทะล้อ				I												I												I
การหลวมของลูกปืนดุมล้อหน้า-หลัง				I												I												I
จาระบีลูกปืนดุมล้อหน้า-หลัง				I												I												I
การสึกหรอของผ้าเบรก				I												I												I
ระยะห่างของผ้าเบรก				I												I												I
การสึกหรอความเสียหายของกระทะเบรก				I												I												I
การรั่วซึม ความเสียหาย หรือการหลามของข้อต่อ				I												I												I

A = ปรับตั้ง I = ตรวจสอบ,ทำความสะอาด R = เปลี่ยนใหม่ T = ขันให้ได้ค่าแรงตามที่กำหนด

รูปที่ 5. 13ตัวอย่างแบบฟอร์มแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของรถบรรทุกสิบล้อ

รถขุดไฮดรอลิก No.	แผนงานบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันรถขุดไฮดรอลิก																											
	ก.ค.-59				ส.ค.-59				ก.ย.-59				ต.ค.-59				พ.ย.-59				ธ.ค.-59				ม.ค.-60			
รายการ	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
กรองอากาศ			I												I												I	
ทำความสะอาดในระบบหล่อเย็น			I												I												I	
ตรวจเช็คน๊อตล้อตีนตะขาบ	I,A				I,A				I,A				I,A				I,A				I,A				I,A			
ตรวจเช็คและปรับแต่งความตึงของตีนตะขาบ	I,A				I,A				I,A				I,A				I,A				I,A				I,A			
ตรวจเช็คน้ำมันหล่อลื่นในจุดต่างๆ,อัดจาระบี	I				I				I				I				I				I				I			
เปลี่ยนกรองน้ำมันเครื่อง	R								R								R								R			
ตรวจเช็คน้ำมันหล่อลื่นในจุดต่างๆ	I				I				I				I				I				I				I			
ทำความสะอาดและตรวจเช็คหม้อน้ำ	I				I				I				I				I				I				I			
เปลี่ยนกรองไฮดรอลิก	R								R								R								R			
เปลี่ยนกรองแมคโคร					R												R											
เปลี่ยนน้ำมันไฮดรอลิกในกรอง					R												R											
เปลี่ยนน้ำมันในจุดเหวี่ยงหรือข้อต่อต่างๆ					R												R											
เช็คความตึงของสายพานขับเคลื่อน					I												I											
เปลี่ยนน้ำมันเครื่อง																	R											

A = ปรับตั้ง I = ตรวจสอบ,ทำความสะอาด R = เปลี่ยนใหม่ T = ขันให้ได้ค่าแรงตามที่กำหนด

รูปที่ 5.14 ตัวอย่างแบบฟอร์มแผนงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของรถขุดไฮดรอลิก

การวางแผนงานบำรุงรักษาสำหรับเครื่องจักร

ในส่วนแบบฟอร์มการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงโม่นั้น จะรวมการบำรุงรักษาแบบบำรุงรักษาด้วยตนเองและแบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันเข้าไว้ด้วยกัน โดยจะในแบบฟอร์มการบำรุงจะแบ่งออกเป็น การตรวจเช็ครายวัน รายเดือน รายปี และการเปลี่ยนอะไหล่ตามแต่ละรอบเวลา ในกรณีที่เป็นการเช็ครายวันนั้น จะมอบหมายให้เป็นการบำรุงรักษาด้วยตนเอง โดยมอบหมายให้เป็นหน้าที่ของผู้ปฏิบัติงาน

ตารางที่ 5.5 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของปากจอว์

แผน PM ปากจอว์				
List	daily	week	month	year
ตรวจเช็คสภาพของน๊อตปากจอว์	/			
ตรวจเช็คเสียงและการสั่นของปากจอว์	/			
ตรวจสอบหินว่ามีการกระจายตัวอยู่เสมอ	/			
ล้างและทำความสะอาดฝุ่นรอบๆ ปากจอว์	/			
ตรวจเช็คการแตกหักหรือสึกหรอบริเวณร่องเพลา		/		
ตรวจเช็คการแตกหักหรือสึกหรอบริเวณปากจอว์		/		
ตรวจเช็คสภาพของน๊อตและโบล์ทโดยรอบปากจอว์		/		
ตรวจดูหมุดพินในจุดต่างๆ		/		
ทำความสะอาดฝุ่นละอองในจุดอัดจาระบี		/		
ตรวจเช็คสายพานจุดต่างๆ			/	
ตรวจเช็คความแน่นของ DRIVE GUARDS			/	
ตรวจเช็คโครงสร้างและจุดเชื่อมต่างๆ			/	
ทำความสะอาดรางและที่รับหิน				/
ตรวจเช็คและทำความสะอาดกระบอกสูบ				/
เปลี่ยนถ่ายจาระบีในจุดอัดทั้งหมด				/
เปลี่ยนสายพาน				M2
เปลี่ยนแบริ่ง ขนาด 3"				M2
เปลี่ยนแบริ่ง No.22334				Y

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.6 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของตะแกรงสั่น

แผน PM ตะแกรงสั่น			
List	**daily**	**week**	**month**
ทำการเคลียร์ฝุ่นหรือเศษหินตะแกรง	/		
ตรวจสอบว่าหินไหลลงตะแกรงอย่างทั่วถึง	/		
ตรวจเช็คความสึกหรอของตะแกรง	/		
ตรวจสอบการสั่นของตะแกรง	/		
ทำความสะอาดรอบโครงสร้างและมอเตอร์	/		
ขจัดสิ่งสกปรกออกจากสปริง	/		
ตรวจสอบน๊อตและโบร์ตทั้งหมด		/	
ตรวจเช็คเพลาขับเคลื่อน		/	
ตรวจเช็คมอเตอร์		/	
ตรวจเช็คความสึกหรอของเฟรม		/	
ตรวจเช็คความสึกหรอของโครงสร้าง		/	
ตรวจเช็คความตึงสายพาน		/	
เช็คความเสียหายของ Guard		/	
เติมจาระบี		/	
ทำความสะอาดแบริ่ง		/	
ตรวจเช็ครางถ่ายหิน			/
ทำความสะอาดช่องและรางถ่ายหิน			/
เปลี่ยนสายพาน			M2
เปลี่ยนแบริ่งNo.22334			Y

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.7 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันปากโคน

แผน PM ปากโคน				
List	daily	week	month	year
ตรวจเช็คสภาพของน๊อตทั้งหมด	/			
กำจัดฝุ่นที่ติดปากโคน	/			
ตรวจเช็คช่องทางเดินหินว่าไม่มีสิ่งกีดขวาง	/			
ตรวจสอบหินว่ามีการกระจายตัวอยู่เสมอ	/			
ตรวจเช็คบริเวณ CRUSHING CHAMBER	/			
ล้างและทำความสะอาดฝุ่นรอบๆปากโคน	/			
ตรวจเช็คการสึกหรอของทางเดินหิน		/		
ตรวจเช็คสภาพของน๊อตและโบล์ทโดยรอบปากโคน		/		
ตรวจดูหมุดพินในจุดต่างๆ		/		
ทำความสะอาดฝุ่นละอองในจุดอัดจาระบี		/		
ตรวจเช็คความตึงสายพานจุดต่างๆ		/		
ตรวจเช็คความแน่นของ DRIVE GUARDS			/	
ตรวจเช็คโครงสร้างและจุดเชื่อมต่างๆ			/	
ทำความสะอาดรางและที่รับหิน				/
ตรวจเช็คและทำความสะอาดกระบอกสูบ				/
เปลี่ยนถ่ายจาระบีในจุดอัดทั้งหมด				/
เปลี่ยนสายพาน				M6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.8 แผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันของสายพาน

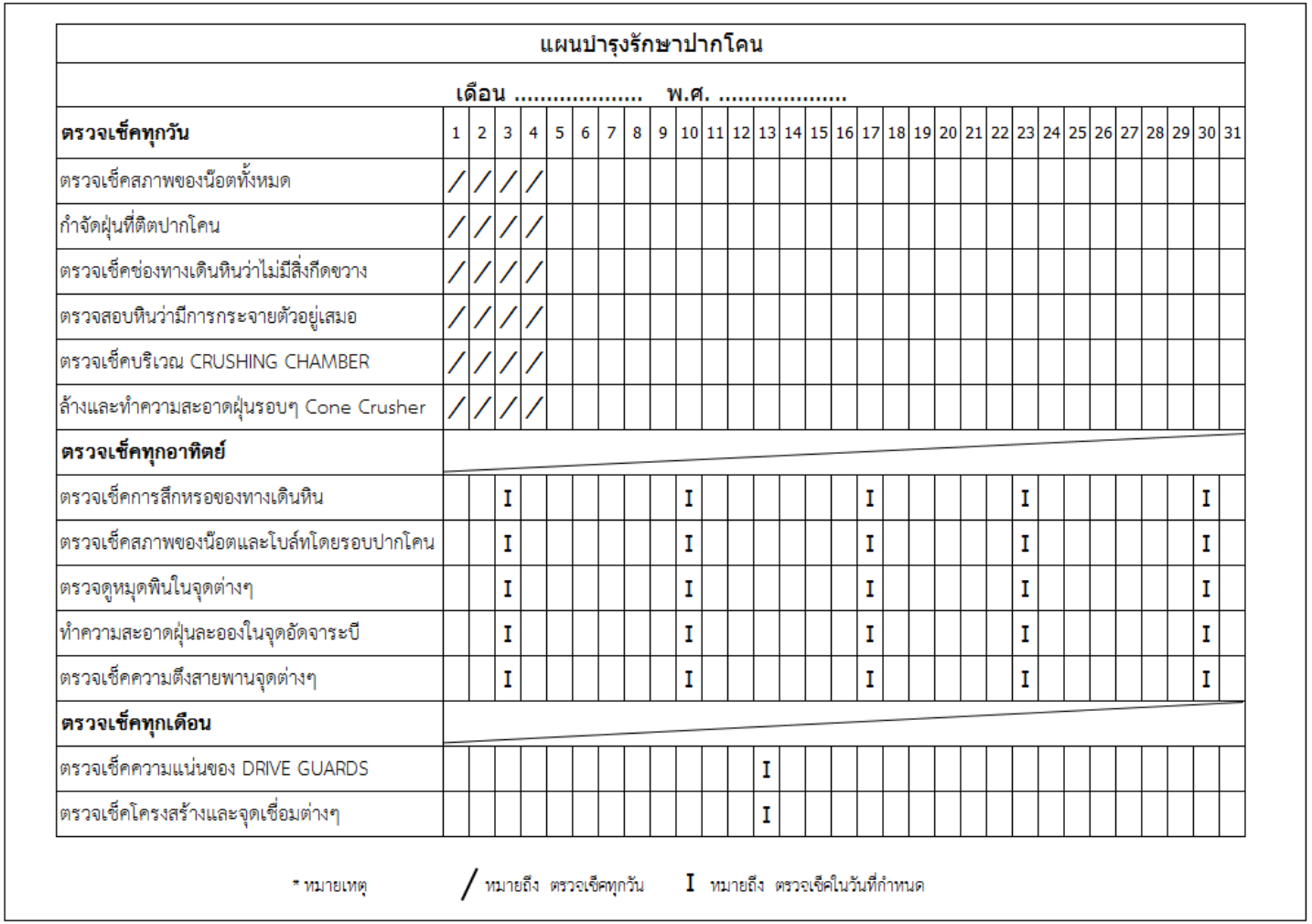
แผน PM สายพาน			
List	daily	week	month
ทำความสะอาดบริเวณโรเลอร์	/		
เช็คการอัดจาระบีจุดต่างๆ	/		
ตรวจสอบการไหลของหิน	/		
ขจัดสิ่งสกปรกปริเวนแบริ่ง	/		
ตรวจเช็คผ้าใบ		/	
ตรวจเช็คแบริ่ง		/	
ตรวจเช็ตมอเตอร์		/	
ตรวจเช็คน็อตและโบร์ท		/	
ตรวจเช็คโรเลอร์		/	
เปลี่ยนสายพาน			M2
เปลี่ยนแบริ่ง			Y

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนบำรุงรักษาปากจอว์ No. 1																															
เดือน ..... พ.ศ.																															
ตรวจเช็คทุกวัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ตรวจเช็คสภาพของน๊อตปากจอว์	/	/	/	/																											
ตรวจเช็คเสียงและการสั่นของปากจอว์	/	/	/	/																											
ตรวจสอบหินว่ามีการกระจายตัวอยู่เสมอ	/	/	/	/																											
ล้างและทำความสะอาดฝุ่นรอบๆ ปากจอว์	/	/	/	/																											
ตรวจเช็คทุกอาทิตย์																															
ตรวจเช็คการแตกหักหรือสึกหรอบริเวณร่องเพลา							I							I							I						I				
ตรวจเช็คการแตกหักหรือสึกหรอบริเวณปากจอว์							I							I							I						I				
ตรวจเช็คสภาพของน๊อตและโบล์ทโดยรอบปากจอว์							I							I							I						I				
ตรวจดูหมุดพินในจุดต่างๆ							I							I							I						I				
ทำความสะอาดฝุ่นละอองในจุดอัดจาระบี							I							I							I						I				
ตรวจเช็คทุกเดือน																															
ตรวจเช็คสายพานจุดต่างๆ														I																	
ตรวจเช็คความแน่นของ DRIVE GUARDS														I																	
ตรวจเช็คโครงสร้างและจุดเชื่อมต่างๆ														I																	

* หมายเหตุ / หมายถึง ตรวจเช็คทุกวัน I หมายถึง ตรวจเช็คในวันที่กำหนด

รูปที่ 5.15 ตัวอย่างแบบฟอร์มบำรุงรักษาปากจอว์



แผนบำรุงรักษาปากโคน

เดือน ..... พ.ศ. .....

ตรวจเช็คทุกวัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ตรวจเช็คสภาพของน็อตทั้งหมด	/	/	/	/																											
กำจัดฝุ่นที่ติดปากโคน	/	/	/	/																											
ตรวจเช็คช่องทางเดินหินว่าไม่มีสิ่งกีดขวาง	/	/	/	/																											
ตรวจสอบหินว่ามีการกระจายตัวอยู่เสมอ	/	/	/	/																											
ตรวจเช็คบริเวณ CRUSHING CHAMBER	/	/	/	/																											
ล้างและทำความสะอาดฝุ่นรอบๆ Cone Crusher	/	/	/	/																											
ตรวจเช็คทุกอาทิตย์																															
ตรวจเช็คการสึกหรอของทางเดินหิน			I							I							I						I						I	
ตรวจเช็คสภาพของน็อตและโบล์ทโดยรอบปากโคน			I							I							I						I						I	
ตรวจดูหมุดพินในจุดต่างๆ			I							I							I						I						I	
ทำความสะอาดฝุ่นละอองในจุดอัดจาระบี			I							I							I						I						I	
ตรวจเช็คความตึงสายพานจุดต่างๆ			I							I							I						I						I	
ตรวจเช็คทุกเดือน																															
ตรวจเช็คความแน่นของ DRIVE GUARDS													I																		
ตรวจเช็คโครงสร้างและจุดเชื่อมต่างๆ													I																		

* หมายเหตุ / หมายถึง ตรวจเช็คทุกวัน I หมายถึง ตรวจเช็คในวันที่กำหนด

รูปที่ 5.16 ตัวอย่างแบบฟอร์มบำรุงรักษาปากโคน

แผนบำรุงรักษาตะแกรงสั่น																															
เดือน ..... พ.ศ.																															
ตรวจเช็คทุกวัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ทำการเคลียร์ฝุ่นหรือเศษหินตะแกรง	/	/	/	/																											
ตรวจสอบว่าหินไหลลงตะแกรงอย่างทั่วถึง	/	/	/	/																											
ตรวจเช็คความสึกหรอของตะแกรง	/	/	/	/																											
ตรวจสอบการสั่นของตะแกรง	/	/	/	/																											
ทำความสะอาดรอบโครงสร้างและมอเตอร์	/	/	/	/																											
ขจัดสิ่งสกปรกออกจากสปริง	/	/	/	/																											
ตรวจเช็คทุกอาทิตย์																															
ตรวจสอบน๊อตและโบร์ตทั้งหมด					I							I							I						I					
ตรวจเช็คเพลาขับเคลื่อน					I							I							I						I					
ตรวจเช็คมอเตอร์					I							I							I						I					
ตรวจเช็คความสึกหรอของเฟรม					I							I							I						I					
ตรวจเช็คความสึกหรอของโครงสร้าง					I							I							I						I					
ตรวจเช็คความตึงสายพาน					I							I							I						I					
เช็คความเสียหายของ Guard					I							I							I						I					
เติมจาระบี					I							I							I						I					
ตรวจเช็คทุกเดือน																															
ตรวจเช็ครางถ่ายหิน												I																			
ทำความสะอาดซ่องและรางถ่ายหิน												I																			

* หมายเหตุ / หมายถึง ตรวจเช็คทุกวัน I หมายถึง ตรวจเช็คในวันที่กำหนด

รูปที่ 5.17 ตัวอย่างแบบฟอร์มบำรุงรักษาตะแกรงสั่น

5.2.3 ผลการดำเนินงานในวงจรที่ 3

การสร้างกฎระเบียบเอกสารต่างๆ

การสร้างแผนดำเนินงานบำรุงรักษา

เป็นสร้างแผนงานและขั้นการในการดำเนินงานบำรุงรักษาต่างๆ ตั้งแต่ต้นน้ำไปจนถึงปลายน้ำคือตั้งแต่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง จนไปถึงการซ่อมแซมเครื่องจักรเสร็จสมบูรณ์ โดยได้มีการอธิบายกิจกรรมต่างๆ ในการบำรุงรักษาว่าต้องใช้เอกสารอะไรบ้างในการดำเนินงาน และมีการส่งต่องานในแต่ละขั้นตอนไปที่ใครบ้าง รวมถึงใครเป็นผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในแต่ละขั้นตอนนั้น โดยได้แสดงแผนการดำเนินงานในการบำรุงรักษาเครื่องจักรเมื่อเกิดเหตุขัดข้องไว้แล้วในรูปที่ 5.5

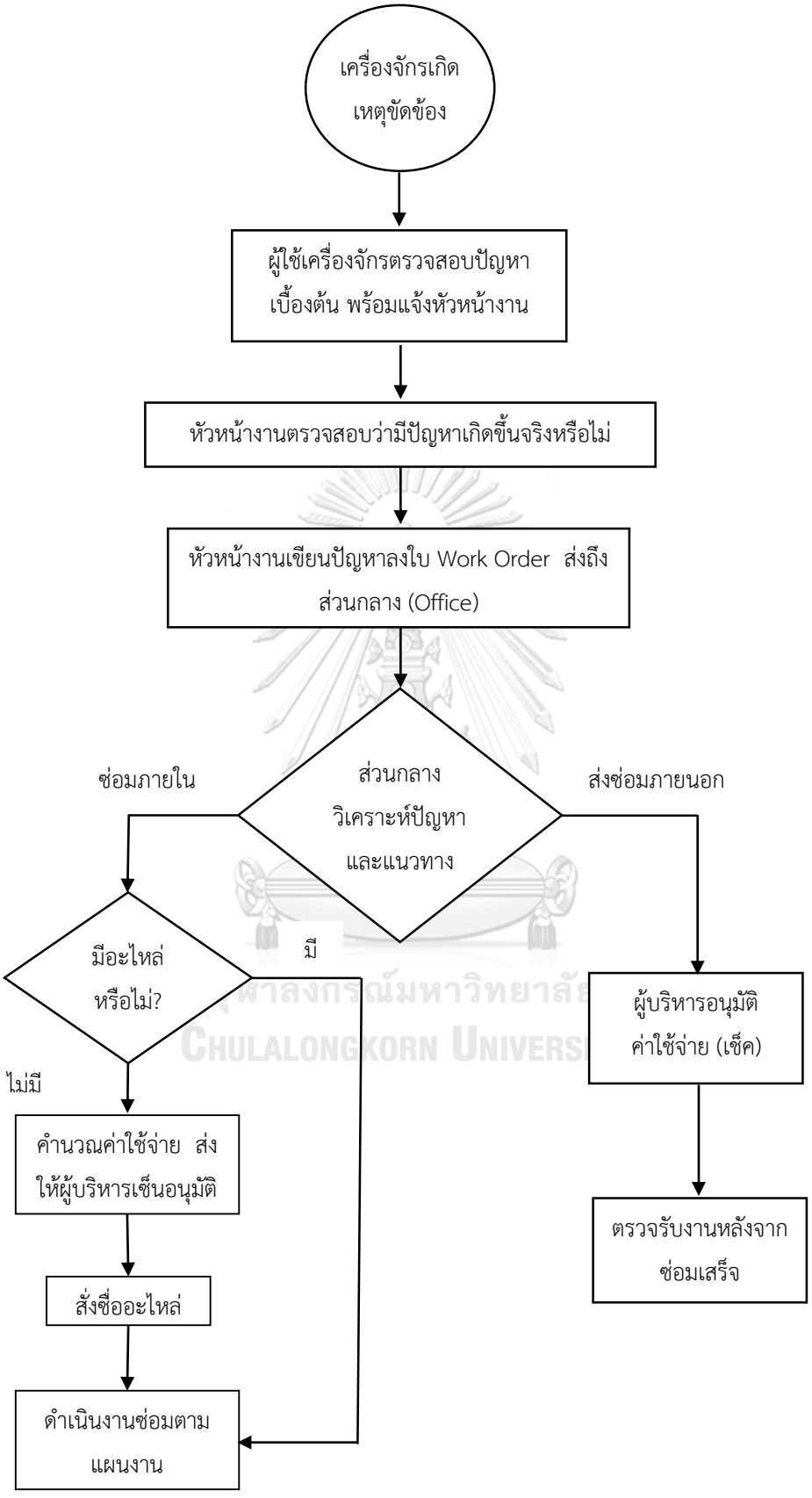
การสร้างเอกสารที่ใช้ในการบำรุงรักษา

เป็นเอกสารที่ใช้ในการดำเนินงานบำรุงรักษา โดยมีการออกแบบให้เหมาะสมกับโรงงานกรณีศึกษา รวมถึงคู่มือที่ใช้ในการใช้งานเครื่องจักร และการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ถูกต้อง โดยที่มาของเอกสารที่ใช้ในการดำเนินงานบำรุงรักษานั้นเกิดมาจากกิจกรรมต่างๆ ที่ใช้ในการบำรุงรักษาตั้งแต่เครื่องจักรขัดข้อง จนไปถึงซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเรียบร้อย ว่าแต่ละกิจกรรมนั้นต้องมีเอกสารอะไรประกอบการดำเนินงานบ้าง โดยที่เอกสารต่างๆ ที่ใช้ในงานบำรุงรักษา มีดังนี้

- ใบแจ้งซ่อมการบำรุงรักษา (Work Order , WO)
- ประวัติในการใช้งานเครื่องจักร
- ประวัตการบำรุงรักษาเครื่องจักร
- คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษารถขุดไฮดรอลิก
- คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษารถบรรทุกสิบล้อ
- One Point Lesson 40 เรื่อง

ซึ่งทั้งนี้ไม่มีคู่มือการใช้งานเครื่องจักรในโรงโม่เนื่องจากเครื่องจักรมีการเดินเครื่องแบบอัตโนมัติ และความซับซ้อนในการใช้งานไม่สูงมาก ทำให้แผนบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงโม่นั้นพอเพียงสำหรับการบำรุงรักษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 5.18 แผนการดำเนินงานในการบำรุงรักษาเครื่องจักรเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง

ใบร้องขอให้บำรุงรักษา (ใบ work order)

หมายเลข WO.....

เครื่องจักร / อุปกรณ์ .....รหัสเครื่องจักร.....

ลำดับความสำคัญ ลำดับที่ 1 ด่วนมาก ไม่ปลอดภัย ทำทันที
ลำดับที่ 2 ทำภายในหนึ่งสัปดาห์ ลำดับที่ 3 ภายในหนึ่งเดือน

1 2 3

อาการผิดปกติ

.....

.....

ร้องขอโดย.....วันที่แจ้ง.....

การวิเคราะห์สาเหตุ

.....

.....

.....

การแก้ไข

.....

.....

.....

ประมาณการค่าใช้จ่าย

จำนวน ชม. ที่หยุด	จำนวน ชม. แรงงาน	อะไหล่ / วัสดุสิ้นเปลือง	ค่าอะไหล่ / วัสดุสิ้นเปลือง	ค่าแรง	รวม

ประมาณวันกำหนดเสร็จ .....

ผู้ประเมินและวิเคราะห์.....วันที่..... ผู้อนุมัติ.....วันที่.....

รูปที่ 5.19 ใบแจ้งซ่อมการบำรุงรักษา (Work Order , WO) แผ่นหน้า

ผลการดำเนินงานจริง ....เป็นไปตามแผน ..... ไม่เป็นไปตามแผน

จำนวน ชม. ที่หยุด	จำนวน ชม. แรงงาน	อะไหล่ / วัสดุสิ้นเปลือง	ค่าอะไหล่ / วัสดุสิ้นเปลือง	ค่าแรง	รวม

วันเริ่มงาน..... วันที่ทำเสร็จ.....

ผู้ซ่อม.....

รายละเอียดการทำงาน

.....

.....

.....

ผู้สรุปรายงาน.....วันที่.....

รูปที่ 5.20 ใบแจ้งซ่อมการบำรุงรักษา (Work Order , WO) แผ่นหลัง

ประวัติเครื่องจักร

รหัสเครื่องจักร.....

บริษัท..... ฝ่าย ..... แผนก ..... หน่วย.....

ชื่อช่างบำรุงรักษา/ผู้ใช้เครื่อง.....

ชื่อ-ชนิดเครื่องจักร.....

ชื่อบริษัทผู้ผลิต **ยี่ห้อของเครื่องจักร**

รุ่นของเครื่องจักร หมายเลขเครื่องจักร

ใช้กระแสไฟฟ้าแรงเคลื่อน โวลท์ กินกระแสไฟฟ้า แอมป์ ใช้มอเตอร์ ตัว

ซื้อจาก เมื่อ รหัสบัญชีเลขที่

ราคา บาท กำลังการผลิตสูงสุด

รูปถ่ายเครื่องจักร

ตำแหน่งที่ตั้งเครื่องจักร lay out

รูปที่ 5. 21 ใบประวัติเครื่องจักรหน้าแรก

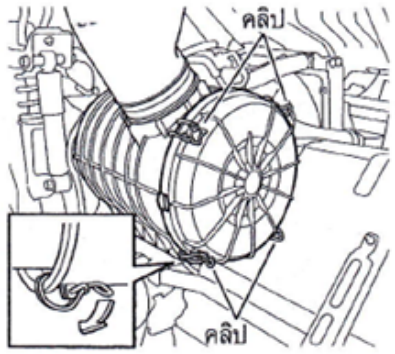
1 ว/ด/ป ที่แจ้ง ซ่อม	2 เลขที่แจ้งซ่อม ในใบWO	3 รายการซ่อม / บำรุงรักษา	4 รวมค่าซ่อม และ ค่าอะไหล่ (บาท)	5 ร้านค้า Supplier	6 ว/ด/ป ที่เริ่ม ซ่อม	7 ว/ด/ป ที่ซ่อม เสร็จ	8 = 7-6 ใช้เวลาซ่อม (วัน หรือ ชั่วโมง)	9 ว/ด/ป ที่เครื่องจักร เดินเครื่องอีก ครั้ง	10 = 9-1 เวลาที่ เครื่องจักรไม่ได้ ทำงาน รวมเวลาซ่อม และเวลารอคอย (วัน หรือชั่วโมง)	11 ผู้บันทึก

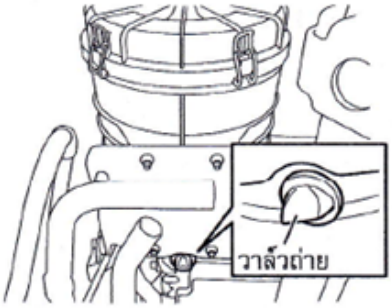
รูปที่ 5.22 ใบประวัติเครื่องจักรหน้าหลัง

บริษัท.....จำกัด **xxxxx**

Work Instruction

เรื่อง การทำความสะอาดและการเปลี่ยนไส้กรองอากาศ





ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ยกหัวเก๋ง

2. ถอดคลิป 4 ตัวและถอดฝากรองอากาศออก

3. ถอดไส้กรองอากาศโดยดึงเข้าหาตัว

4. เอาสิ่งสกปรกสะสมที่อยู่บนผากรองอากาศและตัวกรองอากาศออก

5. ทำความสะอาดวาล์วถ่ายด้านล่างของกรองอากาศ

6. ทำความสะอดไส้กรองโดยเป่าด้วยลมที่ความดันต่ำกว่า 690 กิโลปาสคาล เข้าที่ด้านในของไส้กรองอากาศในขณะที่หมุนไส้กรองอากาศเพื่อไล่ฝุ่นออก

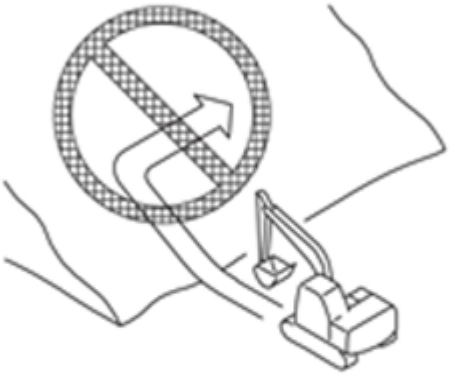
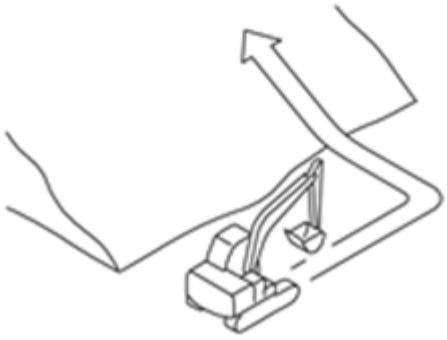
7. ดันไส้กรองอากาศไปในตำแหน่งเดิมในตัวกรองอากาศ

8. ติดตั้งฝากรองอากาศ

รูปที่ 5. 23 ตัวอย่างคู่มือการใช้งานและบำรุงรักษารถบรรทุกสิบล้อ

One Point Lesson

เรื่อง..... การเลี้ยวลดขุดไฮดรอลิกบนทางลาดชัน

Figure ✗ 	ไม่ควรเลี้ยวรถบนทางลาดชัน
Figure ✓ 	ควรนำรถลงไปพื้นราบก่อนแล้ว ค่อยทำการเปลี่ยนตำแน่งรถ

รูปที่ 5. 24 ตัวอย่าง One Point Lesson

การอบรมและพัฒนาบุคลากร

ในการอบรมนั้นจะใช้เครื่องมือเข้ามาช่วยในการดำเนินงานคือ Individual Development Plan : IDP เป็นเครื่องมือที่จะช่วยแสดงถึงกรอบแนวทางที่จะช่วยให้บุคลากรในหน่วยงานสามารถปฏิบัติงานได้บรรลุตามเป้าหมาย โดมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับงานบำรุงรักษาและให้บุคลากรเห็นถึงความสำคัญของงานบำรุงรักษา โดยได้แสดงหน้าที่และความรับผิดชอบของบุคลากรในแต่ละหน่วยงานได้ดังนี้

ตารางที่ 5.9 หน้าที่และความรับผิดชอบของบุคลากรในการอบรม

กลุ่มบุคลากร	บทบาท/หน้าที่ความรับผิดชอบ
ผู้บริหาร	- สนับสนุนและผลักดันให้บุคลากรปฏิบัติงานตามแผน IDP - อนุมัติและติดตามผลงานในการดำเนินแผนตาม IDP - จัดสรรงบประมาณในการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากร
หัวหน้างาน/ผู้ชำนาญงาน	- ทำความเข้าใจกับกระบวนการและวัตถุประสงค์ของ IDP - ปฏิบัติตามกระบวนการและขั้นตอนของ IDP ที่กำหนดขึ้น - การแนะนำหรือให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่บุคลากรและเจ้าหน้าที่
บุคลากรระดับปฏิบัติงาน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง	- ทำความเข้าใจกับกระบวนการและวัตถุประสงค์ของ IDP - ปฏิบัติตามกระบวนการและขั้นตอนของ IDP ที่กำหนดขึ้น
ผู้อบรมบุคลากร	- อบรมและให้ความรู้เกี่ยวงานบำรุงรักษาตามแผน IDP - จัดเตรียมเอกสารที่ใช้ในการอบรม และปฏิบัติตามแผนงาน IDP - ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการดำเนินงานตามแผนงาน IDP - ติดตามผลการปฏิบัติตามแผน IDP

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการอบรมและพัฒนาบุคลากรนั้นจะใช้เวลาอาทิตย์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 5 ชั่วโมง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการอบรมและพัฒนา ทั้งหมด 5 เครื่องมือด้วยกันได้แก่

- การให้ความรู้
- การให้ข้อมูลป้อนกลับ
- การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
- การทำกิจกรรมร่วมกัน
- การติดตามและประเมินผล

โดยได้แสดงรายละเอียดต่างต่างของการอบรมและพัฒนาบุคลากรไว้แล้วในตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.10 แผนการอบรมและพัฒนาบุคลากร

เครื่องมือ	กิจกรรม	ผลลัพธ์
การให้ความรู้	การอบรมเกี่ยวกับความสำคัญของงานบำรุงรักษา - ประโยชน์ของงานบำรุงรักษา - ผลเสียของการขาดงานบำรุงรักษา	- บุคลากรเล็งเห็นถึงประโยชน์และความสำคัญของงานบำรุงรักษา - บุคลากรเล็งเห็นถึงผลเสียของการขาดการบำรุงรักษาที่ถูกต้องและเหมาะสม
	การอบรมเกี่ยวกับการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักรทั้งที่ถูกต้อง - การใช้งานรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง - การบำรุงรักษารถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อที่ถูกต้อง - การบำรุงรักษาแบบ PM และ AM	- บุคลากรได้มีความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องจักรที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น - บุคลากรได้ทราบถึงผลเสียของการใช้เครื่องจักรที่ไม่ถูกต้อง
	การอบรมการใช้งานเกี่ยวกับเอกสารต่างๆ ที่ใช้ในงานบำรุงรักษา - การใช้งานเอกสารสารในการบำรุงรักษาแบบ PM และ AM - การใช้งานใบ Work Order - การใช้งานใบประวัติของเครื่องจักร	- บุคลากรได้เรียนรู้วิธีและขั้นตอนในการใช้เอกสารในงานบำรุงรักษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การให้ข้อมูลป้อนกลับ	การอบรมเกี่ยวกับการเก็บและใช้ข้อมูล - การเก็บข้อมูลและประวัติของเครื่องจักร - การเก็บและแสดงผลค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร	-บุคลากรมีความรู้ในการเก็บข้อมูลการใช้เครื่องจักร -บุคลากรสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร -บุคลากรสามารถวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อมูลได้
การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	การให้บุคลากรในระดับต่างได้ออกความคิดเห็นถึงปัญหาเกี่ยวกับงานบำรุงรักษา - การบอกถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น - การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นถึงปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหา	- การกล้าแสดงออกของบุคลากรต่อหัวหน้างานและผู้บริหาร - ได้รับฟังปัญหาที่เกิดขึ้นจริงกับบุคลากรในการใช้งานเครื่องจักร
การทำกิจกรรมร่วมกัน	การให้บุคลากรมีส่วนร่วมวิเคราะห์ถึงปัญหาของงานบำรุงรักษาและค้นหาแนวทางแก้ไข - การร่วมกันออกแบบ One Point Lesson - การร่วมกันกำหนดมาตรการและแนวทางในการแก้ไขปัญหา	- ได้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับงานบำรุงรักษา - ได้วิธีการและนโยบายเกี่ยวกับแนวทางในการแก้ไขปัญหา
	การร่วมกันออกแบบและสร้างเอกสารที่ใช้ในงานบำรุงรักษา - การออกแบบแผนงานบำรุงรักษาประจำวัน - การออกแบบใบ Work Order - การออกแบบใบประวัติเครื่องจักร	- ได้เอกสารที่ต้องใช้ในการบำรุงรักษาที่เหมาะสม
การติดตามและประเมินผล	ดำเนินการประเมินผลและติดตามผลงานของแต่ละกิจกรรมที่ได้วางและมอบหมายไว้	- มีการติดตามการดำเนินงานที่วางแผนไว้เพื่อทราบถึงผลลัพธ์ในการดำเนินงาน และค้นหาจุดบกพร่องต่างๆ เพื่อดำเนินการในการแก้ไขต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 ตัวชี้วัดหลังการปรับปรุง

หลังจากดำเนินแผนงานตามวงจรเดมมิ่งแล้วได้ทำการเปรียบเทียบค่าความพร้อมใช้งานและค่า MTBF & MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อและเครื่องจักรในโรงโม่ รวมถึงค่าถึงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตหิน ทั้งก่อนและหลังจากการดำเนินงาน

5.3.1 ค่าความพร้อมใช้งาน

ค่าความพร้อมใช้งานของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อและเครื่องจักรในโรงโม่นั้น ได้ทำการวัดผลหลังการปรับปรุงตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2559 ถึง เดือนกันยายน 2559 โดยได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 5.11 และ 5.12 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.11 ค่าความพร้อมใช้งานของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ (หลังการปรับปรุง)

เครื่องจักร	Loading time (ชั่วโมง)	เวลาหยุดจากการเสียและซ่อม (ชั่วโมง)	ค่าความพร้อมใช้งาน (%)
รถขุดไฮดรอลิก No.1	1,080	155.30	85.62
รถขุดไฮดรอลิก No.2	1,080	101.73	90.58
รถบรรทุกสิบล้อ No.1	1,080	70.50	93.47
รถบรรทุกสิบล้อ No.2	1,080	106.30	90.15
รถบรรทุกสิบล้อ No.3	1,080	75.23	93.03
รถบรรทุกสิบล้อ No.4	1,080	111.90	89.63
รถบรรทุกสิบล้อ No.5	1,080	82.62	92.35
รถบรรทุกสิบล้อ No.6	1,080	100.54	90.69
รถบรรทุกสิบล้อ No.7	1,080	158.32	85.34

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 5.11 จะเห็นได้ว่าในส่วนของรถขุดไฮดรอลิกจากและรถบรรทุกสิบล้อผลการปรับปรุงพบว่า ค่าความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นทุกคันจากเดิมคือ 70.00% - 81.82 % มาอยู่ที่ 85.62% - 90.58 % ในส่วนค่าความพร้อมใช้งานของรถบรรทุกสิบล้อนั้นเพิ่มขึ้นทุกคันจากเดิมคือ 44.06% -

82.19% มาอยู่ที่ 85.34% - 93.47 %ซึ่งจะเห็นได้ว่ารถบรรทุกสิบล้อทั้งหมดมีค่าความพร้อมใช้งานมากกว่า 80 % เพิ่มขึ้นจากเดิมที่มีค่าความพร้อมใช้งานมากว่า 80% เพียงแค่ 2 คัน

ตารางที่ 5.12 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรในโรงโม่ (หลังการปรับปรุง)

เครื่องจักร	**Loading Time (ชั่วโมง)**	**เวลาหยุดจากการเสียและซ่อม (ชั่วโมง)**	**ค่าความพร้อมใช้งาน (%)**
สายการผลิต 1	1,080	50.97	95.28
สายการผลิต 2	1,080	26.78	97.52
Jaw Crusher No.1	1,080	0	100
Jaw Crusher No.2	1,080	27.50	97.45
Jaw Crusher No.3	1,080	0	100
Jaw Crusher No.4	1,080	22.84	97.88
Jaw Crusher No.5	1,080	34.12	96.84
Jaw Crusher No.6	1,080	0	100
Jaw Crusher No.7	1,080	0	100
Cone Crusher	1,080	101.95	90.56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 5.12 จะเห็นได้ว่าในส่วนของเครื่องจักรในโรงโม่ผลการปรับปรุงพบว่า ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรทั้งหมดเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแผนการบำรุงรักษาจากการเสียแล้วซ่อมมาเป็นการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปากโคนที่มีค่าความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นจาก 30.45% เป็น 90.56%

5.3.2 ค่า MTBF และ MTTR

ค่า MTBF และ MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อและเครื่องจักรในโรงโม่นั้น ได้ทำการวัดผลหลังการปรับปรุงตั้งแต่เดือน มิถุนายน 59 ถึง เดือนกันยายน 59 โดยได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 5.13 และ 5.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 5. 13 ค่า MTBF และ MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ (หลังการปรับปรุง)

เครื่องจักร	จำนวนครั้งในการเสีย (ครั้ง)	MTBF (นาที)	MTTR (นาที)
รถขุดไฮดรอลิก No.1	11	5,044	847
รถขุดไฮดรอลิก No.2	7	8,385	872
รถบรรทุกสิบล้อ No.1	4	15,412	1,058
รถบรรทุกสิบล้อ No.2	6	9,736	1,064
รถบรรทุกสิบล้อ No.3	5	12,057	902.76
รถบรรทุกสิบล้อ No.4	6	9,680	1120
รถบรรทุกสิบล้อ No.5	5	11,969	991
รถบรรทุกสิบล้อ No.6	5	11,753	1207
รถบรรทุกสิบล้อ No.7	8	6,913	1187

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 5.13 จะเห็นได้ว่าในส่วนของในส่วนของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อนั้น จากผลการปรับปรุงพบว่า ค่า MTBF เพิ่มขึ้นและ MTTR ลดลงทุกคันซึ่งสอดคล้องกับค่าความพร้อมใช้งานที่เพิ่มขึ้นหลังการปรับปรุง

ตารางที่ 5.14 ค่า MTBF และ MTTR ของเครื่องจักรในโรงโม่ (หลังการปรับปรุง)

เครื่องจักร	**จำนวนครั้งในการเสีย (ครั้ง)**	**MTBF (นาที)**	**MTTR (นาที)**
สายการผลิต 1	12	4,580	240
สายการผลิต 2	8	6,627	227
Jaw Crusher No.1	0	0	0
Jaw Crusher No.2	2	26,880	235
Jaw Crusher No.3	0	0	0
Jaw Crusher No.4	3	19,458	270
Jaw Crusher No.5	3	18,172	196
Jaw Crusher No.6	0	0	0
Jaw Crusher No.7	0	0	0
Cone Crusher	2	24,570	2,730

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 5.14 จะเห็นได้ว่าในส่วนของในส่วนของเครื่องจักรในโรงโม่นั้น จากผลการปรับปรุงพบว่า ค่า MTBF เพิ่มขึ้นและ MTTR ลดลงทุกคันซึ่งสอดคล้องกับค่าความพร้อมใช้งานที่เพิ่มขึ้นหลังการปรับปรุง

5.3.3 ค่าความสามารถของกระบวนการ

ในส่วนค่าความสามารถของกระบวนการ (Cpk) ในการขนส่งแร่หินมีค่าดังนี้

$$Cpk = Min \{ \frac{2062-1300}{3*449} , \frac{3000-2062}{3*449} \}$$

$$Cpk = Min \{0.56 , 0.69 \}$$

$$Cpk = 0.56$$

โดยจะเห็นได้ว่าในส่วนค่าความสามารถของกระบวนการ (Cpk) ในการขนส่งแร่หินเพิ่มขึ้นเป็น 0.56 ซึ่งจากเดิมที่มีค่าเพียง 0.15 เท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรของโรงโม่หิน ของโรงงานกรณีศึกษาจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพบว่าเครื่องจักรในทั้ง 3 กระบวนการในการผลิตนั้นได้แก่ 1) กระบวนการบรรจุแร่หิน 2) กระบวนการขนส่งแร่หิน 3) กระบวนการโม่หิน ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์ และมีปัญหาการขัดข้องที่รุนแรงเกินกว่าที่จะใช้การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพียงอย่างเดียวมาจัดการหรือประยุกต์ใช้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้วางแผนการบำรุงรักษาตามระดับของแผนบำรุงรักษาทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ 1.การวางแผนเชิงกลยุทธ์ (Strategic Planning) 2.การวางแผนเชิงยุทธวิธี (Tactical Planning) และ 3.การวางแผนระดับปฏิบัติการ (Operation Planning) พร้อมทั้งใช้วงจรเดมมิ่งซึ่งเป็นหลักการในการดำเนินงานและพัฒนาแบบพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มาประยุกต์ใช้กับการวางแผนการบำรุงรักษา ทำให้ได้วงล้อในการวางแผนการบำรุงรักษามา 3 วงจรด้วยกัน ได้แก่

วงจรที่ 1. สร้างแผนกลยุทธ์สำหรับการประเมินสภาพเครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน โดยสามารถแยกออกมาเป็น 2 วงรอบได้แก่

วงรอบที่ 1 การประเมินสภาพเครื่องจักร
โดยเครื่องจักรที่ทำการประเมินนั้นจะเป็นส่วนของกระบวนการบรรจุแร่หินและกระบวนการขนส่งแร่หิน ซึ่งได้แก่รถขุดไฮโดรลิกและรถบรรทุกสิบล้อ โดยใช้ทฤษฎีโค้งอ่างอาบน้ำ โดยนำข้อมูลค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรและอายุของเครื่องจักรเป็นตัวกำหนด

วงรอบที่ 2 การทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
โดยหลังจากประเมินสภาพเครื่องจักรแล้วเมื่อพบว่าเครื่องจักรไหนที่อยู่ในช่วงสึกหรอ ก็ต้องทำการบำรุงรักษาให้เครื่องจักรกลับมาอยู่ในช่วงชีวิตที่เป็นประโยชน์ โดยทำการบำรุงรักษาแบบยกเครื่องหรือทำการทดแทนเครื่องจักรใหม่ตามความเหมาะสม เพื่อให้เครื่องจักรนั้นกลับมามีสภาพและความพร้อมใช้งานที่ปกติเพื่อวางแผนบำรุงรักษาที่เหมาะสมในขั้นตอนต่อไป

วงจรที่ 2. การสร้างแผนงานบำรุงรักษา โดยสามารถแยกออกมาเป็น 2 วงรอบได้แก่

วงรอบที่ 1 สร้างแผนบำรุงรักษา โดยแผนบำรุงรักษานั้นแบ่งออกเป็น 2 แผนด้วยกันคือ

1) แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

เป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดเหตุขัดข้อง โดยอาศัยข้อมูลจากการเก็บข้อมูลประวัติการเสียของเครื่องจักร อายุใช้งานของอะไหล่แต่ละชิ้น เพื่อที่จะได้กำหนดแผน และวันเวลาในการซ่อมแซมเครื่องจักรแต่ละครั้ง โดยอาจมีกิจกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องในการบำรุงรักษา เช่น การทำความสะอาด การเติมน้ำหล่อลื่น การตรวจสอบสภาพเบื้องต้น เป็นต้น

2) แผนบำรุงรักษาด้วยตนเอง

เป็นการบำรุงรักษาที่ให้พนักงานที่ใช้เครื่องจักร และมีความคุ้น เคยกับเครื่องจักรเป็นอย่างดีและมีประสบการณ์มายาวนาน ดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรในเบื้องต้นด้วยตัวเอง โดยมีลักษณะในการบำรุงรักษาอย่างง่ายเช่น การทำความความสะอาด การตรวจเช็คจุดสำคัญต่าง การเติมน้ำหล่อลื่น รวมทั้งสังเกตอาการผิดปกติ ต่างๆ เป็นต้น

วงรอบที่ 2 การนำแผนบำรุงรักษาไปใช้งาน

ในการนำแผนบำรุงรักษาไปใช้งานนั้นแบ่งออกเป็น 2 คือ

- แผนบำรุงรักษาด้วยตนเอง โดยผู้ที่นำไปใช้งานนั้นคือผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการตรวจเช็คเครื่องจักรก่อนใช้งาน ร่วมด้วยกับผู้ใช้งานเครื่องจักรที่คอยดูแลเครื่องจักรทั้งก่อนใช้งาน ขณะใช้งานและหลังใช้งาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- แผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นหน้าที่ของฝ่ายบำรุงรักษาที่เมื่อถึงรอบระยะเวลาบำรุงรักษาของเครื่องจักร ก็จะทำการบำรุงรักษาตามแผนงานที่ได้วางไว้

วงจรที่ 3. สร้างแผนพัฒนาบุคลากรผู้ใช้งานเครื่องจักร โดยสามารถแยกออกมาเป็น 2 วงรอบได้แก่

วงรอบที่ 1 การสร้างกฎระเบียบเอกสารต่างๆ โดยในการสร้างกฎระเบียบเอกสารต่างๆนั้นจะแบ่งได้ออกเป็น 2 แบบคือ

- เอกสารที่ใช้ในการดำเนินงานบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง

เป็นการสร้างเอกสารตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของการดำเนินงานรักษา ว่าแต่ละกิจกิจกรรมที่เกิดในในการดำเนินงานบำรุงรักษานั้น จะต้องมีเอกสารอะไรบ้างเข้ามาประกอบ เช่น ใบแจ้งซ่อม ประวัติเครื่องจักร เป็นต้น

- คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักร

เป็นเอกสารที่ใช้ในการประกอบการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ถูกต้อง เป็นเอกสารสารที่แสดงถึงขั้นตอนในการบำรุงรักษาต่างๆ และวิธีปฏิบัติงานที่ถูกต้องใน รูปแบบของ One Point Lesson เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจและจดจำว่าสิ่งไหนที่ไม่ควรปฏิบัติขณะใช้เครื่องจักร

วงรอบที่ 2 การอบรมและพัฒนาบุคลากร

ในส่วนของการอบรมบุคลากรนั้นจะเป็นการอบรมพนักงานผู้ที่ใช้เครื่องจักรและผู้ที่เกี่ยวข้องในงานบำรุงรักษาเครื่องจักร ในเรื่องการใช้เอกสารต่างๆที่ใช้ในงานบำรุงรักษา อธิบายถึงการใช้แผนบำรุงรักษาเครื่องจักรต่างๆ รวมถึงการใช้งานเครื่องจักรอย่างถูกต้อง โดยใช้แผนพัฒนาบุคคล (Individual Development Plan : IDP) เข้ามาเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการสร้างแผนพัฒนาบุคลากร

สรุปผลความสำเร็จของแผนทั้ง 3 ระดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. แผนเชิงกลยุทธ์

เป็นสร้างแผนกลยุทธ์สำหรับการประเมินสภาพเครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน โดยผลการดำเนินงานนั้นได้ทำการทดแทนเครื่องจักรไป 2 เครื่อง คือรถบรรทุกสิบล้อ No.1 และ No.3 ทำให้ได้ค่าความพร้อมใช้งานที่เพิ่มมากขึ้นจาก 44.06 เป็น 93.47 % และ 55.62 % เป็น 93.03 % ตามลำดับ และใช้เวลา 42 วันในการคืนทุน

2. แผนเชิงยุทธวิธี

เป็นการสร้างแผนงานบำรุงรักษา โดยจากเดิมนั้นโรงงานกรณีศึกษานั้นไม่มีแผนงานบำรุงรักษาเลย ซึ่งการบำรุงรักษานั้นจะการการบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อม ทำให้ค่าความใช้งานของเครื่องจักรโดยเฉพาะรถขุดไฮโดรลิกและรถบรรทุกสิบล้อมีค่าความพร้อมใช้งานที่ต่ำ เนื่องจากมีการเสียและขัดข้องเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้มีค่าความสามารถของกระบวนการที่ต่ำไปด้วย

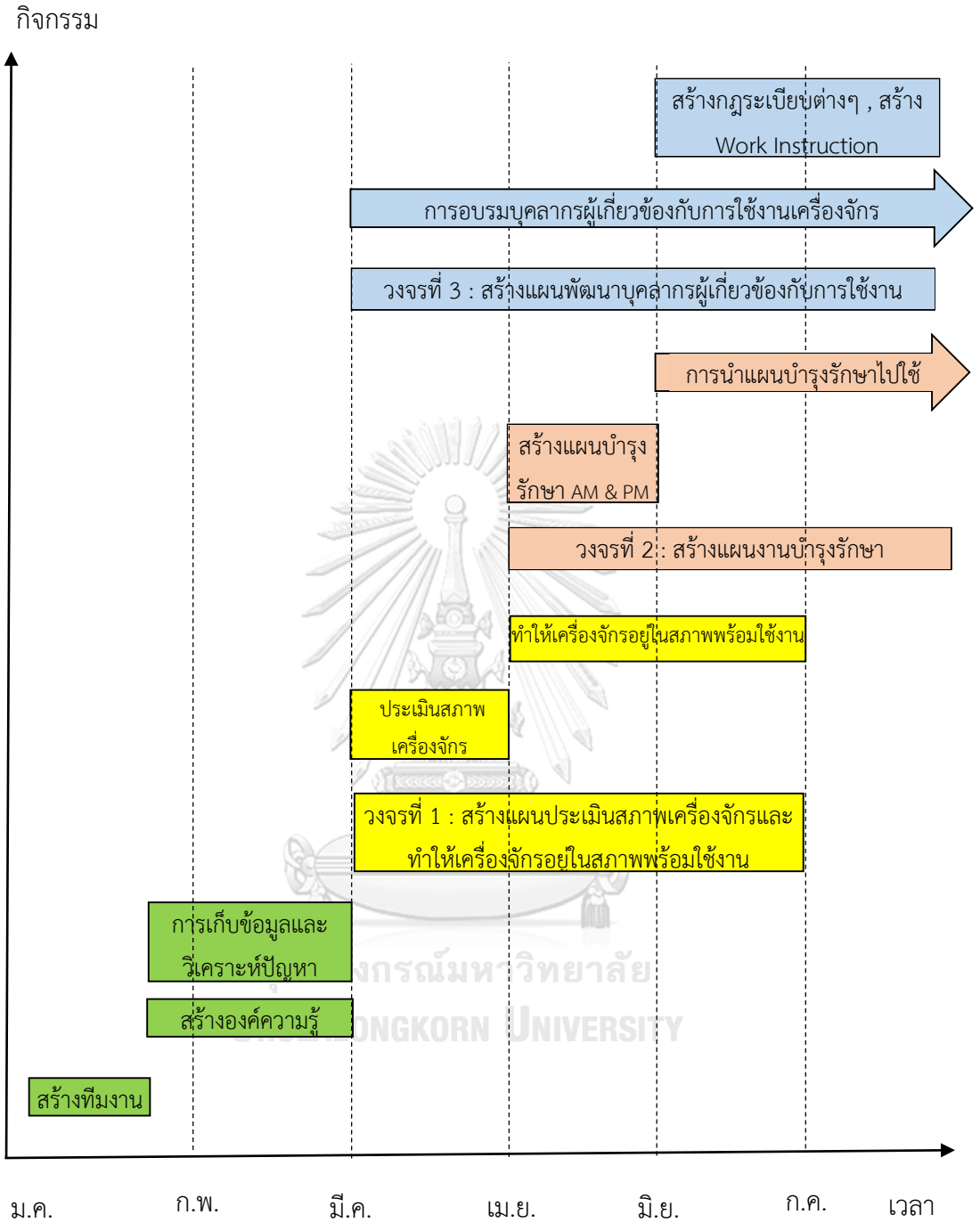
โดยหลังทำการวางแผนโดยการสร้างแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันและแผนบำรุงรักษาด้วยตัวเองแล้ว พบว่าค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรของรถขุดไฮโดรลิกและรถบรรทุกสิบล้อดีขึ้นทุกคัน และค่าความสามารถของกระบวนการมีค่าเพิ่มมากขึ้น

3. แผนระดับปฏิบัติการ

เป็นการสร้างแผนพัฒนาบุคลากรผู้เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักร โดยจากเดิมนั้นบุคลากรทุกระดับในโรงงานกรณีศึกษานั้น ไม่เห็นความสำคัญของงานบำรุงรักษา เพราะคิดว่าเป็นการใช้จ่ายเกินจำเป็น และเพิ่มความยุ่งยากในการปฏิบัติงาน พร้อมทั้งพนักงานระดับปฏิบัติการนั้นยังไม่มีความรู้และความเข้าใจในงานบำรุงรักษา

โดยหลังจากทำการวางแผนแล้ว บุคลากรเล็งเห็นความสำคัญของงานบำรุงรักษามากขึ้นจากการใช้ข้อมูลทางสถิติ ในการบ่งชี้ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจากการขาดแผนบำรุงรักษา และผลลัพธ์ที่ได้จากมีแผนบำรุงรักษา พนักงานระดับปฏิบัติการมีความรู้และความเข้าใจในงานบำรุงรักษาเพิ่มมากขึ้นจากการอบรมและการมีส่วนร่วมในการวางแผนงานบำรุงรักษา

ในงานวิจัยนี้แผนทั้ง 3 ระดับมีความสัมฤทธิ์ผล ผู้บริหารได้ให้ความสำคัญกับการบำรุงรักษาและการทดแทนเครื่องจักร ในขณะเดียวกันหัวหน้างานก็ร่วมกันวางแผนดูแลรักษาเครื่องจักรอย่างใกล้ชิด มีความเข้มงวดกับการบำรุงรักษาให้มีความสามารถด้วยสมรรถนะที่สูง เมื่อพบสิ่งผิดปกติก็ไม่ปล่อยปะละเลย ทุกๆคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักรได้รับความรู้ ในการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง มีการควบคุมการใช้งานเครื่องจักรอย่างใกล้ชิด ผู้ปฏิบัติงานมีการตรวจสอบก่อนการใช้งานเครื่องจักรเมื่อพบสิ่งผิดปกติ ก็ไม่ละเลยและส่งข้อมูลให้ผู้เกี่ยวข้องดำเนินการแก้ไข



รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงระยะเวลาในการดำเนินงานกับแผนการบำรุงรักษาในวงจรเดมมิ่ง

จากรูปที่ 6.1 แสดงถึงช่วงระยะเวลาในการดำเนินงานวางแผนงานบำรุงรักษาในวงจรต่างๆ ซึ่งแสดงถึงเวลาของการดำเนินงานในวงจรที่ 1 สร้างแผนประเมินสภาพเครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน วงจรที่ 2 สร้างแผนงานบำรุงรักษา และวงจรที่ 3 สร้างแผนพัฒนาบุคลากรผู้เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักรตามลำดับ ซึ่งในการดำเนินงานนั้นจะเห็นได้ว่าวงจรที่ 1 และวงจรที่ 3 ได้ดำเนินการไปพร้อมๆ กัน เพราะแผนงานบำรุงรักษาที่สร้างขึ้นนั้น ล้วนมาจากการประชุมในส่วนของการอบรม เพื่อให้ได้แผนงานที่เหมาะสม และทุกคนมีส่วนร่วมกับแผนงานนั้นๆ

โดยในส่วนที่ต้องระวังและมีความสำคัญที่สุดคือ การสร้างทีมงาน และ วงจรที่ 3 สร้างแผนพัฒนาบุคลากรผู้เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักร ซึ่งปัจจัยหลักที่ส่งผลให้การวางแผนงานบำรุงรักษานั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด คือการที่ทุกคนในองค์กรนั้น มีความสามัคคีกลมเกลียวและให้ความร่วมมือกับการบำรุงรักษาอย่างจริงจัง การทำให้บุคลากรเหล่านั้นได้เห็นถึงข้อเสียของการขาดงานบำรุงรักษา และแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของแต่ละบุคคลที่ได้จากการมีแผนบำรุงรักษาที่ดีก็จะทำให้บุคลากรทุกคนร่วมมือร่วมใจกันในการปฏิบัติตามแผนงานบำรุงรักษาที่ถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2 เปรียบเทียบผลการดำเนินงานก่อนและหลังปรับปรุง

หลังจากดำเนินแผนงานบำรุงรักษาตามวงจรเดมมิ่งแล้วได้ทำการเปรียบเทียบค่าความพร้อมใช้งานและค่า MTBF และ MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อและเครื่องจักรในโรงโม่ รวมถึงค่าถึงค่าความสามารถของกระบวนการผลิตหิน ทั้งก่อนและหลังจากการดำเนินงาน

ค่าความพร้อมใช้งาน

การเปรียบเทียบค่าความพร้อมใช้งานของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อและเครื่องจักรในโรงโม่ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 6.1 และ 6.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.1 การเปรียบเทียบค่าความพร้อมใช้งานของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ (ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง)

เครื่องจักร	ค่าความพร้อมใช้งานก่อนการปรับปรุง (%)	ค่าความพร้อมใช้งานหลังการปรับปรุง (%)
รถขุดไฮดรอลิก No.1	69.67	85.62
รถขุดไฮดรอลิก No.2	78.25	90.58
รถบรรทุกสิบล้อ No.1	44.06	93.47 *
รถบรรทุกสิบล้อ No.2	79.21	90.15
รถบรรทุกสิบล้อ No.3	55.62	93.03 *
รถบรรทุกสิบล้อ No.4	82.19	89.63
รถบรรทุกสิบล้อ No.5	72.60	92.35
รถบรรทุกสิบล้อ No.6	80.27	90.69
รถบรรทุกสิบล้อ No.7	69.74	85.34

หมายเหตุ * มีการทดแทนรถบรรทุกสิบล้อคันใหม่

จากตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าในส่วนของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อผลการปรับปรุงพบว่า ค่าความพร้อมใช้งานของรถขุดไฮดรอลิกเพิ่มขึ้นทุกคันจากเดิมคือ 69.67% - 78.25% มาอยู่ที่ 85.62% - 90.58 % ในส่วนค่าความพร้อมใช้งานของรถบรรทุกสิบล้อนั้นเพิ่มขึ้นทุกคันจากเดิมคือ 44.06% - 82.19% มาอยู่ที่ 85.34% - 93.47 % ซึ่งจะเห็นได้ว่ารถบรรทุกสิบล้อทั้งหมดมีค่าความพร้อมใช้งานมากกว่า 80 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรในโรงโม่ (ก่อนการปรับปรุง และหลังการปรับปรุง)

เครื่องจักร	ค่าความพร้อมใช้งาน ก่อนการปรับปรุง (%)	ค่าความพร้อมใช้งานหลัง การปรับปรุง (%)
สายการผลิต 1	90.36	95.28
สายการผลิต 2	94.37	97.52
Jaw Crusher No.1	93.16	100
Jaw Crusher No.2	93.94	97.45
Jaw Crusher No.3	96.39	100
Jaw Crusher No.4	91.98	97.88
Jaw Crusher No.5	93.57	96.84
Jaw Crusher No.6	94.08	100
Jaw Crusher No.7	95.44	100
Cone Crusher	30.45	90.56

จากตารางที่ 6.2 จะเห็นได้ว่าในส่วนของเครื่องจักรในโรงโม่ผลการปรับปรุงพบว่า ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรทั้งหมดเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแผนการบำรุงรักษาจากการเสียแล้วซ่อมมาเป็นการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยเฉพาะปากโคนที่มีค่าความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นจาก 30.45% เป็น 90.56% มาก เนื่องจากก่อนการปรับปรุงติดปัญหาการเสียแบบเรื้อรังเพราะอะไหล่มีราคาสูง ต้องดำเนินการสั่งซื้อจากต่างประเทศ และใช้เวลาในการขนส่งนาน ซึ่งเมื่อทำการเปลี่ยนอะไหล่แล้วก็ยังเกิดปัญหาขัดข้องทางเทคนิค ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งหลังจากการปรับปรุงแล้ว พบว่าสามารถแก้ไขปัญหาเรื้อรังออกไปได้เนื่องจากมีการสั่งอะไหล่ใหม่มาทดแทน ทำให้สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ

ซึ่งจากตารางดังกล่าวจะสังเกตเพิ่มเติมได้ว่าค่าความพร้อมใช้งานของปากจอว์หมายเลข 1,3,6,7 ได้ 100% แต่หมายเลข 2,4,5 ได้เกือบ 100% ทั้งนี้อาจเกิดจากการสังเกตความผิดพลาด ในการสังเกตความผิดปกติของเครื่องจักรโดยใช้ประสาทสัมผัสของมนุษย์สำหรับการบำรุงรักษายึดเงื่อนไขเป็นหลัก (Condition Base) ซึ่งบางครั้งเป็นความผิดพลาดของมนุษย์ (Human Error) จึงทำให้ไม่สามารถสังเกตได้สมบูรณ์

ค่า MTBF และ MTTR

การเปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อและเครื่องจักรในโรงโม่ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 6.3 และ 6.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.3 การเปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ (ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง)

เครื่องจักร	MTBF ก่อนการปรับปรุง (นาที)	MTTR ก่อนการปรับปรุง (นาที)	MTBF หลังการปรับปรุง (นาที)	MTTR หลังการปรับปรุง (นาที)
รถขุดไฮดรอลิก PC-300	3,172	1,383	5,044	847
รถขุดไฮดรอลิก 320-D	5,834	1,620	8,385	872
รถบรรทุกสิบล้อ No.1	1,638	2,089	5,200	1,280
รถบรรทุกสิบล้อ No.2	6,478	1,722	9,736	1,064
รถบรรทุกสิบล้อ No.3	2,399	1,916	5,971	1,229
รถบรรทุกสิบล้อ No.4	5,183	1,124	9,680	1,120
รถบรรทุกสิบล้อ No.5	3,970	1,496	11,969	991
รถบรรทุกสิบล้อ No.6	5,493	1,340	11,753	1,207
รถบรรทุกสิบล้อ No.7	3,577	1,548	6,913	1,187

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 6.3 จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบค่า MTTR ของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงนั้นในบางคันลดลงไม่มาก ทั้งนี้เกิดจากก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง ได้มีการส่งซ่อมบำรุงรักษาภายนอกโรงงานทำให้อาจมีการรอคิว ทำให้ไม่สามารถควบคุมเวลาในการส่งมอบรถคืนได้ ส่วนค่า MTBF หลังการปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับค่าความพร้อมใช้งานที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 6.4 การเปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR ของเครื่องจักรในโรงโม่ (ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง)

เครื่องจักร	**MTBF ก่อนการปรับปรุง (นาที)**	**MTTR ก่อนการปรับปรุง (นาที)**	**MTBF หลังการปรับปรุง (นาที)**	**MTTR หลังการปรับปรุง (นาที)**
สายการผลิต 1	2,746	293	4,580	240
สายการผลิต 2	4,486	290	6,627	227
Jaw Crusher No.1	5,098	374	0	0
Jaw Crusher No.2	4,819	311	26,880	235
Jaw Crusher No.3	5,952	362	0	0
Jaw Crusher No.4	4,441	387	19,458	270
Jaw Crusher No.5	5,121	351	18,172	196
Jaw Crusher No.6	5,515	347	0	0
Jaw Crusher No.7	6,528	312	0	0
Cone Crusher	8,331	19,029	24,570	2,730

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 6.4 จะเห็นได้ว่าในส่วนของในส่วนของเครื่องจักรในโรงโม่นั้น จากผลการปรับปรุงพบว่า ค่า MTBF เพิ่มขึ้น และ MTTR ลดลงทุกเครื่องซึ่งสอดคล้องกับค่าความพร้อมใช้งานที่เพิ่มขึ้นหลังการปรับปรุง

ค่าความสามารถของกระบวนการ

ค่าความสามารถของกระบวนการก่อนปรับปรุง

$$Cpk = Min\left\{\frac{1,539-1,300}{3*521}, \frac{3,000-1539}{3*521}\right\}$$

$$Cpk = Min\ \{0.15\ ,\ 0.93\}$$

$$Cpk = 0.15$$

ค่าความสามารถของกระบวนการหลังปรับปรุง

$$Cpk = Min\left\{\frac{2062-1300}{3*449}, \frac{3000-2062}{3*449}\right\}$$

$$Cpk = Min\ \{0.56\ ,\ 0.69\ \}$$

$$Cpk = 0.56$$

โดยจะเห็นได้ว่าในส่วนค่าความสามารถของกระบวนการ (Cpk) ในการขนส่งแร่หินเพิ่มขึ้นเป็น 0.56 จากเดิมที่มีค่าเพียง 0.15 เท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวางแผนงานบำรุงรักษาในโรงงานกรณีศึกษาพบว่า ในส่วนของรถขุดไฮโดรลิกและรถบรรทุกสิบล้อนั้น มีค่าความพร้อมใช้งานและค่า MTBF เพิ่มมากขึ้น และในส่วนค่า MTTR นั้นลดลง โดยที่ค่าความพร้อมใช้งานต่ำสุดของรถขุดไฮดรอลิกและรถบรรทุกสิบล้อ อยู่ที่ 85.62% และ 85.34% ตามลำดับ ซึ่งค่า MTBF ที่เพิ่มขึ้นและค่า MTTR ที่ลดลงนั้นก็สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าความพร้อมใช้งาน โดยในการวางแผนงานงานนั้น ได้มีการทดแทนรถบรรทุกสิบล้อใหม่ 2 คัน โดยทดแทนรถบรรทุกสิบล้อ No.1 และ No.3 มีช่วงชีวิตในช่วงสึกหรอและเครื่องจักรมีอายุมาก ทำให้ไม่สามารถใช้การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันในการบำรุงรักษาได้ โดยมีการประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์แล้วว่าคุ้มค่าที่จะทำทดแทนเครื่องจักร

ในส่วนเครื่องจักรของโรงโม่หินนั้น มีค่าความความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากเดิมมีค่าความพร้อมใช้งานที่สูงอยู่แล้ว ซึ่งค่า MTBF ที่เพิ่มขึ้นและค่า MTTR ที่ลดลงนั้นก็สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าความพร้อมใช้งาน ยกเว้นปากโคนที่มีค่าความพร้อมใช้งานที่สูงขึ้นมาก เนื่องจากก่อนการปรับปรุงติดปัญหาการเสียแบบเรื้อรังเพราะอะไหล่มีราคาสูง ต้องดำเนินการสั่งซื้อจากต่างประเทศ และใช้เวลาในการขนส่งนาน ซึ่งเมื่อทำการเปลี่ยนอะไหล่แล้วก็ยังเกิดปัญหาขัดข้องทางเทคนิค ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งหลังจากการปรับปรุงแล้ว พบว่าสามารถแก้ไขปัญหาเรื้อรังออกไปได้เนื่องจากมีการสั่งอะไหล่ใหม่มาทดแทน ทำให้สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ ในส่วนของค่าความสามารถของกระบวนการหลังการปรับปรุงที่ได้ 0.56 นั้น จะเห็นว่าได้น้อยกว่า 1 ซึ่งตามทฤษฎีแล้วอาจจะอยู่ในช่วงที่ต้องการปรับปรุง แต่เนื่องจากในอุตสาหกรรมเหมืองแร่นั้น ค่าความแปรปรวนของปริมาณแร่หินที่ขนส่งได้มีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูง เนื่องจากปัจจัยหลายๆ อย่างเช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพของวัตถุดิบที่บางครั้งมีปริมาณดินปะปนที่สูง จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าความสามารถของกระบวนการน้อยตามไปด้วย

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าในโรงงานลักษณะอย่างโรงงานกรณีศึกษา ควรนำวงจรเดมมิ่งมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการบำรุงรักษา ทั้งในด้านการวางแผนเชิงกลยุทธ์ การวางแผนเชิงยุทธวิธีและการวางแผนระดับปฏิบัติการ เนื่องจากมีความเหมาะสมสำหรับโรงงานที่เครื่องจักรมีการใช้งานในสภาวะที่ภาระงานหนักกว่าปกติ และบุคลากรผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานเครื่องจักรมีความรู้ไม่สูงมาก สามารถเพิ่มขีดความสามารถของการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาในกระบวนการขนส่งแร่หินเข้าสู่โรงโม่หิน และการผลิตหินได้มากขึ้น ทั้งในด้านเพิ่มค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรในโรงโม่ รถขุดไฮดรอลิก และรถบรรทุกสิบล้อและเพิ่มค่าความสามารถของกระบวนการในการผลิตหินทั้งนี้ในการปรับปรุงและพัฒนานั้นจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องตามหลักการวงจรเดมมิ่ง ซึ่งจะไม่หยุดอยู่เพียงเท่านี้ เมื่อค้นพบปัญหาใหม่ๆ ก็จะนำเข้าที่ประชุมเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.4 ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ

1. ปัญหาและอุปสรรคที่พบคือทางโรงงานกรณีศึกษาไม่มีรูปแบบในการเก็บข้อมูลที่ง่ายและสะดวกในการรวบรวม ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะในทางบัญชี เช่น บัญชีการเบิกอะไหล่ในสต๊อก บัญชีการซื้อสินค้า เป็นต้น ทำให้ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลที่นาน โดยทั้งนี้ได้วางแนวทางการเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลโดยใช้ โปรแกรม Excel เข้ามาเป็นตัวช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานเครื่องจักร ทำให้ง่ายและสะดวกต่อการเก็บและสืบค้นข้อมูลของเครื่องจักร

2. แผนงานบำรุงรักษาที่นำไปใช้งาน จะต้องมีการดำเนินงานต่อเนื่องทั้งระบบ เนื่องจากการดำเนินงานที่ไม่ต่อเนื่อง ทำให้ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานโดยรวม และจะก่อให้เกิดอัตราการขัดข้องเพิ่มขึ้น

3. แผนการบำรุงรักษาจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ตามความเหมาะสมเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพต่างๆ ของเครื่องจักร

4. ควรสร้างขวัญและกำลังใจให้กับบุคลากรทุกระดับ เพื่อสร้างความร่วมมือในการปฏิบัติงาน เช่น การให้รางวัลประจำปีกับผู้ใช้งานเครื่องจักรที่บำรุงรักษาเครื่องจักรได้ดีที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จิตรา รู้กิจการพานิช. (2544). การจัดการงานบำรุงรักษา. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดนัย สาหร่ายทอง. (2543). การวิเคราะห์เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษา : โรงงานผลิตชิ้นส่วนรถจักรยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ต่อศักดิ์ หิรัญโญภาส. (2551). การปรับปรุงการวางแผนและควบคุมการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานผลิตบล็อคคอนกรีตปูถนน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภัทรียา กิตติเจริญเกียรติ. (2547). การศึกษาแนวทางการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานผลิตตัวเก็บประจุ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรพล อารีย์สกุล. (2540). การจัดการหน้าเหมืองและโรงโม่หินภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อาทิตยา เพชรวรพันธ์ (2556). การปรับปรุงพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของพนักงานกรณีศึกษาโรงงานฟอกย้อม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอมอัชยา รังษา. (2557). การพัฒนาระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยเครือข่ายคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โอกุระ ฮิโตชิ. (2545). Why-Why Analysis เทคนิคการวิเคราะห์อย่างถึงแก่นแท้เพื่อปรับปรุงสถานประกอบการ แปลโดย วิเชียร เบญวัฒนาผลและ สมชัย อัครทิวา. กรุงเทพฯ : . สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).

ภาษาอังกฤษ

Azizi, A. (2013). "Evaluation Improvement of Production Productivity Performance using Statistical Process Control, Overall Equipment Efficiency, and Autonomous Maintenance." Faculty of Manufacturing Engineering, University Malaysia Pahang, 26600 Pekan, Malaysia.

Keeling, K. B. Bown, E. and Kros, J.F. (2013). "Using process capability analysis and simulation to improve patient flow." Applications of Management Science Published online, pp. 219-229.

Pintelon, L. (1999). Performance reporting and decision tools for maintenance management. University of Leuven, Department of Industrial Management, Leuven.

Pintelon, L. (2006). "Evaluating the effectiveness of maintenance strategies." Journal of Quality in Maintenance Engineering. Vol.12 No.1, pp. 7–20.

Pintelon, L. (2006). "A Maintenance Management Tool." Journal of Management journal of management science. Vol. 18 No.1, pp. 59-70.

Ronald, M. and Clifford, N. (2006). Evolution of the PDCA Cycle. http://pkpinc.com/files/NA01M oenNormanFullpaper.pdf. .

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

One Point Lesson

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

One Point Lesson

เรื่อง ห้ามก่อประกายไฟในพื้นที่เสี่ยง.....

รูปภาพที่ ✓ 	ข้อปฏิบัติ ห้ามจุดบุหรี่หรือจุดประกายไฟในพื้นที่บริเวณที่มีป้ายคำเตือน
รูปภาพที่ ✗ 	ผลเสียหาย อาจเกิดประกายไฟลุกไหม้เสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สินได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... การใช้น้ำทำความสะอาดอุปกรณ์ไฟฟ้า .....

รูปภาพที่ ✓

ข้อปฏิบัติ

ห้ามฉีดน้ำล้างหรือทำความสะอาดใส่อุปกรณ์ไฟฟ้าของเครื่องจักร

รูปภาพที่ ✗

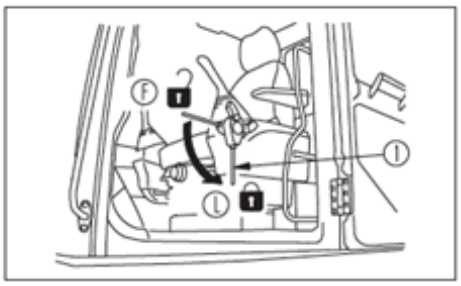
ผลเสียหาย

ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหายหรือชำรุดได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ก่อนเลิกใช้งานแบคโฮปิดระบบไฮดรอลิก

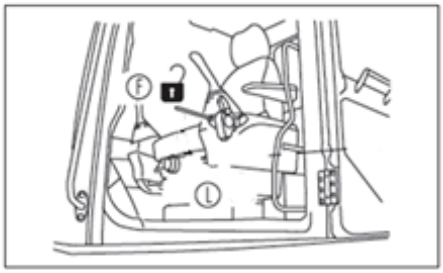
รูปภาพที่ ✓



ข้อปฏิบัติ

หลังเลิกใช้งานรถขุดไฮดดรลิกต้องปิดระบบไฮดรอลิกทุกครั้ง

รูปภาพที่ ✗



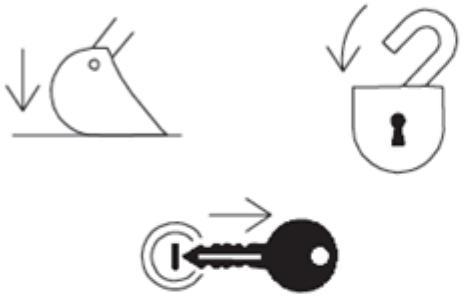
ผลเสียหาย

มีการปรับคันโยกทำให้เกิดความเสียหายของระบบไฮดรอลิก

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ข้อปฏิบัติหลังเลิกใช้งานรถขุดไฮดรอลิก

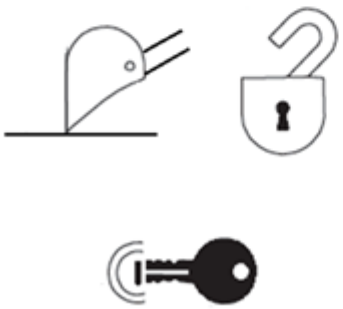
รูปภาพที่ ✓



ข้อปฏิบัติ

เมื่อเลิกใช้งานตั้งบุ้งกี๋ให้ระนาบกับพื้น และถอดกุญแจรถทุกครั้ง

รูปภาพที่ ✗



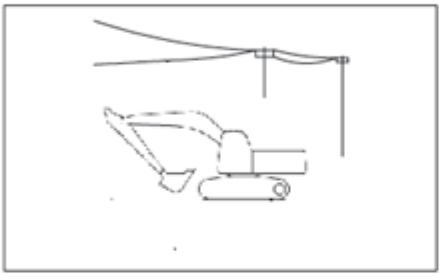
ผลเสียหาย

ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องมาบิดกุญแจแล้วเครื่องจักรทำงานอาจเกิดความเสียหาย อุบัติเหตุ หรือ รถสูญหายได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง ข้อปฏิบัติในการขับรถขุดไฮดรอลิกผ่านเสาไฟฟ้า.....

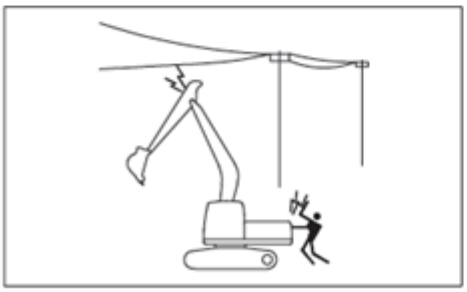
รูปภาพที่ ✓



ข้อปฏิบัติ

ลดอาร์มกับบูมลงขณะขับผ่านสายไฟฟ้า

รูปภาพที่ ✗



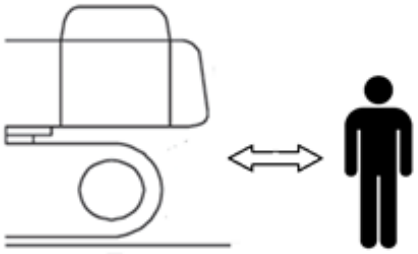
ผลเสียหาย

ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าสู่รถและทำให้เกิดความเสียหายต่อรถและคนขับได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง ข้อปฏิบัติขณะรถไฮดรอลิกทำงาน.....

รูปภาพที่ ✓



ข้อปฏิบัติ

ควรยืนให้ห่างจากรถ ไม่ไปขวางทางรถทำงาน

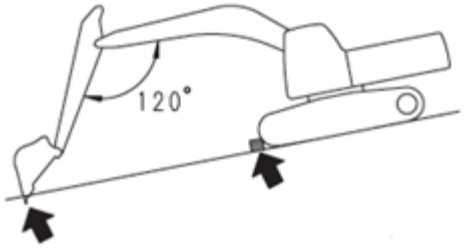
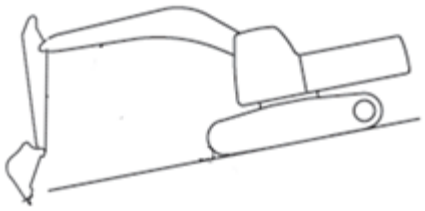
รูปภาพที่ ✗

ผลเสียหาย

อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้

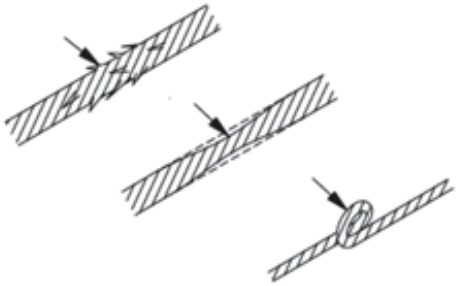
One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ข้อปฏิบัติในการจอดรถขุดไฮดรอลิกบนทางลาดชัน

รูปภาพที่ ✓	ข้อปฏิบัติ
	ควรมีก้อนหินขัดล้อไว้ และนำบุ้งกี๋ปักพื้นไว้โดยทำระยะองศาของอาร์มและบูมที่ 120 องศา
รูปภาพที่ ✗	ผลเสียหาย
	อาจทำให้รถมีการลื่นไถลได้

One Point Lesson

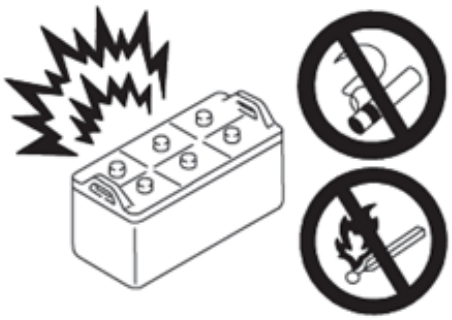
ชื่อเรื่อง..... ลักษณะของเชือกลาก

รูปภาพที่ ✓ 	ข้อปฏิบัติ ควรอยู่ในลักษณะที่ตึง ไม่บิดงอ
รูปภาพที่ ✗ 	ผลเสียหาย ทำให้เชือกขาด และเกิดอุบัติเหตุได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง.....การก่อให้เกิดประกายไฟใกล้แบตเตอรี่.....

รูปภาพที่ x



ข้อปฏิบัติ

ไม่ควรก่อประกายไฟ ใกล้กับแบตเตอรี่

ผลเสียหาย

ทำให้เกิดการระเบิด และอุบัติเหตุได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... การสวมแว่นตาและผ้าปิดปากขณะปฏิบัติงาน

รูปภาพที่ ✓	ข้อปฏิบัติ ควรสวมแว่นตาและผ้าปิดปากเมื่อปฏิบัติงานที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อดวงตา และทางเดินหายใจได้
รูปภาพที่ ✗	ผลเสียหาย อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุ ส่งผลต่อดวงตาและทางเดินหายใจได้

One Point Lesson

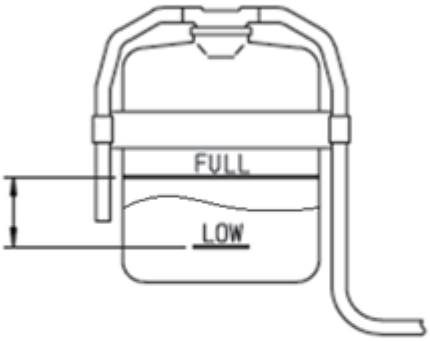
ชื่อเรื่อง..... การสวมถุงมือขณะปฏิบัติงาน

รูปภาพที่ ✓ 	ข้อปฏิบัติ ควรสวมถุงมือขณะปฏิบัติงานกับเครื่องจักรที่มีความร้อน
รูปภาพที่ ✗ 	ผลเสียหาย อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุ เป็นแผลลุพลองจากความร้อนได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... เช็คระดับน้ำหล่อเย็นรถแบคขุดไฮดรอลิก

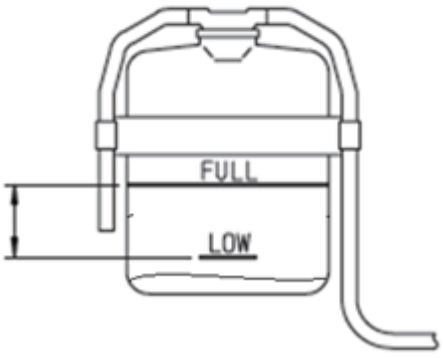
รูปภาพที่ ✓



ข้อปฏิบัติ

ระดับน้ำหล่อเย็นควรอยู่
ระหว่างตำแหน่ง FULL และ LOW

รูปภาพที่ ✗



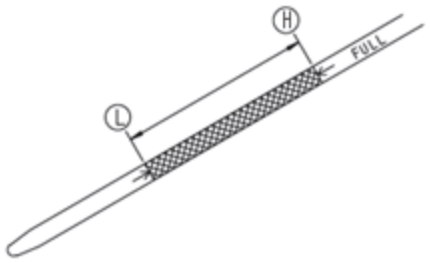
ผลเสียหาย

เครื่องยนต์อาจทำงานได้ไม่เต็ม
ประสิทธิภาพ และเกิดการเสียหายได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... เช็คระดับน้ำมันเครื่อง

รูปภาพที่ ✓



ข้อปฏิบัติ

ระดับน้ำมันเครื่องควรอยู่ระหว่างแถบตามภาพ

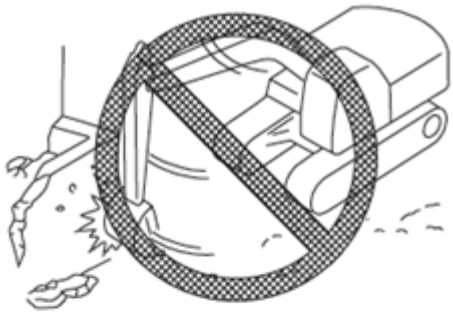
ผลเสียหาย

เครื่องยนต์อาจทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ และเกิดการเสียหายได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ข้อควรระวังการใช้งานรถขุดไฮดรอลิก

รูปภาพที่ X



ข้อปฏิบัติ

ควรระวังในการแกว่งบูมและอาร์ม ไม่ให้ชนกับสิ่งอื่น

ผลเสียหาย

ทำให้บูมและอาร์มได้รับความเสียหายได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ข้อควรระวังการใช้งานรถขุดไฮดรอลิก

รูปภาพที่ x

ข้อปฏิบัติ

ไม่ควรเคลื่อนที่รถขณะตักแร่หิน

ผลเสียหาย

ทำให้บูมและอาร์มได้รับความเสียหายได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ข้อควรระวังการใช้งานรถขุดไฮดรอลิก

รูปภาพที่ x

ข้อปฏิบัติ

ไม่ควรฝืนตักแร่หิน ซึ่งอยู่สูงกว่าระดับรถมาก

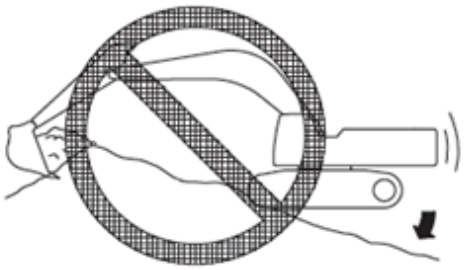
ผลเสียหาย

ทำให้แร่หินตกใส่รถได้ และรถได้รับความเสียหาย

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ข้อควรระวังการใช้งานรถขุดไฮดรอลิก

รูปภาพที่ X



ข้อปฏิบัติ

ไม่ควรทำการใช้งานเครื่องจักรบนพื้นที่ไม่ได้ระดับ

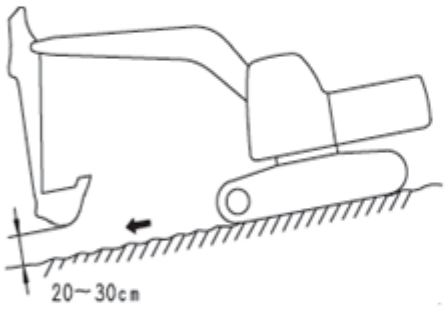
ผลเสียหาย

ทำให้รถลื่นไถล และเกิดความเสียหายได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ข้อควรระวังการใช้งานรถขุดไฮดรอลิก

รูปภาพที่ ✓



ข้อปฏิบัติ

การเคลื่อนที่บนทางลาดชัน ควรยกบุ้งกี๋ให้สูงจากพื้นไม่ต่ำกว่า 20-30 ซ.ม.

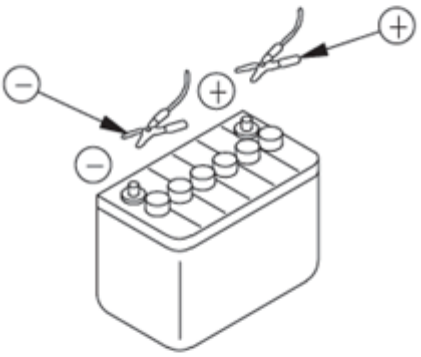
ผลเสียหาย

อาจทำให้บุ้งกี๋และอาร์ม ได้รับความเสียหายได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ข้อควรระวังการจั๊มป์แบตเตอรี่

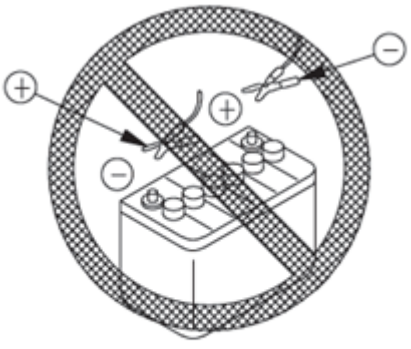
รูปภาพที่ ✓



ข้อปฏิบัติ

ต่อพ่วงแบตเตอรี่ให้ขั้วบวกเข้าขั้วบวก ขั้วลบเข้าขั้วลบ

รูปภาพที่ ✗



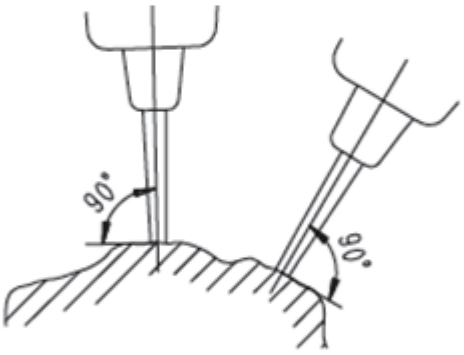
ผลเสียหาย

หากต่อผิดทำให้เกิดความเสียหายได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ข้อควรระวังการใช้งานรถเจาะไฮดรอลิก

รูปภาพที่ ✓



ข้อปฏิบัติ

ในการใช้หัวกระแทกเพื่อกะเทาะหินนั้น ควรตั้งหัวกระแทกให้ตั้งฉาก 90 องศากับหิน

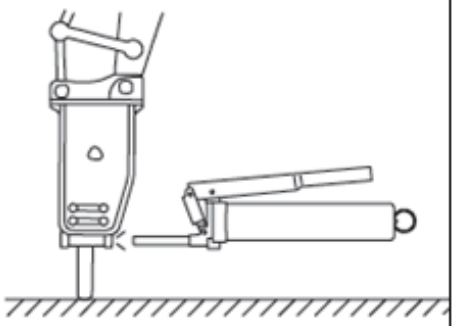
ผลเสียหาย

หากไม่ได้ 90 องศา จะทำให้หัวกระแทกเสียหายได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... การอัดจาระบีเครื่องจักร

รูปภาพที่ ✓



ข้อปฏิบัติ

ควรอัดจาระบีเครื่องจักรในลักษณะที่ขนานกับพื้น เพื่อป้องกันไม่ให้จาระบีให้ไปกองฝั่งใดฝั่งหนึ่ง

รูปภาพที่ ✗

ผลเสียหาย

ทำให้การอัดจาระบีไม่ทั่วถึงเครื่องจักรอาจทีปัญหาขัดข้องในภายหลังได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... การเปิดตรวจสอบของเหลวในเครื่องยนต์

รูปภาพที่ ✕

ข้อปฏิบัติ

ควรรอให้เครื่องเย็นลง หลังจากการใช้งาน และสวมแว่นตา และหน้ากากป้องกันเสมอ เพื่อป้องกันแรงดัน และไอระเหย

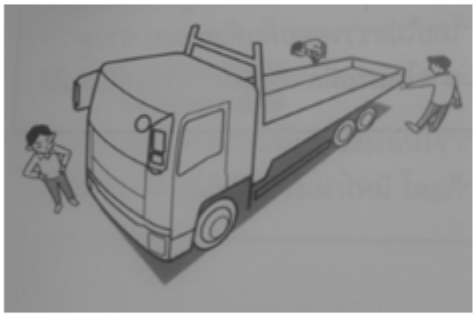
ผลเสียหาย

อาจเกิดอันตรายต่อสายตา และ ต่อระบบทางเดินหายใจได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ข้อปฏิบัติก่อนใช้งานรถบรรทุกสิบล้อ

รูปภาพที่ ✓



ข้อปฏิบัติ

ควรตรวจสอบ รอบๆตัวรถให้แน่ใจว่าไม่มีสิ่งผิดปกติ หรือสิ่งแปลกปลอมอยู่

ผลเสียหาย

อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุที่ไม่คาดคิดขึ้นได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง..... ข้อควรระวังการใช้งานรถบรรทุกสิบล้อ

รูปภาพที่ X

ข้อปฏิบัติ

ควรตรวจเช็คที่คันเร่งและเบรกว่ามีสิ่งของ ไปกีดขวางการทำงานหรือไม่

ผลเสียหาย

อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้เนื่องจากไม่สามารถเหยียบเบรกได้

One Point Lesson

ชื่อเรื่อง ข้อควรระวังการใช้งานรถบรรทุกสิบล้อ.....

รูปภาพที่ ✕

ข้อปฏิบัติ

ไม่ควรมีวัตถุไวไฟอยู่ภายในบริเวณห้องคนขับ

ผลเสียหาย

เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น อาจทำให้ไฟลุกไหม้ได้

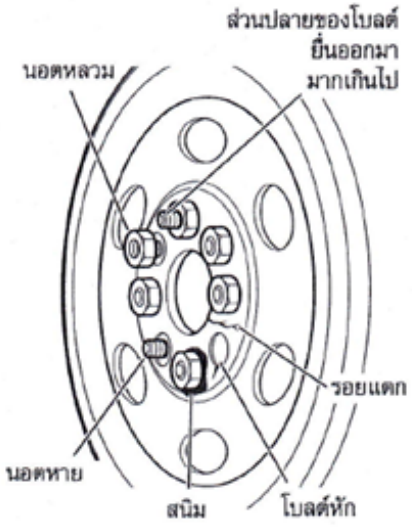
ภาคผนวก ข

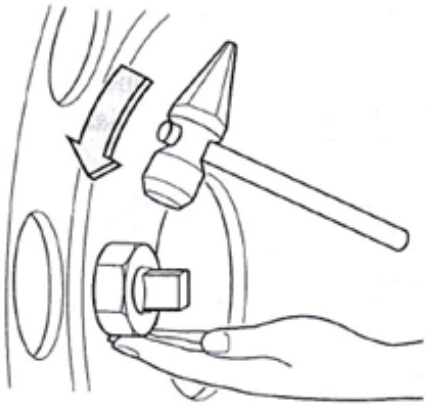
Work Instruction

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

work instruction

เรื่อง การตรวจนอตล้อ





ขั้นตอนปฏิบัติ

ตรวจสภาพของการติดตั้งแต่ละจานล้อด้วยสายตา

1.ตรวจสอบว่าไม่มีการหายไปของโบลต์หรือนอตล้อ

2.ตรวจสอบแต่ละจานว่ามีสนิมที่โบลต์หรือนอตล้อรวมทั้งตรวจสอบเกี่ยวกับจานล้อเกี่ยวกับรอยแตกหรือความเสียหายอื่นๆ

3.ตรวจสอบปลายของแต่ละโบลต์เกี่ยวกับความความถูกต้องของความยาวแต่ละส่วนที่ยาวออกมา

การตรวจสอบการติดตั้งล้อด้วยค้อน ตรวจสอบโดยวางนิ้วมือด้านล่างของล้อแต่ละตัวโดยเคาะด้านบนของนอตด้วยค้อนตรวจสอบหรือค้อนเล็กในทิศทางขันเข้าอาจมีข้อบกพร่องของนอตหรือโบลต์ ถ้าการสั่นสะเทือนรู้สึกแตกต่างจากนอตตัวอื่นหรือถ้าเกิดเสียงที่ไม่ชัดเจน

work instruction

เรื่อง การตรวจยาง

ขั้นตอนปฏิบัติ

รอยแตกและความเสียหายอื่นๆ

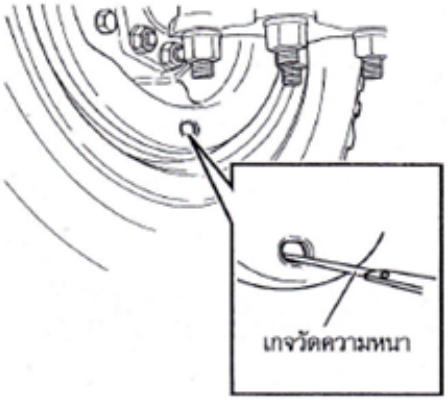
ตรวจสอบหน้ายางและและผิวแก้มยางเกี่ยวกับรอยแตกและความเสียหายอื่นโดยเฉพาะตรวจสอบหน้ายางเกี่ยวกับตะปูหรือชิ้นโลหะอื่นๆ ฝังอยู่ในช่องหน้ายาง และช่องว่างระหว่างยางด้านในและยางด้านนอกของยางคู่ของล้อเกี่ยวกับการมีกรวดหรือก้อนหินติดอยู่ช่องว่างนั้น

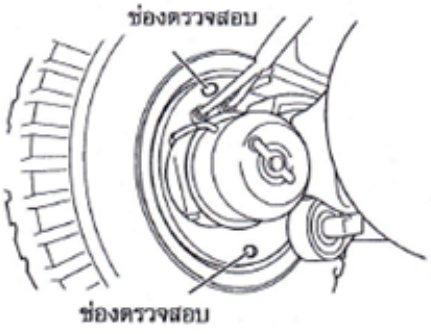
คำแนะนำ

เมื่อตรวจยางให้สนใจเป็นพิเศษเกี่ยวกับลมยางต่ำ หรือก้อนหินหรือตะปูในช่องหน้ายาง การสึกไม่สม่ำเสมอ และก้อนกรวดหรือก้อนหินติดอยู่ในช่องว่าง ระหว่างยางของยางคู่ล้อ

work instruction

เรื่อง การตรวจสอบช่องว่างจากกระทะถึงผ้าเบรก





ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ปฏิบัติการตรวจสอบภายใต้สภาวะรถจอดบนพื้นแนวระดับ ป้องกันรถเคลื่อนที่โดยใช้ไม้หนุนที่ด้านหน้าและด้านหลังของแต่ละล้อและปลดเบรกมือให้สุด

2. ถอดปลั๊กออกจากรูตรวจสอบที่ด้านหลัง

3. สอดเกจวัดความหนาผ่ารูตรวจสอบให้อยู่ระหว่างกระทะกับผ้าเบรกเพื่อตรวจสอบว่าช่องว่างมีค่าไม่มากกว่า 1.3 มม. หรือไม่

work instruction

เรื่อง การตรวจสอบระดับน้ำมันเครื่อง

ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ถอดเหล็กวัดน้ำมันเครื่อง และเช็ดน้ำมันบริเวณที่ใช้วัดออก

2. สอดเหล็กวัดระดับน้ำมันเครื่องเข้าไปใหม่แล้วจึงดึงออกมาถ้าระดับน้ำมันอยู่ระหว่าง Max กับ Min แสดงว่าระดับน้ำมันเครื่องอยู่ในส่วนที่ถูกต้อง

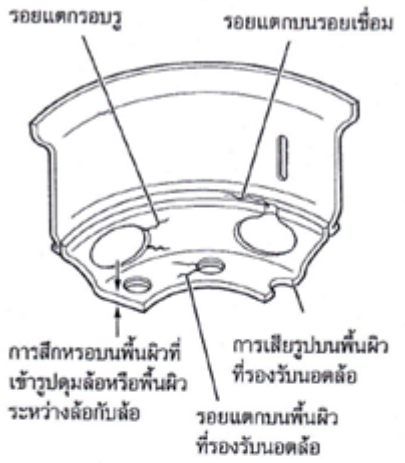
3. ถ้าระดับน้ำมันเครื่องต่ำมากให้เติมน้ำมันเครื่องจนอยู่ระหว่าง Max กับ Min รวมทั้งตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำมัน

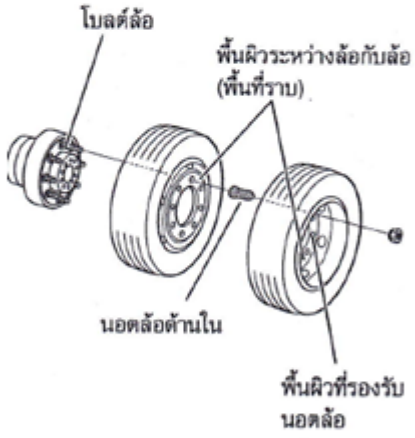
คำแนะนำ

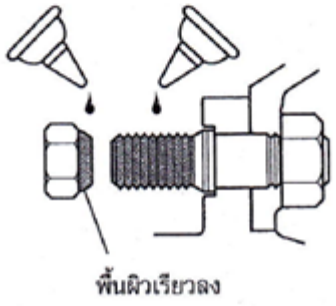
* อย่าเติมน้ำมันเครื่องเกินว่า Max ไม่เช่นนั้นอาจทำให้เครื่องยนต์เกิดการเสียหายได้

work instruction

เรื่อง การติดตั้งล้อ







ขั้นตอนปฏิบัติ

1.ตรวจสอบจานล้อดังต่อไปนี้

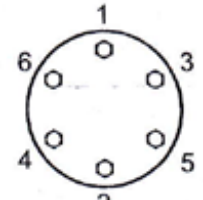
- รอยแตกหรือความเสียหายอื่นรอบรูโบลต์และรูที่เป็นการประดับ
- รอยแตกหรือการเสียหายอื่นหรือการเสียรูปบนพื้นผิวที่รองรับนอตล้อ
- รอยแตกหรือความเสียหายอื่นบนรอยเชื่อม
- การสึกหรอหรือความเสียหายอื่นบนพื้นผิวที่เข้ารูปดุมล้อหรือพื้นผิวระหว่างล้อกับล้อ

2. ตรวจสอบโบลต์ล้อและนอตล้อดังต่อไปนี้

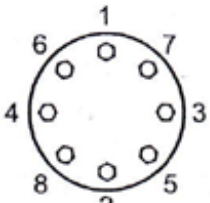
- รอยแตกหรือความเสียหายอื่นๆ
- การยืดตัวของโบลต์หรือสนิมที่มากเกินไป
- การแตกบางลงของเกลียวหรือเกลียวปิด

3. เอาสนิมและโคลนออกจากพื้นผิวเข้ารูปพื้นผิวสัมผัสดุมล้อหรือพื้นผิวระหว่างล้อกับล้อและพื้นผิวรองรับนอตล้อของนอตล้อแล้วเอาออกจากเกลียวของโบลต์และนอตล้อ

4. ทาเกลียวและส่วนที่เรียวลงของของโบลต์และนอตล้อด้วยน้ำมันเครื่อง น้ำมันเกียร์ หรือน้ำมันพวงมาลัยเพาเวอร์



นอตล้อ 6 ตัว



นอตล้อ 8 ตัว

5. ติดตั้งล้อในขณะที่ให้รูโบลต์ในแนวเดียวกับกับโบลต์ล้อ เมื่อติดตั้งล้อหลังให้ใส่ล้อด้านนอกโดยที่
วาล์วเติมลมยางจะอยู่ตรงข้ามวาล์วเติมลมยางด้านใน เพื่อให้สามารถเติมลมทั้ง 2 ล้อได้

6. หมุนนอตล้อแต่ละตัวด้วยนิ้วมือจนกระทั่งนอตล้อสัมผัสบริเวณผิวที่รองรับนอตบนจานล้อจนครบทุกตัวล้อจะยึดอยู่ในตำแหน่งหันด้านเรียวของนอตล้อแต่ละตัวเข้าด้านใน

7. หมุนสกรูปล่อยของแม่แรงทวนเข็มนาฬิกาเพื่อลดรถลงอย่างช้าๆ

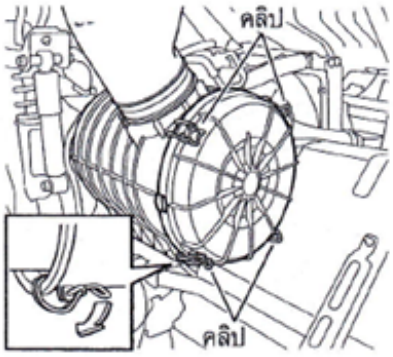
8. ขันนอตล้อในเส้นแนวทแยงมุมตามลำดับจนครบ 3 – 4 รอบ เมื่อติดตั้งล้อหลัง ให้ขันนอตของล้อด้านในก่อน แล้วจึงตามด้วยนอตล้อข้างนอก

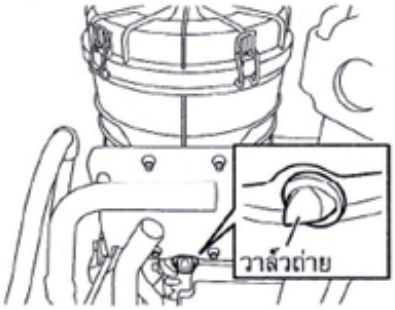
9. ขันนอตล้อทุกตัวโดยใช้ด้ามขันปอนด์ เพื่อให้ได้ค่าแรงตามที่กำหนด ต้องขันนอตล้อด้านในก่อนขันนอตล้อด้านนอก แม้ว่าจะเปลี่ยนเฉพาะล้อหลังด้านนอกก็ตาม

ค่าแรงขันนอตล้อ
ล้อ 6 โบลต์ 450 -500 นิวตันเมตร
ล้อ 8 โบลต์ 550 – 600 นิวตันเมตร

Work Instruction

เรื่อง การทำความสะอาดและการเปลี่ยนไส้กรองอากาศ





ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ยกหัวเก๋ง

2. ถอดคลิป 4 ตัวและถอดฝากรองอากาศออก

3. ถอดไส้กรองอากาศโดยดึงเข้าหาตัว

4. เอาสิ่งสกปรกสะสมที่อยู่บนผากรองอากาศและตัวกรองอากาศออก

5. ทำความสะอาดวาล์วถ่ายด้านล่างของกรองอากาศ

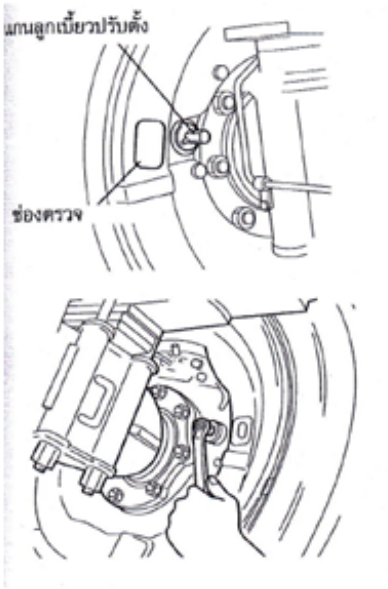
6. ทำความสะอดไส้กรองโดยเป่าด้วยลมที่ความดันต่ำกว่า 690 กิโลปาสคาล เข้าที่ด้านในของไส้กรองอากาศในขณะที่หมุนไส้กรองอากาศเพื่อไล่ฝุ่นออก

7. ดันไส้กรองอากาศไปในตำแหน่งเดิมในตัวกรองอากาศ

8. ติดตั้งฝากรองอากาศ

work instruction

เรื่อง การปรับตั้งระยะห่างของผ้าเบรก



ขั้นตอนปฏิบัติ

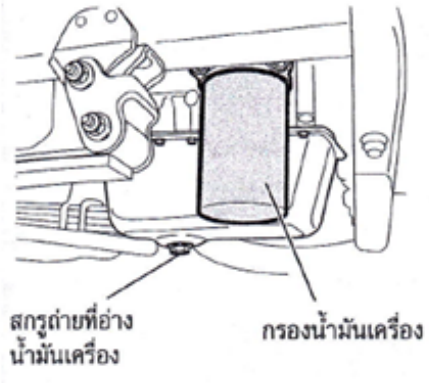
1. หมุนล้อด้วยมือและหมุนแกนลูกเบี้ยวปรับเบรก เพื่อให้ก้ามเบรกขยายตัวออกจนผ้าเบรกเสียดสีกับกระทะเบรก จากนั้นจึงค่อยๆ คลายลูกเบี้ยวปรับตั้งออกเล็กน้อย

2. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าล้อสามารถหมุนได้ จากนั้นถอกปลั๊กยางอุดช่องตรวจออก แล้วสอดฟิลเลอร์เกจตึงมือพอดี ปรับระยะห่างผ้าเบรกอีกด้านหนึ่ง โดยปฏิบัติในขั้นตอนเดียวกัน

3. ปรับตั้งระยะเบรกล้อหลังในขั้นตอนเดี่ยวกันกับขั้นตอนที่ 2

Work Instruction

เรื่อง การเปลี่ยนน้ำมันเครื่องและกรองน้ำมันเครื่อง



ขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ทำความสะอาดฝาเติมน้ำมันไม่ให้สิ่งแปลกปลอมเข้าไป ถอดฝาเติมน้ำมัน

2. วางถังถ่ายน้ำมันเพื่อลองรับน้ำมันที่ออกจากอ่างน้ำมันเครื่อง และกรองน้ำมันเครื่อง

3. ถอดสกรูที่อ่างน้ำมันเครื่องเพื่อให้น้ำมันไหลออกมา

4. ใช้ด้ามขันกรองน้ำมันเครื่องถอดกรองน้ำมันเครื่อง

5. ทาปะเก็นกรองน้ำมันเครื่องลูกใหม่ด้วยน้ำมันเครื่องที่สะอาด

6. ติดตั้งกรองน้ำมันเครื่องลูกใหม่ หลังจากที่ปะเก็นหรองน้ำมันเครื่องสัมผัสกับผิวที่ถูกยึด ให้ใช้ด้ามขันกรองน้ำมันเครื่อง ขันกรองน้ำมันเครื่องเข้าอีก 1 รอบ

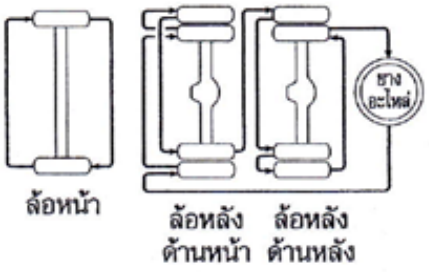
7. ตรวจสอบสกรูที่อ่างน้ำมันว่าขันแน่นแล้ว

8. ถอดเหล็กวัดระดับน้ำมันเครื่องและเทน้ำมันเครื่องตามที่กำหนดเข้าไปที่ช่องเติมน้ำมันเครื่องด้วยความระมัดระวัง

9. ติดตั้งเหล็กวัดระดับน้ำมันเครื่องและฝาเติมน้ำมันเครื่อง

work instruction

เรื่อง การสลับยาง



ขั้นตอนปฏิบัติ

ยางที่ตำแหน่งแตกต่างกัน การสึกหรอจะแตกต่างกัน
ควรสลับยางเป็นประจำ เพื่อให้การสึกหรอของยางเป็นแบบเดียวกัน และยืดอายุการใช้งานของยาง

ต้องแน่ใจว่าต้องใช้ยางเดียวกันบนเพลาเดียวกัน ถ้าติดตั้งยางที่แตกต่างกันบนเพลาเดียวกัน รถอาจจะดึงไปทางซ้ายหรือทางขวาเมื่อมีการเหยียบเบรก

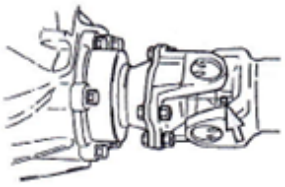
ยางใหม่จะสามารถเกิดความร้อนและสึกหรอเร็วกว่ายางเก่า ดังนั้นควรติดตั้งเพลาหน้าซึ่งน้ำหนักน้อยกว่า

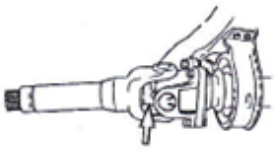
ถ้ามีความแตกต่างของเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่างยางด้านในและยางด้านนอกของล้อยางคู่ ให้ติดตั้งยางที่ทีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กว่าไว้ด้านใน

work instruction

เรื่อง การอัดจาระบีส่วนแชสซีส์

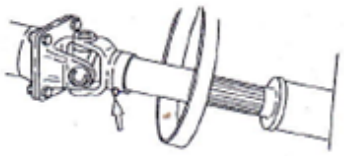
กากบาทเพลากลาง





รถเพลากลางชิ้นเดียว : 2 จุด ; รถเพลากลางสองชิ้น : 3 จุด ;
รถเพลากลางสามชิ้น : 4 จุด ; รถเพลากลางสี่ชิ้น : 5 จุด

สไปลน์เพลากลาง



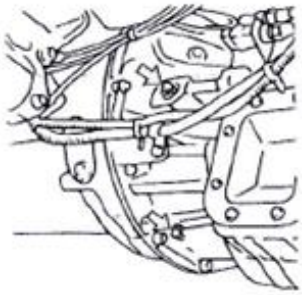
ต้องอัดจาระบีที่จุดระหว่าง 2 เพลาหลัง

CHULALONGKORN UNIVERSITY

work instruction

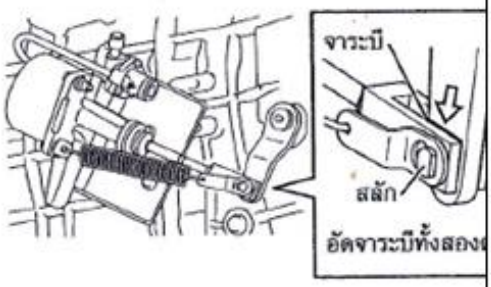
เรื่อง การอัดจาระบีส่วนแชสซีส์

ชุดปลอกลูกปืนคลัตช์/เพลาคลัตช์



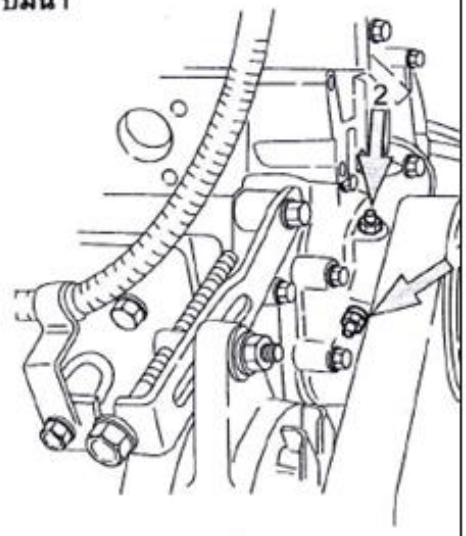
1 ตำแหน่งที่ด้านซ้าย ด้านขวา และด้าน

สลักข้อต่อหม้อลมคลัตช์



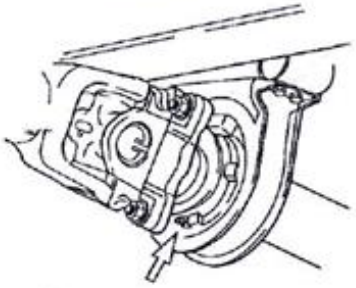
1 ตำแหน่งที่ด้านขวา

ปั๊มน้ำ



1 จุด ยกหัวเก๋งเพื่ออัดจาระบี

ลูกปืนตรงกลางของเพลากลาง

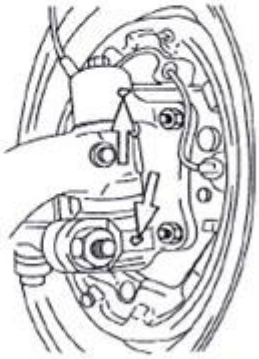


เพลากลางสองชิ้น : 1 จุด ;
เพลากลางสามชิ้น : 2 จุด ;
เพลากลางสี่ชิ้น : 3 จุด

work instruction

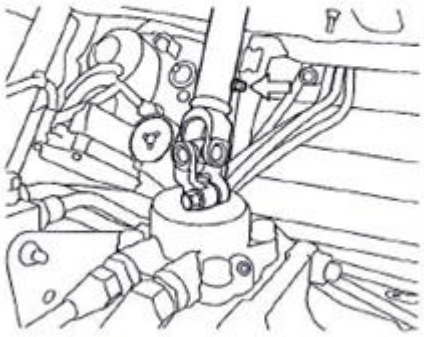
เรื่อง การอัดจาระบีส่วนแชสซีส์

สลักคอม้า (ซ้ายและขวา)

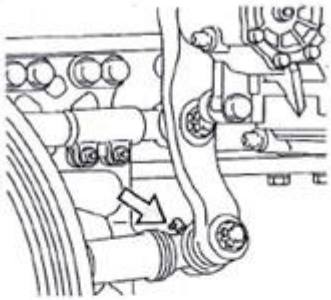


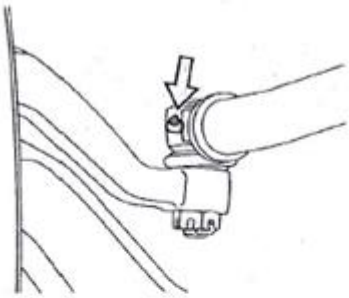
2 จุด ในแต่ละด้าน

ปลอกเลื่อนเพลาบังคับเลี้ยว

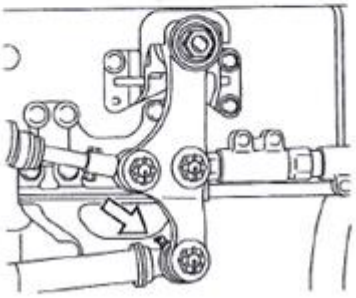


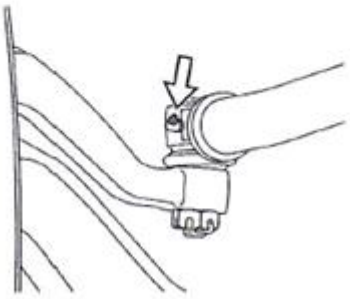
1 จุด ด้านใต้หัวเก๋ง
หมุนพวงมาลัยให้อยู่ในตำแหน่งล้อตรง
และยกหัวเก๋ง





2 จุด ที่เพลาหน้าด้านหน้า



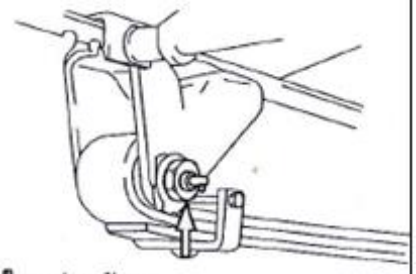


2 จุด ที่เพลาหน้าด้านหลัง

work instruction

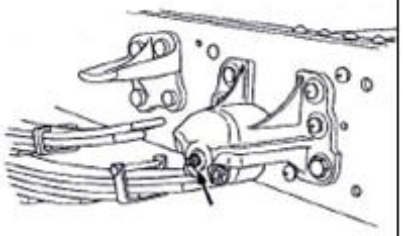
เรื่อง การอัดจาระบีส่วนแชสซีส์

หูแหนบด้านหน้า (ซ้ายและขวา)



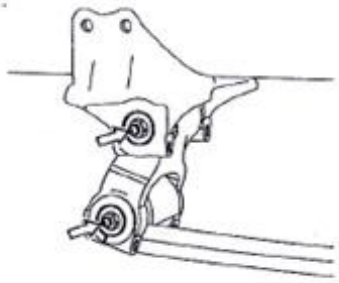
1 จุด ในแต่ละด้าน

หูแหนบด้านหลัง (ปลายด้านหน้า) (ซ้ายและขวา)



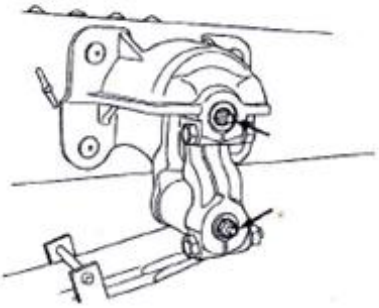
1 จุด ในแต่ละด้าน

โคงเคงแหนบด้านหน้า (ซ้ายและขวา)



2 จุด ในแต่ละด้าน

โคงเคงแหนบด้านหลัง (ซ้ายและขวา)

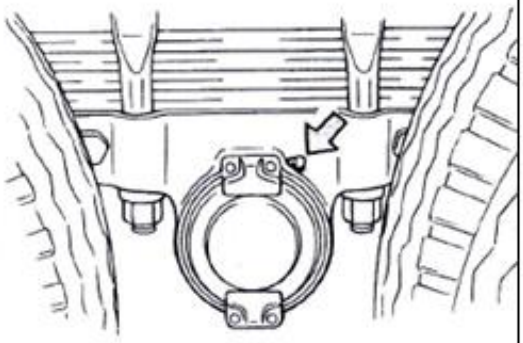


2 จุด ในแต่ละด้าน

work instruction

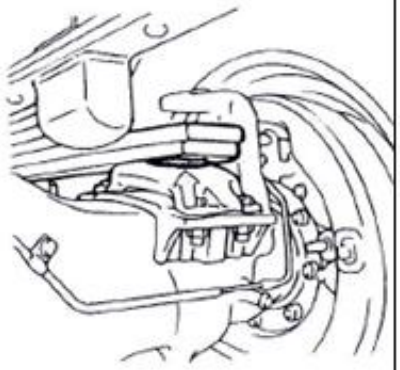
เรื่อง การอัดจาระบีส่วนแชสซีส์

เพลาหามแหนบ (ซ้ายและขวา)



1 จุดในแต่ละด้าน

แผ่นรองรับแหนบด้านหลัง
(ด้านหน้าและด้านหลัง, ซ้ายและขวา)

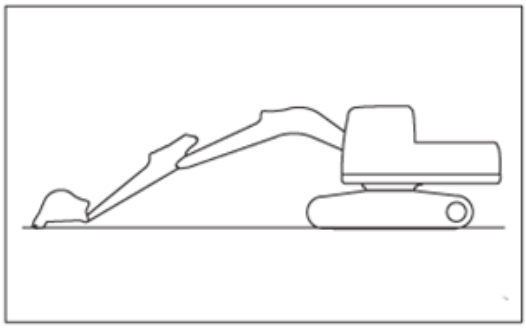


2 จุดในแต่ละด้าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

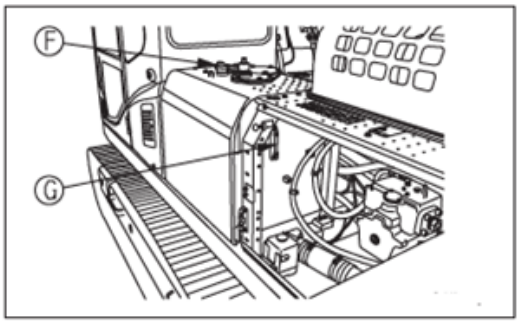
work instruction

เรื่อง การตรวจเช็คน้ำมันไฮดรอลิก

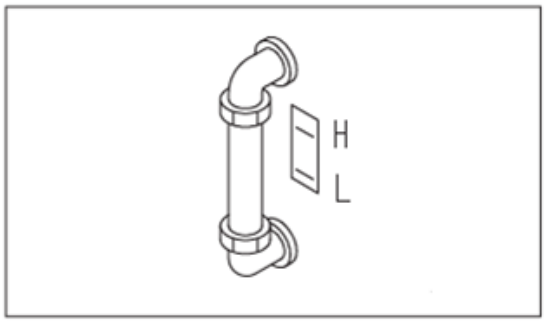


ขั้นตอนปฏิบัติ

1. เซตเครื่องจักรให้อยู่ตามรูปภาพ



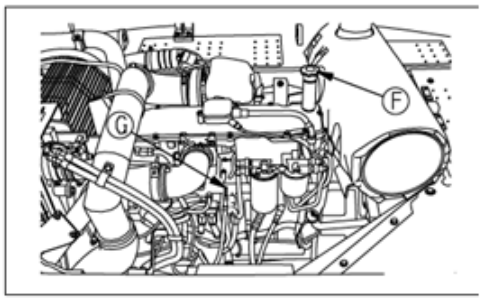
2. เช็คเกจน้ำมันไฮดรอลิก (G) ระดับน้ำมันควรอยู่ระหว่าง จุด H กับ จุด L

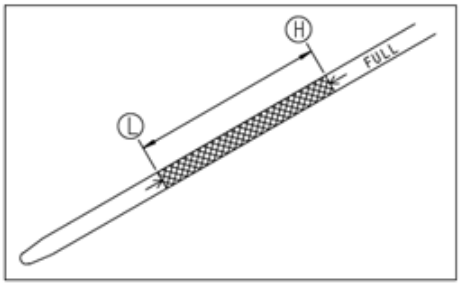


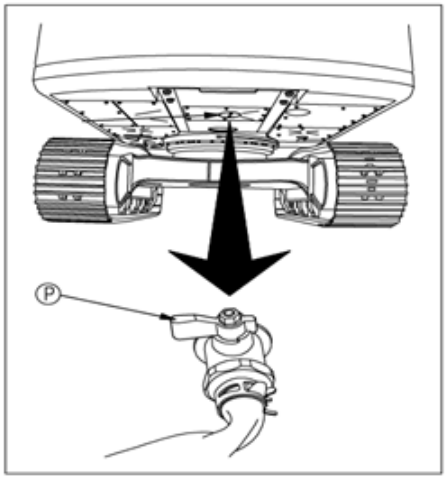
3. ถ้าระดับเกจน้ำมันไฮดรอลิกอยู่ต่ำกว่าระดับ L ให้เติมน้ำมันไฮดรอลิกที่ด้านบนของถังไฮดรอลิก

work instruction

เรื่อง การตรวจเช็คและเติมน้ำมันเครื่อง







ขั้นตอนปฏิบัติ

1. เปิดฝาห้องเครื่องออก ดึงแท่งวัดออกมา (G) เช็ดให้สะอาดด้วยผ้า

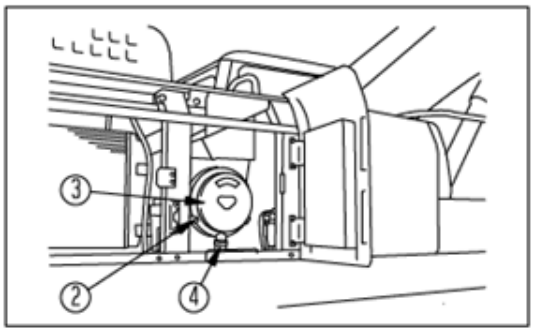
2. นำแท่งวัดใส่เข้าไปในท่อวัด (G) ให้สุด จากนั้นนำออกมา

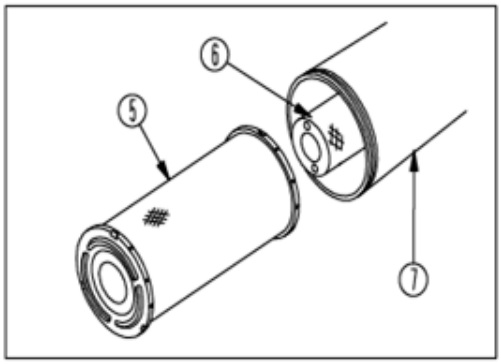
3. ระดับน้ำมันเครื่องควรอยู่ระหว่างตำแหน่ง (H) และ (L) ถ้าระดับน้ำมันเครื่องต่ำกว่าระดับ (L) เติมน้ำมันเครื่องบริเวณ (F)

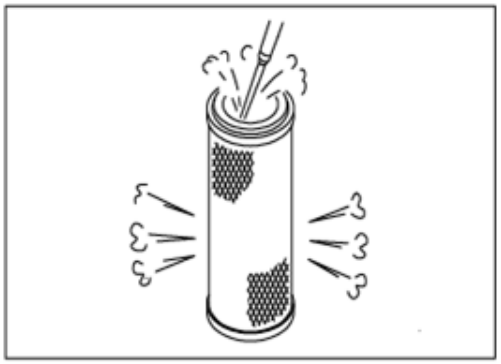
4. ถ้าน้ำมันเครื่องมากว่าตำแหน่ง (H) ให้ถ่ายน้ำมันออกบริเวณวาล์ว (P)

work instruction

เรื่อง การทำความสะอาดกรองอากาศรถขุดไฮดรอลิก







ขั้นตอนปฏิบัติ

1. เปิดประตูทางด้านขวาของเครื่องยนต์ ถอดตะขอทั้ง 6 ตัว (2) แล้วแกะฝาออก (3)

2. นำกรองด้านนอก (5) ออกมาโดยขยับขึ้นลง และหมุนออกมา

3. เมื่อนำกรองด้านนอกออกมาแล้ว เช็คให้แน่ใจว่ากรองด้านในไม่มีการขยับเขยื้อนจากตำแหน่งเดิม

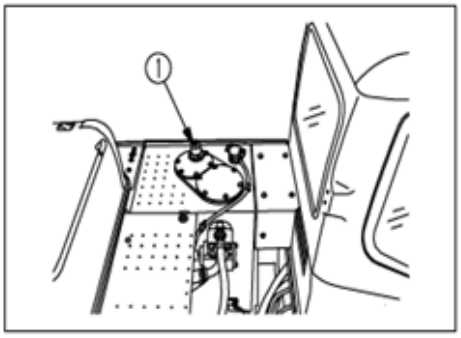
4. ทำความสะอาดฝุ่นกรองด้านใน (6) ด้วยผ้าสะอาด

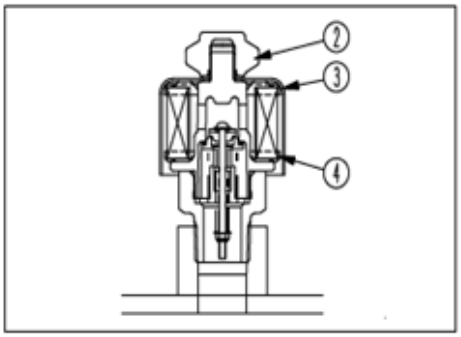
5. ทำความสะอาดฝา (3) และตัว Body ด้วยแปรง (7)
สะอาด

6. ทำความสะอาดกรองด้านนอกด้วยลมเป่า

work instruction

เรื่อง การเปลี่ยนกรองไฮดรอลิก





ขั้นตอนปฏิบัติ

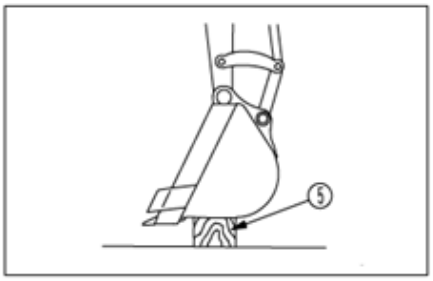
1. ถอดน๊อตที่ประกอบออกบนถังไฮดรอลิก แล้วเปิดฝาออก

2. ทำการเปลี่ยนไส้กรองตัวใหม่เข้าไปแทนที่ตัวเก่า

3. ใส่ฝาและน๊อตประกอบเข้าตามเดิม

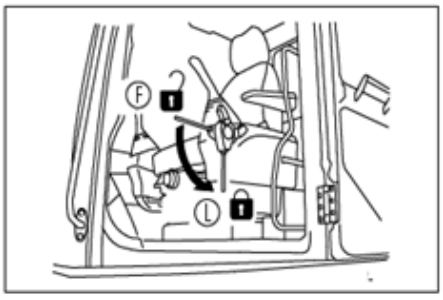
work instruction

เรื่อง การเปลี่ยนฟันบุ้งกี๋

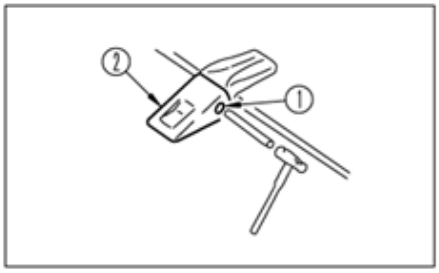


ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ทำการตอกหมุด (1) ออกเพื่อถอดฟัน (2)ออกจาก
บุ้งกี๋ แล้วนำกล่องไม้มาลองบุ้งกี๋ตามภาพ



2. ทำการปิดระบบไฮโดรลิกเพื่อป้องกันการเคลื่อนของบุ้งกี๋ เพื่อความปลอดภัย

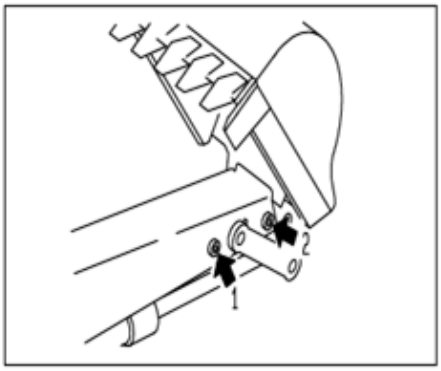


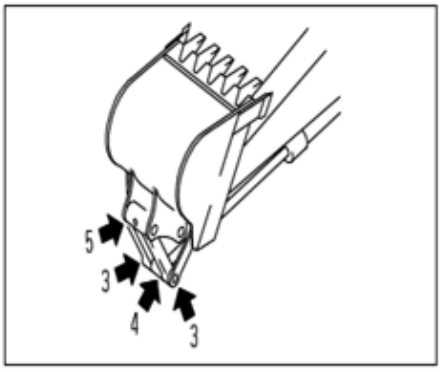
3. ทำการเปลี่ยนฟันใหม่เข้าไปโดยใช้ค้อนตอกให้เรียบร้อย

4. ทำการปิดด้วยตัวล็อค

work instruction

เรื่อง ตำแหน่งอัดจาระบีตรงบุ้งกี๋





ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ตรงตำแน่งอาร์ม (1)

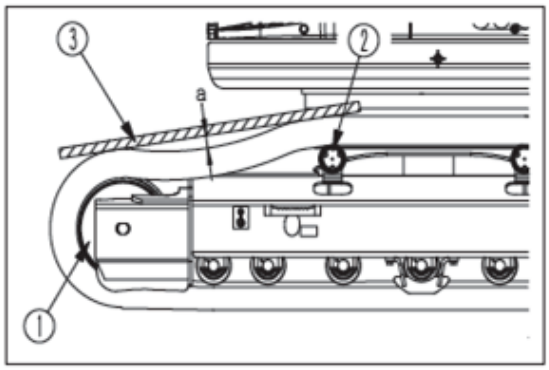
2. ตรงตำแน่งข้อต่อบุ้งกี๋ (2)

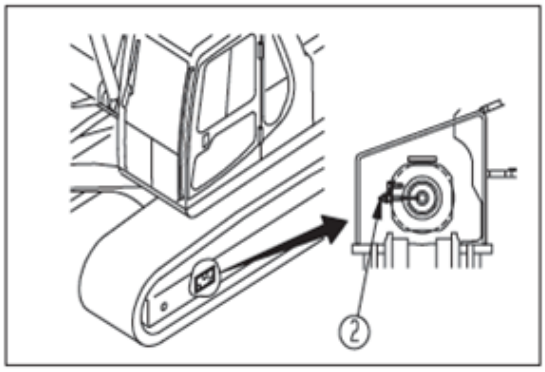
3. ตรงตำแหน่งข้อพับบุ้งกี๋ (3)

4. ตรงตำแหน่งพินบุ้งกี๋ (4)

work instruction

เรื่อง การตรวจเช็คและปรับตีนตะขาบ





ขั้นตอนปฏิบัติ

การตรวจเช็ค

1. เดินเครื่องด้วยความเร็วต่ำ นำไม้ (3) มาวางตามภาพระหว่างล้อนำ (1) และโรเลอร์บน (2)

2. ตรวจวัดระยะห่างระหว่างไม้กับผิวหน้าตีนตะขาบ ควรอยู่ระหว่าง 10-30 มม.

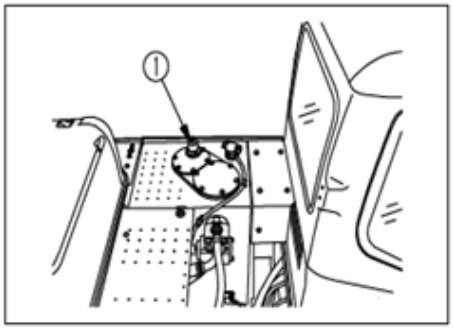
การปรับแต่ง

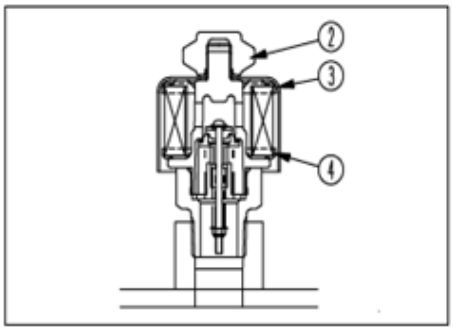
1. ทำการกดปั๊มตรงที่อัดจาระบีเพื่อเพิ่มความตึงของตีนตะขาบ

2. ทำการเช็คตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้

work instruction

เรื่อง การเปลี่ยนกรองไฮดรอลิก





ขั้นตอนปฏิบัติ

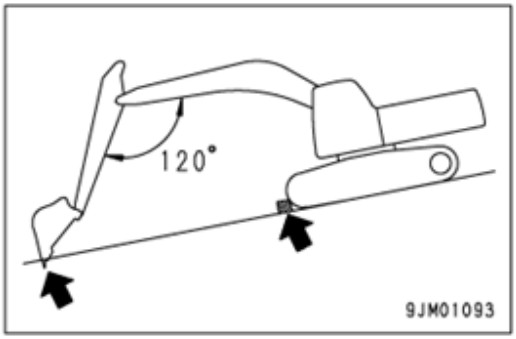
1. ถอดน๊อตที่ประกอบออกบนถังไฮดรอลิก แล้วเปิดฝาออก

2. ทำการเปลี่ยนไส้กรองตัวใหม่เข้าไปแทนที่ตัวเก่า

3. ใส่ฝาและน๊อตประกอบเข้าตามเดิม

work instruction

เรื่อง การเซตองศาของรถขุดไฮโดรลิก



ขั้นตอนปฏิบัติ

1. หยุดเครื่องยนต์ และ อุปกรณ์บนทางลาด

2. ใส่กล่องไม้เข้าไปใต้ตีนตะขาบ และ นำบุ้งกี๋ปลักดินไว้ตามภาพ โดยให้องศาของบูมและอาร์ม อยู่ที่ 120 องศา

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพนิต ผาสุก เกิดวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2532 ที่จังหวัดสมุทรปราการ และได้ย้ายถิ่นฐานไปอยู่ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิศกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ในปีการศึกษา 2555 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปี 2557

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY