การพัฒนาระบบการบำรุงรักษาของเครื่องจักรกลหนักสำหรับการก่อสร้างถนน

น.ส.ปาริสา ศิริพันธุ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Maintenance system development of heavy machinery for road construction

Miss Parisa Siriparn

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบการบำรุงรักษาของเครื่องจักรกลหนักสำหรับการก่อสร้างถนน
โดย	น.ส.ปาริสา ศิริพันธุ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปาริสา ศิริพันธุ์ : การพัฒนาระบบการบำรุงรักษาของเครื่องจักรกลหนักสำหรับการก่อสร้างถนน. (Maintenance system development of heavy machinery for road construction) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลหนักสำหรับงานก่อสร้างถนน เครื่องจักรกลหนักในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ รถเกลี่ยดิน รถบดสั่นสะเทือน รถบรรทุกน้ำ รถขุดไฮดรอลิก รถบรรทุกสิบล้อ รถบดล้อยางและรถตักล้อยาง หากเครื่องจักรใดเสียหรือทำงานผิดปกติจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องจักรอื่น ๆ ในขั้นตอนต่อไปและทำให้การก่อสร้างถนนอาจเกิดความล่าช้า จากกรณีศึกษานี้พบว่าเครื่องจักรมีความล้มเหลวเรื้อรังและเกิดลุกลามจนทำให้เครื่องจักรหยุดทำงาน ในขณะเดียวกันพบว่ามีการรั่วไหลของของเหลวและมีสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรสูง เมื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุพบว่าเกิดจากสามสาเหตุหลักได้แก่ (1) ขาดการจัดการการบำรุงรักษาในการปฏิบัติงาน (2) ขาดทัศนคติที่ดีต่อการบำรุงรักษาและ (3) ขาดระบบรายงานการบำรุงรักษา การดำเนินงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาระบบการบำรุงรักษาด้วยการนำการบำรุงรักษาด้วยตนเองและระบบรายงานการบำรุงรักษามาประยุกต์ใช้ ได้มีการนำวงจรเดมมิ่งและการมีส่วนร่วมของบุคลากรมาใช้เพื่อขับเคลื่อนให้เกิดการปรับปรุงมีผลทำให้บุคลากรในองค์กรมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบและมีทัศนคติต่องานบำรุงรักษาที่ดีขึ้น เมื่อดำเนินการระบบการบำรุงรักษานี้เป็นเวลาหนึ่งปีกับหกเดือน พบว่าการรั่วไหลของของเหลวลดลง 84% ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวเพิ่มขึ้นจาก 22% เป็น 70% และสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรลดลง 53% นอกจากนี้ค่าบำรุงรักษาสามารถลดลงได้ 34-86%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5970247421 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORD: maintenance system, heavy machinery, road construction

Parisa Siriparn : Maintenance system development of heavy machinery for road construction. Advisor: Assoc. Prof. Jittra Rukijkanpanich, Ph.D.

This research aimed to develop a maintenance system for road construction equipment. Heavy equipment in this study included graders, vibratory compactors, water trucks, hydraulic excavators, ten-wheel trucks, rubber rollers, and wheel loaders. If any machinery is broken or malfunctions, it will affect the work of other machines in the next step and result in road construction delays. From this case study, it was found that machines had chronic and progressive failure causing machines to stop working. At the same time, fluid leaks and high machine breakdown proportions were found. When conducting a root cause analysis, three main causes were found: (1) lack of operational maintenance management, (2) lack of a positive maintenance attitude, and (3) lack of a maintenance reporting system. In conducting this research, a maintenance system had been developed using manual maintenance and a maintenance reporting system. The Deming cycle and participatory approach were used to drive improvement. As a result, personnel in the organization had a systematic development and had a positive attitude toward maintenance. When performing this maintenance system for one year and a half, the liquid leakage was reduced by 84%, the efficiency of the liquid was increased from 22% to 70%, and the proportion of breakdown of machinery was reduced by 53%. Besides, maintenance costs were reduced by 34-86%.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Industrial Engineering	Student's Signature .....
Academic Year:	2019	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ดูแลแนะนำ และให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างใกล้ชิดตั้งแต่เริ่มต้นทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่เกี่ยวข้องในงานก่อสร้างถนนในกรณีศึกษาที่ให้ความร่วมมือและให้คำปรึกษาอย่างเต็มความสามารถจนประสบความสำเร็จและลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณกำลังใจและการสนับสนุนที่ดีเสมอมาจากครอบครัวอันเป็นที่รัก ทำให้ประสบความสำเร็จในการศึกษาอย่างภาคภูมิใจ

ปาริสา ศิริพันธุ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ข้อมูลและลักษณะทั่วไปเกี่ยวกับงานก่อสร้างถนน 1

1.2 ที่มาและปัญหาของงานก่อสร้างถนน 4

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 20

1.4 ตัวชี้วัดของงานวิจัย 20

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย 20

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ 20

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

2.1 การบำรุงรักษาเครื่องจักร 21

2.2 หลักการมีส่วนร่วม (Participatory Approach) 32

2.3 ระบบรายงานและการวัดผลด้านการบำรุงรักษา 35

2.4 เครื่องมือในการวิเคราะห์หารากเหง้าของสาเหตุแห่งปัญหา (Root Cause Analysis, RCA) 40

2.5 วงจรเดมมิ่ง (PDCA) 46

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 49

3.1 การศึกษาลักษณะสภาพปัญหาและรวบรวมข้อมูลเชิงสถิติ 50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 การสร้างทีมงานและมอบหมายหน้าที่ 52
3.3 การสร้างองค์ความรู้ของทีมงานจากการวิเคราะห์ปัญหาการเสียของเครื่องจักรทางด้านเทคนิค 52
3.4 การวางแผนพัฒนาระบบการบำรุงรักษา 53
3.5 ติดตามผลการดำเนินงานและปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง 55
บทที่ 4 ข้อมูลเครื่องจักรกลหนักและการวิเคราะห์ปัญหา 56
4.1 ข้อมูลเครื่องจักรกลหนักสำหรับงานก่อสร้างถนน 56
4.2 ข้อมูลเชิงสถิติของเครื่องจักร 61
4.3 การวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ไข 65
บทที่ 5 การวางแผนและการดำเนินงาน 74
5.1 การจัดตั้งหน่วยงานและมอบหมายหน้าที่ 74
5.2 การสร้างผังการไหลของการปฏิบัติงาน 76
5.2.1 ผังการไหลของการทำกิจกรรม AM 76
5.2.2 ผังการไหลของการแจ้งซ่อม 77
5.3 การออกแบบและสร้างเอกสารและรายงานต่างๆ เกี่ยวกับงานบำรุงรักษา 79
5.4 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ 86
5.5 การสร้างระบบรายงานการบำรุงรักษา 89
บทที่ 6 ผลการดำเนินงาน 91
6.1 การรั่วซึมของของเหลว 91
6.2 การเสียของเครื่องจักรกลหนัก 102
6.3 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักร 121
บทที่ 7 สรุปและอภิปรายผล 123
7.1 สรุปและอภิปรายผล 123
7.2 ปัญหาและอุปสรรค 143

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.3 ข้อเสนอแนะ 143
บรรณานุกรม 144
ภาคผนวก 148
ภาคผนวก ก ผลการการวิเคราะห์ FTA 149
ภาคผนวก ข เอกสารและรายงานที่ใช้ในงานบำรุงรักษา 164
ภาคผนวก ค QR Code 179
ประวัติผู้เขียน 184

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1. 1 ขั้นตอนในการสร้างถนนแอสฟัลต์คอนกรีต..... 2
ตารางที่ 1. 2 ขั้นตอนในการสร้างถนนคอนกรีต 3
ตารางที่ 1. 3 จำนวนและกลุ่มอายุของเครื่องจักรกลหนักแต่ละประเภทในกรณีศึกษา 5
ตารางที่ 1. 4 การสูญเสียของของเหลว (ข้อมูลระหว่างเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2560) 7
ตารางที่ 1. 5 สถิติของลักษณะการเสียที่ทำให้เครื่องจักรกลหนักหยุดงานเกินกว่าสามวัน (ข้อมูลระหว่างเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2560)..... 10
ตารางที่ 1. 6 สถิติการเสียของเครื่องจักรกลหนักในแต่ละระบบที่ต้องหยุดงานเกินกว่าสามวันโดยแบ่งตามประเภทของเครื่องจักร (ข้อมูลระหว่างเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2560) .. 14
ตารางที่ 1. 7 การจัดกลุ่มรากของสาเหตุ 15
ตารางที่ 1. 8 แนวทางการแก้ไขด้านการจัดการและด้านเทคนิคที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหา 19
ตารางที่ 2. 1 สัญลักษณ์ประตูเชิงตรรกะและสัญลักษณ์เหตุการณ์ที่ใช้ในแผนภาพ FTA 45
ตารางที่ 3. 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....55
ตารางที่ 4. 1 ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องจักรกลหนักกับขั้นตอนการก่อสร้างถนน.....56
ตารางที่ 4. 2 จำนวนและอายุของเครื่องจักรกลหนักในกรณีศึกษา (ข้อมูลอายุ ณ ปี 2560) 57
ตารางที่ 4. 3 อายุและสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรกลหนัก(ข้อมูลเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2560) 63
ตารางที่ 5. 1 วาระการประชุมประจำสัปดาห์ของทีมงาน.....88
ตารางที่ 6. 1 การสูญเสียน้ำมันเครื่อง.....91
ตารางที่ 6. 2 การสูญเสียน้ำมันไฮดรอลิก 93
ตารางที่ 6. 3 การสูญเสียน้ำมันเกียร์ 95
ตารางที่ 6. 4 การคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง 97
ตารางที่ 6. 5 การคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิก..... 99
ตารางที่ 6. 6 การคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์ 101

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6. 7 สถิติของลักษณะการเสียที่ทำให้เครื่องจักรกลหนักหยุดงานเกินกว่าสามวัน (ข้อมูลระหว่างเดือน ธันวาคม 2561 – พฤษภาคม 2562) 102
ตารางที่ 6. 8 สถิติการเสียของรถเกลี่ยดินคันที่ 1 ในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง 114
ตารางที่ 6. 9 สถิติการเสียของรถบรรทุกน้ำคันที่ 2 ในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง 116
ตารางที่ 6. 10 สถิติการเสียของรถขุดไฮดรอลิกคันที่ 2 ในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง 117
ตารางที่ 6. 11 การคำนวณสัดส่วนการเสียของเครื่องจักร 119
ตารางที่ 6. 12 ค่าใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรแต่ละประเภท 122
ตารางที่ 7. 1 การรั่วซึมของของเหลวในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง 125
ตารางที่ 7. 2 สรุปสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรแต่ละประเภท 141

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1. 1 ตัวอย่างเครื่องจักรที่ใช้ในงานสร้างถนน 1
ภาพที่ 1. 2 ลักษณะของถนนแอสฟัลต์คอนกรีต 2
ภาพที่ 1. 3 ลักษณะของถนนคอนกรีต 3
ภาพที่ 1. 4 ตัวอย่างน้ำมันเครื่องรั่วของรถบรรทุกน้ำ 8
ภาพที่ 1. 5 ผังการไหลการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง 9
ภาพที่ 1. 6 ตัวอย่างสภาพการเสียของเครื่องจักรในระบบเครื่องยนต์ (เครื่องยนต์น็อค) 12
ภาพที่ 1. 7 ตัวอย่างสภาพการเสียของเครื่องจักรในระบบไฮดรอลิก (สายไฮดรอลิกแตก/ขาด/ชำรุด) 12
ภาพที่ 1. 8 ตัวอย่างสภาพการเสียของเครื่องจักรในระบบเกียร์ (ระบบเกียร์ขัดข้องและคลัทช์ชำรุด) 13
ภาพที่ 1. 9 ตัวอย่างสภาพการเสียของเครื่องจักรในระบบเบรก (เบรกขัดข้อง) 13
ภาพที่ 1. 10 ตัวอย่างสภาพการเสียของเครื่องจักรในระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่าง 14
ภาพที่ 1. 11 การวิเคราะห์หารากของสาเหตุการเสียของเครื่องจักรกลหนักอยู่ในเกณฑ์สูงโดยใช้เครื่องมือ Why-Why Analysis 16
ภาพที่ 1. 12 ผังเหตุและผลของปัญหาการนำ AM ไปประยุกต์ใช้ในงานสร้างถนนแล้วปฏิบัติได้ยาก 18
ภาพที่ 2. 1 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเปรียบเทียบกับภูเขาน้ำแข็งในมหาสมุทร 22
ภาพที่ 2. 2 เสาหลักของ TPM 23
ภาพที่ 2. 3 ขั้นตอนการปฏิบัติการบำรุงรักษาด้วยตนเอง 26
ภาพที่ 2. 4 ตัวอย่างแนวคิด MMT 38
ภาพที่ 2. 5 ตัวอย่าง QR Code 39
ภาพที่ 2. 6 โครงสร้างของแผนผังแสดงเหตุและผล 42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 2. 7 แนวทางการวิเคราะห์ Why-Why Analysis)..... 43
ภาพที่ 2. 8 โครงสร้างแผนภาพ FTA 44
ภาพที่ 2. 9 ภาพแสดงกลไกของวงจร PDCA..... 48
ภาพที่ 3. 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....49
ภาพที่ 4. 1 รถเกลี่ยดิน.....58
ภาพที่ 4. 2 รถบดสั่นสะเทือน..... 58
ภาพที่ 4. 3 รถบรรทุกน้ำ..... 59
ภาพที่ 4. 4 รถขุดไฮดรอลิก 59
ภาพที่ 4. 5 รถบรรทุกสิบล้อ..... 60
ภาพที่ 4. 6 รถบดล้อยาง 60
ภาพที่ 4. 7 รถตักล้อยาง 61
ภาพที่ 4. 8 ประสิทธิภาพของการใช้ของเหลวของเครื่องจักรแต่ละประเภท 62
ภาพที่ 4. 9 ผลการวิเคราะห์เครื่องยนต์ขัดข้องด้วยเครื่องมือ FTA..... 66
ภาพที่ 4. 10 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์เครื่องยนต์มีความร้อนสูงด้วยเครื่องมือ FTA 67
ภาพที่ 4. 11 ผลการวิเคราะห์การขัดข้องของระบบไฮดรอลิกด้วยเครื่องมือ FTA..... 68
ภาพที่ 4. 12 ผลการวิเคราะห์เกียร์ขัดข้องด้วยเครื่องมือ FTA..... 69
ภาพที่ 4. 13 ผลการวิเคราะห์เบรกขัดข้องด้วยเครื่องมือ FTA 70
ภาพที่ 4. 14 ผลการวิเคราะห์ระบบบังคับเลี้ยวขัดข้องด้วยเครื่องมือ FTA..... 71
ภาพที่ 4. 15 ผลการวิเคราะห์ระบบช่วงล่างไม่สมบูรณ์ด้วยเครื่องมือ FTA 72
ภาพที่ 5. 1 ภาพรวมของหน่วยงานและหน้าที่ก่อนและหลังการปรับปรุง.....75
ภาพที่ 5. 2 ผังการไหลของการทำกิจกรรม AM 77
ภาพที่ 5. 3 ผังการไหลของการแจ้งซ่อม..... 78

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 5. 4 ตัวอย่างการออกแบบใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของระบบเครื่องยนต์ในรถเกลี่ยดินที่ได้อ้างอิงตามผัง FTA 80

ภาพที่ 5. 5 ตัวอย่างการออกแบบใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของระบบไฮดรอลิกในรถเกลี่ยดินที่ได้อ้างอิงตามผัง FTA 81

ภาพที่ 5. 6 ตัวอย่างการออกแบบใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของระบบเกียร์ในรถเกลี่ยดินที่ได้อ้างอิงตามผัง FTA..... 82

ภาพที่ 5. 7 ตัวอย่างการออกแบบใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของระบบช่วงล่างในรถเกลี่ยดินที่ได้อ้างอิงตามผัง FTA..... 83

ภาพที่ 5. 8 ภาพรวมความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ87

ภาพที่ 5. 9 ระบบรายงานการบำรุงรักษา..... 90

ภาพที่ 6. 1 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบเครื่องยนต์ของเครื่องจักรทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลา 104

ภาพที่ 6. 2 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบไฮดรอลิกของเครื่องจักรทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลา .. 105

ภาพที่ 6. 3 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบเกียร์ของเครื่องจักรทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง 106

ภาพที่ 6. 4 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบเบรกของเครื่องจักรทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง 107

ภาพที่ 6. 5 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่างของเครื่องจักรทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง 108

ภาพที่ 6. 6 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถเกลี่ยดิน 109

ภาพที่ 6. 7 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถบดสั่นสะเทือน 110

ภาพที่ 6. 8 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถบรรทุกน้ำ 110

ภาพที่ 6. 9 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถขุดไฮดรอลิก 111

ภาพที่ 6. 10 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถบรรทุกสิบล้อ..... 112

ภาพที่ 6. 11 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถบดล้อยาง 113

ภาพที่ 6. 12 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถตักล้อยาง 113

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 7. 1 ระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลหนักที่ใช้สำหรับการก่อสร้างถนน....124
ภาพที่ 7. 2 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถเกลี่ยดิน....128
ภาพที่ 7. 3 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถบดสั่นสะเทือน....129
ภาพที่ 7. 4 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถบรรทุกน้ำ....130
ภาพที่ 7. 5 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถขุดไฮดรอลิก....131
ภาพที่ 7. 6 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถบรรทุกสิบล้อ....132
ภาพที่ 7. 7 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถบดล้อยาง....134
ภาพที่ 7. 8 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถตักล้อยาง....135
ภาพที่ 7. 9 สัดส่วนการเสียของรถเกลี่ยดิน....136
ภาพที่ 7. 10 สัดส่วนการเสียของรถบดสั่นสะเทือน....137
ภาพที่ 7. 11 สัดส่วนการเสียของรถบรรทุกน้ำ....138
ภาพที่ 7. 12 สัดส่วนการเสียของรถขุดไฮดรอลิก....138
ภาพที่ 7. 13 สัดส่วนการเสียของรถบรรทุกสิบล้อ....139
ภาพที่ 7. 14 สัดส่วนการเสียของรถบดล้อยาง....140
ภาพที่ 7. 15 สัดส่วนการเสียของรถตักล้อยาง....140
ภาพที่ 7. 16 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาของเครื่องจักรกลหนักที่ใช้ในงานก่อสร้างถนนในแต่ละช่วงเวลาการปรับปรุง....142

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ข้อมูลและลักษณะทั่วไปเกี่ยวกับงานก่อสร้างถนน

งานก่อสร้างถนนจำเป็นต้องมีการใช้รถประเภทต่างๆ จำนวนมาก ซึ่งเครื่องจักรเหล่านั้นจัดว่าเป็นเครื่องจักรกลหนัก ประเภท รถขุดไฮดรอลิก รถเกลี่ยดิน รถบรรทุกสิบล้อ รถบรรทุกน้ำ รถผสมปูน รถแทรกเตอร์ รถบดถนน และอื่นๆ โดยแต่ละขั้นตอนในการก่อสร้างถนนย่อมมีการใช้เครื่องจักรกลหนักแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของงานและขั้นตอนของการก่อสร้าง ซึ่งสามารถแบ่งลักษณะของการก่อสร้างได้สองประเภท คือ ถนนแอสฟัลต์คอนกรีตและถนนคอนกรีต

รถบรรทุกน้ำ รถขุดไฮดรอลิก

รถเกลี่ยดิน รถบดถนน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 1. 1 ตัวอย่างเครื่องจักรที่ใช้ในงานสร้างถนน

1.1.1 ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต (Asphalt Concrete)

ถนนแอสฟัลต์คอนกรีตหรือที่นิยมเรียกกันว่าถนนลาดยาง ส่วนใหญ่นิยมก่อสร้างเป็นถนนระหว่างเมือง ที่มีการจราจรปริมาณมาก การก่อสร้างรวดเร็ว ข้อดี คือ ผิวทางจะเรียบ ไม่มีรอยต่อ มีความยืดหยุ่นดี และทนทานต่อการใช้งานได้ดี โดยขั้นตอนในการก่อสร้างแสดงดังตารางที่ 1.1

ภาพที่ 1. 2 ลักษณะของถนนแอสฟัลต์คอนกรีต

ตารางที่ 1. 1 ขั้นตอนในการสร้างถนนแอสฟัลต์คอนกรีต

ขั้นตอน	รายละเอียดในการก่อสร้างแต่ละขั้นตอน	เครื่องจักรกลหนักที่ใช้
1.งานดิน	1.1 งานถางป่าขุดตอ เพื่อเตรียมพื้นที่ในการปฏิบัติงานก่อสร้างถนน	รถขุดไฮดรอลิก รถไถ รถบรรทุกสิบล้อ รถตัก
	1.2 งานตัดคันทาง คือ การขุดดินเดิมให้เป็นขั้นบันได แล้วจึงถมขยายคันทางและแต่งชั้นทางให้มีพื้นผิวเรียบ	รถขุดไฮดรอลิก รถเกลี่ยดิน รถบดสั่นสะเทือน รถบดล้อยาง รถบรรทุกสิบล้อ
2.งานรองพื้นทาง	2.1 ลงวัสดุที่ใช้ในการรองพื้นทางตามความเหมาะสมกับสภาพของพื้นที่ แล้วทำกระบวนการผสมและบดอัด โดยใช้น้ำเข้ามาช่วยในกระบวนการผสม แล้วจึงตรวจสอบระดับและค่าความหนาแน่นของพื้นทาง	รถขุดไฮดรอลิก รถบรรทุกสิบล้อ รถตัก รถเกลี่ยดิน รถบรรทุกน้ำ รถบดสั่นสะเทือน รถบดล้อยาง
3.งานชั้นพื้นทาง	3.1 ลงวัสดุที่ในการทำชั้นพื้นทาง เช่น หินคลุก กรวดโม่ หินคลุกผสมซีเมนต์ เป็นต้น และทำกระบวนการผสมโดยใช้รถเกลี่ยดินในการเกลี่ยดิน และใช้น้ำจากรถบรรทุกน้ำช่วยในการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงตรวจสอบความหนาแน่น	รถขุดไฮดรอลิก รถบรรทุกสิบล้อ รถตัก รถเกลี่ยดิน รถบรรทุกน้ำ
	3.2 ทำการบดอัดพื้นทางด้วยรถบดสั่นสะเทือน และรถบดล้อยางเพื่อให้ชั้นพื้นทางมีความแน่น	รถบดสั่นสะเทือน รถบดล้อยาง
	3.3 เมื่อตรวจสอบระดับชั้นพื้นทางจนได้ระดับที่เหมาะสม จะใช้รถบดล้อยางวิ่งเพื่อนวดชั้นพื้นทางแล้วจึงใช้รถบดสามล้อเหล็กเข้ามาบดเก็บหน้าของชั้นทาง เพื่อให้เรียบและเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงตรวจสอบความหนาแน่น	รถบดล้อยาง รถบดสามล้อเหล็ก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอน	รายละเอียดในการก่อสร้างแต่ละขั้นตอน	เครื่องจักรกลหนักที่ใช้
4.งานชั้นผิวทาง	4.1 ทำความสะอาดชั้นทางก่อน แล้วจึงทำงานไพรมโคท (Prime Coat) ชั้นหินคลุก จากนั้นทิ้งให้น้ำยางซึมลงชั้นทางเพื่อประสานระหว่างชั้นทางกับยางที่จะปูถนน แล้วจึงทำการปูยาง แล้วใช้รถบดสั่นสะเทือนบดพร้อมน้ำเพื่อลดอุณหภูมิให้ยางเซ็ตตัว แล้วจึงใช้รถบดล้อยางบดพื้นถนนเพื่อให้พื้นผิวเรียบและแน่น	รถบรรทุกน้ำ รถบดสั่นสะเทือน รถบดล้อยาง รถปูยาง

1.1.2 ถนนคอนกรีต (Concrete)

ภาพที่ 1. 3 ลักษณะของถนนคอนกรีต

ถนนคอนกรีต มักเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหรือวัสดุอื่น มีลักษณะดังภาพที่ 2 ส่วนใหญ่จะเป็นถนนในหมู่บ้านหรือชุมชนเมือง ถนนคอนกรีตจะมีความคงทนต่อการใช้งาน ก่อสร้างง่าย แต่มีข้อเสีย คือ ผิวจราจรจะไม่ค่อยเรียบเนื่องจากมีรอยต่อมาก และหากก่อสร้างให้สามารถรับน้ำหนักมากขึ้นจะมีราคาสูงกว่าถนนประเภทอื่น โดยขั้นตอนในการก่อสร้างแสดงดังตารางที่ 1.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 1. 2 ขั้นตอนในการสร้างถนนคอนกรีต

ขั้นตอน	รายละเอียดในการก่อสร้างแต่ละขั้นตอน	เครื่องจักรกลหนักที่ใช้
1.งานดิน	1.1 งานถางป่าขุดตอ เพื่อเตรียมพื้นที่ในการปฏิบัติงานก่อสร้างถนน	รถขุดไฮดรอลิก รถตัก รถบรรทุกสิบล้อ รถไถ
	1.2 งานตัดคันทาง คือการขุดดินเดิมให้เป็นขั้นบันได แล้วจึงถมขยายคันทางและแต่งชั้นทางให้มีพื้นผิวเรียบ	รถขุดไฮดรอลิก รถเกลี่ยดิน รถบดสั่นสะเทือน รถบดล้อยาง รถบรรทุกสิบล้อ

ขั้นตอน	รายละเอียดในการก่อสร้างแต่ละขั้นตอน	เครื่องจักรกลหนักที่ใช้
2.งานรองพื้นทาง	2.1 ลงวัสดุที่ใช้ในการรองพื้นทางตามความเหมาะสมกับสภาพของพื้นที่ แล้วทำกระบวนการผสมและบดอัดโดยใช้น้ำเข้ามาช่วยในกระบวนการผสม แล้วจึงตรวจสอบระดับและค่าความหนาแน่นของพื้นทาง	รถขุดไฮดรอลิก รถเกลี่ยดิน รถตัก รถบดสั่นสะเทือน รถบดล้อยาง รถบรรทุกน้ำ รถบรรทุกสิบล้อ
3.งานชั้นพื้นทาง	3.1 ลงวัสดุทรายบนพื้นทาง ใช้รถเกลี่ยดินในการเกลี่ยทราย แล้วใช้น้ำจากรถบรรทุกน้ำช่วยให้พื้นทรายแน่น	รถขุดไฮดรอลิก รถเกลี่ยดิน รถตัก รถบรรทุกสิบล้อ รถบรรทุกน้ำ
	3.2 ทำการบดอัดพื้นทางด้วยรถบดสั่นสะเทือน และรถบดล้อยางเพื่อให้ชั้นพื้นทางมีความแน่น	รถบดสั่นสะเทือน รถบดล้อยาง
4.งานผิวทาง (คอนกรีต)	4.1 ตั้งแบบเพื่อเทพื้นคอนกรีต ให้ได้แนวและระดับที่ถูกต้องเหมาะสม จากนั้นจึงเทคอนกรีตด้วยรถปูน	รถปูน

1.2 ที่มาและปัญหาของงานก่อสร้างถนน

งานสร้างทางหลวงหรือสร้างถนนสายสำคัญต้องมีการใช้รถประเภทต่างๆ จำนวนมาก ซึ่งการก่อสร้างถนนในแต่ละขั้นตอนมีลักษณะของการใช้เครื่องจักรกลหนักทำงานเป็นชุด โดยประเภทของเครื่องจักรกลที่ใช้จะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะงานดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้า หากเครื่องจักรใดเครื่องจักรหนึ่งเกิดการขัดข้องจนกระทั่งไม่สามารถใช้งานได้ โดยเฉพาะการที่เครื่องจักรกลหนักต้องหยุดงานเกินกว่าสามวัน จะส่งผลต่อความล่าช้าหรือหยุดชะงักของงานในขั้นตอนนั้นและขั้นตอนต่อไปด้วย จนในที่สุดอาจส่งผลให้ของโครงการก่อสร้างถนนนั้นเกิดความล่าช้าและส่งมอบงานไม่ทันกำหนดรวมถึงการถูกปรับเป็นมูลค่าสูงได้

ปัญหาเครื่องจักรเสียในระหว่างการทำงานก่อสร้างทางหลวงเป็นเรื่องสำคัญมากเพราะอาจส่งผลกระทบให้เกิดความล่าช้าในการส่งมอบงานและถูกปรับรายวันเป็นเงินสูงมาก เมื่อเครื่องจักรเสียหน้างานทำการแก้ไขได้ยากลำบากเนื่องจากเป็นเครื่องจักรหนักยากต่อการเคลื่อนย้ายเครื่องจักรต้องใช้รถยกหรือรถสไลด์เพื่อเคลื่อนย้ายไปยังอู่ซ่อม หากว่าในท้องถิ่นนั้นไม่มีเทคโนโลยีสูงการว่าจ้างสถานที่รับซ่อมค่อนข้างยาก ในขณะเดียวกันในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง (site) จะไม่มีสถานที่ซ่อมถาวรและไม่มีบุคลากรด้านการซ่อมเพียงพอ หากมีอู่ซ่อมมักเป็นเพียงการซ่อมเพื่อแก้ไขเบื้องต้นหรือการ

ซ่อมแบบประคับประคองเท่านั้น เมื่อมีสิ่งผิดปกติกับเครื่องจักรเกิดขึ้นแต่ยังพอทำงานได้ก็มักไม่แก้ไขที่สาเหตุและมีการฝืนใช้เครื่องจักรต่อไป เช่น การรั่วซึมของของเหลวในระบบต่างๆ ทำให้เกิดการสะสมปัญหาสิ่งผิดปกติของเครื่องจักรและเกิดการเสียเรื้อรังจนเกิดอาการลุกลามและเสียขั้นรุนแรงในที่สุดจนเครื่องจักรใช้การไม่ได้อีกต่อไป ซึ่งยากแก่การแก้ไข ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมกลับคืนสภาพสูงมากรวมทั้งใช้ระยะเวลาในซ่อมนานมากเป็นเวลาหลายเดือนถึงเป็นปี จึงได้เริ่มเก็บรวบรวมและศึกษาข้อมูลเครื่องจักรหนักที่ใช้ในกรณีศึกษาและข้อมูลสภาพปัญหาย้อนหลัง 6 เดือน โดยปัญหาที่พบมี 2 ประเด็นหลัก ได้แก่ ปัญหาการรั่วซึมของของเหลวและปัญหาการเสียของเครื่องจักรกลหนักที่ใช้ในงานสร้างถนน

1.2.1 เครื่องจักรกลหนักที่ใช้ในกรณีศึกษา

เครื่องจักรกลหนักที่ใช้ในกรณีศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้มีทั้งหมด 7 ประเภท จำนวน 33 คัน ซึ่งเป็นเครื่องจักรกลหนักที่ปฏิบัติงานอยู่ในช่วงระยะเวลาของการดำเนินงานวิจัยทั้งหมดเป็นเวลา 2 ปี (ตั้งแต่ มิ.ย. ปี 2560 ถึง พ.ค. ปี 2562) และเป็นเครื่องจักรกลหนักที่นำมาใช้ปฏิบัติงานในหลายกระบวนการของการดำเนินงานก่อสร้างถนน ซึ่งจากการสำรวจเครื่องจักรกลหนักพบว่าอายุของเครื่องจักรกลหนักสามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของเครื่องจักรที่มีอายุน้อยกว่า 5 ปี และกลุ่มของเครื่องจักรที่มีอายุมากกว่า 20 ปี ดังแสดงในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1. 3 จำนวนและกลุ่มอายุของเครื่องจักรกลหนักแต่ละประเภทในกรณีศึกษา

ประเภทของเครื่องจักรกลหนัก	จำนวนเครื่องจักรกลหนัก (คัน)		
	กรณีศึกษาทั้งหมด	กลุ่มที่ 1 อายุ > 20 ปี	กลุ่มที่ 2 อายุ ≤ 5 ปี
รถเกลี่ยดิน	6	2	4
รถบดสั่นสะเทือน	5	2	3
รถบรรทุกน้ำ	6	6	0
รถขุดไฮดรอลิก	7	1	6
รถบรรทุกสิบล้อ	5	2	3
รถบดล้อยาง	2	2	0
รถตักล้อยาง	2	0	2
รวม	33	15	18

จากตารางที่ 1.3 จะเห็นได้ว่ามีเครื่องจักรกลหนักในกลุ่มที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี จำนวน 18 คัน และกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 20 ปี จำนวน 15 คัน ซึ่งโดยปกติแล้วเครื่องจักรกลหนักเหล่านี้จะถูกกำหนดอายุการใช้งานไว้เพียง 15 ปีเท่านั้น แสดงให้เห็นว่างานสร้างถนนในกรณีศึกษานี้มีการใช้เครื่องจักรกลหนักที่มีอายุการใช้งานเกินกำหนดจำนวนมาก และเครื่องจักรกลุ่มนี้น่าจะมีโอกาสที่จะเกิดการเสียสูงกว่ากลุ่มเครื่องจักรที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี จึงส่งผลให้มีโอกาสค่อนสูงที่จะกระทบต่อการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการได้ล่าช้าและไม่เป็นไปตามแผน

แต่อย่างไรก็ตาม ลักษณะของการใช้งานเครื่องจักรกลหนักมักจะใช้งานกลุ่มที่มีอายุไม่เกิน 5 ปีเป็นหลัก ส่วนกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 20 ปีมักใช้เป็นเครื่องจักรสำรองในกรณีที่มีเครื่องจักรไม่เพียงพอในการปฏิบัติงาน และหากสังเกตประเภทของรถบรรทุกน้ำและรถบดล้อยางจะพบว่าเครื่องจักรกลหนักทั้งหมดที่นำมาใช้งานอยู่ในกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 20 ปี คาดว่าเนื่องมาจากเครื่องจักรกลหนักเหล่านี้รับภาระงานที่ไม่หนัก จึงไม่ต้องใช้กำลังหรือสมรรถนะที่สูงในการปฏิบัติงานเทียบเท่ากับเครื่องจักรกลหนักประเภทอื่นๆ หากเครื่องจักรกลหนักเหล่านี้ยังสามารถใช้งานได้ จึงถือว่ามีประสิทธิภาพที่เพียงพอต่อการใช้ปฏิบัติงานสร้างถนน

1.2.2 ปัญหาการรั่วซึมของของเหลว

ในระบบการทำงานของเครื่องจักรกลหนักจำเป็นต้องมีระบบของเหลวสำหรับหล่อลื่นชิ้นส่วนและกลไกต่างๆภายในระบบหรือของเหลวที่ใช้เพื่อส่งกำลังในการขับเคลื่อน เช่น น้ำมันเครื่อง น้ำมันไฮดรอลิก น้ำมันเกียร์ เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการหล่อลื่นที่ดีของเหลวในระบบจะต้องสามารถคงทนในระหว่างการรับภาระงานของชิ้นส่วนนั้น โดยที่ของเหลวจะต้องยังต้องคงปริมาตรเดิมและจะต้องไม่ถูกเฉือนตัวได้อย่างง่ายดายเกินไป แสดงให้เห็นว่าหากปริมาตรของของเหลวในระบบเปลี่ยนแปลงไป อาจคาดได้ว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้นกับเครื่องจักรกลหนัก

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลความผิดปกติการใช้ของเหลวในระบบ พบว่าเครื่องจักรกลหนักจำนวนมากมีการเติมของเหลวบ่อยครั้ง เนื่องจากมีการรั่วซึมหรือพร่องของของเหลวในระบบ ซึ่งถือเป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นและเป็นปัญหาที่เรื้อรัง ไม่ได้รับการแก้ไข ดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1. 4 การสูญเสียของของเหลว (ข้อมูลระหว่างเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2560)

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	จำนวนครั้งที่ต้องเติมของเหลว (จำนวนลิตรของของเหลวที่เติม*)		
		น้ำมันเครื่อง	น้ำมันไฮดรอลิก	น้ำมันเกียร์
รถเกลี่ยดิน	1	20 ครั้ง 159 ลิตร	16 ครั้ง 134 ลิตร	9 ครั้ง 53 ลิตร
	2	24 ครั้ง 143 ลิตร	22 ครั้ง 156 ลิตร	10 ครั้ง 34 ลิตร
	3	44 ครั้ง 286 ลิตร	27 ครั้ง 192 ลิตร	16 ครั้ง 95 ลิตร
	4	20 ครั้ง 103 ลิตร	11 ครั้ง 49 ลิตร	5 ครั้ง 29 ลิตร
	5	40 ครั้ง 203 ลิตร	21 ครั้ง 78 ลิตร	14 ครั้ง 83 ลิตร
	6	5 ครั้ง 22 ลิตร	7 ครั้ง 32 ลิตร	4 ครั้ง 19 ลิตร
รถบดสั่นสะเทือน	1	9 ครั้ง 62 ลิตร	13 ครั้ง 186 ลิตร	-
	2	8 ครั้ง 53 ลิตร	20 ครั้ง 190 ลิตร	-
	3	12 ครั้ง 62 ลิตร	8 ครั้ง 50 ลิตร	-
	4	4 ครั้ง 36 ลิตร	7 ครั้ง 124 ลิตร	-
	5	7 ครั้ง 28 ลิตร	9 ครั้ง 36 ลิตร	-
รถบรรทุกน้ำ	1	7 ครั้ง 42 ลิตร	-	6 ครั้ง 28 ลิตร
	2	6 ครั้ง 48 ลิตร	-	4 ครั้ง 15 ลิตร
	3	4 ครั้ง 44 ลิตร	-	4 ครั้ง 20 ลิตร
	4	5 ครั้ง 18 ลิตร	-	4 ครั้ง 9 ลิตร
	5	3 ครั้ง 26 ลิตร	-	2 ครั้ง 13 ลิตร
	6	7 ครั้ง 28 ลิตร	-	5 ครั้ง 22 ลิตร
รถขุดไฮดรอลิก	1	12 ครั้ง 35 ลิตร	10 ครั้ง 158 ลิตร	-
	2	5 ครั้ง 14 ลิตร	7 ครั้ง 85 ลิตร	-
	3	2 ครั้ง 4 ลิตร	2 ครั้ง 6 ลิตร	-
	4	2 ครั้ง 4 ลิตร	2 ครั้ง 15 ลิตร	-
	5	4 ครั้ง 12 ลิตร	6 ครั้ง 45 ลิตร	-
	6	2 ครั้ง 4 ลิตร	3 ครั้ง 15 ลิตร	-
	7	3 ครั้ง 8 ลิตร	4 ครั้ง 35 ลิตร	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	จำนวนครั้งที่ต้องเติมของเหลว (จำนวนลิตรของของเหลวที่เติม*)		
		น้ำมันเครื่อง	น้ำมันไฮดรอลิก	น้ำมันเกียร์
รถบรรทุกสิบล้อ	1	21 ครั้ง 43 ลิตร	14 ครั้ง 70 ลิตร	3 ครั้ง 25 ลิตร
	2	38 ครั้ง 80 ลิตร	11 ครั้ง 52 ลิตร	3 ครั้ง 16 ลิตร
	3	7 ครั้ง 16 ลิตร	8 ครั้ง 40 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร
	4	6 ครั้ง 16 ลิตร	8 ครั้ง 40 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร
	5	3 ครั้ง 6 ลิตร	2 ครั้ง 10 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร
รถบดล้อยาง	1	6 ครั้ง 24 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	7 ครั้ง 55 ลิตร
	2	5 ครั้ง 19 ลิตร	2 ครั้ง 10 ลิตร	2 ครั้ง 20 ลิตร
รถตักล้อยาง	1	19 ครั้ง 76 ลิตร	9 ครั้ง 48 ลิตร	2 ครั้ง 25 ลิตร
	2	31 ครั้ง 115 ลิตร	12 ครั้ง 60 ลิตร	2 ครั้ง 40 ลิตร

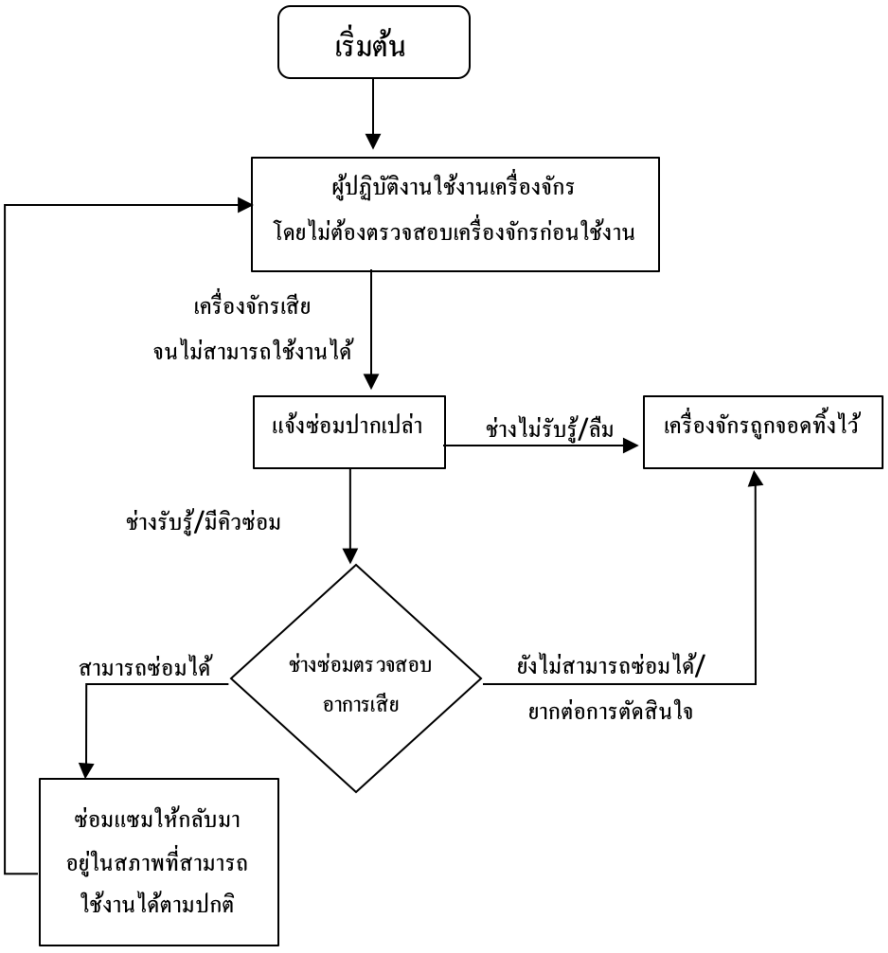
*ปริมาณของเหลวที่สูญเสียคิดมาจากปริมาณของเหลวที่เติมเข้าไปทดแทนที่รั่วซึมหรือพร่อง

ภาพที่ 1. 4 ตัวอย่างน้ำมันเครื่องรั่วของรถบรรทุกน้ำ

1.2.3 ปัญหาการเสียของเครื่องจักรกลหนักที่ใช้ในงานสร้างถนน

การเสียที่ลุกลามและรุนแรงของเครื่องจักรกลหนักจนไม่สามารถใช้งานได้ มักเกิดจากการใช้งานเครื่องจักรโดยขาดการบำรุงรักษาและละเลยข้อควรปฏิบัติ เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง การขาดการเอาใจใส่เครื่องจักรด้วยการตรวจสอบเบื้องต้น เช่นการตรวจระดับน้ำมันหล่อลื่น และการขาด

การสังเกตว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น เช่น มีความร้อนเกิดขึ้นสูงกว่าปกติ มีการรั่วซึมของน้ำมันหล่อลื่น หรือมีสัญญาณเตือน ซึ่งหากได้รับการแก้ไขปรับปรุงแล้วย่อมไม่เกิดการลุกลามและรุนแรง ซึ่งสอดคล้องกับการเก็บข้อมูลสภาพปัญหาที่พบว่าผู้ใช้งานเครื่องจักรมีการปฏิบัติงานโดยใช้งานเครื่องจักรโดยขาดการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันก่อนใช้งาน และมีการแจ้งซ่อมด้วยวาจาเมื่อเครื่องจักรเสียจนกระทั่งไม่สามารถใช้งานได้ ซึ่งมีผลทำให้เครื่องจักรมักถูกจอดทิ้งไว้โดยไม่ได้รับการแก้ไข ดังภาพที่ 1.5



ภาพที่ 1. 5 ผังการไหลการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง

งานวิจัยนี้จึงได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลการเสียของเครื่องจักรกลหนัก และพบว่าลักษณะการเสียของเครื่องจักรกลหนัก สามารถแบ่งตามระบบการทำงานได้ 5 ระบบ ได้แก่ ระบบเครื่องยนต์ ระบบไฮดรอลิก ระบบเกียร์ ระบบเบรก และระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่าง แสดงดังตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1. 5 สถิติของลักษณะการเสียที่ทำให้เครื่องจักรกลหนักหยุดงานเกินกว่าสามวัน (ข้อมูลระหว่างเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2560)

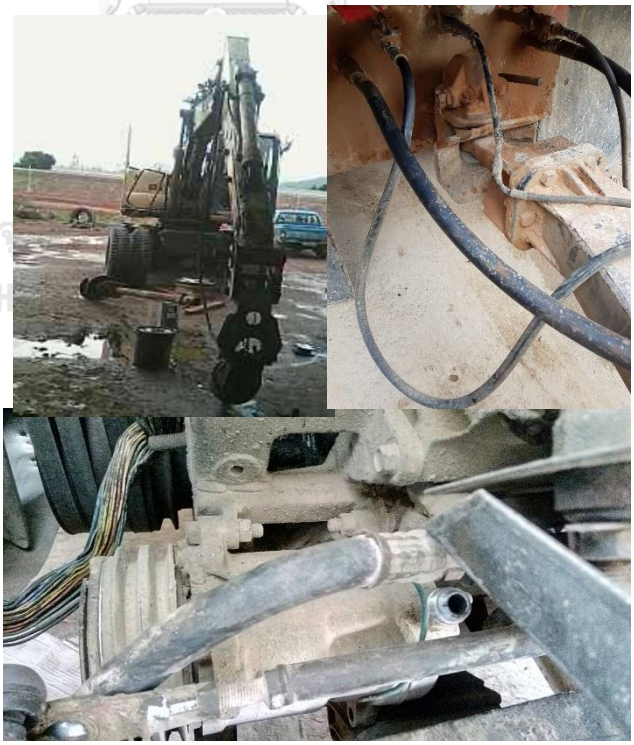
ระบบ	ลักษณะการเสียของเครื่องจักรกลหนัก	จำนวนครั้ง	ความถี่การหยุดงานของเครื่องจักร			
			4-7วัน	8-14 วัน	15-30 วัน	>30 วัน
ระบบเครื่องยนต์	เครื่องยนต์มีความร้อนสูง	12	6	6	-	-
	สตาร์ทติดยาก/ไม่ติด	11	9	2	-	-
	หม้อน้ำดัน น้ำเข้าเครื่อง	8	4	4	-	-
	หม้อน้ำแห้ง/รั่ว/ชำรุด	7	5	2	-	-
	ปั๊มน้ำรั่ว/แตก/ขัดข้อง	6	4	2	-	-
	เครื่องยนต์น็อค/เสีย	6	1	2	1	2
	เครื่องยนต์ไม่มีกำลัง	6	3	2	1	-
	ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	5	1	3	1	-
	ชาฟท์ละลาย	4	-	-	1	3
	ใบพัดหม้อน้ำหัก	3	2	1	-	-
	ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงขัดข้อง	2	-	2	-	-
	เทอร์โบขาด	2	2	-	-	-
	กินน้ำมันเครื่อง	2	-	1	1	-
	น้ำมันเข้าเครื่อง	2	2	-	-	-
	ลูกสูบไหม้/ติด	1	-	-	1	-
	น้ำมันเครื่องเข้าหม้อน้ำ	1	1	-	-	-
ระบบไฮดรอลิก	สายไฮดรอลิกแตก	19	16	3	-	-
	ระบบไฮดรอลิกขัดข้อง	10	3	5	1	1
	ปั๊มไฮดรอลิกรั่ว/ชำรุด	6	2	3	1	-
	กระบอกไฮดรอลิกรั่ว	4	1	3	-	-
	ระบบสั่นสะเทือนขัดข้อง	3	2	1		
ระบบเกียร์	เกียร์ขัดข้อง	18	10	6	1	1
	คลัทช์เสีย/ไหม้	3	3	-	-	-
	ปั๊มคลัทช์ขัดข้อง	3	3	-	-	-
	รถไม่มีกำลัง	2	1	1	-	-
ระบบเบรก	เบรกขัดข้อง	13	11	2	-	-
	ปั๊มลมรั่ว/แตก/ขัดข้อง	5	4	1		

ระบบ	ลักษณะการเสียของเครื่องจักรกลหนัก	จำนวนครั้ง	ความถี่การหยุดงานของเครื่องจักร			
			4-7วัน	8-14 วัน	15-30 วัน	>30 วัน
ระบบเบรก	หม้อลมเบรกรั่ว/ชำรุด	4	3	1	-	-
	สายลมรั่ว/แตก	4	4	-	-	-
	กระบอกเบรกแตก	2	1	1	-	-
ระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่าง	แหนบหัก	9	9	-	-	-
	เพลาขาด	9	8	1	-	-
	พวงมาลัยขัดข้อง	6	4	2	-	-
	บังคับเลี้ยวยาก	4	2	2	-	-
	เฟืองกำลังชำรุด	2	-	2	-	-
	ลูกหมากกระบอกเลี้ยวขาด	2	2	-	-	-
	ปั๊มเพาเวอร์รั่ว/ชำรุด	2	2	-	-	-
	ยอยเพลากลาง/หน้าแตก	2	1	1	-	-
	ล้อหลุด	2	2	-	-	-
	สายคันเร่งขาด	2	2	-	-	-
	มอเตอร์คันเร่ง	1	-	1	-	-
	น้ำมันเพาเวอร์ดันกลับ	1	1	-	-	-
รวม		216	137	63	10	6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 1.5 พบว่าลักษณะของการเสียเหล่านี้มักทำให้เครื่องจักรต้องหยุดงานเกินสามวันเพื่อซ่อมแซมและแก้ไข การเสียเหล่านี้จึงค่อนข้างส่งผลกระทบต่อกระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอนในงานก่อสร้างถนน โดยเฉพาะในกรณีของการเกิดชาฟท์ละลายและเครื่องยนต์น็อคหรือเสียระบบไฮดรอลิกขัดข้องและเกียร์ขัดข้องนั้นทำให้เครื่องจักรต้องหยุดงานนานเกินกว่า 30 วัน หากผู้ใช้งานปล่อยปละละเลยให้เครื่องจักรเกิดการเสียในลักษณะนี้จำนวนมาก ทำให้โอกาสที่การทำงานจะหยุดชะงัก ล่าช้า และไม่เป็นไปตามแผนนั้นมีค่อนข้างสูง

ภาพที่ 1. 6 ตัวอย่างสภาพการเสียของเครื่องจักรในระบบเครื่องยนต์ (เครื่องยนต์น็อค)



ภาพที่ 1. 7 ตัวอย่างสภาพการเสียของเครื่องจักรในระบบไฮดรอลิก (สายไฮดรอลิกแตก/ขาด/ชำรุด)

ภาพที่ 1. 8 ตัวอย่างสภาพการเสียของเครื่องจักรในระบบเกียร์ (ระบบเกียร์ขัดข้องและคลัทช์ชำรุด)

ภาพที่ 1. 9 ตัวอย่างสภาพการเสียของเครื่องจักรในระบบเบรก (เบรกขัดข้อง)

ภาพที่ 1. 10 ตัวอย่างสภาพการเสียของเครื่องจักรในระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่าง

เมื่อแจกแจงการเสียในแต่ละระบบของเครื่องจักรกลหนัก โดยแบ่งตามประเภทของเครื่องจักร ดังตารางที่ 1.6 แสดงให้เห็นว่าการเสียส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นในระบบเครื่องยนต์ และรถบรรทุกน้ำเป็นประเภทที่เกิดการเสียจำนวนมากที่สุด คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากรถบรรทุกน้ำทั้งหมดอยู่ในกลุ่มของเครื่องจักรที่มีอายุมากกว่า 20 ปี จึงมีโอกาสที่จะเกิดการเสียสูงกว่ากลุ่มของเครื่องจักรที่มีอายุไม่เกิน 5 ปีดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้า

ตารางที่ 1. 6 สถิติการเสียของเครื่องจักรกลหนักในแต่ละระบบที่ต้องหยุดงานเกินกว่าสามวัน โดยแบ่งตามประเภทของเครื่องจักร (ข้อมูลระหว่างเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2560)

ประเภทเครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	จำนวนครั้งของการเสียในแต่ละระบบที่เครื่องจักรต้องหยุดงานเกินสามวัน				
		เครื่องยนต์	ไฮดรอลิก	เกียร์	เบรก	บังคับเลี้ยวและช่วงล่าง
รถเกลี่ยดิน	6	15	14	4	4	4
รถบดสั่นสะเทือน	5	13	13	-	-	6
รถบรรทุกน้ำ	6	30	-	13	18	20
รถขุดไฮดรอลิก	7	6	9	-	-	2
รถบรรทุกสิบล้อ	5	5	4	3	3	5
รถบดล้อยาง	2	5	-	4	3	2
รถตักล้อยาง	2	4	2	2	-	3
รวม	33	78	42	26	28	42

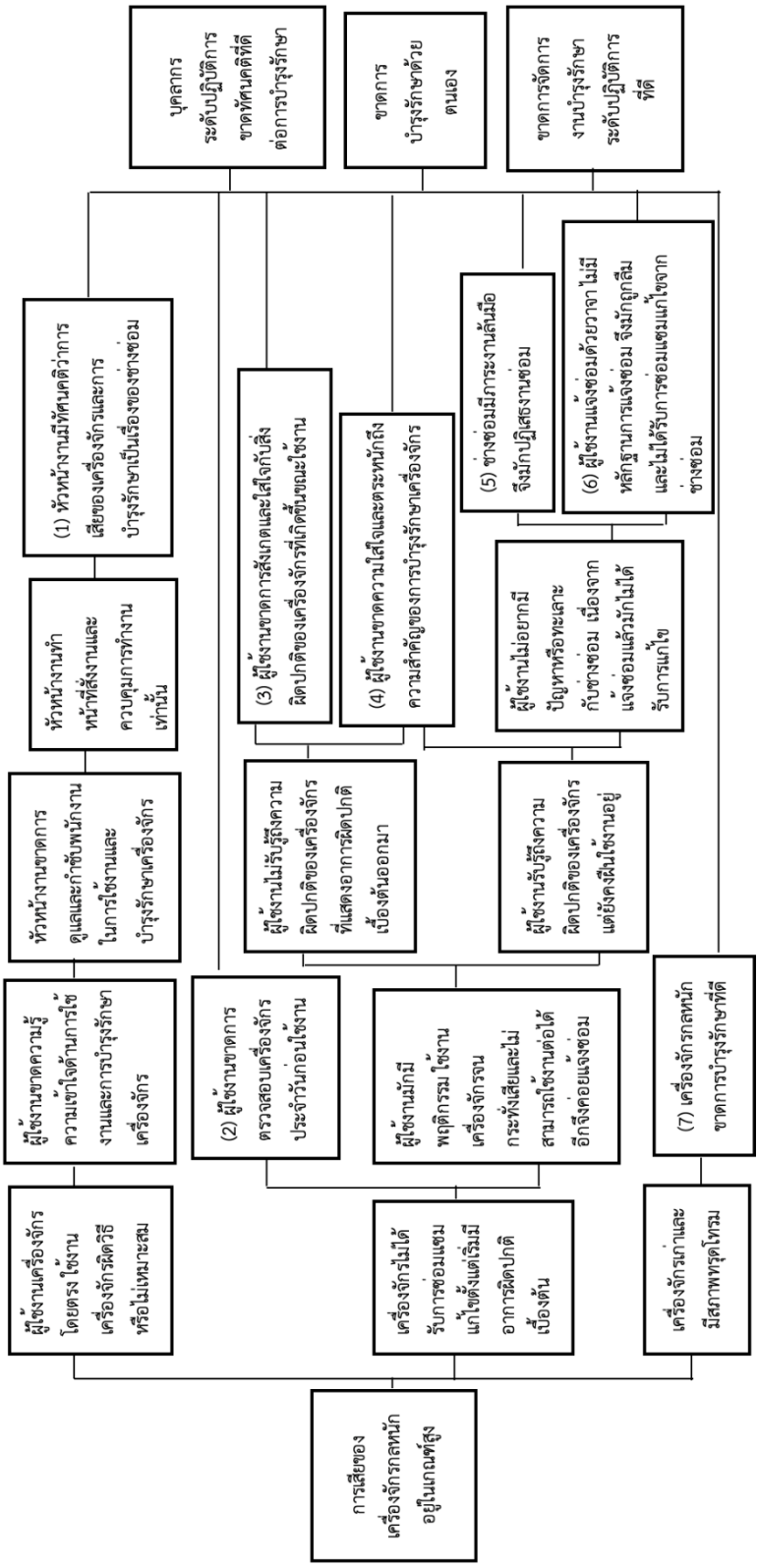
1.2.4 การวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

จากปัญหาการรั่วซึมของของเหลวที่เกิดขึ้นเรื้อรังและไม่ได้รับการแก้ไข จนนำมาสู่ปัญหาการเสียของเครื่องจักร ในลักษณะต่าง ๆ และมีหลายกรณีที่ต้องใช้ระยะเวลานานในการซ่อมแซมแก้ไข ดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้า ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานที่ต้องหยุดชะงัก ล่าช้าและไม่เป็นไปตามแผนได้ จึงได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุสำหรับปัญหาการเสียของเครื่องจักรอยู่ในเกณฑ์สูงในด้านการจัดการ โดยใช้เครื่องมือ Why-Why Analysis ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 1.11

ผลจากวิเคราะห์หารากของสาเหตุสำหรับปัญหาการเสียของเครื่องจักรกลหนักอยู่ในเกณฑ์สูงในด้านการจัดการ พบว่ารากของสาเหตุมีทั้งหมด 7 สาเหตุ เมื่อมาจัดกลุ่มของสาเหตุให้เป็นกลุ่มจะได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ (1) บุคลากรระดับปฏิบัติการขาดทัศนคติที่ดีต่อการบำรุงรักษา (2) ขาดการบำรุงรักษาด้วยตนเอง และ (3) ขาดการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการที่ดี ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบด้วยรากของสาเหตุ ดังตารางที่ 1.7 และสามารถสรุปได้ว่าเกิดจากบุคลากรระดับปฏิบัติการ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ใช้งานเครื่องจักรโดยตรง หัวหน้างาน และช่างซ่อมล้วนขาดการดูแล เอาใจใส่ และบำรุงรักษาเครื่องจักร

ตารางที่ 1. 7 การจัดกลุ่มรากของสาเหตุ

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
บุคลากรระดับปฏิบัติการขาดทัศนคติที่ดีต่อการบำรุงรักษา	**ขาดการบำรุงรักษาด้วยตนเอง**	**ขาดการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการที่ดี**
1. หัวหน้ามีทัศนคติว่าการเสียหายของเครื่องจักรกลหนักเป็นเรื่องของช่างซ่อม (1) 2. ผู้ใช้งานขาดความใส่ใจและตระหนักถึงความสำคัญของการบำรุงรักษาเครื่องจักร (4) 3. ช่างซ่อมมีภาระงานล้นมือจึงมักปฏิเสธงานซ่อม (5)	1. ผู้ใช้งานขาดการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันก่อนใช้งาน (2) 2. ผู้ใช้งานขาดการสังเกตและใส่ใจกับสิ่งผิดปกติของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นขณะใช้งานประจำวัน (3)	1. ผู้ใช้งานแจ้งซ่อมด้วยวาจาไม่มีหลักฐานการแจ้งซ่อม จึงมักถูกลืมและไม่ได้รับการซ่อมแซมแก้ไขจากช่างซ่อม (6) 2. เครื่องจักรกลหนักขาดการบำรุงรักษาที่ดี (7)



ภาพที่ 1. 11 การวิเคราะห์หารากของสาเหตุการเสียของเครื่องจักรลดหนักอยู่ในเกณฑ์สูงโดยใช้เครื่องมือ Why-Why Analysis

จากปัญหาที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่ามีสาเหตุหลักมาจากการขาดการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลหนักในระดับปฏิบัติการ จากการสำรวจและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะพัฒนาระบบการบำรุงรักษาของเครื่องจักรกลหนักในงานก่อสร้างถนน โดยมุ่งเน้นการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous maintenance, AM) มาประยุกต์ใช้เป็นส่วนสำคัญของระบบการบำรุงรักษา เนื่องจากหน่วยงานก่อสร้างมีข้อจำกัด จึงไม่สามารถทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้เต็มรูปแบบหรือทำการซ่อมกรณีที่เครื่องจักรเสียได้อย่างสมบูรณ์แบบ

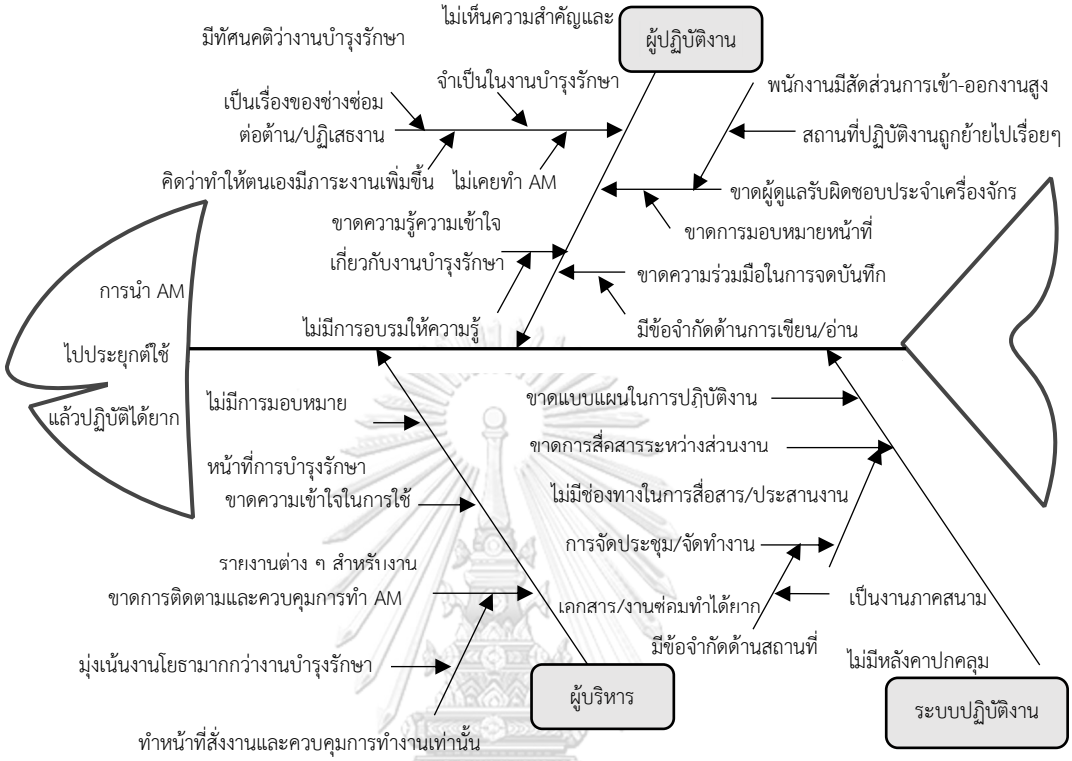
โดยปกติหน่วยงานก่อสร้างนั้นมีผู้ใช้งานประจำแต่ละเครื่องจักรกลหนักอยู่แล้ว และเชื่อว่าผู้ใช้งานเครื่องจักรโดยตรงเหล่านี้ (ระดับปฏิบัติการ) ย่อมมีโอกาสรับรู้ถึงสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรได้เร็ว ถ้าหากมีระบบการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการที่ดีและสามารถสร้างความร่วมมือให้ผู้ใช้เครื่องจักรช่วยเอาใจใส่เครื่องจักร มีการใช้งานและบำรุงรักษาเบื้องต้นให้ถูกวิธี ช่วยดำเนินการตรวจสอบอย่างง่ายและสังเกตความผิดปกติแล้วมีการรายงานให้แก้ไข เชื่อว่าสามารถลดปัญหาการเสียของเครื่องจักรได้

อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างเดียวนั้นอาจไม่เพียงพอในการที่จะลดปัญหาการเสียที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรทั้งหมดลงได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้สนใจนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ร่วมด้วยโดยเน้นเฉพาะเรื่องที่หน่วยงานมีความพร้อมของอุปกรณ์ เครื่องมือและบุคลากรอยู่แล้วจะดำเนินการเอง ส่วนกรณีที่อยู่นอกเหนือความสามารถและมีค่าใช้จ่ายสูงอาจจะต้องมีการพิจารณาวางแผนตามความเหมาะสมต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยระหว่างที่ได้ทำการวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้มีการนำการบำรุงรักษาด้วยตนเองไปปฏิบัติในช่วงต้นพบว่าไม่ได้รับความร่วมมือจากระดับปฏิบัติการและหัวหน้างานซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการนำ AM ไปประยุกต์ใช้ในองค์กร ดังนั้น จึงต้องสำรวจและทบทวนวรรณกรรมเพื่อหาวิธีการที่ทำให้เกิดความร่วมมือขึ้น จึงได้มีการสร้างทีมงานในเบื้องต้นซึ่งประกอบด้วย ผู้บริหาร หัวหน้าช่างซ่อมบำรุง และหัวหน้างาน เพื่อร่วมกันระดมความคิดในการวิเคราะห์ปัญหาการนำ AM ไปประยุกต์ใช้ในงานสร้างถนนแล้วปฏิบัติได้ยาก โดยวิเคราะห์ด้วยผังเหตุและผลดังภาพที่ 1.12 ส่วนคำอธิบายได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.8 และสามารถสรุปประเด็นของสาเหตุได้สามประเด็น ได้แก่ (1) ขาดการจัดการงานบำรุงรักษาในระดับปฏิบัติการ (2) บุคลากรขาดทัศนคติที่ดีต่อการบำรุงรักษา และ (3) ขาดระบบรายงานการบำรุงรักษา ซึ่งประเด็นที่ได้ค่อนข้างสอดคล้องกับกับผลการจัดกลุ่มราก

ของสาเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์หารากสาเหตุของปัญหาการเสียของเครื่องจักรที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้ก่อนหน้า



ภาพที่ 1. 12 ผังเหตุและผลของปัญหาการนำ AM ไปประยุกต์ใช้ในงานสร้างถนนแล้วปฏิบัติได้ยาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการสรุปประเด็นของสาเหตุทั้งสาม อันได้แก่ (1) ขาดการจัดการงานบำรุงรักษาในระดับปฏิบัติการ (2) บุคลากรขาดทัศนคติที่ดีต่อการบำรุงรักษา และ (3) ขาดระบบรายงานการบำรุงรักษา จึงนำมาสู่การปรับปรุงแก้ไข และได้วางแผนให้สามประเด็นถูกดำเนินไปพร้อมกัน โดยเป็นการพัฒนาระบบการบำรุงรักษา ที่ประกอบด้วยการจัดการงานบำรุงรักษาสำหรับระดับปฏิบัติการ และมีการปรับทัศนคติ การเปลี่ยนแปลงวิธีการปฏิบัติงานให้มีการตรวจสอบเครื่องจักรของผู้ใช้เครื่องจักรก่อนการปฏิบัติงานประจำวันนั้น ได้มีการประชุมกันและกำหนดแนวทางแก้ไขให้ครอบคลุมสาเหตุทั้งสามประเด็นแบ่งออกเป็นแนวทางแก้ไขทางด้านการจัดการและด้านเทคนิค ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 1.8

ตารางที่ 1. 8 แนวทางการแก้ไขด้านการจัดการและด้านเทคนิคที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหา

ประเด็นของสาเหตุ	รากของสาเหตุ	คำอธิบายความเชื่อมโยง	แนวทางแก้ไข	
			ด้านการจัดการ	ด้านเทคนิค
(1) ขาดการจัดการงานบำรุงรักษาในระดับปฏิบัติการ (2) บุคลากรขาดความรู้และทัศนคติที่ดีต่อการบำรุงรักษา (3) ขาดระบบรายงานการบำรุงรักษา	ไม่มีการมอบหมายหน้าที่การทำ AM ที่ชัดเจน และไม่มีผู้รับผิดชอบประจำเครื่องจักร	พนักงานมีสัดส่วนการเข้าออกจากงานสูง เนื่องจากมีการย้ายสถานที่ทำงานเมื่อจบแต่ละโครงการ พนักงานจึงมักไม่ใช่พนักงานประจำ	ผู้บริหารมอบหมายหน้าที่ให้ผู้ประจำเครื่องจักรตรวจสอบประจำวันก่อนการใช้งาน	จัดทำรายการตรวจเครื่องจักรประจำวัน
	ขาดการจัดทำแผนการประยุกต์ใช้ AM	ไม่มีการสอนวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง ทำให้การนำ AM มาใช้โดยไม่วางแผนประยุกต์ใช้นั้นทำได้ยาก	คัดเลือกเครื่องจักรกำหนดเป้าหมายแล้ววางแผนการประยุกต์ใช้ AM โดยคำนึงถึงความสะดวก รวดเร็วและปฏิบัติได้ง่ายที่สุด จากนั้นติดตามการดำเนินการ	อบรมให้ความรู้แก่พนักงานเกี่ยวกับ AM ส่วนประกอบของเครื่องจักร และหน้าที่ของส่วนประกอบ รวมถึงการปรับปรุงต่างๆ ให้เครื่องจักรมีความพร้อมใช้งาน
	พนักงานขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องจักรอย่างถูกต้องและระมัดระวัง			
	ผู้ปฏิบัติงานมักปฏิเสธภาระงานที่เพิ่มขึ้น	พนักงานไม่เคยตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน และมีข้อจำกัดด้านการอ่านเขียน	ผู้บริหารมอบหมายหน้าที่ให้ผู้ประจำเครื่องจักรตรวจสอบประจำวันก่อนการใช้งาน	จัดทำแบบฟอร์มให้ง่ายต่อการบันทึกข้อมูลเมื่อตรวจประจำวัน เช่น ใช้การทำเครื่องหมายแทนการเขียน
	ไม่ให้ความร่วมมือในการจดบันทึกในแบบฟอร์มการตรวจตราเครื่องจักร			
	ไม่เห็นความสำคัญและจำเป็นในงานบำรุงรักษา	พนักงานไม่เห็นถึงข้อมูลความสิ้นเปลืองของเหลวและความผิดปกติของเครื่องจักรที่นำมาสู่การเกิดการเสีย	กำหนดให้มีรายงานความผิดปกติและข้อมูลความสิ้นเปลืองของการใช้ของเหลวของเครื่องจักร	การติดป้ายแขวนแสดงความผิดปกติของเครื่องจักร
	ผู้บริหารไม่มีความเข้าใจด้านการใช้รายงานต่างๆ สำหรับการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ	เมื่อผู้บริหารไม่เข้าใจและไม่นำรายงานต่างๆในงานบำรุงรักษามาใช้ควบคุมและติดตามผล ทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่เห็นถึงความสำคัญและรู้สึกไม่อยากปฏิบัติตามแผนการบำรุงรักษา	จัดให้มีระบบการรายงานการบำรุงรักษา จัดให้มีเอกสารควบคุมประกอบกิจกรรมการบำรุงรักษา และเพื่อจัดทำรายงานสำหรับใช้ในการประชุม	อบรมให้ความรู้แก่ผู้บริหารในการใช้รายงานต่างๆ เพื่อประโยชน์ต่อการจัดการงานบำรุงรักษา
	ขาดช่องทางการสื่อสารระหว่างส่วนงานและขาดการรายงานความผิดปกติของเครื่องจักรและการบำรุงรักษา	ผู้บริหารจะทราบเมื่อเครื่องจักรเสียหายมากจนไม่สามารถใช้งานได้ ทำให้มีความล่าช้าในการแก้ไข การอนุมัติซ่อมและจัดซื้ออะไหล่ในการซ่อมเครื่องจักร	ผู้บริหารระดับสูงสนับสนุนการทำกิจกรรม AM สร้างระบบรายงาน และสร้างช่องทางตรวจสอบการบำรุงรักษาในระดับปฏิบัติการผ่านการประชุมทีมงานประจำสัปดาห์	จัดทำเอกสารประกอบการประชุมประจำสัปดาห์
	ผู้บริหารและหัวหน้างานมุ่งเน้นงานโยธาให้ได้ตามข้อกำหนดและทันส่งมอบ	ไม่มีนโยบายและวาระการประชุมด้านการจัดการงานบำรุงรักษา มีเพียงวาระความก้าวหน้าของงานโยธา		

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

พัฒนาระบบการบำรุงรักษาของเครื่องจักรกลหนักสำหรับการก่อสร้างถนน

1.4 ตัวชี้วัดของงานวิจัย

1.4.1 การรั่วซึมของของเหลว

1.4.2 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของเครื่องจักร

1.4.3 สัดส่วนการเสียของเครื่องจักรกลหนัก

1.4.4 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1.5.1 เครื่องจักรกลหนักในงานก่อสร้างทางหลวงในกรณีศึกษานี้ เป็นเครื่องจักรกลหนักที่ปฏิบัติงานในช่วงระยะเวลาของการดำเนินวิจัยตลอด 2 ปี ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรกลหนักทั้งหมด 7 ประเภท 33 คัน ดังนี้ 1) รถเกลี่ยดิน 6 คัน 2) รถบดสั่นสะเทือน 5 คัน 3) รถบรรทุกน้ำ 6 คัน 4) รถขุดไฮดรอลิก 7 คัน 5) รถบรรทุกสิบล้อ 5 คัน 6) รถบดล้อยาง 2 คัน และ 7) รถตักล้อยาง 2 คัน

1.5.2 ทำการศึกษาข้อมูลงานก่อสร้างทางหลวงมอเตอร์เวย์บางใหญ่-กาญจนบุรี (ช่วงบ้านหนองขาว อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี)

1.5.3 ระบบการบำรุงรักษาสำหรับงานก่อสร้างทางหลวงนี้ เน้นที่การทำให้การบำรุงรักษาด้วยตนเองได้เป็นระบบก่อนแล้วจึงเสริมด้วยแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทั้งนี้คำนึงถึงความสอดคล้องกับทรัพยากรที่มีอยู่และมีการใช้ทรัพยากรนั้นให้คุ้มค่า

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 ผู้ที่ใช้งานเครื่องจักรกลหนักโดยตรงมีความตระหนักและใส่ใจในงานบำรุงรักษาเครื่องจักรมากขึ้น

1.6.2 ลดความขัดแย้งของบุคลากรที่ต้องทำงานร่วมกันระหว่างส่วนงาน

1.6.3 สามารถนำระบบการบำรุงรักษานี้ไปประยุกต์ใช้กับงานก่อสร้างอื่นๆ ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การบำรุงรักษาเครื่องจักร

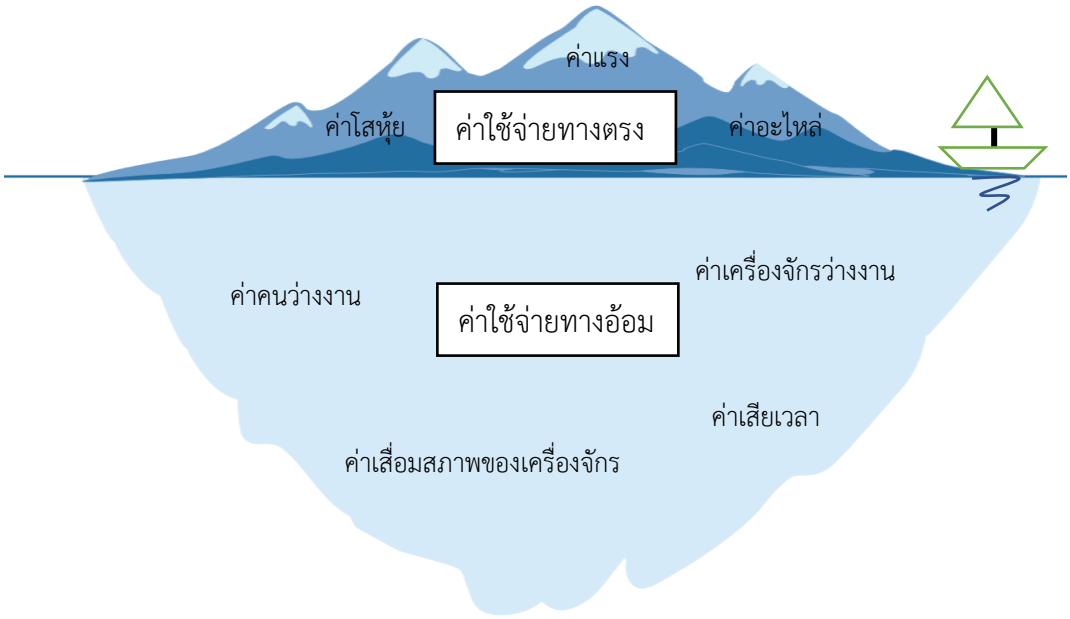
2.1.1 ความสำคัญของการบำรุงรักษาเครื่องจักร

การบำรุงรักษา นอกจากจะสามารถช่วยยืดอายุการทำงานของเครื่องจักรและป้องกันการชำรุดเสียหายขณะใช้งานได้แล้ว ยังสามารถที่จะที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตได้อีกด้วย ซึ่งการบำรุงรักษาจะช่วยลดโอกาสและเวลาที่เครื่องจักรจะหยุดชะงักจากการขัดข้องระหว่างใช้งาน รวมถึงลดโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุหรืออันตรายจากการชำรุดของเครื่องจักรได้

โดย วินัย เวชวิทยาขลัง (2550) ได้กล่าวว่าหากมีการบริหารจัดการการบำรุงรักษาที่ดี มีระบบติดตามผลที่ดี จะทำให้เกิดผลที่ดี ทั้งทางด้านการผลิต คุณภาพ การส่งมอบงาน รวมถึงสามารถลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และลดต้นทุนของสินค้าลงได้ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินขององค์กรอีกด้วย

ในงานบำรุงรักษาสิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ค่าใช้จ่ายในงานบำรุงรักษา โดย Pintelon (1990) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายของบำรุงรักษาสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตว่าเปรียบเทียบได้กับภูเขาน้ำแข็งในมหาสมุทร ดังภาพที่ 2.1 โดยส่วนที่อยู่เหนือมหาสมุทรเปรียบได้กับค่าใช้จ่ายทางตรงของการบำรุงรักษา (Direct maintenance cost) ส่วนที่อยู่ใต้มหาสมุทรเปรียบได้กับค่าใช้จ่ายทางอ้อม (Maintenance related cost) ค่าใช้จ่ายส่วนนี้เกิดจากการขาดการจัดการงานบำรุงรักษาที่เหมาะสม

สำหรับค่าใช้จ่ายทางตรงในงานบำรุงรักษา เช่น ค่าแรง ค่าอะไหล่ ค่าวัสดุ ค่าโสหุ้ย เป็นต้น เปรียบได้กับภูเขาน้ำแข็งส่วนบนที่ลอยพ้นมหาสมุทรที่ทุกคนสามารถมองเห็น รับรู้ และตระหนักกันดีอยู่แล้ว แต่สิ่งที่คนส่วนใหญ่มองข้ามหรือมองไม่เห็น คือ ค่าใช้จ่ายทางอ้อม เช่น ค่าเสียเวลา ค่าคนว่างงาน ค่าเครื่องจักรว่างงาน ค่าเสื่อมสภาพของเครื่องจักรที่เร็วกว่าที่ควรเป็น เพราะขาดการบำรุงรักษา เป็นต้น ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้สูงกว่าค่าใช้จ่ายทางตรงมาก แต่กลับถูกมองข้าม และให้ความสำคัญน้อยกว่า หากว่ายิ่งมีความอ่อนแอด้านการจัดการงานบำรุงรักษาแล้ว ยิ่งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายของการบำรุงรักษาที่เกินกว่าที่ควรเป็นมีจำนวนสูงขึ้น จิตรา รู้กิจการพานิช (2560)



ภาพที่ 2. 1 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเปรียบเทียบกับภูเขาน้ำแข็งในมหาสมุทร

2.1.2 ความสำคัญของสารหล่อลื่นกับระบบเครื่องจักร

สุรพล ราษฎร์นุ้ย (2549) ได้กล่าวถึงหัวใจหลักของการใช้สารหล่อลื่น คือ การลดแรงเสียดทานที่จะเกิดขึ้นในระหว่างหน้าสัมผัสของชิ้นส่วนที่ใช้งานทางกล ชะลอการสึกหรอ และการระบายความร้อน ซึ่งสารหล่อลื่นจะต้องสามารถคงทนในระหว่างการรับภาระงานของชิ้นส่วนนั้น โดยสารหล่อลื่นจะต้องยังต้องคงปริมาตรเดิมและจะต้องไม่ถูกเฉือนตัวได้อย่างง่ายดายเกินไป ทำให้สังเกตได้ว่าหากสารหล่อลื่นมีการรั่วซึมหรือมีปริมาตรลดลง นั่นคือ มีการเกิดความผิดปกติของเครื่องจักร

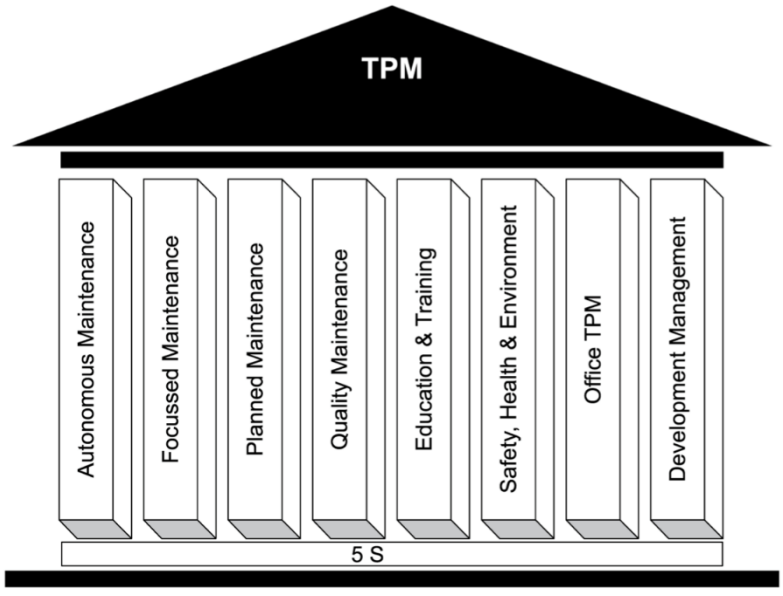
การหล่อลื่นเครื่องจักรเป็นการปฏิบัติงานขั้นพื้นฐานของ AM หลักของการหล่อลื่นคือการลดแรงเสียดทานที่จะเกิดขึ้นในระหว่างหน้าสัมผัสของชิ้นส่วนที่ใช้งานทางกล ชะลอการสึกหรอและการระบายความร้อน การสังเกตถึงความผิดปกติของเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับการบกพร่องของหล่อลื่น เช่น มีรอยรั่วซึม มีคราบน้ำมัน ระดับแสดงปริมาตรของสารหล่อลื่นลดต่ำกว่าที่ควรเป็น มีการปริแตกของท่อ สีของน้ำมันหล่อลื่นผิดปกติ จาระบีแห้ง มีเขม่าควันของเครื่องยนต์ มีการสั่นสะเทือน เสียงและความร้อนมากกว่าปกติ เมื่อพบสิ่งผิดปกติเหล่านี้สามารถสังเกตได้ง่ายด้วยประสาทสัมผัส

ของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ตาดูรอยรั่วซึม หูฟังเสียงที่ผิดปกติ จมูกได้กลิ่นไหม้ สัมผัสความร้อนสูงผิดปกติ หากปล่อยปละละเลยจะนำไปสู่ความเสียหายรุนแรงได้

2.1.3 การบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance ,TPM)

การบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมหรือ TPM มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มการผลิตอย่างชัดเจนในขณะเดียวกันก็เพิ่มขวัญและกำลังใจของพนักงาน และเป็นแนวคิดของการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิผล ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่ครอบคลุมระบบการผลิตและเกี่ยวข้องกับทุกคนภายในองค์กร ธานี อ่วมอ้อ (2546)

การปฏิบัติพื้นฐานของ TPM มักถูกเรียกว่า "เสาหลัก" โดยเสา TPM ทั้งหมดถูกสร้างขึ้นและตั้งอยู่บนเสาแปดเสา Sangameshwran and Jagannathan (2002) เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดระเบียบ การตรวจสอบและการควบคุมผ่านวิธีการตามแปดเสาหลักดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2. 2 เสาหลักของ TPM (รูปภาพจาก Sangameshwran and Jagannathan (2002))

2.1.3.1 เสาหลักที่ 1 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)

การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance, AM) หรือการทำกิจกรรม AM มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาพนักงานดูแลเครื่องจักรให้มีทักษะที่สามารถดูแลรักษาเครื่องจักรได้ด้วยตนเอง มีความรู้และความเข้าใจในกลไกของเครื่องจักร (ธานี 2547) หรือเป็นหลักการที่เน้นให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตนเองจนสามารถบำรุงรักษาขั้นต้นได้ด้วยตนเองและมีความรู้สึกเหมือนเป็นเจ้าของเครื่องจักรนั้น ซึ่งทุกขั้นตอนจะมีฝ่ายซ่อมบำรุงคอยให้ความช่วยเหลืออยู่เสมอ (Prickett 1999)

Nakajima (1989) ได้อธิบายไว้ว่าเป็นการบำรุงรักษาโดยผู้ใช้เครื่องจักร หัวใจของการบำรุงรักษาด้วยตนเองคือการป้องกันการสึกหรอของเครื่องจักร ซึ่งผู้ใช้เครื่องจักรซึ่งอยู่ในแผนกผลิตเป็นผู้ที่สามารถเห็นความผิดปกติของเครื่องจักรได้โดยง่ายจึงได้รับมอบหมายให้ทำการตรวจสอบเครื่องจักรเป็นประจำทุกวัน ในขณะที่ช่างจากแผนกบำรุงรักษาจะทำหน้าที่ให้การสนับสนุนความรู้และคำแนะนำแก่ผู้ใช้เครื่องจักร เป็นการแบ่งปันความรับผิดชอบร่วมกันของสองแผนก เกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติจาก “I operate – you fix” เป็น “work together in the spirit of cooperation”

การบำรุงรักษาด้วยตนเองมักถูกกำหนดให้ทำเป็นประจำวัน ใช้เวลาไม่นาน กุญแจที่ทำให้ประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ สรุปได้ดังนี้ (1) การให้ความรู้ การฝึกอบรมและการฝึกฝนแก่ผู้ปฏิบัติงาน (2) การร่วมมือกันระหว่างแผนกต่างๆ ไม่เพียงแค่แผนกผลิตและแผนกบำรุงรักษาแต่รวมถึงแผนกออกแบบ แผนกวิศวกรรม แผนกบัญชี (3) การทำกิจกรรมกลุ่ม (4) ฝ่ายบริหารให้การสนับสนุนและติดตามความก้าวหน้า และ (5) เมื่อเจอสิ่งผิดปกติให้ทำการแก้ไขอย่างรวดเร็ว

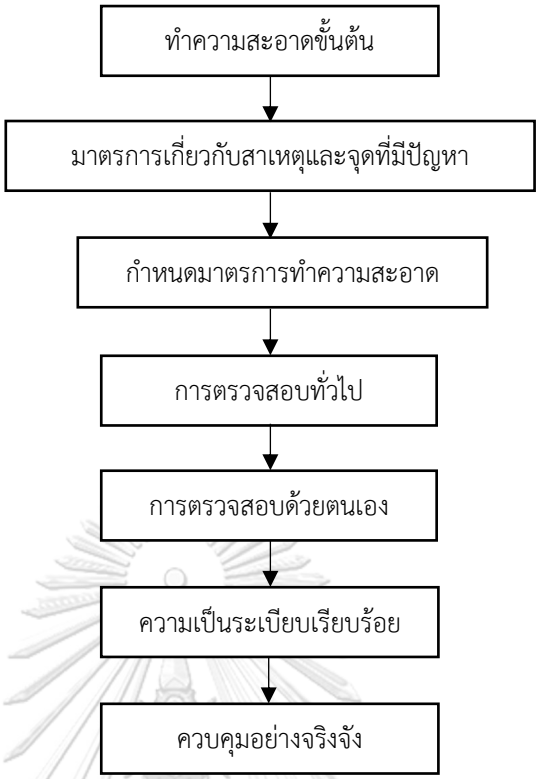
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นตอนการปฏิบัติการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ธานี อ่วมอ้อ (2547)

1. ทำความสะอาดขั้นต้น เป็นการกำจัดขยะ ฝุ่น และสิ่งสกปรกออกจากตัวเครื่องจักร เติมน้ำมัน ขันกวดน๊อตให้แน่น และค้นหาจุดบกพร่องแล้วทำให้กลับสู่สภาพเดิม
2. มาตรการเกี่ยวกับสาเหตุและจุดที่มีปัญหา เป็นการกำจัดแหล่งที่เกิดขยะ ฝุ่น รอยเปื้อน ป้องกันการกระเด็น ปรับปรุงที่ทำความสะอาดหรือเติมน้ำมันได้ยากและวางแผนลดเวลาการทำความสะอาดและเติมน้ำมันหล่อลื่น

3. กำหนดมาตรการทำความสะอาด เป็นการจัดทำมาตรฐานในการทำงาน เพื่อให้สามารถทำความสะอาด เติมน้ำมัน ขันกวดน็อตให้แน่นได้ในระยะเวลาอันสั้นและต่อเนื่อง ซึ่งจำเป็นจะต้องกำหนดให้ทำให้ทันในช่วงเวลาการตรวจสอบประจำวันและการซ่อมตามกำหนดเวลา
4. การตรวจสอบทั่วไป เป็นการฝึกอบรมเทคนิคการตรวจสอบตามคู่มือการตรวจสอบ เพื่อค้นหาข้อบกพร่องเล็กๆน้อยๆ ที่เกิดขึ้นและปฏิบัติงานจริงในการตรวจซ่อมและแก้ไข
5. การตรวจสอบด้วยตนเอง เป็นการทำใบตรวจสอบด้วยตนเองและปฏิบัติตาม
6. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย เป็นการจัดทำมาตรฐานหัวข้อการควบคุมดูแลสถานที่ทำงานทุกแห่งและวางแผนให้เป็นระบบที่สมบูรณ์ เช่น
    - มาตรฐานการตรวจสอบ ทำความสะอาด เติมน้ำมัน
    - มาตรฐานการขนย้ายวัสดุในที่ทำงาน
    - สร้างมาตรฐานการบันทึกข้อมูล
    - มาตรฐานการควบคุมแม่แบบและเครื่องมือ
7. ควบคุมอย่างจริงจัง เป็นการดำเนินการตามแนวนโยบายของบริษัท ตั้งเป้าหมายและดำเนินการแก้ไขปรับปรุงอยู่เสมอ วิเคราะห์และทำการบันทึก MTBF เพื่อใช้ในการปรับปรุงเครื่องจักรและอุปกรณ์อย่างจริงจัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 2. 3 ขั้นตอนการปฏิบัติการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

โดย Mugwindiri and Mbohwa (2013) ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งานและความสามารถในการทำกำไรของอุตสาหกรรมปุ๋ยในประเทศซิมบับเวด้วยการบำรุงรักษาด้วยตนเอง โดยให้ผู้ที่ใช้เครื่องจักรโดยตรง เป็นผู้ทำกิจกรรมการบำรุงรักษา เช่น การทำความสะอาด การหล่อลื่น การปรับสภาพ และการตรวจสอบ เป็นต้น ซึ่งถือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต รวมถึงกิจกรรมดังกล่าวช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ เนื่องจากอุปกรณ์สามารถย้อนกลับไปสู่ความเสียหายได้ โดยการดำเนินงานจะเป็นการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องบนแนวทางไคเซ็น (Kaizen) และจะการดำเนินการตามการบำรุงรักษาด้วยตนเองควบคู่ไปกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างองค์กร ซึ่งนโยบายที่เสนอใหม่จะมีความละเอียดรอบคอบเกี่ยวกับการบำรุงรักษาด้วยตนเอง เพื่อให้สามารถใช้งานและดำเนินการบำรุงรักษาไปได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งผลที่ได้จากการดำเนินการ คือ เครื่องจักรสามารถทำงานได้ตามมาตรฐานปกติ มีความล้มเหลวเกิดขึ้นน้อยมาก ค่าใช้จ่ายด้านต้นทุนลดลง และสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้ตามข้อกำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ซึ่งจากกรณีศึกษาของ Wakjira, Iyengar et al. (2014) ก็ได้ใช้การบำรุงรักษาด้วยตนเองในแก้ไขปัญหาที่พบเช่นกัน โดยพบว่าโรงงานกรณีศึกษาได้ประสบกับความล้มเหลวของเครื่องจักรและสัดส่วนความล้มเหลวจะเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนการผลิต โดยปัญหาที่สำคัญของโรงงาน คือ หม้อไอน้ำชำรุด และทำให้เครื่องจักรไม่สามารถใช้งานได้ ส่งผลให้เกิดการสูญเสียกำลังการผลิต และสูญเสียค่าใช้จ่ายและเวลาที่การบำรุงรักษาที่สูงเกินไป จึงได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยมีการระบุปัญหาของเครื่องจักร และปรับปรุงทัศนคติของพนักงานและคุณภาพในการบำรุงรักษา รวมถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยการใช้การบำรุงรักษาแบบอิสระ (AM) และแผนงานการบำรุงรักษาสำหรับโรงงาน โดยการดำเนินงานได้มีการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์เอกสาร การสัมภาษณ์และการฝึกอบรมสำหรับผู้ประกอบการ เพื่อเริ่มดำเนินการ 5ส โดยใช้ขั้นตอน 3 ขั้นตอนในการบำรุงรักษาและปรับปรุงเครื่องจักร คือ การทำความสะอาดเครื่องจักรและสถานที่ทำงาน จากนั้นตรวจสอบการชำรุดเสียหายพร้อมหาสาเหตุของการชำรุดและเริ่มดำเนินการแก้ไขโดยการบำรุงรักษา และในขั้นสุดท้ายเป็นการกำหนดแผนมาตรฐานสำหรับการบำรุงรักษา ซึ่งผลที่ได้คือ การชำรุดเสียหายของเครื่องจักรลดลงประมาณ 46.38% ต่อเดือน กำลังการผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 8.75% ต่อเดือน เครื่องที่ไม่มีการใช้งานลดลงประมาณ 8.01 ต่อเดือน เวลาในการบำรุงรักษาลดลงประมาณ 22.93% ต่อเดือน และค่าบำรุงรักษาลดลงจากการเริ่มโครงการประมาณ 64.42%. แสดงให้เห็นได้ว่าการทำการบำรุงรักษาด้วยตนเอง สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพได้จริงอย่างหลากหลายด้าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.3.2 เสาหลักที่ 2 การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Focussed Maintenance)

การปรับปรุงเฉพาะเรื่องเป็นความรับผิดชอบโดยตรงของฝ่ายการผลิต โดยมีฝ่ายอื่นคอยให้การสนับสนุนควบคู่ไปกับกิจกรรมบำรุงรักษาด้วยตนเองของพนักงานผู้ใช้เครื่อง ทั้งนี้เป็นการปรับปรุงเฉพาะเครื่องจักรต้นแบบก่อน จากนั้นจึงขยายการปรับปรุงเครื่องจักรไปยังเครื่องจักรอื่นๆ ทั่วทั้งโรงงาน (ธานี อ่วมอ้อ 2546)

การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง มีจุดมุ่งหมายที่จะเลือกเรื่องที่เป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย และอุปสรรคในการดูแลรักษาเครื่องจักรมาทำการแก้ไข โดยการจัดตั้งทีมงานเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาให้สำเร็จเป็นเรื่องๆและจะทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และร่วมมือกันทั้งองค์กร

2.1.3.3 เสาหลักที่ 3 การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance)

การบำรุงรักษาตามแผนเป็นกิจกรรมของฝ่ายซ่อมบำรุง โดยที่ฝ่ายซ่อมบำรุงดำเนินกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้เครื่องจักรใช้งานได้ดีตลอดเวลา นั่นก็คือกิจกรรมเพื่อให้เครื่องจักรมีสัดส่วนการใช้งานสูง (Availability) และเพื่อเพิ่มพูนทักษะความสามารถในการซ่อมบำรุง (Maintainability) โดยแบ่งย่อยออกเป็น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง การป้องกันการบำรุงรักษา และการบำรุงเมื่อขัดข้อง (ธานี อ่วมอ้อ 2546)

โดยการบำรุงรักษาตามแผนเป็นการบำรุงรักษาที่มีการวางแผนอย่างเป็นระบบ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพโดยการปรับปรุงทักษะการซ่อมบำรุง วิเคราะห์ข้อมูลเครื่องจักร และนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาเครื่องจักร เพื่อยืดอายุการใช้งาน และลดต้นทุนในการดูแลรักษาเครื่องจักร

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM) เป็นกิจกรรมหนึ่งในการบำรุงรักษาตามแผน ซึ่งเป็นงานที่ทำตามที่ได้มีการวางแผนไว้เพื่อป้องกันเครื่องจักรเสื่อมสภาพขัดข้อง หรือไม่สามารถทำงานได้ เช่น การเปลี่ยนอะไหล่ชิ้นส่วนสำคัญเพื่อป้องกันการเสียหายของเครื่องจักร และการบำรุงรักษาแบบประจำ (Routine Maintenance) ก็นับเป็นการบำรุงรักษาที่ย่อยมาจากการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยเป็นงานที่จะต้องทำเป็นประจำ ซึ่งได้มีการกำหนดไว้อยู่แล้ว เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องหรือน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาเชิงป้องกันก็เป็นวิธีการบำรุงรักษาที่น่าสนใจอีกรูปแบบหนึ่ง โดย Almomani, Abdelhadi et al. (2012) ได้นำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยนำมาประยุกต์ใช้ในโรงงานแร่โพแทสเซียม โดยการพัฒนาแบบแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ถือเป็นเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสินค้าคงคลังของชิ้นส่วนอะไหล่ และช่วยในการสร้างแผนงานมาตรฐานสำหรับการดำเนินงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้อีกด้วย และ Yamashina and Otani (2001) ก็ได้มีการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับใช้ในกรณีลิฟต์หลายตัว โดยมีการเพิ่มจำนวนพนักงานซ่อมบำรุงค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาทั้งหมด และจะทำการกำหนดระยะเวลาและการวางแผนที่เหมาะสมที่สุดในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในระยะยาว ซึ่งการกำหนดเวลาจะมีความยืดหยุ่นเนื่องจากจะคำนึงถึงความเป็นไปได้ที่จะเกิดความผิดพลาดหรือล้มเหลวในอนาคตด้วย โดยวิเคราะห์จากความน่าจะเป็นของการบำรุงรักษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.3.4 เสาหลักที่ 4 การบำรุงรักษาเพื่อคุณภาพ (Quality Maintenance)

การบำรุงรักษาเพื่อคุณภาพ คือ การประกันคุณภาพในส่วนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ทั้งหมด ตั้งแต่การออกแบบหรือการเลือกซื้อการบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพที่ผลิตชิ้นงานได้อย่างมีคุณภาพตลอดเวลา โดยมุ่งเน้นการควบคุมการทำงานให้ถูกต้อง และได้มาตรฐาน มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ไม่มีจุดบกพร่องจากกระบวนการผลิตเลยหรือให้ผลิตภันฑ์มีคุณภาพสูงสุดด้วยระบบการผลิตที่ไม่มีความผิดพลาด

2.1.3.5 เสาหลักที่ 5 การศึกษาและการฝึกอบรม (Education and Training)

การพัฒนาทักษะการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญและหลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่บ่อยครั้งการพัฒนาดังกล่าวก็ไม่ประสบความสำเร็จ หากองค์การไม่สามารถหาแนวทางการพัฒนาที่เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะในหน่วยงานของตนเองทั้งในด้านความสามารถ ความสัมพันธ์ของบุคลากร และลักษณะของการปฏิบัติงาน

การฝึกอบรมใน TPM มีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาทักษะของพนักงานที่ใช้งานเครื่องจักรให้มีความชำนาญในการใช้งานเครื่องจักร และดูแลรักษาอย่างถูกวิธี รวมถึงพนักงานซ่อมบำรุงให้มีทักษะในการดูแลรักษาเครื่องจักรให้สูงขึ้น

2.1.3.6 เสาหลักที่ 6 ความปลอดภัย สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม (Safety, Health and Environment)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความปลอดภัยสุขภาพและสิ่งแวดล้อม มุ่งเน้นการสร้างสถานที่ทำงานที่มีความปลอดภัย รวมทั้งสภาพแวดล้อมโดยรอบ ไม่ให้ถูกกระทบจากกระบวนการทำงานของเครื่องจักร โดยที่ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม

ปัญหาของกิจกรรม TPM กับการบริหารความปลอดภัย คือ ทำอย่างไรให้การทำงานมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น โดยการปรับปรุงอุปกรณ์และเงื่อนไขในการทำงาน รวมถึงทุกคนควรจะทำงานโดยระลึกอยู่เสมอว่า อุบัติเหตุและมลพิษเป็นศูนย์ เพราะว่าใน การทำงานมีโอกาสจะเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ตลอดเวลา ส่วนการใช้เครื่องจักรได้ไม่เต็ม ประสิทธิภาพนั้นก็มีส่วนในการทำลายสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ขั้นตอนการบริหารความปลอดภัยในกิจกรรม TPM นั้น ประกอบด้วยขั้นตอนความปลอดภัยในการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ความปลอดภัยในการบำรุงรักษาตามแผน และความปลอดภัยในการป้องกันการบำรุงรักษา

2.1.3.7 เสาหลักที่ 7 TPM สำนักงาน (Office TPM)

หน่วยงานที่ไม่ได้ทำการผลิตโดยตรง เช่น ฝ่ายบริหาร ฝ่ายวิจัยและพัฒนา ฝ่ายจัดซื้อ ควรจะให้การสนับสนุนงานในส่วนของการผลิตให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยการนำแนวคิดกิจกรรม TPM มาประยุกต์ใช้ในงานเพื่อลดความสูญเสียในงานสำนักงาน

สำนักงานนั้นก็เป็นส่วนสนับสนุนที่สำคัญ โดยจะดำเนินกิจกรรม 5 ส เพื่อให้เกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของสายสำนักงานที่ดีมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดหน้าที่ ในการทำงานอย่างชัดเจน ของแต่ละคนและแต่ละคน มีเอกสารใดบ้างที่ต้องรับผิดชอบ และดำเนินการจัดการอย่างไร

กิจกรรม TPM ในสำนักงาน ต้องดำเนินอยู่บนพื้นฐานของเสาหลัก เช่น การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง การบำรุงรักษาด้วยตนเอง การศึกษาและฝึกอบรม เป็นต้น โดย TPM ในสำนักงาน ต้องมีการกำหนดหน่วยวัด ดัชนีวัดความสำเร็จ และค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ เพื่อใช้ในการติดตามความคืบหน้าของการปรับปรุงงานในสำนักงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.3.8 เสาหลักที่ 8 การจัดการการพัฒนา (Development Management)

เป้าหมายของการจัดการการพัฒนาหรือการจัดการก่อนกำหนด คือกระบวนการสร้างระบบเพื่อลดเวลาสำหรับการเริ่มต้นพัฒนาผลิตภัณฑ์หรืออุปกรณ์ใหม่ เวลาการว่าจ้างและเวลาการทำให้เสถียรด้วยการตั้งค่าผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง

ในเสาหลักนี้สามารถแบ่งระบบการจัดการออกเป็น 2 ประเภท คือ การจัดการอุปกรณ์ก่อนกำหนด (Early equipment management) และการจัดการผลิตภัณฑ์ก่อนกำหนด (early product management) โดยทั้งสองทำงานบนหลักการเดียวกัน แต่การออกแบบและการวางแผนนั้นทำงานแยกกัน โดยการจัดการอุปกรณ์ก่อนกำหนดมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสูญเสียและข้อบกพร่อง ส่วนการจัดการผลิตภัณฑ์ก่อนกำหนดจะมุ่งเน้นไปที่ระยะเวลาในการพัฒนาโดยการจัดการทีมเพื่อให้เกิดการสูญเสียเชิงคุณภาพต่ำที่สุด

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรม Venkatesh (2007) ได้กล่าวไว้ว่า Nippondenso เป็นบริษัทแรกที่นำ TPM มาใช้แล้วประสบความสำเร็จ โดยมีแนวคิดที่ว่าการที่จะมุ่งเน้นเพียงการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) ทำให้หน่วยงานซ่อมบำรุงต้องทุ่มเทกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรเหล่านั้น การบำรุงรักษาจึงกลายเป็นปัญหาเนื่องจากต้องมีเจ้าหน้าที่บำรุงรักษาเพิ่มขึ้น ฝ่ายบริหารจึงตัดสินใจเพิ่มการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (AM) โดยให้ผู้ปฏิบัติงานมีส่วนร่วมในการช่วยกันดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นประจำ เพื่อให้หน่วยงานซ่อมบำรุงทำงานเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ซึ่งเชื่อว่าการบำรุงรักษาด้วยตัวเองโดยผู้ปฏิบัติงานเหล่านี้จะนำไปสู่การป้องกันการบำรุงรักษา (maintenance prevention) แสดงให้เห็นว่าหากไม่มีการบำรุงรักษาด้วยตนเองที่ดีแล้ว ย่อมไม่สามารถนำไปสู่การป้องกันการบำรุงรักษาที่ดีได้เช่นกัน ส่งผลให้การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) นั้นไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

McKone, Schroeder et al. (1999) ได้ทำการศึกษาถึงการนำ TPM ไปใช้ในบริบทที่แตกต่างกัน เช่น ประเทศ สภาพแวดล้อม ลักษณะภายในองค์กร ซึ่งพบว่าปัจจัยการจัดการภายในโรงงานเป็นตัวแปรที่สำคัญกว่าสภาพแวดล้อมและองค์กรในการนำ TPM ไปใช้ โดยเห็นได้ชัดว่าการใช้ TPM มีความเชื่อมโยงอย่างมากกับการจัดการของโรงงานโดยเฉพาะการมีส่วนร่วมของพนักงาน ในขณะที่ที่ปรึกษาหลายคนมุ่งเน้นส่งเสริมความเรียบง่ายของ TPM และประโยชน์โดยตรงต่อกำไร แต่อย่างไรก็ตามพวกเขามักจะล้มเหลวในการระบุปัญหาตามบริบทต่างๆที่อาจทำให้การใช้ TPM เป็นเรื่องยากและไม่มีประสิทธิภาพ และสิ่งสำคัญคือผู้บริหารจัดการไม่มีการพิจารณาระบบการส่งมอบการบำรุงรักษา (maintenance delivery system) ที่ดีที่สุดสำหรับทุกสถานการณ์ โดยเมื่อมีการพัฒนาหรือปรับปรุงระบบการบำรุงรักษา ควรที่จะพิจารณาให้มีเหมาะสมกับแต่ละโรงงานและสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝ่ายบริหารควรประเมินสถานะของระบบการจัดการภายในโรงงาน และตัดสินใจว่าองค์กรของพวกเขาเตรียมพร้อมสำหรับการใช้ TPM หรือไม่และประเมินความเหมาะสมของวิธีปฏิบัติ TPM กับระบบอื่น ๆ

โดย Ahmed, Hassan et al. (2005) ได้นำเสนอการใช้แนวคิดการบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) โดยแนวคิดนี้ถูกใช้ร่วมกับการผลิตที่คำนึงถึงระบบนิเวศ และมีการทำ 5ส เพื่อให้บรรลุเป้าหมายขององค์กรในการบำรุงรักษาเครื่องจักร รวมถึงมีการใช้เครื่องมือ Why-Why Analysis ในการวิเคราะห์หารากเหง้าของปัญหา มีการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (AM) และมีการปรับปรุงอย่างเนื่องโดยยึดวงจรเดมมิ่ง PDCA เป็นต้นแบบ โดยพบว่าการดำเนินการ TPM ที่ดีจะช่วยในการปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเครื่องจักร อีกทั้งยังช่วยสร้างทีมงานที่มีคุณภาพ

รวมถึงเพิ่มทักษะและความเชื่อมั่นของบุคลากรอีกด้วย ส่งผลให้ลดการร้องเรียนของลูกค้า และเพิ่มสัดส่วนการผลิตที่มีคุณภาพ รวมถึงสถานะการขายและผลกำไรที่ดีอีกด้วย แสดงให้เห็นว่าการใช้งาน TPM ที่ผ่านการปฏิบัติตามข้อกำหนดขั้นพื้นฐานจะช่วยเพิ่มความสำเร็จขององค์กรได้ดี

แต่อย่างไรก็ตาม Barelwala, Varotaria et al. (2014) ได้มีการนำ TPM ไปใช้ในอุตสาหกรรม PNG distribution นอกจากจะพบกับปัญหาสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยหลายประการในการนำไปปฏิบัติ ยังพบการขาดความมุ่งมั่นและความเป็นผู้นำจากผู้บริหารระดับสูง ซึ่งเป็นหนึ่งในอุปสรรคของการใช้ TPM รวมถึงการต่อต้านจากพนักงานที่เกี่ยวข้องในการใช้ TPM ด้วยเช่นกัน แต่ก็ยังไม่พบการนำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคต่างๆเหล่านี้ มีเพียงแนวการแก้ปัญหาด้านประสิทธิภาพของการจัดการการบำรุงรักษาโดยรวมเท่านั้น

การดำเนิน TPM ที่ประสบความสำเร็จนำไปสู่ผลประโยชน์ที่ไม่มีตัวตนที่สำคัญเช่น การปรับปรุงทักษะแรงงานและความรู้อย่างต่อเนื่องส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจพนักงานผ่านการเสริมสร้างพลังอำนาจที่เพียงพอการชี้แจงบทบาทและความรับผิดชอบของพนักงานระบบการบำรุงรักษา ลดการขาดงานและเพิ่มการสื่อสารในสถานที่ทำงาน (Carannante 1995)

2.2 หลักการมีส่วนร่วม (Participatory Approach)

Erwin (1976) ได้กล่าวถึงการมีส่วนร่วมว่า เป็นกระบวนการที่ให้บุคลากรเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินงานพัฒนา ร่วมคิดและตัดสินใจแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง โดยมีการสนับสนุนและติดตามการปฏิบัติงานของบุคลากรที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม

ข้อดีของการนำหลักการมีส่วนร่วมมาใช้ในการบริหารงานมีภายในองค์กร คือ

1) บุคลากรแต่ละฝ่ายเกิดความเข้าใจร่วมกันในการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามเป้าหมาย

2) กระบวนการตัดสินใจสามารถรองรับพฤติกรรมของบุคลากรในองค์กรได้อย่างกว้างขวางและเหมาะสม โดยลดการต่อต้านและเกิดการยอมรับมากขึ้นในข้อตกลงที่ได้ระดมความคิดและตัดสินใจร่วมกัน

3) ลดช่องว่างของระบบการสื่อสารแต่ละฝ่ายภายในองค์กร ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลและประสบการณ์ในการทำงานร่วมกัน ตลอดจนการเสริมสร้างความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน และยังช่วยลดปัญหาความขัดแย้งได้

Swansburg (1996) แบ่งองค์ประกอบของการบริหารแบบมีส่วนร่วม ดังนี้

1) การไว้วางใจกัน ซึ่งเป็นปรัชญาพื้นฐานของการมีส่วนร่วม เช่น การมอบหมายงานให้ตรงตามความรู้ความสามารถและมีการมอบหมายให้พนักงานได้ปฏิบัติงานใหม่ๆ เป็นต้น

2) ความยึดมั่นผูกพัน เช่น เปิดโอกาสให้ผู้ร่วมงานหรือผู้เกี่ยวข้องมีโอกาสได้ใช้ความสามารถและทักษะในการทำงานร่วมกันเกิดความมีน้ำใจและความจงรักภักดีต่อองค์กรมากขึ้น เป็นต้น

3) การตั้งเป้าหมายและวัตถุประสงค์ร่วมกัน เช่น การที่ผู้บังคับบัญชาได้ขอความร่วมมือและเปิดโอกาสให้ผู้ใต้บังคับบัญชาได้มีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบาย เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงานหรือองค์กร เป็นต้น

4) ความเป็นอิสระต่อความรับผิดชอบในงาน เช่น การให้พนักงานมีสิทธิ์ในการตัดสินใจในงานที่รับผิดชอบโดยไม่ต้องปรึกษาผู้บังคับบัญชา การให้อิสระกับพนักงานในการดำเนินงานที่รับผิดชอบ ผู้บริหารระดับสูงให้การสนับสนุนผู้บริหารทุกคนในการใช้การบริหารแบบมีส่วนร่วม เป็นต้น

วันชัย โกลละสุต (2549) ได้กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อการก่อให้เกิดการมีส่วนร่วมที่สำคัญที่สุดคือแรงจูงใจและภาวะผู้นำ โดยแรงจูงใจจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการกระทำ ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมและวิธีการในการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายหลักที่ต้องการ ส่วนภาวะผู้นำ มีผลต่อการมีส่วนร่วมขององค์กรหรือบุคลากรในองค์กร ในทิศทางของกระบวนการตัดสินใจ เพราะการมีแรงจูงใจให้ปฏิบัติหรือการมีส่วนร่วมให้ปฏิบัติใด ๆ หากกระบวนการตัดสินใจไม่เป็นผลแล้ว ยังส่งผลต่อการที่ไม่บรรลุความสำเร็จได้ โดยการตัดสินใจในระดับผู้นำนั้นยังขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญและความดึงดูดใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แต่อย่างไรก็ตามการนำหลักการมีส่วนร่วมมาใช้ในการบริหารก็ยังพบปัญหา อุปสรรค และข้อจำกัด คือ

1) การสื่อสารระหว่างบุคลากรในองค์กรที่ไม่เหมาะสม เช่น การมีข้อมูลหรือการมีคำสั่งที่ถ่ายทอดไม่ชัดเจน เป็นผลให้ผู้รับฟังข้อมูลหรือได้รับคำสั่งขาดความเข้าใจ หรือไม่เข้าใจทำให้นำไปสู่การปฏิบัติที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม การตีความที่ผิดพลาดไม่ตรงกัน ทำให้เกิดการโต้แย้งหรือถกเถียงจนไม่สามารถนำไปสู่การตัดสินใจได้ ทำให้ความร่วมมือลดลงหรือขาดหายไป เป็นต้น

2) พฤติกรรมหรือแรงจูงใจที่ใช้ไม่เหมาะสม เช่น การนำเอาความพอใจหรือความต้องการของมนุษย์มาเป็นหลักในกรอบแนวคิดการสร้างแรงจูงใจ ซึ่งอาจส่งผลต่อการโต้แย้งหรือไม่พอใจเกิดขึ้น ทำให้การอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นๆ ลดน้อยลง เป็นต้น

3) ปัญหาจากการบริหารของผู้นำ เช่น การขาดแรงจูงใจในการนำไปสู่ความสำเร็จของงาน เนื่องจากผู้นำขาดภาวะการเรียนรู้ ไม่มีความชำนาญ ไม่มีความเชื่อมั่นในตนเอง ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นผลทางจิตใจต่อการมีส่วนร่วมและสร้างแรงจูงใจในการปฏิบัติงาน รวมถึงการที่ผู้นำขาดมนุษยสัมพันธ์ที่ดี ความรับผิดชอบ หย่อนคุณธรรม และทักษะการเรียนรู้จากงาน เป็นผลให้ไม่สามารถเข้ากับบุคลากรได้ ทำให้การนำเสนอความต้องการหรือการตัดสินใจร่วมกันทำได้โดยยากหรือไม่เหมาะสม

จากการสำรวจงานวิจัยด้านงานบำรุงรักษาพบว่ามีจำนวนงานวิจัยไม่มากนักที่กล่าวถึงวิธีการสร้างความร่วมมือของระดับปฏิบัติการเมื่อมีการประยุกต์ใช้ AM ในองค์กร Nakajima (1989) ได้กล่าวถึงข้อแนะนำในการสร้างความร่วมมือเมื่อนำ AM ไปใช้ ได้แก่ การจูงใจ (motivation) การให้ความรู้และการอบรม (training and education) และการทำกิจกรรมกลุ่ม (group activities)

นอกจากนี้ยังพบว่า Burke (1974) และ Bonito (2002) มีการนำหลักการมีส่วนร่วมไปใช้เป็นเครื่องมือในการทำกิจกรรมกลุ่มกับบุคลากรที่มีระดับการศึกษาไม่สูงแล้วประสบความสำเร็จ สามารถสร้างองค์ความรู้ขึ้นใหม่และสร้างทัศนคติที่ดีให้แก่ทีมงานจนเกิดแรงจูงใจในการร่วมกันแก้ไขปัญหาให้สำเร็จ ในขณะที่ Jittra Rukijkanpanich and Panit Pasuk (2018) ได้กล่าวถึงการนำหลักการมีส่วนร่วมไปใช้ในการจัดการงานบำรุงรักษาของกระบวนการขนส่งในเหมืองหินแล้วประสบความสำเร็จ ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้แสดงถึงภาพรวมซึ่งอธิบายถึงการใช้หลักการดังกล่าวในการบำรุงรักษาด้วยตนเองอีกด้วย และยังมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องโดยประยุกต์ใช้วงจรเดมมิ่งเช่นเดียวกับงานวิจัยของ (Chakraborty 2016) และ (Knight and Allen 2012)

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยของ Ahmed, Hassan et al. (2005) ที่แสดงถึงการประยุกต์ใช้หลักการมีส่วนร่วมเป็นตัวช่วยในการสร้างองค์ความรู้และทัศนคติของผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้เห็นประโยชน์ของการบำรุงรักษา โดยหลักการมีส่วนร่วมนี้มีความสอดคล้องกับ AM อยู่แล้ว เมื่อสมาชิกในทีมงาน AM มาร่วมกันรับรู้ปัญหาตั้งแต่ต้นและมีการสร้างองค์ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ปฏิบัติงานถึงวิธีการใช้เครื่องจักร การบำรุงรักษาเครื่องจักร การกำหนดมาตรฐานการบำรุงรักษาซึ่งเป็นพื้นฐานของแผนการบำรุงรักษา เมื่อมีการบันทึกข้อมูลและมีการรายงานการบำรุงรักษา ทีมงานย่อมเห็นประโยชน์ของการบำรุงรักษา เช่น สามารถใช้ในการปรับปรุงและติดตามผลการบำรุงรักษา ย่อมเกิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประสิทธิผลของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ส่งผลให้เครื่องจักรมีความพร้อมใช้งานสูงขึ้น โดยมีงานวิจัยของ Asplund, Famurewa et al. (2014) ที่นำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงการบำรุงรักษาสำหรับโครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟและสามารถยืดอายุการใช้งานโครงสร้างนั้นได้

Tätilä, Helkiö et al. (2014) ได้ศึกษาแนวทางการใช้งานและการมีส่วนร่วมในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการบำรุงรักษา และพบว่าแนวทางการใช้งานของระบบการวัดผลการปฏิบัติงาน คือ การตรวจสอบและปรับปรุง การตัดสินใจ และแรงจูงใจเกี่ยวกับผลการปฏิบัติงาน ซึ่งถือเป็นแนวทางที่เอื้อต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการบำรุงรักษา นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านพฤติกรรมเกี่ยวกับแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมนั้นสำคัญต่อการประสบความสำเร็จในระบบการวัดผลการปฏิบัติงานการบำรุงรักษาอีกด้วย จึงสรุปได้ว่าระบบการวัดผลการปฏิบัติงานนั้นสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการปรับปรุงการสร้างแรงจูงใจในการปฏิบัติการได้

2.3 ระบบรายงานและการวัดผลด้านการบำรุงรักษา

2.3.1 การเก็บข้อมูลและการใช้ประโยชน์จากข้อมูลการบำรุงรักษา

การเก็บข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในงานบำรุงรักษา เพื่อไว้ใช้ในการวางแผน และวิเคราะห์เหตุขัดข้องที่เกิดขึ้น รวมถึงการพัฒนา ปรับปรุง แก้ไข เพื่อลดงานบำรุงรักษาลงไปด้วย การเก็บข้อมูลควรมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ควรจะเก็บให้น้อยที่สุด แต่มีข้อมูลพอใช้งาน ควรเป็นแบบฟอร์มง่ายๆ สำหรับผู้ปฏิบัติงานและช่าง กรอกข้อมูลควรมีการตรวจสอบเพื่อความถูกต้อง มิฉะนั้นหากนำข้อมูลที่ผิดมาใช้วางแผน จะทำให้เกิดความเสียหายขึ้นภายหลังได้ ในการเก็บข้อมูลบำรุงรักษา หากมิได้นำมาใช้ จะถือเป็นการเสียเวลาในการเก็บข้อมูลโดยเปล่าประโยชน์ จึงควรมีการนำข้อมูลมาวิเคราะห์และใช้งานอย่างน้อยปีละครั้ง เพื่อการพัฒนางานบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูลการบำรุงรักษา

1. เพื่อให้สามารถผลิตได้ตามแผน นั่นคือการทำให้เหตุขัดข้องฉับพลันหมดสิ้นไปโดยการดำเนินการอย่างเหมาะสมเกี่ยวกับการซ่อม ตรวจสอบ ชะโลมทาหรือเติมน้ำมันให้เป็นไปตามข้อกำหนด
2. เพื่อรักษาและเพิ่มคุณภาพ เป็นการรักษาไว้และเพิ่มสมรรถนะการใช้งาน ทั้งนี้โดยการตรวจสอบ ตรวจวัดซ่อมแซม และปรับปรุงอุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ควรทำ

3. เพื่อเป็นการลดต้นทุน โดยการปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องจักร การดัดแปลงสร้างใหม่ หรือเปลี่ยนมาใช้เครื่องจักร การประหยัดแรงงานด้วยการเปลี่ยนระบบอัตโนมัติ การประหยัดพลังงาน
4. เพื่อส่งมอบงานตามกำหนด ซึ่งเป็นการทำให้เหตุขัดข้องฉับพลันหมดสิ้นไป เป็นการเพิ่มขีดความสามารถ การซ่อมแซม (โดยทางเทคนิคให้รวดเร็วทันเหตุการณ์)
5. เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและรักษาสภาพแวดล้อม
6. เพื่อให้ขวัญและกำลังใจบุคลากร

การใช้ประโยชน์จากข้อมูลการบำรุงรักษา คือ เป็นการนำข้อมูลมากำหนดมาตรฐานการบำรุงรักษา ซึ่งเป็นรากฐานของแผนการบำรุงรักษา การช่วยเหลือ และแนะนำทางเทคนิคเพื่อการปฏิบัติ รวมถึงการรวบรวมผลของการบำรุงรักษา ยังสามารถนำไปใช้ในการกำหนดแผนการปรับปรุงใช้แผนการปรับปรุงและกำหนดมาตรฐานใหม่ นั่นคือการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตามรูปแบบของวงจรเดมมิ่ง (PDCA)

2.3.2 ระบบรายงานผล (reporting system)

การบันทึกข้อมูลและการจัดทำรายงานการบำรุงรักษาเป็นสิ่งจำเป็นต่อการจัดการงานบำรุงรักษา โดยทั่วไปแล้วผู้ปฏิบัติงานมักทำการเก็บข้อมูลเฉพาะเรื่องการผลิต ในขณะที่ฝ่ายบำรุงรักษามักทำการเก็บข้อมูลเมื่อต้องทำการบำรุงรักษาตามแผนหรือเมื่อมีการหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการซ่อมบำรุง ทั้งผู้ปฏิบัติงานและช่างซ่อมมักไม่ได้บันทึกข้อมูลสิ่งผิดปกติเล็กน้อยอย่างเป็นระบบเพื่อไว้ใช้ในการวางแผนและวิเคราะห์เหตุขัดข้องที่เกิดขึ้นต่อไป มีสาเหตุหลายประการที่ทำให้ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลโดยผู้ใช้งาน เช่น ข้อจำกัดของเวลาของผู้ปฏิบัติงาน การไม่เห็นถึงความสำคัญที่จะนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ต่อ ดังนั้นเพื่อกำจัดสาเหตุเรื่องเวลา การบันทึกควรใช้แบบบันทึกที่ไม่ซับซ้อนแต่กระชับ เช่น ใช้การทำเครื่องหมายแทนการเขียน โดยงานวิจัยของ Salman, Cheng et al. (2012) ได้ออกแบบบันทึกข้อมูลที่ใช้ทำเครื่องหมายที่สัญลักษณ์หรือรูปภาพแทนการเขียนข้อความโดยมีการสำรวจถึงความเข้าใจในสัญลักษณ์นั้นก่อนนำไปใช้และเมื่อนำไปใช้แล้วสามารถลดความผิดพลาดของการบันทึกข้อมูลลงได้

การรายงานสมรรถนะเป็นสิ่งสำคัญต่อการบริหารจัดการงานบำรุงรักษา เป็นการแสดงในมุมมองของระดับปฏิบัติการและระดับยุทธวิธี Pintelon and Van Puyvelde (1997) ในขณะที่การบำรุงรักษาด้วยตนเองเป็นการดำเนินการเน้นที่ระดับปฏิบัติการ เมื่อพบปัญหาสมรรถนะของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องจักรระหว่างการดำเนินงานแล้วต้องมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการตัดสินใจซ่อมแซมเครื่องจักรที่รวดเร็วเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อกำหนดส่งมอบงาน

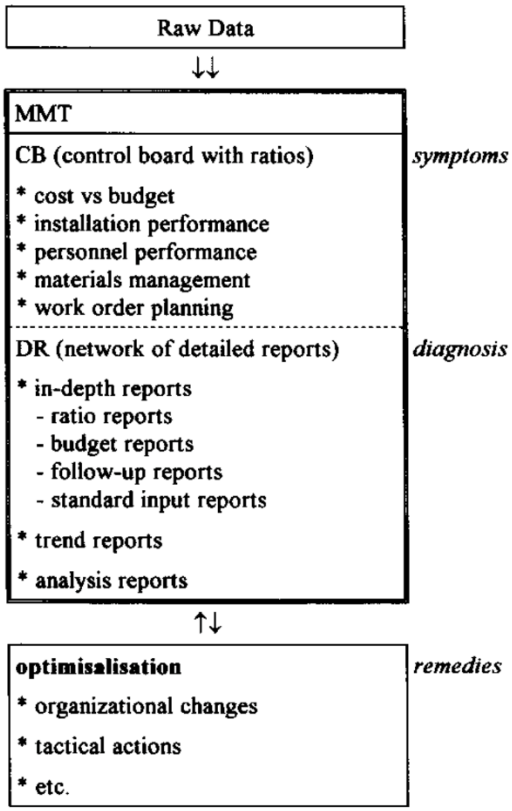
และพบว่าไม่เพียงแต่การตรวจสอบข้อมูลการบำรุงรักษาเท่านั้น แต่การติดตามข้อมูลก็เป็นสิ่งสำคัญ ซึ่ง Asplund, Famurewa et al. (2014) พบว่าข้อดีหลายอย่างที่จะได้รับจากการตรวจสอบสภาพของล้อรถไฟ คือ รูปแบบที่แตกต่างกันระหว่างขบวนรถไฟต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถชี้ให้เห็นว่ามีอุบัติเหตุเกิดสูงขึ้นกับล้อขนาดใหญ่ และล้อที่มีข้อบกพร่องสูง รวมถึงอิทธิพลของอุณหภูมิของล้อก็มีส่วนทำให้เกิดข้อบกพร่อง โดยพบว่าการติดตามข้อมูลสภาพนั้นเป็นสิ่งสำคัญ ในปรับปรุงการบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐานทางรถไฟ เพื่อยืดอายุการใช้งานที่เหลืออยู่

Greif (1991) ได้อธิบายไว้ว่า ผู้ปฏิบัติงานเปรียบเสมือนนักกีฬาเข้าแข่งขัน ส่วนผู้บริหารเปรียบเสมือนผู้ชมในสนาม หากปราศจากผู้ชมแล้วอาจเกิดโรคที่เรียกว่าโรคไร้ผู้ชมในสนามแข่งขัน (Empty stadium syndrome) หมายความว่าผู้ปฏิบัติงานอาจรู้สึกว่าไม่ได้รับความสนใจ ไม่มีแรงจูงใจ ดังนั้นระบบรายงานของการบำรุงรักษาที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้จึงได้แสดงถึงผลการปฏิบัติงานของพนักงานระดับปฏิบัติการที่พร้อมนำเสนอต่อที่ประชุม และมีการติดตามอย่างต่อเนื่อง เมื่อทำเช่นนี้แล้วจะทำให้การจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ

โดย Pintelon and Van Puyvelde (1997) กล่าวว่าแนวคิดของเครื่องมือการจัดการงานบำรุงรักษา (Maintenance Management Tool : MMT) เป็นผลมาจากการศึกษาเกี่ยวกับระบบการวัดประสิทธิภาพซึ่งมีทั้งข้อดีและข้อเสีย เนื่องจากประโยชน์ที่แท้จริงของการพัฒนาแนวคิดดังกล่าวสามารถวัดผลได้โดยการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงจึงน่าสนใจและมีความท้าทายมากที่จะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยแนวคิด MMT จะประกอบด้วยการกำหนดตัวชี้วัดและค่าเป้าหมายเพื่อนำมาใช้แสดงและควบคุมในส่วนนี้เรียกว่า Control Board หรือ CB ซึ่งจะช่วยให้สามารถประเมินและติดตามประสิทธิภาพการบำรุงรักษาและสามารถตรวจจับความผิดปกติได้อย่างรวดเร็ว โดยเมื่อพบความผิดปกติจะมีส่วนของรายงานเชิงลึก (Detailed Report, DR) แสดงข้อมูลรายละเอียดที่สอดคล้องเกี่ยวข้อง และมีผลกับตัวชี้วัดเหล่านี้ เพื่อช่วยในการสนับสนุนการวิเคราะห์หาสาเหตุของผลของตัวชี้วัดที่ผิดปกติ และหาแนวทางในการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดย Pintelon and Van Wassenhove (1990) ได้แสดงตัวอย่างแนวคิดของ MMT ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2. 4 ตัวอย่างแนวคิด MMT

2.3.3 คิวอาร์โค้ด (QR Code : Quick Response Code)

พีราวิชญ์ ภาคนนท์กุล (2557) ได้อธิบายไว้ว่า คิวอาร์โค้ด เรียกว่าบาร์โค้ด 2 มิติ คือ รหัสชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยมอดูลสีดำเรียงตัวกัน มีสัณฐานสี่เหลี่ยม มีพื้นหลังสีขาว ดังตัวอย่างภาพที่ 2.5 ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ เบอร์โทรศัพท์ รูปภาพ URL เพื่อเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ เป็นต้น คิวอาร์โค้ด เป็นการพัฒนามาจาก บาร์โค้ด โดยผู้ที่คิดค้นมุ่งเน้นพัฒนาให้คิวอาร์โค้ดสามารถถูกอ่านได้อย่างรวดเร็ว โดยการอ่านคิวอาร์โค้ดสามารถอ่านได้ด้วยเครื่องสแกนคิวอาร์โค้ดในโทรศัพท์มือถือที่มีกล้อง หรือสมาร์ทโฟน ซึ่งเหมาะกับยุคนี้ที่โทรศัพท์มือถือนับเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญของคนในยุคปัจจุบัน

ภาพที่ 2. 5 ตัวอย่าง QR Code

ปัจจุบันเทคโนโลยี QR Code ได้รับความนิยมและเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของผู้คนในสังคมในปัจจุบัน จิรพร ซื่อจริง (2555) ได้นำเทคโนโลยี QR Code บนโทรศัพท์มือถือ มาประยุกต์ใช้กับระบบตรวจสอบย้อนกลับ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการบริหารห่วงโซ่อุปทานตลอดจนเพิ่มความสามารถในการสอบ ย้อนกลับ และติดตามแหล่งกระจายสินค้าได้ เป็นการสร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับตั้งแต่จากสวนผู้ผลิตถึงผู้ส่งออก โดยสามารถค้นหาแหล่งที่มาของผลผลิต กระบวนการผลิต ตั้งแต่ฟาร์ม โรงคัดบรรจุ รวมถึงการขนส่ง ได้อย่างรวดเร็ว สามารถหาสาเหตุของปัญหา เช่น สารตกค้าง ศัตรูพืช ลดความเสี่ยงของการขยายตัวของปัญหา และสามารถหาแหล่งที่มาของผักสดได้ว่ามาจาก แหล่งใด แนวทางการติดตามสินค้าด้วยเทคโนโลยี QR Code จึงทำให้ทุกฝ่ายสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ทำให้สามารถยกระดับมาตรฐานด้านคุณภาพและยังถือเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับตัวผลิตภัณฑ์และความปลอดภัยให้แก่ผักสดได้อีกด้วย

ในช่วงเวลาต่อมา ชีวิน ชนะวรรโณ และคณะ (2557) ก็ได้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี QR Code ในระบบการจัดการสารสนเทศห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งเป็นระบบที่มีกลไกการทำงานในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบอัตโนมัติครอบคลุมการทำงานตั้งแต่ขั้นตอนการรับ-ส่งตัวอย่างจากผู้ใช้บริการ การทดสอบและการวิเคราะห์ผล และผลจากการใช้งานพบว่าระบบสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพ ลดข้อผิดพลาด และลดความซ้ำซ้อนในการเก็บข้อมูลได้เป็นอย่างดี และทั้งสามารถตรวจสอบข้อมูลได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการทำงานตามปกติ สามารถแทนที่ระบบเดิมที่ใช้เอกสารกระดาษเป็นหลัก มาเป็นการเก็บในฐานข้อมูลของเว็บเซิร์ฟเวอร์ ทำให้ง่ายในการจัดการข้อมูลอีกด้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.4 การวัดผลด้านการบำรุงรักษา

พูลพร แสงบางปลา (2545) กล่าวว่าในการปฏิบัติงานการบำรุงรักษาสิ่งแรกที่ต้องปฏิบัติ คือการตั้งเป้าหมายของการปฏิบัติงานนั้นขึ้น และเมื่อได้มีการปฏิบัติงานก็จำเป็นจะต้องประเมินหรือ

วัดผลของงาน ทั้งในช่วงที่กำลังดำเนินงานอยู่และภายหลังการดำเนินงานที่สำเร็จลุล่วงไปแล้ว เพื่อให้ทราบได้ว่าผู้ที่รับแผนงานไปปฏิบัติ ได้ทำงานไปในแนวทางนั้นอย่างไร ได้ผลตรงตามเป้าหมายเพียงใด

การวัดผลจะทำให้ทราบถึงแนวทางที่จะต้องปฏิบัติต่อไป เช่น หากได้ผลตรงตามเป้าหมายก็จะคงสภาพแนวทางการปฏิบัติงานนั้นไว้ แต่หากผลไม่เป็นไปตามเป้าหมายก็จะต้องปรับปรุงวิธีการหรือเทคนิคให้ดีขึ้น วิธีการวัดผลที่ไม่ยุ่งยาก และสามารถนำไปปฏิบัติได้ คือ วิธีการสัดส่วนส่วนต่างๆ ทั้งด้านปัญหาที่เกิดขึ้น งาน เวลา และค่าใช้จ่าย ซึ่งสัดส่วนส่วนเหล่านี้ในทางปฏิบัติยังไม่มีข้อแนะนำที่ชัดเจนว่าควรมีค่าเท่าใด แต่ประสบการณ์จะเป็นเครื่องชี้ถึงค่าความเหมาะสมของตัวเลข เช่น การเปรียบเทียบสัดส่วนส่วนระหว่างก่อนการปรับปรุงกับหลังการปรับปรุง ก็สามารถทำให้ทราบแนวโน้วของผลการปฏิบัติงานว่ามีผลที่ดีขึ้นหรือไม่

2.4 เครื่องมือในการวิเคราะห์หารากเหง้าของสาเหตุแห่งปัญหา (Root Cause Analysis, RCA)

การแก้ไขปัญหาที่ดีและมีประสิทธิภาพ มีความจำเป็นต้องวิเคราะห์หารากสาเหตุที่แท้จริง (Root Cause) ของปัญหา เพื่อให้สามารถหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงประเด็น โดยเครื่องมือในการวิเคราะห์หารากสาเหตุของปัญหาที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย

2.4.1. แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

วันรัตน์ จันทกิจ (2549) ได้อธิบายว่าแผนผังแสดงเหตุและผล เป็นแผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่มีความเป็นไปได้ที่จะก่อให้เกิดปัญหานั้นๆ (Possible Cause) โดยลักษณะของแผนผังจะคล้ายกับปลาที่มีเฉพาะหัวปลากับก้างปลา จึงนิยมเรียกกันในชื่อของผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) และจะถูกนำมาใช้ในกรณีที่ (1) ต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา (2) ต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจ หรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่น ๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผังก้างปลาแล้ว จะทำให้เราสามารถรู้ปัญหาของกระบวนการอื่นได้อย่างครอบคลุมมากขึ้น (3) ต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง ซึ่งจะช่วยให้ทุกๆ คนให้ความสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา

หลักการสร้างแผนผังเหตุและผลหรือผังก้างปลา มีสิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำการระดมสมองเป็นทีม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(1) กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา ควรกำหนดให้ชัดเจนและมีความเป็นไปได้ ซึ่งหากกำหนดประโยคปัญหาไม่ชัดเจนแต่แรก จะทำให้ต้องใช้เสียเวลามากในการค้นหาสาเหตุ

(2) กำหนดกลุ่มปัจจัย (Factors) ที่จะทำให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อหัวปลา โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M 1E เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ ซึ่ง 4M 1E นี้มาจาก

Man	หมายถึงปัญหาที่เกิดจากกลุ่มปัจจัยของคนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร
Machine	หมายถึงปัญหาที่เกิดจากกลุ่มปัจจัยของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก
Material	หมายถึงปัญหาที่เกิดจากกลุ่มปัจจัยของวัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
Method	หมายถึงปัญหาที่เกิดจากกลุ่มปัจจัยของกระบวนการทำงาน
Environment	หมายถึงปัญหาที่เกิดจากกลุ่มปัจจัยของสภาพแวดล้อม อากาศ สถานที่ ความสว่างและบรรยากาศการทำงาน

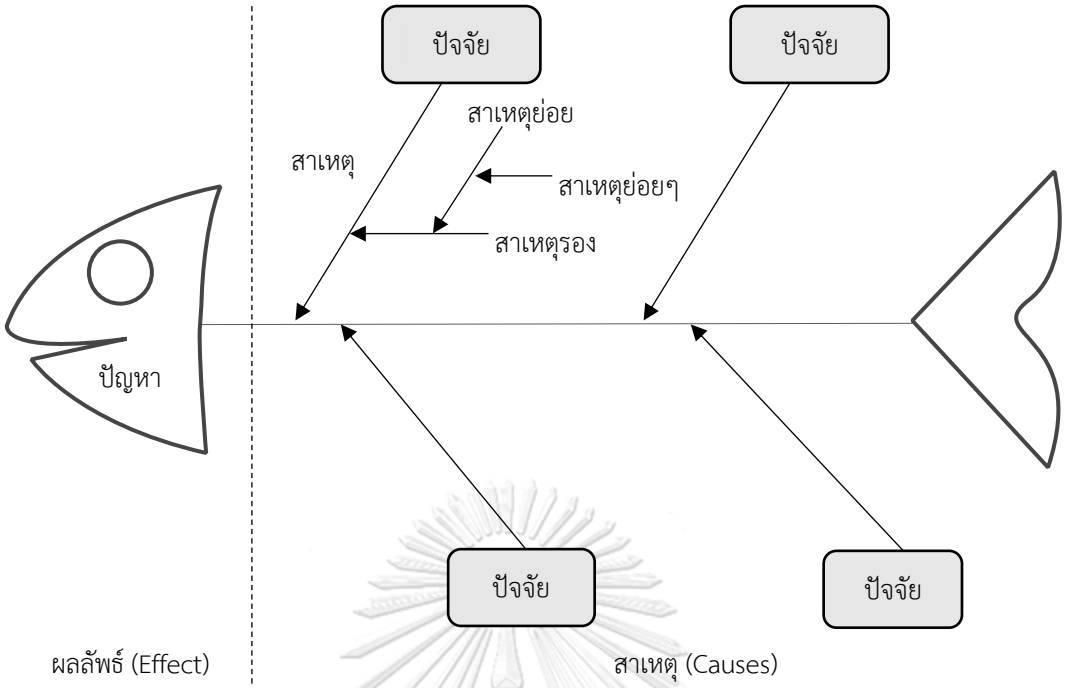
(3) ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย โดยมีการแบ่งเป็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อย ซึ่งสาเหตุของปัญหาจะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง โดยก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก ดังภาพที่ 2.6 โดยเทคนิคการระดมความคิดเพื่อจะได้ก้างปลาที่ละเอียดสวยงาม คือ การถามว่า ทำไม ทำไม ไปเรื่อยๆ ในการเขียนก้างย่อยแต่ละก้าง

(4) หาสาเหตุหลักของปัญหา

(5) จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ

(6) ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2. 6 โครงสร้างของแผนผังแสดงเหตุและผล

2.4.2 เครื่องมือ Why-Why Analysis

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ (2554) กล่าวว่า Why-Why Analysis เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุแห่งปัญหาอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอน ไม่เกิดการตกหล่น ทำให้ไม่ใช่เป็นการคิดแบบคาดเดา โดยการตั้งคำถามว่า “ทำไม” ไปเรื่อยๆ จนพบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งแนวคิดสำหรับการใช้เครื่องมือนี้คือ เป็นการแก้ปัญหาที่รากเหง้า มีความเป็นเหตุเป็นผล และสาเหตุนั้นต้องสามารถแก้ไขได้จริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พนพ เกษามา (2545) ได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์รากเหง้าของปัญหาด้วยเครื่องมือ Why-Why Analysis ไว้ดังนี้

1.ระดมสมองโดยระดมความคิดอย่างอิสระ

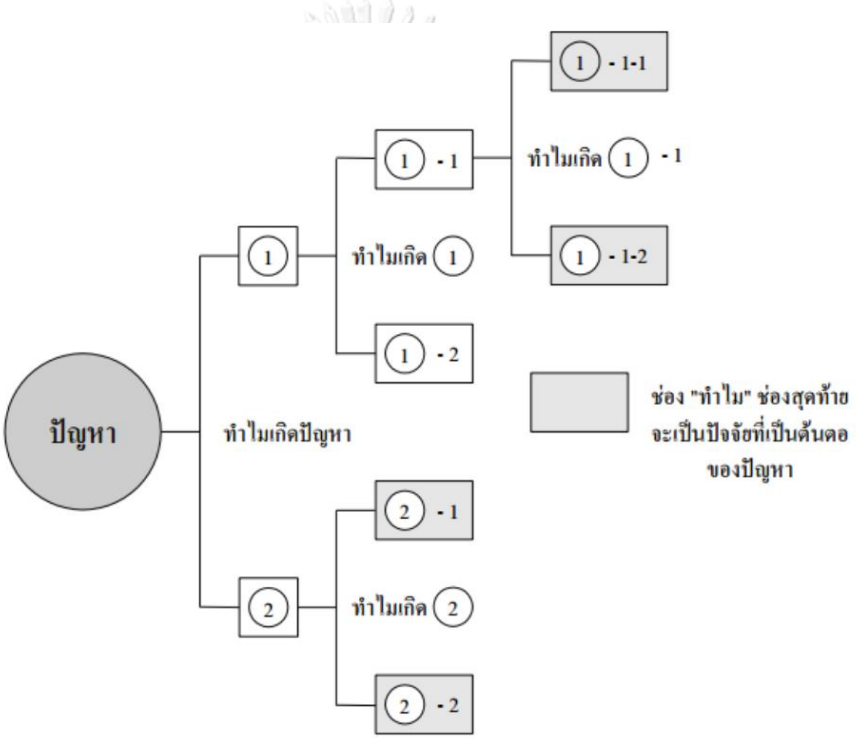
2.บริหารด้วยข้อเท็จจริงตามหลักการของ 5 จริง (5 Gen : 5G) คือ

- สถานที่จริง (Genba)

- ของจริง (Genbutsu)
- สถานการณ์จริงและข้อมูลจริง (Genjitsu)
- หลักการทางทฤษฎี (Genri)
- ระบบกฎเกณฑ์ (Gensoku)

3. ตั้งคำถาม 5 ทำไม (5 Why) ตามแนวทางการวิเคราะห์ดังภาพที่ 2.7

4. การสร้างแผนภูมิทำไม ทำไม (Why-Why Chart)



ภาพที่ 2. 7 แนวทางการวิเคราะห์ Why-Why Analysis (ศรัณญา สุขการณ์ 2558)

ในด้านปัญหาของกระบวนการผลิตนั้น การระบุสาเหตุของปัญหานั้นเป็นปัญหาด้านวิศวกรรมที่มีความท้าทายมาก โดยเฉพาะในกระบวนการหลายขั้นตอนที่มีกระบวนการและกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งสิ่งสำคัญสำหรับการผลิต คือ การส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ตรงเวลา และสอดคล้องกับความคาดหวังของลูกค้า โดยงานวิจัย Naveen (2016) พบว่ามีปัญหาด้านคุณภาพและประสิทธิภาพการผลิต จึงได้มีการปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ด้วยการวิเคราะห์หารากเหง้าของปัญหาการ

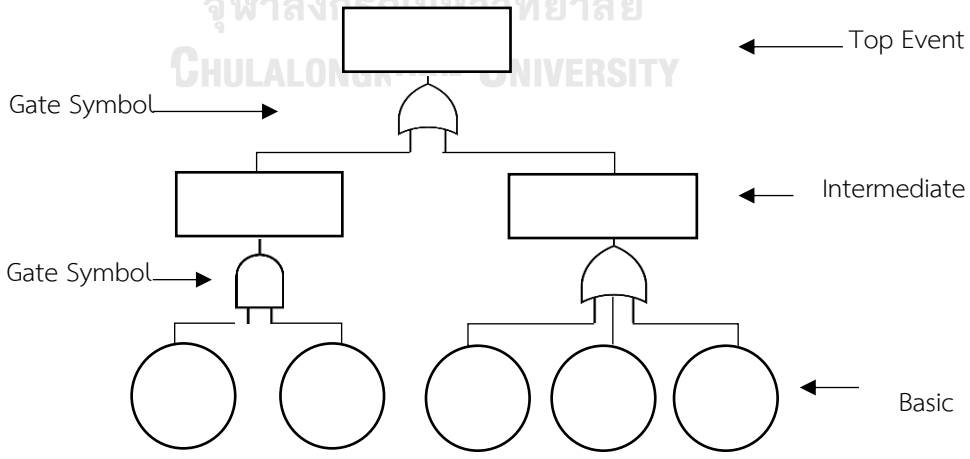
หยุดเดินของเครื่องจักรก่อน โดยใช้เครื่องมือ Why-Why Analysis และผลที่ได้พบว่าสามารถช่วยให้ฝ่ายบำรุงรักษาสามารถลดการหยุดเดินของเครื่องจักร และเพิ่มกำลังการผลิตได้

2.4.3 การวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วยแผนภูมิต้นไม้ (Fault Tree Analysis, FTA)

FTA เป็นเทคนิควิเคราะห์อันตรายเชิงปริมาณ (Quantitative) โดยเป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์รากสาเหตุและความน่าจะเป็นของการเกิดปัญหาที่เป็นระบบใหญ่และซับซ้อน แต่นับว่าเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่มีพลังและความน่าเชื่อถืออย่างมาก เนื่องจากเป็นเทคนิคที่แสดงให้เห็นถึงความผิดพลาด ล้มเหลว หรือบกพร่องได้อย่างชัดเจน

โดยหลักการของ FTA คือการหาความสัมพันธ์ของเหตุและผล โดยเริ่มจากการกำหนดเหตุการณ์อันตรายที่เกิดผลกระทบรุนแรงที่ต้องการศึกษาไว้ด้านบนสุด (Top Event) แล้วค่อยไล่วิเคราะห์หาสาเหตุย่อยที่เป็นที่มาแห่งปัญหาลดหลั่นเป็นระดับลงมาจนสิ้นสุด ดังภาพที่ 2.8 เราเรียกว่ากระบวนการนี้ว่า top-down approach โดยเหตุการณ์ที่ถูกวิเคราะห์จะถูกเชื่อมโยงด้วยสัญลักษณ์ตรรกะของ Boolean ได้แก่ AND gates หรือ OR gates เป็นต้น ซึ่ง FTA จะมุ่งเน้นถึงปัญหาอุบัติเหตุหรือเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้น แล้วใช้หลักการและเหตุผลในการวิเคราะห์หาสาเหตุอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ (Ericson 2015)

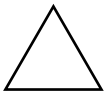
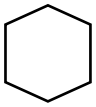
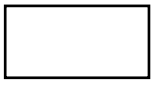
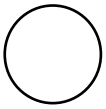
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



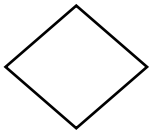
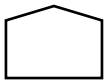
ภาพที่ 2. 8 โครงสร้างแผนภาพ FTA

Ramiro and Aisa (2012) ได้กล่าวถึงข้อดีของ FTA ไว้ว่าเป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาหรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับวิธีการทำงาน เครื่องจักร และกระบวนการผลิตได้ และยังสามารถนำผลการวิเคราะห์มาใช้วางแผนเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาเหล่านี้ได้อีกด้วย แต่หากยังเกิดปัญหาขึ้น ก็ยังสามารถนำไปใช้ในการสอบสวนหาสาเหตุของปัญหาที่มีความสลับซับซ้อนได้อีกด้วย โดยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTA จะแสดงความสัมพันธ์ในลักษณะของแผนผังรูปภาพที่มีสัญลักษณ์ที่ชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย โดย Crowl and Louvar (2001) ได้อธิบายถึงสัญลักษณที่ใชในเทคนิค FTA ไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2. 1 สัญลักษณ์ประตูเชิงตรรกะและสัญลักษณ์เหตุการณ์ที่ใช้ในแผนภาพ FTA

สัญลักษณ์	**ความหมาย**
And Gate	เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้เนื่องจากสาเหตุของเหตุการณ์ย่อยทุกตัว
Or Gate	เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้เนื่องจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งของสาเหตุย่อย
 Transfer Gate	สาเหตุในแผนภาพจะมีการโยกย้ายไปแสดงในหน้าอื่นหรืออีกแผนภาพหนึ่ง
 Inhibit Gate	เหตุการณ์ผลลัพธ์จะเกิดขึ้นจากสาเหตุนำเข้าได้ก็ต่อเมื่อเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด
 Fault Event	เหตุการณ์ย่อยที่ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ต่อเนื่องจนเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ
 Basic Event	เหตุการณ์ย่อยที่เกิดขึ้นได้ตามปกติ ซึ่งหมายถึงสาเหตุที่เห็นได้ชัดเจน โดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุต่อไป ถือเป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สัญลักษณ์	ความหมาย
 Undeveloped Event	เหตุการณ์ที่วิเคราะห์ต่อไม่ได้ ไม่ต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุต่อไป เนื่องจากไม่มีข้อมูลสนับสนุน
 External Event	เหตุการณ์ภายนอกหรือปัจจัยภายนอกที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ต่างๆ

2.5 วงจรเดมมิ่ง (PDCA)

สุธาสินี โพธิจันทร์ (2558) กล่าวว่า PDCA เป็นแนวคิดหนึ่งที่ไม่ได้ให้ความสำคัญเพียงแค่ด้านการวางแผน แต่ยังมุ่งเน้นให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีระบบ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แนวคิด PDCA ได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกโดย Walter Shewhart ซึ่งถือเป็นผู้บุกเบิกการใช้สถิติสำหรับวงการอุตสาหกรรม และต่อมาวงจร PDCA ได้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายมากขึ้น เมื่อปรมาจารย์ด้านการบริหารคุณภาพ อย่าง W.Edwards Deming ได้นำมาเผยแพร่ ให้เป็นเครื่องมือสำหรับการปรับปรุงกระบวนการ วงจรนี้จึงมีอีกชื่อหนึ่งว่า “Deming Cycle” ซึ่งมีกลไกการดำเนินงาน ดังนี้

1.การวางแผน (Plan : P) จะครอบคลุมถึงการกำหนดกรอบหัวข้อที่ต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ซึ่งรวมถึงการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ฯลฯ พร้อมกับพิจารณาว่ามีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงนั้น โดยระบุวิธีการเก็บข้อมูลให้ชัดเจน นอกจากนี้ จะต้องวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้ แล้วกำหนดทางเลือกในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

การวางแผนยังช่วยให้เราสามารถคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต และช่วยลดความสูญเสียต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้และยังช่วยให้รับรู้สภาพปัจจุบัน พร้อมกับกำหนดสภาพที่ต้องการในอนาคตได้

เทคนิคการวางแผนที่ดีควรตอบคำถามต่อไปนี้ได้

- มีอะไรบ้างที่ต้องทำ
- ใครทำ
- ต้องใช้อะไรบ้าง

- ระยะเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนเป็นเท่าใด
- ลำดับการทำงานเป็นอย่างไรควรทำอะไรก่อนอะไรหลัง
- เป้าหมายในการกระทำครั้งนี้คืออะไร

2. ปฏิบัติ (Do : D) คือ การลงมือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามทางเลือกที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการ วางแผน ในขั้นนี้ต้องตรวจสอบระหว่างการปฏิบัติด้วยว่าได้ดำเนินไปในทิศทางที่ตั้งใจหรือไม่ พร้อมกับสื่อสารให้ผู้ที่เกี่ยวข้องรับทราบด้วย ไม่ควรปล่อยให้ถึงวินาทีสุดท้ายเพื่อดูความคืบหน้าที่เกิดขึ้น หากเป็นการปรับปรุงในหน่วยงานผู้บริหารย่อมต้องการทราบความคืบหน้าอย่างแน่นอน เพื่อจะได้มั่นใจว่าโครงการปรับปรุงเกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด

เทคนิคขั้นตอนการปฏิบัติ

- ทำให้ถูกต้องตั้งแต่แรก จะได้ไม่ต้องแก้ไข หรือรับผลเสียจากการกระทำที่ผิดพลาด
- ตรวจสอบทุกขั้นตอน หากพบข้อบกพร่อง ให้รีบแก้ไขก่อนที่ความเสียหาย จะขยายเป็นวงกว้าง

3. ตรวจสอบ (Check : C) คือ การประเมินผลที่ได้รับจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง การตรวจสอบทำให้ทราบว่าการปฏิบัติในขั้นที่สองสามารถบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ สิ่งสำคัญก็คือ ต้องรู้ว่าจะตรวจสอบอะไรบ้างและบ่อยครั้งแค่ไหน ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบจะเป็นประโยชน์สำหรับขั้นตอนถัดไป

เทคนิคขั้นตอนตรวจสอบ

- ตรวจสอบวิธีการและระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติจริงว่าทำได้ตามแผนหรือไม่
- ตรวจสอบผลที่ได้ว่าได้ตามเป้าหมายหรือไม่

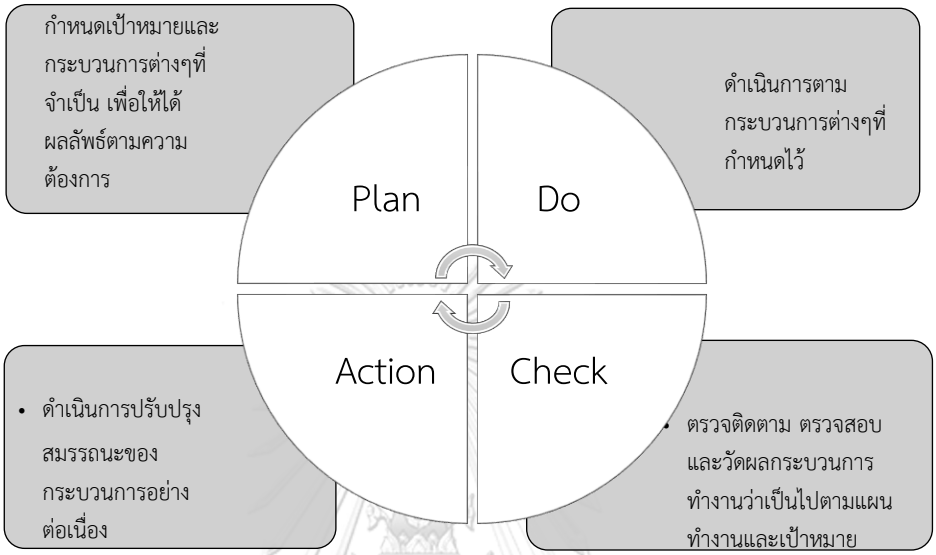
4.ปรับปรุงการดำเนินการให้เหมาะสม (Action : A) โดยการดำเนินงานให้เหมาะสมจะพิจารณาจากผลที่ได้จากการตรวจสอบ ซึ่งมีอยู่ 2 กรณี คือ ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หากเป็นกรณีแรก ก็ให้นำแนวทางหรือกระบวนการปฏิบัตินั้นมาจัดทำให้เป็นมาตรฐาน พร้อมทั้งหาวิธีการที่จะปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นไปอีก ซึ่งอาจหมายถึงสามารถบรรลุเป้าหมายได้เร็วกว่าเดิม หรือเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเดิม หรือทำให้คุณภาพดียิ่งขึ้นก็ได้. แต่ถ้าหากเป็นกรณีที่สอง ซึ่งก็คือผลที่ได้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามแผนที่วางไว้ ก็ควรนำข้อมูลที่รวบรวมไว้มาวิเคราะห์ และพิจารณาว่าควรจะดำเนินการอย่างไรต่อไปนี้

เทคนิคขั้นตอนการปรับปรุงการดำเนินการให้เหมาะสม

- หลังจากตรวจสอบแล้วถ้าเราทำได้ตามเป้าหมายให้รักษาความดีนี้ไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- หากตรวจสอบแล้วพบว่ามีข้อผิดพลาดไม่ว่าในขั้นตอนใดๆก็ตามให้หาสาเหตุและแก้ไขสาเหตุ
- หาทางปรับปรุงเพื่อให้การปฏิบัติครั้งต่อไปดีขึ้นกว่าเดิม



ภาพที่ 2. 9 ภาพแสดงกลไกของวงจร PDCA

จุดมุ่งหมายของ PDCA คือ

1.การป้องกันการเกิดซ้ำสอง และการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุทำนองเดียวกัน

2.รายงานถึงผู้ที่เกี่ยวข้องและผู้บังคับบัญชา

3.หนังสือสั่งการจากผู้เกี่ยวข้องและผู้บังคับบัญชา

4.ข้อมูลการวิเคราะห์การระยะยาว

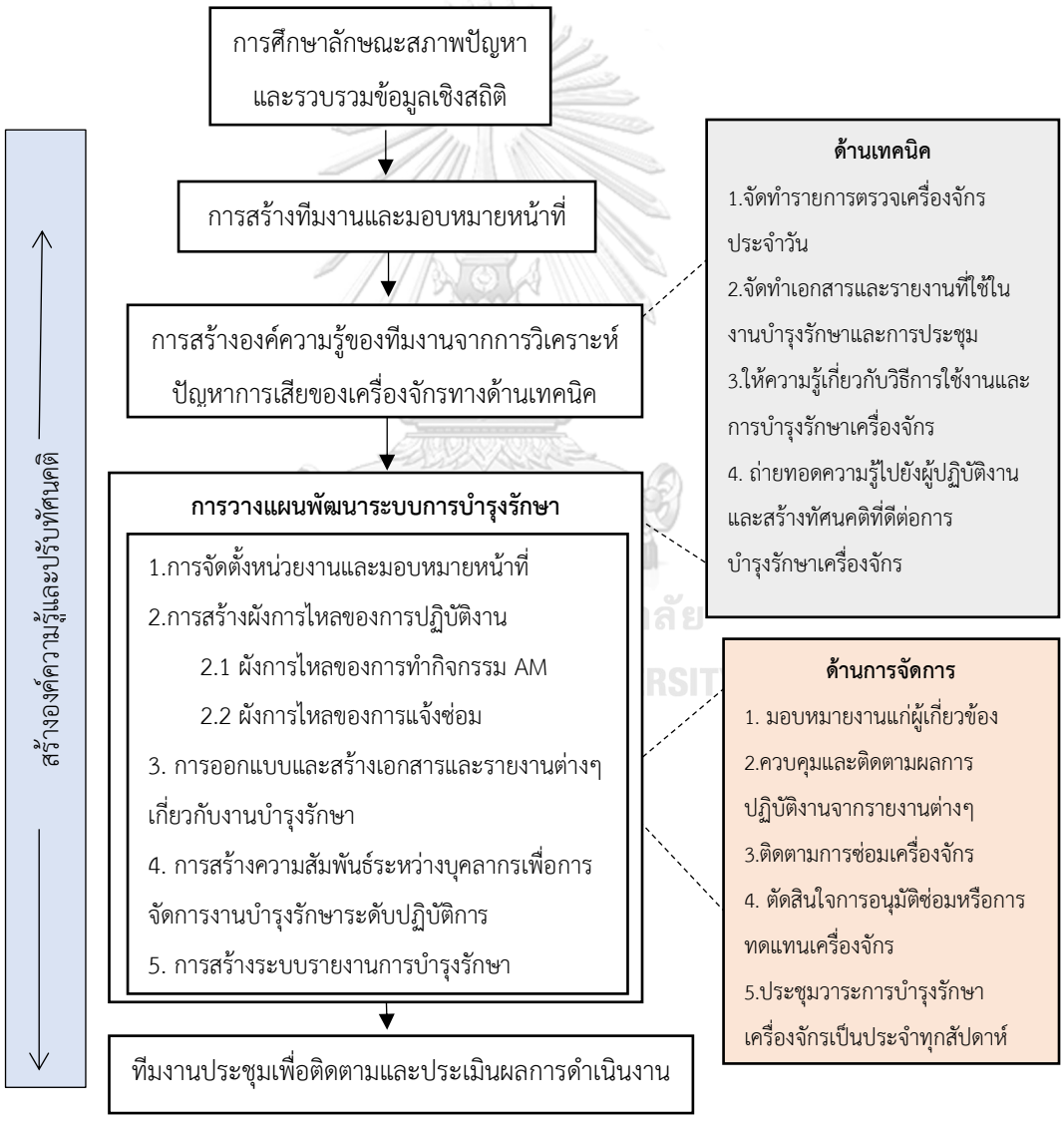
5.การส่งข่าวไปยังหน่วยที่ทำหน้าที่วางแผนการบำรุงรักษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยยังพบว่ายังมีอีกหลายงานวิจัยที่ทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องโดยยึดหลักของวงจรเดมมิ่ง เช่น Knight and Allen (2012) ได้นำวงจรเดมมิ่ง PDCA มาประยุกต์ใช้ในการสอนและงานเขียน ส่วน Chakraborty (2016) ก็ได้นำมาประยุกต์ใช้ใน SMEs เป็นต้น แสดงให้เห็นว่าวงจรเดิมมิ่ง PDCA สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ในหลากหลายสถานการณ์และยังสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

ระเบียบวิธีในการดำเนินงานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการบำรุงรักษาของเครื่องจักรกลหนักสำหรับงานก่อสร้างถนน ที่มีตัวชี้วัดความสำเร็จของงานวิจัย คือ การรั่วซึมของของเหลว ประสิทธิภาพการใช้ของเหลว สัดส่วนการเสียของเครื่องจักรหนัก และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา ซึ่งการดำเนินงานวิจัยมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3. 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาลักษณะสภาพปัญหาและรวบรวมข้อมูลเชิงสถิติ

3.1.1 ข้อมูลเบื้องต้นสภาพปัญหาของกรณีศึกษา

เมื่อทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักรหนัก การเสียของเครื่องจักรหนัก และการซ่อมแซมงานก่อสร้างทางหลวงที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้พบเป็นดังนี้

1. เกจวัด (gage) ของเครื่องจักรกลหนักทำงานได้ไม่สมบูรณ์หรือไม่มีเกจวัด เกจเหล่านี้ได้แก่ เกจวัดระดับน้ำมัน เกจวัดความร้อน เกจวัดระยะทาง เกจวัดชั่วโมงทำงาน
2. ระบบไฟของเครื่องจักรกลหนักใช้งานได้ไม่สมบูรณ์ เช่น ไฟส่องสว่างขาด ไฟเลี้ยวขาด ไฟท้ายขาด ไฟเบรกขาด เป็นต้น
3. ไม่มีการบำรุงรักษาใดแก่เครื่องจักรกลหนัก การใช้งานเครื่องจักรจนกระทั่งเครื่องเสียจนไม่สามารถใช้งานได้แล้วจึงค่อยซ่อม

4. ธรรมชาติของงานก่อสร้างทางหลวง คือการย้ายสถานที่ก่อสร้างใหม่เมื่องานสำเร็จลงส่วนใหญ่แล้วจะเปลี่ยนจังหวัด ทำให้หน่วยงานประสบปัญหาขาดแคลนบุคลากรประจำทั้งช่างซ่อมและพนักงานขับรถเครื่องจักรกลหนักชนิดต่างๆ เพราะบางส่วนไม่ต้องการย้ายถิ่นที่อยู่อาศัยตามสถานที่ก่อสร้างแห่งใหม่ เกิดปัญหาบุคลากรเข้า-ออกงานเป็นประจำ ส่งผลให้ไม่มีการฝึกอบรมการใช้งานเครื่องจักรที่ถูกวิธีก่อนเข้ามาปฏิบัติงานจริง และไม่การอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้แก่บุคลากร

5. หัวหน้างานก่อสร้างมักทำหน้าที่เฉพาะการสั่งงานและควบคุมการทำงานก่อสร้าง ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการบำรุงรักษารถเพราะมีทัศนคติว่าเมื่อเครื่องจักรเสียเป็นเรื่องของช่างซ่อม ในขณะที่จำนวนช่างของหน่วยงานไม่สามารถรองรับการเสียของเครื่องจักรหนักต่างๆได้ จึงเกิดปัญหามีจำนวนเครื่องจักรเกิดการเสียจนไม่สามารถทำงานได้อีกต่อไปจำนวนมากขึ้น ตัวอย่างการเสีย เช่น ความร้อนในเครื่องจักรสูงจนเพลาข้อเหวี่ยง (shaft) เสียรูปหรือที่นิยมเรียกกันว่าชาฟท์ละลาย เป็นต้น

6. ลักษณะของงานก่อสร้างทางหลวงต้องให้ความสำคัญกับการทำงานให้เสร็จตามเวลาเป็นอย่างยิ่ง เมื่อเครื่องจักรเสียก็มักใช้วิธีจ้างเหมาช่วงต่อ (subcontract) ทำให้ปัญหาเรื่องเครื่องจักรเสียไม่ได้รับการแก้ไขอย่างจริงจังจนกระทั่งเสียหายรุนแรงจนเครื่องจักรใช้การไม่ได้ในที่สุด ต้องใช้เวลาในการซ่อมนานและมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมสูงกว่าที่ควรเป็นตามมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงสถิติ

ข้อมูลเชิงสถิติที่ถูกเก็บรวบรวม จะถูกนำไปคำนวณเพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดความสำเร็จของงานวิจัย และเป็นแนวทางในการวางแผนแก้ไขปรับปรุง ซึ่งประกอบด้วย (1) การรั่วซึมของของเหลว และ (2) สัดส่วนการเสียของเครื่องจักรกลหนัก

3.1.2.1 ข้อมูลปัญหาการรั่วซึมของของเหลว

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลความผิดปกติการใช้ของเหลวในระบบ พบว่าเครื่องจักรกลหนักจำนวนมากมีการเติมของเหลวบ่อยครั้ง เนื่องจากปัญหาการรั่วซึมหรือพร่องของของเหลวในระบบ งานวิจัยนี้จึงได้นำการสูญเสียของเหลวจากการรั่วซึม มาคำนวณประสิทธิภาพของการใช้ของเหลวของเครื่องจักรแต่ละประเภท โดยมีการคำนวณประสิทธิภาพของการใช้ของเหลวทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเครื่อง น้ำมันไฮดรอลิก และน้ำมันเกียร์ โดยคำนวณจาก

$$\text{ประสิทธิภาพของการใช้ของเหลว (\%)} = \frac{\text{ปริมาณของเหลวที่ควรใช้}}{\text{ปริมาณของเหลวที่ใช้จริง}} \times 100$$

$$= \frac{\text{ปริมาณของเหลวที่เปลี่ยนถ่ายตามกำหนดบำรุงรักษา}}{\text{ปริมาณของเหลวที่เปลี่ยนถ่ายตามกำหนดบำรุงรักษา} + \text{ปริมาณของเหลวที่รั่วซึม}^{*}} \times 100$$

หมายเหตุ *ปริมาณของเหลวที่รั่วซึม คือ ปริมาณของเหลวที่มีการเติมเข้าไปทดแทนเมื่อมีการรั่ว/ซึม/พร่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.2.2 ข้อมูลปัญหาการเสียของเครื่องจักรกลหนัก

จากการเก็บข้อมูลลักษณะการเสียของเครื่องจักรกลหนัก โดยแบ่งออกเป็นการเสียที่ทำให้เครื่องจักรต้องหยุดงานเกินกว่าสามวันและการเสียทั่วไป (ใช้เวลาในการซ่อมแซมแก้ไขไม่เกินสามวัน) จึงได้นำสถิติการเสียของเครื่องจักรมาคำนวณสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรกลหนักแต่ละคัน โดยในการคำนวณได้ให้ความสำคัญกับการเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินกว่าสามวัน เนื่องจากเป็นการเสียที่มีโอกาสส่งผลกระทบกับการทำงานสูงโดยคำนวณจาก

$$\text{สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร} = \frac{\text{จำนวนครั้งของการเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินกว่าสามวัน}}{\text{จำนวนครั้งของการเสียทั้งหมด}}$$

3.2 การสร้างทีมงานและมอบหมายหน้าที่

การสร้างทีมงานและมอบหมายหน้าที่เริ่มต้นในเดือนธันวาคม 2560 ซึ่งประกอบด้วย

1) ผู้บริหาร ได้แก่ ด้านการก่อสร้างและด้านเครื่องจักรกลที่ใช้ในการก่อสร้าง ผู้บริหารด้านการก่อสร้างทำหน้าที่ดูแลโครงการก่อสร้างให้เป็นไปตามแผน ส่วนผู้บริหารด้านเครื่องจักรกลทำหน้าที่ตัดสินใจเรื่องการซ่อมและการทดแทนเครื่องจักรในการสนับสนุนเครื่องจักรให้พร้อมใช้งานโดยคำนึงถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ผู้บริหารนี้ทำหน้าที่นำประชุม

2) หัวหน้าช่างซ่อมบำรุง ทำหน้าที่ให้ข้อมูลสนับสนุนต่อที่ประชุม ได้แก่ การวิเคราะห์สาเหตุการเสีย รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการซ่อม ค่าใช้จ่ายและอะไหล่

3) หัวหน้างานหรือโฟร์แมน ทำหน้าที่ควบคุมผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องจักรให้ใช้เครื่องจักรอย่างถูกต้องและควบคุมให้ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันก่อนการใช้งานและรายงานความผิดปกติขณะใช้งาน

4) ฝ่ายจัดซื้อและฝ่ายบัญชี ทำหน้าที่สนับสนุนข้อมูลค่าซ่อม ค่าแรง ค่าอะไหล่แก่ที่ประชุม

5) เลขานุการการประชุม ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลและสรุปรายงานต่าง ๆ เพื่อใช้ในการประชุมของทีมงานประจำสัปดาห์

โดยทีมงานที่ถูกจัดตั้งขึ้นจะร่วมกันระดมสมองในการประเมินและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาพร้อมทั้งหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมร่วมกัน เพื่อให้สามารถดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ได้อย่างเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 การสร้างองค์ความรู้ของทีมงานจากการวิเคราะห์ปัญหาการเสียของเครื่องจักรทางด้านเทคนิค

ทีมงานร่วมกันระดมสมองในการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเสียของเครื่องจักรทางด้านเทคนิคด้วยเครื่องมือ FTA (Fault Tree Analysis) พร้อมทั้งหาแนวทางแก้ไขร่วมกัน โดยมีหัวหน้าช่างซ่อมบำรุงเป็นผู้ให้คำอธิบายทางเทคนิค ซึ่งจากการที่ทีมงานได้ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาจึงเกิดเป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องจักรและการบำรุงรักษา รวมทั้งยังช่วยให้บุคลากรมีทัศนคติที่ดีขึ้นเกี่ยวกับงานบำรุงรักษา ซึ่งในขั้นตอนนี้มีการกล่าวถึง AM ว่าเป็นหนทางในการแก้ไขปัญหา พร้อมมอบหมายให้ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบเครื่องจักรก่อนใช้งานและรายงานความผิดปกติทันทีที่พบ

3.4 การวางแผนพัฒนาระบบการบำรุงรักษา

3.4.1 การจัดตั้งหน่วยงานและมอบหมายหน้าที่

การจัดตั้งหน่วยงานเริ่มต้นจากการจัดกลุ่มของหน่วยงานตามลักษณะของการปฏิบัติหน้าที่ที่จากเดิมมีเพียงหน่วยปฏิบัติงาน หน่วยงานบำรุงรักษาและผู้บริหารเท่านั้น ซึ่งลักษณะของการทำงานมักไม่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน ในการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการจึงต้องการที่จะผนวกบทบาทหน้าที่ของแต่ละหน่วยงานให้มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน จึงได้มีการเพิ่มหน่วยของทีมงานติดตามและควบคุม และหน่วยศูนย์ควบคุมเอกสารขึ้นมา เพื่อเป็นศูนย์กลางในการสื่อสารและประสานงานของแต่ละหน่วยงาน รวมถึงมีการเพิ่มบทบาทหน้าที่ของแต่ละหน่วยงานขึ้นด้วย

3.4.2 การสร้างผังการไหลของการปฏิบัติงาน

3.4.2.1 ผังการไหลของการทำกิจกรรม AM

ผังการไหลของการทำกิจกรรม AM เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ ซึ่งบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรม AM ประกอบด้วยผู้ใช้งานเครื่องจักรโดยตรง และหัวหน้างาน โดยการสร้างแผนการทำ AM เริ่มต้นจากการมอบหมายหน้าที่ให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรกลหนักโดยตรงตรวจตราเครื่องจักรประจำวันก่อนใช้งานและหากพบสิ่งผิดปกติขณะปฏิบัติงานให้รีบแจ้งหัวหน้างานทันที การมอบหมายให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรโดยตรงซึ่งใกล้ชิดกับเครื่องจักรมากที่สุดเป็นผู้ตรวจตราเครื่องจักรและรายงานความผิดปกติย่อมมีโอกาสที่จะทำให้สามารถรับรู้ถึงความผิดปกติและแก้ไขได้เร็วและทันเวลา การที่ผู้ใช้งานเครื่องจักรรู้จักการสังเกต การเอาใจใส่และการดูแลรักษาเครื่องจักรนั้นย่อมทำให้ผู้ใช้งานมีประสบการณ์ในงานบำรุงรักษามากขึ้น เกิดการพัฒนาศักยภาพและมีองค์ความรู้ที่เพิ่มขึ้น รวมถึงการมีทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับงานบำรุงรักษาเพิ่มขึ้นอีกด้วย

3.4.2.2 ผังการไหลของการแจ้งซ่อม

ผังการไหลของการแจ้งซ่อม เริ่มต้นจากการมอบหมายหน้าที่ให้หัวหน้างานเป็นผู้ทำการแจ้งซ่อมกับหัวหน้าช่างซ่อมบำรุงในหน่วยงานบำรุงรักษา โดยเปลี่ยนวิธีปฏิบัติงานจากการแจ้งซ่อมปากเปล่าเป็นการแจ้งซ่อมโดยให้หน่วยงานบำรุงรักษาเป็นผู้ออกใบแจ้งซ่อม (WO) เพื่อลดปัญหาการลืมของช่างซ่อม เนื่องจากมีภาระงานล้นมือ โดยให้มีการประเมินความเสียหาย วิธีการซ่อม ระยะเวลาในการซ่อมและค่าใช้จ่ายก่อนอนุมัติให้นำเครื่องจักรเข้าซ่อม เพื่อให้เครื่องจักรได้รับการ

ซ่อมแซมแก้ไขอย่างเหมาะสมและทันเวลา โดยการแจ้งซ่อมจะครอบคลุมถึงการตัดสินใจและติดตามความก้าวหน้าของงานซ่อมจากผู้บริหารกับหน่วยงานซ่อมบำรุง

3.4.3 การออกแบบและสร้างเอกสารและรายงานต่างๆ เกี่ยวกับงานบำรุงรักษา

การสร้างเอกสารและรายงานต่างๆ โดยแบ่งออกเป็นสองประเภท ได้แก่ เอกสารที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และรายงานที่ใช้สำหรับการประชุม เช่น ใบรายการตรวจประจำวัน (Daily checklist) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานใช้บันทึกก่อนใช้งานเครื่องจักร โดยรายการที่ตรวจสอบได้อ้างอิงตามผัง FTA ที่ได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ เป็นต้น ส่วนประเภทของรายงานที่ใช้สำหรับการประชุม เช่น รายงานสรุปการตรวจประจำวันของผู้ปฏิบัติงาน รายงานการอัดจาระบี เป็นต้น โดยในขั้นตอนนี้ได้มีการปรับปรุงรูปแบบของเอกสารและรายงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความสะดวกและง่ายต่อการเข้าใจกับผู้ใช้งานมากที่สุด

3.4.4 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ

การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ เป็นการเชื่อมโยงขั้นตอนการดำเนินงานต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (3.4.1 และ 3.4.2) โดยยึดหลักการมีส่วนร่วมของบุคลากรภายในองค์กร ซึ่งจะมีการมอบหมายหน้าที่ให้ครอบคลุมกับการปฏิบัติงานของแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำให้เกิดช่องทางในการสื่อสาร ประสานงานและทำงานร่วมกันของแต่ละหน่วยงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4.5 การสร้างระบบรายงานการบำรุงรักษา

ระบบรายงานการบำรุงรักษาจะสร้างขึ้นโดยใช้เครื่องมือการจัดการงานบำรุงรักษา (Maintenance Management Tools, MMT) ซึ่งจะมีการกำหนดตัวชี้วัด (Control Board, CB) เพื่อใช้ในการประเมินผลและติดตามควบคุมผลการบำรุงรักษาในที่ประชุม และมีรายงานเชิงลึก (Detailed Report, DR) แสดงข้อมูลรายละเอียดที่ช่วยในสนับสนุนการวิเคราะห์ผลของตัวชี้วัดที่ได้ เพื่อให้ทีมงานสามารถร่วมกันวิเคราะห์ วางแผนและหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

3.5 ติดตามผลการดำเนินงานและปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง

การติดตามผลการดำเนินงานและปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่องในตอนประชุมทุกสัปดาห์ในทำนองเดียวกันกับการหมุนของวงจรเดมมิ่ง ซึ่งใช้เวลาสัปดาห์ละหนึ่งชั่วโมงช่วงเช้าก่อนการปฏิบัติงานตามปกติ เมื่อมีการประชุมประจำสัปดาห์ทำให้ผู้บริหารทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละหน่วยงานได้อย่างรวดเร็วทำให้ร่วมกันวิเคราะห์และตัดสินใจเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้ทันเวลา โดยประเมินผลจากตัวชี้วัด (1) ปัญหาการรั่วซึมของของเหลว (2) ประสิทธิภาพการใช้ของเหลว (3) สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร และ (4) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

โดยระยะเวลาในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัยแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3. 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

เดือน ปี / ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	2560			2561		
	มิ.ย.- ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. การศึกษาลักษณะสภาพปัญหาและรวบรวมข้อมูลเชิงสถิติ	✓	✓				
2. การสร้างทีมงาน	✓	✓				
3. การสร้างองค์ความรู้ของทีมงานจากการวิเคราะห์ปัญหาการเสียของเครื่องจักรทางด้านเทคนิค	✓	✓				
4. การวางแผนพัฒนาระบบการบำรุงรักษา						
4.1 การจัดตั้งหน่วยงานและมอบหมายหน้าที่	✓	✓	✓			
4.2 การสร้างผังการไหลของการปฏิบัติงาน						
4.2.1 ผังการไหลของการทำกิจกรรม AM	✓	✓				
4.2.2 ผังการไหลของการแจ้งซ่อม	✓	✓	✓			
4.3 การออกแบบและสร้างเอกสารและรายงานต่างๆ เกี่ยวกับงานบำรุงรักษา	✓	✓	✓			
4.4 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ		✓	✓			
4.5 การสร้างระบบรายงานการบำรุงรักษา		✓	✓			
5. ติดตามผลการดำเนินงานและปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่อง	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ข้อมูลเครื่องจักรกลหนักและการวิเคราะห์ปัญหา

4.1 ข้อมูลเครื่องจักรกลหนักสำหรับงานก่อสร้างถนน

ในการก่อสร้างถนนทั้งประเภทถนนแอสฟัลต์คอนกรีตและถนนคอนกรีต มีขั้นตอนในการก่อสร้างถนนทั้งหมด 4 ขั้นตอนดังที่ได้แสดงดังตาราง 1.1 และ 1.2 และพบว่าการก่อสร้างถนนทั้งสองประเภทมี 3 ขั้นตอนแรกที่มีกระบวนการเหมือนกัน คือ งานดิน งานชั้นพื้นทาง และงานรองพื้นทาง จึงได้มีการสรุปการใช้เครื่องจักรในแต่ละขั้นตอน ดังตาราง 4.1 เพื่อใช้พิจารณาเป็นแนวทางในการเลือกเครื่องจักรในกรณีศึกษา โดยพิจารณาจากเครื่องจักรที่มีการใช้งานในหลายขั้นตอนและค่อนข้างมีความสำคัญ หากเครื่องจักรเหล่านี้ไม่สามารถใช้งานได้ มีโอกาสสูงที่จะส่งผลกระทบต่อการทำงานในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 4. 1 ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องจักรกลหนักกับขั้นตอนการก่อสร้างถนน

ขั้นตอน / เครื่องจักร	งานดิน	งานรองพื้นทาง	งานชั้นพื้นทาง	งานชั้นผิวทาง
รถไถ	✓			
รถขุดไฮดรอลิก	✓	✓	✓	
รถตักล้อยาง	✓	✓	✓	
รถเกลี่ยดิน	✓	✓	✓	
รถบดสั่นสะเทือน	✓	✓	✓	✓
รถบดล้อยาง	✓	✓	✓	✓
รถบดสามล้อเหล็ก			✓	
รถบรรทุกน้ำ		✓	✓	✓
รถบรรทุกสิบล้อ	✓	✓	✓	
รถปูยาง				✓
รถปูน				✓

Chulalongkorn University

จากตารางความสัมพันธ์เครื่องจักรกลหนักกับขั้นตอนการก่อสร้างถนนในกรณีศึกษา แสดงให้เห็นว่า เครื่องจักรที่มีการใช้งานในหลายขั้นตอน (3-4 ขั้นตอน) ประกอบด้วยเครื่องจักรกลหนักทั้งหมด 7 ประเภท ได้แก่ รถขุดไฮดรอลิก รถตักล้อยาง รถเกลี่ยดิน รถบดสั่นสะเทือน รถบดล้อยาง รถบรรทุกน้ำ และรถบรรทุกสิบล้อ ส่วนการคัดเลือกจำนวนเครื่องจักรในแต่ละประเภทของกรณีศึกษาจะคัดเลือกจากเครื่องจักรที่มีการนำมาใช้งานอย่างสม่ำเสมอและใกล้เคียงกันในช่วงระยะเวลาของการดำเนินวิจัยตลอด 2 ปี (ตั้งแต่มิถุนายน 2560 - พฤษภาคม 2562) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรทั้งหมด 33 คัน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4. 2 จำนวนและอายุของเครื่องจักรกลหนักในกรณีศึกษา (ข้อมูลอายุ ณ ปี 2560)

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	อายุของเครื่องจักร (ปี)
รถเกลี่ยดิน	1	23
	2	22
	3	2
	4	2
	5	2
	6	2
รถบดสั่นสะเทือน	1	22
	2	20
	3	3
	4	3
	5	2
รถบรรทุกน้ำ	1	22
	2	25
	3	25
	4	25
	5	22
	6	21

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	อายุของเครื่องจักร (ปี)
รถขุดไฮดรอลิก	1	22
	2	3
	3	1
	4	1
	5	1
	6	1
	7	0
รถบรรทุกสิบล้อ	1	22
	2	21
	3	2
	4	2
	5	2
รถบดล้อยาง	1	22
	2	17
รถตักล้อยาง	1	2
	2	0

4.1.1 รถเกลี่ยดิน เป็นเครื่องจักรกลหนักที่ใช้สำหรับงานดิน ซึ่งมักใช้ในงานขุด เกลี่ย และตบแต่งผิว รถเกลี่ยดินเป็นเครื่องจักรกลหนักล้อยางแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง โดยลักษณะของงานที่รถเกลี่ยดินสามารถทำได้ คือ การกระจายกองวัสดุ การปรับระดับพื้นที่ขรุขระ และการตัดร่องน้ำซึ่งรถเกลี่ยดินใช้ในขั้นตอนของงานดิน งานชั้นพื้นทาง และงานรองพื้นทาง

ภาพที่ 4. 1 รถเกลี่ยดิน

4.1.2 รถบดสั่นสะเทือน มีลักษณะเป็นทั้งเครื่องจักรกลและไฮดรอลิกขึ้นอยู่กับระบบขับเคลื่อน โดยเครื่องจักรประเภทนี้ใช้สำหรับบดอัดวัสดุที่ไม่ยึดติดกัน เช่น ดินลูกรัง ดินทราย หินปนทราย หินก้อนเล็กและอื่นๆ ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่เหมาะกับการก่อสร้างที่ต้องการคุณภาพสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4. 2 รถบดสั่นสะเทือน

4.1.3 รถบรรทุกน้ำ เป็นรถที่ใช้สำหรับการให้ความชื้นกับดินโดยการรดน้ำให้กับพื้นผิวดิน เพื่อให้รถบดสามารถทำการบดอัดให้พื้นผิวมีความแน่นมากขึ้นและยังช่วยลดฝุ่นในระหว่างการปฏิบัติงาน

ภาพที่ 4. 3 รถบรรทุกน้ำ

4.1.4 รถขุดไฮดรอลิก เป็นเครื่องจักรกลหนักที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ โดยการขุดและตักแล้วเคลื่อนย้ายไปเท มีแขนยื่นออกไปและมีบุ้งกี๋สำหรับขุดและตัก ส่วนบนของเครื่องจักรสามารถหมุนได้ โดยที่ส่วนล่างจะสัมผัสกับพื้นโดยไม่มีการเคลื่อนที่ขณะขุดตัก ลักษณะของการทำงานของรถขุดไฮดรอลิกเหมาะสำหรับพื้นที่ที่เป็นหินหรือดินที่ไม่แน่น เช่น การขุดดิน หิน ทราย การขุดลอกขยายคูคลอง การถางป่า ล้มต้นไม้ เป็นต้น แต่ทำงานค่อนข้างช้าเมื่อเทียบกับรถตักล้อยาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4. 4 รถขุดไฮดรอลิก

4.1.5 รถบรรทุกสิบล้อ เป็นเครื่องจักรที่สนับสนุนการทำงานของเครื่องจักรกลหนัก มีหน้าที่ขนส่งลำเลียงวัสดุ เช่น ดิน ทราย หินคลุก และมักใช้งานคู่กับรถขุดไฮดรอลิก โดยรถบรรทุกสิบล้อที่ใช้จะเป็นประเภทรถบรรทุกแบบเทท้าย

ภาพที่ 4. 5 รถบรรทุกสิบล้อ

4.1.6 รถบดล้อยาง ประกอบด้วยล้อยางบดคู่หน้าหลังและล้อยางบดระบบไฮดรอลิก โดยรถบดล้อยางบดคู่หน้าหลังเป็นเครื่องจักรที่มีคุณภาพในการบดอัดที่สูงเหมาะกับงานที่ต้องการคุณภาพสูง เช่น ทางหลวง สนามบิน เป็นต้น โดยเฉพาะการอัดพื้นยางมะตอย (ถนนแอสฟัลต์คอนกรีต) ในขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการสร้างถนนทางหลวง

ภาพที่ 4. 6 รถบดล้อยาง

4.1.7 รถตักล้อยาง เป็นเครื่องจักรกลหนักที่ใช้งานเคลื่อนย้ายวัสดุ โดยการตักวัสดุที่ขุดรวมกองไว้แล้วหรือตักดินหรือหิน แล้วเทใส่รถบรรทุกเทท้ายและยังสามารถดันกองวัสดุ หิน ดิน ทราย และขจัดสิ่งกีดขวางได้ และเป็นเครื่องจักรกลหนักที่มีความคล่องตัวสูง

ภาพที่ 4. 7 รถตักล้อยาง

4.2 ข้อมูลเชิงสถิติของเครื่องจักร

ข้อมูลเชิงสถิติที่ถูกเก็บรวบรวม จะถูกนำไปคำนวณเพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดความสำเร็จของงานวิจัย และเป็นแนวทางในการวางแผนแก้ไขปรับปรุง ซึ่งประกอบด้วย (1) การรั่วซึมของของเหลว และ (2) สัดส่วนการเสียของเครื่องจักรกลหนัก

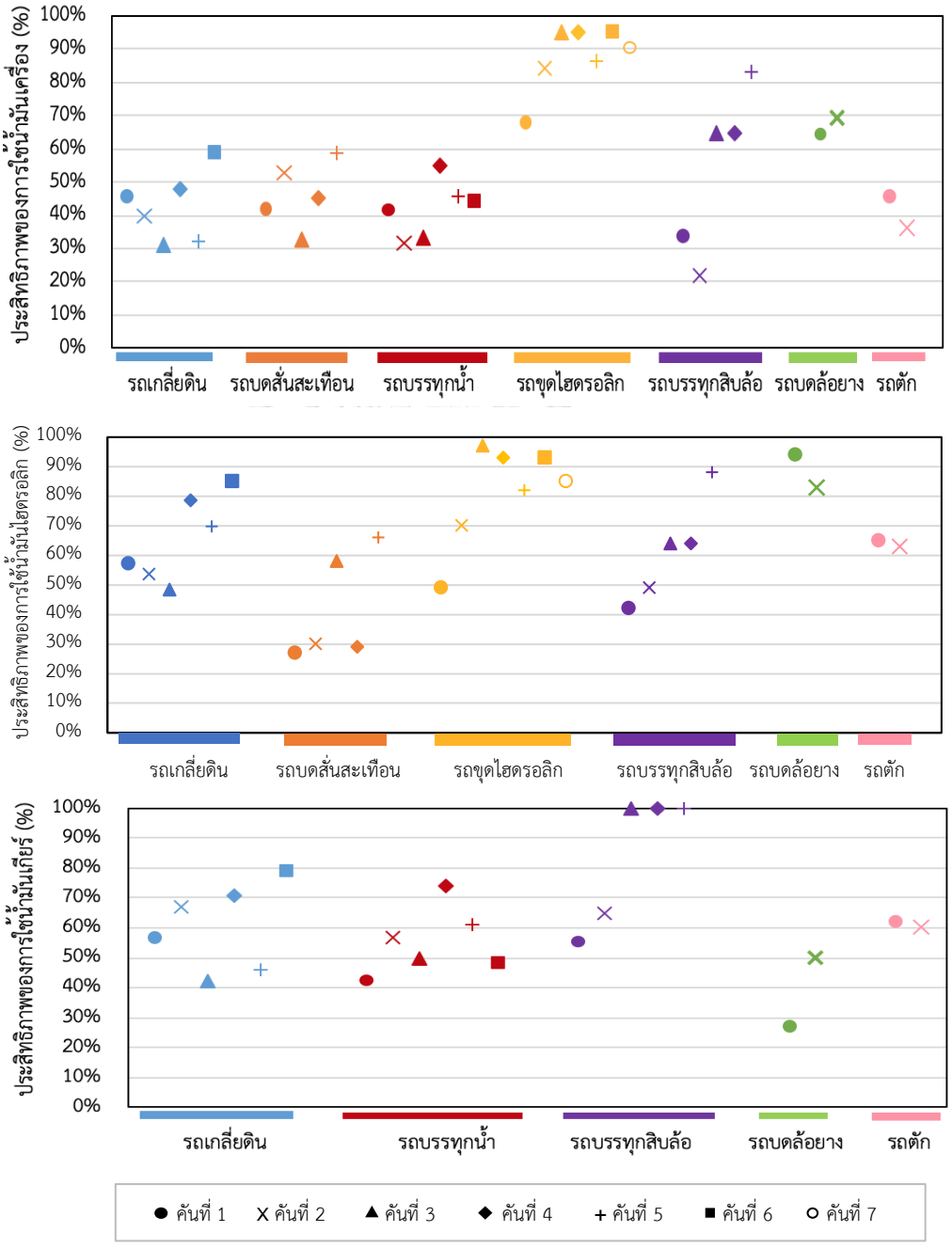
4.2.1 การรั่วซึมของของเหลว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากปัญหาการรั่วซึมหรือพร่องของของเหลวในระบบ จึงได้นำข้อมูลการสูญเสียของเหลวจากการรั่วซึมจาก ตารางที่ 1.4 มาคำนวณประสิทธิภาพของการใช้ของเหลวของเครื่องจักรแต่ละประเภท โดยหากเครื่องจักรมีการรั่วซึมหรือพร่องในปริมาณที่สูง แสดงถึงการที่เครื่องจักรมีประสิทธิภาพของการใช้ของเหลวที่ต่ำนั่นเอง ซึ่งประสิทธิภาพของการใช้ของเหลวแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเครื่อง น้ำมันไฮดรอลิก และน้ำมันเกียร์ โดยผลที่ได้แสดงดังภาพที่ 4.8

โดยพบว่าเครื่องจักรส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพของการใช้น้ำมันเครื่อง น้ำมันไฮดรอลิก และน้ำมันเกียร์ค่อนข้างต่ำ อยู่ในช่วง 20-70% นั่นคือเครื่องจักรมีการใช้ของเหลวในปริมาณที่ใช้จริงสูงกว่าปริมาณที่ควรใช้ อันเนื่องมาจากการเกิดการรั่วซึมหรือพร่องของของเหลว ซึ่งสัญญาณของอาการเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าน่าจะเกิดสิ่งผิดปกติขึ้นกับเครื่องจักรกลหนัก และเมื่อปัญหาเหล่านี้ไม่ได้รับการ

แก้ไขหรือไม่ได้เติมของเหลวให้มีปริมาณเพียงพอในระบบแล้วอาจนำไปสู่การเกิดความเสียหายที่ลุกลามรุนแรงในเวลาต่อมา



ภาพที่ 4. 8 ประสิทธิภาพของการใช้ของเหลวของเครื่องจักรแต่ละประเภท

ซึ่งผลจากการคำนวณประสิทธิภาพของการใช้ของเหลวที่ได้แสดงดังภาพที่ 4.8 พบว่าเครื่องจักรส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพของการใช้น้ำมันเครื่อง น้ำมันไฮดรอลิก และน้ำมันเกียร์ค่อนข้างต่ำ อยู่ในช่วง 20-70% นั่นคือเครื่องจักรมีการใช้ของเหลวในปริมาณที่ใช้จริงสูงกว่าปริมาณที่ควรใช้ อันเนื่องมาจากการเกิดการรั่วซึมหรือพร่องของของเหลว ซึ่งสัญญาณของอาการเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าน่าจะเกิดสิ่งผิดปกติขึ้นกับเครื่องจักรกลหนัก และเมื่อปัญหาเหล่านี้ไม่ได้รับการแก้ไขหรือไม่ได้เติมของเหลวให้มีปริมาณเพียงพอในระบบแล้วอาจนำไปสู่การเกิดความเสียหายที่ลุกลามรุนแรงในเวลาต่อมาได้

แต่อย่างไรก็ตาม หากสังเกตถึงประสิทธิภาพของการใช้น้ำมันเครื่องและน้ำมันไฮดรอลิกของรถขุดไฮดรอลิกจะพบว่าค่อนข้างแตกต่างกับเครื่องจักรกลหนักประเภทอื่นๆ คือรถขุดไฮดรอลิกส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพของการใช้น้ำมันเครื่องและน้ำมันไฮดรอลิกมากกว่า 70% ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากรถขุดไฮดรอลิกส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มเครื่องจักรที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี การเกิดปัญหาหรือการขัดข้องของเครื่องจักรเหล่านี้จึงเกิดขึ้นค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 20 ปี

4.2.2 สัดส่วนการเสียของเครื่องจักรกลหนัก

การคำนวณสัดส่วนเสียของเครื่องจักรกลหนัก มีการคำนวณโดยให้ความสำคัญกับการเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินกว่าสามวัน เนื่องจากเป็นการเสียที่มีโอกาสส่งผลกระทบกับการทำงานสูง ซึ่งผลการคำนวณสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรที่ได้ แสดงดังตารางที่ 4.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4. 3 อายุและสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรกลหนัก(ข้อมูลเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน2560)

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	อายุของเครื่องจักร		จำนวนครั้งของการเสียของเครื่องจักร		สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร (%)
		กลุ่มที่ 1 ไม่เกิน 5 ปี	กลุ่มที่ 2 มากกว่า 20 ปี	การเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินกว่าสามวัน	การเสียทั่วไป	
รถเกลี่ยดิน	1		✓	8	4	67%
	2		✓	7	5	58%
	3	✓		7	6	54%
	4	✓		8	7	53%
	5	✓		7	7	50%
	6	✓		4	3	57%

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	อายุของเครื่องจักร		จำนวนครั้งของการเสียของเครื่องจักร		สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร (%)
		กลุ่มที่ 1 ไม่เกิน 5 ปี	กลุ่มที่ 2 มากกว่า 20 ปี	การเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินกว่าสามวัน	การเสียทั่วไป	
รถบดสั่นสะเทือน	1		✓	11	5	69%
	2		✓	10	5	67%
	3	✓		7	4	64%
	4	✓		3	4	43%
	5	✓		1	2	33%
รถบรรทุกน้ำ	1		✓	10	3	77%
	2		✓	19	5	79%
	3		✓	13	7	65%
	4		✓	14	7	67%
	5		✓	14	8	64%
	6		✓	11	7	61%
รถขุดไฮดรอลิก	1		✓	6	2	75%
	2	✓		4	3	57%
	3	✓		1	2	33%
	4	✓		2	3	40%
	5	✓		2	3	40%
	6	✓		1	2	33%
	7	✓		1	2	33%
รถบรรทุกสิบล้อ	1		✓	7	3	70%
	2		✓	6	3	67%
	3	✓		3	3	50%
	4	✓		2	2	50%
	5	✓		2	3	40%
รถบดล้อยาง	1		✓	6	3	67%
	2		✓	8	5	62%
รถตักล้อยาง	1	✓		6	3	67%
	2	✓		5	3	63%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.3 พบว่าสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรกลหนักทั้งหมดจำนวน 33 คัน มีเครื่องจักรกลหนักที่มีสัดส่วนการเสียมากกว่า 50% ถึง 25 คัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสียของเครื่องจักรกลหนักส่วนใหญ่เป็นการเสียที่ทำให้เครื่องจักรต้องหยุดงานเกินกว่าสามวัน และหากสังเกตจะพบว่าเครื่องจักรลำดับแรก ๆ ในแต่ละประเภทมักมีสัดส่วนการเสียที่สูงกว่าลำดับหลัง ๆ ซึ่งคาดว่าเนื่องมาจากเครื่องจักรลำดับแรกนั้นอยู่ในกลุ่มของเครื่องจักรที่มีอายุมากกว่า 20 ปี เครื่องจักรกลุ่มนี้จึงมักมีสัดส่วนการเสียที่สูง และส่งผลให้มีโอกาสสูงที่จะทำให้การทำงานนั้นหยุดชะงัก ล่าช้า และไม่เป็นไปตามแผน

แต่อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าเครื่องจักรลำดับหลัง จะอยู่ในกลุ่มของเครื่องจักรที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี แต่ก็พบว่ามีเครื่องจักรกลหนักที่มีสัดส่วนการเสียมากกว่า 50% จำนวนหลายคันเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าการเสียของเครื่องจักรกลหนักนั้นไม่ได้มีสาเหตุมาจากปัจจัยด้านอายุของเครื่องจักรเพียงเท่านั้น จึงต้องทำการวิเคราะห์หารากของสาเหตุการเสียของเครื่องจักรกลหนักต่อไป

4.3 การวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางแก้ไข

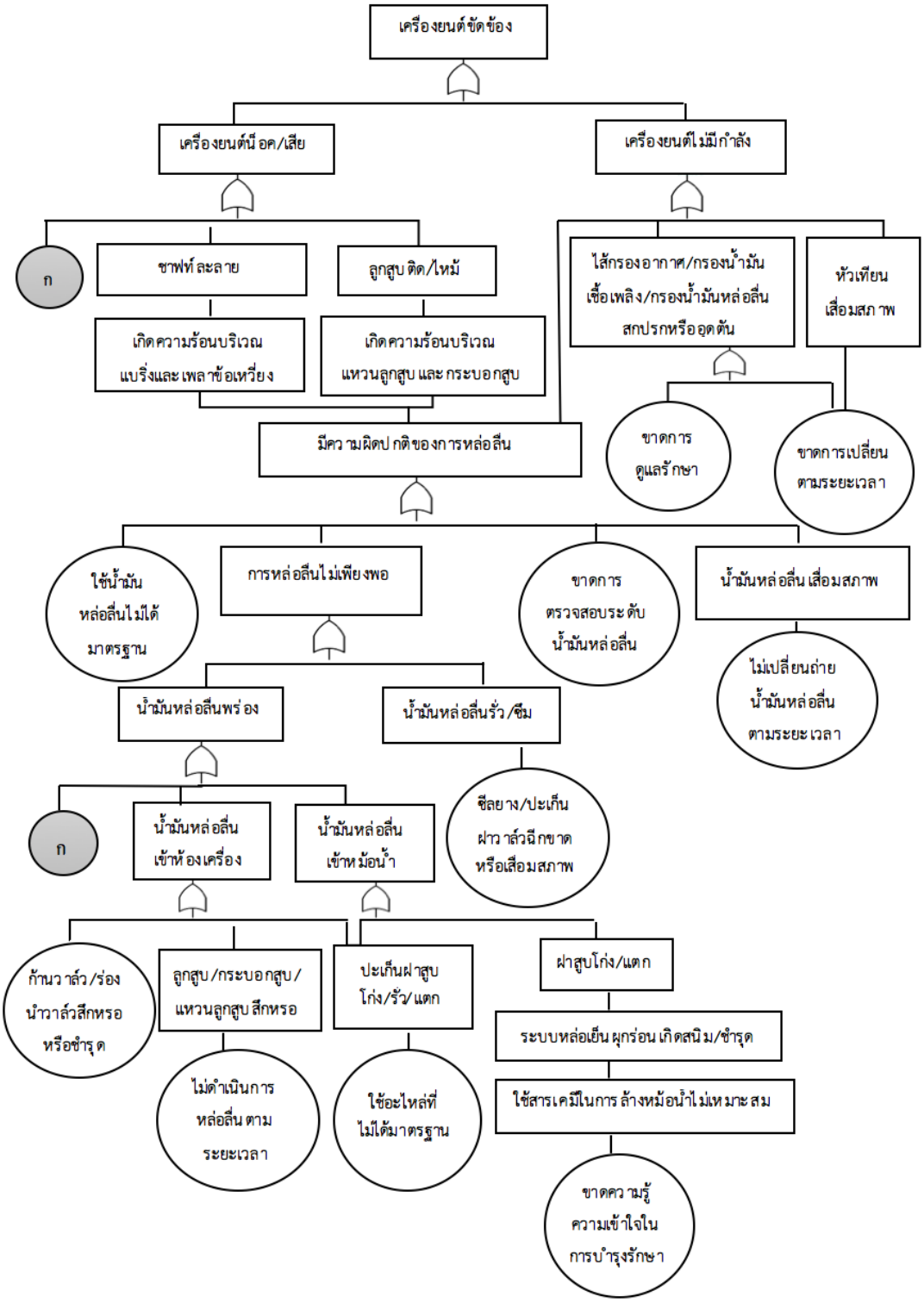
4.3.1 การวิเคราะห์เพื่อบ่งชี้ปัญหาการเสียของเครื่องจักรทางด้านเทคนิค

ทีมงานได้ร่วมกันระดมสมองในการวิเคราะห์ปัญหาการเสียของเครื่องจักรทางเทคนิคในลักษณะต่างๆ ด้วยเครื่องมือ FTA เพื่อหารากของสาเหตุแบบเฉพาะเจาะจงในแต่ละลักษณะการเสีย โดยมีหัวหน้าช่างซ่อมบำรุงเป็นผู้ให้ข้อมูลแนวทางการซ่อมและร่วมกันวิเคราะห์หารากของสาเหตุ ซึ่งในการวิเคราะห์จะมุ่งเน้นการวิเคราะห์การเสียที่เกิดขึ้นบ่อยและทำให้เครื่องจักรต้องหยุดงานนานกว่า 30 วันเป็นหลักก่อน แล้วจึงค่อยวิเคราะห์ลักษณะการเสียอื่นๆ ที่มีความเสียหายน้อยกว่า ซึ่งพบว่าบางอาการเสียนั้นมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

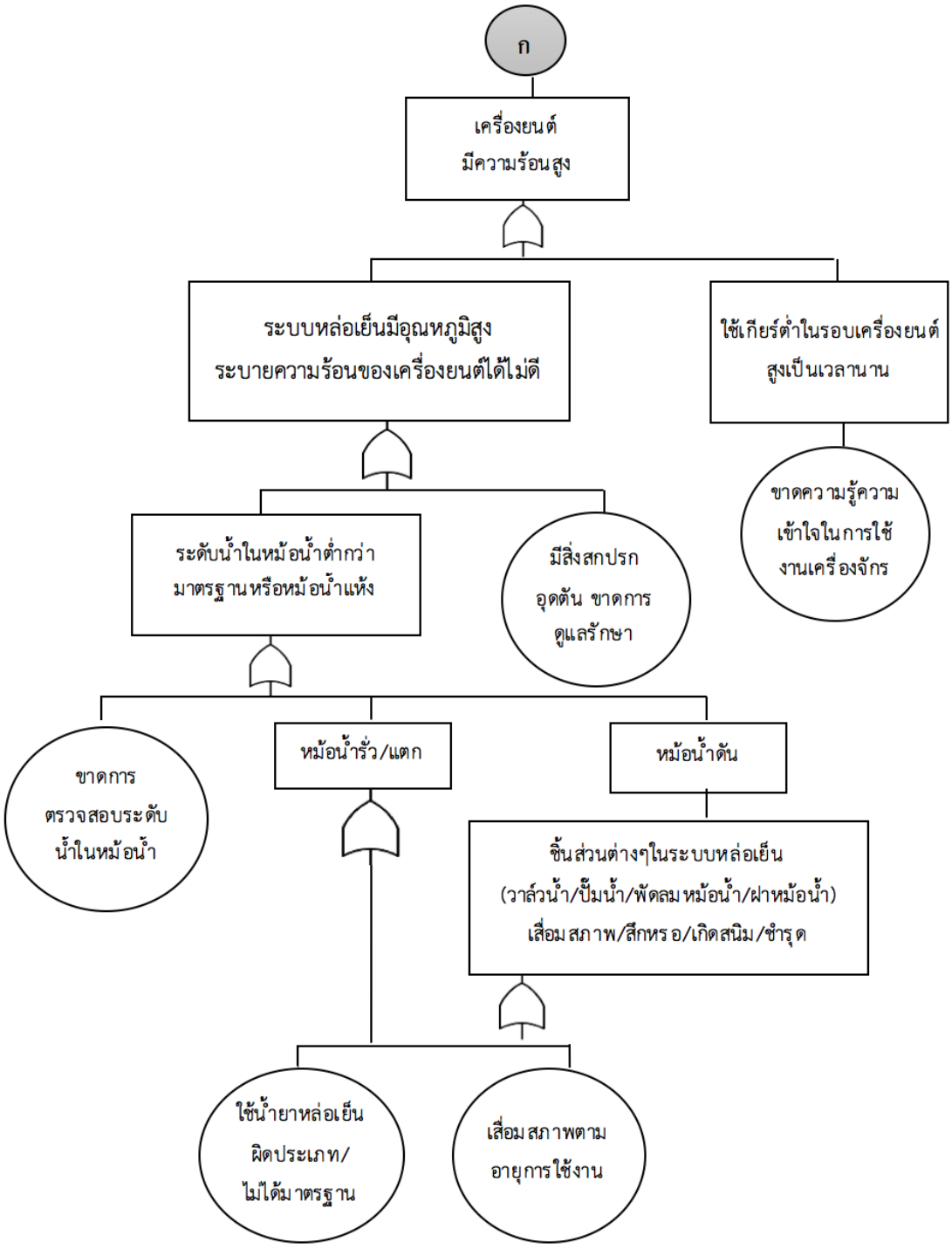
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ซึ่งผลการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 5 ระบบ ได้แก่ ระบบเครื่องยนต์ ระบบไฮดรอลิก ระบบเกียร์ ระบบเบรก และระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่าง ซึ่งตัวอย่างผลการวิเคราะห์ลักษณะการเสียในแต่ละระบบ แสดงดังภาพที่ 4.9 – 4.15 ส่วนผลการวิเคราะห์การเสียลักษณะอื่นๆ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

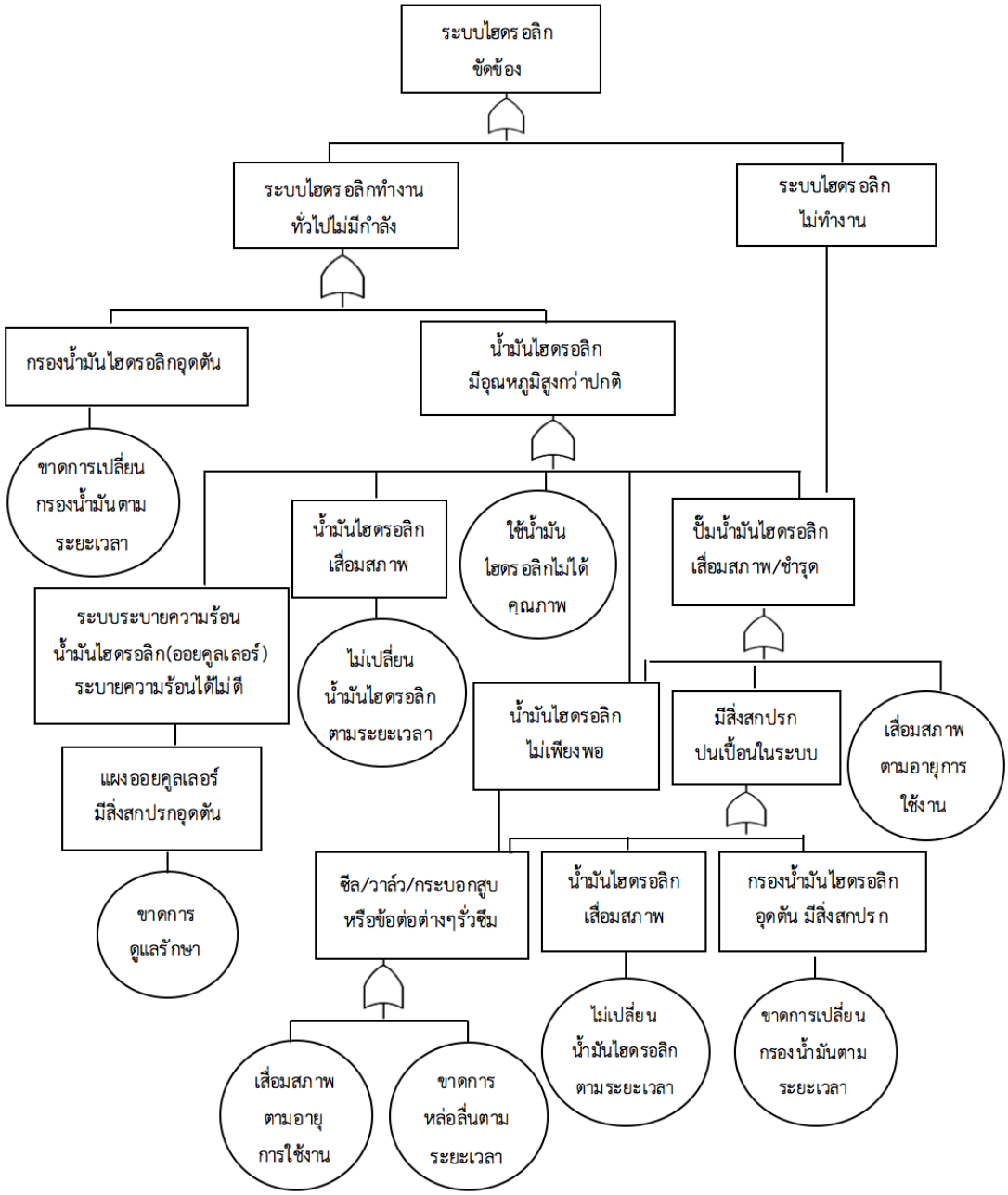
โดยจากผลการวิเคราะห์สาเหตุของเครื่องยนต์ขัดข้องและมีความร้อนสูงในภาพที่ 4.9 และ 4.10พบว่ามีส่วนใหญ่สาเหตุมาจากผู้ใช้งานเครื่องจักรขาดการดูแลรักษา ขาดการเปลี่ยนอะไหล่หรือของเหลวตามระยะเวลา ขาดการตรวจสอบระดับของของเหลว และขาดความรู้ความเข้าใจการบำรุงรักษา



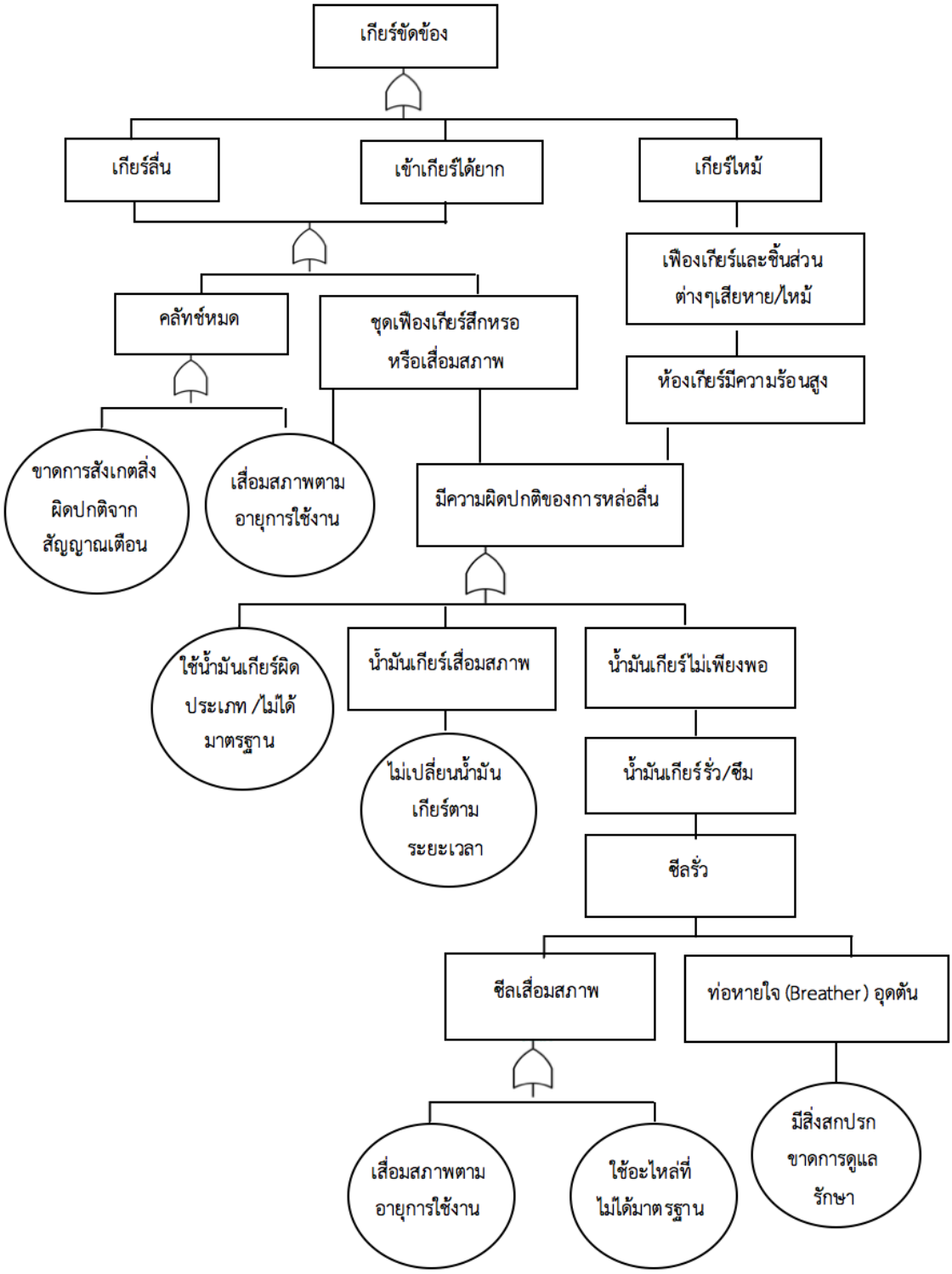
ภาพที่ 4. 9 ผลการวิเคราะห์เครื่องยนต์ขัดข้องด้วยเครื่องมือ FTA



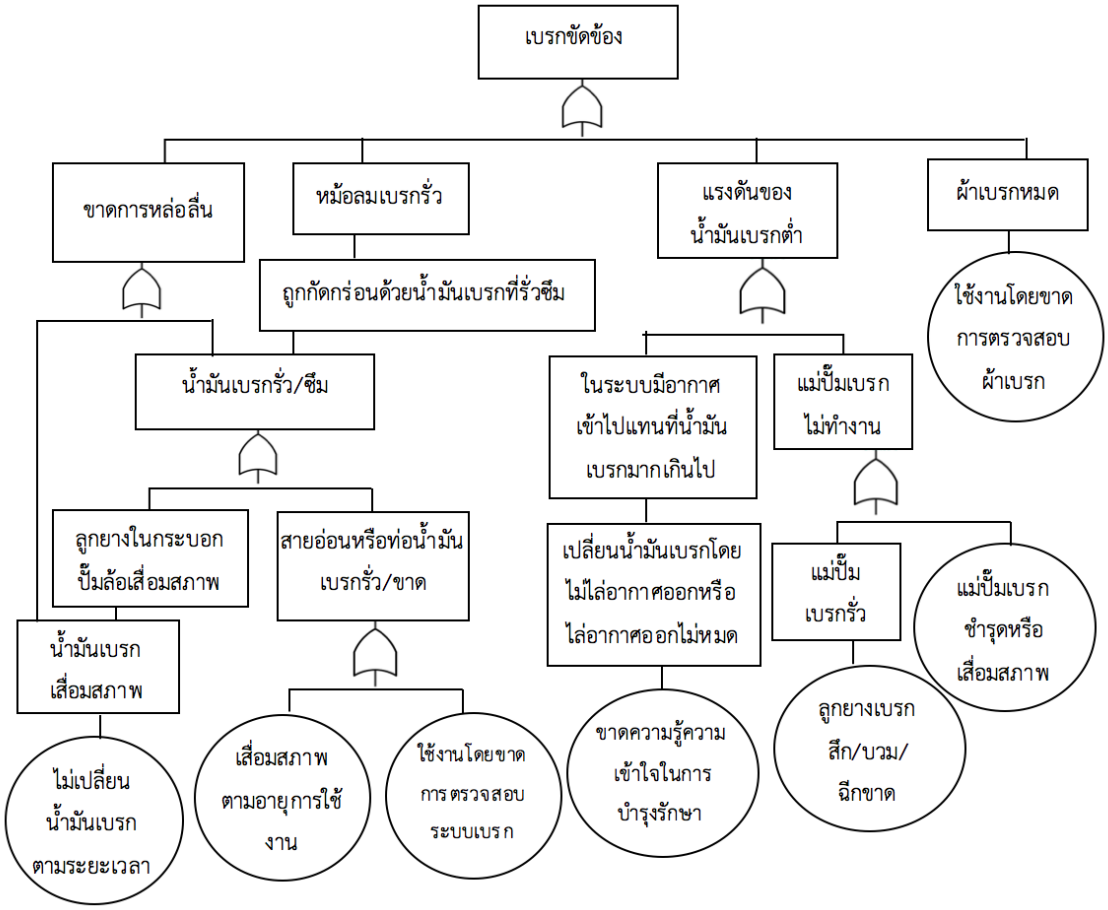
ภาพที่ 4. 10 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์เครื่องยนต์มีความร้อนสูงด้วยเครื่องมือ FTA



ภาพที่ 4. 11 ผลการวิเคราะห์การขัดข้องของระบบไฮดรอลิกด้วยเครื่องมือ FTA

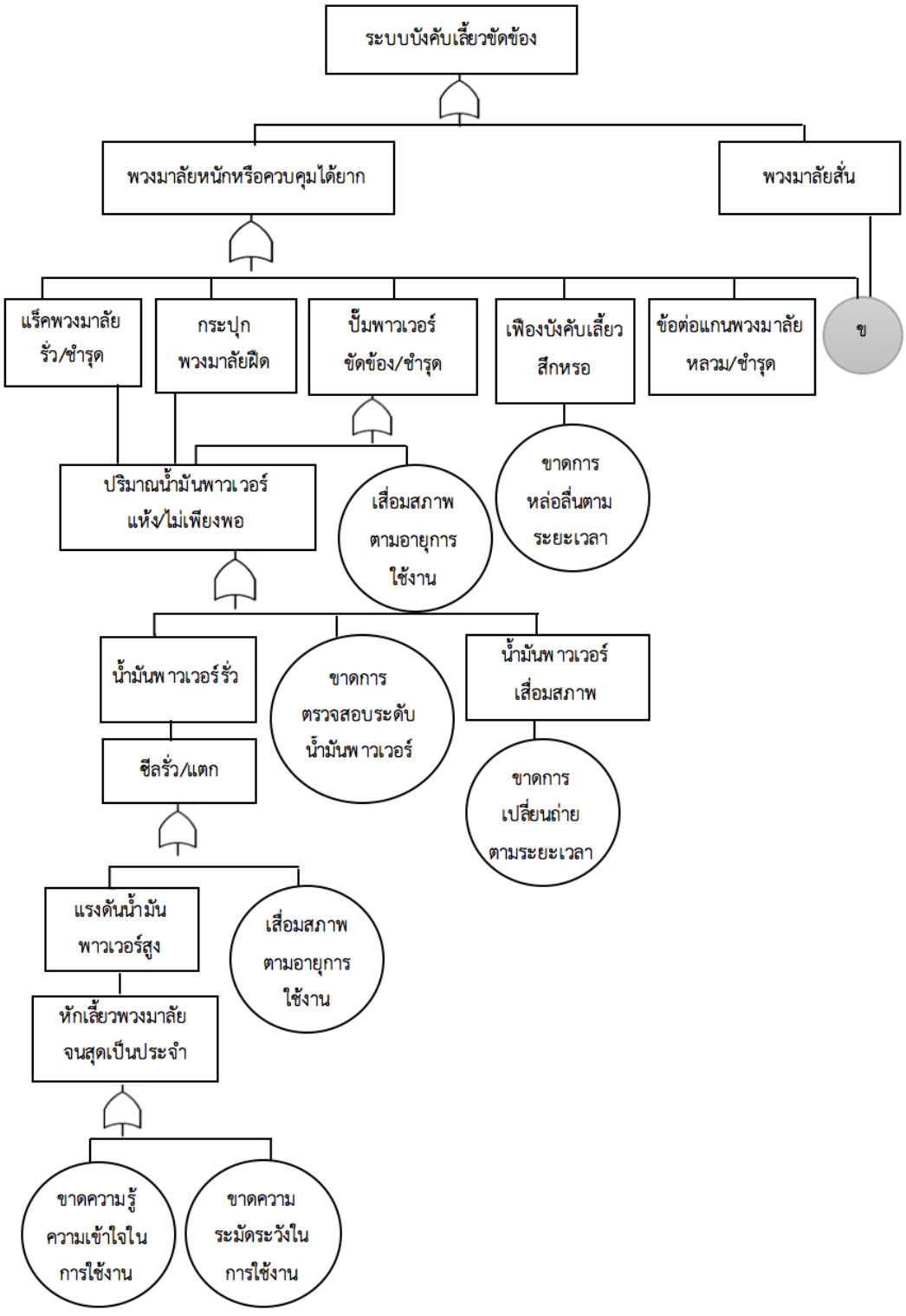


ภาพที่ 4. 12 ผลการวิเคราะห์เกียร์ขัดข้องด้วยเครื่องมือ FTA

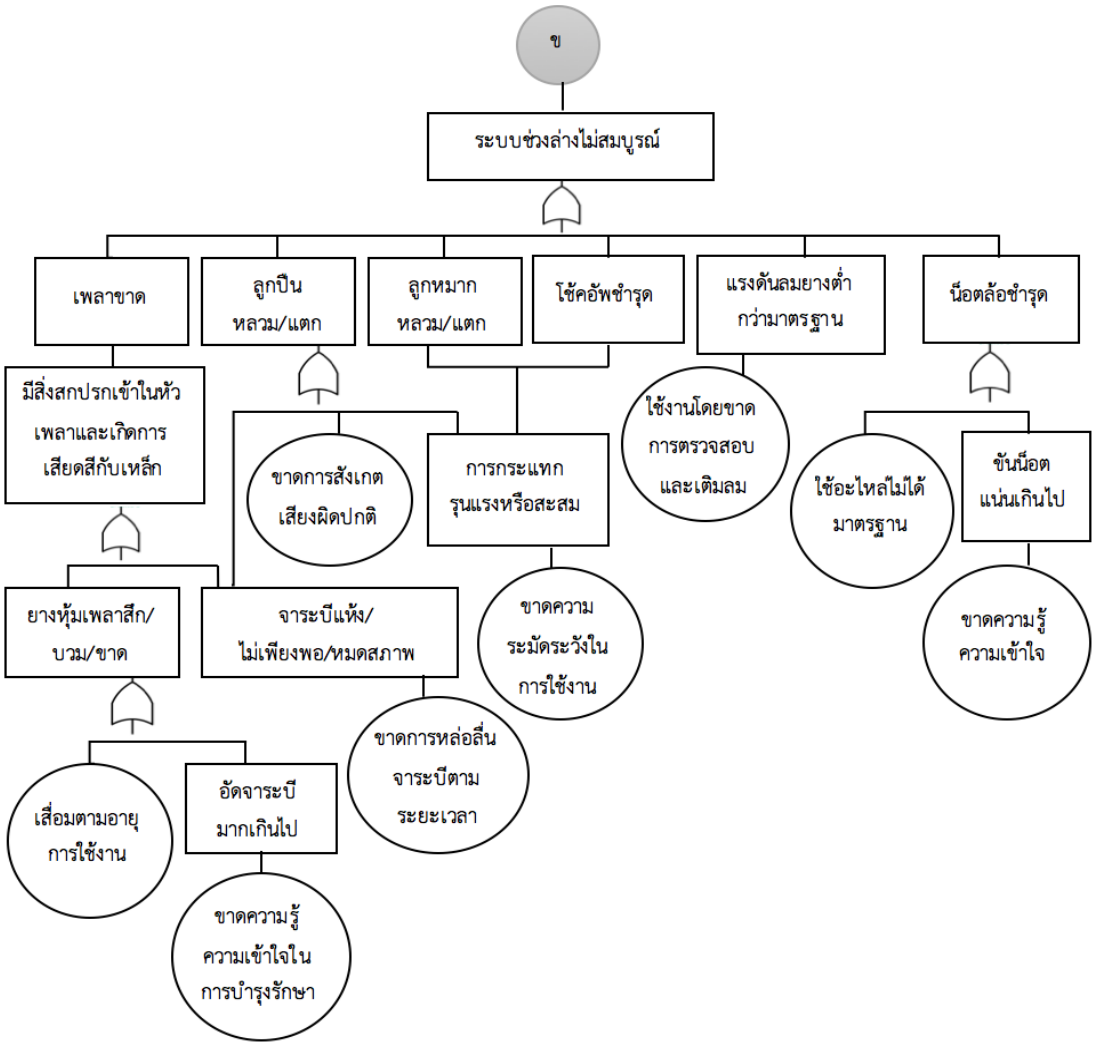


ภาพที่ 4. 13 ผลการวิเคราะห์เบรกขัดข้องด้วยเครื่องมือ FTA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4. 14 ผลการวิเคราะห์ระบบบังคับเลี้ยวขัดข้องด้วยเครื่องมือ FTA



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4. 15 ผลการวิเคราะห์ระบบช่วงล่างไม่สมบูรณ์ด้วยเครื่องมือ FTA

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์สาเหตุของระบบไฮดรอลิกขัดข้อง เกียร์ขัดข้อง เบรกขัดข้อง ระบบบังคับเลี้ยวขัดข้อง และระบบช่วงล่างไม่สมบูรณ์ ดังภาพที่ 4.11-4.15 พบว่ามีสาเหตุมาจากผู้ใช้งานเครื่องจักรขาดการดูแลรักษา ขาดการหล่อลื่นตามระยะเวลา ขาดการเปลี่ยนอะไหล่หรือของเหลวตามระยะเวลา ขาดการตรวจสอบระดับของของเหลว ขาดความรู้ความเข้าใจการบำรุงรักษาและการใช้งานเครื่องจักรเช่นเดียวกัน

ซึ่งผลจากวิเคราะห์หารากของสาเหตุการเสียในลักษณะต่างๆ ทางเทคนิคด้วยเครื่องมือ FTA ทำให้พบว่ารากของสาเหตุที่แท้จริงส่วนใหญ่ล้วนเกิดจากการที่ผู้ใช้งานเครื่องจักรขาดความใส่ใจและดูแลรักษาเครื่องจักร ขาดการสังเกตและตรวจสอบสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักร เช่น การรั่วซึมของของเหลวต่างๆ เป็นต้น ขาดการหล่อลื่นตามระยะเวลารวมถึงการขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้งานเครื่องจักร ซึ่งการที่บุคลากรได้ร่วมกันวิเคราะห์หารากสาเหตุของปัญหาเหล่านี้ ทำให้บุคลากรเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของการบำรุงรักษาเครื่องจักรมากขึ้น และมีความเข้าใจตรงกันว่าการทำกิจกรรม AM จะเป็นหนทางที่ช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้ จึงช่วยลดการต่อต้านงานบำรุงรักษาและนำไปสู่ความร่วมมือในการทำกิจกรรม AM ในที่สุด และได้นำรากของสาเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์บางส่วนไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในรายการ การตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน (Daily Checklist) และให้มีการทำกิจกรรมบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ ได้แก่ การอัดจาระบี การทำความสะอาดกรองอากาศและการตรวจสอบลมยาง

การที่ทีมงานได้เห็นถึงสภาพปัญหาที่แท้จริงและร่วมมือกันวิเคราะห์ปัญหาด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริงและเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของการบำรุงรักษามากขึ้น ซึ่งจะนำมาสู่การสร้างองค์ความรู้แบบค่อยๆ สอดแทรกเข้าไปให้แก่ทีมงาน โดยที่หัวหน้างานจะเป็นผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้เหล่านี้ให้แก่ผู้ปฏิบัติงานที่ใช้เครื่องจักรโดยตรง รวมถึงการมอบหมายหน้าที่และกำชับให้ผู้ปฏิบัติงานให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมการบำรุงรักษา เมื่อบุคลากรระดับปฏิบัติการเหล่านี้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้งานเครื่องจักรและตระหนักถึงความสำคัญของการบำรุงรักษา ย่อมส่งผลให้เกิดความใส่ใจและมีทัศนคติที่ดีกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรมากขึ้น และเชื่อว่าจะทำให้บุคลากรระดับปฏิบัติการให้ความร่วมมือกับการทำกิจกรรมบำรุงรักษาด้วยตนเองมากขึ้นอีกด้วย

บทที่ 5
การวางแผนและการดำเนินงาน

การวางแผนเพื่อพัฒนาระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลหนักสำหรับการก่อสร้างถนนให้ครอบคลุมสาเหตุของปัญหาทั้งสามประเด็น ได้แก่ (1) ขาดการจัดการงานบำรุงรักษาในระดับปฏิบัติการ (2) บุคลากรขาดทัศนคติที่ดีต่อการบำรุงรักษา และ (3) ขาดระบบรายงานการบำรุงรักษา จะต้องมีการประยุกต์การจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการที่มีระบบรายงานการบำรุงรักษาเป็นตัวขับเคลื่อนและสื่อกลางในการสื่อสารระหว่างหน่วยงาน โดยมีวงจรเดมมิ่งในการขับเคลื่อนการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กร ซึ่งจะช่วยให้บุคลากรมีการพัฒนาอย่างเป็นระบบและมีทัศนคติที่ดีขึ้นเกี่ยวกับงานบำรุงรักษา

ในการดำเนินงานวิจัยพบว่าการสร้างองค์ความรู้และปรับทัศนคติของบุคลากรในองค์กรนี้ไม่ใช่เรื่องง่าย เนื่องจากบุคลากรส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับที่ไม่สูง การสร้างองค์ความรู้และทัศนคติที่ดีแก่บุคลากรเหล่านี้จึงต้องใช้วิธีการสอดแทรกองค์ความรู้ต่างๆ เข้าไปจากการที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นลักษณะที่ค่อยๆปรับให้บุคลากรมีการพัฒนาและมีทัศนคติที่ดีขึ้นอย่างเป็นระบบ ทำให้การวางแผนพัฒนาระบบการบำรุงรักษาต้องมีความสอดคล้องกับลักษณะของบุคลากรในองค์กร เพื่อให้สามารถขับเคลื่อนการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้วางแผนพัฒนาระบบการบำรุงรักษาไว้ดังนี้

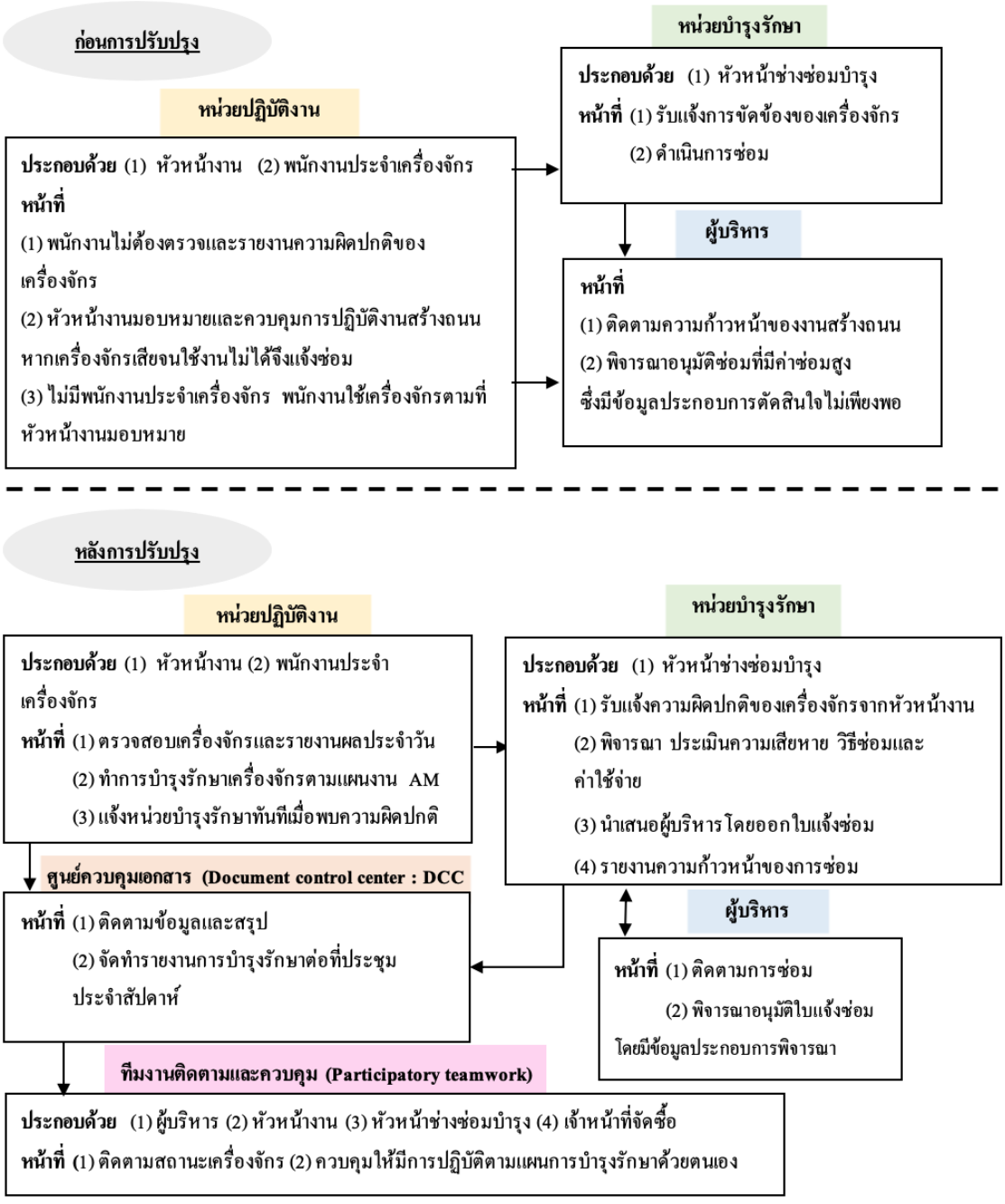
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. การจัดตั้งหน่วยงานและมอบหมายหน้าที่
2. การสร้างผังการไหลของการปฏิบัติงาน
3. การออกแบบและสร้างเอกสารและรายงานต่างๆ เกี่ยวกับงานบำรุงรักษา
4. การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ
5. การสร้างระบบรายงานการบำรุงรักษา

5.1 การจัดตั้งหน่วยงานและมอบหมายหน้าที่

การจัดตั้งหน่วยงานเริ่มต้นจากการจัดกลุ่มของหน่วยงานตามลักษณะของการปฏิบัติหน้าที่ที่จากเดิมมีเพียงหน่วยปฏิบัติงาน หน่วยงานบำรุงรักษาและผู้บริหารเท่านั้น ซึ่งลักษณะของการทำงานมักไม่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน จึงได้มีการเพิ่มหน่วยของทีมงานติดตามและควบคุม และหน่วยศูนย์ควบคุมเอกสาร (Document Control Center : DCC) ขึ้นมา เพื่อเป็นศูนย์กลางในการสื่อสาร

และประสานงานของแต่ละหน่วยงาน รวมถึงมีการเพิ่มบทบาทหน้าที่ของแต่ละหน่วยงานขึ้นด้วย ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5. 1 ภาพรวมของหน่วยงานและหน้าที่ก่อนและหลังการปรับปรุง

5.2 การสร้างผังการไหลของการปฏิบัติงาน

ผังการไหลของการปฏิบัติงานที่ถูกสร้างขึ้น เป็นผังการไหลของการปฏิบัติงานระหว่างหน่วยปฏิบัติงานและหน่วยบำรุงรักษาที่ถูกเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงานดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 5.1 ซึ่งผังการไหลหลังการปรับปรุง มีดังนี้

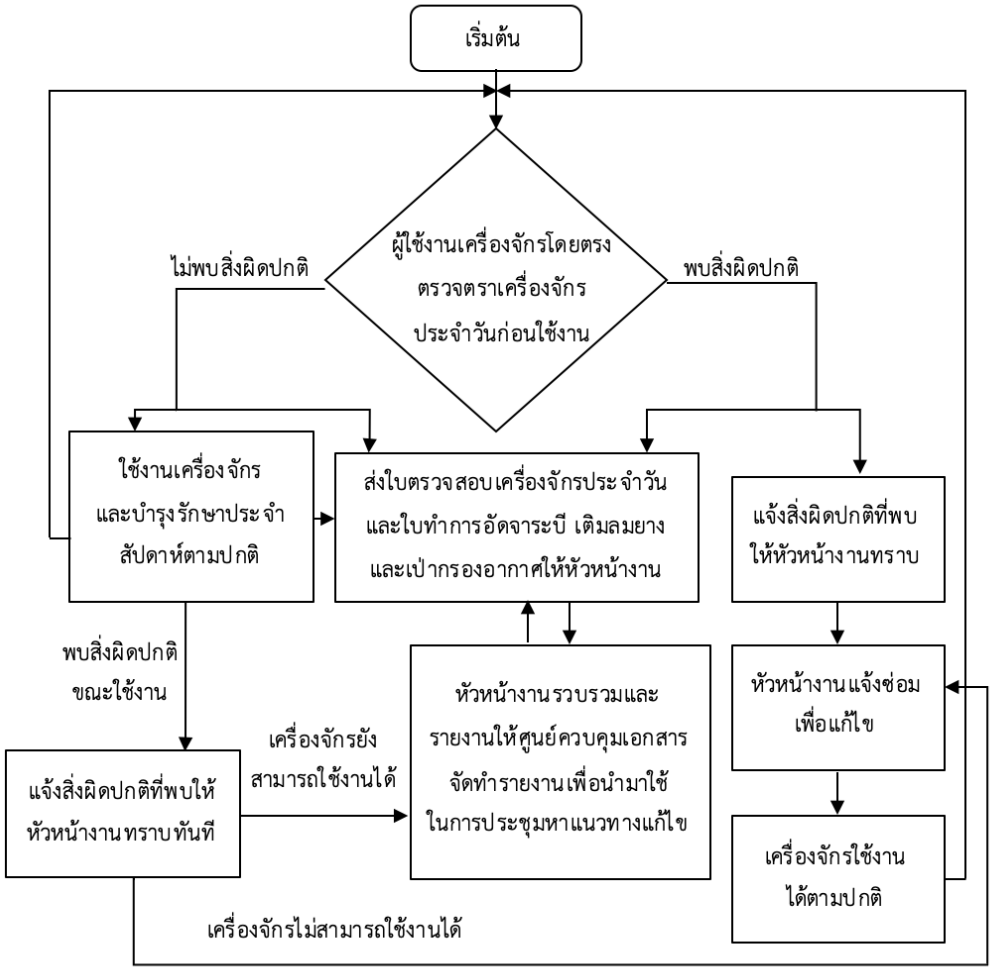
5.2.1 ผังการไหลของการทำกิจกรรม AM

ผังการไหลของการทำกิจกรรม AM เริ่มต้นจากการมอบหมายหน้าที่ให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรกลหนักโดยตรงตรวจตราเครื่องจักรประจำวันก่อนใช้งานและหากพบสิ่งผิดปกติขณะปฏิบัติงานให้รีบแจ้งหัวหน้างานทันที การมอบหมายให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรโดยตรงซึ่งใกล้ชิดกับเครื่องจักรมากที่สุดเป็นผู้ตรวจตราเครื่องจักรและรายงานความผิดปกติย่อมมีโอกาสที่จะทำให้สามารถรับรู้ถึงความผิดปกติและแก้ไขได้เร็วและทันเวลา

แต่อย่างไรก็ตามการมอบหมายหน้าที่ให้เป็นความรับผิดชอบของผู้ใช้งานเครื่องจักรเพียงอย่างเดียวย่อมไม่เพียงพอ หากไม่มีผู้ตรวจสอบและควบคุมการทำกิจกรรม AM อาจทำให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรละเลยในการปฏิบัติหน้าที่ตามความรับผิดชอบที่ได้ถูกมอบหมายไว้ ในการสร้างแผนการทำ AM ในขั้นตอนนี้จึงได้มีการปรับปรุงแผนการทำ AM ที่นอกเหนือจากการมอบหมายให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรตรวจตราเครื่องจักรและรายงานสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรประจำวัน โดยให้แผนการทำ AM นั้นครอบคลุมปัญหาที่อาจเกิดขึ้นเหล่านี้ โดยมอบหมายให้หัวหน้างานควบคุมและติดตามการทำกิจกรรม AM ของผู้ใช้งานเครื่องจักร และรายงานความร่วมมือในการทำกิจกรรม AM ของผู้ปฏิบัติงานให้ผู้บริหารได้รับทราบด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ซึ่งผังการไหลของการทำ AM แสดงดังภาพที่ 5.2 โดยจะเห็นได้ว่าผู้ใช้งานเครื่องจักรโดยตรงมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการปฏิบัติงานโดยจะต้องตรวจเครื่องจักรประจำวันก่อนใช้งานหากพบสิ่งผิดปกติให้รายงานให้หัวหน้าทราบทันที และจะต้องส่งใบตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันให้หัวหน้างานทุกวัน โดยหัวหน้างานมีหน้าที่รวบรวมและสรุปการส่งใบตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันและจะต้องตรวจสอบย้อนกลับหากมีผู้ใช้งานเครื่องจักรขาดส่ง รวมถึงกรณีของการทำกิจกรรมบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ให้หัวหน้างานปฏิบัติเช่นเดียวกัน และส่งให้ศูนย์ควบคุมเอกสารทำหน้าที่รวบรวมและจัดทำรายงานการประชุมต่อไป

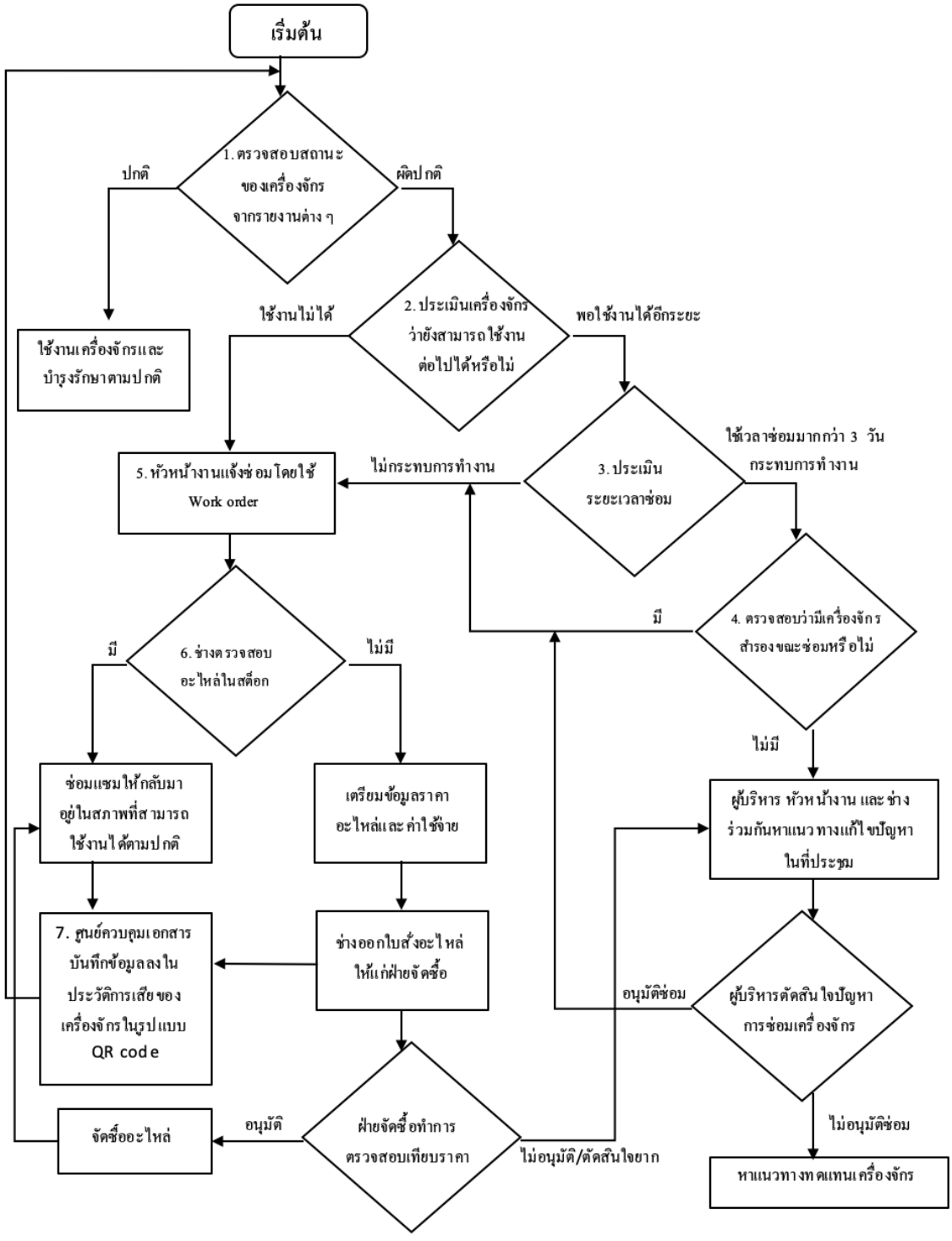


ภาพที่ 5. 2 ผังการไหลของการทำกิจกรรม AM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.2 ผังการไหลของการแจ้งซ่อม

ลักษณะของการแจ้งซ่อมจะถูกเปลี่ยนแปลงจากการแจ้งซ่อมด้วยปากเปล่าไปเป็นการแจ้งซ่อมโดยเมื่อผู้ใช้งานเครื่องจักรได้ทำการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันแล้วพบความผิดปกติของเครื่องจักร ให้รายงานหัวหน้างานทันที โดยหัวหน้างานจะเป็นผู้ประเมินความเสียหายและการแจ้งซ่อมกับหน่วยบำรุงรักษาโดยใช้ใบแจ้งซ่อม (Work Order) เพื่อลดปัญหาการไม่แจ้งซ่อมแล้วใช้งานต่อไปจนเกิดการเสียที่ลุกลามหรือการแจ้งซ่อมแล้วไม่ได้ซ่อม โดยการแจ้งซ่อมจะได้รับการอนุมัติผ่านกระบวนการตัดสินใจและพิจารณาจากหัวหน้าช่างซ่อมบำรุงและผู้บริหาร ตามผังการไหลการแจ้งซ่อมในภาพที่ 5.3 โดยเชื่อว่าการแจ้งซ่อมที่เป็นระบบจะสามารถช่วยให้เครื่องจักรที่ขัดข้องถูกซ่อมแซมแก้ไขได้ทันเวลา



ภาพที่ 5. 3 ผังการไหลของการแจ้งซ่อม

5.3 การออกแบบและสร้างเอกสารและรายงานต่างๆ เกี่ยวกับงานบำรุงรักษา

การสร้างเอกสารและรายงานต่างๆ ในขั้นตอนนี้ได้มีการปรับปรุงรูปแบบของเอกสารและรายงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความสะดวกและง่ายต่อการเข้าใจกับผู้ใช้งานมากที่สุด. ซึ่งเอกสารและรายงานที่ได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เอกสารที่ใช้ในการปฏิบัติงานจำนวน 4 รายการ และรายงานที่ใช้สำหรับการประชุมจำนวน 6 รายการ ดังนี้ (แสดงตัวอย่างเอกสารและรายงานต่างๆ ไว้ในภาคผนวก ข)

ประเภทที่ 1 เอกสารที่ใช้สำหรับปฏิบัติงาน

(1) ใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน (Daily checklist)

(2) ใบรายการอัดจาระบี ทำความสะอาดกรองอากาศ และตรวจสอบลมยางประจำสัปดาห์ (Weekly checklist)

(3) ใบแจ้งซ่อม (Work Order)

(4) ประวัติเครื่องจักรและการซ่อมในรูปแบบของ QR Code

ประเภทที่ 2 รายงานที่ใช้สำหรับการประชุม

(1) รายงานสรุปการตรวจประจำวันโดยผู้ปฏิบัติงาน

(2) รายงานสรุปการอัดจาระบี ทำความสะอาดกรองอากาศ และตรวจสอบลมยางประจำสัปดาห์

(3) รายงานการตรวจพบสิ่งผิดปกติโดยผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องจักร

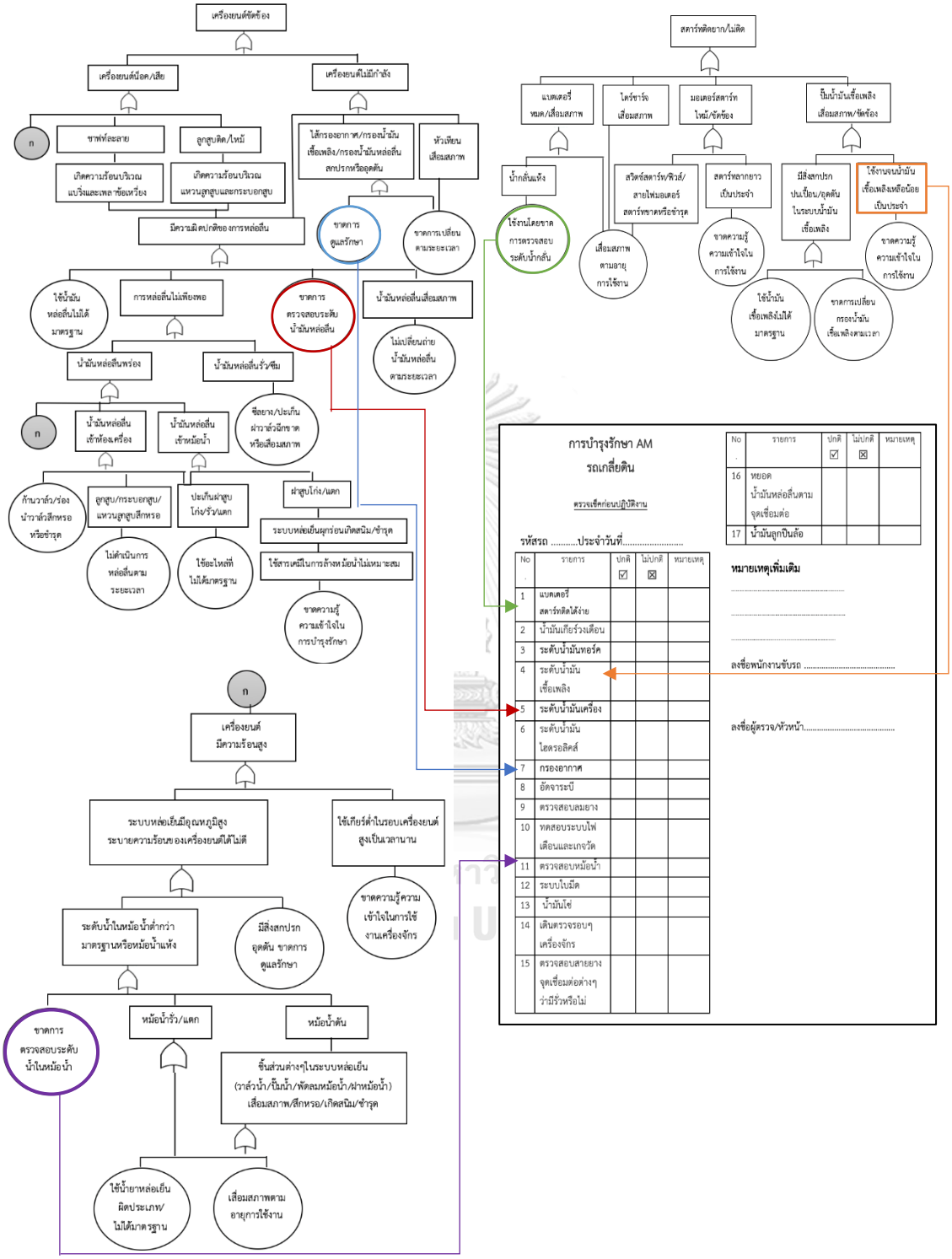
(4) รายงานการสูญเสียของเหลว

(5) รายงานสรุปการซ่อมและค่าใช้จ่ายประจำสัปดาห์

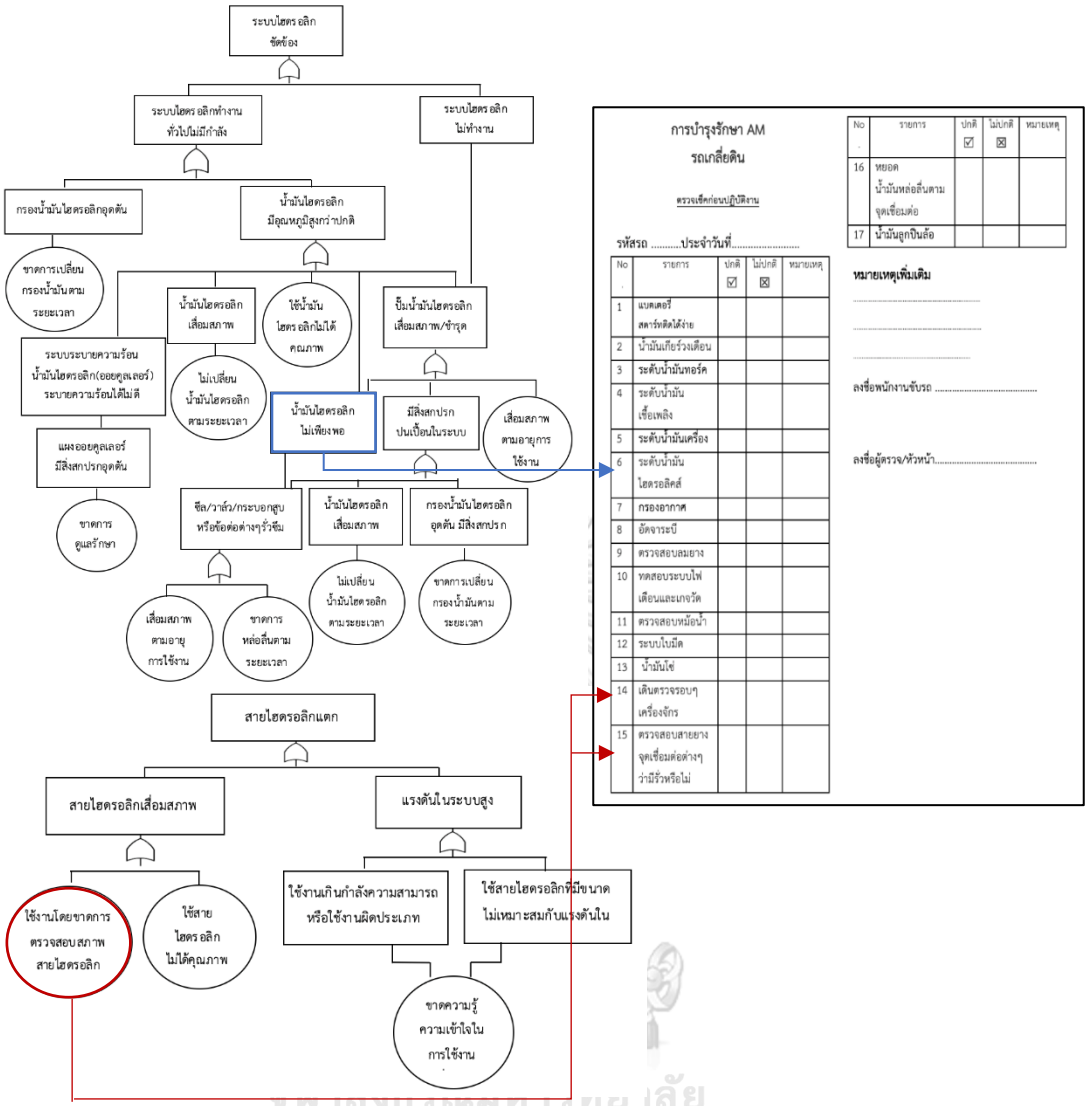
(6) รายงานการติดตามการซ่อม

5.3.1 ใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน (Daily checklist) ถูกออกแบบและสร้างโดยอ้างอิงตามผัง FTA ที่ได้จากการวิเคราะห์หาสาเหตุใน 4.3.1 ซึ่งได้ใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันทั้งหมด 6 รายการ (แสดงในภาคผนวก ข) จากเครื่องจักรทั้งหมด 7 ประเภท โดยมีใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของรถบรรทุกสิบล้อกับรถบรรทุกน้ำที่ใช้ใบรายการเดียวกัน ซึ่งผู้ใช้งานเครื่องจักรจะเป็นผู้ใช้ใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันก่อนการใช้งานและส่งให้หัวหน้างานเป็นผู้รวบรวม

ตัวอย่างการออกแบบใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของรถเกลี่ยดินที่อ้างอิงมาจากผัง FTA การเสียในแต่ละระบบของรถเกลี่ยดินแสดงดังภาพที่ 5.4-5.7

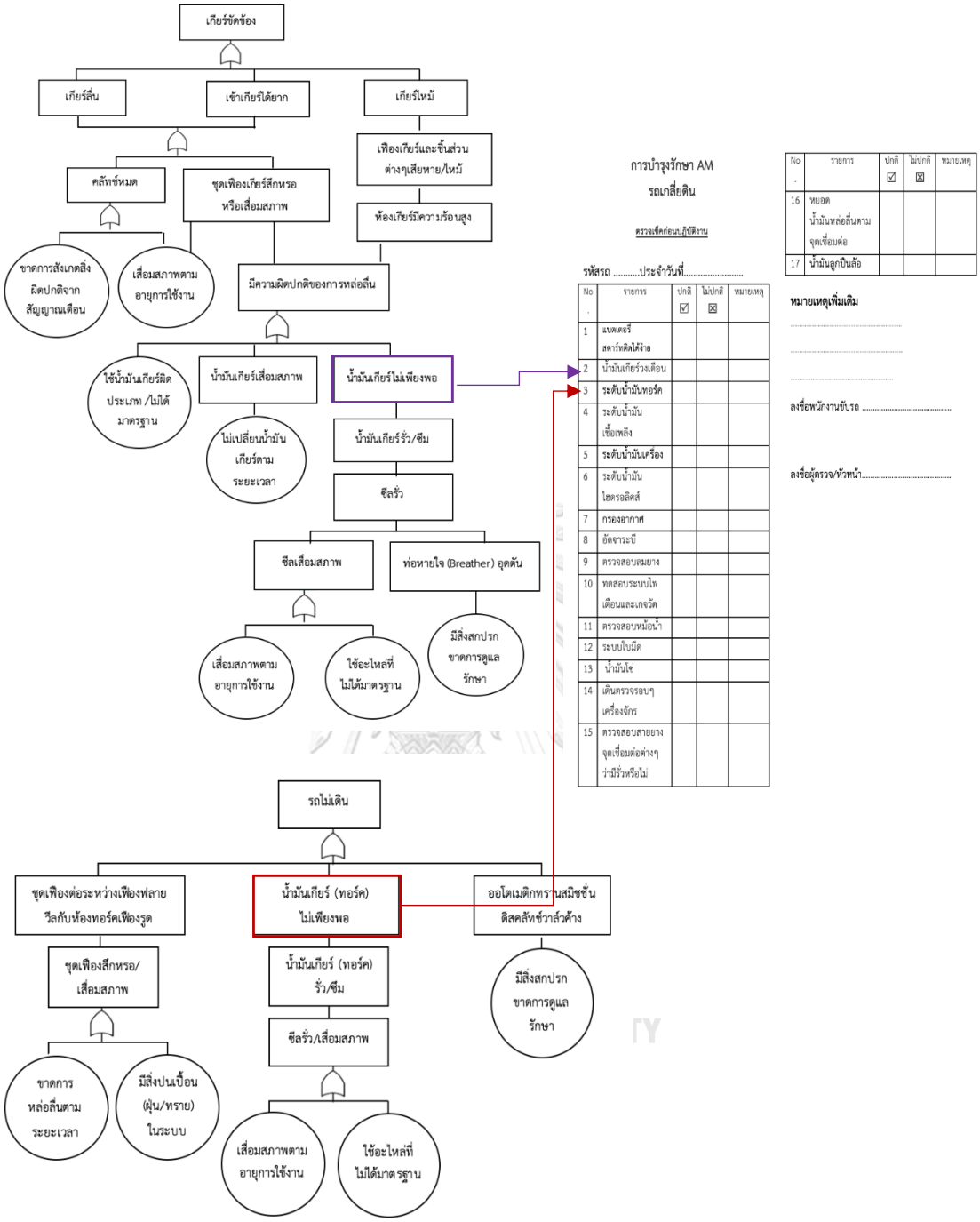


ภาพที่ 5. 4 ตัวอย่างการออกแบบใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของระบบเครื่องยนต์ในรถเกลี่ยดินที่ได้อ้างอิงตามผัง FTA

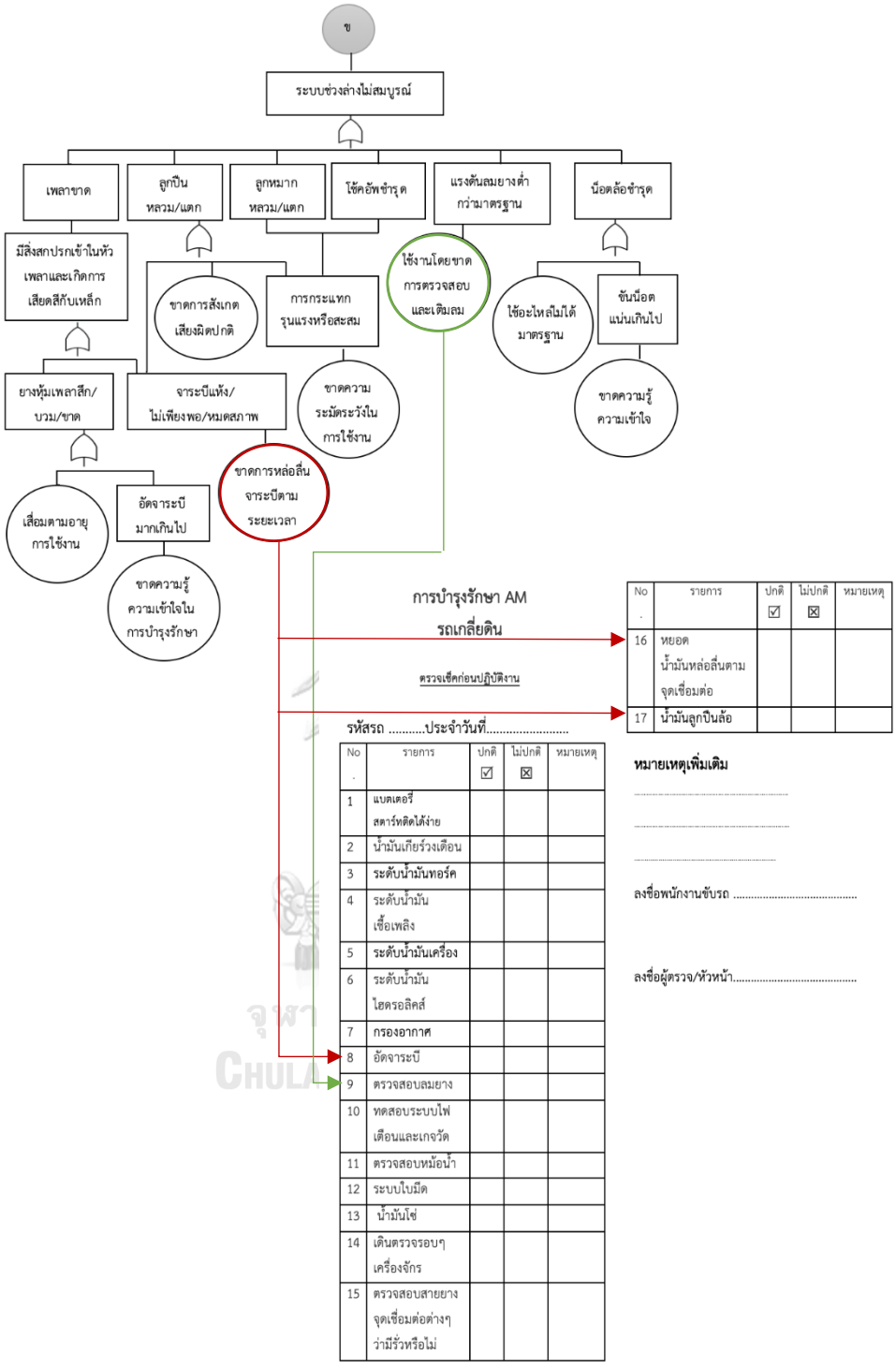


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 5. 5 ตัวอย่างการออกแบบใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของระบบไฮดรอลิกในรถเกลี่ยดินที่ได้อ้างอิงตามผัง FTA



ภาพที่ 5. 6 ตัวอย่างการออกแบบใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของระบบเกียร์ในรถเกลี่ยดินที่ได้อ้างอิงตามผัง FTA



ภาพที่ 5. 7 ตัวอย่างการออกแบบใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของระบบช่วงล่างในรถเกลี่ยดินที่ได้อ้างอิงตามผัง FTA

ซึ่งใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรที่ถูกออกแบบขึ้น เป็นรายการตรวจสอบขั้นพื้นฐานแต่ละระบบของเครื่องจักรที่สามารถใช้ได้ทั้งสองช่วงอายุทั้งเก่าและใหม่ แต่อย่างไรก็ตามในรถใหม่จะมีส่วนที่ต้องตรวจสอบเพิ่มเติมทางด้านเทคโนโลยีและฟังก์ชันในระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในส่วนนี้จะมีหน่วยงานภายนอกเป็นผู้รับผิดชอบดูแลเนื่องจากเครื่องจักรยังอยู่ในระยะประกัน

5.3.2 ใบรายการอัดจาระบี ทำความสะอาดกรองอากาศ และตรวจสอบลมยางประจำสัปดาห์ (Weekly checklist) จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรได้บันทึกเป็นหลักฐานเมื่อมีการเข้าทำการบำรุงรักษาประจำสัปดาห์

5.3.3 ใบแจ้งซ่อม (Work Order) เป็นเอกสารที่ใช้สำหรับการแจ้งซ่อม เมื่อเครื่องจักรเกิดการเสีย ซึ่งใบแจ้งซ่อมนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาในเรื่องการแจ้งซ่อมด้วยปากเปล่า ที่อาจทำให้ช่างซ่อมหลงลืมจนไม่รับการแก้ไข โดยใบแจ้งซ่อมจะประกอบด้วยรหัสเครื่องจักร อาการความเสียหายที่เกิดขึ้น วันที่เข้ารับการซ่อม ระยะเวลาการซ่อม วิธีการซ่อม และค่าใช้จ่าย

5.3.4 ประวัติเครื่องจักรและการซ่อมถูกจัดทำด้วยรูปแบบ QR Code เพื่อให้สามารถค้นหาข้อมูลเครื่องจักรได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว ซึ่งถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการประชุม ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการค้นหาเอกสาร และช่วยให้การประชุมสามารถดำเนินไปอย่างราบรื่น ตัวอย่างการใช้งาน QR Code ระหว่างการประชุม เช่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ผู้บริหาร สามารถตรวจสอบประวัติเครื่องจักร เพื่อพิจารณาความเหมาะสมในการหาแนวทางที่จะซ่อมแซมต่อไปหรือซื้อเครื่องจักรใหม่มาทดแทน หรือเพื่อติดตามสถานะของเครื่องจักรได้
- หน่วยปฏิบัติงาน สามารถตรวจสอบข้อมูลความผิดปกติต่างๆ ได้ และยังสามารถติดตามสถานะของเครื่องจักรได้
- หน่วยบำรุงรักษา สามารถตรวจสอบประวัติเครื่องจักร หรืออาการความผิดปกติที่เกิดขึ้นก่อนหน้า เพื่อพิจารณาการซ่อมและความเสียหายที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรได้

5.3.5 รายงานสรุปการตรวจเครื่องจักรประจำวันโดยผู้ปฏิบัติงาน จัดทำขึ้นเพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่าผู้ใช้งานเครื่องจักรมีการทำกิจกรรม AM ประจำวันก่อนใช้งานเครื่องจักรหรือไม่ ซึ่งหากพบว่าผู้ใช้งานเครื่องจักรขาดการทำกิจกรรม AM จะทำให้สามารถมีการตรวจสอบย้อนกลับไปยังผู้ใช้งานเครื่องจักร เพื่อสอบถามให้ทราบถึงสาเหตุได้

5.3.6 รายงานสรุปการอัดจาระบี ทำความสะอาดกรองอากาศ และตรวจสอบลมยางประจำสัปดาห์ จัดทำขึ้นเพื่อให้หัวหน้างานสามารถตรวจสอบได้ว่าผู้ใช้งานเครื่องจักรมีการเข้าทำการบำรุงรักษาประจำสัปดาห์หรือไม่ ซึ่งหากพบว่าผู้ใช้งานเครื่องจักรขาดการทำการบำรุงรักษา จะทำให้สามารถมีการตรวจสอบย้อนกลับไปยังผู้ใช้งานเครื่องจักร เพื่อสอบถามให้ทราบถึงสาเหตุได้

5.3.7 รายงานการตรวจพบสิ่งผิดปกติโดยผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องจักร เป็นรายงานที่ถูกบันทึกจากการที่ผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องจักรได้แจ้งให้หัวหน้างานได้ทราบถึงสิ่งผิดปกติที่ได้พบระหว่างวันในขณะที่กำลังปฏิบัติงาน และรายงานนี้จะถูกรวบรวมเข้าที่ประชุม เพื่อร่วมพิจารณาและหาแนวทางแก้ไข

5.3.8 รายงานการสูญเสียของเหลว จะประกอบด้วยข้อมูลเครื่องจักรที่เติมของเหลว วันที่มีการเติมหรือเปลี่ยนถ่ายของเหลว ปริมาณของเหลวที่เติม และสาเหตุของการเติมของเหลว เช่น เกิดจากมีการรั่วซึมของน้ำมันเครื่อง สายไฮดรอลิกแตก เป็นต้น ซึ่งในรายงานการสูญเสียของเหลวได้มีการคำนวณสัดส่วนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อสังเกตความผิดปกติของเครื่องจักรของเครื่องจักรอีกด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3.9 รายงานสรุปการซ่อมและค่าใช้จ่ายประจำสัปดาห์ รายงานนี้จะประกอบด้วยวันที่ในการแจ้งซ่อม รหัสเครื่องจักร ลักษณะอาการเสีย และค่าใช้จ่ายในการซ่อม โดยมีการแยกค่าแรงและค่าอะไหล่ ซึ่งรายงานนี้จะถูกนำเข้าที่ประชุมเพื่อให้ผู้บริหารได้ทราบถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดจากเสียของเครื่องจักรโดยรวมประจำสัปดาห์ และหากพบว่าค่าใช้จ่ายมีแนวโน้มเริ่มสูงขึ้น จะร่วมกันวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางแก้ไขปรับปรุงปัญหาเพื่อลดค่าใช้จ่ายลง

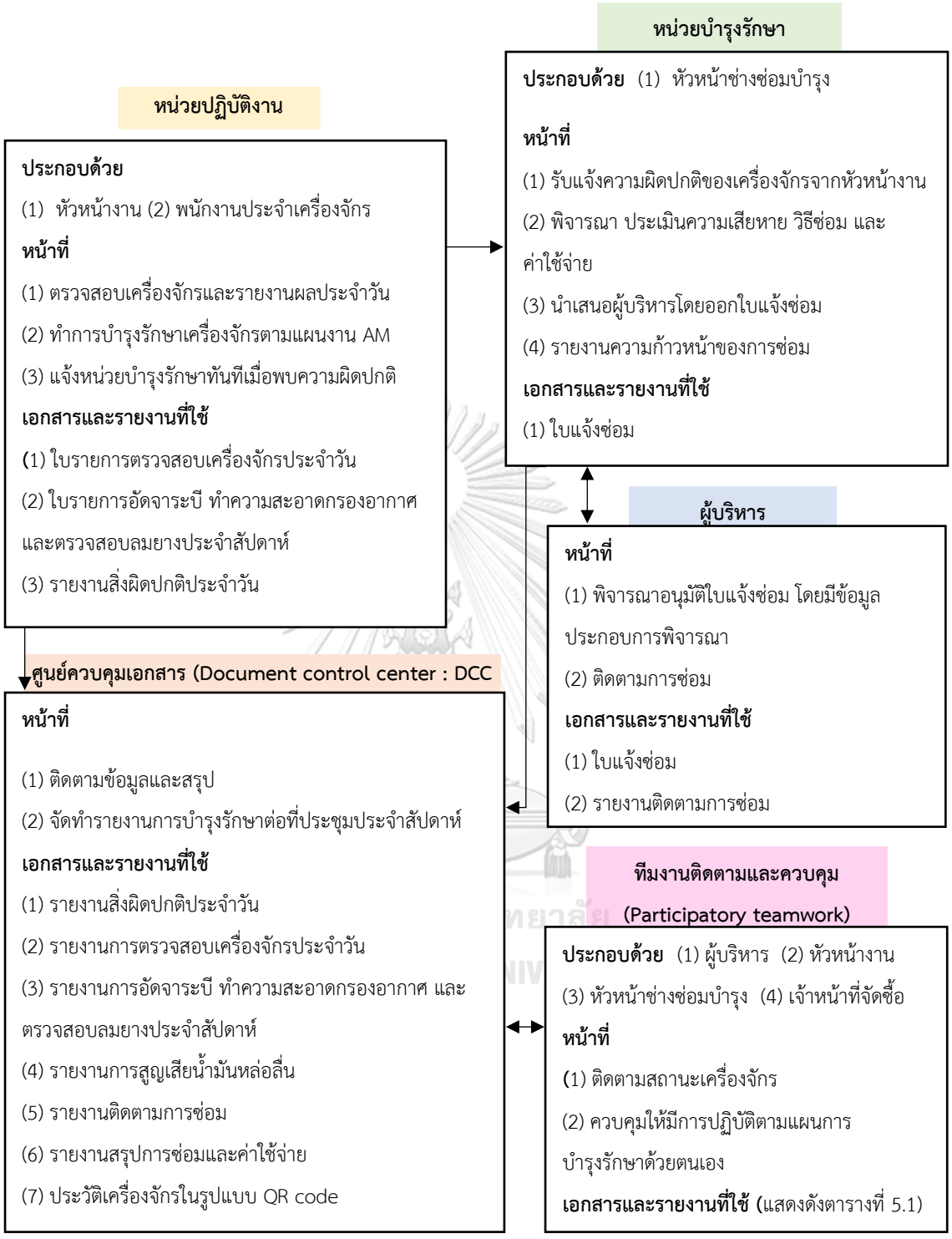
5.3.10 รายงานการติดตามการซ่อม เป็นอีกรายงานหนึ่งที่มีการนำมาใช้ในการประชุมทุกสัปดาห์ เพื่อให้ผู้บริหารได้ควบคุมและติดตามถึงสถานะของเครื่องจักรในปัจจุบันว่าดำเนินการซ่อมไปถึงขั้นตอนใด การที่มีการรายงานการติดตามการซ่อมทุกสัปดาห์จะช่วยลดปัญหาเครื่องจักรถูกทิ้งไว้โดยไม่ได้รับการซ่อมแซมแก้ไข และยังช่วยให้หน่วยงานบำรุงรักษามีความกระตือรือร้นในการทำงานเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

5.4 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ

การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ เป็นการผนวกหัวข้อที่ 5.1 ถึง 5.3 เข้าด้วยกัน ซึ่งผลที่ได้สามารถอธิบายได้ด้วยภาพรวมความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ ดังภาพที่ 5.8

ซึ่งจะเห็นได้ว่าแผนภาพรวมความสัมพันธ์นี้ทำให้เกิดช่องทางในการสื่อสาร ประสานงานและทำงานร่วมกันของแต่ละหน่วยงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ โดยศูนย์ควบคุมเอกสารได้รวบรวมรายงานต่างๆ เกี่ยวกับผลการบำรุงรักษาประจำสัปดาห์และจัดทำขึ้นมาเป็นรายงานที่ใช้ในการประชุม โดยการประชุมจะถูกจัดขึ้นสัปดาห์ละครั้งและใช้เวลาในการประชุมประมาณ 1 ชั่วโมงก่อนเริ่มปฏิบัติงานตามปกติ เมื่อทีมงานมีการประชุมประจำสัปดาห์ตามวาระการประชุมในตารางที่ 5.1 ทำให้ผู้บริหารทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละหน่วยงานได้อย่างรวดเร็วทำให้ร่วมกันวิเคราะห์และตัดสินใจเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้ทันเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5. 8 ภาพรวมความสัมพันธ์ระหว่างบุคลากรเพื่อการจัดการงานบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการ

ตารางที่ 5. 1 วาระการประชุมประจำสัปดาห์ของทีมงาน

วาระ	เรื่อง	รายงาน	ผลที่ได้
1	การติดตามความก้าวหน้างานค้างในสัปดาห์ที่แล้ว	บันทึกการประชุมสัปดาห์ที่แล้ว	งานซ่อมเสร็จตามกำหนด หากมีปัญหาสามารถแก้ไขได้เร็ว
2	การควบคุมและติดตามผู้ปฏิบัติงานให้ทำการตรวจสอบเครื่องจักรก่อนไปใช้งานประจำวัน	รายงานการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันโดยผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องจักร	ผู้ปฏิบัติงานทำการตรวจสอบเครื่องจักรเป็นประจำวัน เครื่องจักรได้รับความเอาใจใส่ เครื่องจักรมีความพร้อมใช้งาน
3	การควบคุมและติดตามผู้ปฏิบัติงานให้ทำการอัดจาระบี ทำความสะอาดกรองอากาศและตรวจสอบลมยาง	รายงานการอัดจาระบี การทำความสะอาดกรองอากาศ และตรวจสอบลมยาง	ผู้ปฏิบัติงานทำการอัดจาระบี เป่ากรองอากาศ เติมลมยาง เครื่องจักรเป็นประจำทุกสัปดาห์
4	การสรุปงานซ่อมที่เสร็จแล้วทั้งหมดพร้อมค่าใช้จ่ายของสัปดาห์ที่ผ่านมา	รายงานสรุปการซ่อมและค่าใช้จ่าย	ผู้บริหารรู้ถึงรายการซ่อมของเครื่องจักรแต่ละเครื่องและทั้งหมดและค่าใช้จ่าย เพื่อใช้ในการตัดสินใจทดแทนเครื่องจักรในอนาคต
5	การควบคุมและติดตามงานซ่อมที่ยังค้างอยู่	รายงานติดตามการซ่อม	ผู้บริหารรู้ถึงปัญหาที่ทำให้การซ่อมล่าช้าเพื่อประกอบการวางแผนการจัดเตรียมเครื่องจักร
6	การควบคุมและติดตามสถานะเครื่องจักรว่ามีความผิดปกติของระบบของเหลวและการรั่วซึมของของเหลว	รายงานการสูญเสียของเหลว	ผู้ปฏิบัติงานตรวจตราเครื่องจักรประจำวันในเรื่องการรั่วซึมของของเหลว ป้องกันไม่ให้เกิดการเสียหายของเครื่องยนต์เนื่องจากของเหลวแห้งหรือต่ำกว่าระดับ
7	ความผิดปกติที่ตรวจพบนอกเหนือจากการตรวจประจำวัน	รายงานสิ่งผิดปกติที่ตรวจพบโดยผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องจักร	ผู้ปฏิบัติงานมีความเอาใจใส่เครื่องจักรมากขึ้น สร้างความร่วมมือระหว่างผู้ปฏิบัติงานและพฤติกรรมที่ดีในการสังเกตความผิดปกติของเครื่องจักร ทำให้ได้รับการแก้ไขเร็ว

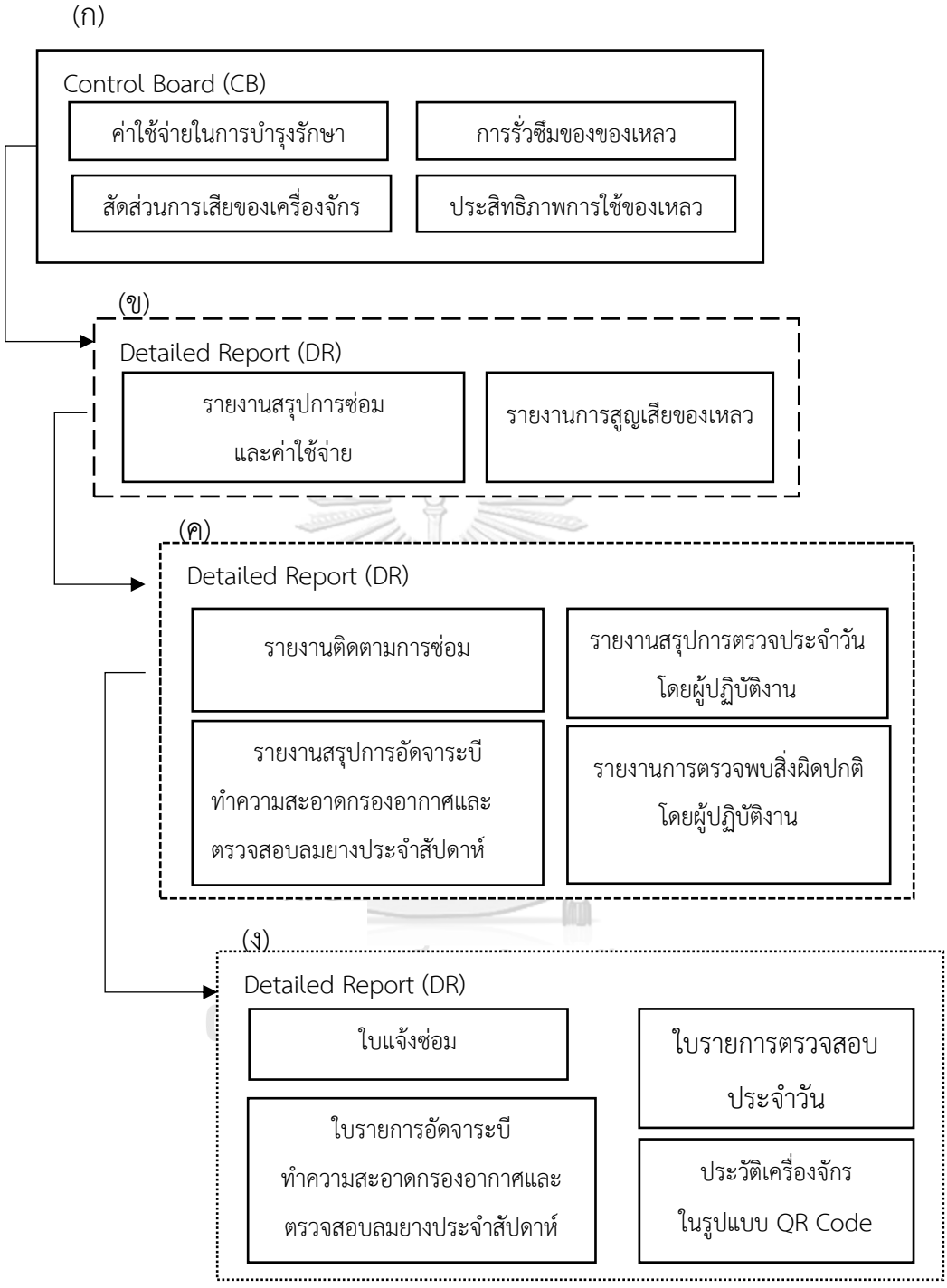
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.5 การสร้างระบบรายงานการบำรุงรักษา

ระบบรายงานการบำรุงรักษาจะสร้างขึ้นมีการกำหนดตัวชี้วัดที่สำคัญสำหรับควบคุมและติดตามผลการบำรุงรักษา คือ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร การรั่วซึมของของเหลว และประสิทธิภาพการใช้ของเหลว หากพบว่าตัวชี้วัดเหล่านี้มีความผิดปกติ จะมีการนำรายงานการบำรุงรักษาที่เกี่ยวข้องมาเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาเพื่อร่วมกันหาแนวทางแก้ไขและปรับปรุงต่อไป แสดงดังภาพที่ 5.9

ตัวชี้วัดหนึ่งที่สำคัญในระบบรายงานการบำรุงรักษาที่ถูกสร้างขึ้น คือ การรั่วซึมของของเหลว ไม่ว่าจะเป็นการรั่วซึมของน้ำมันเครื่อง น้ำมันไฮดรอลิก หรือน้ำมันเกียร์อาการเหล่านี้ล้วนเป็นสัญญาณเตือนความผิดปกติเบื้องต้นที่สามารถตรวจพบได้ง่าย รวดเร็วและไม่ซับซ้อน หากเกิดขึ้นแล้วสามารถแก้ไขได้ทันเวลา ก็จะช่วยลดโอกาสที่จะนำไปสู่อาการที่ลุกลามและเกิดความเสียหายรุนแรงจนกระทั่งเครื่องจักรไม่สามารถใช้งานได้และต้องหยุดงานเกินกว่าสามวัน

ตัวอย่างการใช้ระบบรายงานการบำรุงรักษาในภาพที่ 5.4 เมื่อพบตัวชี้วัดที่ผิดปกติ เช่น พบการรั่วซึมของของเหลว (ก) รายงานที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ ประกอบการพิจารณา ได้แก่ รายงานการสูญเสียของเหลว (ข) เพื่อตรวจสอบว่าเครื่องจักรเกิดการรั่วซึมบ่อยถี่หรือไม่และในแต่ละครั้งมีการรั่วซึมปริมาณมากน้อยเพียงใด ประกอบกับการนำข้อมูลเชิงลึก เช่น รายงานการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันและรายงานสิ่งผิดปกติ (ค) เพื่อตรวจสอบว่าผู้ปฏิบัติงานได้ทำการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน (ง) และแจ้งความผิดปกติเหล่านี้ให้หัวหน้างานทราบเพื่อแก้ไขหรือไม่ โดยรายงานสรุปการซ่อมและค่าใช้จ่าย จะเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่าอาการผิดปกติเหล่านี้ได้รับการแก้ไขหรือยัง หากยังไม่ได้รับการแก้ไขก็จะต้องทำการตรวจสอบกันต่อไปว่าเพราะเหตุใดจึงไม่มีการแจ้งให้หัวหน้างานทราบเพื่อแก้ไข ซึ่งหากเกิดจากการขาดการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน จะต้องกำชับให้หัวหน้างานติดตามและควบคุมให้ผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติตามแผนการจัดการงานบำรุงรักษาอย่างเคร่งครัด



ภาพที่ 5. 9 ระบบรายงานการบำรุงรักษา

บทที่ 6
ผลการดำเนินงาน

ตัวชี้วัดความสำเร็จของงานวิจัย ประกอบด้วย การรั่วซึมของของเหลว ประสิทธิภาพการใช้ของเหลว สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา โดยมีการวัดผลการดำเนินงานระหว่างการปรับปรุงทุกหกเดือน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระยะเวลา ได้แก่ ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 มีระยะเวลา 12 เดือน และระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 มีระยะเวลา 6 เดือน โดยระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 เป็นระยะของการเริ่มการปฏิบัติตามแผนงานการบำรุงรักษาระดับปฏิบัติการที่ถูกสร้างขึ้น ซึ่งจะมีการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 เป็นระยะของการปรับปรุงที่การปฏิบัติตามแผนงานเริ่มมีความเสถียรและเป็นระบบมากขึ้น แต่ยังคงไว้ซึ่งการดำเนินการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเช่นกัน ซึ่งผลที่ได้เป็นดังนี้

6.1 การรั่วซึมของของเหลว

ปัญหาการรั่วซึมของของเหลวในเครื่องจักรกลหนักที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างถนน สามารถแสดงได้ด้วยปริมาณของของเหลวที่สูญเสียไป โดยแบ่งออกเป็นการสูญเสียน้ำมันเครื่อง น้ำมันไฮดรอลิกและน้ำมันเกียร์ ซึ่งพบว่าเมื่อได้ดำเนินการปรับปรุงตามแผนงานทำให้เครื่องจักรกลหนักแต่ละชนิดมีแนวโน้มของปริมาณการสูญเสียของของเหลวที่ลดลง ดังตารางที่ 6.1- 6.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6. 1 การสูญเสียน้ำมันเครื่อง

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	จำนวนครั้งที่ต้องเติมน้ำมันเครื่อง (จำนวนลิตรของน้ำมันเครื่องที่เติม*)				ลดการสูญเสีย** ลงได้ (%)
		ก่อนการปรับปรุง ระยะเวลา 6 เดือน (มิ.ย.60 – พ.ย.60)	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ระยะเวลา 12 เดือน		ระหว่างการปรับปรุง ระยะที่ 2 ระยะเวลา 6 เดือน (ธ.ค.61 – พ.ค.62)	
			ช่วงแรก (ธ.ค.60 –พ.ค.61)	ช่วงหลัง (มิ.ย.61 – พ.ย.61)		
รถเกลี่ยดิน	1	20 ครั้ง 159 ลิตร	13 ครั้ง 40 ลิตร	13 ครั้ง 23 ลิตร	4 ครั้ง 18 ลิตร	89%
	2	24 ครั้ง 143 ลิตร	8 ครั้ง 22 ลิตร	2 ครั้ง 7 ลิตร	2 ครั้ง 6 ลิตร	96%
	3	44 ครั้ง 286 ลิตร	33 ครั้ง 86 ลิตร	20 ครั้ง 64 ลิตร	17 ครั้ง 35 ลิตร	88%
	4	20 ครั้ง 103 ลิตร	16 ครั้ง 37 ลิตร	7 ครั้ง 18 ลิตร	7 ครั้ง 12 ลิตร	88%
	5	40 ครั้ง 203 ลิตร	39 ครั้ง 102 ลิตร	9 ครั้ง 21 ลิตร	4 ครั้ง 12 ลิตร	94%
	6	5 ครั้ง 22 ลิตร	13 ครั้ง 35 ลิตร	6 ครั้ง 15 ลิตร	6 ครั้ง 15 ลิตร	32%

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	จำนวนครั้งที่ต้องเติมน้ำมันเครื่อง (จำนวนลิตรของน้ำมันเครื่องที่เติม*)				ลดการสูญเสีย** ลงได้ (%)
		ก่อนการปรับปรุง ระยะเวลา 6 เดือน (มิ.ย.60 – พ.ย.60)	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ระยะเวลา 12 เดือน		ระหว่างการปรับปรุง ระยะที่ 2 ระยะเวลา 6 เดือน (ธ.ค.61 – พ.ค.62)	
			ช่วงแรก (ธ.ค.60 –พ.ค.61)	ช่วงหลัง (มิ.ย.61 – พ.ย.61)		
รถบดสั่นสะเทือน	1	9 ครั้ง 62 ลิตร	8 ครั้ง 48 ลิตร	3 ครั้ง 18 ลิตร	2 ครั้ง 12 ลิตร	81%
	2	8 ครั้ง 53 ลิตร	7 ครั้ง 49 ลิตร	5 ครั้ง 21 ลิตร	4 ครั้ง 14 ลิตร	74%
	3	12 ครั้ง 62 ลิตร	9 ครั้ง 56 ลิตร	6 ครั้ง 52 ลิตร	3 ครั้ง 9 ลิตร	85%
	4	4 ครั้ง 36 ลิตร	3 ครั้ง 21 ลิตร	2 ครั้ง 13 ลิตร	2 ครั้ง 7 ลิตร	81%
	5	7 ครั้ง 28 ลิตร	4 ครั้ง 14 ลิตร	3 ครั้ง 8 ลิตร	2 ครั้ง 6 ลิตร	79%
รถบรรทุกน้ำ	1	7 ครั้ง 42 ลิตร	5 ครั้ง 28 ลิตร	3 ครั้ง 14 ลิตร	3 ครั้ง 8 ลิตร	81%
	2	6 ครั้ง 48 ลิตร	5 ครั้ง 25 ลิตร	3 ครั้ง 6 ลิตร	2 ครั้ง 5 ลิตร	90%
	3	4 ครั้ง 44 ลิตร	3 ครั้ง 10 ลิตร	2 ครั้ง 5 ลิตร	1 ครั้ง 5 ลิตร	89%
	4	5 ครั้ง 18 ลิตร	2 ครั้ง 7 ลิตร	2 ครั้ง 7 ลิตร	2 ครั้ง 5 ลิตร	72%
	5	3 ครั้ง 26 ลิตร	4 ครั้ง 23 ลิตร	2 ครั้ง 8 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	88%
	6	7 ครั้ง 28 ลิตร	5 ครั้ง 25 ลิตร	3 ครั้ง 22 ลิตร	1 ครั้ง 7 ลิตร	75%
รถขุดไฮดรอลิก	1	12 ครั้ง 35 ลิตร	8 ครั้ง 25 ลิตร	5 ครั้ง 18 ลิตร	4 ครั้ง 12 ลิตร	66%
	2	5 ครั้ง 14 ลิตร	5 ครั้ง 10 ลิตร	4 ครั้ง 8 ลิตร	2 ครั้ง 4 ลิตร	71%
	3	2 ครั้ง 4 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	50%
	4	2 ครั้ง 4 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	50%
	5	4 ครั้ง 12 ลิตร	3 ครั้ง 8 ลิตร	2 ครั้ง 7 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	75%
	6	2 ครั้ง 4 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	50%
	7	3 ครั้ง 8 ลิตร	2 ครั้ง 7 ลิตร	2 ครั้ง 7 ลิตร	2 ครั้ง 4 ลิตร	50%
รถบรรทุกสิบล้อ	1	21 ครั้ง 43 ลิตร	13 ครั้ง 39 ลิตร	7 ครั้ง 29 ลิตร	3 ครั้ง 9 ลิตร	79%
	2	38 ครั้ง 80 ลิตร	24 ครั้ง 74 ลิตร	10 ครั้ง 33 ลิตร	2 ครั้ง 7 ลิตร	91%
	3	7 ครั้ง 16 ลิตร	2 ครั้ง 5 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	88%
	4	6 ครั้ง 16 ลิตร	4 ครั้ง 15 ลิตร	3 ครั้ง 10 ลิตร	2 ครั้ง 5 ลิตร	69%
	5	3 ครั้ง 6 ลิตร	2 ครั้ง 4 ลิตร	1 ครั้ง 4 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	67%
รถบดล้อยาง	1	6 ครั้ง 24 ลิตร	4 ครั้ง 19 ลิตร	3 ครั้ง 6 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	88%
	2	5 ครั้ง 19 ลิตร	4 ครั้ง 17 ลิตร	2 ครั้ง 7 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	89%
รถตักล้อยาง	1	19 ครั้ง 76 ลิตร	10 ครั้ง 41 ลิตร	6 ครั้ง 23 ลิตร	3 ครั้ง 10 ลิตร	87%
	2	31 ครั้ง 115 ลิตร	18 ครั้ง 72 ลิตร	13 ครั้ง 53 ลิตร	5 ครั้ง 17 ลิตร	85%

*ปริมาณการสูญเสียน้ำมันเครื่องเท่ากับปริมาณน้ำมันเครื่องที่รั่วซึมหรือพร่อง

**คิดเปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับปรุงและระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 6.1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อได้รับการแก้ไขปรับปรุงตามระยะเวลา 1 ปีกับหกเดือน ทำให้เครื่องจักรกลหนักแต่ละประเภทมีปัญหาการรั่วซึมของน้ำมันเครื่องที่มีแนวโน้มลดลงซึ่งแต่ละประเภทส่วนใหญ่สามารถลดปริมาณการสูญเสียน้ำมันเครื่องลงได้ 67-91% ยกเว้นในกลุ่มของรถขุดไฮดรอลิกที่สามารถลดปริมาณการสูญเสียน้ำมันเครื่องได้เพียง 50-75% คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากรถขุดไฮดรอลิกส่วนใหญ่มักอยู่ในกลุ่มของเครื่องจักรที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี ทำให้ในช่วงก่อนการปรับปรุงอาจเกิดสูญเสียน้ำมันเครื่องจากการรั่วซึมในปริมาณที่ไม่มากเมื่อเทียบกับกลุ่มเครื่องจักรประเภทอื่นๆ ทำให้เมื่อได้รับการแก้ไขปริมาณการสูญเสียน้ำมันเครื่องนั้นจึงลดลงได้ไม่มากเมื่อเทียบกับช่วงก่อนการปรับปรุง

ในทำนองเดียวกันการสูญเสียน้ำมันไฮดรอลิกในตารางที่ 6.2 แสดงให้เห็นว่าเครื่องจักรกลหนักส่วนใหญ่มีปริมาณการสูญเสียน้ำมันไฮดรอลิกที่ลดลงได้อยู่ในช่วง 60-94% อย่างไรก็ตามหากสังเกตจะพบว่ารถบดล้อยางสามารถลดปริมาณการสูญเสียน้ำมันไฮดรอลิกได้ 100% คาดว่าเพราะก่อนการปรับปรุงรถบดล้อยางมีปัญหาเกี่ยวกับระบบไฮดรอลิกค่อนข้างน้อยอยู่แล้ว เมื่อได้รับการแก้ไขที่ดีและตรงจุด จึงสามารถทำให้ปัญหาเหล่านี้ลดลงแหละหมดไปได้ในที่สุด

อย่างไรก็ตามจะสังเกตได้ว่ายังคงมีการสูญเสียน้ำมันไฮดรอลิกจำนวนหลายลิตรในช่วงระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 เมื่อเทียบกับการสูญเสียของเหลวชนิดอื่น ทั้งนี้คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากเครื่องจักรส่วนใหญ่มีลักษณะการใช้งานที่ค่อนข้างหนัก และไม่สามารถหลีกเลี่ยงสภาวะของฝุ่น ดิน หรือสิ่งสกปรกที่จะเข้ามาปะปนกับระบบไฮดรอลิกได้ จึงอาจนำมาสู่การเกิดความผิดปกติของระบบไฮดรอลิกที่ทำให้ยังคงเกิดการสูญเสียน้ำมันไฮดรอลิกขึ้นได้อยู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6. 2 การสูญเสียน้ำมันไฮดรอลิก

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	จำนวนครั้งที่ต้องเติมน้ำมันไฮดรอลิก (จำนวนลิตรของน้ำมันไฮดรอลิกที่เติม*)				ลดการสูญเสีย** ลงได้ (%)
		ก่อนการปรับปรุง ระยะเวลา 6 เดือน (มิ.ย.60 – พ.ย.60)	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ระยะเวลา 12 เดือน		ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 ระยะเวลา 6 เดือน (ธ.ค.61 – พ.ค.62)	
			ช่วงแรก (ธ.ค.60–พ.ค.61)	ช่วงหลัง (มิ.ย.61–พ.ย.61)		
รถเกลี่ยดิน	1	16 ครั้ง 134 ลิตร	14 ครั้ง 38 ลิตร	10 ครั้ง 36 ลิตร	8 ครั้ง 28 ลิตร	79%
	2	22 ครั้ง 156 ลิตร	8 ครั้ง 32 ลิตร	3 ครั้ง 10 ลิตร	2 ครั้ง 9 ลิตร	94%
	3	27 ครั้ง 192 ลิตร	26 ครั้ง 108 ลิตร	16 ครั้ง 98 ลิตร	14 ครั้ง 58 ลิตร	70%
	4	11 ครั้ง 49 ลิตร	8 ครั้ง 24 ลิตร	4 ครั้ง 10 ลิตร	4 ครั้ง 8 ลิตร	84%
	5	21 ครั้ง 78 ลิตร	21 ครั้ง 34 ลิตร	5 ครั้ง 18 ลิตร	2 ครั้ง 9 ลิตร	88%
	6	7 ครั้ง 32 ลิตร	8 ครั้ง 30 ลิตร	5 ครั้ง 18 ลิตร	5 ครั้ง 10 ลิตร	69%

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	จำนวนครั้งที่ต้องเติมน้ำมันไฮดรอลิก (จำนวนลิตรของน้ำมันไฮดรอลิกที่เติม*)				ลดการสูญเสีย** ลงได้ (%)
		ก่อนการปรับปรุง ระยะเวลา 6 เดือน (มิ.ย.60 – พ.ย.60)	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ระยะเวลา 12 เดือน		ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 ระยะเวลา 6 เดือน (ธ.ค.61 – พ.ค.62)	
			ช่วงแรก (ธ.ค.60–พ.ค.61)	ช่วงหลัง (มิ.ย.61–พ.ย.61)		
รถบดสั่นสะเทือน	1	13 ครั้ง 186 ลิตร	7 ครั้ง 73 ลิตร	4 ครั้ง 47 ลิตร	3 ครั้ง 28 ลิตร	85%
	2	20 ครั้ง 190 ลิตร	15 ครั้ง 131 ลิตร	10 ครั้ง 43 ลิตร	7 ครั้ง 34 ลิตร	82%
	3	8 ครั้ง 50 ลิตร	8 ครั้ง 42 ลิตร	8 ครั้ง 37 ลิตร	5 ครั้ง 11 ลิตร	78%
	4	7 ครั้ง 124 ลิตร	7 ครั้ง 37 ลิตร	5 ครั้ง 16 ลิตร	2 ครั้ง 8 ลิตร	94%
	5	9 ครั้ง 36 ลิตร	2 ครั้ง 19 ลิตร	3 ครั้ง 14 ลิตร	3 ครั้ง 11 ลิตร	69%
รถขุดไฮดรอลิก	1	10 ครั้ง 158 ลิตร	8 ครั้ง 120 ลิตร	6 ครั้ง 87 ลิตร	4 ครั้ง 60 ลิตร	62%
	2	7 ครั้ง 85 ลิตร	5 ครั้ง 47 ลิตร	3 ครั้ง 22 ลิตร	3 ครั้ง 20 ลิตร	76%
	3	2 ครั้ง 6 ลิตร	2 ครั้ง 5 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	67%
	4	2 ครั้ง 15 ลิตร	2 ครั้ง 5 ลิตร	1 ครั้ง 5 ลิตร	1 ครั้ง 4 ลิตร	73%
	5	6 ครั้ง 45 ลิตร	4 ครั้ง 25 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	96%
	6	3 ครั้ง 15 ลิตร	2 ครั้ง 12 ลิตร	2 ครั้ง 10 ลิตร	1 ครั้ง 6 ลิตร	60%
	7	4 ครั้ง 35 ลิตร	4 ครั้ง 30 ลิตร	4 ครั้ง 25 ลิตร	3 ครั้ง 10 ลิตร	71%
รถบรรทุกสิบล้อ	1	14 ครั้ง 70 ลิตร	11 ครั้ง 52 ลิตร	10 ครั้ง 28 ลิตร	3 ครั้ง 20 ลิตร	71%
	2	11 ครั้ง 52 ลิตร	10 ครั้ง 50 ลิตร	4 ครั้ง 25 ลิตร	2 ครั้ง 16 ลิตร	69%
	3	8 ครั้ง 40 ลิตร	6 ครั้ง 32 ลิตร	5 ครั้ง 25 ลิตร	3 ครั้ง 15 ลิตร	63%
	4	8 ครั้ง 40 ลิตร	7 ครั้ง 38 ลิตร	6 ครั้ง 23 ลิตร	2 ครั้ง 10 ลิตร	75%
	5	2 ครั้ง 10 ลิตร	1 ครั้ง 8 ลิตร	1 ครั้ง 5 ลิตร	1 ครั้ง 4 ลิตร	60%
รถบดล้อยาง	1	1 ครั้ง 3 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	100%
	2	2 ครั้ง 10 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	100%
รถตักล้อยาง	1	9 ครั้ง 48 ลิตร	4 ครั้ง 32 ลิตร	2 ครั้ง 27 ลิตร	1 ครั้ง 10 ลิตร	79%
	2	12 ครั้ง 60 ลิตร	7 ครั้ง 51 ลิตร	3 ครั้ง 28 ลิตร	1 ครั้ง 15 ลิตร	75%

*ปริมาณการสูญเสียน้ำมันไฮดรอลิกเท่ากับปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกที่รั่วซึมหรือพร่อง

**คิดเปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับปรุงและระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2

สำหรับปริมาณการสูญเสียน้ำมันเกียร์ของเครื่องจักรดังตารางที่ 6.3 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไปเครื่องจักรส่วนใหญ่มีแนวโน้มของการสูญเสียน้ำมันเกียร์ที่ลดลงและสูญเสียในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับน้ำมันเครื่องและน้ำมันไฮดรอลิก คาดว่าเนื่องมาจากลักษณะของการซ่อมแซมแก้ไขปัญหาการสูญเสียน้ำมันเกียร์ส่วนใหญ่มักเป็นการซ่อมเกียร์และจัดเป็นการซ่อมใหญ่ทำให้ปัญหาความผิดปกติของเกียร์ที่ส่งผลให้มีการสูญเสียน้ำมันเกียร์นั้นมักหายขาดหรืออาจเกิดขึ้นได้

ใหม่แต่ไม่บ่อยเมื่อเทียบกับการซ่อมระบบไฮดรอลิกหรือเครื่องยนต์ ทำให้เครื่องจักรกลหนักมีปริมาณการสูญเสียน้ำมันเกียร์ที่ลดลงได้ 69-100%

ตารางที่ 6. 3 การสูญเสียน้ำมันเกียร์

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	จำนวนครั้งที่ต้องเติมน้ำมันเกียร์ (จำนวนลิตรของน้ำมันเกียร์ที่เติม*)				ลดการสูญเสีย** ลงได้ (%)
		ก่อนการปรับปรุง ระยะเวลา6 เดือน (มิ.ย.60– พ.ย.60)	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ระยะเวลา 12 เดือน		ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 ระยะเวลา 6 เดือน (ธ.ค.61 – พ.ค.62)	
			ช่วงแรก (ธ.ค.60–พ.ค.61)	ช่วงหลัง (มิ.ย.61–พ.ย.61)		
รถเกลี่ยดิน	1	9 ครั้ง 53 ลิตร	5 ครั้ง 10 ลิตร	3 ครั้ง 9 ลิตร	3 ครั้ง 6 ลิตร	89%
	2	10 ครั้ง 34 ลิตร	8 ครั้ง 11 ลิตร	1 ครั้ง 5 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	91%
	3	16 ครั้ง 95 ลิตร	15 ครั้ง 12 ลิตร	1 ครั้ง 5 ลิตร	1 ครั้ง 5 ลิตร	95%
	4	5 ครั้ง 29 ลิตร	4 ครั้ง 5 ลิตร	1 ครั้ง 4 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	93%
	5	14 ครั้ง 83 ลิตร	14 ครั้ง 56 ลิตร	2 ครั้ง 4 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	96%
	6	4 ครั้ง 19 ลิตร	3 ครั้ง 15 ลิตร	2 ครั้ง 5 ลิตร	1 ครั้ง 5 ลิตร	74%
รถบรรทุกน้ำ	1	6 ครั้ง 28 ลิตร	3 ครั้ง 18 ลิตร	2 ครั้ง 6 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	89%
	2	4 ครั้ง 15 ลิตร	2 ครั้ง 11 ลิตร	3 ครั้ง 4 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	87%
	3	4 ครั้ง 20 ลิตร	2 ครั้ง 6 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	1 ครั้ง 2 ลิตร	90%
	4	4 ครั้ง 9 ลิตร	3 ครั้ง 7 ลิตร	1 ครั้ง 4 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	67%
	5	2 ครั้ง 13 ลิตร	1 ครั้ง 7 ลิตร	2 ครั้ง 6 ลิตร	1 ครั้ง 4 ลิตร	69%
	6	5 ครั้ง 22 ลิตร	4 ครั้ง 20 ลิตร	4 ครั้ง 10 ลิตร	2 ครั้ง 6 ลิตร	73%
รถบรรทุกสิบล้อ	1	3 ครั้ง 25 ลิตร	2 ครั้ง 13 ลิตร	1 ครั้ง 6 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	100%
	2	3 ครั้ง 16 ลิตร	2 ครั้ง 10 ลิตร	1 ครั้ง 7 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	100%
	3	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	ไม่เปลี่ยนแปลง
	4	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	ไม่เปลี่ยนแปลง
	5	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	ไม่เปลี่ยนแปลง
รถบดล้อยาง	1	7 ครั้ง 55 ลิตร	1 ครั้ง 12 ลิตร	1 ครั้ง 5 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	100%
	2	2 ครั้ง 20 ลิตร	1 ครั้ง 10 ลิตร	1 ครั้ง 5 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	100%
รถตักล้อยาง	1	2 ครั้ง 25 ลิตร	1ครั้ง 4 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	100%
	2	2 ครั้ง 40 ลิตร	1 ครั้ง 3 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	0 ครั้ง 0 ลิตร	100%

*ปริมาณการสูญเสียน้ำมันเกียร์เท่ากับปริมาณน้ำมันเกียร์ที่รั่วซึมหรือพร่อง

**คิดเปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับปรุงและระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2

จากข้อมูลการรั่วซึมของของเหลวชนิดต่างๆ ทำให้ได้มีการเก็บข้อมูลการใช้ของเหลวเพื่อนำมาคิดคำนวณประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของเครื่องจักรโดยเป็นการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างปริมาณของเหลวที่ควรใช้กับปริมาณของเหลวที่ใช้จริง ซึ่งปริมาณของเหลวที่ควรใช้คิดจากปริมาณจากข้อมูลการรั่วซึมของของเหลวชนิดต่างๆ ทำให้ได้มีการเก็บข้อมูลการใช้ของเหลวเพื่อนำมาคิดคำนวณประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของเครื่องจักรโดยเป็นการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างปริมาณของเหลวที่ควรใช้กับปริมาณของเหลวที่ใช้จริง ซึ่งปริมาณของเหลวที่ควรใช้คิดจากปริมาณและจำนวนครั้งของการเปลี่ยนถ่ายของเหลวตามกำหนดการบำรุงรักษา ส่วนปริมาณของเหลวที่ใช้จริงคำนวณจากปริมาณของเหลวที่ควรใช้รวมกับปริมาณการสูญเสียของเหลวที่เกิดจากการรั่วซึมจากข้อมูลก่อนหน้า ซึ่งผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 6.4 ส่วนผลการอภิปรายแสดงดังหัวข้อ 7.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6. 4 การคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	อายุของเครื่องจักร		ความจุของถังน้ำมันเครื่อง (ลิตร)	ก่อนการปรับปรุง (มิ.ย. 60-พ.ย. 60)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรก (ธ.ค. 60-พ.ค. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงหลัง (มิ.ย. 61-พ.ย. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค. 61-พ.ค. 62)		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2		จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	ปริมาณน้ำมันเครื่องที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	ปริมาณน้ำมันเครื่องที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	ปริมาณน้ำมันเครื่องที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	ปริมาณน้ำมันเครื่องที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง (%)
		ไม่เกิน 5 ปี	มากกว่า 20 ปี													
รถเกลี่ยดิน	1		✓	32	4	159	45%	4	40	76%	4	23	85%	4	18	88%
	2		✓	32	4	143	47%	4	22	85%	4	7	95%	4	6	96%
	3	✓		32	4	286	31%	4	86	60%	4	64	67%	4	35	79%
	4	✓		32	4	103	55%	4	37	78%	4	18	88%	4	12	91%
	5	✓		32	4	203	39%	4	102	56%	4	21	86%	4	12	91%
	6	✓		32	2	22	74%	4	35	79%	4	15	90%	4	15	90%
	รวม					916			322			148			98	
รถบดสั่นสะเทือน	1		✓	15	3	62	42%	3	48	48%	3	18	71%	3	12	79%
	2		✓	30	3	53	63%	3	49	65%	3	21	81%	3	14	87%
	3	✓		15	3	62	42%	3	56	45%	3	52	46%	3	9	83%
	4	✓		15	3	36	56%	3	21	68%	3	13	78%	3	7	87%
	5	✓		20	3	28	68%	3	14	81%	3	8	88%	3	6	91%
	รวม					241			188			112			48	
รถบรรทุกน้ำ	1		✓	30	1	42	42%	1	28	52%	1	14	68%	1	8	79%
	2		✓	22	1	48	31%	1	25	47%	1	6	79%	1	5	81%
	3		✓	22	1	44	33%	1	10	69%	1	5	81%	1	5	81%
	4		✓	22	1	18	55%	1	7	76%	1	7	76%	1	5	81%
	5		✓	22	1	26	46%	1	23	49%	1	8	73%	1	3	88%
	6		✓	22	1	28	44%	1	25	47%	1	22	50%	1	7	76%
	รวม					206			118			62			33	

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	อายุของเครื่องจักร		ความจุของถังน้ำมันเครื่อง (ลิตร)	ก่อนการปรับปรุง (มิ.ย. 60-พ.ย. 60)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรก (ธ.ค. 60-พ.ค. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงหลัง (มิ.ย. 61-พ.ย. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค. 61-พ.ค. 62)		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2		จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	ปริมาณน้ำมันเครื่องที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	ปริมาณน้ำมันเครื่องที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	ปริมาณน้ำมันเครื่องที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	ปริมาณน้ำมันเครื่องที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง (%)
		ไม่เกิน 5 ปี	มากกว่า 20 ปี													
รถขุดไฮดรอลิก	1		✓	25	3	35	68%	3	25	75%	3	18	81%	3	12	86%
	2	✓		25	3	14	84%	3	10	88%	3	8	90%	3	4	95%
	3	✓		25	3	4	95%	3	3	96%	3	2	97%	3	2	97%
	4	✓		25	3	4	95%	3	2	97%	3	2	97%	3	2	97%
	5	✓		25	3	12	86%	3	8	90%	3	7	91%	3	3	96%
	6	✓		25	3	4	95%	3	3	96%	3	2	97%	3	2	97%
	7	✓		25	3	8	90%	3	7	91%	3	7	91%	3	4	95%
	รวม					81			58			46			29	
รถบรรทุกสิบล้อ	1		✓	22	1	43	34%	1	39	36%	1	29	43%	1	9	71%
	2		✓	22	1	80	22%	1	74	23%	1	33	40%	1	7	76%
	3	✓		30	1	16	65%	1	5	86%	1	3	91%	1	2	94%
	4	✓		30	1	16	65%	1	15	67%	1	10	75%	1	5	86%
	5	✓		30	1	6	83%	1	4	88%	1	4	88%	1	2	94%
	รวม					161			137			79			25	
รถบดล้อยาง	1		✓	21	2	24	64%	2	19	69%	2	6	88%	2	3	93%
	2		✓	21	2	19	69%	2	17	71%	2	7	86%	2	2	95%
	รวม					43			36			13			5	
รถตักล้อยาง	1	✓		32	2	76	46%	2	41	61%	2	23	74%	2	10	86%
	2	✓		32	2	115	36%	2	72	47%	2	53	55%	2	17	79%
	รวม					191			113			76			27	

ตารางที่ 6. 5 การคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิก

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	อายุของเครื่องจักร		ความจุของถังน้ำมันไฮดรอลิก (ลิตร)	ก่อนการปรับปรุง (มิ.ย. 60-พ.ย. 60)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรก (ธ.ค. 60-พ.ค. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงหลัง (มิ.ย. 61-พ.ย. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค. 61-พ.ค. 62)		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2		จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิก	ปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิก (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิก	ปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิก (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิก	ปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิก (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิก	ปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิก (%)
		ไม่เกิน 5 ปี	มากกว่า 20 ปี													
รถเกลี่ยดิน	1		✓	180	1	134	57%	1	38	83%	1	36	83%	1	28	87%
	2		✓	180	1	156	54%	1	32	85%	1	10	95%	1	9	95%
	3	✓		180	1	192	48%	1	108	63%	1	98	65%	1	58	76%
	4	✓		180	1	49	79%	1	24	88%	1	10	95%	1	8	96%
	5	✓		180	1	78	70%	1	34	84%	1	18	91%	1	9	95%
	6	✓		180	1	32	85%	1	30	86%	1	18	91%	1	10	95%
	รวม					641			266			190			122	
รถบดสั่นสะเทือน	1		✓	70	1	186	27%	1	73	49%	1	47	60%	1	28	71%
	2		✓	80	1	190	30%	1	131	38%	1	43	65%	1	34	70%
	3	✓		70	1	50	58%	1	42	63%	1	37	65%	1	11	86%
	4	✓		50	1	124	29%	1	37	57%	1	16	76%	1	8	86%
	5	✓		70	1	36	66%	1	19	79%	1	14	83%	1	11	86%
	รวม					586			302			157			92	
รถขุดไฮดรอลิก	1		✓	150	1	158	49%	1	120	56%	1	87	63%	1	60	71%
	2	✓		200	1	85	70%	1	47	81%	1	22	90%	1	20	91%
	3	✓		200	1	6	97%	1	5	98%	1	2	99%	1	2	99%
	4	✓		200	1	15	93%	1	5	98%	1	5	98%	1	4	98%
	5	✓		200	1	45	82%	1	25	89%	1	2	99%	1	2	99%
	6	✓		200	1	15	93%	1	12	94%	1	10	95%	1	6	97%
	7	✓		200	1	35	85%	1	30	87%	1	25	89%	1	10	95%
	รวม					359			244			153			104	

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	อายุของเครื่องจักร		ความจุของถังน้ำมันไฮดรอลิก (ลิตร)	ก่อนการปรับปรุง (มิ.ย. 60-พ.ย. 60)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรก (ธ.ค. 60-พ.ค. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงหลัง (มิ.ย. 61-พ.ย. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค. 61-พ.ค. 62)		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2		จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิก	ปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิก (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิก	ปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิก (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิก	ปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิก (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันไฮดรอลิก	ปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิก (%)
		ไม่เกิน 5 ปี	มากกว่า 20 ปี													
รถบรรทุกสิบล้อ	1		✓	50	1	70	42%	1	52	49%	1	28	64%	1	20	71%
	2		✓	50	1	52	49%	1	50	50%	1	25	67%	1	16	76%
	3	✓		70	1	40	64%	1	32	69%	1	25	74%	1	15	82%
	4	✓		70	1	40	64%	1	38	65%	1	23	75%	1	10	88%
	5	✓		70	1	10	88%	1	8	90%	1	5	93%	1	4	95%
	รวม					212			180			106			65	
รถบดล้อยาง	1		✓	50	1	3	94%	1	2	96%	1	2	96%	1	0	100%
	2		✓	50	1	10	83%	1	0	100%	1	0	100%	1	0	100%
	รวม					13			2			2			0	
รถตักล้อยาง	1	✓		90	1	48	65%	1	32	74%	1	27	77%	1	10	90%
	2	✓		100	1	60	63%	1	51	66%	1	28	78%	1	15	87%
	รวม					108			83			55			25	

UNIVERSITY

ตารางที่ 6. *6* การคำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	อายุของเครื่องจักร		ความจุของถังน้ำมันเกียร์ (ลิตร)	ก่อนการปรับปรุง (มิ.ย. 60-พ.ย. 60)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรก (ธ.ค. 60-พ.ค. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงหลัง (มิ.ย. 61-พ.ย. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค. 61-พ.ค. 62)		
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2		จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเกียร์	ปริมาณน้ำมันเกียร์ที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์ (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเกียร์	ปริมาณน้ำมันเกียร์ที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์ (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเกียร์	ปริมาณน้ำมันเกียร์ที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์ (%)	จำนวนครั้งที่เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเกียร์	ปริมาณน้ำมันเกียร์ที่รั่วซึม (ลิตร)	ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์ (%)
		ไม่เกิน 5 ปี	มากกว่า 20 ปี													
รถเกลี่ยดิน	1		✓	70	1	53	57%	1	10	88%	1	9	89%	1	6	92%
	2		✓	70	1	34	67%	1	11	86%	1	5	93%	1	3	96%
	3	✓		70	1	95	42%	1	12	85%	1	5	93%	1	5	93%
	4	✓		70	1	29	71%	1	5	93%	1	4	95%	1	2	97%
	5	✓		70	1	83	46%	1	56	56%	1	4	95%	1	3	96%
	6	✓		70	1	19	79%	1	15	82%	1	5	93%	1	5	93%
	รวม					313			109			32			24	
รถบรรทุกน้ำ	1		✓	20	1	28	42%	1	18	53%	1	6	77%	1	3	87%
	2		✓	20	1	15	57%	1	11	65%	1	4	83%	1	2	91%
	3		✓	20	1	20	50%	1	6	77%	1	3	87%	1	2	91%
	4		✓	25	1	9	74%	1	7	78%	1	4	86%	1	3	89%
	5		✓	20	1	13	61%	1	7	74%	1	6	77%	1	4	83%
	6		✓	20	1	22	48%	1	20	50%	1	10	67%	1	6	77%
	รวม					107			69			33			20	
รถบรรทุกสิบล้อ	1		✓	30	1	25	55%	1	13	70%	1	6	83%	1	0	100%
	2		✓	30	1	16	65%	1	10	75%	1	7	81%	1	0	100%
	3	✓		30	1	0	100%	1	0	100%	1	0	100%	1	0	100%
	4	✓		30	1	0	100%	1	0	100%	1	0	100%	1	0	100%
	5	✓		30	1	0	100%	1	0	100%	1	0	100%	1	0	100%
	รวม					41			23			13			0	
รถบดล้อยาง	1		✓	20	1	55	27%	1	12	63%	1	5	80%	1	0	100%
	2		✓	20	1	20	50%	1	10	67%	1	4	83%	1	0	100%
	รวม					75			22			9			0	
รถตักล้อยาง	1	✓		40	1	25	62%	1	4	91%	1	0	100%	1	0	100%
	2	✓		60	1	40	60%	1	3	95%	1	0	100%	1	0	100%
	รวม					65			7			0			0	

6.2 การเสียของเครื่องจักรกลหนัก

จากผลของข้อมูลการรั่วซึมของของเหลวและประสิทธิภาพการใช้ของเหลวที่ได้กล่าวมาข้างต้น พบว่าค่อนข้างมีความสอดคล้องกับการเสียของเครื่องจักร อาจกล่าวได้ว่าเมื่อปัญหาการรั่วซึมของของเหลวในเครื่องจักรมีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้การเสียของเครื่องจักรมีแนวโน้มลดลงด้วย โดยได้มีแบ่งลักษณะของการเสียออกเป็น 5 ระบบ โดยมี 3 ระบบที่สอดคล้องกับข้อมูลของเหลวของเครื่องจักร ได้แก่ ระบบเครื่องยนต์ ระบบไฮดรอลิก และระบบเกียร์ ส่วนอีก 2 ระบบ ได้แก่ ระบบเบรก และระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่าง โดยได้แสดงการหยุดงานของเครื่องจักรเมื่อเกิดการเสียไว้ดังตารางที่ 6.7

ตารางที่ 6. 7 สถิติของลักษณะการเสียที่ทำให้เครื่องจักรกลหนักหยุดงานเกินกว่าสามวัน (ข้อมูลระหว่างเดือน ธันวาคม 2561 – พฤษภาคม 2562)

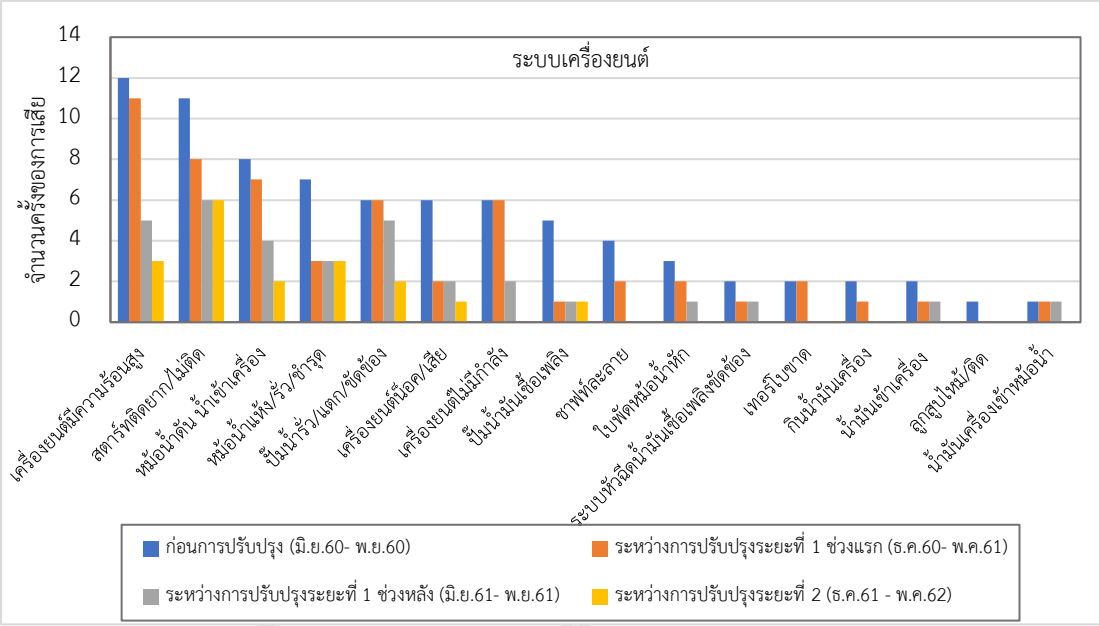
ระบบการขัดข้อง	ลักษณะการเสียของเครื่องจักรกลหนัก	จำนวนครั้ง	ความถี่การหยุดงานของเครื่องจักร			
			4-7วัน	8-14 วัน	15-30 วัน	>30 วัน
ระบบเครื่องยนต์	เครื่องยนต์มีความร้อนสูง	3	2	1	-	-
	สตาร์ทติดยาก/ไม่ติด	6	6	-	-	-
	หม้อน้ำดัน น้ำเข้าเครื่อง	2	1	1	-	-
	หม้อน้ำแห้ง/รั่ว/ชำรุด	3	2	1	-	-
	ปั๊มน้ำรั่ว/แตก/ขัดข้อง	2	2	-	-	-
	เครื่องยนต์น็อค/เสีย	1	-	1	-	-
	เครื่องยนต์ไม่มีกำลัง	0	-	-	-	-
	ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	1	-	1	-	-
	ชาฟท์ละลาย	0	-	-	-	-
	ใบพัดหม้อน้ำหัก	0	-	-	-	-
	ระบบน้ำมันเชื้อเพลิงขัดข้อง	0	-	-	-	-
	เทอร์โบขาด	0	-	-	-	-
	กินน้ำมันเครื่อง	0	-	-	-	-
	น้ำมันเข้าเครื่อง	0	-	-	-	-
	ลูกสูบไหม้/ติด	0	-	-	-	-
	น้ำมันเครื่องเข้าหม้อน้ำ	0	-	-	-	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระบบ การขัดข้อง	ลักษณะการเสียของ เครื่องจักรกลหนัก	จำนวน ครั้ง	ความถี่การหยุดงานของเครื่องจักร			
			4-7วัน	8-14 วัน	15-30 วัน	>30 วัน
ระบบ ไฮดรอลิก	สายไฮดรอลิกแตก	11	11	-	-	-
	ระบบไฮดรอลิกขัดข้อง	3	2	1	-	-
	ปั๊มไฮดรอลิกรั่ว/ชำรุด	2	1	1	-	-
	กระบอกไฮดรอลิกรั่ว	2	1	1	-	-
	ระบบสั่นสะเทือนขัดข้อง	0	-	-	-	-
ระบบเกียร์	เกียร์ขัดข้อง	3	1	1	1	-
	คลัทช์เสีย/ไหม้	1	1	-	-	-
	ปั๊มคลัทช์ขัดข้อง	1	1	-	-	-
	รถไม่มีกำลัง	0	-	-	-	-
ระบบเบรก	เบรกขัดข้อง	2	1	1	-	-
	ปั๊มลมรั่ว/แตก/ขัดข้อง	2	2	-	-	-
	หม้อลมเบรกรั่ว/ชำรุด	2	1	1	-	-
	สายลมรั่ว/แตก	1	1	-	-	-
	กระบอกเบรกแตก	0	-	-	-	-
ระบบ บังคับเลี้ยว และช่วงล่าง	แหนบหัก	1	1	-	-	-
	เพลาขาด	2	2	-	-	-
	พวงมาลัยขัดข้อง	2	1	1	-	-
	บังคับเลี้ยวยาก	1	1	-	-	-
	เฟืองกำลังชำรุด	0	-	-	-	-
	ลูกหมากกระบอกเลี้ยวขาด	0	-	-	-	-
	ปั๊มเพาเวอร์รั่ว/ชำรุด	1	-	1	-	-
	ยอยเพลากลาง/หน้าแตก	1	1	-	-	-
	ล้อหลุด	1	1	-	-	-
	สายคันเร่งขาด	0	-	-	-	-
	มอเตอร์คันเร่ง	0	-	-	-	-
	น้ำมันเพาเวอร์ดันกลับ	0	-	-	-	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 6.7 จะเห็นได้ว่าสถิติการเสียที่ทำให้เครื่องจักรกลหนักหยุดงานเกินกว่าสามวันลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสถิติการเสียก่อนการปรับปรุง (ในตารางที่ 1.5) และจะสังเกตได้ว่าการเสียที่เกิดขึ้นแล้วทำให้เครื่องจักรต้องหยุดงานจะอยู่ในช่วง 4-7 วัน และ 8-14 วัน ซึ่งแตกต่างกับก่อนการปรับปรุงที่เครื่องจักรต้องหยุดงานเกินกว่า 15 วันจำนวนหลายครั้ง แสดงให้เห็นว่าหลังการปรับปรุงการเสียมักเกิดในลักษณะที่ไม่รุนแรงจึงไม่ต้องใช้เวลาในการซ่อมหรือจัดหาอะไหล่นาน คาดว่าเนื่องมาจากการที่ผู้ใช้งานเครื่องจักรเกิดการรับรู้ความผิดปกติเบื้องต้นของเครื่องจักรและแจ้งเพื่อแก้ไขได้ทันเวลา ทำให้เครื่องจักรเกิดการเสียที่ลดลงได้นั่นเอง ซึ่งจำนวนครั้งของลักษณะการเสียแต่ละระบบของเครื่องจักรแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง ได้แสดงไว้ดังนี้

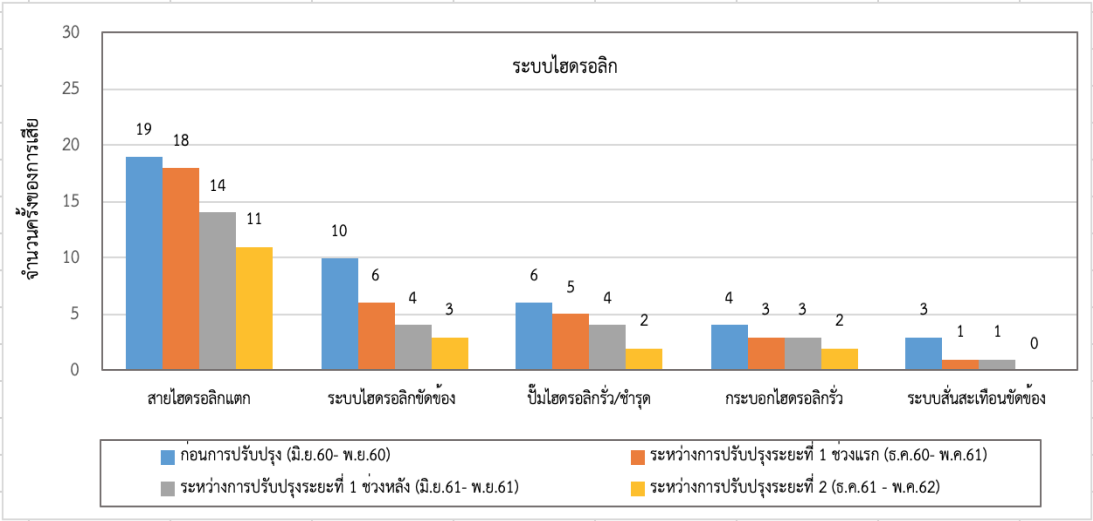


CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 6. 1 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบเครื่องยนต์ของเครื่องจักรทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง

จากภาพที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าจำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบเครื่องยนต์แต่ละลักษณะมีแนวโน้มลดลง โดยพบว่ากรณีของเครื่องยนต์มีความร้อนสูงมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดในแต่ละช่วงเวลาการปรับปรุง เช่นเดียวกันกับกรณีของหม้อน้ำดัน และเครื่องยนต์น็อคหรือเสีย คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากสาเหตุหลักของการเกิดการเสียในลักษณะนี้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ได้แก่ ของเหลวในระบบมีไม่เพียงพอ อันเนื่องมาจากการรั่วซึมหรือพร่อง แต่เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้มีการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันก่อนใช้งานและการรายงานทุกครั้งที่ความผิดปกติของเครื่องจักร ย่อมทำให้สามารถแก้ไข

ซ่อมแซมได้เร็วและทันเวลา จึงนำมาสู่การเสียในลักษณะนี้ลดลง และยังทำให้กรณีของการเกิดชาฟท์ละลายที่มาสาเหตุที่ใกล้เคียงกันนั้นหมดไปหลังจากการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรก ส่วนการเสียในลักษณะอื่นๆ แม้ว่าอาจจะลดลงไม่ชัดเจนนัก แต่ก็มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางที่ดี คาดว่าเนื่องมาจากสาเหตุของการเกิดลักษณะการเสียเหล่านี้เกิดจากหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีทั้งที่สามารถควบคุมได้และนอกเหนือการควบคุม เช่น ปัจจัยของการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน เป็นต้น ทำให้การเปลี่ยนแปลงที่ได้อาจไม่ชัดเจน

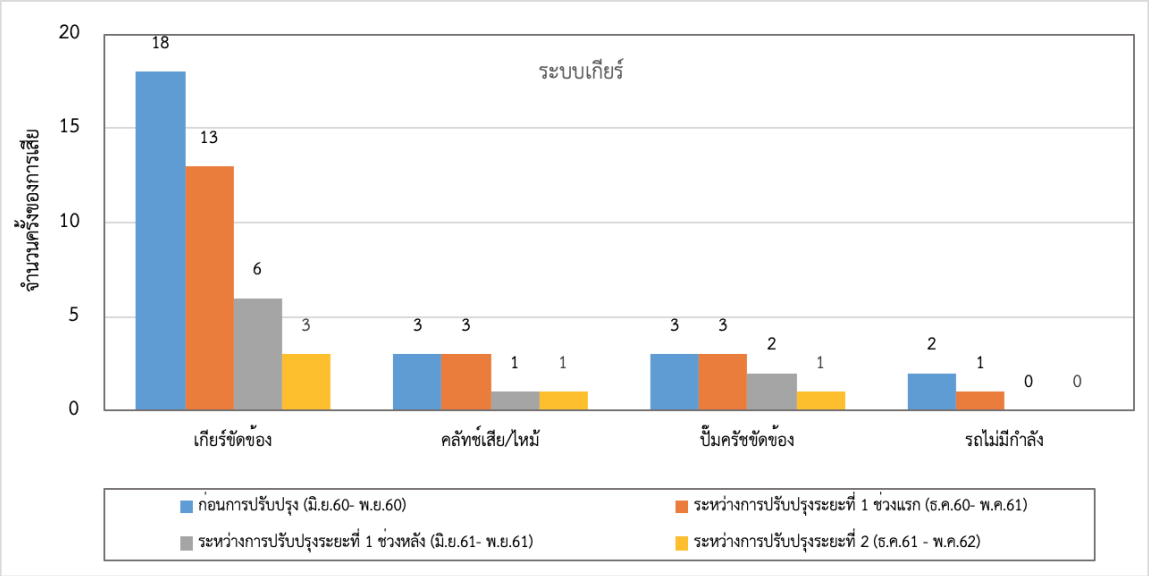


ภาพที่ 6. 2 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบไฮดรอลิกของเครื่องจักรทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากภาพที่ 6.2 จะเห็นได้ว่าจำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบไฮดรอลิกแต่ละลักษณะมีแนวโน้มของการลดลงที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน คือ ค่อยๆ เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งคาดว่าน่าจะเนื่องมาจากสาเหตุหลักของการเกิดการเสียในระบบไฮดรอลิก ได้แก่ การใช้งานเกินขีดความสามารถของเครื่องจักร และของเหลวในระบบมีไม่เพียงพอ อันเนื่องมาจากการรั่วซึมหรือพร่อง ซึ่งเมื่อผู้ปฏิบัติงานได้รับการอบรม มีความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยมีการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันก่อนใช้งานและการรายงานทุกครั้งที่ความผิดปกติของเครื่องจักร ย่อมทำให้สามารถแก้ไขซ่อมแซมได้เร็วและทันเวลา จึงนำมาสู่การเสียที่ลดลง

แต่อย่างไรก็ตามจะสังเกตได้ว่าในกรณีของกระบอกไฮดรอลิกรั่วมีการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างน้อย คาดว่าเนื่องมาจากเครื่องจักรกลหนักสำหรับการก่อสร้างถนนจำเป็นต้องใช้งานในสภาวะที่มีฝุ่นดิน และสิ่งสกปรก การหลีกเลี่ยงและทำความสะอาดโดยไม่ให้มีสิ่งปนเปื้อนเข้าสู่ระบบไฮดรอลิกจึงทำได้ยาก

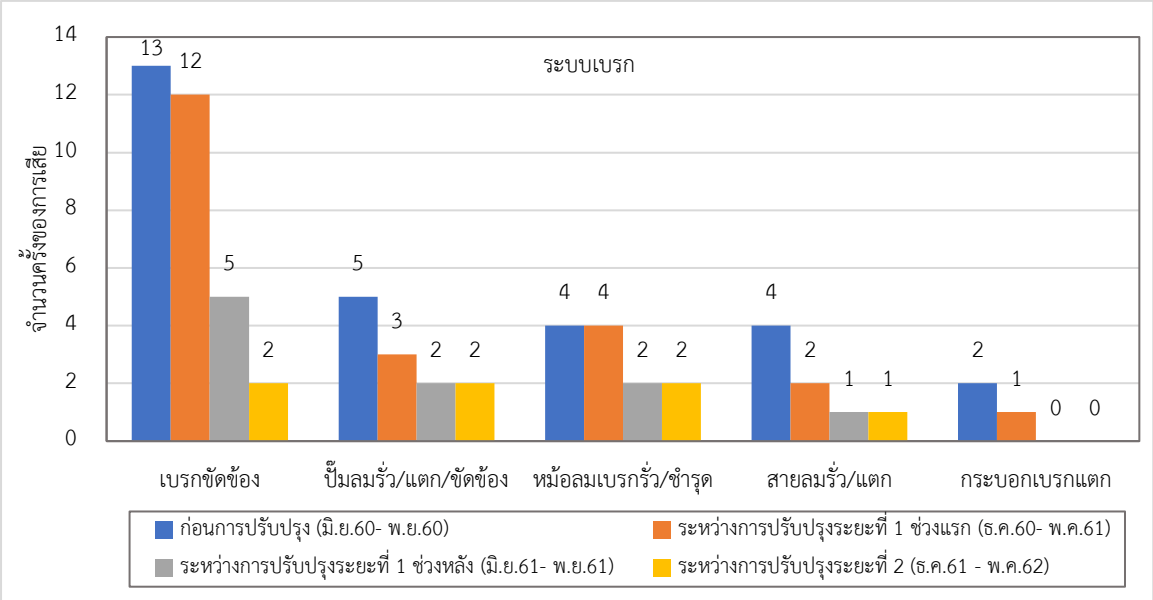


ภาพที่ 6. 3 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบเกียร์ของเครื่องจักรทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากภาพที่ 6.3 จะเห็นได้ว่าจำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบเกียร์แต่ละลักษณะมีแนวโน้มลดลง โดยพบว่ากรณีของเกียร์ขัดข้องมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดในแต่ละช่วงเวลาการปรับปรุง คาดว่าเนื่องมาจากเมื่อเครื่องจักรเกิดอาการเกียร์ขัดข้อง มักทำการแก้ไขด้วยการซ่อมใหญ่โดยยกเกียร์ใหม่ทั้งหมดและใช้เวลานานในการซ่อม โอกาสที่จะเกิดการขัดข้องซ้ำจึงค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับการเสียในลักษณะอื่น และเมื่อผู้ปฏิบัติงานได้รับการอบรม มีความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยมีการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันก่อนใช้งานและการรายงานทุกครั้งที่ความผิดปกติของเครื่องจักร ย่อมทำให้สามารถแก้ไขซ่อมแซมได้เร็วและทันเวลา จึงนำมาสู่การเสียที่มีแนวโน้มที่ลดลง

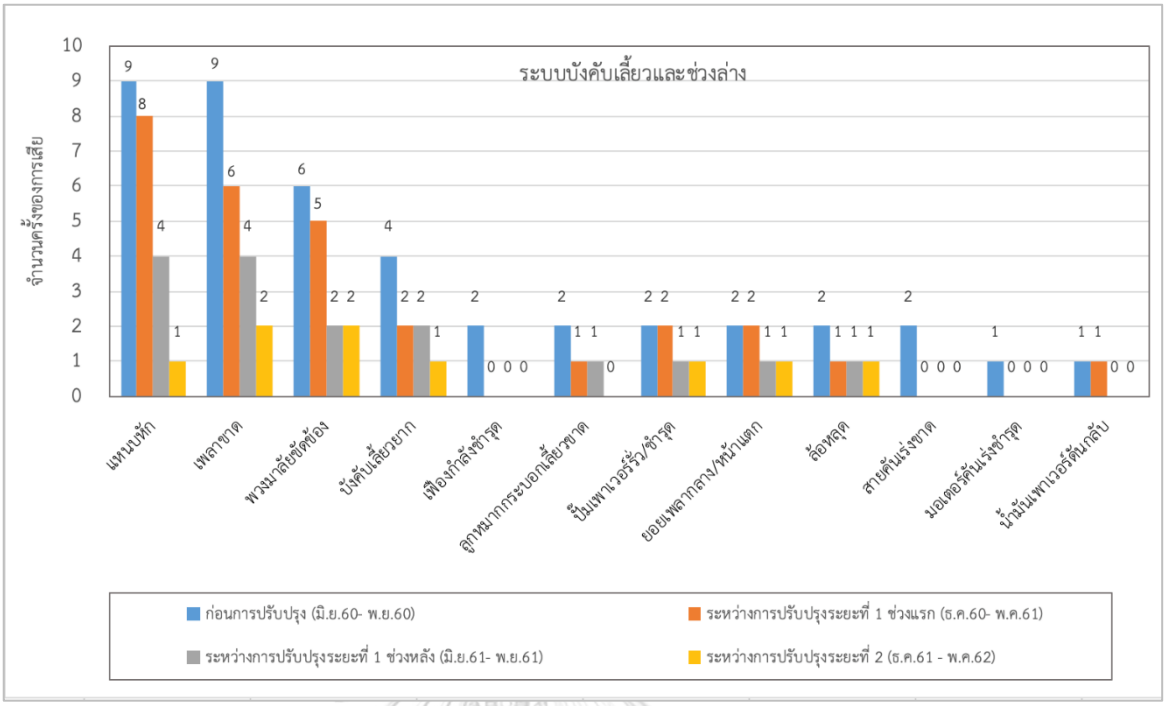
การเสียของระบบเบรกมักเกิดขึ้นกับรถบรรทุกน้ำซึ่งมีอายุเกินกว่า 20 ปีทั้งหมด และเมื่อเกิดการขัดข้องมักขัดข้องทั้งระบบ การซ่อมจึงทำแบบซ่อมยกชุด โอกาสที่จะเกิดการขัดข้องซ้ำจึงค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับการเสียในลักษณะอื่น และเมื่อผู้ปฏิบัติงานได้รับการอบรม มีความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยมีการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันก่อนใช้งานและการรายงานทุกครั้งที่ความผิดปกติของเครื่องจักร ย่อมทำให้สามารถแก้ไขซ่อมแซมได้เร็วและทันเวลา จึงนำมาสู่การเสียที่มีแนวโน้มที่ลดลง ดังภาพที่ 6.4



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 6. 4 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบเบรกของเครื่องจักรทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง

ส่วนจำนวนครั้งของการเสียในระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่างมีแนวโน้มลดลง ดังภาพที่ 6.5 โดยในกรณีของแหนบหักแหละเพลาขาดค่อนข้างมีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน ซึ่งคาดว่าน่าจะเนื่องมาจากสาเหตุหลักของการเกิดการเสีย ได้แก่ การใช้งานเกินขีดความสามารถของเครื่องจักร และขาดการอัดจาระบี ซึ่งเมื่อผู้ปฏิบัติงานได้รับการอบรม มีความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานและทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำสัปดาห์ตามแผน โดยมีการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันก่อนใช้งานและการรายงานทุกครั้งที่ความผิดปกติของเครื่องจักร ย่อมทำให้สามารถแก้ไขซ่อมแซมได้เร็วและทันเวลา จึงนำมาสู่การเสียที่ลดลง

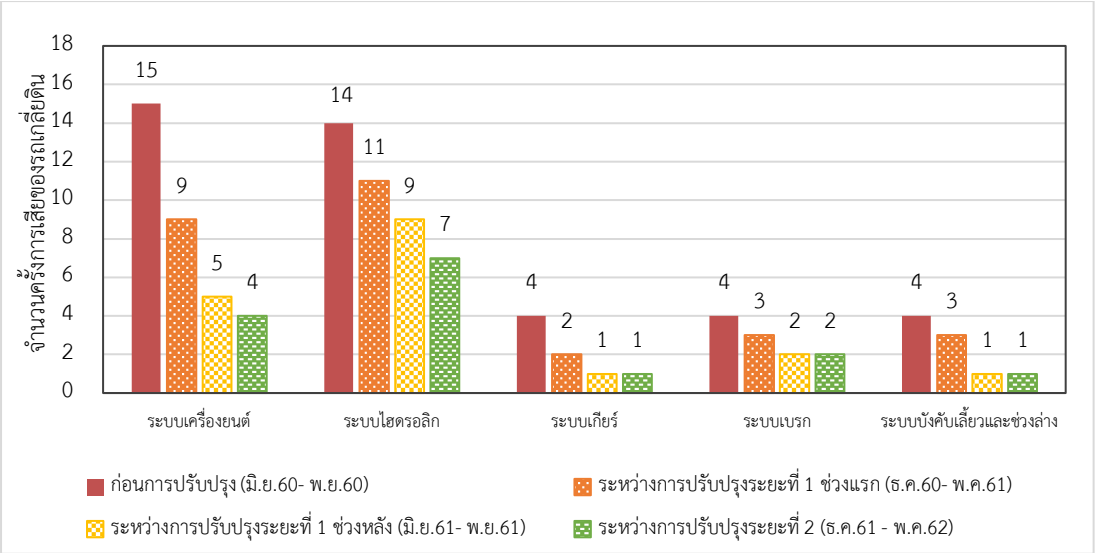


ภาพที่ 6. 5 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่างของเครื่องจักรทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง

จากผลข้างต้นจะเห็นได้ว่าจำนวนครั้งของแต่ละลักษณะการเสียของเครื่องจักรทั้งหมดในแต่ละระบบมีแนวโน้มลดลง มีทั้งลักษณะของการเสียที่ยังคงเกิดขึ้นอยู่แต่เกิดขึ้นน้อยลง และไม่เกิดขึ้นอีกเลย ซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากการปรับปรุงที่ได้ดำเนินการตามแผนการจัดการงานบำรุงรักษาที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของลักษณะการเสียแต่ละลักษณะด้วยเครื่องมือ FTA ทำให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรสามารถป้องกันและรับรู้ถึงปัญหาหรือความผิดปกติได้อย่างรวดเร็ว จึงนำมาสู่การแก้ไขและซ่อมแซมเครื่องจักรได้ทันเวลาก่อนเกิดอาการลุกลามจนเกิดการเสียที่รุนแรงและต้องใช้ระยะเวลาในการซ่อมนาน

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นเป็นการแสดงลักษณะการเสียของเครื่องจักรทั้งหมด ซึ่งหากแบ่งการเสียของเครื่องจักรแต่ละประเภทในแต่ละระบบ สามารถแบ่งได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

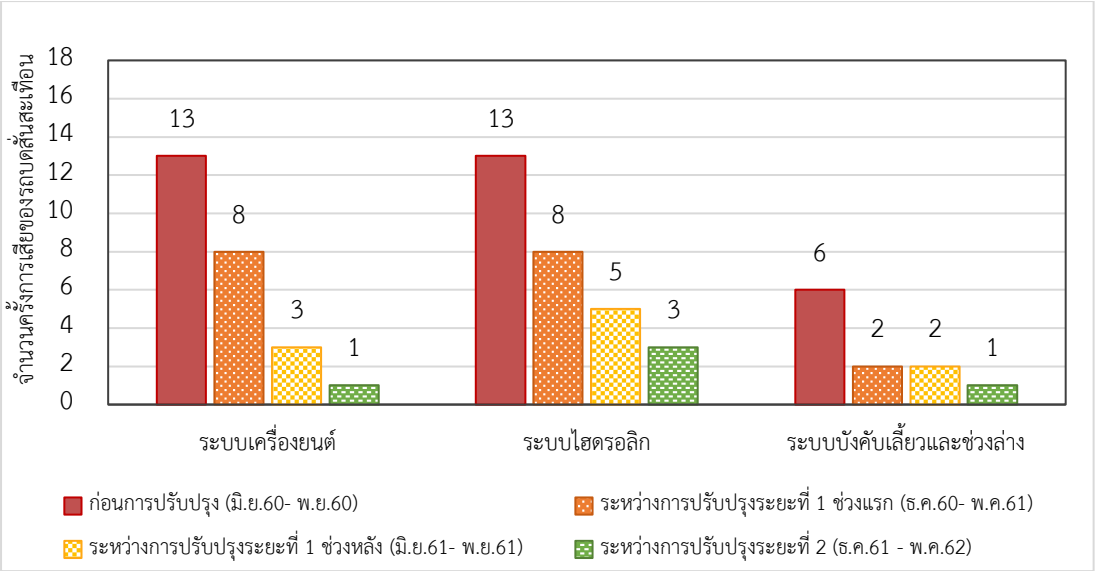


ภาพที่ 6. 6 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถเกลี่ยดิน

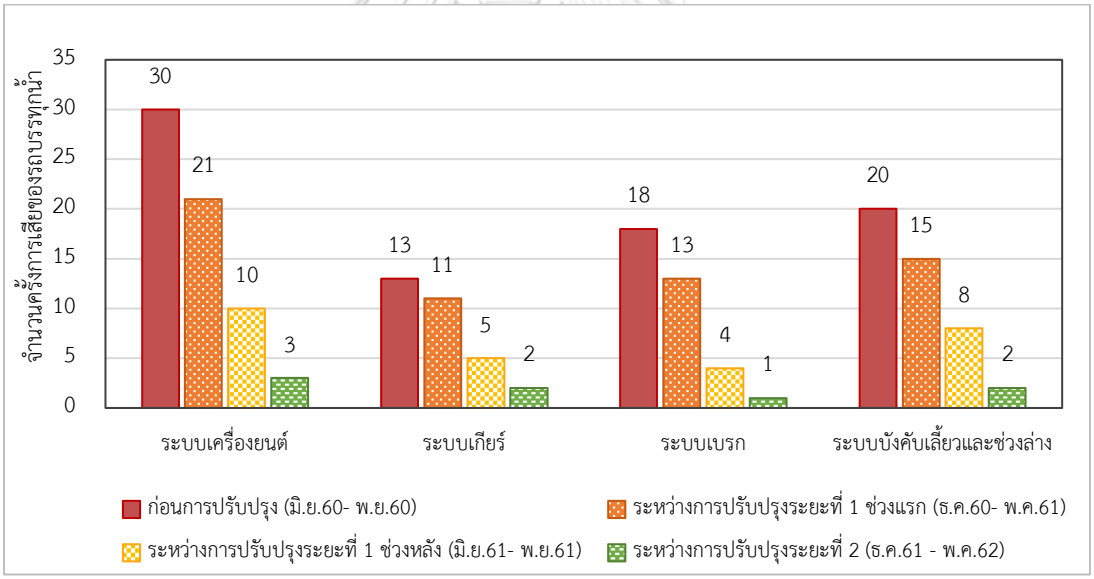
จากภาพที่ 6.6 สังเกตได้ว่าในช่วงก่อนการปรับปรุงรถเกลี่ยดินเกิดการเสียในระบบเครื่องยนต์จำนวน 15 ครั้ง และเกิดการเสียในระบบไฮดรอลิกจำนวน 14 ครั้ง ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนครั้งที่ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับระบบเกียร์ ระบบเบรก และระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่างที่เกิดการเสียในแต่ละระบบเพียง 4 ครั้ง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปทุกๆ 6 เดือน จำนวนครั้งที่รถเกลี่ยดินเกิดการเสียในแต่ละระบบมีแนวโน้มที่ลดลง แต่จะสังเกตได้ว่าการเสียในระบบไฮดรอลิกอาจจะยังลดลงได้น้อยกว่าระบบอื่นๆ คาดว่าเนื่องมาจากการที่รถเกลี่ยดินต้องใช้ระบบไฮดรอลิกในการทำงานในสภาวะที่มีฝุ่น ดิน จำนวนมากและหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่สิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมเหล่านี้ยังคงมีโอกาสสูงที่จะเข้าไปปะปนภายในระบบและนำมาสู่ความเสียหายได้อยู่

การเสียของรถบดสั่นสะเทือนในภาพที่ 6.7 ก็มีลักษณะเช่นเดียวกันกับการเสียของรถเกลี่ยดินที่ก่อนการปรับปรุงรถบดสั่นสะเทือนเกิดการเสียในระบบเครื่องยนต์ 13 ครั้งและระบบไฮดรอลิกจำนวน 13 ครั้งเช่นกัน ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนครั้งที่ค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่างที่เกิดการเสียเพียง 6 ครั้ง แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปทุกๆ 6 เดือน จำนวนครั้งที่รถบดสั่นสะเทือนเกิดการเสียในแต่ละระบบมีแนวโน้มที่ลดลง แต่จะสังเกตได้ว่าการเสียในระบบไฮดรอลิกอาจจะยังลดลงได้น้อยกว่าระบบอื่นๆ คาดว่าเนื่องมาจากลักษณะการใช้งานของรถบดสั่นสะเทือนที่ต้องทำงานในสภาวะเดียวกับรถเกลี่ยดินที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านั่นเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 6. 7 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถบดสั่นสะเทือน

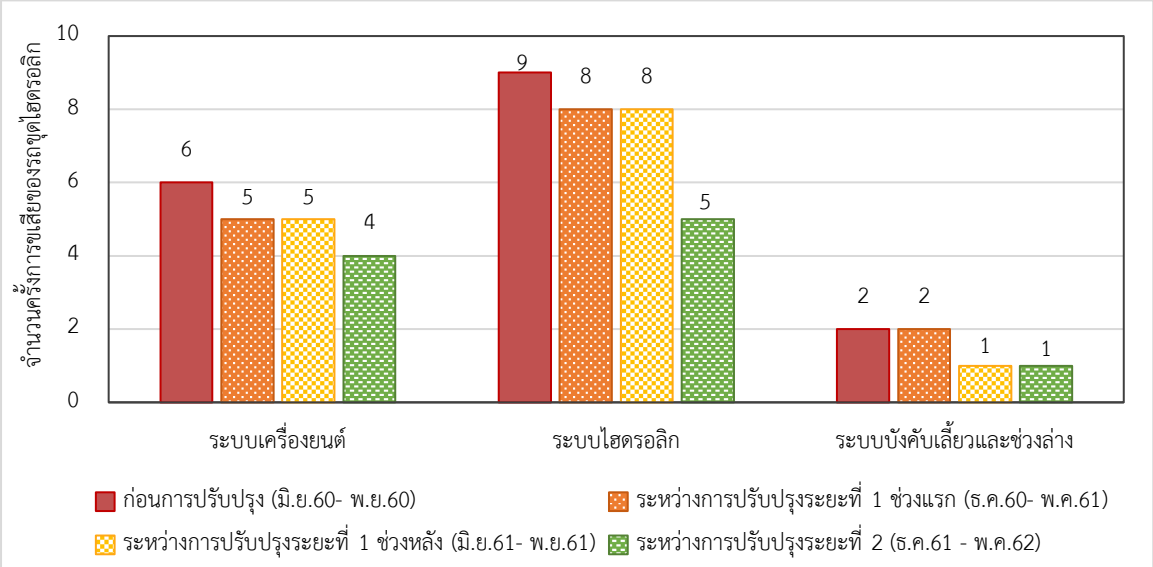


ภาพที่ 6. 8 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถบรรทุกน้ำ

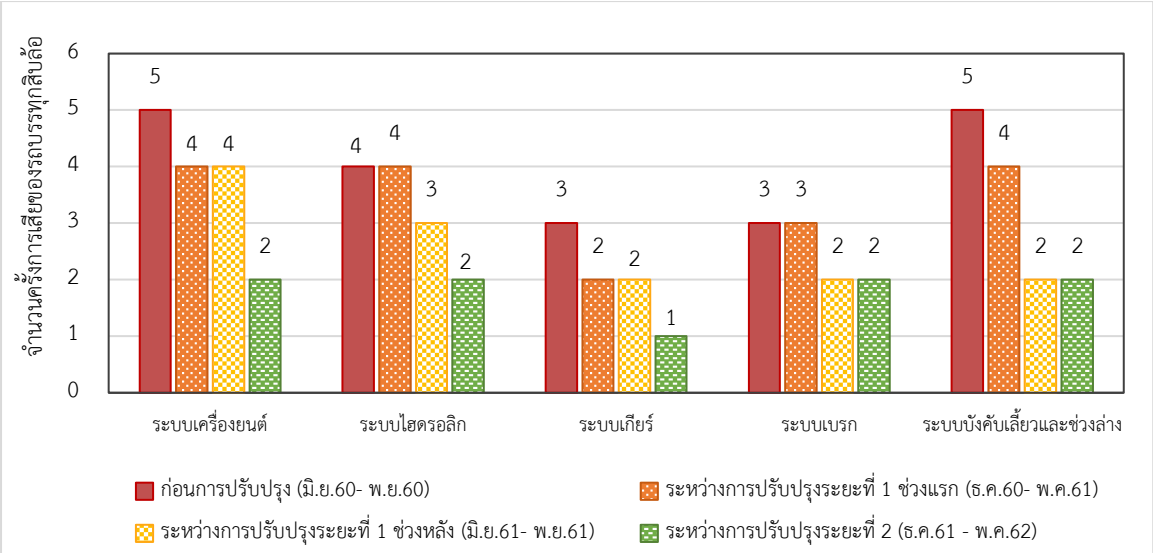
จากภาพที่ 6.8 พบว่าการเสียของรถบรรทุกน้ำมีจำนวนครั้งของการเสียแต่ละระบบที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเครื่องจักรประเภทอื่นๆ คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากรถบรรทุกน้ำทั้งหมดเป็นเครื่องจักรที่อยู่ในกลุ่มที่มีอายุมากกว่า 20 ปี จึงมีโอกาสสูงที่จะเกิดการเสียได้หากไม่ได้รับการบำรุงรักษาซึ่งส่วนใหญ่เป็นการเสียของระบบเครื่องยนต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการรั่วซึมของของเหลว

ของรถบรรทุกน้ำ แต่ด้วยลักษณะการใช้งานของรถบรรทุกน้ำเป็นการใช้งานที่ไม่หนักเกินไป ทำให้เมื่อได้รับการบำรุงรักษาที่ดีจึงทำให้มีโอกาสสูงที่จะซ่อมคืนสภาพและกลับมาใช้งานได้ดี จึงส่งผลให้จำนวนครั้งของการเสียมีแนวโน้มลดลงทุกๆ 6 เดือนในระหว่างการปรับปรุง

สำหรับรถขุดไฮดรอลิกมีจำนวนทั้งหมด 7 คัน ซึ่งมีจำนวนมากกว่าเครื่องจักรประเภทอื่นๆ และยังอยู่ในกลุ่มของเครื่องจักรที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี จำนวน 6 คัน ส่วนกลุ่มที่อายุเกิน 20 ปี มีเพียง 1 คัน ทำให้การเสียของรถขุดไฮดรอลิกเกิดขึ้นค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับเครื่องจักรประเภทอื่นๆ แม้ถูกใช้งานในสภาวะที่หนักเช่นเดียวกัน โดยพบว่าส่วนใหญ่เป็นการเสียในระบบไฮดรอลิกที่เกิดจากสายไฮดรอลิกแตกจากการขาดการตรวจสอบสภาพสายไฮดรอลิกก่อนใช้งานและการใช้งานรถขุดไฮดรอลิกที่ผิดวิธี เช่น ใช้ยกของที่มีน้ำหนักเกินความสามารถของเครื่องจักร เป็นต้น ซึ่งพบว่าเมื่อผู้ใช้งานได้ทำการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันก่อนใช้งานและมีความรู้ความเข้าใจในการใช้งานเครื่องจักรมากขึ้น ส่งผลให้การเสียแต่ละระบบของรถขุดไฮดรอลิกมีแนวโน้มลดลงในระหว่างการปรับปรุง ดังภาพที่ 6.9



ภาพที่ 6. 9 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถขุดไฮดรอลิก

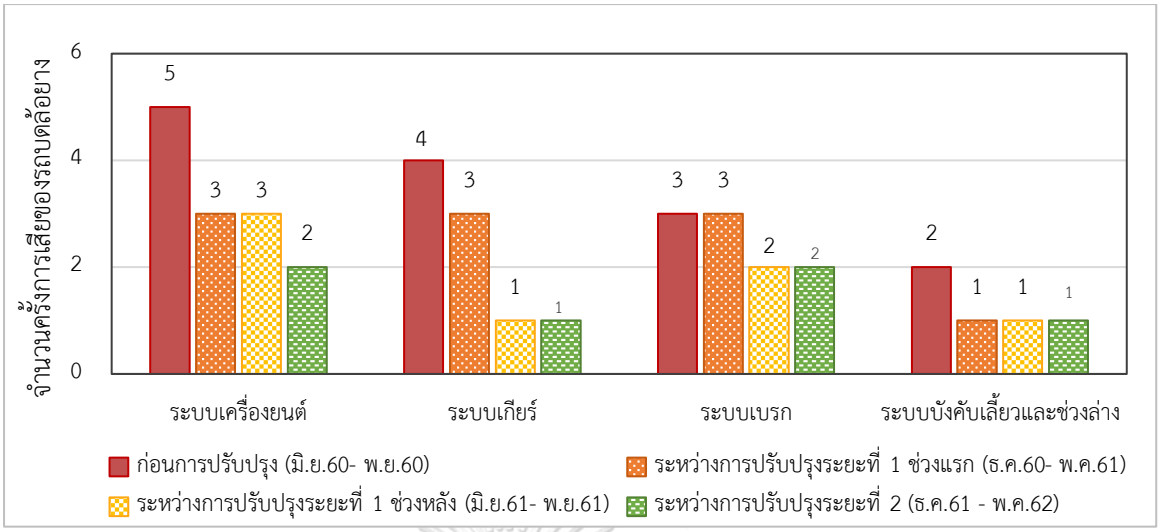


ภาพที่ 6. 10 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถบรรทุกสิบล้อ

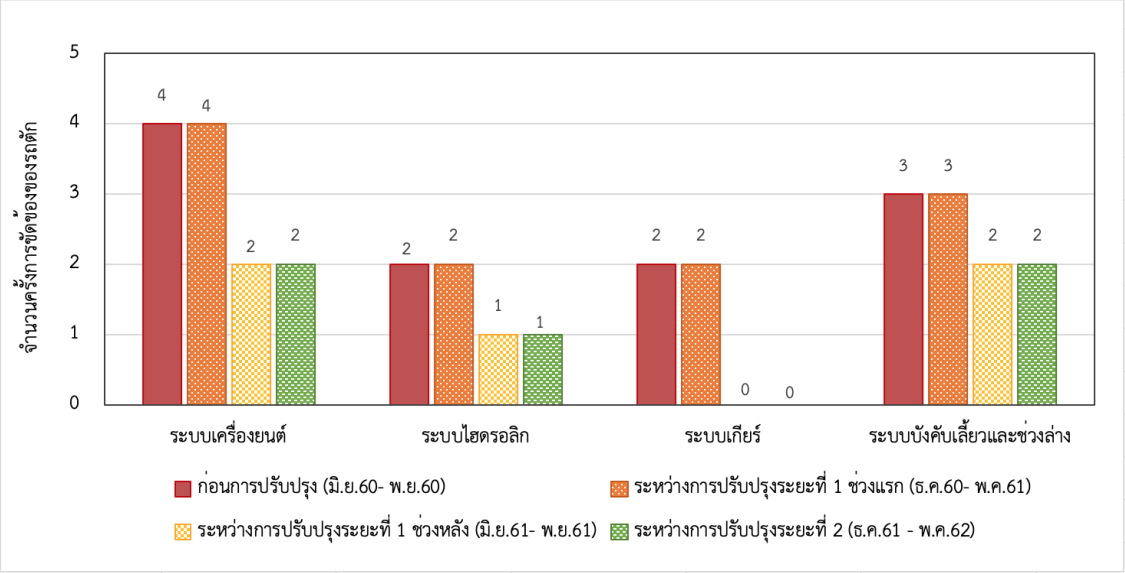
รถบรรทุกสิบล้อมีลักษณะการใช้งานที่คล้ายกับรถบรรทุกน้ำ คือ ใช้งานทั่วไปในสภาวะปกติ แต่จากภาพที่ 6.10 จะเห็นได้ว่าการเสียของรถบรรทุกสิบล้อมีจำนวนครั้งที่ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับรถบรรทุกน้ำ เนื่องจากมีรถบรรทุกสิบล้อที่อยู่ในกลุ่มของเครื่องจักรที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี จำนวน 3 คัน จากทั้งหมด 5 คัน แต่จะเห็นได้ว่าลักษณะการเสียส่วนใหญ่มักอยู่ในระบบเครื่องยนต์และระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่าง โดยการเสียในระบบเครื่องยนต์จะมีลักษณะคล้ายกับรถบรรทุกน้ำ แต่สำหรับการเสียในระบบช่วงล่างพบว่าลักษณะของการเสียมักเกิดจากแหนบหักหรือเพลาขาด ซึ่งล้วนเกิดจากการขาดการบำรุงรักษาที่ดีและใช้งานผิดวิธี เช่น ขาดการอัดจาระบีอย่างสม่ำเสมอ การบรรทุกที่เกินขีดความสามารถ เป็นต้น ทำให้แม้ว่าเครื่องจักรส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มที่มีอายุน้อย แต่หากขาดการบำรุงรักษาที่ดีและใช้งานผิดวิธีก็ส่งผลให้มีโอกาสสูงที่จะเกิดการเสียได้เช่นกัน

สำหรับการเสียของรถบดล้อยางในภาพที่ 6.11 พบว่าการเสียที่เกิดขึ้นก่อนการปรับปรุงมักเกิดในระบบเครื่องยนต์ อาจเห็นว่ามีจำนวนครั้งเกิดขึ้นไม่มากเมื่อเทียบกับเครื่องจักรประเภทอื่น แต่ด้วยจำนวนรถบดล้อยางที่มีเพียง 2 คัน จำนวนครั้งที่เกิดการเสียจึงถือได้ว่าเป็นจำนวนครั้งที่ค่อนข้างมาก เช่นเดียวกับรถตักล้อยางในภาพที่ 6.12 ที่มีจำนวนครั้งของการเสียจำนวนใกล้เคียงกันและมักเป็นการเสียของระบบเครื่องยนต์เช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามระหว่างการปรับปรุงพบว่าการเสียของรถบดล้อยางและรถตักล้อยางมีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 6. 11 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถบดล้อยาง



ภาพที่ 6. 12 จำนวนครั้งที่เกิดการเสียในแต่ละระบบของรถตักล้อยาง

จากที่กล่าวมาข้างต้น เป็นการแสดงภาพรวมของการเสียของเครื่องจักรแต่ละประเภท ซึ่งอาจทำให้อธิบายการเสียแบบเจาะจงเป็นรายคันได้ไม่ชัดเจนนัก ถึงแม้ในภาพรวมสถิติการเสียนั้นมีแนวโน้มลดลง แต่เมื่อพิจารณาตามลักษณะของการเสียเป็นรายคันพบว่าการเสียแต่ละลักษณะมีสถิติการเสียเกิดขึ้นที่แตกต่างกันออกไป ประกอบด้วย 3 กลุ่ม ได้แก่ (1) กลุ่มที่เกิดการเสียขึ้นในระยะแรกแล้วไม่เกิดขึ้นอีกในภายหลัง (2) กลุ่มที่ยังคงเกิดการเสียซ้ำ และ (3) กลุ่มที่เกิดการเสียขึ้น

โดยที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน จึงขอยกตัวอย่างสถิติการเสียของเครื่องจักรแต่ละคัน ประกอบด้วยรถเกลี่ยดินคันที่ 1 รถบรรทุกน้ำคันที่ 2 และรถขุดไฮดรอลิกคันที่ 2 ในแต่ละช่วงเวลาการปรับปรุงดังตารางที่ 6.8-6.10 ตามลำดับ

ตารางที่ 6. 8 สถิติการเสียของรถเกลี่ยดินคันที่ 1 ในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง

ระบบการขัดข้อง	ลักษณะการเสียของเครื่องจักรกลหนัก	จำนวนครั้งที่เกิดการเสีย (ครั้ง)			
		ก่อนปรับปรุง (มิ.ย.60-พ.ย.60)	ระหว่างปรับปรุงระยะที่ 1		ระหว่างปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค.61-พ.ค.62)
			ช่วงแรก (ธ.ค.60-พ.ค.61)	ช่วงหลัง (มิ.ย.61-พ.ย.61)	
ระบบเครื่องยนต์	เครื่องยนต์มีความร้อนสูง	0	2	2	1
	สตาร์ทติดยาก/ไม่ติด	1	0	0	1
	เครื่องยนต์น้อค/เสีย	1	0	0	0
	ชาฟท์ละลาย	1	0	0	0
ระบบไฮดรอลิก	สายไฮดรอลิกแตก	2	2	1	1
	ระบบไฮดรอลิกขัดข้อง	1	1	0	0
	ปั๊มไฮดรอลิกรั่ว/ชำรุด	0	0	1	0
	กระบอกไฮดรอลิกรั่ว	0	0	1	0
ระบบเกียร์	เกียร์ขัดข้อง	1	1	0	0
	รถไม่มีกำลัง	1	0	0	0
รวม		8	6	5	3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 6.8 ได้แสดงสถิติการเสียของรถเกลี่ยดินคันที่ 1 โดยลักษณะการเสียในระบบเครื่องยนต์พบว่ามีการเสียจากเครื่องยนต์น็อคและชาฟท์ละลายในช่วงเวลาก่อนปรับปรุงและไม่เกิดขึ้นอีกในระหว่างการปรับปรุง แต่จะเกิดลักษณะของเครื่องยนต์มีความร้อนสูงขึ้นแทนซึ่งมีความรุนแรงที่น้อยกว่าและจะมีแนวโน้มค่อยๆ ลดลง ซึ่งหากพิจารณาจากการวิเคราะห์หาสาเหตุด้วย FTA แล้วพบว่าผลที่ได้มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ เมื่อเริ่มให้ผู้ปฏิบัติงานทำกิจกรรม AM ตามรายการตรวจสอบประจำวันโดยเฉพาะการตรวจสอบระดับน้ำมันเครื่อง และของเหลวอื่นๆ ในระบบในระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 และ 2 ทำให้สามารถพบสิ่งผิดปกติและแจ้งซ่อมแซมแก้ไขได้ทันเวลา

ส่งผลให้ไม่เกิดการเสียที่ลุกลามขึ้น ซึ่งแตกต่างจากช่วงก่อนการปรับปรุงที่ปล่อยปละละเลยเมื่อเครื่องจักรมีความร้อนสูงผิดปกติและฝืนใช้เครื่องจักรจนเครื่องน็อคและชาฟท์ละลายในที่สุด

แต่จะสังเกตเห็นว่าการสตาร์ทเครื่องยนต์ไม่ติดนั้นเกิดขึ้นในระยะเวลาที่ห่างกัน โดยพบว่าในช่วงก่อนการปรับปรุงเกิดจากการขาดการตรวจสอบและเติมน้ำกลั่นแบตเตอรี่ แต่เมื่อมีการทำกิจกรรม AM ทำให้ไม่เกิดอาการนี้ขึ้นอีกในช่วงระยะเวลาหนึ่ง แต่สาเหตุที่เกิดขึ้นอีกครั้งในช่วงระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 พบว่าเนื่องมาจากไดร์สตาร์ทชำรุดด้วยอายุการใช้งาน

ในทำนองเดียวกันในกรณีการเสียของระบบไฮดรอลิกในกรณีระบบไฮดรอลิกขัดข้องในช่วงก่อนการปรับปรุงนั้นพบว่ามีสาเหตุมาจากน้ำมันไฮดรอลิกในระบบไม่เพียงพอ แต่เมื่อมีการนำระบบการบำรุงรักษามาประยุกต์ใช้โดยให้มีการตรวจสอบระดับน้ำมันไฮดรอลิกก่อนใช้งานประจำวัน ทำให้สามารถซ่อมแซมแก้ไขความผิดปกติได้ทันเวลา ส่วนกรณีสายไฮดรอลิกแตกพบว่าในช่วงระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรกยังคงเกิดสายไฮดรอลิกแตกซ้ำ เนื่องมาจากในช่วงแรกของการซ่อมมักแก้ไขด้วยการอัดหัวหรือย้ำสายไฮดรอลิก และหากจำเป็นต้องเปลี่ยนสายไฮดรอลิกมักใช้อะไหล่เท่าที่มีในอู่ในการซ่อมแซมแก้ไขเพื่อประคับประคองให้พอใช้งานได้ ซึ่งไม่ได้มาตรฐานและรับแรงดันไม่ได้ สายไฮดรอลิกแตกจึงมักเกิดซ้ำ

เช่นเดียวกับกรณีที่ของเหลวรั่วซึมอันเนื่องมาจากซีลรั่วหรือขาด และแก้ไขด้วยการใช้อะไหล่ที่ไม่ได้มาตรฐาน ส่งผลให้การซ่อมในแต่ละครั้งนั้นไม่มีประสิทธิภาพจึงมีโอกาสเกิดการเสียซ้ำ เมื่อได้วิเคราะห์หาสาเหตุการเสียซ้ำต่อมาทีมผู้บริหารจึงได้มีนโยบายให้หน่วยงานซ่อมบำรุงใช้อะไหล่แท้เท่านั้น และกำหนดให้ซ่อมแบบคืนสภาพเพื่อใช้ในระยะยาว มิใช่ซ่อมเฉพาะกิจหรือที่เรียกกันว่าซ่อมเพื่อขายที่ใช้งานได้เพียงชั่วคราว ทำให้การเสียในระบบเกียร์ที่เกิดซ้ำในระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรกนั้นไม่เกิดขึ้นอีกในภายหลัง

ในทำนองเดียวกันสำหรับสถิติการเสียของรถบรรทุกน้ำคันที่ 2 ในตารางที่ 6.9 จะสังเกตเห็นได้ว่าการเสียในระบบเครื่องยนต์และระบบเกียร์มักเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกันกับการเสียชองรถเกลี่ยดินคันที่ 1 แต่สำหรับรถบรรทุกน้ำจะมีการเสียในส่วนของระบบเบรก และระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่าง ซึ่งจะเห็นได้ว่าเบรกขัดข้องมักเกิดขึ้นในช่วงแรก และเช่นเดียวกันมักเกิดจากปัจจัยหลายๆ องค์ประกอบที่ขาดการบำรุงรักษาด้วยตนเอง เช่น ใช้งานโดยขาดตรวจสอบผ้าเบรก ขาดการสังเกตความผิดปกติของเสียงเบรกหรือกลิ่นผ้าเบรกไหม้ เป็นต้น และฝืนใช้งานจนทำให้จานเบรกเสียรูปได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนปั๊มลมชำรุด หม้อลมชำรุดและผ้าเบรกชำรุดมักเกิดจากเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานเนื่องจากรถบรรทุกน้ำนั้นมีอายุเกินกว่า 20 ปี

รวมถึงการเกิดแหนบหักและเพลาขาดของรถบรรทุกน้ำคันที่ 2 พบว่ามีแนวโน้มลดลง แต่คงที่ในช่วงระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 คาดว่าเนื่องมาจากในช่วงแรกแม้ว่าจะให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเครื่องจักรให้ถูกวิธี เช่น การไม่ขับรถลงหลุมหรือทางขรุขระด้วยความเร็ว การไม่บรรทุกน้ำหนักเกินขีดความสามารถ เป็นต้น รวมทั้งการซ่อมแซมตามนโนบายการใช้อะไหล่แท้ตามมาตรฐานแล้ว แต่ยังขาดควบคุมให้ทำการอัดจาระบีประจำสัปดาห์ทำให้ยังคงมีการเกิดขึ้นซ้ำ แต่เมื่อมีการควบคุมและติดตามการทำกิจกรรมประจำสัปดาห์ส่งผลให้การเสียในลักษณะนี้ไม่เกิดขึ้นอีก

ตารางที่ 6. 9 สถิติการเสียของรถบรรทุกน้ำคันที่ 2 ในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง

ระบบการขัดข้อง	ลักษณะการเสียของเครื่องจักรกลหนัก	จำนวนครั้งที่เกิดการเสีย (ครั้ง)			
		ก่อนปรับปรุง (มิ.ย.60-พ.ย.60)	ระหว่างปรับปรุงระยะที่ 1		ระหว่างปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค.61-พ.ค.62)
			ช่วงแรก (ธ.ค.60-พ.ค.61)	ช่วงหลัง (มิ.ย.61-พ.ย.61)	
ระบบเครื่องยนต์	เครื่องยนต์มีความร้อนสูง	1	2	0	0
	สตาร์ทติดยาก/ไม่ติด	2	0	0	1
	หม้อน้ำดัน น้ำเข้าเครื่อง	1	1	0	0
	ปั๊มน้ำชำรุด	0	0	1	0
	หม้อน้ำแห้ง/รั่ว/ชำรุด	2	2	1	0
	เครื่องยนต์น็อค/เสีย	1	1	0	0
	ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง	0	1	0	0
	ชาฟท์ละลาย	1	0	0	0
	ใบพัดหม้อน้ำหัก	1	0	0	0
	กินน้ำมันเครื่อง	1	0	0	0
ระบบเกียร์	เกียร์ขัดข้อง	2	1	0	0
	คลัทช์เสีย/ไหม้	0	1	0	0
	ปั๊มคลัทช์ขัดข้อง	0	0	1	0
ระบบเบรก	เบรกขัดข้อง	2	1	0	0
	ปั๊มลมรั่ว/แตก/ขัดข้อง	0	0	1	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระบบการขัดข้อง	ลักษณะการเสียของเครื่องจักรกลหนัก	จำนวนครั้งที่เกิดการเสีย (ครั้ง)			
		ก่อนปรับปรุง (มิ.ย.60-พ.ย.60)	ระหว่างปรับปรุงระยะที่ 1		ระหว่างปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค.61-พ.ค.62)
			ช่วงแรก (ธ.ค.60-พ.ค.61)	ช่วงหลัง (มิ.ย.61-พ.ย.61)	
ระบบเบรก	หม้อลมเบรกรั่ว/ชำรุด	0	1	0	0
	สายลมรั่ว/แตก	0	0	0	1
ระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่าง	แหนบหัก	2	1	1	0
	เพลาขาด	2	1	1	0
	พวงมาลัยขัดข้อง	1	1	0	0

ส่วนในกรณีการเสียของรถขุดไฮดรอลิกเป็นกลุ่มที่มีการเสียเกิดขึ้นค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับเครื่องจักรประเภทอื่น โดยมักเกิดขึ้นกับระบบเครื่องยนต์และระบบไฮดรอลิก ดังตารางที่ 6.10

ตารางที่ 6. 10 สถิติการเสียของรถขุดไฮดรอลิกคันที่ 2 ในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง

ระบบการขัดข้อง	ลักษณะการเสียของเครื่องจักรกลหนัก	จำนวนครั้งที่เกิดการเสีย (ครั้ง)			
		ก่อนปรับปรุง (มิ.ย.60-พ.ย.60)	ระหว่างปรับปรุงระยะที่ 1		ระหว่างปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค.61-พ.ค.62)
			ช่วงแรก (ธ.ค.60-พ.ค.61)	ช่วงหลัง (มิ.ย.61-พ.ย.61)	
ระบบเครื่องยนต์	เครื่องยนต์มีความร้อนสูง	0	1	1	0
	สตาร์ทติดยาก/ไม่ติด	1	0	1	0
	หม้อน้ำดัน	0	1	0	0
	ปั๊มน้ำชำรุด	0	0	0	1
ระบบไฮดรอลิก	สายไฮดรอลิกแตก	1	0	0	1
	ระบบไฮดรอลิกขัดข้อง	2	1	0	0
	กระบอกไฮดรอลิกรั่ว	0	1	1	0

Chulalongkorn University

จากตารางที่ 6.10 จะสังเกตได้ว่าแม้ว่ารถขุดไฮดรอลิกคันที่ 2 จะเป็นเครื่องจักรที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี แต่ก็พบการเสียในช่วงก่อนการปรับปรุงในระบบไฮดรอลิกขัดข้องจำนวน 2 ครั้ง ซึ่งเกิดจากการขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้น้ำมันไฮดรอลิก โดยมักคิดว่าสามารถใช้น้ำมันไฮดรอลิกเบอร์ใดแทนกันก็ได้ ส่งผลให้เมื่อใช้งานได้ในระยะหนึ่ง น้ำมันไฮดรอลิกที่ไม่ได้คุณภาพตรงตามมาตรฐานจะส่งผลให้ชิ้นส่วนภายในเกิดการสึกหรอและชำรุดเร็วกว่าที่ควรเป็นและกลายเป็นสิ่งสกปรกที่ตกค้างและอุดตันอยู่ภายในระบบทำให้ระบบไฮดรอลิกเกิดการขัดข้องในเวลาต่อมา และยังเป็นสาเหตุที่ทำให้กระบอกไฮดรอลิกรั่วอีกด้วย แต่เมื่อมีการกำชับและจัดทำประวัติอย่างชัดเจนว่าเครื่องจักรแต่ละเครื่องใช้ของเหลวแต่ละประเภทเบอร์ใด ทำให้อาการขัดข้องเหล่านี้ไม่เกิดขึ้นอีก ส่วนสายไฮดรอลิกแตกคาดว่าเนื่องมาจากเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานเนื่องจากรถขุดไฮดรอลิกต้องรับภาระงานที่ค่อนข้างหนักและต้องใช้กำลังในการทำงานที่สูง

ในทำนองเดียวกันการเกิดความร้อนสูงในเครื่องยนต์ หม้อน้ำดันก็เช่นเดียวกัน พบว่ามีสาเหตุมาจากการใช้น้ำยาหล่อเย็นผิดประเภทไม่ได้มาตรฐานส่งผลให้ชิ้นส่วนภายในสึกหรอและชำรุดเร็วกว่าที่ควรเป็นและเกิดความเสียหายได้ในที่สุด ซึ่งเมื่อได้ปรับปรุงโดยการกำชับและจัดทำประวัติอย่างชัดเจนว่าเครื่องจักรแต่ละเครื่องใช้ของเหลวแต่ละประเภทเบอร์ใด ส่วนปั๊มน้ำที่เกิดการขัดข้องขึ้นคาดว่าเกิดการสึกหรอสะสมจากการใช้น้ำยาหล่อเย็นผิดประเภททำให้ชำรุดในภายหลัง

สรุปได้ว่ากลุ่มที่เกิดการเสียขึ้นในระยะแรกแล้วไม่เกิดขึ้นอีกในภายหลัง มักเป็นการเสียที่รุนแรงและเมื่อได้นำระบบการบำรุงรักษามาประยุกต์ใช้อาการเสียกลุ่มนี้จึงลดลด แต่อาจเกิดเป็นกลุ่มที่เป็นสัญญาณเตือนก่อนเกิดการเสียลุกลามแบบแรกหรือยังคงเกิดการเสียซ้ำซึ่งมักเกิดจากการที่ใช้อะไหล่ที่ไม่ได้มาตรฐาน ส่วนกลุ่มที่เกิดการเสียขึ้นโดยที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน มักเป็นการเสียเนื่องจากการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน

เนื่องด้วยจำนวนครั้งของการเสียที่ได้กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นเป็นจำนวนครั้งของการเสียที่ต้องใช้เวลาในการซ่อมนานกว่าสามวันและการที่เครื่องจักรต้องหยุดงานเกินสามวันค่อนข้างส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานที่ล่าช้า งานวิจัยนี้จึงนำจำนวนครั้งของการเสียที่ทำให้เครื่องจักรต้องหยุดงานเกินกว่าสามวันกับจำนวนครั้งที่เกิดการเสียทั่วไปมาคำนวณหาสัดส่วนการเสียของเครื่องจักร ดังตารางที่ 6.11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6. 11 การคำนวณสัดส่วนการเสียของเครื่องจักร

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	อายุของเครื่องจักร		ก่อนการปรับปรุง (มิ.ย. 60-พ.ย. 60)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรก (ธ.ค. 60-พ.ค. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงหลัง (มิ.ย. 61-พ.ย. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค. 61-พ.ค. 62)		
		กลุ่มที่ 1 ไม่เกิน 5 ปี	กลุ่มที่ 2 มากกว่า 20 ปี	การเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินสามวัน (ครั้ง)	การเสียทั่วไป (ครั้ง)	สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร (%)	การเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินสามวัน (ครั้ง)	การเสียทั่วไป (ครั้ง)	สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร (%)	การเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินสามวัน (ครั้ง)	การเสียทั่วไป (ครั้ง)	สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร (%)	การเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินสามวัน (ครั้ง)	การเสียทั่วไป (ครั้ง)	สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร (%)
รถเกลี่ยดิน	1		✓	8	4	67%	6	6	50%	5	7	42%	3	5	38%
	2		✓	7	5	58%	2	3	40%	2	3	40%	3	6	33%
	3	✓		7	6	54%	7	6	54%	3	3	50%	3	9	25%
	4	✓		8	7	53%	7	7	50%	3	4	43%	2	8	20%
	5	✓		7	7	50%	2	2	50%	2	3	40%	2	7	22%
	6	✓		4	3	57%	4	4	50%	3	3	50%	2	6	25%
รวมรถเกลี่ยดิน				41	32	56%	28	28	50%	18	23	44%	15	41	27%
รถบดสั่นสะเทือน	1		✓	11	5	69%	6	3	67%	2	3	40%	2	4	33%
	2		✓	10	5	67%	6	5	55%	4	5	44%	1	2	33%
	3	✓		7	4	64%	4	4	50%	2	4	33%	1	3	25%
	4	✓		3	4	43%	1	2	33%	1	3	25%	1	4	20%
	5	✓		1	2	33%	1	4	20%	1	5	17%	0	3	0%
รวมรถบดสั่นสะเทือน				32	20	62%	18	18	50%	10	20	33%	5	16	24%
รถบรรทุกน้ำ	1		✓	10	3	77%	13	9	59%	2	2	50%	2	4	33%
	2		✓	19	5	79%	14	8	64%	6	4	60%	2	3	40%
	3		✓	13	7	65%	7	6	54%	7	9	44%	1	4	20%
	4		✓	14	7	67%	11	11	50%	6	12	33%	1	3	25%
	5		✓	14	8	64%	10	9	53%	3	9	25%	1	3	25%
	6		✓	11	7	61%	5	5	50%	3	5	38%	1	4	20%
รวมรถบรรทุกน้ำ				81	37	69%	60	48	56%	27	41	40%	8	21	28%

ประเภทเครื่องจักร	คันที่	อายุของเครื่องจักร		ก่อนการปรับปรุง (มิ.ย. 60-พ.ย. 60)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรก (ธ.ค. 60-พ.ค. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงหลัง (มิ.ย. 61-พ.ย. 61)			ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค. 61-พ.ค. 62)		
		กลุ่มที่ 1 ไม่เกิน 5 ปี	กลุ่มที่ 2 มากกว่า 20 ปี	การเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินสามวัน (ครั้ง)	การเสียทั่วไป (ครั้ง)	สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร (%)	การเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินสามวัน (ครั้ง)	การเสียทั่วไป (ครั้ง)	สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร (%)	การเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินสามวัน (ครั้ง)	การเสียทั่วไป (ครั้ง)	สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร (%)	การเสียที่ทำให้เครื่องจักรหยุดงานเกินสามวัน (ครั้ง)	การเสียทั่วไป (ครั้ง)	สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร (%)
รถขุดไฮดรอลิก	1		✓	6	2	75%	5	3	63%	5	6	45%	3	4	43%
	2	✓		4	3	57%	4	4	50%	3	4	43%	2	4	33%
	3	✓		1	2	33%	1	2	33%	1	3	25%	1	3	25%
	4	✓		2	3	40%	1	2	33%	1	3	25%	1	4	20%
	5	✓		2	3	40%	2	3	40%	2	4	33%	1	3	25%
	6	✓		1	2	33%	1	3	25%	1	3	25%	1	4	20%
	7	✓		1	2	33%	1	3	25%	1	3	25%	1	5	17%
รวมรถขุดไฮดรอลิก				17	17	50%	15	20	43%	14	26	35%	10	27	27%
รถบรรทุกสิบล้อ	1		✓	7	3	70%	7	5	58%	6	7	46%	4	5	44%
	2		✓	6	3	67%	4	3	57%	3	3	50%	2	3	40%
	3	✓		3	3	50%	3	5	38%	2	5	29%	1	3	25%
	4	✓		2	2	50%	1	2	33%	1	3	25%	1	4	20%
	5	✓		2	3	40%	2	4	33%	1	4	20%	1	4	20%
รวมรถบรรทุกสิบล้อ				20	14	59%	17	19	47%	13	22	37%	9	19	32%
รถบดล้อยาง	1		✓	6	3	67%	3	2	60%	3	4	43%	3	5	38%
	2		✓	8	5	62%	7	5	58%	4	4	50%	3	6	33%
รวมรถบดล้อยาง				14	8	64%	10	7	59%	7	8	47%	6	11	35%
รถตักล้อยาง	1	✓		6	3	67%	6	4	60%	3	3	50%	3	5	38%
	2	✓		5	3	63%	5	5	50%	2	2	50%	2	4	33%
รวมรถตักล้อยาง				11	6	65%	11	9	55%	5	5	50%	5	9	36%

6.3 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักร

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรทั้ง 7 ประเภทสำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องจักร (ค่าแรงและค่าอะไหล่) และค่าใช้จ่ายของของเหลวที่สูญเสียไปจากการรั่วซึมหรือพร่อง แสดงดังตารางที่ 6.12 ซึ่งในการเก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาจะเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่ช่วงระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 และระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 เนื่องจากก่อนการปรับปรุงไม่มีข้อมูลที่แสดงถึงค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ แต่อย่างไรก็ตามจากข้อมูลสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรและการรั่วซึมของของเหลวที่มีแนวโน้มลดลง จึงอนุมานได้ว่าค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในระหว่างปรับปรุงต่ำกว่าช่วงเวลาก่อนการปรับปรุง

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษารถเกลี่ยดินในช่วงแรกค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเครื่องจักรประเภทอื่นๆ เนื่องจากรถเกลี่ยดินมีภาระงานที่ค่อนข้างหนักและเกิดการขัดข้องเป็นประจำ ซึ่งสอดคล้องกับสัดส่วนการเสียของรถเกลี่ยดินที่ค่อนข้างสูงและมีการรั่วซึมของของเหลวในปริมาณมาก และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาผ่านไป แต่หากสังเกตจะพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าอะไหล่และค่าใช้จ่ายของของเหลวลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับค่าแรงในการซ่อม คาดว่าเนื่องมาจากเมื่อการเสียที่มีความรุนแรงและต้องใช้เวลาในการซ่อมนานลดลง ค่าอะไหล่ย่อมลดลงเช่นกัน แต่สาเหตุที่ค่าแรงลดลงได้ไม่ชัดเจนเท่ากับการลดลงของค่าอะไหล่น่าจะเนื่องมาจากเกิดค่าแรงจากการแจ้งซ่อมที่อาการไม่หนักมากขึ้น ส่งผลในส่วนของค่าแรงมีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่าค่าอะไหล่และค่าใช้จ่ายของของเหลว

ในทำนองเดียวกันจะเห็นได้ว่ารถขุดไฮดรอลิกแม้จะมีจำนวนเครื่องจักรมากที่สุด แต่จะสังเกตได้ว่ามีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเครื่องจักรประเภทอื่นๆ ในจำนวนที่เท่าๆกัน คาดว่าเนื่องมาจากรถขุดไฮดรอลิกเป็นกลุ่มที่มีอายุเครื่องจักรค่อนข้างน้อยเกือบทั้งหมด ส่งผลให้การเสียนั้นมีโอกาสเกิดขึ้นค่อนข้างน้อยเช่นเดียวกัน แต่จะสังเกตได้ว่าค่าใช้จ่ายของของเหลวนั้นมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับอาการเสียที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้าของรถขุดไฮดรอลิกที่มักเกิดการเสียในระบบไฮดรอลิก ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำมันไฮดรอลิกจำนวนมาก และเมื่อเวลาผ่านไปการเสียที่ลดลงย่อมส่งผลให้ค่าใช้จ่ายของของเหลวในส่วนนี้ลดลงด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 6. 12 ค่าใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรแต่ละประเภท

ประเภทเครื่องจักร	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักร (บาท)											
	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรก (ธ.ค. 60 – พ.ค.61)				ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงหลัง (มิ.ย. 61 – พ.ย.61)				ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค.61 – พ.ค.62)			
	ค่าแรง	ค่าอะไหล่	ค่าของเหลว*	รวม	ค่าแรง	ค่าอะไหล่	ค่าของเหลว*	รวม	ค่าแรง	ค่าอะไหล่	ค่าของเหลว*	รวม
รถเกลี่ยดิน	103,746	392,555	139,400	635,701	73,945	165,434	74000	313,379	10,435	28,975	48,800	88,210
รถบดสั่นสะเทือน	24,928	154,353	98,000	277,281	19,638	116,327	53,800	189,765	17,550	95,858	28,000	141,408
รถบรรทุกน้ำ	82,480	216,717	46,750	345,947	54,426	109,511	23,750	187,687	13,680	84,401	13,250	111,331
รถขุดไฮดรอลิก	29540	171,410	60,400	261,350	22780	133,677	39,800	196,257	19,580	126,043	26,600	172,223
รถบรรทุกสิบล้อ	35,000	171,076	68,000	274,076	33,200	100,500	39,600	173,300	24,853	54,063	22,000	100,916
รถบดล้อยาง	23,986	101,649	12,000	137,635	15,400	56,297	4,800	76,497	11,574	48,692	1,000	61,266
รถตักล้อยาง	31,300	207,420	50,750	289,470	13,724	161,456	32,750	207,930	12,172	91,312	13,000	116,484
รวม	340,840	1,470,658	475,300	2,286,798	240,183	885,196	268,500	1,393,879	118,961	563,283	152,650	834,894

*ค่าของเหลว คือ ค่าใช้จ่ายของของเหลวที่สูญเสียจากการรั่วซึมหรือพร่องของน้ำมันเครื่อง น้ำมันไฮดรอลิก และน้ำมันเกียร์

บทที่ 7
สรุปและอภิปรายผล

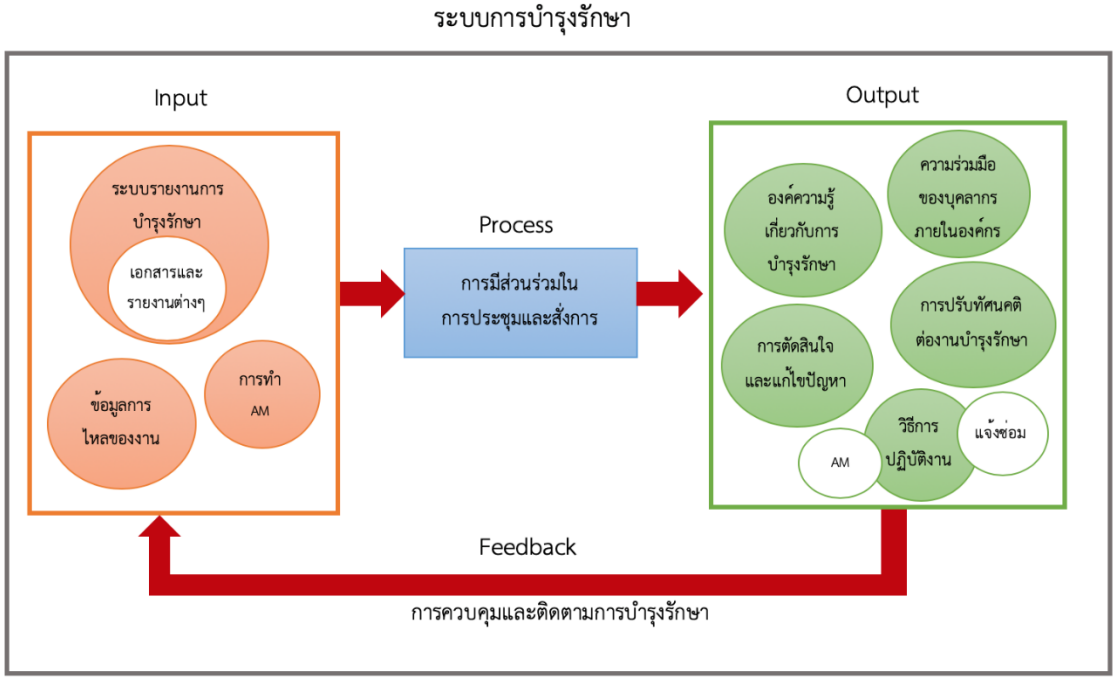
7.1 สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลหนักสำหรับการก่อสร้างถนนโดยเครื่องจักรกลหนักในกรณีศึกษานี้ ประกอบด้วย รถเกลี่ยดิน รถบดสั่นสะเทือน รถบรรทุกน้ำ รถขุดไฮดรอลิก รถบรรทุกสิบล้อ รถบดล้อยาง และรถตักล้อยาง หากเครื่องจักรกลหนักประเภทใดประเภทหนึ่งเกิดการเสียหรือขัดข้องจะส่งผลกระทบต่อการปฏิบัติงานของเครื่องจักรกลหนักในกระบวนการลำดับถัดไปและอาจส่งผลให้งานสร้างถนนเกิดความล่าช้า

จากกรณีศึกษานี้พบว่าเครื่องจักรที่มีการเสียรื้อรัง และลุกลามจนไม่สามารถใช้งานและพบปัญหาการรั่วซึมของของเหลว และมีสัดส่วนการเสียอยู่ในเกณฑ์สูง จากการวิเคราะห์หาสาเหตุพบว่าเกิดจากสามสาเหตุหลักได้แก่ (1) ขาดการจัดการงานบำรุงรักษาในระดับปฏิบัติการ (2) บุคลากรขาดทัศนคติที่ดีต่อการบำรุงรักษา และ (3) ขาดระบบรายงานการบำรุงรักษา จึงได้มีการวางแผนเพื่อพัฒนาระบบบำรุงรักษาโดยการนำการบำรุงรักษาด้วยตนเองและระบบรายงานการบำรุงรักษามาประยุกต์ใช้ โดยใช้วงจรเดมมิ่งและการมีส่วนร่วมของบุคลากรในองค์กรในการขับเคลื่อนการปรับปรุงการสร้างทัศนคติที่ดีของผู้ปฏิบัติงานต่อการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลหนักสำหรับงานสร้างถนนให้ประสบความสำเร็จ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แม้ว่าการพัฒนาระบบการบำรุงรักษาจะมุ่งเน้นในระดับปฏิบัติการ แต่ระบบการบำรุงรักษาจะเกิดขึ้นไม่ได้หากปราศจากความร่วมมือของบุคลากรแต่ละหน่วยงานภายในองค์กร โดยมีการมอบหมายหน้าที่ให้ครอบคลุมกับการปฏิบัติงานของแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพ และมีการสื่อสารผ่านระบบรายงานการบำรุงรักษาที่เป็นการควบคุมและติดตามผลการบำรุงรักษา โดยที่องค์ความรู้และทัศนคติของบุคลากรจะถูกพัฒนาอย่างเป็นระบบเมื่อบุคลากรได้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติงานจริง และยังทำให้สามารถตัดสินใจและแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้ทันเวลา ซึ่งระบบการบำรุงรักษาที่ได้พัฒนาในงานวิจัยนี้แสดงดังภาพที่ 7.1



ภาพที่ 7. 1 ระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลหนักที่ใช้สำหรับการก่อสร้างถนน

เมื่อระบบการบำรุงรักษาที่ถูกพัฒนาได้ดำเนินไปโดยได้นำไปใช้กับเครื่องจักรทั้ง 7 ประเภท ได้แก่ รถเกลี่ยดิน รถบดสั่นสะเทือน รถบรรทุกน้ำ รถขุดไฮดรอลิก รถบรรทุกสิบล้อ รถบดล้อยาง และรถตักล้อยาง จนครบระยะเวลาหนึ่งปีกับหกเดือน พบว่าผลของดัชนีชี้วัดความสำเร็จเป็นดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) การรั่วซึมของของเหลว

ปัญหาการรั่วซึมของของเหลวในเครื่องจักรกลหนักที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างถนน แบ่งออกเป็นการรั่วซึมของน้ำมันเครื่อง น้ำมันไฮดรอลิกและน้ำมันเกียร์ ซึ่งพบว่าเมื่อระบบการบำรุงรักษาที่ถูกพัฒนาได้ดำเนินไปส่งผลทำให้ปัญหาการรั่วซึมของของเหลวในเครื่องจักรแต่ละชนิดมีแนวโน้มลดลง ดังตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7. 1 การรั่วซึมของของเหลวในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง

ปริมาณของเหลวที่รั่วซึม (ลิตร)						
ประเภทเครื่องจักร	ประเภทของเหลว	ก่อนปรับปรุง (มิ.ย.-พ.ย. 60)	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรก (ธ.ค.60-พ.ค.61)	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงหลัง (มิ.ย. 61-พ.ย. 61)	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค. 61-พ.ค. 62)	ลดลงคิดเป็น* (%)
รถเกลี่ยดิน	น้ำมันเครื่อง	916	322	148	98	89%
รถบดสั่นสะเทือน		241	188	112	48	80%
รถบรรทุกน้ำ		206	118	62	33	84%
รถขุดไฮดรอลิก		81	58	46	29	64%
รถบรรทุกสิบล้อ		161	137	79	25	84%
รถบดล้อยาง		43	36	13	5	88%
รถตักล้อยาง		191	113	76	27	86%
รวม		1,839	972	536	265	86%
รถเกลี่ยดิน	น้ำมันไฮดรอลิก	641	266	190	122	81%
รถบดสั่นสะเทือน		586	302	157	92	84%
รถขุดไฮดรอลิก		359	244	153	104	71%
รถบรรทุกสิบล้อ		212	180	106	65	69%
รถบดล้อยาง		13	2	2	0	100%
รถตักล้อยาง		108	83	55	25	77%
รวม		1,919	1,077	663	408	79%
รถเกลี่ยดิน	น้ำมันเกียร์	313	109	32	24	92%
รถบรรทุกน้ำ		107	69	33	20	81%
รถบรรทุกสิบล้อ		41	23	13	0	100%
รถบดล้อยาง		75	22	9	0	100%
รถตักล้อยาง		65	7	0	0	100%
รวม		601	263	87	44	93%
	รวม	4,359	2,312	1,286	717	84%

หมายเหตุ *เปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับปรุงกับระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 7.1 ในกรณีการรั่วซึมของน้ำมันเครื่องพบว่าปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันเครื่องมีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะรถเกลี่ยดินสามารถลดได้มากที่สุด คือ 89% ส่วนรถขุดไฮดรอลิกสามารถลดปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันเครื่องได้น้อยที่สุด คือ 64% คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากรถขุดไฮดรอลิกส่วนใหญ่มักอยู่ในกลุ่มของเครื่องจักรที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี ทำให้ในช่วงก่อนการปรับปรุงอาจเกิดสูญเสียน้ำมันเครื่องจากการรั่วซึมในปริมาณที่ไม่มาก (81 ลิตร/หกเดือน) เมื่อเทียบกับกลุ่มเครื่องจักรประเภทอื่นๆ โดยสรุปได้ว่าปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันเครื่องลดลงได้ 86%

ส่วนกรณีการรั่วซึมของน้ำมันไฮดรอลิกก็มีแนวโน้มลดลงเช่นเดียวกัน โดยพบว่าปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันไฮดรอลิกในเครื่องจักรส่วนใหญ่ลดลงได้ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 69-84% ยกเว้นรถบดล้อยางที่พบว่าปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันไฮดรอลิกสามารถลดลงได้ถึง 100% คาดว่าเนื่องมาจากก่อนการปรับปรุงพบว่ารถบดล้อยางมีปัญหาการรั่วซึมของน้ำมันไฮดรอลิกค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับเครื่องจักรประเภทอื่น ทำให้เมื่อได้รับการแก้ไขปรับปรุงที่ดีจึงไม่เกิดปัญหาซ้ำ

แต่อย่างไรก็ตามหากสังเกตปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันไฮดรอลิกของรถเกลี่ยดิน รถบดสั่นสะเทือน และรถขุดไฮดรอลิกในระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 จะเห็นว่ายังคงมีปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันไฮดรอลิกจำนวนหลายลิตรเมื่อเทียบกับเครื่องจักรชนิดอื่น ทั้งนี้คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากเครื่องจักรทั้งสามชนิดนี้มีลักษณะการใช้งานที่ค่อนข้างหนัก และไม่สามารถหลีกเลี่ยงสภาวะของฝุ่นดิน หรือสิ่งสกปรกที่จะเข้ามาปะปนกับระบบไฮดรอลิกได้ จึงอาจนำมาสู่การเกิดความผิดปกติของระบบไฮดรอลิกที่ทำให้ยังคงเกิดการสูญเสียน้ำมันไฮดรอลิกขึ้นได้อยู่ โดยสรุปได้ว่าปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันไฮดรอลิกลดลงได้ 79%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์ของเครื่องจักร แสดงให้เห็นว่าถึงแม้ในช่วงแรกจะมีปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์ในปริมาณที่สูง แต่เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์สามารถลดลงได้เกินกว่า 80% และจำนวนลิตรของการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์ยังมีปริมาณที่ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณการรั่วซึมของของเหลวชนิดอื่น คาดว่าเนื่องมาจากลักษณะของการซ่อมแซมแก้ไขปัญหาการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์ส่วนใหญ่มักเป็นการซ่อมยกชุด และจัดเป็นการซ่อมใหญ่ทำให้ปัญหาความผิดปกติของเกียร์ที่ส่งผลให้มีการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์นั้นมักซ่อมคืนสภาพได้ดี หรืออาจเกิดขึ้นซ้ำได้แต่ไม่บ่อยเมื่อเทียบกับการซ่อมระบบไฮดรอลิกหรือเครื่องยนต์ โดยสรุปได้ว่าปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์ลดลงได้ 93%

จึงสรุปได้ว่าปัญหาปริมาณการรั่วซึมของของเหลวทั้งหมดในเครื่องจักรกลหนักที่ใช้สำหรับงานก่อสร้างถนนสามารถลดลงได้ 84% โดยแบ่งเป็นปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันเครื่องลดลงได้ 86% ปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันไฮดรอลิกลดลงได้ 79% และปริมาณการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์ลดลงได้ 93%

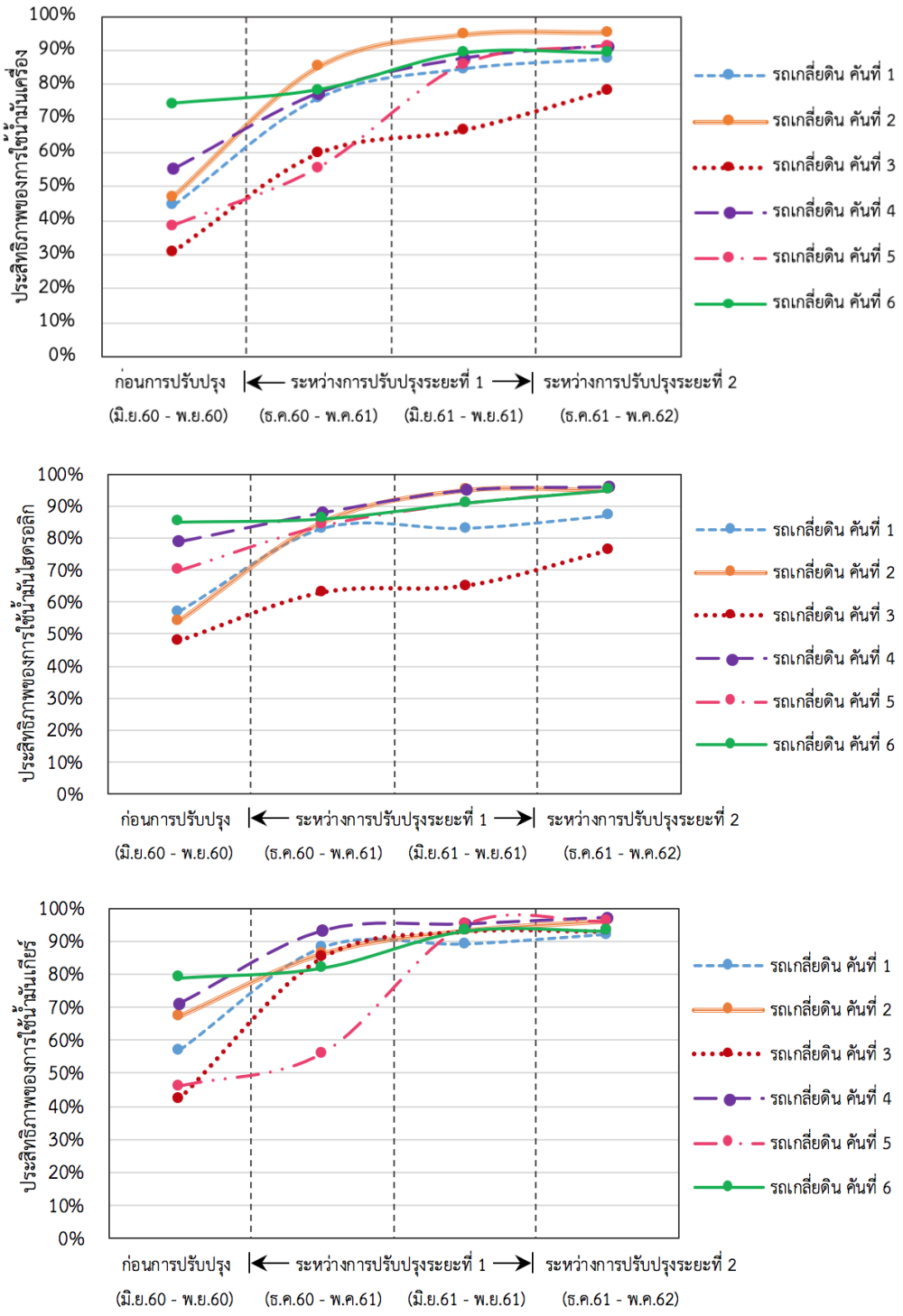
2) ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของเครื่องจักร

จากการคำนวณประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของเครื่องจักรที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละช่วงเวลาการปรับปรุง โดยจะแบ่งออกเป็นประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิก และประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์

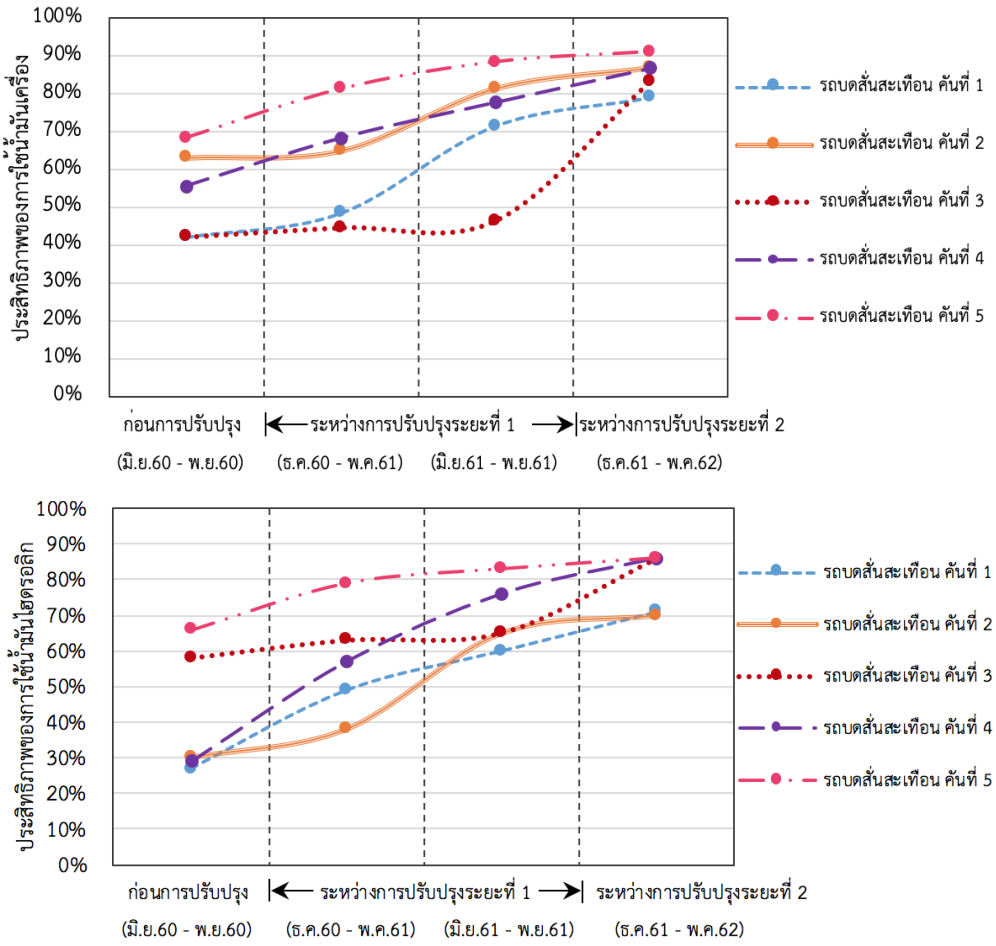
โดยจะเห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไปจนครบระยะเวลาปรับปรุงระยะที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง น้ำมันไฮดรอลิกและน้ำมันเกียร์ของรถเกลี่ยดินมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยที่ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่องจากก่อนการปรับปรุงอยู่ในช่วง 31-74% เพิ่มขึ้นเป็น 79-91% ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิกจากก่อนการปรับปรุงอยู่ในช่วง 48-85% เพิ่มขึ้นเป็น 76-96% และประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์จากก่อนปรับปรุงอยู่ในช่วง 42-79% เพิ่มขึ้นเป็น 92-97% ดังภาพที่ 7.2

ในทำนองเดียวกันสำหรับรถบดสั่นสะเทือนพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปจนครบระยะเวลาปรับปรุงระยะที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง และน้ำมันไฮดรอลิกของรถบดสั่นสะเทือนมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยที่ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่องจากก่อนการปรับปรุงอยู่ในช่วง 42-68% เพิ่มขึ้นเป็น 79-91% และประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิกจากก่อนการปรับปรุงอยู่ในช่วง 27-66% เพิ่มขึ้นเป็น 70-86% ดังภาพที่ 7.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



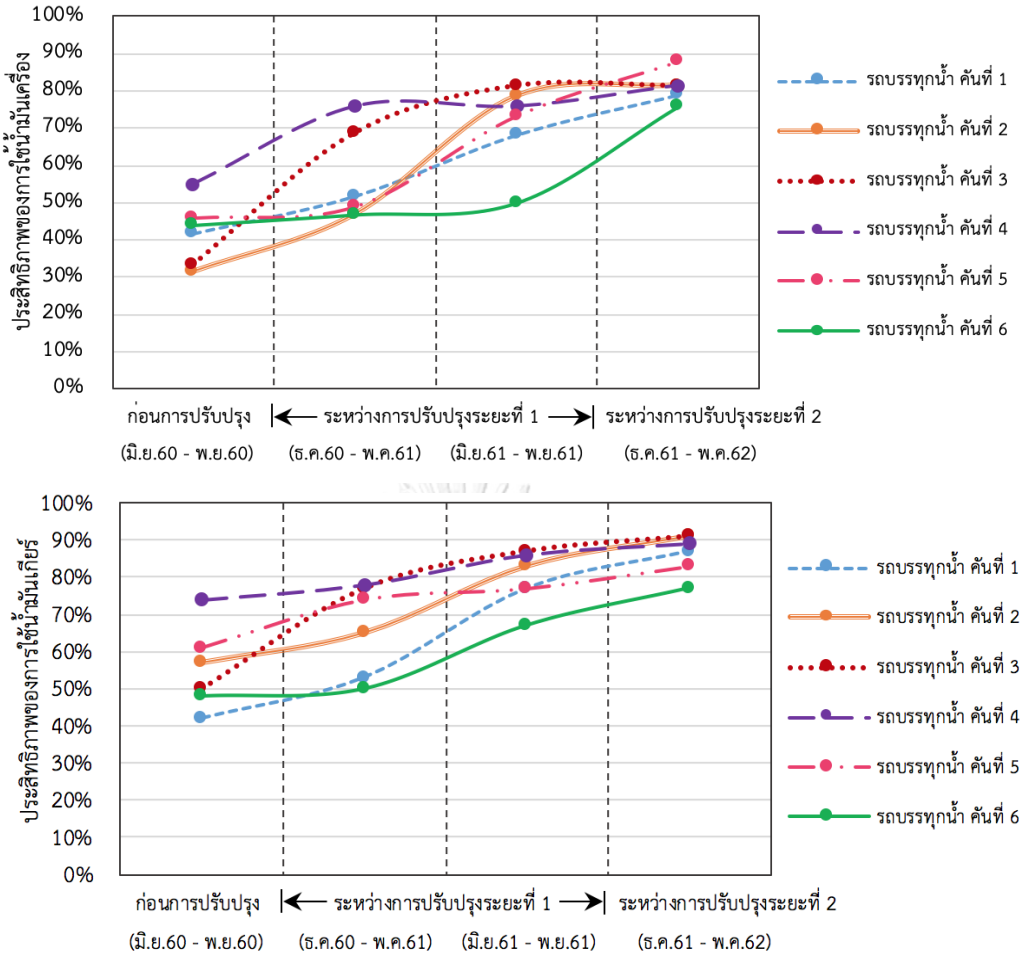
ภาพที่ 7. 2 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถเกลี่ยดิน



ภาพที่ 7. 3 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถบดสั่นสะเทือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

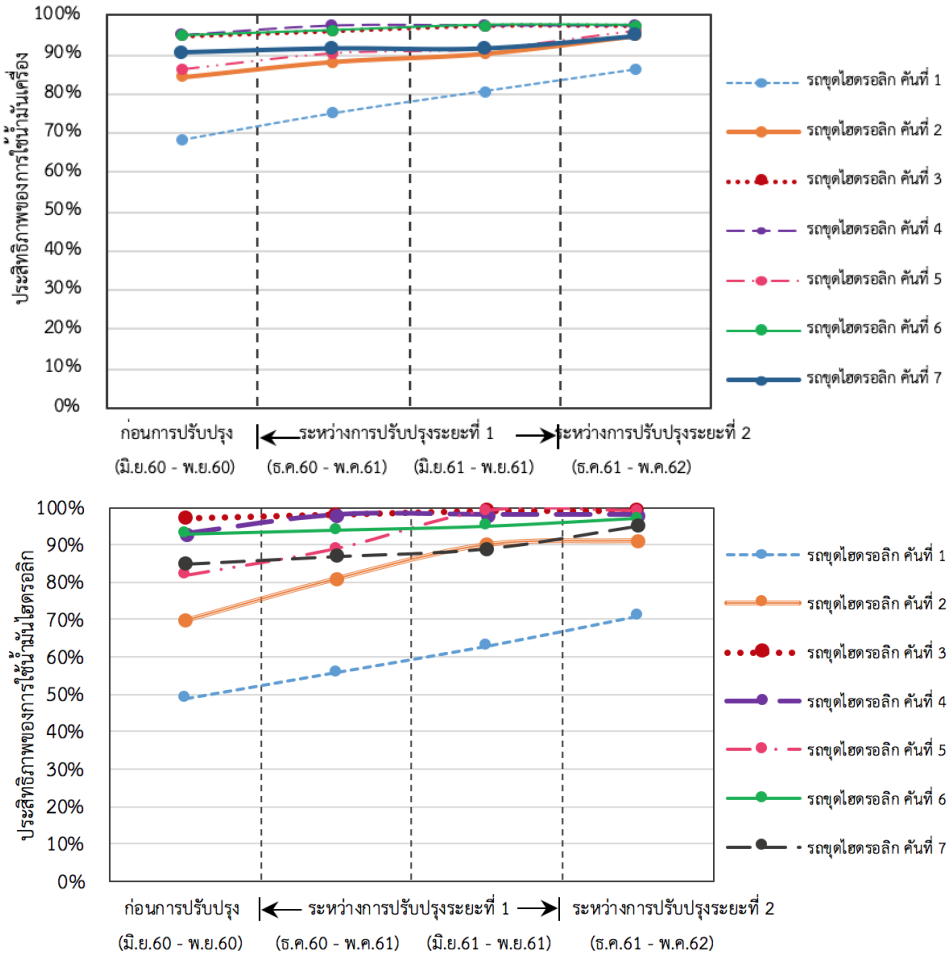
ในส่วนของรถบรรทุกน้ำเมื่อเวลาผ่านไปจนครบระยะเวลาปรับปรุงระยะที่ 2 พบว่าประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่อง และน้ำมันเกียร์ของรถบรรทุกน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยที่ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่องจากก่อนการปรับปรุงอยู่ในช่วง 31-55% เพิ่มขึ้นเป็น 76-88% และประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์จากก่อนการปรับปรุงอยู่ในช่วง 42-74% เพิ่มขึ้นเป็น 77-91% ดังภาพที่ 7.4



ภาพที่ 7. 4 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถบรรทุกน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

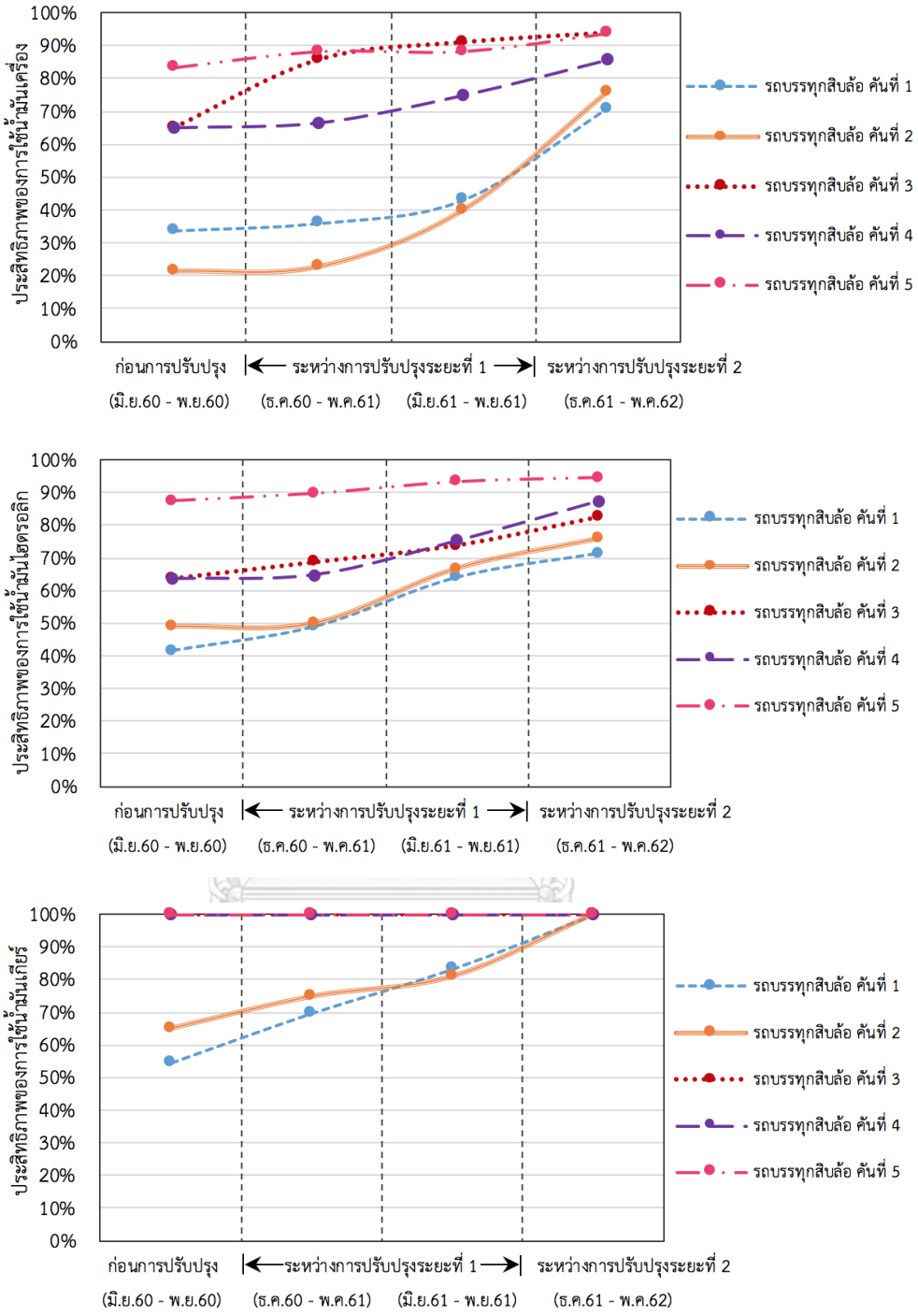
แม้ว่าผลของประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถขุดไฮดรอลิกจะมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่จะสังเกตได้ว่ารถขุดไฮดรอลิกคันที่ 1 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่องและน้ำมันไฮดรอลิกต่ำกว่ารถขุดไฮดรอลิกคันอื่นๆ คาดว่าเนื่องมาจากรถขุดไฮดรอลิกคันที่ 1 จัดอยู่ในเครื่องจักรกลุ่มที่ 2 คือมีอายุเกิน 20 ปี โดยพบว่าก่อนการปรับปรุงรถขุดไฮดรอลิกคันที่ 1 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่องจาก 68% และเพิ่มขึ้นเป็น 86% ในขณะที่รถขุดคันอื่นๆ ที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่องเพิ่มขึ้นจาก 84-95% เป็น 95-97% ในทำนองเดียวกันพบว่าก่อนการปรับปรุงรถขุดไฮดรอลิกคันที่ 1 มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิกจาก 49% และเพิ่มขึ้นเป็น 71 % ในขณะที่รถขุดคันอื่นๆ มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิกเพิ่มขึ้นจาก 70-97% เป็น 91-99% ดังภาพที่ 7.5



ภาพที่ 7. 5 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถขุดไฮดรอลิก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในกรณีของรถบรรทุกสิบล้อมีประสิทธิภาพการใช้ของเหลวที่มีแนวโน้มสูงขึ้นคล้ายกับรถขุดไฮดรอลิก ซึ่งแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นเครื่องจักรที่มีอายุเกิน 20 ปี คือรถบรรทุกสิบล้อคันที่ 1 และ 2 พบว่ามีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่องเพิ่มขึ้นจาก 22-34% เป็น 71-76% ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มที่ 2 ที่เป็นเครื่องจักรที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี คือรถบรรทุกสิบล้อคันที่ 3-5 พบว่ามีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่องเพิ่มขึ้นจาก 65-83 % เป็น 86-94 % ดังภาพที่ 7.6



ภาพที่ 7. 6 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถบรรทุกสิบล้อ

ในทำนองเดียวกันประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิกของรถบรรทุกสิบล้อคันที่ 1 และ 2 พบว่ามีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิกเพิ่มขึ้นจาก 42-49% เป็น 71-76% ซึ่งต่ำกว่ารถบรรทุกสิบล้อคันที่ 3-5 พบว่ามีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิกเพิ่มขึ้นจาก 64-88% เป็น 82-95%

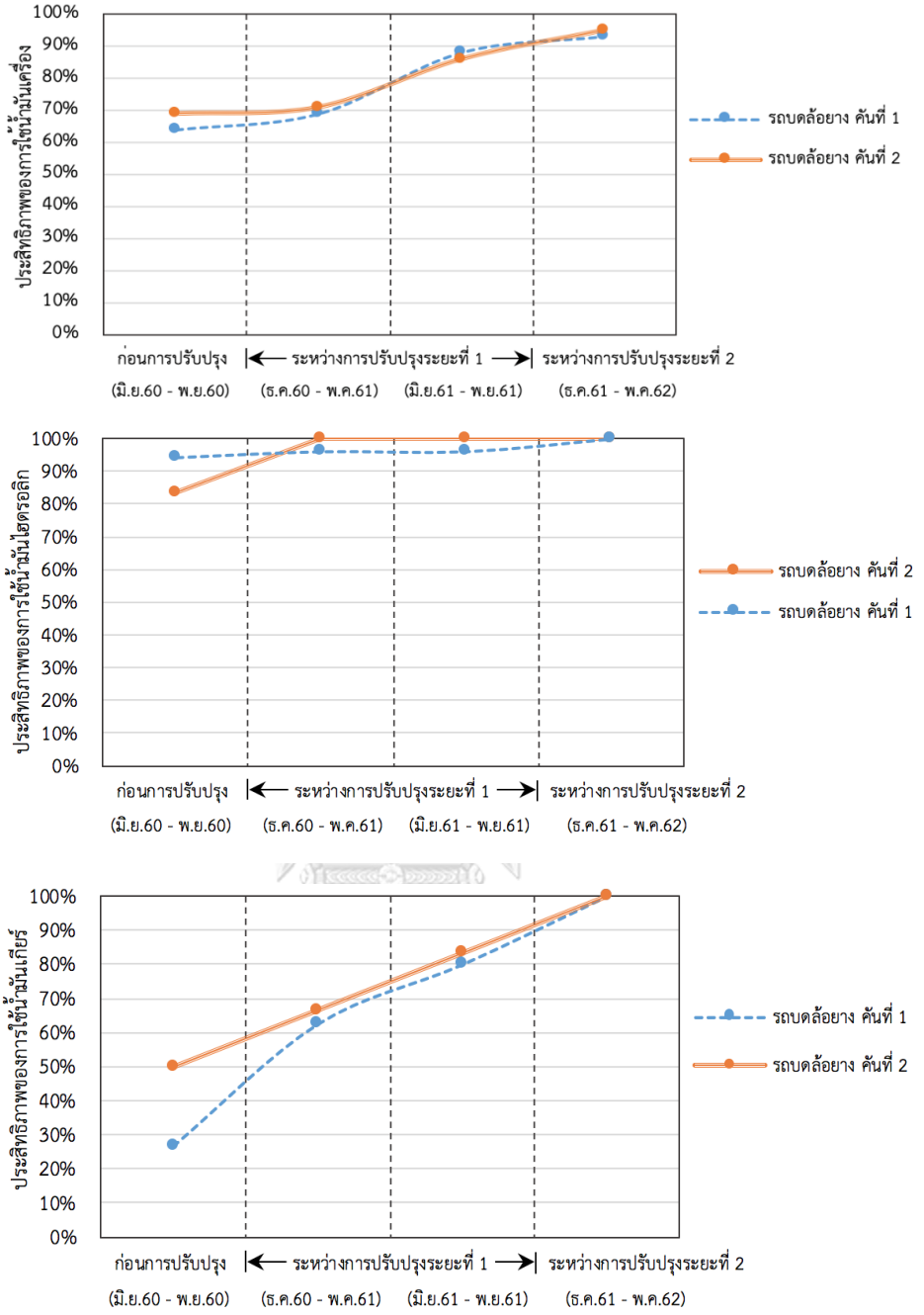
ส่วนประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์ของรถบรรทุกสิบล้อคันที่ 1 และ 2 พบว่ามีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์เพิ่มขึ้นจาก 55-65% เป็น 100% ซึ่งต่ำกว่ารถบรรทุกสิบล้อคันที่ 3-5 พบว่ามีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์ 100% ไม่เปลี่ยนแปลง

สำหรับรถบดล้อยางพบว่าประสิทธิภาพการใช้ของเหลวมีแนวโน้มสูงขึ้น ดังภาพที่ 7.7 ซึ่งก่อนการปรับปรุงมีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่องอยู่ในช่วง 64-69% เพิ่มขึ้นเป็น 93-95% ในขณะที่ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิกเพิ่มขึ้นจาก 83-94% เป็น 100% ส่วนประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์เพิ่มขึ้นจาก 27-50% เป็น 100%

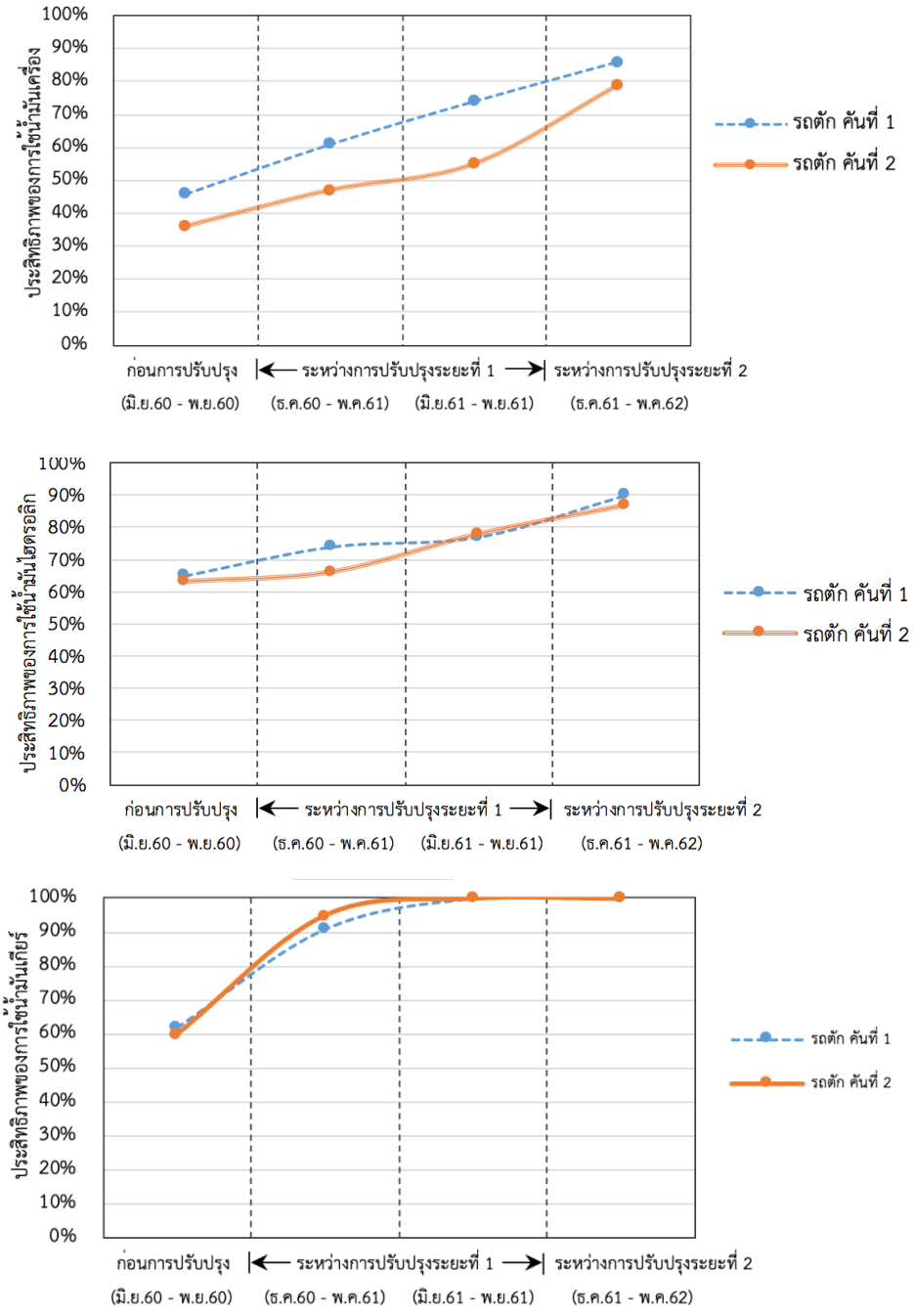
และในทำนองเดียวกันจากภาพที่ 7.8 พบว่ารถตักล้อยางมีประสิทธิภาพการใช้ของเหลวมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งก่อนการปรับปรุงมีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเครื่องอยู่ในช่วง 36-46% เพิ่มขึ้นเป็น 79-86% ในขณะที่ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันไฮดรอลิกเพิ่มขึ้นจาก 63-65% เป็น 87-90% ส่วนประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเกียร์เพิ่มขึ้นจาก 60-62% เป็น 100%

จึงสรุปได้ว่าเมื่อปัญหาการรั่วซึมของของเหลวลดลงส่งผลให้เครื่องจักรโดยรวมมีจุดที่ต่ำที่สุดของประสิทธิภาพการใช้ของเหลวที่ดีขึ้นจาก 22% เพิ่มขึ้นเป็น 70%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 7. 7 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถบดล้อยาง

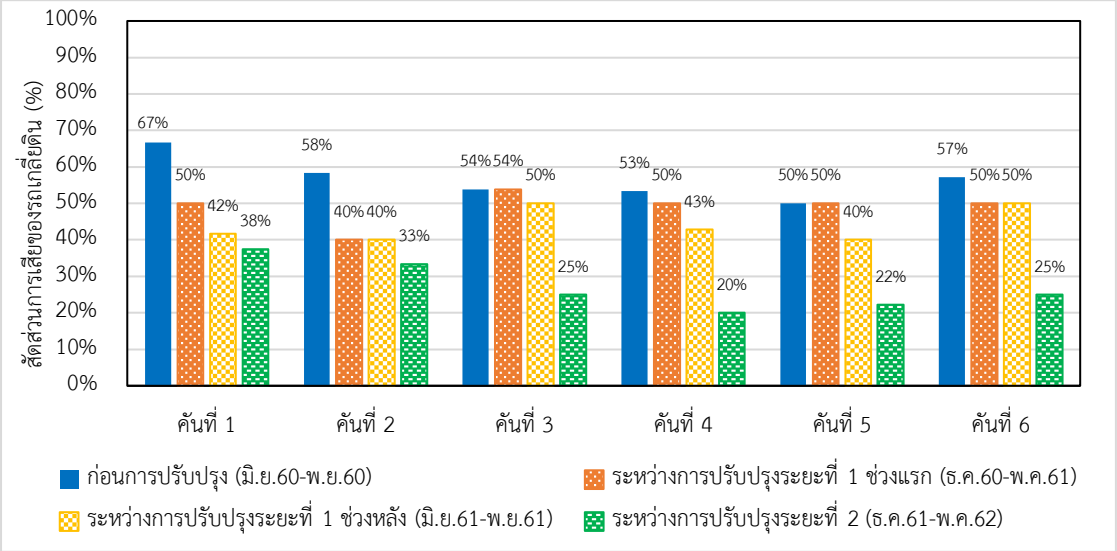


ภาพที่ 7. 8 ประสิทธิภาพการใช้ของเหลวของรถตักล้อยาง

3) สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร

ในช่วงเวลาก่อนการปรับปรุงพบว่าเครื่องจักรแต่ละประเภทมีสัดส่วนการเสียอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูง และเมื่อเวลาผ่านไปพบว่าสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรมีแนวโน้มลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรมีความสอดคล้องกับปัญหาการรั่วซึมของของเหลวที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้า อาจกล่าวได้ว่าหากปัญหาการรั่วซึมของของเหลวมีแนวโน้มที่ลดลงเนื่องจากผู้ใช้งานสามารถรับรู้ถึงสัญญาณเตือนความผิดปกติและแก้ไขได้ทันเวลา มีผลทำให้โอกาสที่จะเกิดการเสียนั้นลดลงด้วย

ซึ่งผลการคำนวณสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรทั้ง 7 ประเภท แสดงดังนี้

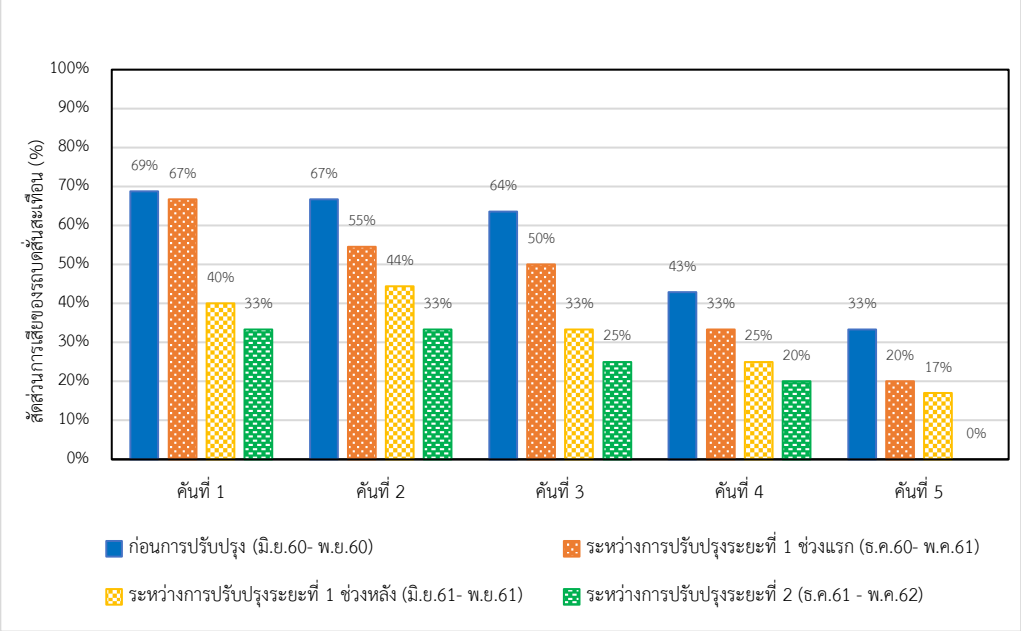


ภาพที่ 7. 9 สัดส่วนการเสียของรถเกลี่ยดิน

จากภาพที่ 7.9 ในช่วงเวลาก่อนการปรับปรุงพบว่ารถเกลี่ยดินมีสัดส่วนการเสียอยู่ในช่วง 50-67% ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปจนครบระยะเวลาการปรับปรุงระยะที่ 2 พบว่ารถเกลี่ยดินมีแนวโน้มของสัดส่วนการเสียที่ลดลงเหลือ 20-38% นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่ารถเกลี่ยดินกลุ่มที่ 1 ได้แก่รถเกลี่ยดินคันที่ 1 และ2 มีสัดส่วนการเสียลดลงจาก 58-67% เหลือ 38% และ 33% ในขณะที่รถเกลี่ยดินกลุ่มที่ 2 ได้แก่รถเกลี่ยดินคันที่ 3-6 มีสัดส่วนการเสียลดลงจาก 50-57% เหลือ 20-25% ซึ่งลดลงได้มากกว่ารถเกลี่ยดินกลุ่มที่ 1 คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากอายุของเครื่องจักรในกลุ่มที่ 2 นี้มีอายุไม่เกิน 5

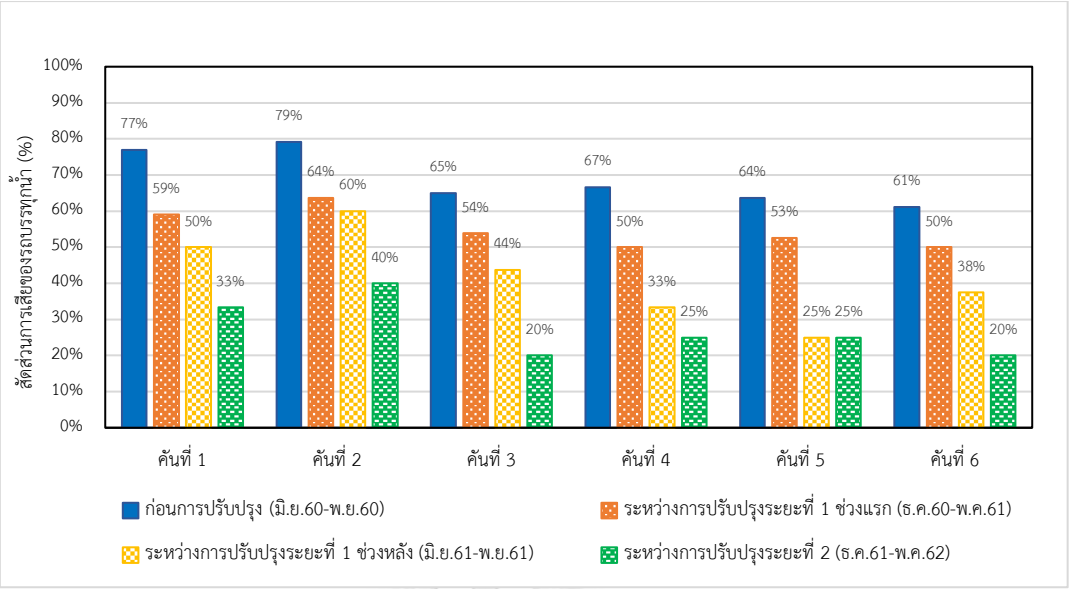
ปี ซึ่งน้อยกว่ากลุ่มที่ 1 ที่มีอายุมากกว่า 20 ปี จึงยังไม่เกิดการสึกหรอของเครื่องจักรมาก และหากเกิดการเสียจึงมีโอกาสที่จะซ่อมคืนสภาพได้ดีมากกว่าเครื่องจักรกลุ่มที่ 1

ส่วนสัดส่วนการเสียของรถบดสั่นสะเทือนในภาพที่ 7.10 พบว่าเมื่อเวลาผ่านไปจนครบระยะเวลาการปรับปรุงระยะที่ 2 รถบดสั่นสะเทือนมีแนวโน้มสัดส่วนการเสียลดลงจาก 33-69% เหลือ 0-33% นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่ารถบดสั่นสะเทือนกลุ่มที่ 1 ได้แก่รถบดสั่นสะเทือนคันที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการเสียลดลงจาก 67-69% เหลือ 33% ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้แก่รถบดสั่นสะเทือนคันที่ 3-5 มีสัดส่วนการเสียลดลงจาก 33-64% เหลือ 0-25% ซึ่งลดลงได้มากกว่ารถบดสั่นสะเทือนกลุ่มที่ 1 คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากอายุการใช้งานของเครื่องจักรกลุ่มที่ 2 นั้นมีอายุน้อยกว่าเครื่องจักรกลุ่มที่ 1

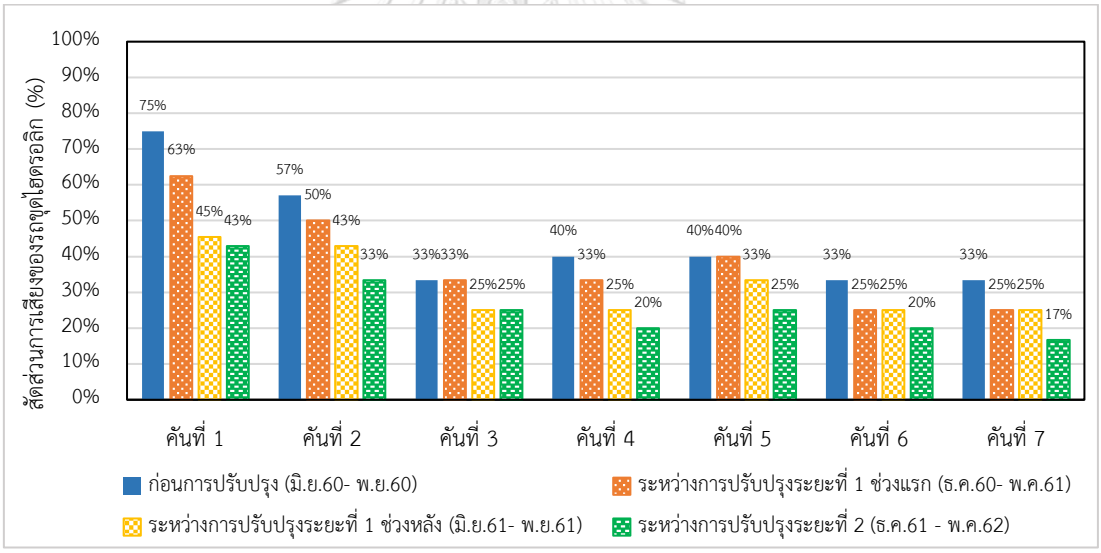


ภาพที่ 7. 10 สัดส่วนการเสียของรถบดสั่นสะเทือน

ในทำนองเดียวกันเนื่องจากรถบรรทุกน้ำเป็นประเภทของเครื่องจักรที่มีอายุเกิน 20 ปี ทุกคันจึงพบว่าสัดส่วนการเสียของรถบรรทุกน้ำก่อนการปรับปรุงมีสัดส่วนการเสียค่อนข้างสูงอยู่ในช่วง 61-79% ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปจนครบระยะเวลาการปรับปรุงระยะที่ 2 พบว่ารถบรรทุกน้ำมีแนวโน้มของสัดส่วนการเสียที่ลดลงเหลือ 20-40% ดังภาพที่ 7.11



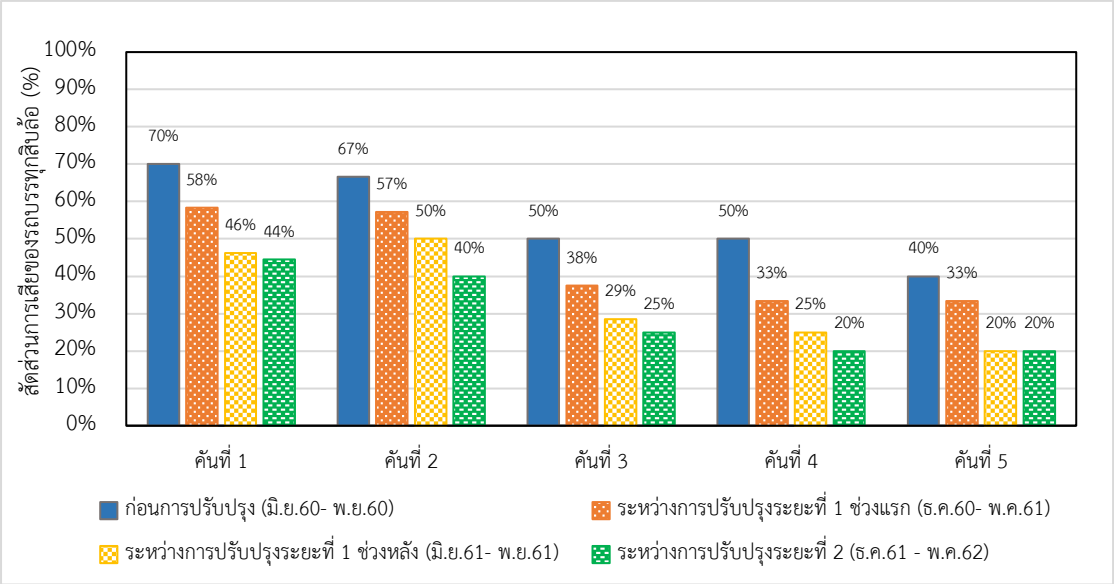
ภาพที่ 7. 11 สัดส่วนการเสียของรถบรรทุกน้ำ



ภาพที่ 7. 12 สัดส่วนการเสียของรถขุดไฮดรอลิก

ส่วนสัดส่วนการเสียของรถขุดไฮดรอลิกที่ได้แสดงในภาพที่ 7.12 มีแนวโน้มลดลงจากในช่วงเวลาก่อนการปรับปรุงพบว่ารถขุดไฮดรอลิกคันที่ 1 (อายุเกิน 20 ปี) มีสัดส่วนการเสียที่สูงถึง 75% และลดลงเหลือ 43% ในขณะที่รถขุดไฮดรอลิกคันที่ 2-7 (อายุไม่เกิน 5 ปี) มีสัดส่วนการเสียที่มีแนวโน้มลดลงจากอยู่ในช่วง 33-57% เหลือ 17-33% ซึ่งลดลงได้มากกว่าคาดว่าน่าจะเนื่องมาจากอายุการใช้งานของเครื่องจักรกลุ่มนี้ค่อนข้างน้อยและเป็นกลุ่มที่นิยมใช้เป็นเครื่องจักรใหม่เนื่องจากเป็นเครื่องจักรที่ต้องใช้กำลังและฟังก์ชันในการรับภาระงานค่อนข้างมาก

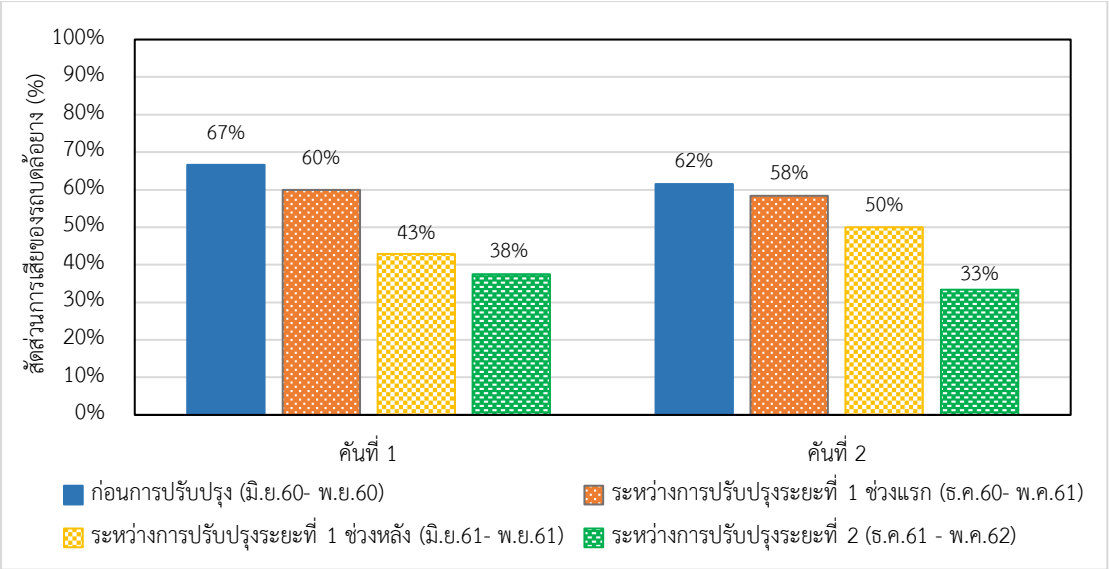
สำหรับสัดส่วนการเสียของรถบรรทุกสิบล้อในภาพที่ 7.13 พบว่าสัดส่วนการเสียมีแนวโน้มลดลงจากอยู่ในช่วง 40-70% เหลือ 20-44% นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่ารถบรรทุกสิบล้อกลุ่มที่ 1 ได้แก่รถบรรทุกสิบล้อคันที่ 1 และ 2 มีสัดส่วนการเสียลดลงจาก 67-70% เหลือ 40-44% ในขณะที่กลุ่มที่ 2 ได้แก่รถบรรทุกสิบล้อคันที่ 3-5 สัดส่วนการเสียมีแนวโน้มลดลงจาก 40-50% เหลือ 20-25% ซึ่งลดลงได้มากกว่ารถบรรทุกสิบล้อกลุ่มที่ 1 คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากอายุการใช้งานของเครื่องจักรเช่นเดียวกัน



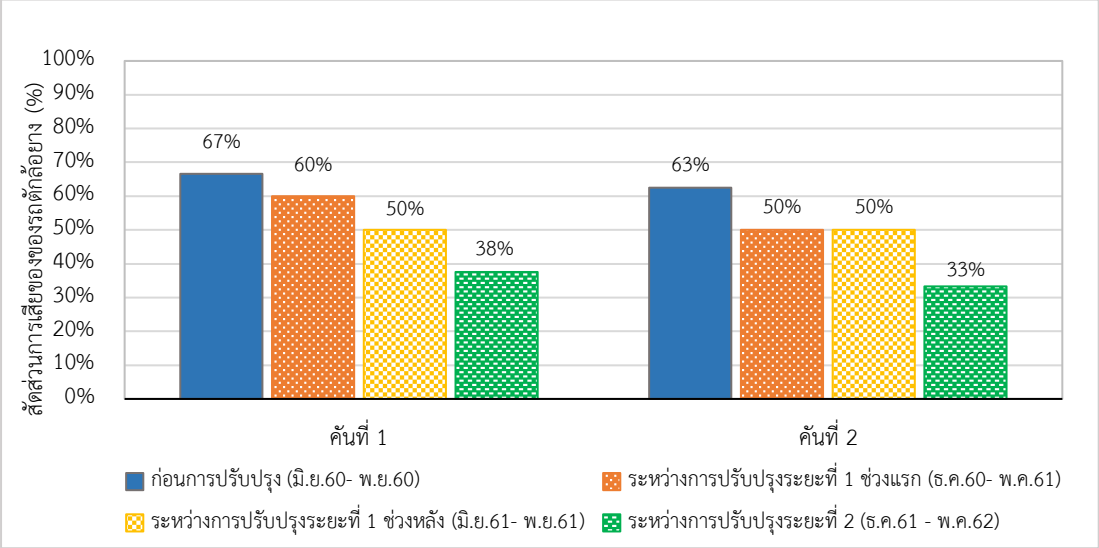
ภาพที่ 7. 13 สัดส่วนการเสียของรถบรรทุกสิบล้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในทำนองเดียวกันสัดส่วนการเสียของรถบดล้อยางและรถตักล้อยางค่อนข้างใกล้เคียงกัน ดังที่ได้แสดงในภาพที่ 7.14 และ 7.15 ตามลำดับ โดยพบว่าสัดส่วนการเสียของรถบดล้อยางและรถตักล้อยางมีแนวโน้มลดลงจาก 62-67% เหลือ 33-38% เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 7. 14 สัดส่วนการเสียของรถบดล้อยาง



ภาพที่ 7. 15 สัดส่วนการเสียของรถตักล้อยาง

หากมองในภาพรวมของแนวโน้มการลดลงของสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรแต่ละประเภทในแต่ละช่วงเวลาปรับปรุง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7. 2 สรุปสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรแต่ละประเภท

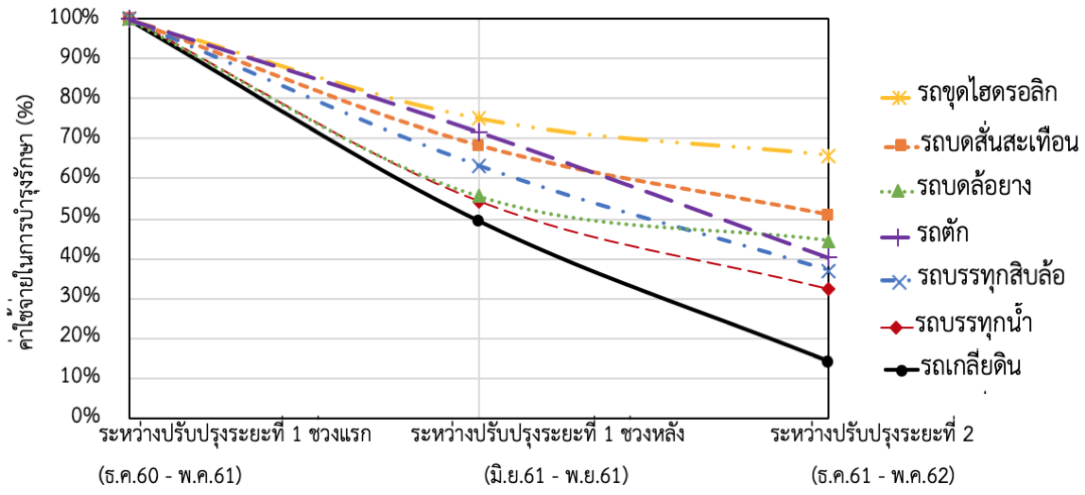
สัดส่วนการเสียของเครื่องจักร (%)					
ประเภทเครื่องจักร	ก่อนปรับปรุง (มิ.ย.60-พ.ย. 60)	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงแรก (ธ.ค. 60-พ.ค. 61)	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 1 ช่วงหลัง (มิ.ย. 61-พ.ย. 61)	ระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2 (ธ.ค. 61-พ.ค. 62)	ลดลงคิดเป็น* (%)
รถเกลี่ยดิน	56%	50%	44%	27%	52%
รถบดสั่นสะเทือน	62%	50%	33%	24%	61%
รถบรรทุกน้ำ	69%	56%	40%	28%	59%
รถขุดไฮดรอลิก	50%	43%	35%	27%	46%
รถบรรทุกสิบล้อ	59%	47%	37%	32%	46%
รถบดล้อยาง	64%	59%	47%	35%	45%
รถตักล้อยาง	65%	55%	50%	36%	45%
รวม	62%	52%	39%	29%	53%

หมายเหตุ *เปรียบเทียบระหว่างก่อนการปรับปรุงกับระหว่างการปรับปรุงระยะที่ 2

จากตารางที่ 7.2 พบว่าช่วงเวลาก่อนการปรับปรุงเครื่องจักรแต่ละประเภทมีสัดส่วนการเสียอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูง คืออยู่ในช่วง 50-69% และเมื่อเวลาผ่านไปพบว่าสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรมีแนวโน้มลดลงเหลือ 24-36% โดยเฉพาะรถเกลี่ยดิน รถบดสั่นสะเทือน และรถบรรทุกน้ำที่มีสัดส่วนการเสียลดลงได้ค่อนข้างสูงคิดเป็น 52% 61% และ 59% ตามลำดับ คาดว่าน่าจะเนื่องมาจากกลุ่มเครื่องจักรประเภทนี้เป็นกลุ่มที่มีภาระงานสูงและเป็นกลุ่มที่มีอายุเกิน 20 ปีหลายคัน เมื่อได้รับดูแลเอาใจใส่และการบำรุงรักษาที่ดีจึงน่าจะเห็นถึงความเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรมีความสอดคล้องกับปัญหาการรั่วซึมของของเหลวที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้า อาจกล่าวได้ว่าหากปัญหาการรั่วซึมของของเหลวมีแนวโน้มที่ลดลงเนื่องจากผู้ใช้งานสามารถรับรู้ถึงสัญญาณเตือนความผิดปกติและแก้ไขได้ทันเวลา มีผลทำให้โอกาสที่จะเกิดการเสียที่มีอาการลุกลามรุนแรงนั้นมีน้อยลงด้วย โดยสรุปได้ว่างานวิจัยนี้สามารถลดสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรลงได้ 53%

4) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เป็นอีกตัวชี้วัดหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งหากเครื่องจักรได้รับการบำรุงรักษาที่ดีย่อมส่งผลให้ค่าใช้จ่ายที่เกินกว่าที่ควรเป็นลดลง มีผลทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาโดยรวมลดลงด้วย เมื่อได้ดำเนินงานตามระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรกลหนักที่ถูกพัฒนาขึ้นจนกระทั่งปัญหาการรั่วซึมของของเหลวและสัดส่วนการเสียของเครื่องจักรมีแนวโน้มลดลง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามีแนวโน้มลดลง ดังรูปที่ 7.16 โดยจะเห็นได้ว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาของรถเกลี่ยดินได้มากที่สุด คือ 86% ซึ่งคาดว่าเนื่องมาจากรถเกลี่ยดินเป็นเครื่องจักรกลหนักที่ส่วนใหญ่มีสภาพค่อนข้างเก่า และมีภาระงานสูงที่สุด เมื่อได้เครื่องจักรกลุ่มนี้ได้รับการบำรุงรักษาที่ดีจึงเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนที่สุด ส่วนรถขุดไฮดรอลิกสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาได้น้อยที่สุด คือ 34% ซึ่งคาดว่าเนื่องมาจากรถขุด ไฮดรอลิกส่วนใหญ่มีสภาพค่อนข้างใหม่จึงมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่ไม่สูง



ภาพที่ 7. 16 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาของเครื่องจักรกลหนักที่ใช้ในงานก่อสร้างถนนในแต่ละช่วงเวลาการปรับปรุง

7.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการดำเนินงานวิจัยนี้ คือ งานก่อสร้างถนนที่เป็นกรณีศึกษานี้ไม่มีการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับงานบำรุงรักษา ทำให้การเข้าไปศึกษาและเก็บข้อมูลสภาพปัญหาย้อนหลังนั้นทำได้ยาก จึงต้องอาศัยการสร้างระบบการเก็บข้อมูลขึ้นมาใหม่ โดยต้องอาศัยการผนวกข้อมูลจากหน่วยงานส่วนต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์สภาพปัญหา จึงต้องใช้เวลานานในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. การดำเนินงานตามแผนงานที่วางไว้มีหลายช่วงที่เกิดการสะดุด เนื่องจากบุคลากรที่เกี่ยวข้องไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม AM จึงต้องร่วมกันทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ เพื่อหาแนวทางในการปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการดำเนินงานให้เป็นที่ยอมรับและใช้เวลานานในการปรับปรุง

7.3 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ QR Code ในการเก็บข้อมูลต่างๆ ของเครื่องจักร โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในกรณีที่ต้องการทราบข้อมูลต่างๆ ของเครื่องจักร ทั้งในขณะเข้าประชุมและการปฏิบัติงานระหว่างวัน แต่ด้วยข้อจำกัดด้านบุคลากรจึงทำให้ยังไม่สามารถการอัพเดทข้อมูลใน QR Code ให้เป็นปัจจุบันตลอดเวลา (Real Time) ตามที่ต้องการได้ ซึ่งหากสามารถทำได้จริงคาดว่า QR Code จะมีประโยชน์กับผู้ใช้งานได้อย่างหลากหลายและครอบคลุมมากกว่า

2. หากมีการปรับปรุงด้านการจัดการในส่วนของอะไหล่สำรองที่ใช้สำหรับการซ่อมแซมและบำรุงรักษาเครื่องจักรกลหนัก จะสามารถช่วยลดระยะเวลาที่เครื่องจักรต้องหยุดงานเพื่อรออะไหล่ในการซ่อมได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม

ภาษาอังกฤษ

Ahmed, S., et al. (2005). TPM can go beyond maintenance: excerpt from a case implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 11: 19-42.

Almomani, M., et al. (2012). Preventive maintenance planning using group technology. A case study at Arab Potash Company Jordan. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 18: 472-480.

Asplund, M., et al. (2014). Condition monitoring and e-maintenance solution of railway wheels. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 20(3): 216-232.

Barelwala, C., et al. (2014). Barriers and Solutions of TPM Implementation In PNG Distribution Company. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)* 3(7): 2048-2053.

Bonito, J. A. (2002). The analysis of participation in small groups: Methodological and conceptual issues related to interdependence. *Small Group Research* 33(4): 412-438.

Burke, P. (1974). Participation and leadership in small groups. *American Sociological Review 39(6):* 832-843.

Carannante, T. (1995). TPM Implementation - UK Foundry Industry. *Institute of British Foundrymen* 88(11): 1-34.

Chakraborty, A. (2016). Importance of PDCA cycle for SMEs. *International Journal of Mechanical Engineering* 3(5): 30-34.

Crowl, D. A. and J. F. Louvar (2001). Chemical process safety: fundamentals with applications. *Pearson Education*.

Ericson, C. A. (2015). Hazard analysis techniques for system safety. *John Wiley & Sons*.

Erwin, W. (1976). Participation management : Concept theory and implementation. *Atlanta GA: Georgia State University*: 17-20.

Greif, M. (1991). The visual factory: building participation through shared information. *CRC Press*.

Knight, J. E. and S. Allen (2012). Applying the PDCA cycle to the complex task of teaching and assessing public relations writing. *International Journal of Higher Education* 1(2): 67-83.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

McKone, K. E., et al. (1999). Total productive maintenance: a contextual view. *Journal of Operations Management* 17(2): 123-144.

Mugwindiri, K. and C. Mbohwa (2013). Availability performance improvement by using autonomous maintenance–the case of a developing country, Zimbabwe. *Proceedings of the World Congress on Engineering 1.*

Nakajima, S. (1989). TPM development program: implementing total productive maintenance. *Productivity press*.

Pintelon, L. and F. Van Puyvelde (1997). Maintenance performance reporting systems: some experiences. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 3: 4-15.

Pintelon, L. (1990). Performance reporting and decision tools for maintenance management. *Catholic University of Leuven, Department of Industrial Management.*

Pintelon, L. M. and L. Van Wassenhove (1990). A maintenance management tool. *International Journal of Management Science* 18(1): 59-70.

Prickett, P. (1999). An integrated approach to autonomous maintenance management. *Integrated Manufacturing Systems* 10(4): 233-243.

Ramiro, J. S. and P. B. Aisa (2012). Risk analysis and reduction in the chemical process industry. *Springer Science & Business Media.*

Jittra Rukijkanpanich and Panit Pasuk (2018). Maintenance management for transportation process in quarry industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 24: 185-199.

Salman, Y. B., et al. (2012). Icon and user interface design for emergency medical information systems: A case study. *International Journal of Medical Informatics* 81(1): 29-35.

Sangameshwran, P. and R. Jagannathan, (2002). "HLL's manufacturing renaissance. *Indian Management*: 30-35.

Swansburg, R. C. (1996). Management and leadership for nurse managers. *Jones & Bartlett Learning.*

Tätilä, J., et al. (2014). Exploring the performance effects of performance measurement system use in maintenance process. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 20: 377-401.

Venkatesh, J. (2007). An introduction to total productive maintenance (TPM). *The Plant Maintenance Resource Center*: 3-20.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Wakjira, M. W., et al. (2014). Autonomous maintenance: a case study on Assela Malt Factory. *International Journal of Industrial Engineering and Management Science* 4(4): 170-178.

Yamashina, H. and S.Otani (2001). "Optimal preventive maintenance planning for multiple elevators. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 7 (2001) : 128-150.

ภาษาไทย

จิตรา รู้กิจการพานิช (2560). *วิศวกรรมการบำรุงรักษาและการจัดการ*, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิรพร ซื่อจริง (2555). ระบบการตรวจสอบย้อนกลับในการส่งออกผักสดโดยเทคโนโลยี QR code. กรุงเทพฯ : *สาขาวิชาเทคโนโลยีโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร*.

ชีวิน ชนะวรรโณ และคณะ (2557). *การประยุกต์ใช้ QR code กับระบบการจัดการสารสนเทศห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์*. ECTI-CARD: 100

ธานี อ่วมอ้อ (2546). *การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม*, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

ธานี อ่วมอ้อ (2547). *การบำรุงรักษาด้วยตนเอง*, กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

พนพ เกษามา (2545). การวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าแห่งปัญหา. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.tqmbest.com/knowledge_base/5article/0TQM_Foundation/2QC_Story_Kaizen_5-S/MBP_V.8-5.pdf [15 กรกฎาคม 2560]

พีราวิชญ์ ภาคนนท์กุล (2557). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี QR Code. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.peerawich.com/ar2/QR-code.pdf. [18 สิงหาคม 2560]

พูลพร แสงบางปลา (2545). *การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา*, พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันชัย โกลละสุต (2549). *การบริหารแบบมีส่วนร่วม*, กรุงเทพฯ: กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย.

วันรัตน์ จันทกิจ (2549). *17เครื่องมือนักคิด*, พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

วินัย เวชวิทยาขลัง (2550). *ระบบบำรุงรักษาเชิงปฏิบัติ*, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เอ็มแอนด์อี.

ศรัณญา สุขการณ์ (2558). Why-Why analysis. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://92project.]com/mtools/th/whywhy.html. [20 สิงหาคม 2560]

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ (2554). การวิเคราะห์ปัญหาที่ตรงประเด็นเพื่อการแก้ปัญหาสำหรับหัวหน้างาน. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.ftpi.or.th/download/seminar-file/P-talk_nov_2011.pdf [15 กรกฎาคม 2560]

สุธาสินี โพธิจันทร์ (2558). PDCA หัวใจสำคัญของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.ftpi.or.th/2015/2125. [15 สิงหาคม 2560]

สุรพล ราษฎร์นุ้ย (2549). *วิศวกรรมการหล่อลื่นเบื้องต้น*, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

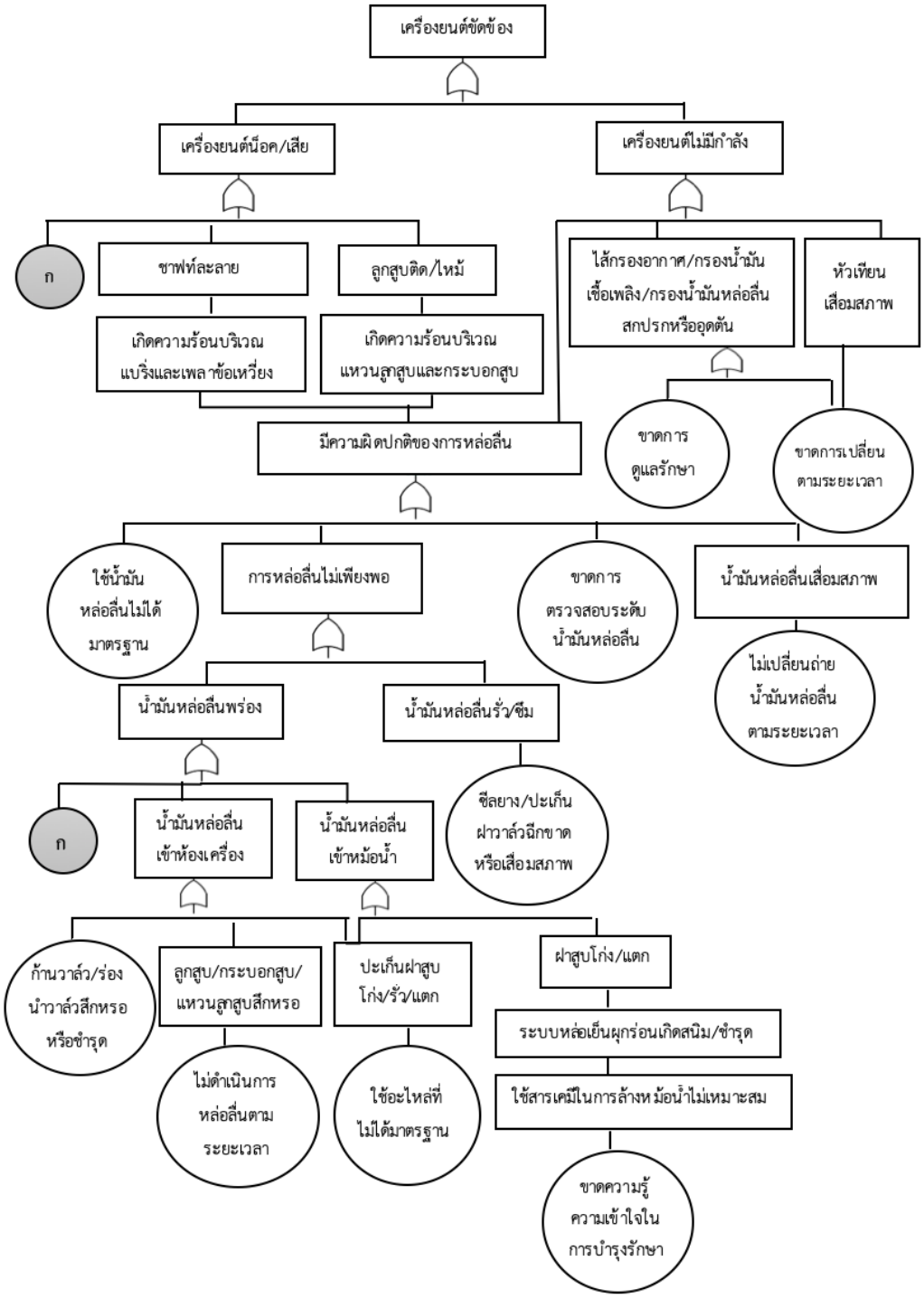
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
ผลการการวิเคราะห์ FTA

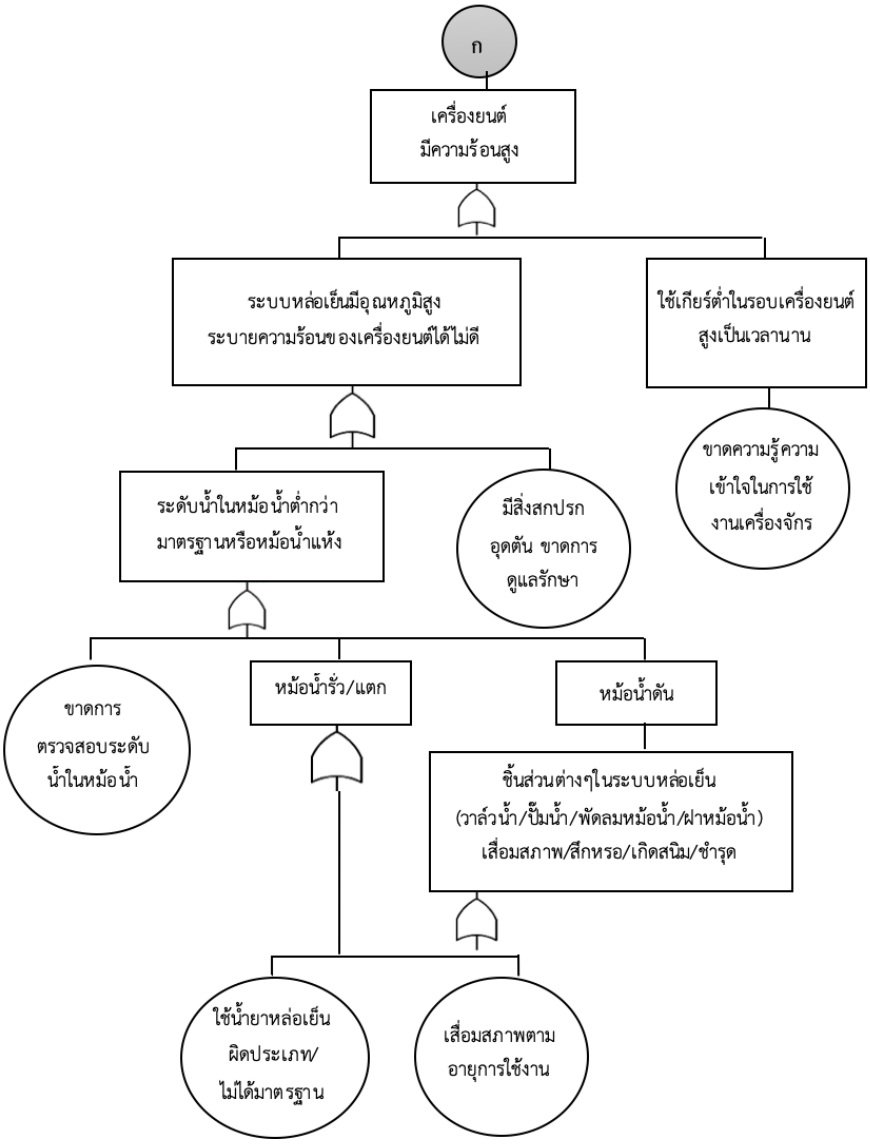
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.ระบบเครื่องยนต์

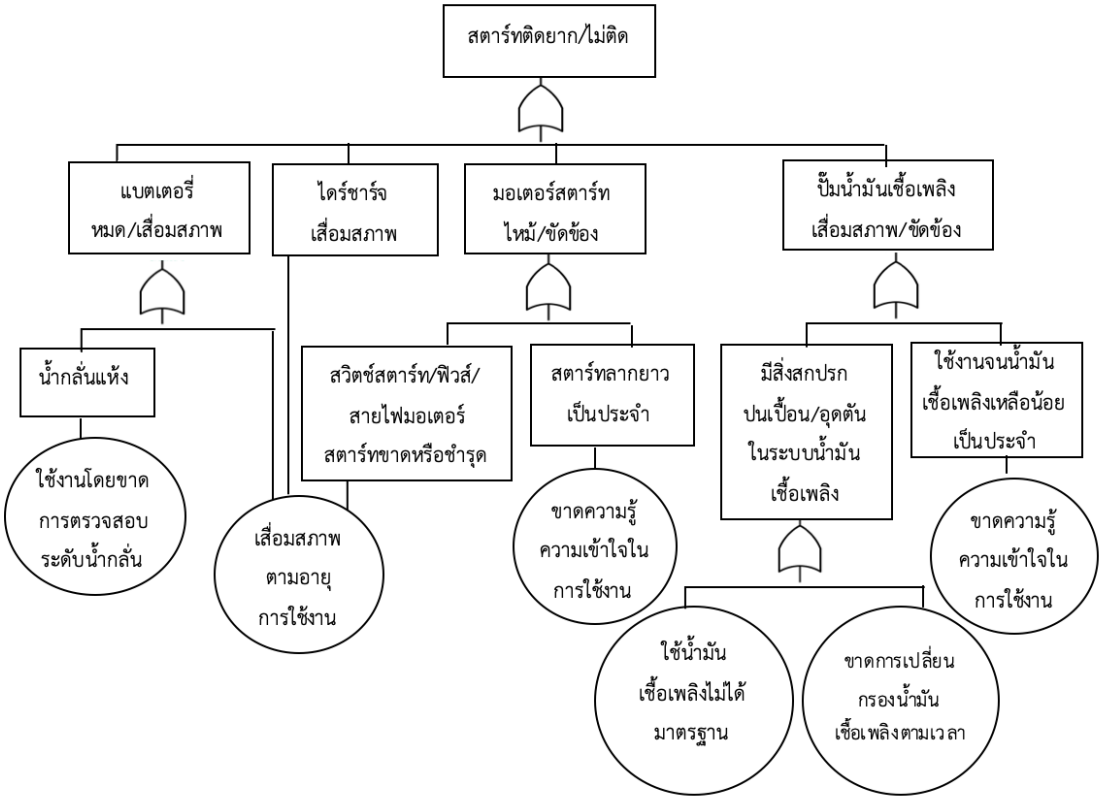
1.1 เครื่องยนต์ขัดข้อง



1.2 เครื่องยนต์มีความร้อนสูง



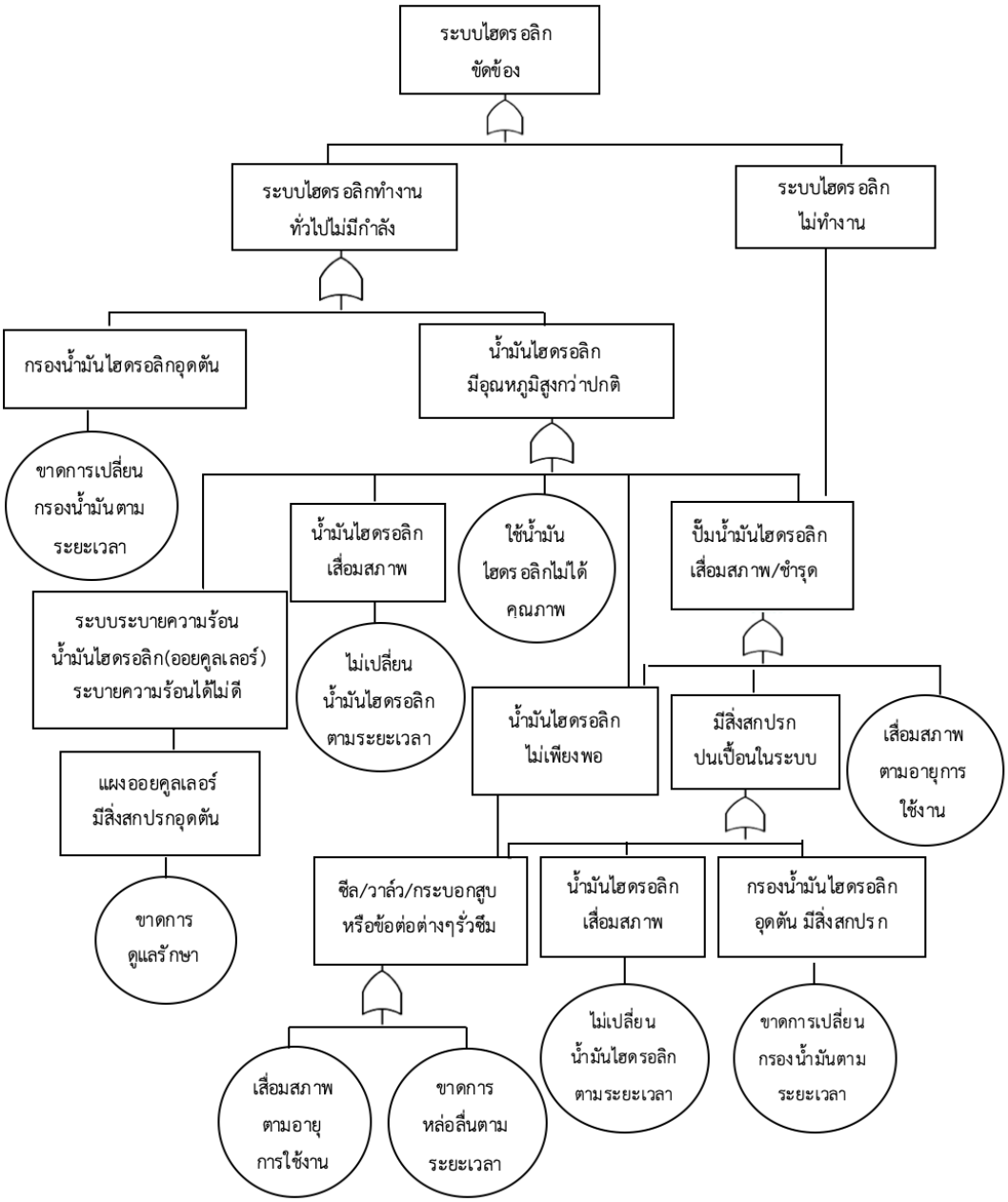
1.3 สตาร์ทติดยาก/ไม่ติด



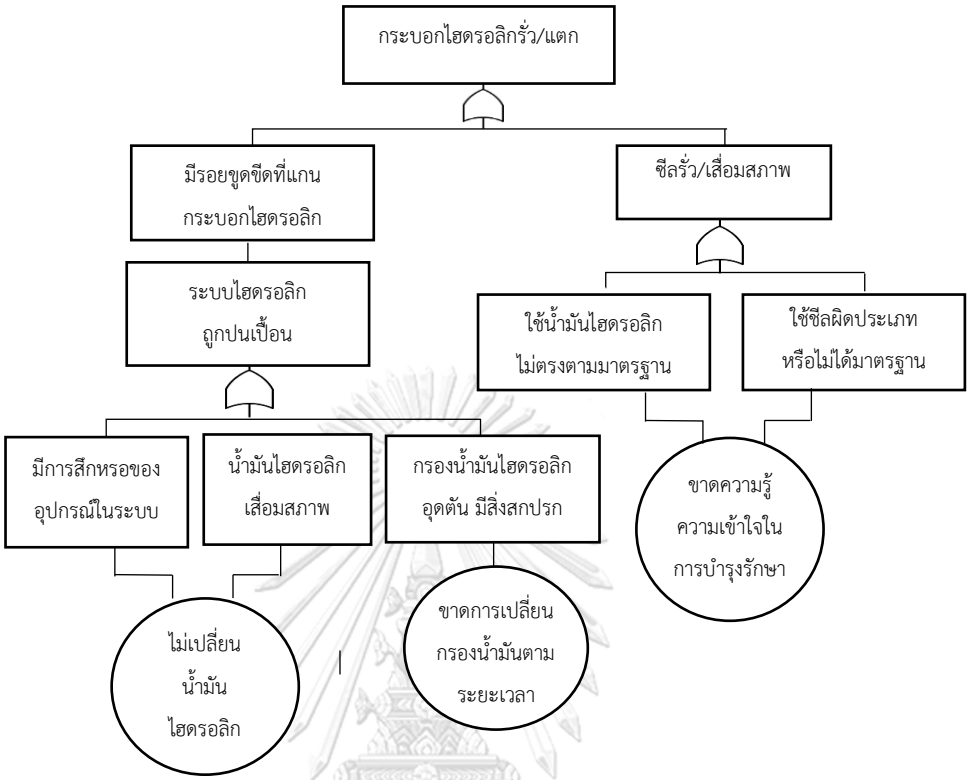
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.ระบบไฮดรอลิกขัดข้อง

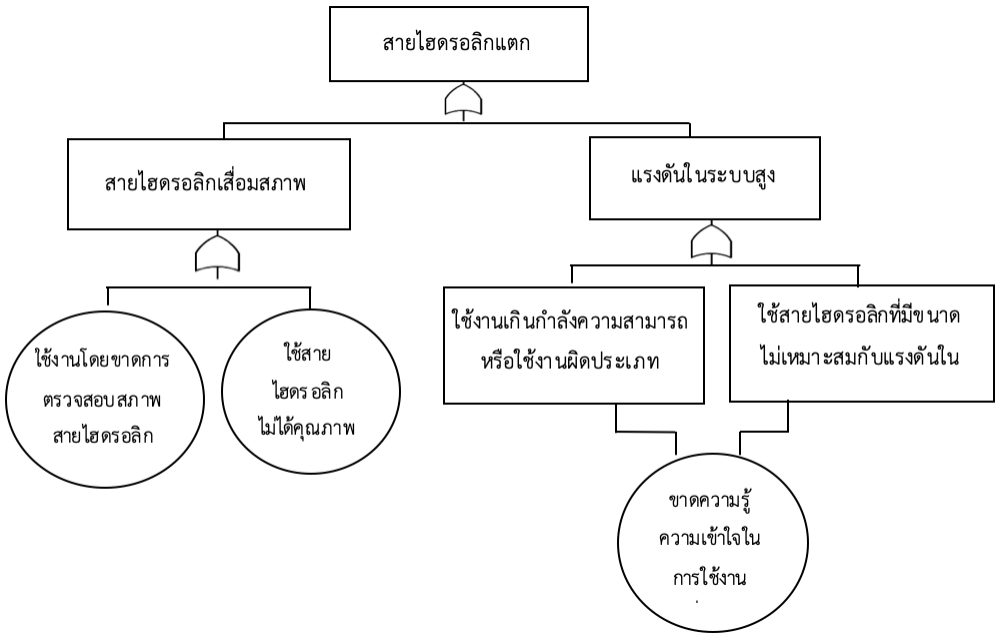
2.1 ระบบไฮดรอลิกขัดข้อง



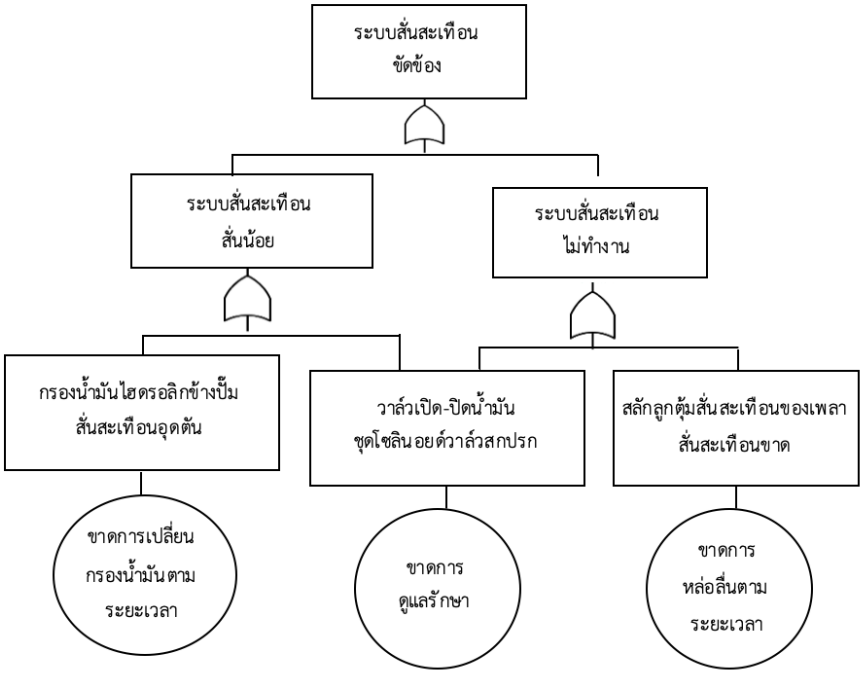
2.2 กระบอกไฮดรอลิกรั่ว/แตก



2.3 สายไฮดรอลิกแตก



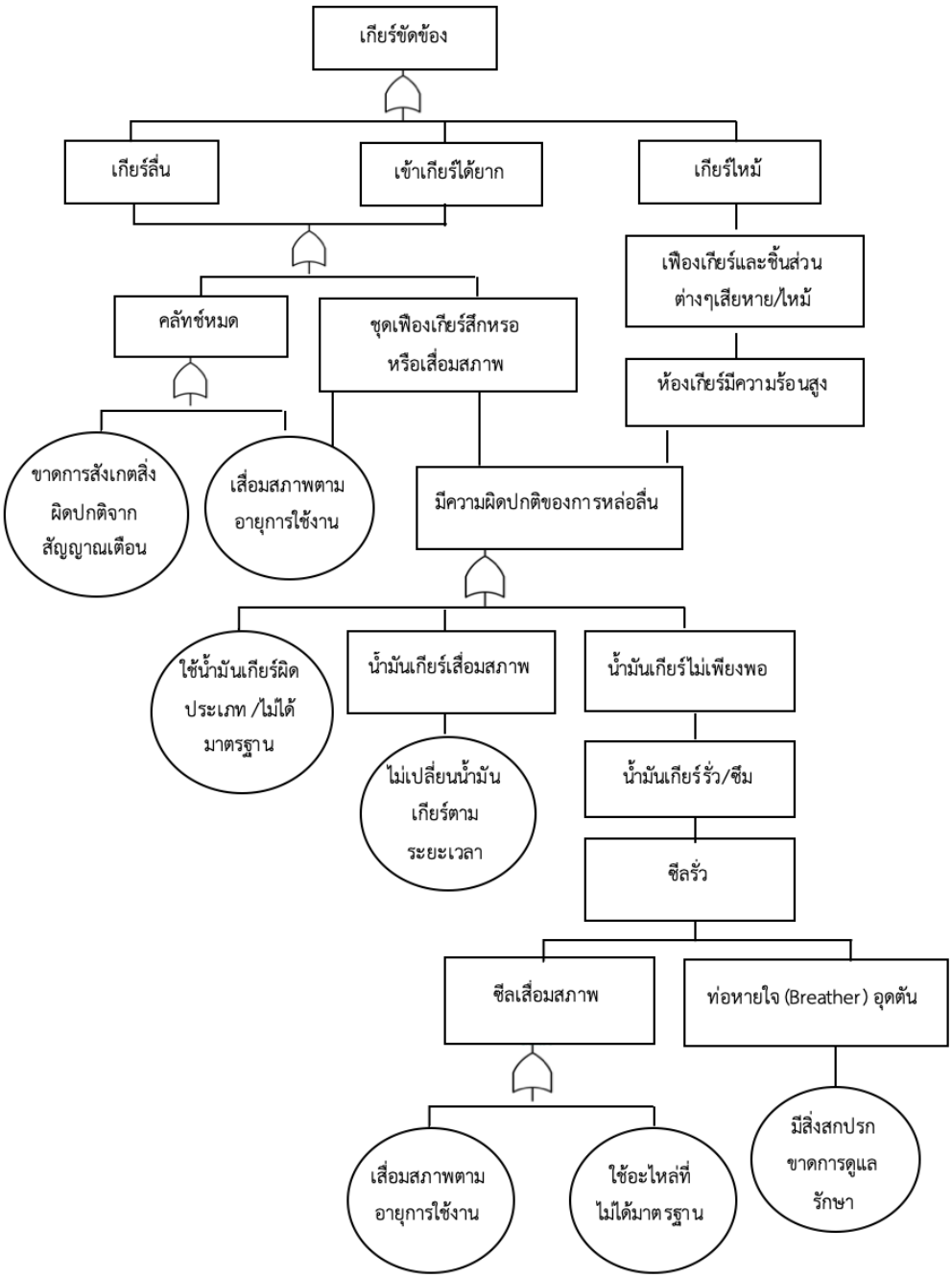
2.4 ระบบสั่นสะเทือนขัดข้อง



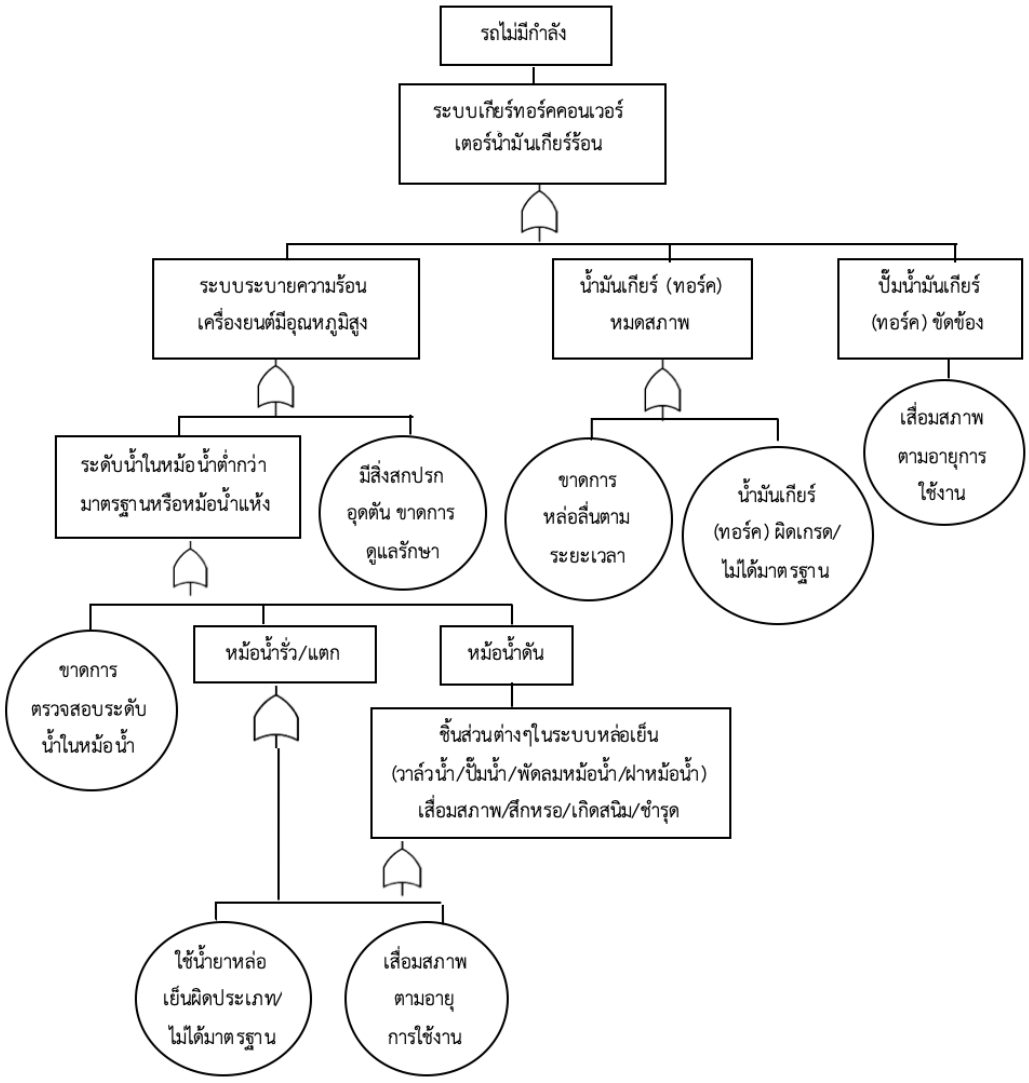
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.ระบบเกียร์

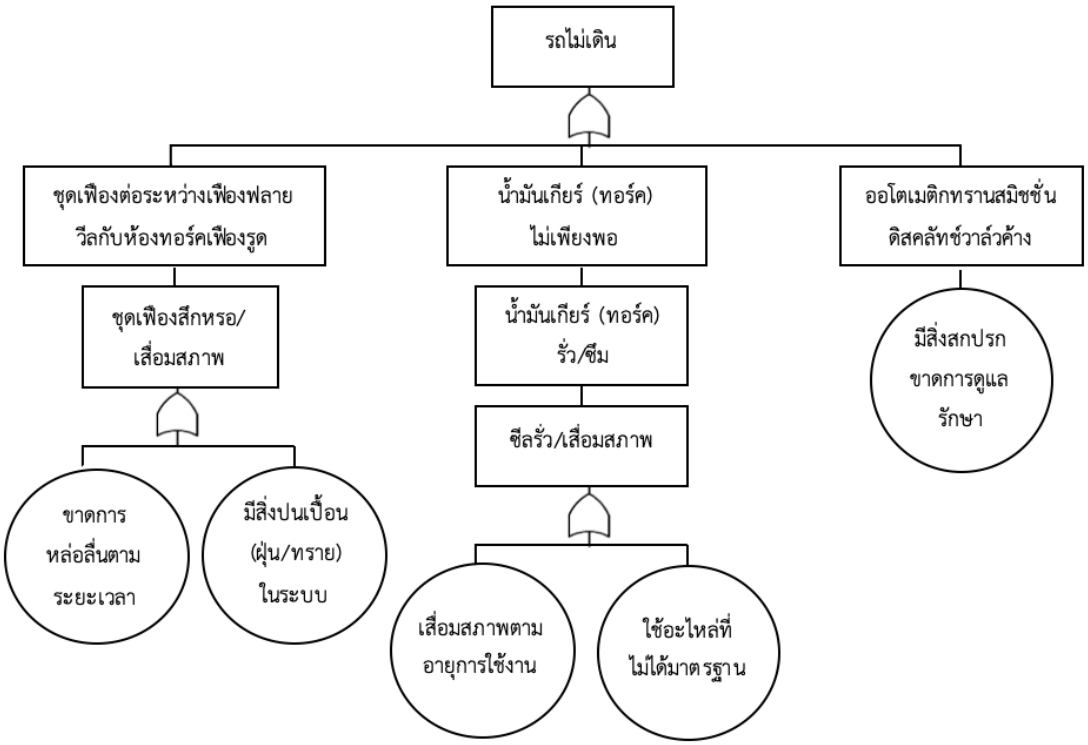
3.1 เกียร์ขัดข้อง



3.2 รถไม่มีกำลัง (สำหรับระบบเกียร์แบบทอร์คคอนเวอร์เตอร์)



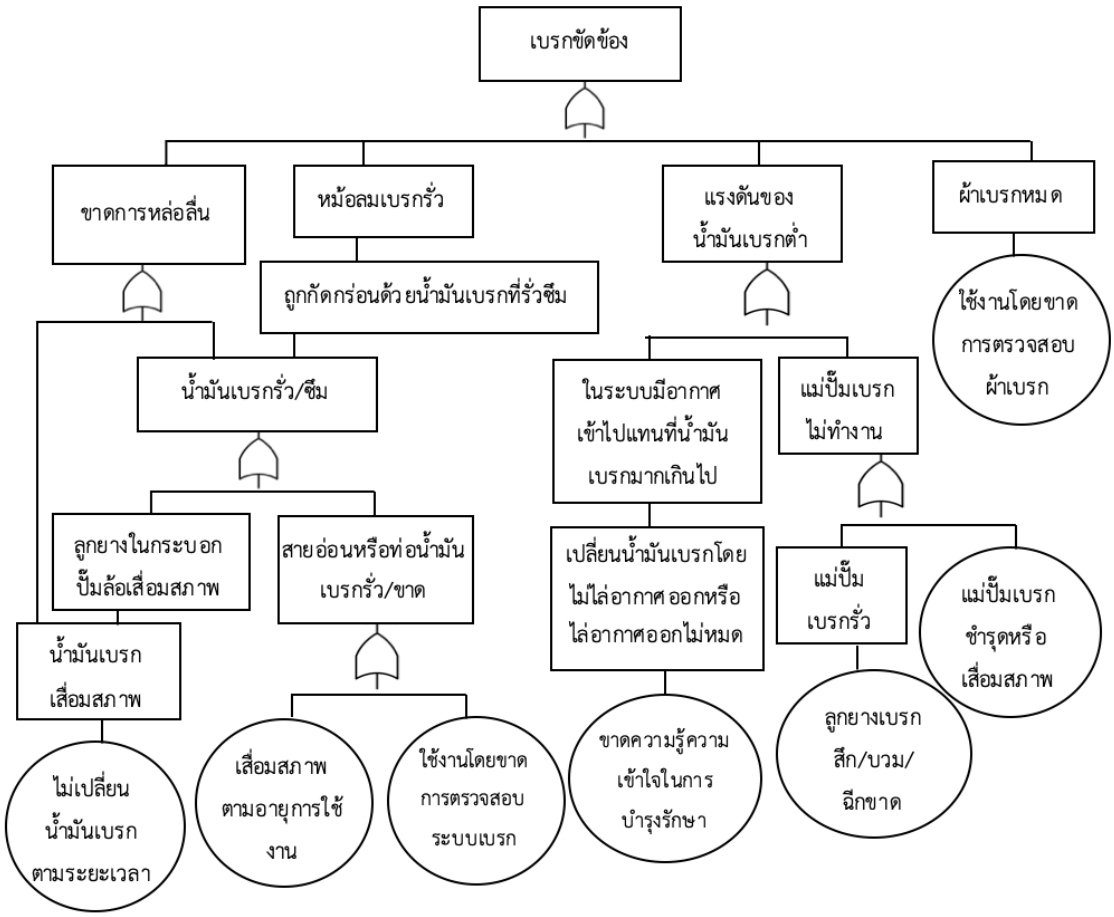
3.3 รถไม่เดิน (สำหรับระบบเกียร์แบบทอร์คคอนเวอร์เตอร์)



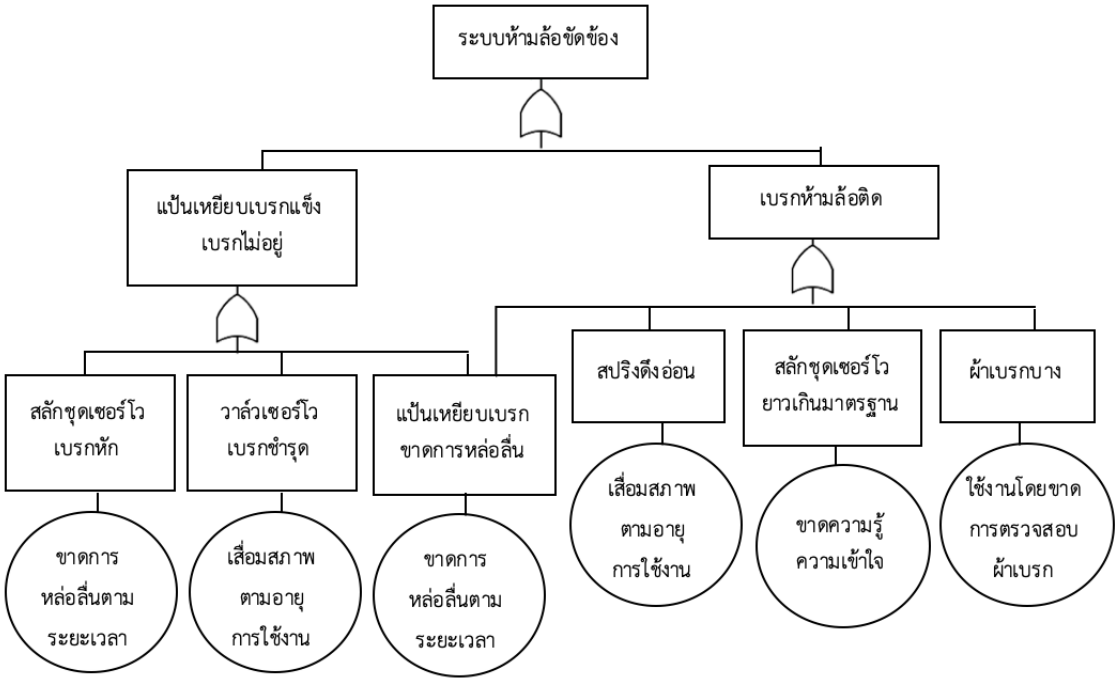
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.ระบบเบรก

4.1 ระบบเบรกขัดข้อง



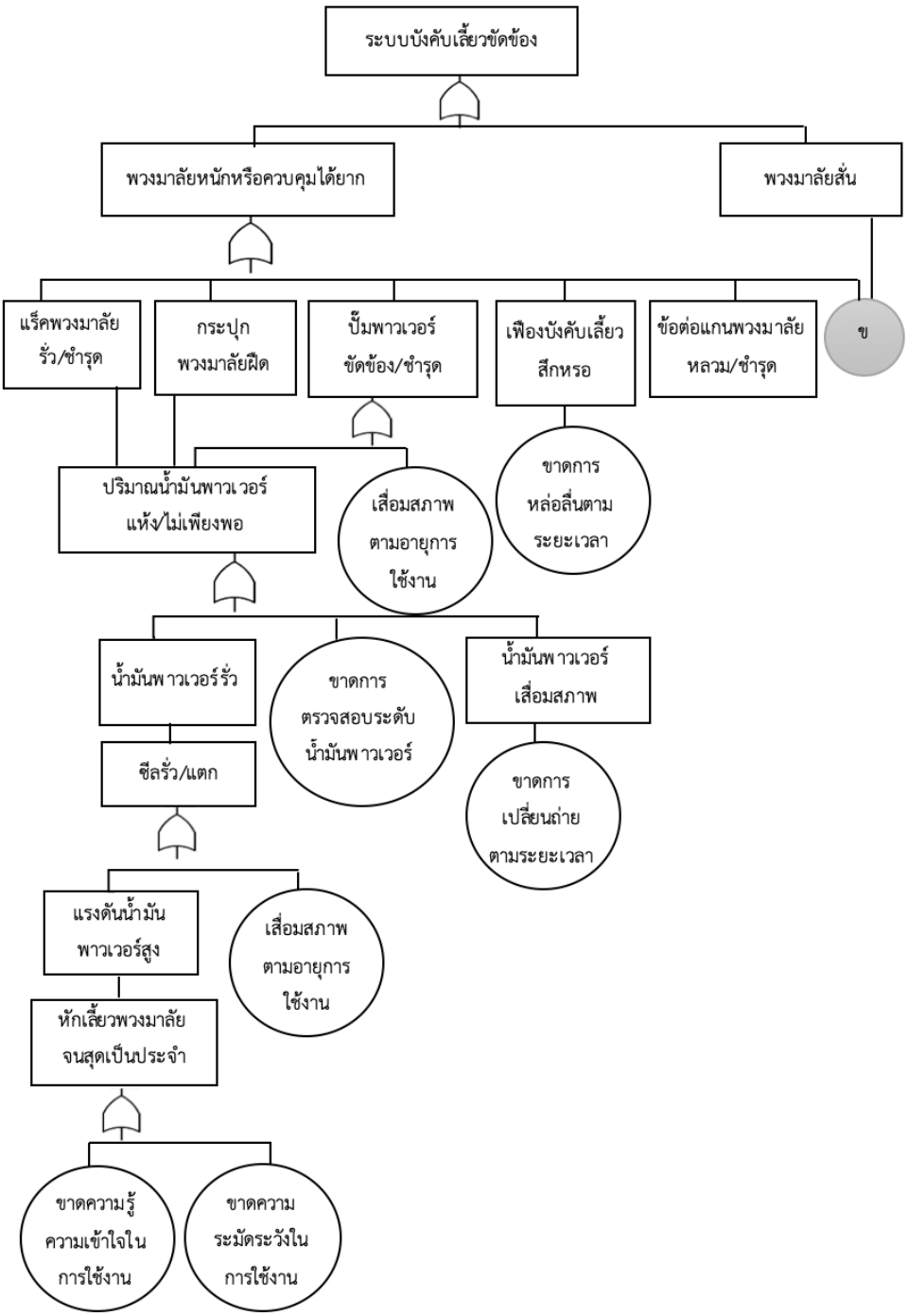
4.2 ระบบห้ามล้อขัดข้อง



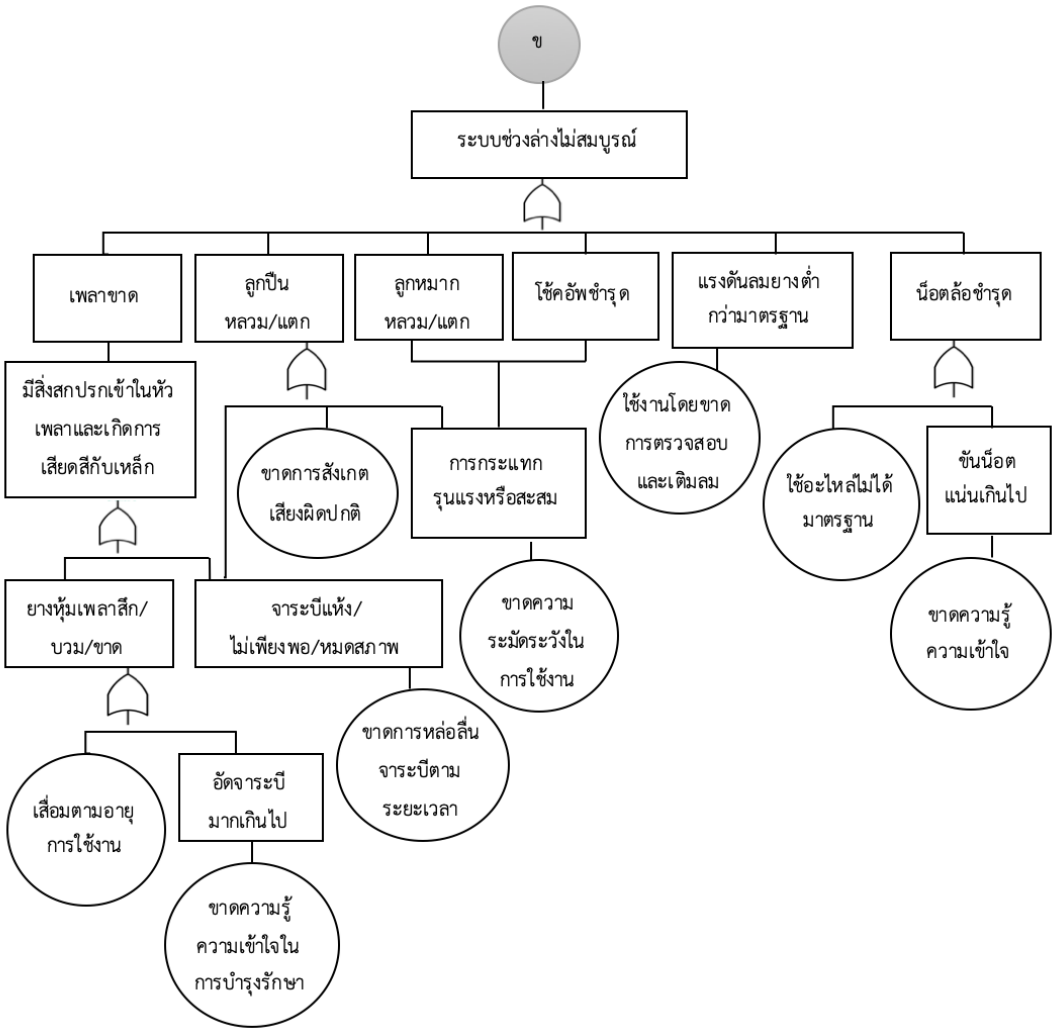
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.ระบบบังคับเลี้ยวและช่วงล่าง

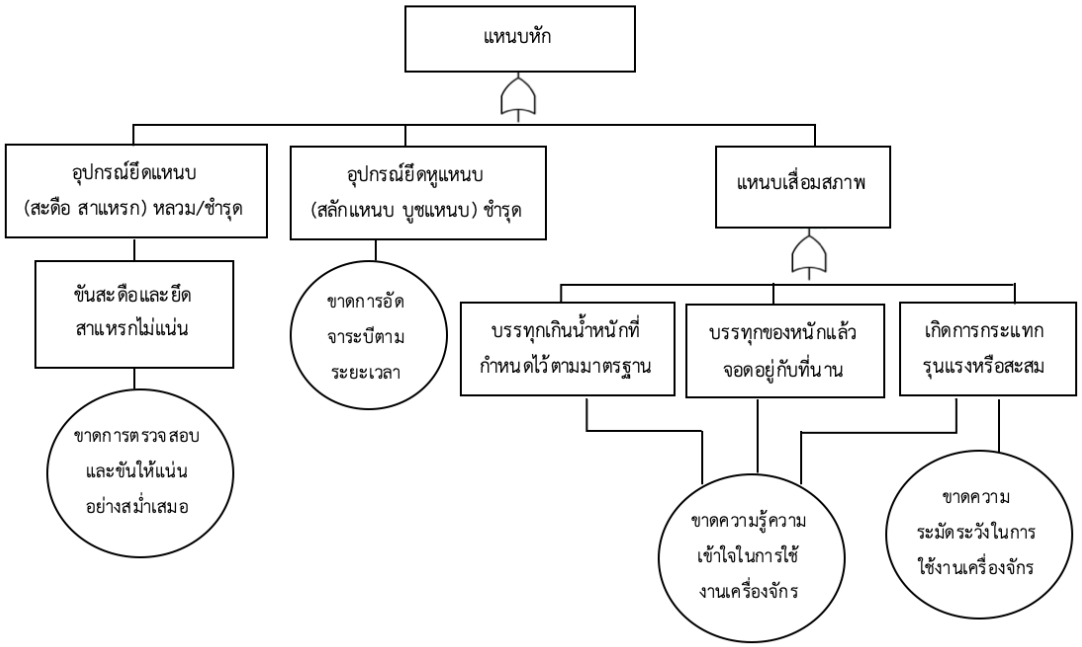
5.1 ระบบบังคับเลี้ยวขัดข้อง



5.2 ระบบช่วงล่างไม่สมบูรณ์



5.3 แหนบหัก



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
เอกสารและรายงานที่ใช้ในงานบำรุงรักษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของรถเกลี่ยดิน

การบำรุงรักษา AM
รถเกลี่ยดิน

ตรวจเช็คก่อนปฏิบัติงาน

รหัสรถ .....ประจำวันที่.....

No.	รายการ	ปกติ ☑	ไม่ปกติ ☒	หมายเหตุ
1	แบตเตอรี่ สตาร์ทติดได้ง่าย			
2	น้ำมันเกียร์วงเดือน			
3	ระดับน้ำมันทอร์ค			
4	ระดับน้ำมัน เชื้อเพลิง			
5	ระดับน้ำมันเครื่อง			
6	ระดับน้ำมัน ไฮดรอลิคส์			
7	กรองอากาศ			
8	อัดจาระบี			
9	ตรวจสอบลมยาง			
10	ทดสอบระบบไฟ เตือนและเกจวัด			
11	ตรวจสอบหม้อน้ำ			
12	ระบบใบมีด			
13	น้ำมันโซ่			
14	เดินตรวจรอบๆ เครื่องจักร			
15	ตรวจสอบสายยาง จุดเชื่อมต่อต่างๆ ว่ามีรั่วหรือไม่			
16	หยอด น้ำมันหล่อลื่นตาม จุดเชื่อมต่อ			
17	น้ำมันลูกปืนล้อ			

หมายเหตุเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อพนักงานขับรถ .....

ลงชื่อผู้ตรวจ/หัวหน้า.....

2. ใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของรถบดสั่นสะเทือน

การบำรุงรักษา AM

รถบดถนนระบบสั่นสะเทือน

ตรวจเช็คก่อนปฏิบัติงาน

รหัสรถ .....ประจำวันที่.....

No.	รายการ	ปกติ ☑	ไม่ปกติ ☒	หมายเหตุ
1	แบตเตอรี่ สตาร์ทติดได้ง่าย			
2	ตำแหน่งของแผ่นเหล็กขูดสิ่งสกปรกแผ่นใบมีดขูด สกรู			
3	ระดับสารหล่อเย็น			
4	ระดับน้ำมันเชื้อเพลิง			
5	ระดับน้ำมันเครื่อง			
6	ระดับน้ำมันไฮดรอลิคถังสำรอง			
7	กรองอากาศ			
8	หมุดล้อแน่น			
9	ตรวจสอบลมยาง			
10	ทดสอบระบบไฟเตือนและเกจวัด			
11	ความสะอาดรังผึ้งหม้อน้ำ			
12	เข็มขัดนิรภัย			
13	ตรวจสอบระบบหมุนเวียนอากาศซี่ระบายความร้อนฝาครอบ			
14	เดินตรวจรอบๆ เครื่องจักร			
15	ตรวจสอบสายยางจุดเชื่อมต่อต่างๆ ว่ามีรั่วหรือไม่			
16	หยอดน้ำมันหล่อลื่นตามจุดเชื่อมต่อ			
17	ระดับน้ำมันลูกโม่			
18	ก้านเกียร์ไปหน้า/ถอยหลัง			

หมายเหตุเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อพนักงานขับรถ .....

ลงชื่อผู้ตรวจ/หัวหน้า.....

3. ใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของรถบรรทุกสิบล้อและรถบรรทุกน้ำ

รายการตรวจเช็ค AM รถสิบล้อ/รถบรรทุก/รถน้ำ หมายเลข ..... ประจำวันที่			
รายการ	**ปกติ**	**ไม่ปกติ**	**หมายเหตุ**
1.แบตเตอรี่ - สตาร์ทติดได้ง่าย			
2.ระดับน้ำมันเครื่อง			
4.ระดับน้ำมันเบรก			
5.น้ำในหม้อน้ำ - ต้องเติมให้เต็มตลอด			
6.ระดับน้ำมันไฮโดรลิค			
7.กรองอากาศ			
8.ล้อ ลมยาง เบรก			
9.จาระบี ไม่แห้ง -เช็คจุดอัดที่เพลากลาง และเพลาแหนบ			
10.กระบะ - เช็คความเรียบร้อย และรอยร้าวต่างๆ			
11.น๊อตล้อ - เช็คความเรียบร้อย			

/ (ปกติ) พนักงานขับรถ .....

✕ (ไม่ปกติ) ผู้ตรวจ/หัวหน้า.....

4. ใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของรถขุดไฮดรอลิก

การบำรุงรักษา AM รถขุดไฮดรอลิค

ตรวจเช็คก่อนติดเครื่องยนต์ หมายเลข ..... ประจำวันที่ .....

no	รายการ	ปกติ ☑	ไม่ปกติ ☒	หมายเหตุ
1	ตรวจเช็คแผงมอนิเตอร์			
2	ตรวจเช็คเติมระดับน้ำหล่อเย็น			
3	ตรวจเช็คเติมระดับน้ำมันเชื้อเพลิง			
4	ตรวจเช็คเครื่องล่างตีนตะขาบ			
5	ตรวจเช็คระดับน้ำมันไฮดรอลิค			
6	เดรนน้ำและสิ่งสกปรกในกรองดักน้ำ			
7	ทดสอบระบบไฟเตือนและเกจวัด			
8	ทำความสะอาดรังผึ้งหม้อน้ำ			
9	ตรวจสอบเข็มขัดนิรภัย			
10	ตรวจเช็คความตึงของโซ่ตีนตะขาบ			
11	เดินตรวจรอบๆ เครื่องจักร			
12	อัดจาระบีสลักบูม สติ๊ก บุ้งกี๋และแขนต่อ			

/ (ปกติ) **พนักงานขับรถ .....**

✕ (ไม่ปกติ) **ผู้ตรวจ.....**

5. ใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของรถบดล้อยาง

การบำรุงรักษา AM รถบดล้อยาง

ตรวจเช็คก่อนปฏิบัติงาน

รหัสรถ .....ประจำวันที่.....

N0.	รายการ	ปกติ ☑	ผิดปกติ ☒	หมายเหตุ
1	แบตเตอรี่สตาร์ทติดได้ง่าย			
2	ตรวจเช็คแผงมอนิเตอร์			
3	ตรวจเช็คเติมระดับน้ำหล่อเย็น			
4	ตรวจเช็คเติมระดับน้ำมันเชื้อเพลิง			
5	ตรวจเช็คเติมระดับน้ำมันเครื่องในอ่างน้ำมันเครื่อง			
6	ตรวจเช็คสายไฟ, ข้อต่อต่าง ๆ			
7	ตรวจเช็คน้ำและสิ่งสกปรกในกรองดักน้ำ			
8	เช็คการทำงานปารค์กิ้งเบรก			
9	เช็คการทำงานของเบรก			
10	เช็คเสียงแตรและเช็คสัญญาณเตือนขณะถอยหลัง			
11	เช็คการติดของหลอดไฟ,เช็คความสกปรกหรือความเสียหาย			
12	เช็คสีของไอเสียและเสียง			
13	เช็คการทำงานของเกจต่างๆ			
14	เช็คระบบบังคับเลี้ยวและการทำงานของการบังคับเลี้ยว			
15	เช็คกระจกมองหลังและเช็คเศษดินและความเสียหาย			

พนักงานขับรถ .....

ผู้ตรวจสอบ/หัวหน้า.....

6. ใบรายการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวันของรถตักล้อยาง

การบำรุงรักษา AM รถตักล้อยาง

ตรวจเช็คก่อนปฏิบัติงาน

รหัสรถ .....ประจำวันที่.....

N0.	รายการ	ปกติ ☑	ผิดปกติ ☒	หมายเหตุ
1	**แบตเตอรี่สตาร์ทติดได้ง่าย**			
2	ตรวจเช็คแผงมอนิเตอร์			
3	ตรวจเช็คเติมระดับน้ำหล่อเย็น			
4	ตรวจเช็คเติมระดับน้ำมันเชื้อเพลิง			
5	ตรวจเช็คเติมระดับน้ำมันเครื่องในอ่างน้ำมันเครื่อง			
6	ตรวจเช็คสายไฟ, ข้อต่อต่าง ๆ			
7	ตรวจเช็คน้ำและสิ่งสกปรกในกรองดักน้ำ			
8	เช็คการทำงานปารค์กิ้งเบรก			
9	เช็คการทำงานของเบรก			
10	เช็คเสียงแตรและเช็คสัญญาณเตือนขณะถอยหลัง			
11	เช็คการติดของหลอดไฟ,เช็คความสกปรกหรือความเสียหาย			
12	เช็คสีของไอเสียและเสียง			
13	เช็คการทำงานของเกจต่างๆ			
14	เช็คระบบบังคับเลี้ยวและการทำงานของการบังคับเลี้ยว			
15	เช็คกระจกมองหลังและเช็คเศษดินและความเสียหาย			

พนักงานขับรถ .....

ผู้ตรวจสอบ/หัวหน้า.....

7.ใบรายการอัดจาระบี ทำความสะอาดกรองอากาศ และตรวจสอบลมยางประจำสัปดาห์

ใบรายการอัดจาระบี เป่ากรองอากาศและเติมลมยาง

เครื่องจักรประเภท…….. รหัส……..

วัน/เดือน/ปี	รายการที่ได้เข้าทำกิจกรรมบำรุงรักษา (✓)			ลายมือชื่อ	หมายเหตุ
	อัดจาระบี	เป่ากรองอากาศ	ตรวจสอบและเติมลมยาง		

8 .ใบแจ้งซ่อม (Work Order)

ใบร้องขอให้บำรุงรักษา (ใบ work order) **หมายเลข WO.....**

เครื่องจักร / อุปกรณ์/รถ .....รหัส.....

อาการผิดปกติที่พบ.....

ร้องขอโดย (เจ้าภาพ)..... วัน เดือน ปี ที่ร้องขอ.....เวลา.....

สาเหตุมาจาก ☐ เสื่อมตามอายุ ☐ ใช้งานผิดวิธี ☐ มีอาการอื่นมาก่อนแล้วลุกลาม ☐ อุบัติเหตุ

วิธีการแก้ไข ☐ ซ่อมโดยอู่ภายใน ☐ ส่งซ่อมภายนอก ระบุชื่อร้าน.....

รายละเอียดที่ต้องแก้ไข.....

จำนวน ชม. ที่ซ่อม (โดยประมาณ)	จำนวน ชม. แรงงานที่ซ่อม	ค่าอะไหล่ (บาท)	ค่าวัสดุสิ้นเปลือง (บาท)	ค่าแรง (บาท)	รวม (บาท)

กำหนดว/ด/ป ที่คาดว่าเสร็จ .....**ผู้ประเมินและวิเคราะห์.....ว/ด/ป.....**

ผู้อนุมัติ.....ว/ด/ป.....

☐ ต้นฉบับ สำเนาถึง ☐ สโตร์ ☐ จัดซื้อ ☐ การเงิน ☐ ซ่อมบำรุง

9.ตัวอย่าง QR code ของเครื่องจักร

9.1 ตัวอย่างประวัติเครื่องจักรที่แสดงใน QR Code หน้าที่ 1

ชื่อเครื่อง.....รถเกรด.....รหัส.....MG08..... ทะเบียนรถ..... ....1ตง 3285.....								
ประวัติเครื่องจักร/อุปกรณ์/รถ								
1	ชื่อบริษัทผู้ผลิต/ผู้ขาย..... ยี่ห้อ.....CATERPILLA.....เบอร์ call center.....							
2	รุ่น.....140H.....หมายเลขเครื่องยนต์.....6NC21525.....หมายเลขตัวถัง.....2ZK05331.....							
	วัน เดือน ปี (จดทะเบียน).....27/08/2558.....							
	วัน เดือน ปีที่ซื้อมา.....27/08/2558.....				สภาพเครื่องขณะซื้อมา			
	กำลังการผลิตหรือความสามารถ.....				ใหม่มือหนึ่ง	มือสอง	มือสาม	มือสี่
	อัตราการใช้เชื้อเพลิง.....				x			
3	สเปค (Specification)							
	ชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง.....ดีเซล.....		เบอร์กรองอากาศ.....					
	เบอร์น้ำมันเครื่อง.....15w40.....		เบอร์กรองน้ำมัน.....					
	เบอร์น้ำมันเกียร์.....140.....		เบอร์น้ำมันไฮดรอลิคส์.....30.....					
	เบอร์น้ำมันเฟืองท้าย.....90.....		เบอร์น้ำยา cooling.....as503.....					
	เบอร์จาระบี.....gl 2.....		เบอร์น้ำมันเบรก.....pot 3.....					
	แทร็คสายพาน.....							

9.2 ตัวอย่างรูปถ่ายเครื่องจักรที่แสดงใน QR Code หน้าที่ 2

ชื่อเครื่อง.....รถเกรด.....รหัส.....MG08..... ทะเบียนรถ..... ....เตง 3285.....

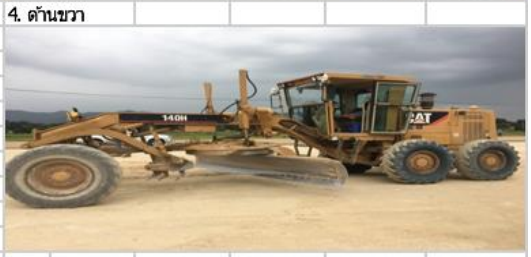
รูปถ่ายเครื่องจักร

1. ด้านหน้า

2.ด้านหลัง

3. ด้านซ้าย

4. ด้านขวา



5. ด้านหน้าซ้าย

6. ด้านหน้าขวา

7.ด้านหลังซ้าย

8. ด้านหลังขวา

9.3 ตัวอย่างประวัติการซ่อมบำรุงที่แสดงใน QR Code หน้าที่ 3

ชื่อเครื่อง.....รถเกรด.....รหัส.....MG08..... ทะเบียนรถ..... ....1ตง 3285.....

ประวัติการซ่อมบำรุง

ลำดับ	วันที่แจ้ง	รหัสรถ	อาการ	ค่าใช้จ่ายในการซ่อม		
				ค่าแรง	ค่าอะไหล่	รวม
1	12 ก.ย. 60	MG08	ใบมีดเสื่อมสภาพ			3,400
2	18 ก.ย. 60	MG08	เปลี่ยนใบมีด2ใบ เชื่อมตกแต่งมุมใบมีด			3,900
3	20 ก.ย. 60	MG08	ยางเส้นหลังด้านซ้ายแตก			12,500
4	24 ก.ย. 60	MG08	ใบมีดหมด 2 ใบ ลับมุม			6,400
5	2 ต.ค. 60	MG08	ใบมีดหมด			7,000
6	10 ต.ค. 60	MG08	ยางรั่ว 1 เส้น			12,500
7	22 ต.ค. 60	MG08	ใบมีดหมด			7,400
8	23 ต.ค. 60	MG08	ยางรั่ว 1 เส้น			13,700
9	28 ต.ค. 60	MG08	ยางรั่ว			12,000
10	30 ต.ค. 60	MG08	เปลี่ยนโอริงซีลินอย			500
11	3 พ.ย. 60	MG08	เปลี่ยนใบมีด	1,000	5,100	6,100
12	13 พ.ย. 60	MG08	ยางรั่ว	500	13,150	13,650
13	15 พ.ย. 60	MG08	ยางระเบิด	500	13,100	13,600
14	17 พ.ย. 60	MG08	ยางรั่ว	1,000	13,150	14,150
15	18 พ.ย. 60	MG08	สายไฮดรอลิคแตก	1,000	5,999	6,999

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

9.4 ตัวอย่างประวัติการเติมของเหลวที่แสดงใน QR Code หน้าที่ 4

MG08			การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง (ครั้งที่)				การเติมน้ำมันเครื่อง (จำนวนลิตร)						การเติมน้ำมันเชื้อเพลิง	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง)	หมายเหตุ
วันทำงาน	เลข ชม. ทำงาน		R1	R2	R3	R4	I1	I2	I3	I4	I5	I6			
ว/ด/ป	ก่อนหน้า	ปัจจุบัน	15W40	10W30	ไฮดรอลิค	กรองอากาศ	15W40	hy30	hy68	td	น้ำมันเกียร์	เฟืองท้าย	เชื้อเพลิง		
1 ก.พ. 60		15717					2						245		
2 ก.พ. 60	15717	15725					2						105	13.13	
3 ก.พ. 60	15725	15733											164	20.50	
4 ก.พ. 60	15733	15750											130	7.65	
7 ก.พ. 60	15750	15759											200	22.22	
10 ก.พ. 60	15759	15772											130	10.00	
12 ก.พ. 60	15772	15779								5			287	41.00	
13 ก.พ. 60	15779	15788	1				32						164	18.22	
14 ก.พ. 60	15788	15796											150	18.75	
15 ก.พ. 60	15796	15809											165	12.69	
16 ก.พ. 60	15809	15817											270	33.75	
17 ก.พ. 60	15817	15830								5			160	12.31	
19 ก.พ. 60	15830	15843					2						170	13.08	
20 ก.พ. 60	15843	15852					2						230	25.56	
21 ก.พ. 60	15852	15865											158	12.15	
22 ก.พ. 60	15865	15872								5			270	38.57	
23 ก.พ. 60	15872	15891											138	7.26	
25 ก.พ. 60	15891	15906											340	22.67	
27 ก.พ. 60	15906	15922											280	17.50	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10. รายงานสรุปการตรวจเครื่องจักรประจำวันโดยผู้ปฏิบัติงาน

สรุปการส่ง am วันที่..... เดือน.....ปี.....

ผู้ดูแลรับผิดชอบ	จำนวนทั้งหมด	จำนวนที่ส่ง	จำนวนที่ไม่ส่ง	หมายเหตุ
Draft				

11. รายงานสรุปการอัดจาระบี ทำความสะอาดกรองอากาศและตรวจสอบลมยางประจำสัปดาห์

สรุปรายงานการอัดจาระบี เป่ากรองอากาศและเติมลมยาง

วันที่ ..... เดือน..... ปี.....

ประเภท	ผู้ดูแล	จำนวนทั้งหมด	จำนวนเข้าไปทำ	เสีย/จอด	จำนวนที่ไม่เข้าไปทำ	หมายเหตุ

12. รายงานการตรวจพบสิ่งผิดปกติโดยผู้ปฏิบัติงานประจำเครื่องจักร

รายงาน AM สิ่งผิดปกติ ประจำวัน วันที่...1.....เดือน..... ปี.....						
รายการที่	รหัสรถ	อาการ	แก้ไขเสร็จ	กำลังแก้ไข	รอพิจารณา	หัวหน้า

รายงาน AM สิ่งผิดปกติ ประจำวัน วันที่...2.....เดือน..... ปี.....						
รายการที่	รหัสรถ	อาการ	แก้ไขเสร็จ	กำลังแก้ไข	รอพิจารณา	หัวหน้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13. รายงานการสูญเสียของเหลว

รหัสรถ.....			การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง (ครั้งที่)				การเติมน้ำมันเครื่อง (จำนวนลิตร)							การเติมน้ำมันเชื้อเพลิง	อัตราการใช้น้ำมัน	อัตราการใช้น้ำมัน	เวลาที่เติม
เวลาทำงาน			R1	R2	R3	R4	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7		(ลิตร/ชม.)	(กม./ลิตร)	
วัน/เดือน/ปี	เลข ชม. ก่อนหน้า	เลข ชม. ปัจจุบัน	15W40	10W30	ไฮดรอลิค	กรองอากาศ	15W40	10W30	hy30	hy68	น้ำมันเกียร์	Td	น้ำมันเฟืองท้าย				

8

รหัสรถ.....			การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง (ครั้งที่)				การเติมน้ำมันเครื่อง (จำนวนลิตร)							การเติมน้ำมันเชื้อเพลิง	อัตราการใช้น้ำมัน	อัตราการใช้น้ำมัน	เวลาที่เติม
เวลาทำงาน			R1	R2	R3	R4	I1	I2	I3	I4	I5		I6		(ลิตร/ชม.)	(กม./ลิตร)	
วัน/เดือน/ปี	เลข ชม. ก่อนหน้า	เลข ชม. ปัจจุบัน	15W40	10W30	ไฮดรอลิค	กรองอากาศ	15W40	hy30	hy68	มันเกียร์	น้ำมันเกียร์90		น้ำมันเกียร์140				

14. รายงานสรุปการซ่อมและค่าใช้จ่ายประจำสัปดาห์

รายงานสรุปการซ่อมและค่าใช้จ่าย

ลำดับ	เครื่องจักร/อุปกรณ์/รถ	รหัส	หมายเลข WORK	วันที่แจ้ง	อาการ	ค่าแรงบริษัท	ค่าแรงภายนอก	ค่าอะไหล่	ค่าอะไหล่สิ้นเปลือง	รวมค่าแรง	รวมค่าอะไหล่	รวมค่าใช้จ่าย

15. รายงานการติดตามการซ่อม

รายงานควบคุมวันและเวลาของเครื่องจักรที่เข้าซ่อม

(1) ประเภท/ รหัสรถ	(2) วันที่แจ้งซ่อม (หมายเลขWO)	(3) วันที่รถเข้าอู่	(4) วันที่ช่างสั่งอะไหล่	(5) วันที่จัดซื้อเสนอราคา	(6) วันที่ของเข้า	(7) แผนกำหนดเสร็จ	(8) วันที่เสร็จจริง	(9) หมายเหตุ

ภาคผนวก ค

QR Code

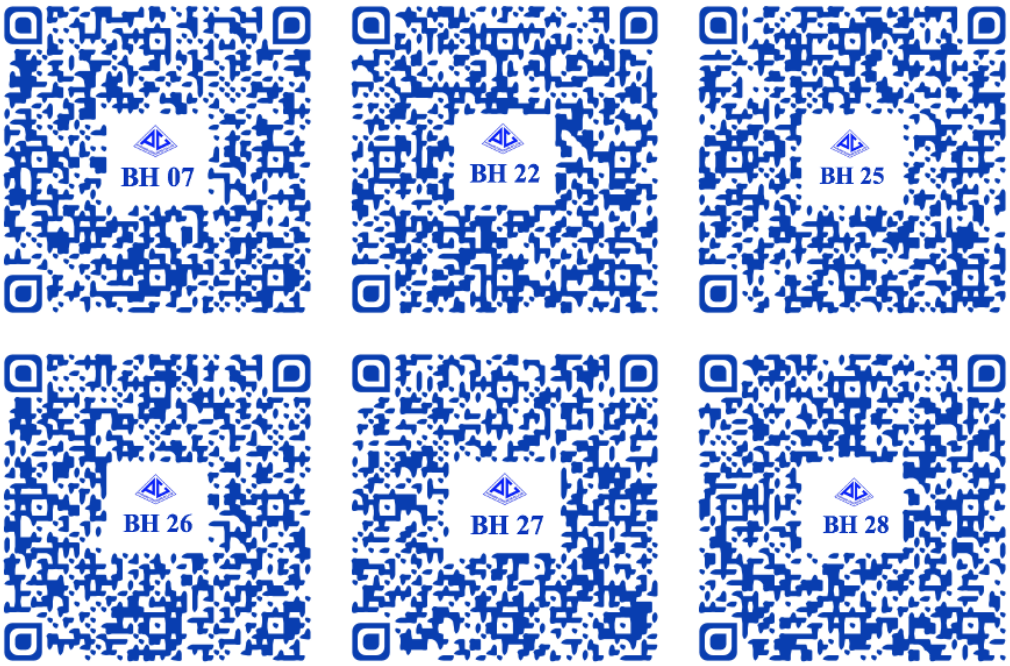
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. รถเกลี่ยดิน

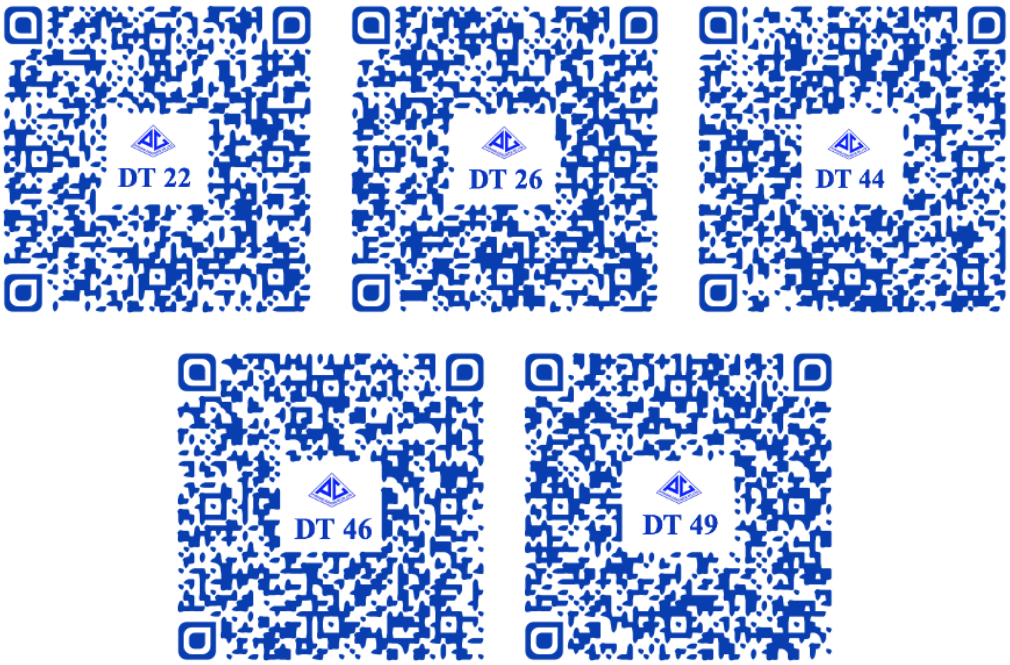
2. รถบดสั่นสะเทือน

3. รถบรรทุกน้ำ

4. รถขุดไฮดรอลิก



5. รถบรรทุกสิบล้อ



6. รถบดล้อยาง

7. รถตักล้อยาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ปาริสา ศิริพันธุ์
วัน เดือน ปี เกิด	8 ตุลาคม 2535
สถานที่เกิด	จังหวัดสุราษฎร์ธานี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี พ.ศ. 2557 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	66/10 ถนนเหมืองทวด ตำบลนาสาร อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84120

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY