สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
วิทยานิพนธ์ งานวิจัย
Vthy 123062

การออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง กรณีศึกษา ศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจรเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์

นายอิงควัต คงคุณาวัฒน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องกล งานก่อสร้างกรณีศึกษา ศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์

ผู้วิจัย : นายอิงควัต คงคุณาวัฒน์

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิศกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวดล กัญญาคำ)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ตีเมืองซ้าย)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ สุคนธ์ อาจฤทธิ์) ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.กมล พลคำ) กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวดล กัญญาคำ) กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย อินทะตา) กรรมการ

ชื่อเรื่อง : การออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง กรณีศึกษาศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจรเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์

ผู้วิจัย : อิงควัต คงคุณาวัฒน์

ปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาการจัดการงานวิศวกรรม)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวดล กัญญาคำ
อาจารย์ ดร.สมชาย อินทะตา

ปีการศึกษา : 2560

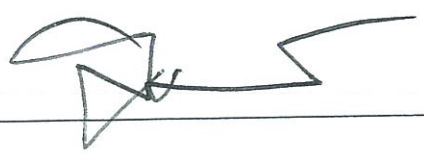
บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันเครื่องจักรกลงานก่อสร้างของศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ซึ่งมีหน้าที่ในการดูแลรักษาเครื่องจักรกลงานก่อสร้างที่ใช้ในการปรับปรุง ดูแล ซ่อมแซม ก่อสร้างพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน รวมถึงสาธารณูปโภค สาธารณูปการ บริการประชาชนในเขตเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ หากเครื่องจักรกลที่ใช้ปฏิบัติงานชำรุดหรือเกิดการหยุดกะทันหันแล้ว จะทำให้การทำให้การทำงานล่าช้า ไม่ต่อเนื่อง สาเหตุสำคัญเกิดจากเครื่องจักรกลงานก่อสร้างที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ชำรุด เสื่อมสภาพ มีการใช้งานมาเป็นเวลานาน เกิดผลกระทบเป็นปัญหาอย่างต่อเนื่องทั้งในทางปฏิบัติและการบริหารงานตามนโยบาย การแก้ไขปัญหาจึงต้องดำเนินการออกแบบระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลงานก่อสร้างให้เป็นมาตรฐานและยั่งยืน เพื่อพัฒนาให้เป็นแนวทางในการทำงานที่เป็นระบบทางวิชาการ ต่อไป

การดำเนินการออกแบบเริ่มจากการเก็บข้อมูลของเครื่องจักรกลและระบบการซ่อมบำรุงโดยศึกษาสภาพทั่วไป การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE) ก่อนและหลังการปรับปรุง รวมถึงการวัดระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF) ก่อนและหลังการปรับปรุงเป็นดัชนีชี้วัด เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุการหยุดกะทันหันและปัญหาอุปสรรคต่างๆ ในระบบการซ่อมบำรุงเดิม โดย 7QC TOOL จากนั้นออกแบบระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน โดยใช้โปรแกรมฐานข้อมูลเพื่อนำมาเก็บข้อมูลและวางแผนการซ่อมบำรุง

หลังจากดำเนินงานระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน พบว่า ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE) มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 55.17 เพิ่มเป็นร้อยละ 76.73 ทำให้เครื่องจักรกลมีความพร้อมในการทำงานมากขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF) เพิ่มขึ้นจากเดิม 65.03 ชั่วโมง เพิ่มเป็น 80.84 ชั่วโมง หรือเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 24.31

คำสำคัญ : เครื่องจักรกลงานก่อสร้าง; การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน; ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล; ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย



_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Title : Preventive Maintenance System Design of Construction Machinery: Case Study of Machinery and Traffic System Center of Kalasin Municipality

Author : Mr. Inkavut Khongkhunawat

Degree : M. Eng. (Engineering Management)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr. Siwadol Kanyakum
Dr. Somchai Inthata

Year : 2017

ABSTRACT

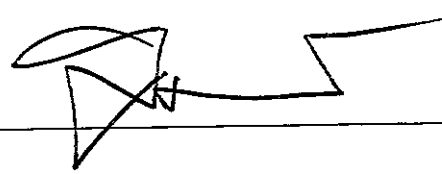
This research aimed to design the preventive maintenance system of construction machinery for Kalasin Municipality Machinery and traffic system center which is responsible for maintenance of construction machinery in order to fix, control, maintain, repair, build, and develop infrastructure, including public utility, and also give public services in Kalasin municipality. In case of the immediate breakdown of construction machinery, it might delay the continuity in operation of construction machinery. Moreover, it affects the practical operation and management based on the policy. Therefore, the standard construction machinery design is necessary to solve the problems sustainably and to develop the guideline for further academic system.

The design process was initiated by collecting data of general machines and maintenance systems. Overall equipment effectiveness (OEE) before and after improving the system and mean times between failures (MTBF) were employed to indicate maintenance system improvement. The 7QC TOOL was used to analyze causes of immediate breakdown and other problems of the previous maintenance system. After the preventive maintenance system was designed, the database was used for data collection and maintenance plan.

The research results showed that the overall equipment effectiveness (OEE) increased from 55.17% to 76.73%, and the results indicated that the machinery was more ready for operation. Additionally, mean time between failures (MTBF) also increased from 65.03 hours to 80.84 hours or 24.31%.

Keywords: Construction Machinery; Preventive Maintenance; Overall Equipment Effectiveness (OEE); Mean Time between Failures (MTBF)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวดล กัญญาคำ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นนทพงษ์ พลพวก กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์สุคนธ์ อาจฤทธิ์ ประธานกรรมการสอบ และดร.กมล พลคำ กรรมการสอบ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สมชาย อินทะตา เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ มาโดยตลอด ขอขอบพระคุณครูบาอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาที่ผ่านมา และขอขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้มีพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามทั้งหมดไว้ ณ ที่นี้

นายอิงควัต คงคุณาวัฒน์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ค
ABSTRACT ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ 2
1.5 นิยามศัพท์ 3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 5
2.1 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 6
2.2 เจ็ดเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 20
2.3 วงจรเดมมิ่ง 27
2.4 การประเมินผลการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 32
2.5 การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) 33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 40
3.1 เครื่องจักรงานก่อสร้างที่ใช้ในงานวิจัย 40
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย 44
3.3 การหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) 49
3.4 การหาค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF) 50
3.5 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 50
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 52
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของเครื่องจักรงานก่อสร้าง 52
4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) 65
4.3 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF) 79

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หัวเรื่อง หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 83
5.1 สรุปผลการวิจัย 83
5.2 ข้อเสนอแนะ 84
บรรณานุกรม 86
ภาคผนวก 89
ภาคผนวก ก แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 90
ภาคผนวก ข อัตราการเดินเครื่อง (AR) ก่อน-หลังการปรับปรุงในแต่ละเดือน 115
ภาคผนวก ค ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) ก่อน-หลังการปรับปรุงในแต่ละเดือน 122
ภาคผนวก ง อัตราคุณภาพ (QR) ก่อน-หลังการปรับปรุงในแต่ละเดือน 129
ภาคผนวก จ ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) 136
ภาคผนวก ฉ ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF) 143
ภาคผนวก ช ขั้นตอนการใช้โปรแกรมการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 150
ภาคผนวก ซ แบบบันทึกการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 163
ประวัติผู้วิจัย 172

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 ข้อมูลทั่วไปของเครื่องจักรกล 40
4.1 แสดงเวลาที่สูญเสียในการทำงานของเครื่องจักรกลทั้งหมด 61
4.2 ค่าเฉลี่ยอัตราการเดินเครื่อง (AR) 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง 66
4.3 ค่าเฉลี่ยอัตราการเดินเครื่อง (AR) 3 เดือน หลังการปรับปรุง 67
4.4 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง 69
4.5 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) 3 เดือน หลังการปรับปรุง 70
4.6 ค่าเฉลี่ยอัตราคุณภาพ (QR) 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง 71
4.7 ค่าเฉลี่ยอัตราคุณภาพ (QR) 3 เดือน หลังการปรับปรุง 73
4.8 ค่าเฉลี่ยประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง 75
4.9 ค่าเฉลี่ยประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล 3 เดือน หลังการปรับปรุง 77
4.10 ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF) 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง 79
4.11 ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF) 3 เดือน หลังการปรับปรุง 80
5.1 สรุปประสิทธิผลโดยรวมและระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายของเครื่องจักรกล ก่อนและหลังปรับปรุง 83
ก.1 ตารางรายละเอียดประมาณการค่าอะไหล่ ระยะเวลาซ่อม อายุมาตรฐาน ของเครื่องจักรกล 91
ข.1 อัตราการเดินเครื่อง (AR) ก่อนการปรับปรุง เดือนสิงหาคม 2558 116
ข.2 อัตราการเดินเครื่อง (AR) ก่อนการปรับปรุง เดือนกันยายน 2558 117
ข.3 อัตราการเดินเครื่อง (AR) ก่อนการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2558 118
ข.4 อัตราการเดินเครื่อง (AR) หลังการปรับปรุง เดือนมกราคม 2559 119
ข.5 อัตราการเดินเครื่อง (AR) หลังการปรับปรุง เดือนกุมภาพันธ์ 2559 120
ข.6 อัตราการเดินเครื่อง (AR) หลังการปรับปรุง เดือนมีนาคม 2559 121
ค.1 ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) ก่อนการปรับปรุง เดือนสิงหาคม 2558 123
ค.2 ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) ก่อนการปรับปรุง เดือนกันยายน 2558 124
ค.3 ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) ก่อนการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2558 125
ค.4 ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) หลังการปรับปรุง เดือนมกราคม 2559 126
ค.5 ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) หลังการปรับปรุง เดือนกุมภาพันธ์ 2559 127
ค.6 ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) หลังการปรับปรุง เดือนมีนาคม 2559 128

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ หน้า

ง.1 อัตราคุณรูปภาพ (QR) ก่อนการปรับปรุง เดือนสิงหาคม 2558 130
ง.2 อัตราคุณรูปภาพ (QR) ก่อนการปรับปรุง เดือนกันยายน 2558..... 131
ง.3 อัตราคุณรูปภาพ (QR) ก่อนการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2558 132
ง.4 อัตราคุณภาพ (QR) หลังการปรับปรุง เดือนมกราคม 2559 133
ง.5 อัตราคุณภาพ (QR) หลังการปรับปรุง เดือนกุมภาพันธ์ 2559 134
ง.6 อัตราคุณภาพ (QR) หลังการปรับปรุง เดือนมีนาคม 2559 135
จ.1 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) ก่อนการปรับปรุง เดือนสิงหาคม 2558. 137
จ.2 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) ก่อนการปรับปรุง เดือนกันยายน 2558 138
จ.3 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) ก่อนการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2558... 139
จ.4 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) หลังการปรับปรุง เดือนมกราคม 2559. 140
จ.5 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) หลังการปรับปรุง เดือนกุมภาพันธ์ 2559 141
จ.6 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) หลังการปรับปรุง เดือนมีนาคม 2559... 142
ฉ.1 เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) ก่อนการปรับปรุง เดือนสิงหาคม 2558..... 144
ฉ.2 เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) ก่อนการปรับปรุง เดือนกันยายน 2558 145
ฉ.3 เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) ก่อนการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2558..... 146
ฉ.4 เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) หลังการปรับปรุง เดือนมกราคม 2559 147
ฉ.5 เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) หลังการปรับปรุง เดือนกุมภาพันธ์ 2559 148
ฉ.6 เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) หลังการปรับปรุง เดือนมีนาคม 2559..... 149

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กราฟเส้นรูปอ่างน้ำ	18
2.2	ตัวอย่างใบตรวจสอบ (Check Sheet)	21
2.3	ตัวอย่างกราฟ (Graph)	22
2.4	ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต้ (Pareto Chart)	23
2.5	ตัวอย่างผังก้างปลา (Fishbone Diagram)	24
2.6	ตัวอย่างฮีสโตแกรม (Histogram)	24
2.7	ตัวอย่างผังการกระจาย (Scatter Diagram)	25
2.8	ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม (Control Chart)	26
2.9	ภาพวงจรเดมมิ่ง	27
2.10	ภาพ Flow Chart กระบวนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน	31
3.1	หน้าต่างเมนูหลัก ฐานข้อมูลเครื่องจักรงานก่อสร้าง	51
4.1	รถบรรทุก 4 ล้อ	52
4.2	รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า	53
4.3	รถบรรทุกน้ำ	54
4.4	รถบรรทุก 6 ล้อ	55
4.5	รถตักล้อยาง	56
4.6	รถตักหน้าและหลังขุด	57
4.7	รถขุดแบบยาวตีนตะขาบ	58
4.8	แผนภูมิพาเรโตแสดงเวลาสูญเสียในการทำงานของเครื่องจักรกลทั้งหมด	62
4.9	แผนภูมิก้างปลาแสดงปัญหาการบำรุงรักษา	63
4.10	เปรียบเทียบอัตราการเดินเครื่อง (AR) ก่อน - หลังการปรับปรุง	68
4.11	เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเดินเครื่อง ก่อน - หลังการปรับปรุง	71
4.12	เปรียบเทียบอัตราคุณภาพ ก่อน - หลังการปรับปรุง	74
4.13	เปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล ก่อน - หลังการปรับปรุง	78
4.14	เปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายก่อน - หลังการปรับปรุง	82

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาปัญหาของงานวิจัย

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นองค์กรที่มีหน้าที่ในการดูแลและรับผิดชอบในการพัฒนาท้องถิ่นในระดับพื้นที่ ลักษณะสำคัญ ประการหนึ่งขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ได้แก่ การมีความเป็นอิสระในการดำเนินงานด้านต่างๆ อาทิ มีอิสระในการกำหนดนโยบาย การบริหารงานบุคคล มีภารกิจและความรับผิดชอบในการดำเนินงาน การบริหารการเงิน การคลังและการงบประมาณ และเพื่อให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถดำเนินการและจัดบริการสาธารณะต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงได้มีการถ่ายโอนภารกิจในการจัดบริการสาธารณะให้แก่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ทั้งนี้กระบวนการ หนึ่งซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ได้แก่ การจัดการให้บริการด้านโครงสร้างพื้นฐาน รวมถึงการดูแล ปรับปรุง ซ่อมแซมโครงสร้างพื้นฐาน เนื่องจากในกระบวนการบริการด้านโครงสร้างพื้นฐาน จะเป็นกระบวนการที่ให้การจัดบริการสาธารณะ และการดำเนินงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีประสิทธิภาพ ประกอบกับภายใต้กระบวนการดำเนินงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในปัจจุบันจะต้องเน้นกระบวนการทำงานและการบริหารงานที่กระชับ ฉับไว สนองความต้องการของประชาชนในพื้นที่

การก่อสร้าง พัฒนา ปรับปรุง ซ่อมแซมโครงสร้างพื้นฐานถือเป็นภารกิจที่สำคัญของเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ซึ่งต้องดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ การนำเครื่องจักรกลมาใช้แทนกำลัง แรงงานคน สามารถลดกระบวนการที่ซ้ำซ้อน ลดระยะเวลาการทำงาน คุณภาพของงานดีขึ้น แต่ขณะเดียวกันเครื่องจักรกลที่นำมาใช้งาน ต้องมีระบบการดูแลรักษาที่ดีด้วย จึงจะสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ มีความพร้อมในการปฏิบัติงาน ปัจจุบันเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ได้สร้างศูนย์เครื่องจักรกลแห่งใหม่ ซึ่งมีความพร้อมในด้านสถานที่การจัดเก็บเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง สามารถรองรับเครื่องจักรกลที่ใช้ในปัจจุบันได้ แต่ยังขาดแผนการบริหารจัดการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรกลงานก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งต้องพัฒนากระบวนการที่เป็นมาตรฐานทางวิชาการ และมีความยั่งยืน เป็นแนวทางในการปฏิบัติต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากปัญหาดังกล่าวผู้ศึกษา จึงได้มุ่งเน้นทำการศึกษาเครื่องจักรกลของศูนย์เครื่องจักรกลทั้ง 16 คัน เพราะมีการสูญเสียเวลาในการทำงานสูง โดยศึกษารูปแบบของการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดปัญหา และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานการซ่อมบำรุงเพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้หรือกลับอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้รวมถึงการตรวจสภาพ การทดสอบ การบริการการซ่อมให้สามารถใช้งานได้ จัดระบบให้เป็นมาตรฐานและเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันและนำมาใช้ปฏิบัติในศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ เพื่อนำผลวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการออกแบบ ระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สภาพทั่วไปของระบบการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรกลงานก่อสร้างของศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์

1.2.2 เพื่อออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เครื่องจักรกลงานก่อสร้าง ของศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) และวัดระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (Mean Time Between Failures : MTBF) ของระบบการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรงานก่อสร้าง ก่อนและหลังการนำระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ โดยครอบคลุมเนื้อหาดังนี้

1.3.1 การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลจากฝ่ายศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร ส่วนการโยธา สำนักการช่าง เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ เป็นกรณีศึกษา

1.3.2 การวิจัยครั้งนี้จะทำการออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรกลโดยใช้ระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เครื่องจักรกลงานก่อสร้าง จำนวน 16 คัน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 สามารถลดการหยุดกะทันหันของเครื่องจักรกลงานก่อสร้างของกรณีศึกษา

1.4.2 สามารถเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรกลงานก่อสร้างอย่างต่อเนื่อง ๆ

1.4.3 สามารถเป็นแนวทางในการออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับศูนย์เครื่องจักรกลของหน่วยงานท้องถิ่นอื่นๆ

1.5 นิยามศัพท์

"เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์" เป็นองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นประเภทเทศบาลเมือง ตั้งอยู่ที่อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ มีพื้นที่ครอบคลุมตำบลกาฬสินธุ์ทั้งตำบล ภายในเขตเทศบาลเป็นที่ตั้งของหน่วยงานการบริหาร สถานศึกษา สถานพยาบาลและสาธารณสุข ตลอดจนเป็นศูนย์กลางการคมนาคมของจังหวัดกาฬสินธุ์ (วิกิพีเดีย, 2557)

"โครงสร้างพื้นฐาน" (Infrastructure: infra + structure) หมายถึงสิ่งปลูกสร้าง หรือระบบที่รองรับ หรือเป็นพื้นฐานของชุมชน ที่ขยายตัวอย่างต่อเนื่อง อาทิ ทาง ท่อ หรืออาคารระบายน้ำ ระบบชลประทาน เขื่อน ฝาย คลองส่ง อ่างเก็บน้ำ คัน หรือพนังป้องกันอุทกภัย ระบบขนส่ง ถนน อุโมงค์ สะพาน ทางรถไฟ ท่าเรือ ท่าอากาศยาน และระบบท่อ สาธารณูปโภค อาทิ โรงกรองน้ำประปา โรงผลิตไฟฟ้า ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบกำจัดขยะ (สถาพร โภคา, 2009)

"ระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน" (Preventive Maintenance) หมายถึง การบำรุงรักษาเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเกิดความเสียหายไม่ว่าจะเป็นการตรวจเช็คหรือการเปลี่ยนอุปกรณ์ล่วงหน้าก่อนเกิดการเสียหายเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขัดข้องก่อนจะลุกลามไปเป็นความเสียหายหรือกระทบต่อการทำงาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

"การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรงานก่อสร้าง" หมายถึง การบำรุงรักษาเครื่องจักรงานก่อสร้าง โดยครอบคลุมกิจกรรมต่างๆ ทั้งหมดที่กระทำเพื่อรักษาให้เครื่องจักรมีสภาพดีตามกำหนดหรือทำให้เครื่องจักรกลับคืนสู่สภาพเดิมตามกำหนด

"ประสิทธิภาพ" หมายถึง ระดับของการใช้ประโยชน์ของระบบที่ถูกต้อง ซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้อัตราส่วนของการใช้ทรัพยากรที่คาดหวังไว้กับการใช้ทรัพยากรจริง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบระบบซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง โดยการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของกรณีศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะรักษาสมรรถนะความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรกล รักษาประสิทธิผลของเครื่องจักรกลงานก่อสร้างเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานบริการให้บรรลุเป้าหมาย โดยให้มีความปลอดภัยสูงสุด สามารถสนองนโยบายของผู้บริหารและบรรเทาความเดือดร้อนของประชาชนในเวลาที่ต้องการความช่วยเหลือ ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นศึกษาในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Planned Maintenance or Preventive Maintenance)
2. เจ็ดการควบคุมคุณภาพ (7QC)
3. วงจรเดมมิ่ง (Deming Circle)
4. การประเมินผลการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
5. การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

การซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลมีวิวัฒนาการเรื่อยมา สาเหตุเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในการผลิต ความซับซ้อนของเครื่องจักรกล การชำรุดของเครื่องจักรกล ความก้าวหน้าในการตรวจสอบหาสาเหตุ และความต้องการในการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้เพื่อหยุดการชำรุดของเครื่องจักรกล โดยสามารถจำแนกการบำรุงรักษาต่าง ได้ดังนี้ (สนั่น เถาชารี, 2558)

- การบำรุงแบบซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance)
- การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Planned Maintenance or Preventive Maintenance)
- การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance)
- การบำรุงรักษาเชิงปรับปรุงแก้ไข (Corrective Maintenance)
- การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)
- วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ (Reliability Engineering)
- ทีโรเทคโนโลยี (Tero-technology)
- การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนรวม (Total Productive Maintenance)

- การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

2.1 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Planned Maintenance or Preventive Maintenance)

โดยทั่วไปเครื่องจักรและสิ่งอำนวยความสะดวกจะมีความสึกหรอจากการใช้งานและสภาพแวดล้อมแม้ว่าจะมีการออกแบบที่ดีเยี่ยมก็ตาม ดังนั้น จึงต้องมีการดูแลตรวจเช็คสภาพตามรอบเวลาเพื่อทำการซ่อมแซมและปรับตั้ง ก่อนที่จะเกิดขัดข้องรวมทั้ง ยืดอายุการใช้งาน แต่การดำเนินการดังกล่าวจะต้องทำการในช่วงเวลาอันเหมาะสม เพื่อลดผลกระทบต่อสายการผลิต กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) จึงมีบทบาททั้งสำคัญในการปกป้องการเสื่อมสภาพก่อนเวลาและลดความสูญเสียจากการขัดข้อง เช่น ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม เสียเวลาในการรอคอย การหยุดผลิต ปัญหาทางคุณภาพ เป็นต้น รวมทั้ง ยังทำให้สูญเสียโอกาสในการแข่งขัน การวางแผนการบำรุงรักษาทั้งเหมาะสมจะสามารถลดความสูญเสียโดยรวมและเป็นการรวมกิจกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาอุปกรณ์ให้มีสภาพทั้งพร้อมใช้งานด้วยประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้น การดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการปรับปรุงผลิตภาพโดยรวม

2.1.1 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

หรือที่เรียกว่า การบำรุงรักษาเชิงวางแผน (Planned Maintenance) และการบำรุงรักษาตามกำหนดการ (Scheduled Maintenance) โดย PM เป็นกิจกรรมทั้งมีความสำคัญต่อการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและการรักษาสภาพการเดินเครื่องทั้งเหมาะสมก่อนทั้งเครื่องจักรจะเกิดการขัดข้องโดยมีการจัดทำแผนงานตามช่วงเวลาเพื่อลดโอกาสการชำรุดทำให้เครื่องจักรมีค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability) ที่สูงขึ้นโดยมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การทำความสะอาด การหล่อลื่น การตรวจสอบสภาพเครื่องจักร ดังนั้น PM จึงมุ่งเน้นในการระบุต้นตอของปัญหาและการแก้ไขก่อนที่จะเกิดการ Breakdown ความสัมฤทธิ์ผลของการดำเนินกิจกรรม PM จึงขึ้น อยู่กับความเชื่อถือของกิจกรรมการตรวจสอบและการดำเนินแก้ไข ซึ่งความถี่ของการขัดข้องจึงเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์และการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน โดยกิจกรรมดังกล่าวจะมีการดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ เช่น การบำรุงรักษาเครื่องยนต์ในเครื่องบินโดยสารทั้งถูกตรวจเช็คทำความสะอาดและเปรียบเทียบ เป็น

ประจำตามกำหนดการในแผนเพื่อลดปัญหาขัดข้องที่อาจเกิดขึ้น ขณะทำการบิน ซึ่งกิจกรรมที่สำคัญของ PM มีดังนี้

2.1.1.1 การดูแลทำความสะอาดเครื่องจักรและสิ่งอำนวยความสะดวก โดยสาเหตุหนึ่งของปัญหาเครื่องจักร ก็คือ ความสกปรก ดังนั้น กิจกรรมพื้น ฐาน อย่าง 5 ส จึงมีบทบาทที่สำคัญ ซึ่งบุคลากรในสายการผลิต อย่างพนักงานควบคุมเครื่องจักรจะเป็นผู้ดูแลและทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน ทำให้ง่ายต่อการค้นพบข้อบกพร่อง

2.1.1.2 การรักษาเงื่อนไขการเดินเครื่องให้อยู่สภาวะที่ปกติ เนื่องจากเครื่องจักรทุกชนิดได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานภายใต้ข้อกำหนด (Specification) โดยมีข้อกำหนดทั้งแนะนำที่ระบุในคู่มือปฏิบัติการ ซึ่งสภาพการใช้งานเป็นตัวแปรที่มีผลต่อการเร่งการเสื่อมสภาพและการขัดข้องของเครื่องจักร โดยมีปัจจัยทั้งสำคัญ เช่น ความเร็ว อุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมPM จะมุ่งรักษาสภาวะการใช้งานไม่ให้เกินจากข้อกำหนด เพื่อเป็นการรักษาสภาพเครื่องจักรไม่ให้เสื่อมสภาพก่อนกำหนดและยังยืดอายุการใช้งาน

2.1.1.3 การตรวจสอบตามรอบเวลา เพียงแค่กิจกรรมการทำความสะอาดเครื่องคงไม่เพียงพอ ดังนั้น การตรวจติดตามการปฏิบัติการ (Operational Monitoring) จึงเป็นการตรวจจับอาการที่เป็นสัญญาณเตือน ซึ่งผู้ปฏิบัติการจะดำเนินการตรวจเช็คทั้ง ภายนอกและภายใน โดยที่การตรวจภายนอกกระทำโดยการสังเกตและการใช้ความรู้สึกในการตรวจจับความผิดปกติ เช่น การสั่นสะเทือน ความร้อนที่สูงขึ้น เสียง เป็นต้น ส่วนการตรวจภายในสามารถดำเนินการโดยตรวจสอบชิ้น ส่วนภายใน (Internal Part) เช่น เกียร์ ลูกปืน พิกัดเผื่อของชิ้น ส่วน เมื่อเกิดอาการขึ้นการดำเนินการแก้ไขเบื้องต้นโดยผู้ปฏิบัติการ เช่น การขันตัวยึดให้แน่น การเติมน้ำมันหรือการเปลี่ยนชิ้นส่วน ถ้าหากไม่มีการตรวจจับอาการหรือปัญหาเบื้องต้น ก็อาจเกิดปัญหาลุกลามจนก่อให้เกิดความเสียหายขึ้น ดังนั้น ความถือของการตรวจจับควรจะกำหนดและพิจารณาอย่างรอบคอบ ถ้าหากทำการตรวจบ่อยครั้ง ก็อาจทำให้เกิดความสูญเปล่าของเวลาการเดินเครื่องและผลิตภาพทางแรงงาน ซึ่งการกำหนดระยะเวลาและความถี่ในการตรวจสอบอาจใช้ประสบการณ์และกำหนดการที่จำแนกประเภทเครื่องจักร ดังนี้

1) เครื่องจักรทั้งมีความสำคัญสูง หากมีการหยุดเครื่องก็จะส่งผลกระทบต่อสายการผลิตและใช้เวลาในการซ่อมแซมมาก จึงต้องทำกำหนดการสำหรับการตรวจสอบ การทำความสะอาด การหล่อลื่น อย่างเข้มงวดเพื่อป้องกันความผิดพลาด

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครสวรรค์
RAJAPHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2) เครื่องจักรโดยทั่วไป จะมีความถี่ในการตรวจสอบน้อย เนื่องจากเครื่องจักรดังกล่าวไม่กระทบต่อสายการผลิตมากนัก

3) การบันทึกและจัดเก็บข้อมูล เป็นกิจกรรมทั้งจำเป็นอย่างยิ่งต่อ PM โดยเฉพาะการจัดเก็บประวัติการซ่อมบำรุง ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งข้อมูลทั้งสำคัญทั้งจะสนับสนุนต่อการวางแผนและการจัดทำกำหนดการบำรุงรักษา

4) การวางแผนเพื่อกำหนดตารางการบำรุงรักษา สำหรับในทุกกิจกรรมของ PM ควรมีการวางแผนล่วงหน้าในรายละเอียดโดยใช้ข้อมูลจากประวัติการบำรุงรักษาที่ถูกบันทึก ดังนั้นการจัดทำแผนงานจะต้องทำอย่างรอบคอบ โดยมีการระบุรายละเอียดในแต่ละกิจกรรมอย่างชัดเจน

5) การฝึกอบรมบุคลากร เป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จในการดำเนินกิจกรรมบำรุงรักษา โดยเฉพาะบุคลากรที่เป็นทรัพยากรที่สำคัญ เช่น ช่างเทคนิคและผู้ควบคุมงาน ควรได้รับการฝึกอบรมให้สามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆ อย่างเป็นระบบ เช่น การบำรุงรักษา การตรวจติดตามและการซ่อมแซม

2.1.2 เป้าหมายหลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.1.2.1 เพื่อให้เครื่องจักรมีความพร้อมใช้งานสูงสุด (Maximum Availability) โดยหลีกเลี่ยงปัญหาการเกิด Breakdown และลดเวลาการหยุดของเครื่องจักร

2.1.2.2 รักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้งานที่ส่งผลต่อคุณภาพของสินค้า

2.1.2.3 ลดอัตราการชำรุดและเสื่อมสภาพของเครื่องจักร

2.1.2.4 เพื่อให้เครื่องจักรมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานในขณะเดินเครื่อง

2.1.2.5 เพื่อให้เครื่องจักรสามารถเดินเครื่องอย่างเต็มประสิทธิภาพ

2.1.2.6 ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและการจัดอุปกรณ์สำรองให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักรกลให้ถูกต้องเป็นปัจจัยที่สำคัญซึ่งจะช่วยยืดอายุและลดการเกิดหยุดเครื่องจักรกลให้สามารถใช้งานได้นานขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน แนวทางการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลในทางวิศวกรรมมีหลายวิธีการ ซึ่งหนึ่งในวิธีการที่มีความสำคัญ คือ การบำรุงรักษาเชิงปองกัน (Planned Maintenance or Preventive Maintenance : PM) เปนแนวทางที่ตองการปองกันการหยุดของเครื่องจักรกลเนื่องจากเครื่องจักรเสีย (Breakdown) ที่ไมสามารถคาดการณลวงหนาได การหยุดของเครื่องจักรกลงานก่อสร้างทำให้เสียเวลาในการทำงาน ดังนั้นจึงต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

องมีระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้นเพื่อทำการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร การเติมน้ำมัน การหล อลื่น การถอดเปลี่ยนชิ้นสวน การซอมแซม การจดบันทึกผลการดำเนินการเปนขอมูลในการวาง แผนการบำรุงรักษา การวิเคราะหขอมูลที่ได บันทึกไวเพื่อคนหาจุดที่เปนปญหาเพื่อสรางมาตรฐาน การแกไข โดยที่การดำเนินการทั้งหมดจะเกิดขึ้นซ้ำแลวซ้ำอีก เพื่อปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิง ป้องกันใหสอดคลองกับสภาพเครื่องจักรกลที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา โดยใหเกิดความเหมาะสม มีความแม่นยำเชื่อถือได และทันสมัยอยูตลอดเวลา

2.1.3 การบำรุงรักษาเครื่องจักรกล

เครื่องจักรกลมีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ต่อความสำเร็จของงานทั้งในด้านคุณภาพของงาน เวลา และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง สำหรับคุณภาพของงานและเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างในส่วนของ เครื่องจักรกลโดยทั่วไป จะขึ้นอยู่กับการเลือกชนิด ประเภท ขนาด และจำนวนของเครื่องจักรกลการ วางแผนการใช้เครื่องจักรกล สภาพของเครื่องจักรกลความชำนาญของพนักงานขับและการควบคุม งานเป็นหลัก ส่วนค่าใช้จ่ายในด้านเครื่องจักรกล ซึ่งรวมอยู่ในค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการก่อสร้างนั้นจะ ขึ้นอยู่กับการปฏิบัติต่อเครื่องจักรกลเป็นสำคัญ

การจัดการในด้านเครื่องจักรกลงานก่อสร้างมักจะถูกละเว้น หรือไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร จากผู้ที่รับผิดชอบนับตั้งแต่ไม่ได้ศึกษา และวิเคราะห์เพื่อให้ได้ประเภท ชนิด ขนาด และจำนวนของ เครื่องจักรกลที่เหมาะสมสำหรับงานก่อสร้าง และไม่มีการวางแผนการใช้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นผล ให้มีเครื่องจักรกลที่เหมาะสมสำหรับงานก่อสร้าง และไม่มีการวางแผนการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผลให้มีเครื่องจักรกลจอดรองานหรือมีงานบางประเภทต้องรอเครื่องจักรกล ทำให้งานอื่นต้อง หยุดชะงักไปด้วย นอกจากนี้การปฏิบัติต่อเครื่องจักรกล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้งานยังขาด มาตรการในด้านความปลอดภัย และการใช้อย่างถูกวิธี รวมทั้งการบำรุงักษาเครื่องจักรกลส่วนใหญ่จะ ไม่ได้ทำตามขั้นตอนที่ถูกต้อง แต่มักจะดำเนินการในลักษณะของการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เช่น จะ ซ่อมแซมก็เมื่อเครื่องชำรุดเสียหายจนใช้งานไม่ได้แล้วเท่านั้น ปัญหาของการปฏิบัติต่อเครื่องจักรกล อย่างไม่ถูกต้องนั้น โดยทั่วไปเกิดขึ้นมาจากบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติต่อเครื่องจักรกลส่วน ใหญ่จะยึดติดกับสิ่งที่เคยปฏิบัติมาไม่ยอมเปลี่ยนแปลงตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งเป็นสิ่งที่ จำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับเครื่องจักรกลงานก่อสร้างในปัจจุบันที่ได้มีการปรับปรุงพัฒนาไป จากเครื่องจักรกลที่เคยใช้กันอยู่เป็นอันมาก

2.1.4 การปฏิบัติต่อเครื่องจักรกล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมื่อนำเครื่องจักรกลมาใช้ในงานก่อสร้างก็จำเป็นที่ต้องมีการปฏิบัติต่อเครื่องจักรกลเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ การปฏิบัติต่อเครื่องจักรกลนี้มิได้หมายถึงเฉพาะการขับเคลื่อนหรือควบคุมเครื่องจักกลให้ทำงานเท่านั้น แต่หมายถึงงานที่ต้องปฏิบัติต่อเครื่องจักรกลเพื่อรักษาสภาพเครื่องจักกล และแก้ไขเครื่องจักรกลที่ชำรุดให้คืนสู่สภาพเดิมด้วยงานที่ต้องปฏิบัติต่อเครื่องจักรกล จึงสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

2.1.4.1 การขับเคลื่อนหรือควบคุมเครื่องจักกลให้ทำงาน หมายถึง การปฏิบัติภายนอกซึ่งกระทำต่อเครื่องจักรกลเพื่อให้เครื่องจักรกลนั้นทำงานตามที่ต้องการ ได้แก่ การเดินเครื่อง การควบคุมเครื่องจักรกลให้ทำงาน และการหยุดเครื่อง เป็นต้น

2.1.4.2 การบำรุงรักษาเครื่องจักรกล หมายถึง การปฏิบัติต่อเครื่องจักรกล เพื่อป้องกันการสึกหรอการเสื่อมสภาพและการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรกลซึ่งได้แก่ การตรวจสอบ การหล่อลื่น การปรับแต่ง และการเปลี่ยนชิ้นส่วนและวัสดุที่หมดสภาพ การบำรุงรักษาโดยทั่วไปจะกระทำต่อเครื่องจักรตามระยะเวลาการใช้งาน เช่นทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน หรือทุก 10 ชั่วโมง 50 ชั่วโมง 200 ชั่วโมง เป็นต้น โดยปฏิบัติต่อเครื่องจักรกลเมื่อเครื่องจักรกลยังสามารถใช้งานได้อยู่

2.1.4.3 การซ่อมแซมเครื่องจักรกล หมายถึงการปฏิบัติต่อเครื่องจักรกล เมื่อเครื่องจักรกลชำรุดจนใช้งานไม่ได้ หรือใช้งานไม่ได้ดีเท่าที่ควร ซึ่งเป็นการแก้ไขให้เครื่องจักรกลกลับไปอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีเช่นเดิม การซ่อมแซมนี้ได้แก่ การถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ชำรุดการถอด ทำความสะอาด การปรับแต่ง และการซ่อมแซมชิ้นส่วนที่เสียหายเป็นต้น

เพื่อให้เครื่องจักรกลอยู่ในสภาพดี และลดค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรกลลง จำเป็นต้องให้ความสำคัญต่อการปฏิบัติต่อเครื่องจักรกลทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวข้างต้นทั้งหมด ในการขับเคลื่อนและควบคุมเครื่องจักรก็จะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในหนังสือคู่มือการใช้อย่างเคร่งครัด รวมถึงจะต้องคำนึงกับข้อควรระวังและมาตรการในด้านความปลอดภัยอยู่เสมอ สำหรับการบำรุงรักษาเครื่องจักรก็ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด เวลาและรายการที่ระบุไว้ในหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาอย่างครบถ้วน ส่วนการซ่อมแซมก็จะต้องมีการวิเคราะห์หาสาเหตุข้อขัดข้องและมีการถอดประกอบและปรับแต่ง ตามขั้นตอนที่ให้ไว้ในหนังสือคู่มือการซ่อมด้วย

ในด้านการบำรุงรักษานั้น เป็นงานที่ต้องปฏิบัติตามระยะเวลาการใช้งานซึ่งสามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้จึงควรกำหนดเป็นแผนการดำเนินงาน เพื่อให้การปฏิบัติงานดังกล่าวสามารถทำได้อย่างทั่วถึง ซึ่งเป็นผลให้การชำรุดเสียหายของเครื่องจักรกลลดลงอีกด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJAPHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.5 ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรกล

ในการควบคุมค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรกล จำเป็นต้องมีการประเมินค่าใช้จ่ายมาตรฐานของเครื่องจักรกลแต่ละชิ้น เพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการประเมินผลค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง และใช้สำหรับค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งกำหดแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่อไป

ค่าใช้จ่ายมาตรฐานที่นิยมคิดกันจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1.5.1 ค่าใช้จ่ายของการเป็นเจ้าของ (Owning Cost) ซึ่งประกอบด้วยค่าเสื่อมราคาหรือค่าใช้จ่ายที่ต่อเสียไป เนื่องจากเครื่องจักรกลมีมูลค่าลดลง เมื่อเครื่องจักรกลมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น ค่าดอกเบี้ยสำหรับเงินลงทุนที่ซื้อเครื่องจักรกลมาใช้งานและค่าเบี้ยประกันในกรณีที่มีกาประกันความเสียหายของเครื่องจักรกล

2.1.5.2 ค่าใช้จ่ายในการใช้งาน (Operating Cost) ซึ่งหมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อนำเครื่องจักรกลไปทำงาน โดยทั่วไปจะประกอบด้วย

1) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ขนาดของเครื่องยนต์และสภาพของการใช้งาน

2) ค่าน้ำมันหล่อลื่นและเครื่องกรองต่างๆ จะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องจักรกลและข้อแนะนำในด้านช่วงเวลาการเปลี่ยนถ่ายของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งนิยมที่จะประเมินโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

3) ค่าซ่อมแซม หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปในการซ่อมแซมเครื่องจักรกลเมื่อเครื่องจักรกลชำรุดหรือเสื่อมสภาพ ซึ่งได้แก่ค่าชิ้นส่วนหรืออะไหล่ต้องเปลี่ยนและค่าแรงที่ใช้ในการซ่อมแซม ค่าซ่อมแซมนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งานและการบำรุงรักษาเป็นหลัก โดยนิยมที่จะประเมินจากค่าเสริมราคาหรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของราคาซื้อ

4) ค่ายาง สำหรับเครื่องจักรกล ล้อยาง จะขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งานและอายุการใช้งาน

5) ค่าชิ้นส่วนที่สึกหรอเร็ว หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่สึกหรอเร็วของเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง เช่นใบมีดและฟันของบุ้งกี๋ เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน

6) ค่าพนักงานขับเคลื่อนคือค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานขับเคลื่อนเครื่องจักรกล ซึ่งจะรวมถึงเงินเดือน เบี้ยเลี้ยง ค่าที่พัก และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่ต้องจ่ายให้แก่พนักงาน

7) ค่าบริหารงาน หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการจัดการเครื่องจักรกล ซึ่งได้แก่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ค่าใช้จ่ายของพนักงาน ค่าวัสดุ ค่าใช้จ่ายของยานพาหนะที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดการให้เครื่องจักรกลทำงาน การจัดให้มีการบำรุงรักษา และซ่อมแซมเครื่องจักรกลให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

เมื่อพิจารณาถึงรายการค่าใช้จ่ายข้างต้นจะเห็นว่าค่าใช้จ่ายเกือบทุกรายการจะเป็นค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างคงที่ ซึ่งเมื่อคิดต่อชั่วโมงการใช้งานแล้วหากสภาพการทำงานไม่เปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายดังกล่าวจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก สำหรับรายการค่าใช้จ่ายในด้านค่าซ่อมแซมจะเป็นรายการค่าใช้จ่ายเพียงรายการเดียวที่จะแปรผันไปได้มาก ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลเป็นหลัก ซึ่งหากมีการใช้งานหรือการขับเคลื่อนที่ถูกวิธี และการบำรุงรักษาที่ถูกต้องและครบถ้วนแล้ว ค่าซ่อมแซมก็จะน้อยลง และในทางตรงกันข้ามหากมีการขับเคลื่อนที่ไม่ถูกวิธีและไม่มีการบำรุงรักษาแล้ว ค่าซ่อมแซมอาจเพิ่มขึ้นเป็นหลายเท่าตัว

2.1.6 การบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการชำรุด

การชำรุดของเครื่องจักรกลเกือบทั้งหมดจะมีต้นเหตุมาจากการกระทำหรือการละเว้นการกระทำของบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่การใช้งานที่ไม่ถูกต้องของพนักงานขับเคลื่อนหรือพนักงานควบคุม การบำรุงรักษาที่ไม่ดีพอและการซ่อมที่ไม่ดีพอของช่างและเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในการบำรุงรักษาและซ่อมแซม รวมทั้งการออกแบบและผลิตที่ไม่ดีพอ ซึ่งทำให้เกิดข้อบกพร่องที่ตัวเครื่องจักรกลที่จะเป็นสาเหตุของการชำรุด หรือการขัดข้องจนทำให้เครื่องจักรกลไม่สามารถใช้งานได้หรือทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร

สาเหตุของการชำรุดส่วนใหญ่มักจะพบในลักษณะของสิ่งสกปรกที่เข้าไปในระบบ การหลวมหรือหลุดของตัวยึด การขาดการหล่อลื่น การสั่นสะเทือน และการรั่วซึมของของไหล สาเหตุต่างๆ เหล่านี้สามารถกำจัดออกไปได้ไม่ยากนัก หากมีการตรวจสอบและปรับแต่งอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งมีการเปลี่ยนน้ำมันและเครื่องกรองต่างๆ ตามกำหนดเวลา ก่อนที่น้ำมันและเครื่องกรองจะหมดสภาพการใช้งาน หรือก่อนที่สิ่งสกปรกจะทำให้เกิดการอุดตัน ซึ่งการปฏิบัติดังกล่าวก็คือการบำรุงรักษา เพื่อป้องกันการชำรุดของเครื่องจักรกล (Preventive Maintenance) หรือเรียกสั้นๆ ว่า PM นั่นเอง

การบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการชำรุด นอกจากจะลดปริมาณการซ่อมแซมและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมลงแล้วยังช่วยลดเวลาที่เครื่องจักรกลจะต้องเสียไปเนื่องจากจะต้องจดซ่อมลงอีกด้วย การบำรุงรักษาในลักษณะดังกล่าว แม้จะเป็นการปฏิบัติที่ไม่ยากนัก แต่หากมีเครื่องจักรกลจำนวนมาก ก็

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJAPHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จำเป็นจะต้องมีระบบการจัดการที่ดีตั้งแต่การวางแผน การดำเนินงาน การตรวจแบบ และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.7 การวางแผน

การวางแผน ถือว่าเป็นขั้นตอนแรกที่ต้องปฏิบัติการจัดการการบำรุงรักษา การวางแผนนั้นก็คือการกำหนดสิ่งจะต้องปฏิบัติไว้เป็นการล่วงหน้า สำหรับการวางแผนการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันของเครื่องจักรกลงานดินนั้น ควรกำหนดเป็นแผนงานล่วงหน้าประจำเดือนเท่านั้นไม่ควรกำหนดเป็นแผนงานระยะยาว เนื่องจากเวลาการใช้งานของเครื่องจักรกลงานดินนั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เช่นในช่วงฤดูฝน ในวันที่ฝนตกอาจจะทำงานไม่ได้เป็นต้น ก็จะทำให้ชั่วโมงทำงานที่คาดการณ์ไว้ลดลงในการวางแผนจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลนั้น ๆ โดยทั่วไปจะต้องมีข้อมูลต่าง ๆ คือ

2.1.7.1 ทะเบียนเครื่องจักรกล ซึ่งแสดงถึงรายละเอียดทั่วไปของเครื่องจักรกล เพื่อใช้อ้างอิงในการวางแผนการบำรุงรักษา การซ่อมแซม และการจัดหาอะไหล่ โดยควรมีรายละเอียดอย่างน้อยตามรายละเอียดในแบบฟอร์มที่ 1 สำหรับรหัสเครื่องจักรกลควรกำหนดให้สั้นเพื่อให้ง่ายในการระบบและอ้างอิงซึ่งอาจใช้ตัวอักษรรวมกับตัวเลข เช่น D-01 หมายถึงรถดันดิน (Dozer) คันที่ 1 และ G-02 หมายถึงรถเกลี่ย (Grader) คันที่ 2 เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.7.2 รายละเอียดของการบำรุงรักษา เป็นข้อมูลแสดลรายการบุงรักษาหรือรายการบริการที่ต้องดำเนินการเมื่อครบแต่ละช่วงเวลาหรือชั่วโมงใช้งาน รายละเอียดต่างๆ เหล่านี้มีอยู่ในหนังสือคู่มือการบำรุงรักษา (Maintenance Manual) ของบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกล โดยผู้ผลิตนั้นจะกำหนดรายละเอียดตามสภาพการใช้งานทั่วไป ซึ่งอาจจำเป็นต้องปรับปรุงให้สอดคล้องกับสภาพการใช้งาน เช่นหากเครื่องจักรกลต้องใช้งานในสถานที่ที่มีฝุ่นผงมาก การทำความสะอาดเครื่องกรองอากาศอาจต้องทำบ่อยกว่าที่กำหนดไว้ในคู่มือก็ได้ และข้อมูลรายละเอียดของการบำรุงรักษาที่ระบุไว้ในหนังสือคู่มือดังกล่าวมักจะเป็นภาษาอังกฤษ เนื่องจากเครื่องจักรกลที่ใช้ในประเทศเรา จะเป็นเครื่องจักรกลที่ผลิตมาจากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังอยู่ในรูปแบบที่ไม่สะดวกในการนำมาใช้จึงควรจัดทำเป็นตารางตรวจสอบและบริการ ตามตัวอย่างในระบบฟอร์มหมายเลข 2 ซึ่งสามารถจะใช้เป็นใบสั่งงานและใบรายงานผลการปฏิบัติงานไปด้วย ตารางตรวจสอบและบริการนี้ จะต้องจัดทำสำหรับเครื่องจักรกลทุกประเภทและทุกรุ่นที่มีใช้งานอยู่

2.1.7.3 จำนวนชั่วโมงหรือกิโลเมตร ที่จะใช้งานในแต่ละช่วงเวลา สำหรับระยะเวลาที่ใช้งานของเครื่องจักรกลจะคิดเป็นจำนวนชั่วโมงที่ใช้งานส่วนรถบรรทุกจะคิดเป็นจำนวนกิโลเมตรที่ใช้งาน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะได้มาจากแผนการใช้เครื่องจักรกลที่กำหนดมาจากแผนงานก่อสร้างที่จะดำเนินการ เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นแล้ว ก็สามารถที่จะจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรและรถบรรทุกต่างๆ ที่ใช้งานก่อสร้างได้ต่อไป

การจัดทำแผนการบำรุงรักษานั้นนิยมที่จะจัดทำแผนสำหรับการบำรุงรักษา ปฏิบัติเมื่อเครื่องจักรกลใช้งานไปประมาณ 250 ชั่วโมง หรือ 1 เดือนขึ้นไป หรือเมื่อรถบรรทุกใช้งานไป 5,000 กิโลเมตรขึ้นไปแล้วเท่านั้น ส่วนการบำรุงรักษาทุก 10 ชั่วโมง หรือทุกวันและการบำรุงรักษาทุก 50 ชั่วโมง หรือทุกสัปดาห์ นั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการหล่อลื่นและการตรวจสอบทั่ว ๆ ไป ซึ่งควรจะมอบให้พนักงานขับเคลื่อนและช่างน้ำมัน (Oiler) ทำหน้าที่ดังกล่าวในลักษณะของงานประจำที่ต้องปฏิบัติ

แผนการบำรุงรักษา ประจำเดือนกำหนดขึ้นโดยใช้ข้อมูลจำนวนชั่วโมงหรือจำนวนกิโลเมตรที่ใช้งานเฉลี่ยต่อวันมากำหนดวันเมื่อครบช่วงระยะเวลาการใช้งานแต่ละช่วง ซึ่งก็คือวันที่จะต้องให้บริการตามรายละเอียดของการบำรุงรักษาที่กำหนดไว้แล้วนั่นเอง โดยจะต้องพิจารณาถึงวันหยุดหรือวันที่เครื่องจักรกลไม่ได้ทำงานในช่วงเวลานั้นๆ ด้วย ซึ่ง วัน เดือน ปี และรายละเอียดของการให้บริการจะต้องกำหนดตามลำดับของการบำรุงรักษาที่บริษัทผู้ผลิตได้กำหนดไว้ เช่นตามตัวอย่างในแบบฟอร์มหมายเลข 2 สำหรับรถแทรกเตอร์ตีนตะขาบ จะต้องใช้การบริการทุก 10 ชั่วโมง, 50 ชั่วโมง, 250 ชั่วโมง, 500 ชั่วโมง และ 1,000 ชั่วโมง สำหรับการวางระบบจะวางแผนสำหรับการบำรุงรักษา 250 ชั่วโมงขึ้นไป

การแสดงแผนการบำรุงรักษา เพื่อให้สามารถตรวจสอบและควบคุมรวมทั้งให้การวางแผนในเดือนถัดไปง่ายขึ้น ควรทำเป็นตารางตามตัวอย่างในแบบฟอร์มเหมายเลข 3 และใช้กระดาษแข็งสีต่างๆ เขียนบนกระดาษดังกล่าว เช่นกระดาษสีแดงตัดเป็นรูปสามเหลี่ยมเขียนบนกระดาษ “P.M 250” นำไปติดไว้ในตารางตามวันที่จะต้องใช้บริการของเครื่องจักรกล หมายเลขหรือรหัสนั้น ๆ ตามที่กำหนดจากเวลาการใช้งานและลำดับของการบำรุงรักษา สมมุติเป็นเครื่องจักรกลรหัส D-01 ติดไว้ในช่องวันที่ 15 มกราคม 2535 ก็แสดงว่าจะต้องให้บริการเครื่องจักรกลรหัส D-01 250 ชั่วโมงทำงานในวันที่ 15 มกราคม 2535 ซึ่งเป็นการปฏิบัติจริงสามารถจะทำก่อนหรือทำหลังวันที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าก็ได้ เนื่องจากช่วงระยะเวลาที่กำหนดสามารถยืดหยุ่นได้บ้าง และเมื่อมีการปฏิบัติจริงแล้วให้ใช้กระดาษแข็งอีกสีหนึ่งที่เขียนรายการบำรุงรักษาที่สอดคล้องกันไป ติดไว้ในช่อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วันที่ปฏิบัติจริง เช่นอาจใช้สีเขียวเขียนบนกระดาษว่า “P.M 250” ติดไว้เป็นต้น แล้วให้นับจากวันที่ปฏิบัติจริงไปจนถึงกำหนดวันที่

2.1.8 ตารางแผนการบำรุงประจำเดือน

จะต้องให้บริการลำดับต่อไปในเดือนหน้า และใช้กระดาษอีกสีหนึ่งติดไว้ในช่องวันที่นั้นของเดือนปัจจุบัน เช่นใช้กระดาษสีน้ำเงินเขียนบนกระดาษ “P.M 250” ติดไว้ที่ช่องวันที่ 18 ก็แสดงว่าสำหรับเครื่องจักรกลรหัส D-01 จะต้องทำการบำรุงรักษา 500 ชั่วโมงในวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2535 ซึ่งเป็นวันที่ในเดือนถัดไป และเมื่อปฏิบัติงานจนหมดเดือนมกราคมแล้ว ก็จะได้แผนการบำรุงรักษาของเดือนกุมภาพันธ์โดยอัตโนมัติ โดยเพียงเปลี่ยนกระดาษสีน้ำเงินเป็นกระดาษสีแดงและเปลี่ยนชื่อเดือนเท่านั้น

2.1.9 การดำเนินงานบำรุงรักษา

การดำเนินงานบำรุงรักษานั้น จะต้องดำเนินการบริการตามรายการที่กำหนดทุกๆ รายการเมื่อครบกำหนดเวลาการใช้งาน ซึ่งรายการบริการแต่ละรายการจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาอย่างเคร่งครัด เช่นการเปลี่ยนน้ำมันเครื่องและไส้กรอง ขั้นตอนในหนังสือก็จะระบุไว้ตั้งแต่การถอดฝาครอบ ถอดปลั๊กถ่ายน้ำมัน จนถึงการตรวจวัดระดับน้ำมันที่ใส่เข้าไปใหม่ว่าจะต้องทำอย่างไรเป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ส่วนเวลาที่จะต้องดำเนินการจะพิจารณาจากแผนการบำรุงรักษาที่กำหนดไว้โดยปรับแก้ให้สอดคล้องกับเวลาที่ปฏิบัติงานจริงของเครื่องจักรกล เพื่อให้เวลาที่ดำเนินการนั้นไม่ช้าหรือเร็วไป เช่น การกำหนดแผนการบำรุงรักษา ได้ใช้จำนวนชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยต่อวัน 8 ชั่วโมง แต่ปรากฏว่าก่อนที่จะถึงเวลาที่กำหนดการให้บริการการบำรุงรักษา 500 ชั่วโมง เครื่องจักรกลคันนั้นต้องจอดไม่ได้ใช้งานในบางวันอันเนื่องมาจากสภาพดินฟ้าอากาศ หรือเครื่องจักรกลชำรุด ก็จำเป็นต้องเลื่อนกำหนดเวลาการให้บริการออกไป เป็นต้น ซึ่งในการปรับแก้ดังกล่าวจำเป็นต้องมีข้อมูลรายงานการใช้เครื่องจักรกลประจำวันตามตัวอย่างในแบบฟอร์มหมายเลข 4 เพื่อที่จะนำข้อมูลดังกล่าวมาลงสรุปในตารางตรวจสอบการดำเนินงานบำรุงรักษา ตาตัวอย่างในแบบฟอร์มหมายเลข 5 ซึ่งจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลไปทุกวันหลังจากมีกาใช้งานของเครื่องจักรกลไปแล้ว

นอกจากนี้ในการดำเนินงานก็จำเป็นต้องมีการจัดเตรียมวัสดุ และชิ้นส่วนไว้ให้พร้อมสำหรับการดำเนินงานด้วย โดยจำนวน ชนิด ประเภท และรายละเอียดของวัสดุ และชิ้นส่วนที่ต้องใช้สำหรับการบำรุงรักษาแต่ช่วงเวลา จะมีระบุไว้ในหนังสือคู่มือการบำรุงรักษาของผู้ผลิตเครื่องจักรกล

การดำเนินงานบำรุงรักษาเครื่องจักรกลงานก่อสร้างให้ได้ผลนอกจากจะมีแผนงาน การดำเนินงานและการติดตามผลการปฏิบัติงานดังที่ได้อธิบายไว้ แล้วนั้นยังจะต้องมีการประเมินผลและพิจารณาหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นด้วย ซึ่งในการประเมินผลจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลการปฏิบัติงานของเครื่องจักรกล ข้อมูลการบำรุงรักษา ข้อมูลการซ่อมแซม และสรุปรวมค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมด รวมทั้งจะต้องมีแผนในการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนอีกด้วย

การบำรุงรักษานั้นมักจะไม่เห็นผลเด่นชัดในระยะสั้น แต่จะปรากฏผลในระยะยาวซึ่งจะเห็นได้จากการที่อายุการใช้งานของเครื่องจักรกลจะยืนยาวขึ้นและค่าใช้จ่ายรวมต่อชั่วโมงของเครื่องจักรกลจะลดลงเป็นต้น ดังนั้นหากผู้ที่รับผิดชอบมีความมุ่งมั่นในการดำเนินการที่ถูกต้องแล้วผลดังกล่าวก็จะปรากฏให้เห็นอย่างแน่นอน

ศิริวรรณ ฉันทวิทิตพงษ์ (2536) ได้กล่าวว่าการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นแนวความคิดที่ต้องการ “ป้องกัน” การหยุดเครื่องจักร เนื่องจากเครื่องจักรเกิดการหยุดกะทันหันโดยที่ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ การที่ต้องหยุดเครื่องจักรไม่ว่ากรณีใด สร้างความเสียหายแก่วงการอุตสาหกรรมอย่างร้ายแรง ดังนั้นจึงมีระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันขึ้น เพื่อทำการตรวจสภาพเครื่องจักร การเติมน้ำมันหล่อลื่น การถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนการซ่อมแซม การจดบันทึกผลการดำเนินงานเพื่อเป็นข้อมูลในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ เพื่อค้นหาจุดที่เป็นปัญหาเพื่อสร้างมาตรการแก้ไข โดยที่การดำเนินงานทั้งหมดจะเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีก ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร ให้สอดคล้องกับสภาพของเครื่องจักรที่เปลี่ยนไปตามเวลา โดยให้เกิดความเหมาะสมและแม่นยำเชื่อถือได้และเป็นปัจจุบันเสมอ ฉะนั้นความมุ่งหมายของการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อให้ทราบถึงสถานภาพที่แท้จริงของระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและเป็นผลช่วยกำหนดนโยบายและการพัฒนาระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพได้ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตขององค์กรได้

พูลพร แสงบางปลา (2542) ได้กล่าวถึงระบบซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเอาไว้ว่าองค์กรหรือศูนย์เครื่องจักรกลอุตสาหกรรมที่ต้องการมีประสิทธิภาพการผลิตสูงนั้น จะต้องมีระบบการควบคุมกระบวนการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ควบคุมต้นทุน ควบคุมการจัดส่ง ควบคุมความปลอดภัย สำหรับในเรื่องของคนนั้นจะต้องมีการพัฒนาทั้งทางด้านเทคโนโลยีและแนวความคิดเครื่องจักร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อุปกรณ์ก็ต้องมีการควบคุม โดยมีกิจกรรมการบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบ มีการจัดข้อมูลและนำมาวิเคราะห์เพื่อการพัฒนาเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ในเรื่องของเครื่องจักรนั้นโดยทั่วไปการขัดข้องของเครื่องจักรอาจเป็นการขัดข้องแบบปัจจุบันทันด่วน หรือเป็นการขัดข้องเนื่องจากการเสื่อมสภาพก็ได้ บางครั้งก็เห็นได้ชัดเจน แต่บางทีเหตุของการขัดข้องก็ซ่อนเร้น ซึ่งหากได้มีการวางระบบการบำรุงรักษาที่ถูกต้องก็สามารถที่จะขจัดการขัดข้องไปได้ ซึ่งทั้งนี้ต้องรวมถึงคนที่ใช้เครื่องจักรด้วย ควรใช้อย่างถูกต้อง และมีความสำนึกในเรื่องของการบำรุงรักษาเครื่องจักรตลอดเวลา

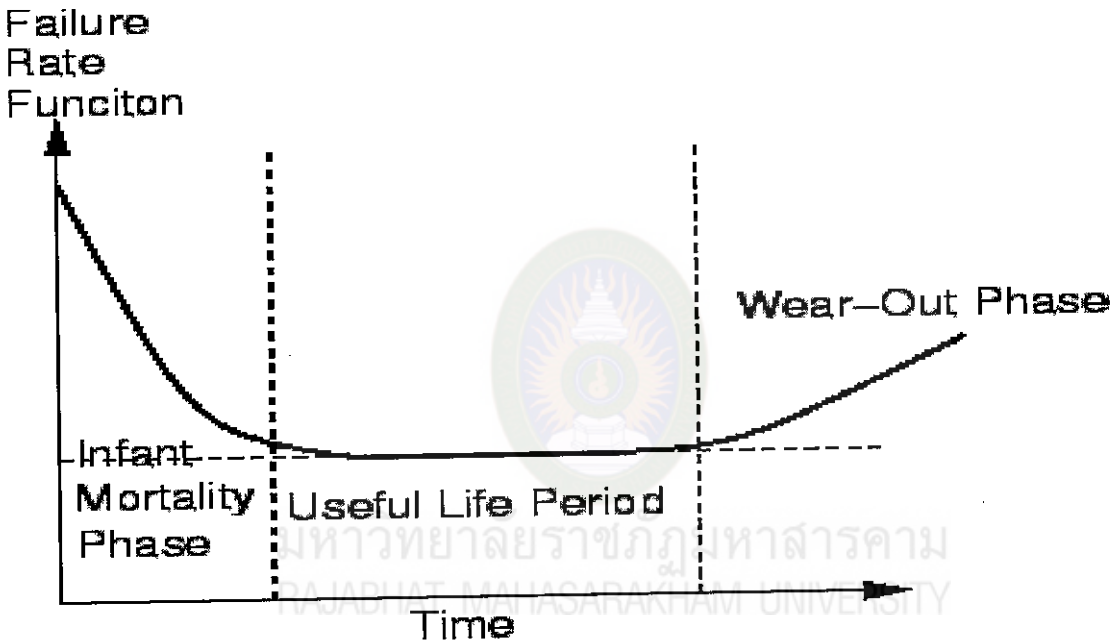
พลาวุธ วงศ์วิวัฒน์ (2543) ได้กล่าวไว้ว่า การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive) เป็นแนวคิดที่ต้องการ “ป้องกัน” การหยุดของเครื่องจักร เนื่องจากเครื่องจักรไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้การที่ต้องการหยุดเครื่องจักรไม่ว่ากรณีใดๆ เป็นการสร้างความเสียหายให้แก่วงการอุตสาหกรรมอย่างร้ายแรง ดังนั้นจึงมีระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อเป็นการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร การเติมน้ำมัน การหล่อลื่น การถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน การซ่อมแซม การจดบันทึกผลการการดำเนินงานเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการบำรุงรักษา การวิเคราะห์ข้อมูลที่จดบันทึกไว้ เพื่อค้นหาจุดที่เป็นปัญหาเพื่อหามาตรการแก้ไข โดยการดำเนินงานทั้งหมดเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีก ทั้งนี้เพื่อการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาให้สอดคล้องกับสภาพเครื่องจักรที่เปลี่ยนไปตามเวลา โดยให้เกิดความเหมาะสม แม่นยำ เชื่อถือได้ และทันสมัยอยู่เสมอ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร (2545) กำหนดไว้ว่าการบำรุงรักษาที่ดีไม่ใช่การรอจนเครื่องจักรเสียหายแล้วจึงรีบทำการซ่อมแซมอย่างรวดเร็ว สิ่งที่ถูกต้องคือ “ป้องกัน” ไม่ให้เครื่องจักรเสียหายและการบำรุงรักษาต้องเป็นไปตามแผนซึ่งการบำรุงรักษาที่ดีจะทำให้สมรรถนะความพร้อมใช้งานมีค่าสูงขึ้นซึ่งสามารถแยกได้เป็น 3 ด้าน คือ สมรรถนะความเชื่อถือได้ สมรรถนะการบำรุงรักษาได้ และสมรรถนะความพร้อมใช้งาน ซึ่งระบบการบำรุงรักษาที่ดี ควรต้องมีสมรรถนะความเชื่อถือได้สูง สมรรถนะการบำรุงรักษาได้ต่ำ และสมรรถนะความพร้อมใช้งานสูง

ดวงตา ละเอียดดี (2549) ได้กล่าวไว้ว่า ในการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบเป็นที่ยอมรับ มีแผนงานตามวัตถุประสงค์ มีการวางแผน การกำหนดรายการการลงมือปฏิบัติที่เหมาะสม หากเป็นงานที่มีวัตถุประสงค์ที่แน่นอนแล้ว การดำเนินการหรือการจัดการนั้น จะต้องอาศัยการจัดแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ให้รัดกุมเหมาะสม เกี่ยวโยง อาศัยซึ่งกันและกันเป็นอย่างดี จึงจะทำให้ผู้ปฏิบัติการมีความคล่องตัวรวดเร็ว แม่นยำ และมีประสิทธิภาพสูง

วงจรชีวิตของเครื่องจักรกล (Machinery Life Cycle) สามารถนำมาอธิบายช่วงระยะเวลาของสถานภาพต่าง ๆ ของเครื่องจักรกลได้ โดยมีลักษณะเป็นรูปกราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub Curve) อธิบายลักษณะที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปของเครื่องจักรกล โดยแบ่งช่วงอาการของเครื่องจักรกลออกเป็น 3 ช่วงหลัก คือ ช่วงระยะเริ่มต้น (Infant Mortality Phase) ช่วงใช้งานปกติ (Useful life Period) และช่วงสึกหรอ (Wear–out Phase) ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กราฟเส้นรูปอ่างน้ำ

ลักษณะอาการของเครื่องจักรกล รูปกราฟเส้นรูปอ่างน้ำ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ช่วงระยะเริ่มต้น (Infant Mortality Phase)

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเป็นลักษณะของการลดของอัตราการชำรุด ซึ่งหาได้จากสมการ การหาค่าอัตราการชำรุด คือ

อัตราการชำรุด = จำนวนครั้งการชำรุดในช่วงเวลาใด ๆ
เวลาการใช้งานเครื่องจักรในช่วงใดๆ นั้น

ตัวอย่าง เครื่องจักรกลทำงาน 500 ชั่วโมง มีการชำรุด 5 ครั้ง

ดังนั้น อัตราการชำรุด = จำนวนครั้งการชำรุดในช่วงเวลาใดๆ
เวลาการใช้งานเครื่องจักรในช่วงใดๆ นั้น

และเมื่อนำค่ามาหาส่วนกลับ จะได้สมการ ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างแต่ละครั้งของการชำรุด (Mean Time between Failures: MTBF)

MTBF = เวลาการใช้งานเครื่องจักรในช่วงใดๆ นั้น
จำนวนครั้งการชำรุดในช่วงเวลาใดๆ

= 500 / 5

= 100

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
Mahasarakham Rajabhat University

นั้นคือ โดยเฉลี่ยแล้ว เครื่องจักรกลจะมีการชำรุดทุกๆ 100 ชั่วโมงการทำงานซึ่งการชำรุดของเครื่องจักรกลอาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ คือ การใช้งานเครื่องจักรกลผิดวิธี การดูแลรักษาช่วงแรกไม่เป็นไปตามที่กำหนด การผลิตและส่วนประกอบของเครื่องจักรกลไม่เหมาะสม ซึ่งเมื่อเกิดการชำรุดในช่วงระยะนี้ ต้องดำเนินการแก้ไข ปรับปรุง ซ่อมบำรุง ให้ผ่านช่วงนี้ไป แล้วโอกาสที่จะชำรุดจะน้อยลง

2. ช่วงใช้งานปกติ (Useful life Period)

เป็นช่วงที่ต่อเนื่องจากระยะเริ่มต้น ซึ่งในช่วงปกติสามารถหากสามารถดำเนินการอย่างเหมาะสม คือ บำรุงรักษาตามกรรมวิธี ระยะเวลาในคู่มือของเครื่องจักรกล ใช้งานไม่เกินภาระตามที่ออกแบบไว้ รวมถึงควบคุมสภาพแวดล้อมการทำงาน จะทำให้โอกาสที่เครื่องจักรกลชำรุดน้อยลง เวลาการทำงานคงที่ การชำรุดคงที่ ดังจะเห็นได้จากเส้นกราฟจะขนานกับแกนของเวลา

3. ช่วงสึกหรอ (Wear – out Phase)

เป็นช่วงเวลาที่ต่อเนื่องจากช่วงใช้งานปกติ โดยจะมีอาการชำรุดสึกหรอเพิ่มขึ้น ตามสภาพของเครื่องจักรกล จนไม่สามารถใช้งานได้

2.2 7QC Tools (7 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ)

ศุภพัฒน์ ปิงตา (2557) ได้กล่าวว่า 7 QC tools ได้มีการพัฒนาจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีการเข้มงวดมากเรื่องของคุณภาพของสินค้า โดยความคิดเรื่องคุณภาพมาจากนักวิชาการทาสหรัฐอเมริกา Deming (ผู้คิดค้นวงล้อคุณภาพ P-D-C-A) รวมถึง Juran ได้นำความรู้ทางตะวันตกมาเผยแพร่ที่ญี่ปุ่น และได้นำมาพัฒนาจริงจังและสามารถนำมาใช้ในสถานประกอบการได้จริง ซึ่ง 7QC Tools มุ่งเน้นไปทางการแก้ไขปัญหาคุณภาพ โดยเฉพาะการนำ 7 QC Tools ใช้ในการทำกิจกรรมกลุ่มควบคุมคุณภาพ (Quality Control Cycle : QCC) สามารถนำไปร่วมใช้ในการระดมสมองในการปรับปรุงงาน ดังนี้

1. ใบตรวจสอบ (Check Sheet) คือแบบฟอร์มที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ สามารถบันทึกค่าได้ง่ายสะดวกต่อการอ่านข้อมูลเบื้องต้น เช่น บันทึกข้อมูลการผลิตชิ้นงานในแต่ละวันหรือการนับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งจะดีกว่ามานั่งจดหรือเขียนเชิงบรรยาย ดังแสดงในภาพที่ 2.2

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ไทยานิพนธ์ งานวิจัย

Motor Assembly Check Sheet

Name of Data Recorder: Lester B. Rapp

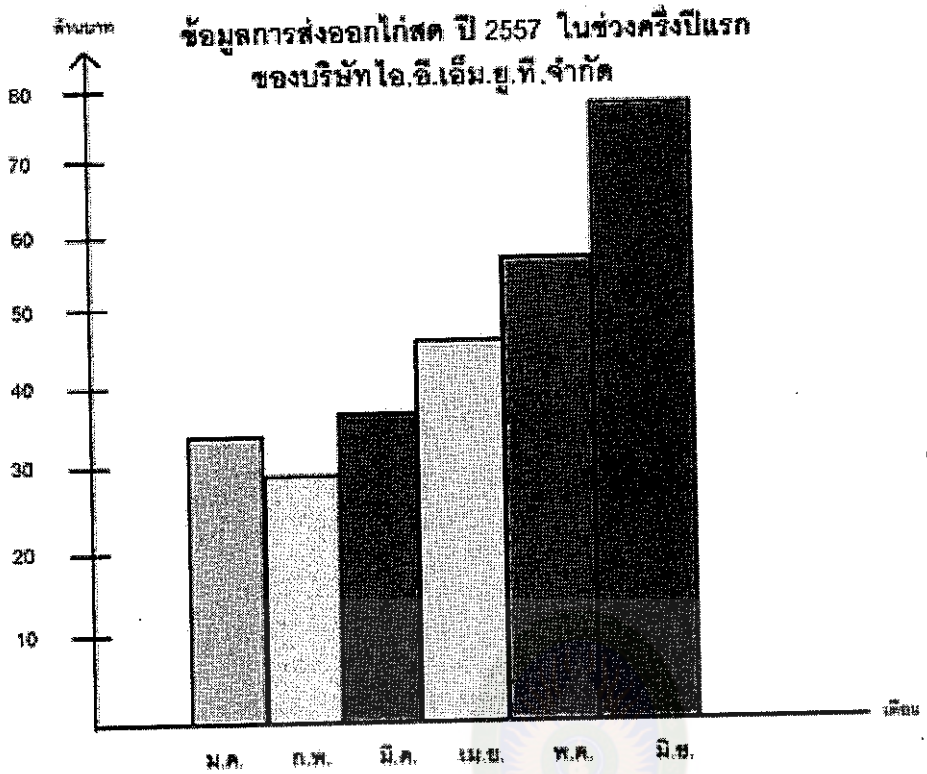
Location: Rochester, New York

Data Collection Dates: 1/17 - 1/23

Defect Types/ Event Occurrence	Dates							TOTAL
	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	
Supplied parts rusted		𝍸	𝍸	𝍸	𝍸			20
Misaligned weld			𝍸			𝍸		5
Improper test procedure								0
Wrong part issued		𝍸		𝍸				3
Film on parts								0
Voids in casting				𝍸	𝍸			6
Incorrect dimensions						𝍸		2
Adhesive failure								0
Masking insufficient					𝍸			1
Spray failure			𝍸					5
TOTAL		10	13	10	5	4		

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างใบตรวจสอบ (Check Sheet), ปรับปรุงจาก *การนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 (7QC Tools) มาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม,* โดย ศุภพัฒน์ ปิงตา, (2557).

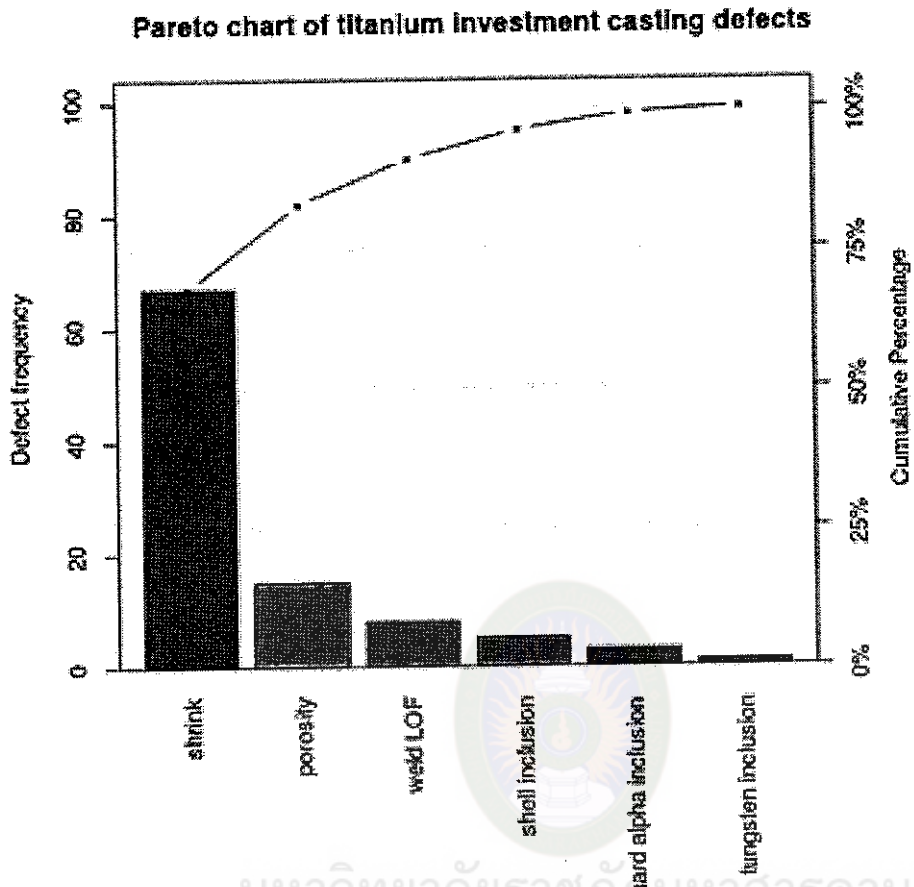
2. กราฟ (Graph) เป็นแผนภาพประเภทหนึ่งที่เป็นการนำเสนอข้อมูลอย่างง่าย เช่น กราฟแสดงให้เห็นยอดขายในแต่ละเดือน หรือการนำข้อมูลของเสียที่ เกิดขึ้นในแต่ละวัน มา พล็อตลงกราฟแท่ง จะได้เห็นแนวโน้มของปัญหาว่าจะมีลักษณะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ง่ายต่อการตัดสินใจแก้ไขปัญหา ดังแสดงในภาพที่ 2.3



***ภาพที่* 2.3** ตัวอย่างกราฟ (Graph), ปรับปรุงจาก *การนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 (7QC Tools) มาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม*, โดย ศุภพัฒน์ ปิงตา, (2557).

สถาบันวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

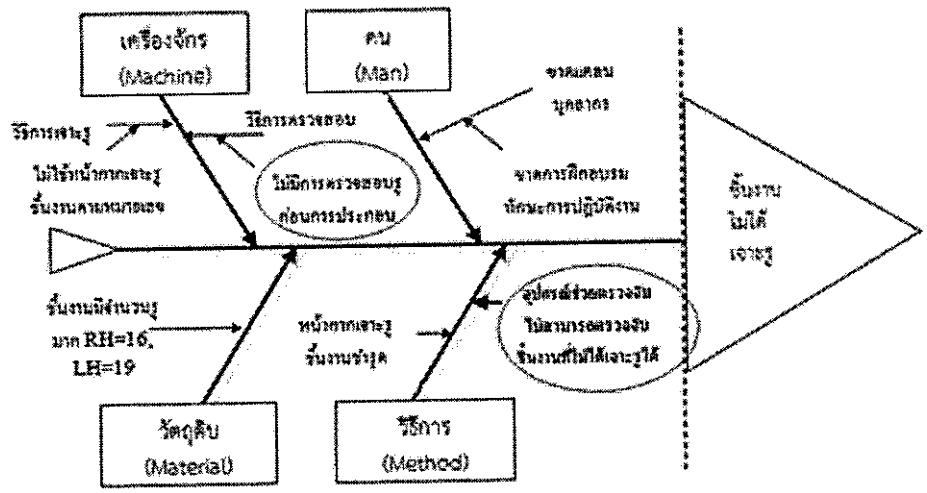
3. แผนภูมิพาเรโต้ (Pareto Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น ส่วนมากจะใช้คู่กับผังก้างปลาที่จะนำเสนอไปหัวข้อต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 2.4



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต้ (Pareto Chart), ปรับปรุงจาก *การนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 (7QC Tools) มาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม,* โดย ศุภพัฒน์ ปิงตา, (2557).

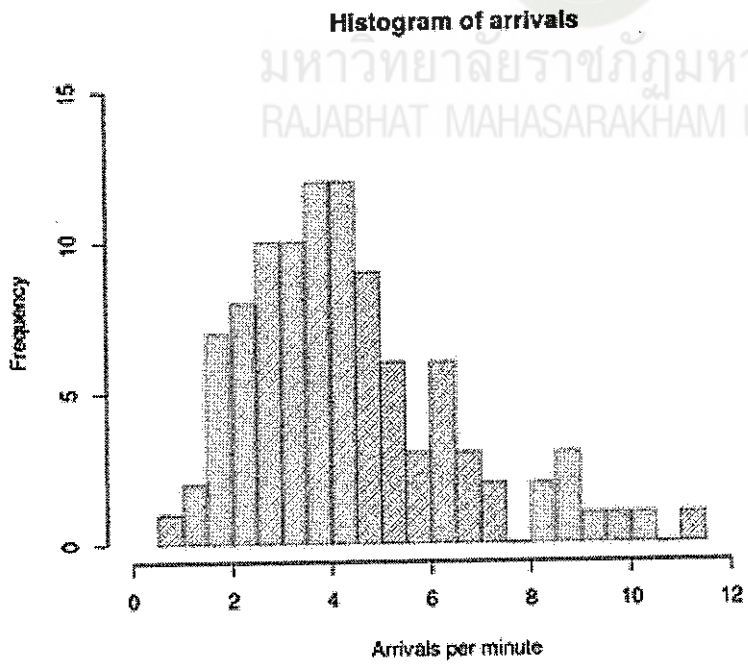
4. ผังก้างปลา (Fishbone Diagram) เป็นแผนผังแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างคุณลักษณะของปัญหา (ผล) กับปัจจัยต่าง ๆ (สาเหตุ) ที่เกี่ยวข้อง หรืออาจเรียกว่า แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ผู้คิดค้นคือ Ishikawa เป็นเครื่องมือหลักที่มีความสำคัญมาก สามารถช่วยค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีระบบ สามารถแบ่งกลุ่มสาเหตุได้ เมื่อทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นก็สามารถระดมสมองหาสาเหตุเพื่อหาแนวทางการแก้ไข ดังแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างผังก้างปลา (Fishbone Diagram) โดย Dr.Kaoru Ishikawa.

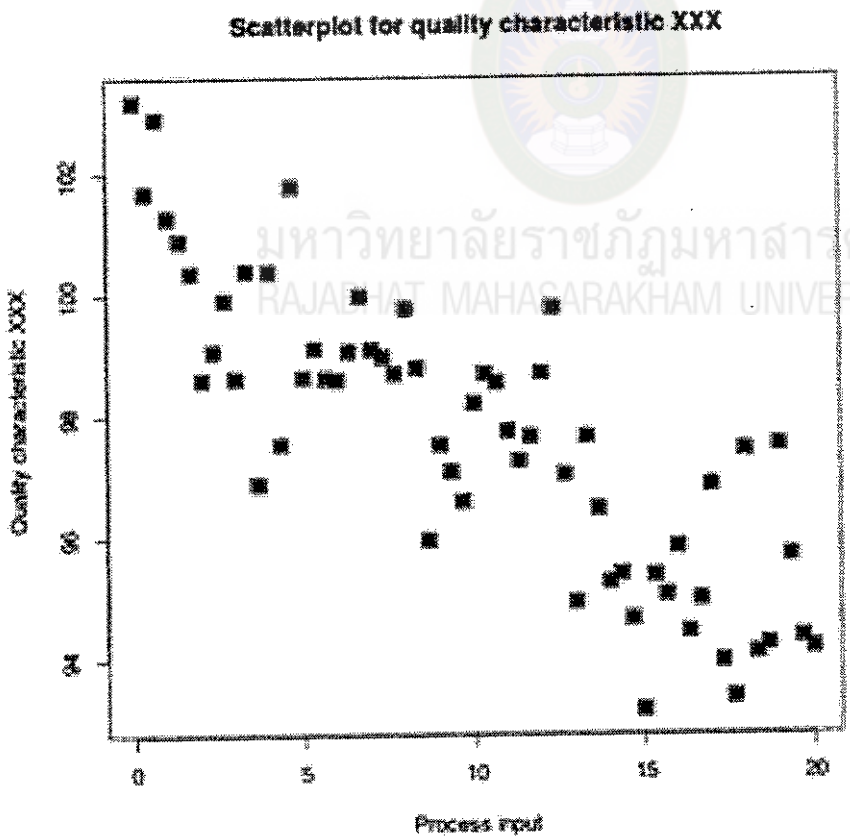
5. ฮีสโตแกรม (Histogram) เป็นกราฟที่ใช้ในการสรุปข้อมูลลักษณะเป็นกลุ่มข้อมูล เพื่อจะร่วมกันวิเคราะห์ว่ากลุ่มข้อมูลที่ได้มานั้นมีลักษณะผิดปกติหรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 2.6

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างฮีสโตแกรม (Histogram), ปรับปรุงจาก *การนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 (7QC Tools) มาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม,* โดย ศุภพัฒน์ ปิงตา, (2557).

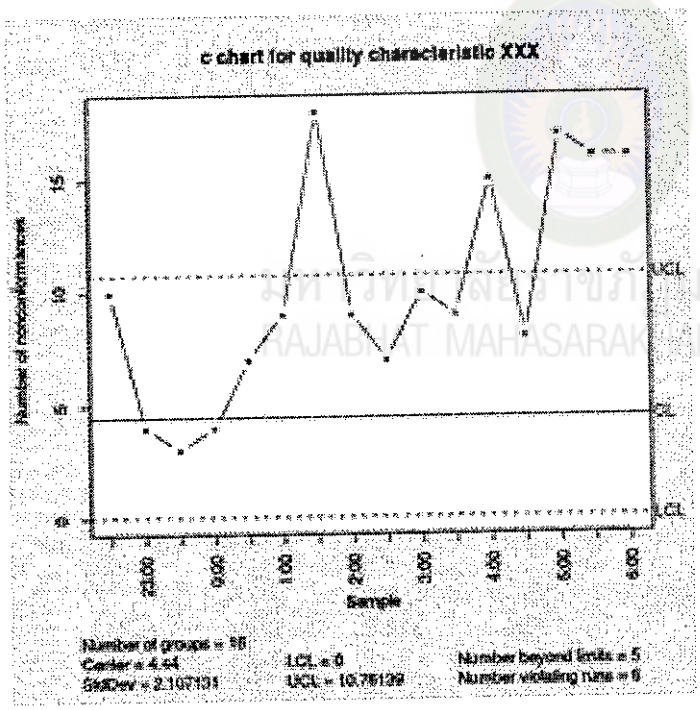
6. ผังการกระจาย (Scatter Diagram) ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัวว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริงว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด เช่น การตั้งสมติฐานเกี่ยวกับประสบการณ์ของพนักงานว่า พนักงานที่มีอายุงานแตกต่างกัน ของเสียที่เกิดขึ้นจากการทำงานในแต่ละคนจะแตกต่างกันหรือไม่ โดยทั่วไปแล้วเราจะคาดว่าผู้ที่มีประสบการณ์สูงจะมีทักษะในการทำงานสูง ของเสียจะเกิดขึ้นน้อยกว่าพนักงานใหม่ ซึ่งข้อสมมุติฐานของตัวแปรทั้งสองสามารถเก็บข้อมูลแล้วนำมาพล็อตกราฟ ผังการกระจายเพื่อทดสอบสมมุติฐานว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด เพราะว่าในสถานประกอบการบางที่ อายุงานสูงอาจจะมีของเสียเท่ากับพนักงานใหม่ก็เป็นได้ ดังนั้น อายุงานหรือทักษะและประสบการณ์ของพนักงานไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องของเสียในกระบวนการผลิต อาจจะต้องไปตรวจสอบเรื่องอื่น ๆ เช่น เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตมีปัญหาหรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 2.7



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างผังการกระจาย (Scatter Diagram), ปรับปรุงจาก *การนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 (7QC Tools) มาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม,* โดย ศุภพัฒน์ ปิงตา, (2557).

7. แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือแผนภูมิที่มีการเขียนขอบเขตที่ยอมรับได้ของคุณลักษณะตามข้อกำหนดทางเทคนิค (ส่วนมากได้สูตรการคำนวณ) เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการผลิต โดยการติดตามและตรวจจับข้อมูลที่ออกนอกขอบเขต (Control Limit) โดยถ้าเกิดขึ้นมูลอยู่นอกขอบเขต (Out of Control) ต้องหาสาเหตุที่ทำให้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นผิดปกติ เช่น การบบรรจุน้ำตาล ลงถุง มีค่ายอมรับได้ ± ไม่เกิน 10 กรัม จาก 1 กิโลกรัม จากการผลิตทั้งวัน เกิดการ Out of Control ในช่วง 16.30 น. เป็นต้นไปจนถึงเวลาเลิกการผลิต 17.00น. และเกิดขึ้นแบบนี้เกือบทุกๆ วัน ซึ่งจากสถานการณ์ดังกล่าว สามารถวิเคราะห์ได้ไม่ยากเนื่องจากเป็นการผลิตท้าย ๆของวันอาจจะเกิดจากพนักงานเกิดความเมื่อยล้า หรือเครื่องจักรอุปกรณ์ทำงานเป็นเวลานาน จึงเกิดความคลาดเคลื่อน ซึ่งลึก ๆ ก็ต้องค้นหาสาเหตุกันต่อไป ซึ่งอาจจะใช้ผังก้างปลาเป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 2.8

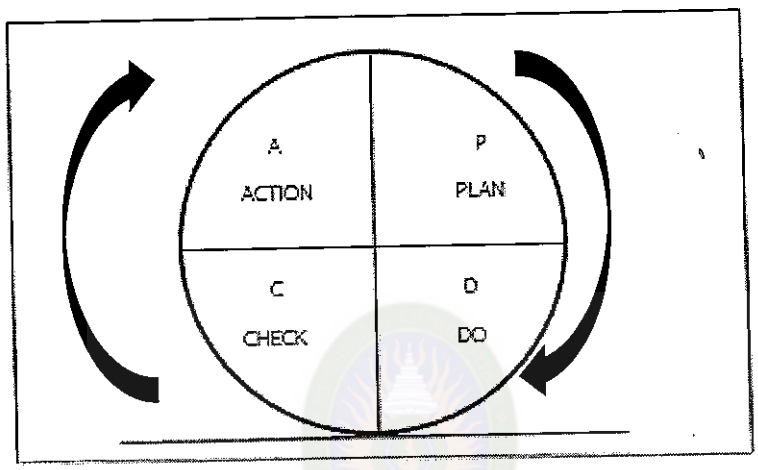


ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม (Control Chart), ปรับปรุงจาก *การนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 (7QC Tools) มาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม,* โดย ศุภพัฒน์ ปิงตา, (2557).

จากเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7 ที่ได้นำเสนอพร้อมทั้งตัวอย่างนั้น สามารถนำไปใช้กับการทำงานในภาคอุตสาหกรรมได้จริง ไม่จำเป็นต้องใช้พร้อมกันทั้งหมด 7 ตัว ซึ่งในการทำงานต้องเลือกใช้

เครื่องมือคุณภาพให้เหมาะสมกับสถานการณ์ทำงานจริง เลือกใช้ให้เป็นและถูกต้องจึงจะสามารถแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพได้

2.3 วงจรเดมมิ่ง (Deming Circle)



ภาพที่ 2.9 ภาพวงจรเดมมิ่ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แนวทางวงจรคุณภาพของเดมมิ่ง (PDCA) มีดังนี้

P-Plan ในช่วงของการวางแผนจะมีการศึกษาปัญหาพื้นที่หรือกระบวนการที่ต้องการปรับปรุงและจัดทำมาตรวัดสำคัญ (Key Metrics) สำหรับติดตามวัดผล เช่น รอบเวลา (Cycle Time) เวลาการหยุดเครื่อง (Downtime) เวลาการตั้งเครื่อง อัตราการเกิดของเสีย เป็นต้น โดยมีการดำเนินกิจกรรมกลุ่มย่อย (Small Group Activity) เพื่อระดมสมองแสดงความคิดเห็นร่วมกันพัฒนาแนวทางสาหรับแก้ปัญหาในเชิงลึก ดังนั้นผลลัพธ์ในช่วงของการวางแผนจะมีการเสนอวิธีการทำงานหรือกระบวนการใหม่แทนแนวทางเดิมโดยสมาชิกของกลุ่ม

D-Do ในช่วงนี้จะมีการนำผลลัพธ์หรือแนวทางในช่วงของการวางแผนมาใช้ดำเนินการสำหรับกิจกรรมการปรับปรุงภายในช่วงเวลาอันสั้นโดยมีผลกระทบต่อเวลาทางานน้อยที่สุด (Minimal Disruption) ซึ่งอาจใช้เวลาหลังเลิกงานหรือช่วงของวันหยุด

C-Check โดยใช้มาตรวัดที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับติดตามวัดผลการดำเนินกิจกรรมตามวิธีการใหม่ (New Method) เพื่อเปรียบวัดประสิทธิผลกับแนวทางเดิม หากผลลัพธ์จากแนวทางใหม่ ไม่

สามารถบรรลุตามเป้าหมาย ทางทีมงานอาจพิจารณาแนวทางเดิมหรือดำเนินการค้นหาแนวทางปรับปรุงต่อไป

A-Action โดยได้นำข้อมูลที่วัดผลและประเมินไว้ในช่วงของการตรวจสอบเพื่อใช้สำหรับดำเนินการปรับแก้ (Corrective Action) มีผู้บริหารให้การสนับสนุน เพื่อมุ่งบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายของโครงการในช่วงของการดำเนินกิจกรรมหรือกิจกรรมการปรับปรุง ทางทีมงานปรับปรุงจะมุ่งค้นหาสาเหตุต้นตอของความสูญเปล่าและใช้ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เพื่อขจัดความสูญเปล่า โดยมีการทำงานร่วมกับทีมงานข้ามสายงานอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลา 3 - 10 วัน และมีการติดตาม (Follow Up) ผลลัพธ์หรือความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายใน 30 วัน หลังจากดำเนินกิจกรรมการปรับปรุง รวมทั้งมีการจัดทำมาตรฐานกระบวนการ (Process Standardization) เสนอแนวทางที่สามารถใช้ปรับปรุงงานได้ โดยได้แก่การลองพยายามคิด ในแง่ของการหยุด การลด หรือ การเปลี่ยน โดยที่การหยุด หรือ ลด ได้แก่ การหยุดการทำงานที่ไม่จำเป็นทั้งหลาย หยุดการทำงานที่ไม่มีประโยชน์และไม่มีความสำคัญทั้งหลาย แต่อย่างไรก็ตาม มีบางสิ่งบางอย่างที่ไม่สามารถทาให้หยุดได้ ซึ่งหากเป็นเช่นนั้น ผู้ปฏิบัติงานอาจต้องมุ่งประเด็นไปที่เรื่องการลด เช่น ลดงานที่ไม่มีประโยชน์ งานที่ก่อความรำคาญ น่าเบื่อหน่ายให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แม้ว่าจะไม่สามารถทำให้หยุดได้ทั้งหมด แต่ก็เกิดมีการปรับปรุงขึ้นแล้ว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ส่วนการเปลี่ยนแปลงบางส่วนของงานนั้นหมายถึง การพิจารณาเปลี่ยนแปลงงานในบางเรื่องบางอย่างที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานอาจพิจารณาใช้หลักการ E C R S เพื่อเริ่มต้นกระบวนการปรับปรุงระบบงานได้ โดยหลักการดังกล่าวมีองค์ประกอบกล่าวคือ

E = Eliminate หมายถึง การตัดขั้นตอนการทางานที่ไม่จำเป็นในกระบวนการออกไป

C = Combine หมายถึง การรวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกัน เพื่อประหยัดเวลาหรือแรงงานในการทางาน

R = Rearrange หมายถึง การจัดลำดับงานใหม่ให้เหมาะสม

S = Simplify หมายถึง ปรับปรุงวิธีการทำงาน หรือสร้างอุปกรณ์ช่วยให้ทำงานได้ง่าย

การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จะเป็นบำรุงรักษาโดยทำการบำรุงรักษาตามคาบเวลา (Time-Based Maintenance) โดยให้การบริการตามกำหนดและการซ่อมใหญ่ (Overhaul) เช่น การบำรุงรักษาตามวาระ 500, 1000, 1500, 2000 ชม. เป็นต้น แต่ในปัจจุบัน การบำรุงรักษาตาม

คาบเวลายังไม่เป็นการเพียงพอ จะต้องมีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ซึ่งเป็นการบำรุงรักษาตามเงื่อนไขการใช้งาน (Condition-Based Maintenance) โดยการใช้เครื่องมือวัดสมัยใหม่และเทคนิคในการวิเคราะห์เครื่องจักรขณะเครื่องจักรทำงาน เพื่อตรวจหาสัญญาณของการเสื่อมสภาพ หรือเหตุขัดข้องที่อาจเกิดขึ้น กระบวนการซ่อมและบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) พอจะสรุปเป็นกระบวนการดัง Flow Chart กระบวนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.10 ซึ่งอธิบายพอสังเขปได้ดังนี้

1. การอบรมให้ความรู้เรื่องการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักรในเบื้องต้นก่อนการนำเครื่องจักรไปใช้งาน ต้องมีการอบรมให้ความรู้แก่ผู้ใช้งานถึงวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและการบำรุงรักษาเครื่องจักรแก่ผู้ที่ทำหน้าที่บำรุงรักษา รวมทั้ง การอบรมแบบในห้องเรียน (Classroom Training) และแบบฝึกปฏิบัติจริงในหน้างาน หรือแบบสอนในระหว่างทำงาน (On the Job Training)

2. หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา จัดทำรายการชิ้น ส่วนที่สำคัญของเครื่องจักรที่ต้องเปลี่ยนหรือบำรุงรักษาตามวาระตลอดอายุใช้งานเครื่องจักร โดยอาศัยข้อมูลเบื้องต้นจากคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรหรือข้อมูลจากผู้ขาย

3. หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา จัดทำรายการตรวจสอบ (Check List) ในการตรวจสอบประจำวัน, ประจำสัปดาห์ หรือประจำเดือน พร้อมทั้ง มาตรฐานในการตรวจ เพื่อชี้แจ้งให้ผู้ใช้เครื่องจักรและผู้บำรุงรักษานำไปใช้งาน

4. ผู้ใช้เครื่องจักรดำเนินการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน/ประจำสัปดาห์ ตามรายการตรวจสอบทั้งมี ถ้าพบความผิดปกติแล้วดำเนินการแก้ไขเองได้ (เช่น เครื่องจักรสกปรก น็อตหลวม ฯลฯ) ให้ดำเนินการแก้ไขด้วยตนเอง ถ้าไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ ให้แจ้งงานไปยังหน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา หรือกรณีนำเครื่องจักรออกใช้งานแล้วเครื่องจักร Breakdown หรือมีสิ่งผิดปกติ ให้แจ้งหน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา

5. หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา จัดทำแผน PM & OVH เครื่องจักรประจำปี/ประจำเดือน ดำเนินการเตรียมอะไหล่และSupplies ต่าง ๆ เมื่อใกล้วาระ PM & OVH (บริหารพัสดุคงคลัง) และนัดผู้ใช้เครื่องจักรนำเครื่องจักรเข้าบำรุงรักษา ถ้าผู้ใช้งานเครื่องจักรไม่พร้อมให้ทำการเลื่อน (ต้องไม่เลื่อนมากเกินไปจนมีผลกระทบต่อเครื่องจักร)

6. หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา ทำการบำรุงรักษาพร้อมบันทึกประวัติ

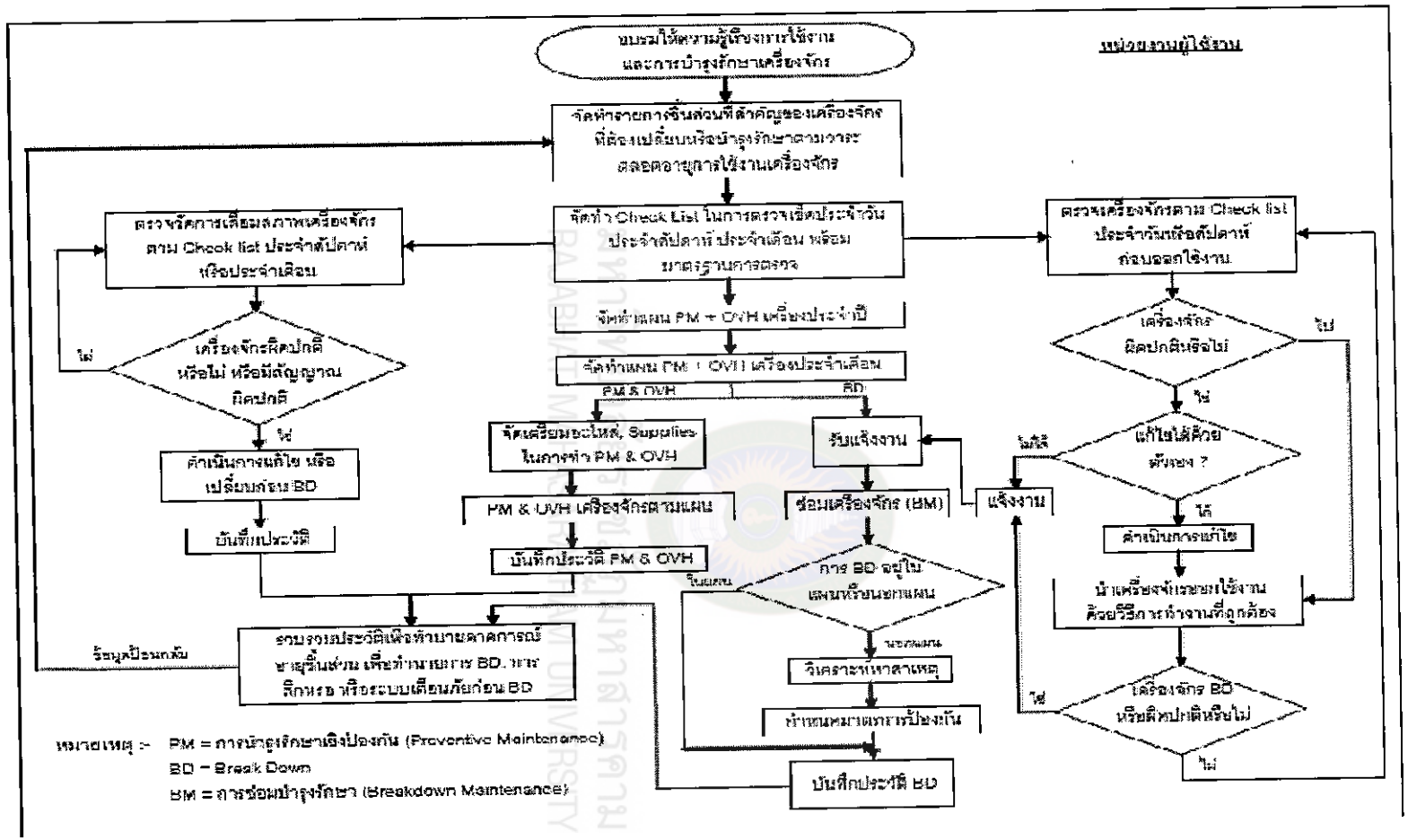
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7. กรณีทั้งเครื่องจักรเกิด Breakdown และได้รับการแจ้งงานจากหน่วยงานผู้ใช้เครื่องจักร หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษาจะทำการตรวจสอบและดำเนินการซ่อม/แก้ไข เพื่อให้เครื่องจักรใช้งานได้ จากนั้น มาพิจารณาว่าการ Breakdown ของเครื่องจักร เป็นไปอย่างผิดปกตินอกแผน เช่น เร็วเกินไป ยังไม่ถึงอายุชิ้น ส่วนที่เสียหาย หรือเกิดอุบัติเหตุหรือไม่ ถ้าการBreakdown เป็นแบบไม่ปกติ ให้ดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้า โดยพิจารณา 4M ได้แก่ คน (Man), เครื่องจักร (Machine), วัสดุ (Material) และวิธีการ (Method) แล้วกำหนดมาตรการป้องกันตามสาเหตุรากเหง้า แล้วทำการบันทึกประวัติเครื่องจักร ควรบันทึกจุดทั้งเป็นสัญญาณ (Warning Point) ก่อนเกิดการ Breakdown ด้วย เช่น เสียงดัง สายไฮดรอลิคบวมฯลฯ เพื่อเก็บเป็นจุดใช้คาดการณ์หรือทำนายการ Breakdown ได้

8. หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา ทำการตรวจวัดการเสื่อมสภาพหรือสภาพของเครื่องจักร หรือชิ้น ส่วนเครื่องจักร ตามคาบเวลาที่กำหนด เช่น สภาพของสายพาน สภาพของสายไฮดรอลิค ฯลฯ โดยบางครั้งการวัดอาจทำโดยหน่วยงานผู้ใช้เครื่องจักร เช่น การสึกหรือสภาพของดอกเจาะ การสึกของค้อนย่อย เป็นต้น ในการวัดนี้ ในกรณีที่ใกล้ครบอายุที่คาดการณ์ของชิ้น ส่วน อาจจะต้องทำการวัดถือขึ้น เพื่อทำนายหรือคาดการณ์การหมดอายุของชิ้น ส่วนเครื่องจักร (Condition-Based Maintenance) พร้อมทั้ง ดำเนินการเตรียมอะไหล่ชิ้น ส่วนก่อนการหมดอายุและดำเนินการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมก่อนการหมดอายุ แล้วบันทึกประวัติ (ถ้าการเก็บบันทึกข้อมูลประวัติอายุชิ้นส่วนดี การมีจุดหรือสัญญาณเตือนภัยดี จะสามารถทำนายคาดการณ์ได้แม่นยำ)

9. รวบรวมประวัติของเครื่อง (เครื่องจักร 1 เครื่อง เสมือนคนไข้ 1 คน) นำมาเป็นข้อมูลในการทำนายคาดการณ์การ Breakdown การสึกหรอชิ้น ส่วน สัญญาณหรือการเตือนภัยก่อน Breakdown เป็นข้อมูลป้อนกลับในการวางแผนต่อไป แล้วจะทำให้เรามีเทคโนโลยีเฉพาะ (Intrinsic Technology) ที่ค่อย ๆ พัฒนาเพิ่มขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างภาพ Flow Chart กระบวนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

2.4 การประเมินผลการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

รักน้อย อัครรุ่งเรืองกุล (2552) ได้กล่าวว่า หลังจากการนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปปฏิบัติและรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จะมีการประเมินผลการปฏิบัติจากดัชนีชี้วัดที่กำหนดดังนี้

1. เวลาที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรหยุด (Down Time) โดยคิดเวลาเป็นชั่วโมง

2. ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (Mean Time between Failures: MTBF) เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรว่ามีค่ามากน้อยเท่าไร

ค่า MTBF มีค่ามาก หมายถึง เครื่องจักรนั้นนานๆ จึงจะเกิดการชำรุดเสียครั้งหนึ่ง แต่ถ้าค่า MTBF มีค่าน้อย หมายถึงเครื่องจักรมีเกณฑ์การชำรุดเสียเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการ (3.1)

$$\text{ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดินทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องจักรชำรุด}} \qquad (3\text{-}1)$$

3. ระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อม (Mean Time To Repair : MTTR) หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ยของการหยุดเครื่องเพื่อซ่อมแซม โดยนำเวลาที่ใช้เพื่อซ่อมแซมทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อตรวจสอบความสามารถความยากง่ายของการซ่อมบำรุง ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการ (3.2)

$$\text{ระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อม} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด}} \qquad (3\text{-}2)$$

4. อัตราความพร้อมใช้งาน (Available Rate) คือ การคำนวณหาอัตราส่วนที่เครื่องจักรเดินเครื่องจริงที่แสดงความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงาน เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่อง (Operation Time) กับเวลารับภาระงาน (Loading Time) โดยแสดงวิธีคำนวณอัตราการเดินเครื่องดังสมการ (3.3) – (3.6)

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลารับภาระงาน X 100}} \qquad (3\text{-}3)$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โดยที่

เวลาเดินเครื่อง = เวลารับภาระงาน - เวลาเครื่องจักรหยุด (3-4)

เวลารับภาระงาน = เวลาทำงาน/กะ - เวลาหยุดตามแผน (3-5)

เวลาหยุดตามแผน =เวลาเครื่องจักรหยุดตามแผน + เวลาพักตามแผน (3-6)

5. ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) สมรรถนะการทำงานของเครื่องจักรโดยการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่องสุทธิ

2.5 การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE – Overall Equipment Effectiveness)

เป็นวิธีการที่ดีวิธีหนึ่งที่นอกจากทำให้รู้ประสิทธิผลของเครื่องจักรแล้วยังรู้ถึงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งในภาพใหญ่ คือ สามารถแยกประเภทการสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุนั้น ทำให้สามารถที่จะปรับปรุง ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ

OEE ย่อมาจาก Overall Equipment Effectiveness หรือเรียกภาษาไทยว่า "ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์" ซึ่งในปัจจุบันวิธีในการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ นั้นมีเพียงวิธีนี้วิธีเดียวซึ่งเป็นที่นิยมมาก จนกระทั่งประเทศญี่ปุ่นได้นำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการให้รางวัล Productive Maintenance หรือเป็นรางวัลที่ให้แก่ศูนย์เครื่องจักรกลที่เป็นที่ยอมรับในการบำรุงรักษาแบบทวีผล เนื่องจากหลักการและวิธีคิดพื้นฐานไม่ซับซ้อนและเห็นภาพได้ ในแง่ของความเป็นจริง ทั้งยังสามารถพิสูจน์ได้ และสะท้อนถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจน (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2542) โดยมีหลักการที่สามารถเข้าใจได้ง่ายตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงจนถึงระดับพนักงานคุมเครื่องจักร

เครื่องจักรที่ดีไม่ใช่เป็นเพียงแค่เครื่องจักรที่ไม่เสีย เปิดสวิตช์เมื่อใดทำงานได้เมื่อนั้น หากแต่ต้องเป็นเครื่องจักรที่เปิดขึ้นมาแล้วทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพคือ เดินเครื่องได้เต็มกำลังความสามารถ แต่ถ้าเครื่องจักรใช้งานได้ตลอดเวลาและเดินเครื่องได้เต็มกำลัง แต่ชิ้นงานที่ผลิตออกมาไม่มีคุณภาพ ก็คงไม่มีประโยชน์อะไร ดังนั้นเรื่องคุณภาพของงานที่ออกมาจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะใช้ในการพิจารณาเครื่องจักร และที่สำคัญเครื่องจักรที่ดีต้องใช้งานได้อย่างปลอดภัย

1. การคำนวณ OEE ประกอบด้วยผลคูณของ 3 Factor ดังนี้

OEE = อัตราเดินเครื่อง x ประสิทธิภาพเดินเครื่อง x อัตราคุณภาพ

(Availability) (Performance Efficiency) (Quality Rate)

ซึ่งเมื่อนำปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อระบบการผลิต อันได้แก่ พนักงาน เครื่องจักร และชิ้นงานที่ผลิต มาวิเคราะห์แล้ว จะทำให้ทราบได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับระบบการผลิตของเราบ้าง ซึ่ง OEE จะเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นสภาพโดยรวมในระบบการผลิตนั่นเอง

2. เกณฑ์มาตรฐานของ OEE

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (Overall Equipment Effectiveness : OEE) ที่ตั้งเป็นมาตรฐานโดยทั่วไป

อัตราการเดินเครื่อง (Availability) = 90%

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง(Performance Efficiency) = 95%

อัตราคุณภาพ(Quality Rate) = 99%

ดังนั้น ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

OEE = 0.90 x 0.95x 0.99 x 100 = 85%

ค่าดังกล่าวมิใช่ค่าเป้าหมายที่บังคับใช้ (สามารถกำหนดค่าเป้าหมายได้ความเหมาะสมของแต่ละศูนย์เครื่องจักรกล) แต่บริษัทต่าง ๆ ที่ได้รับรางวัล PM ล้วนมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE) สูงกว่า 85% ทั้งสิ้น

การวัดสมรรถนะของการผลิต (Manufacturing Performance) มีการหาวิธีการกันหลากหลาย ซึ่งส่วนใหญ่จะมีข้อมูลและดรรชนีจำนวนมาก ทั้งในทางกว้างและทางลึกหลายวิธีล้าสมัยและอีกหลายวิธีไม่มีความต่อเนื่องในการวิเคราะห์ ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตได้จริง ปัญหาที่พบ คือ การมีดรรชนีในการชี้วัดมาก แต่ไม่สัมพันธ์กัน ทำให้ไม่สามารถมองภาพใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์และเป็นปัญหาการจัดการ ความไม่สอดคล้องกันของการเก็บข้อมูลแยกส่วนทำให้มีการถกเถียงในข้อมูลที่ไม่ตรงกัน ปกติการปรับปรุงสมรรถนะการผลิตโดยรวม จะต้องทำ 3 สิ่ง สิ่งแรก คือ ต้องวัดสิ่งที่ต้องการปรับปรุงให้ได้อย่างเป็นระบบ (What to Measure) สอง คือ วัดอย่างไรให้ได้

ครบถ้วนถูกต้องแม่นยำ (How to Measure) และ สาม คือจะทำการปรับปรุงอย่างไร (How to Improve)

การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เป็นวิธีการที่นอกจากทำให้รู้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรแล้วยังรู้ถึงสาเหตุของ Loss ที่เกิดขึ้นทั้งในระบบ คือ สามารถแยกการสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุนั้น ทำให้สามารถที่จะปรับปรุงแก้ไข ลด Loss ที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง เครื่องจักรที่ดีไม่ใช่เป็นเพียงแค่เครื่องจักรที่ไม่เสีย เปิดสวิตช์เมื่อใดทำงานได้เมื่อนั้น หากแต่ต้องเป็นเครื่องจักรที่เปิดขึ้นมาแล้วทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ คือ เดินเครื่องได้เต็มกำลังความสามารถ แต่ถ้าเครื่องจักรใช้งานได้ตลอดเวลาและเดินเครื่องได้เต็มกำลัง แต่ชิ้นงานที่ผลิตออกมาไม่มีคุณภาพ ก็คงไม่มีประโยชน์อะไร ดังนั้นเรื่องคุณภาพของงานที่ออกมาจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะใช้ในการพิจารณาเครื่องจักรและที่สำคัญเครื่องจักรที่ดีต้องใช้งานได้อย่างปลอดภัย

Availability Rate คือ อัตราการเดินเครื่อง ยกตัวอย่างการหยุดที่ทำให้ Availability ลดลง เช่น การหยุดเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผน การเสียของเครื่องจักร การเสียจากการติดตั้งเครื่องจักร ความผิดพลาดจากการเดินเครื่องเป็นต้น

สูตรการคำนวณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Availability = (Loading time - Downtime)/Loading time x 100

Performance คือ ประสิทธิภาพการเดินเครื่องประสิทธิภาพการผลิต ลดลงได้ เนื่องจาก Speed loss คือเดินเครื่องที่ความเร็วต่ำกว่ามาตรฐาน เนื่องจากพนักงานเดินเครื่องขาดทักษะในการทำงาน สภาพร่างกายไม่พร้อม หรือ สินค้าที่เดินมีความซับซ้อนสูงไปจึงเดินได้ช้าลง

สูตรการคำนวณ

Performance = Cycle time x Actual output / Net Operation Time x 100

- Quality Rate คือ อัตราคุณภาพ คุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตได้

สูตรการคำนวณ

Quality = (Actual output - Defect)/Actual output

OEE เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ที่มาจากการคูณกันระหว่าง Availability, Performance Efficiency และ Quality Rate

ดังนั้นการปรับปรุงค่า OEE ก็คือการปรับปรุงค่าทั้งสามเหลานี้ตัวใดตัวหนึ่ง หรือสองตัว หรือทั้งสามตัว ขึ้นอยู่กับความจำเป็นหรือนโยบายขององค์กรในขณะนั้น โดยปกติเราจะปรับปรุงค่าที่ต่ำที่สุดก่อน

ความรู้พื้นฐานอย่างหนึ่งที่ต้องใช้ในการปรับปรุงค่า OEE คือต้องรู้ว่าค่า Availability จะต่ำหรือสูงขึ้นอยู่กับว่า Shutdown losses มีมากหรือน้อย ค่า Performance Efficiency จะต่ำหรือสูงขึ้นอยู่กับว่า Capacity losses มีมากหรือน้อย และ ค่า Quality Rate จะต่ำหรือสูง ขึ้นอยู่กับว่า Yield losses มีมากหรือน้อย และเมื่อเรามีความรู้พื้นฐานดังกล่าว จะทำให้เราทราบว่าหากต้องการปรับปรุงค่า Availability เราต้องพยายามลด Shutdown losses เช่น Machine Breakdown, Process Setup, และ เหตุการณ์ต่าง ๆ ใด ๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นแล้วทำให้เครื่องจักรต้องหยุดเดิน หากเราต้องการปรับปรุงค่า Performance Efficiency เราต้องพยายามลด Capacity losses เช่น Machine Idle, Process Startup และ เหตุการณ์ต่างๆ ใดๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นแล้วทำให้เครื่องจักรเสียความเร็วหรือเสียยอดการผลิต และหากต้องการปรับปรุงค่า Quality Rate เราต้องพยายามลด Yield losses เช่น Defect, Rework และเหตุการณ์ต่างๆ ใดๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นแล้วทำให้อัตราการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบต่ำลง

สำหรับการตั้งเป้าหมายในการปรับปรุง OEE สามารถตั้งได้ตามหลักการแก้สมการธรรมดา กล่าวคือ สมมติว่าค่า OEE ของเราเท่ากับ 72.675% ซึ่งมาจาก 95 % Availability, 85% Performance Efficiency และ 90% Quality Rate ตามลำดับ และเราต้องการปรับปรุงค่า OEE เป็น 80% โดยเลือกปรับปรุงที่ค่า Performance Efficiency นั่นแสดงว่า ค่า Performance Efficiency ที่เราต้องทำให้ได้และถือเป็นเป้าหมายคือ 93.567% เพราะจึงจะทำให้เราได้ OEE เท่ากับ 80% ในขณะที่ค่า Availability และ Quality Rate ยังคงเท่าเดิม และสำหรับการได้มาซึ่ง Performance Efficiency เท่ากับ 93.567% นั้นจะต้องไปลด Machine Idle หรือ Process Startup ลงเท่าไหร่เป็นเรื่องที่ต้องคิดกันต่อไป

สำหรับข้อแนะนำของการจัดทำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอย่างง่ายควรดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ควรมีทะเบียนเครื่องจักรกล และทำการแบ่งระดับความสำคัญของเครื่องจักร เป็นหมวดหมู่

2. ควรรวบรวมคู่มือเครื่องจักรเท่าที่มีให้ได้มากที่สุด

3. ควรนำประวัติเครื่องจักรทั้งในแง่ประวัติการใช้ การซ่อม การบำรุงรักษา มาใช้ประโยชน์

4. ควรรวบรวม/สัมภาษณ์ จากผู้ซ่อม/ผู้บำรุงรักษา/ผู้ใช้งาน/ผู้ควบคุมเครื่อง เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์

5. จากขั้นตอน 1 ถึง 4 ทำให้สามารถจัดแบ่งกลุ่มเครื่องจักรที่สำคัญ – ไม่สำคัญ และในทรัพยากรที่จำกัด ระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันควรถูกดำเนินการให้กับเครื่องจักรที่สำคัญๆ ก่อน โดยต้องดำเนินการ

5.1 จัดทำใบตรวจสอบ (Check sheet) เพื่อใช้ดำเนินการการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Self maintenance) ในวงรอบรายวันและรายสัปดาห์

5.2 จัดทำใบรายการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ในวงรอบที่ใช้สำหรับพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง อาทิ วงรองการบำรุงรักษา 1 เดือน, ทุก 3 เดือน, และทุก 6 เดือน ฯลฯ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ในหัวข้อ 5.1 และ 5.2 เครื่องจักรแต่ละเครื่องควรได้รับการกำหนดระบบที่จะต้องทำการบำรุงรักษาเป็น 3 ระบบใหญ่ คือ

- ระบบการหล่อลื่น
- ระบบทางกล
- ระบบทางไฟฟ้า

สำหรับระบบทางการหล่อลื่นจุดที่สำคัญที่ควรครอบคลุมมี 5 ส่วน

- ชนิดของสารหล่อลื่น
- ปริมาณของสารหล่อลื่น
- ช่วงเวลาในการเปลี่ยนถ่าย/เติม
- ตำแหน่งที่ต้องไปดำเนินการ
- วิธีในการหล่อลื่น

ในส่วนของระบบทางกลจุดที่ควรสนใจได้แก่

- ความตึงของสายพาน
- การเปลี่ยนแผ่นกวาดน้ำมันตามระยะเวลา
- การตรวจเช็คการขันแน่นของสลักเกลียว
- การตรวจสอบการเยื้องศูนย์ของคับปลิ้ง
- การตรวจเช็คขนาดที่เปลี่ยนไปของชิ้นส่วน
- ฯลฯ

ระบบไฟฟ้าในส่วนของอุปกรณ์ไปฟ้า และขั้วต่อไฟฟ้าควรดำเนินการ ได้แก่

- ขันแน่นขั้วต่อทุกๆ ขั้นต่อในตู้ควบคุม
- ขจัดขี้เกลือที่ขั้วต่อต่างๆ
- ขจัดฝุ่นละอองในตู้ควบคุม โดยการใช้เครื่องดูดฝุ่น (Vacuum Cleaner) ไม่แนะนำให้ใช้เครื่องเป่า (Blower) ทั้งนี้เพราะจำทให้ฝุ่นฟุ้งกระจาย และเข้าไปในอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เข้าไปในหน้าคอนแทกเตอร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีโอกาสไปเกิดการสึกหรอแบบพ่นปะทะ (Erosive wear) สำหรับชิ้นส่วนละเอียดอ่อนด้านอิเล็กทรอนิกส์-คอมพิวเตอร์

จากเครื่องจักรเมื่อแยกแยะสู่ระบบสำคัญ ๆ และกำหนดรายการบำรุงรักษา (ข้อมูลควรได้มาจากคู่มือเครื่องจักร ประสบการณ์ หนังสือบำรุงรักษา ประวัติเครื่องจักร ฯลฯ) แล้วก็จะสามารถนำมาเขียนเป็นใบรายการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งใบรายการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ดีควรประกอบด้วย

1. ชื่อ-หมายเลข-สถานที่ตั้ง
2. จำนวนชั่วโมง – เครื่องจักร ของการบำรุงรักษา
3. วงรอบการบำรุงรักษา
4. ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับความปลอดภัย
5. ชนิดของงานบำรุงรักษา (ทางกล ไฟฟ้า หล่อลื่น ฯลฯ)
6. ขั้นตอนปฏิบัติงาน
7. เครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้
8. รายการอะไหล่-สารหล่อลื่นที่ต้องใช้
9. เงื่อนไขของค่าวัดเชิงปริมาณที่สามารถตัดสินใจโดยพนักงานบำรุงรักษาได้ว่าอยู่ใน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ระดับปกติหรือผิดปกติ

10. ภาพแสดงตำแหน่งของจุดที่ต้องการการบำรุงรักษา

11. ใบบันทึกประวัติแนบท้ายใบรายการการบำรุงรักษา

6. เมื่อสามารถเขียนใบรายการบำรุงรักษาได้ครบทุกเครื่องจักรแล้วก็จะสามารถนำมาประเมินหาทรัพยากรในการบำรุงรักษา เพื่อกำหนดวางแผนการใช้ทรัพยากรดังนี้

6.1 แรงงานที่ต้องการ (ได้จากการรวบรวมแรงงานคน – ชั่วโมง จากทุกใบรายการบำรุงรักษา)

6.2 เครื่องมือช่างที่ต้องใช้

6.3 อะไหล่ และสารหล่อลื่น

6.4 การประเมินจำนวนคนงาน อะไหล่ และเครื่องมือ ก็จะสามารถรวบรวมและคิดออกมาเป็นตัวเงินหรืองบประมาณที่ต้องการในการดำเนินการบำรุงรักษาได้นั่นคือตามหัวข้อ 6.1, 6.2 และ 6.3 จะสามารถนำมาใช้ในการกำหนดทรัพยากรใน 6.4 คือเงินนั่นเอง

7. ขั้นตอนนี้คือขั้นตอนในการนำใบรายการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาทำการวางแผน (Plan : P) จัดเฉลี่ยให้แรงงานที่มีอยู่ได้มีงานทำอย่างสม่ำเสมอในช่วงเวลาแต่ละช่วง

8. เมื่อมีแผนงานที่จัดเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้วต่อไปเป็นขั้นตอนการนำไปปฏิบัติ (Execution/Do : D) หรือแจกจ่ายใบรายการบำรุงรักษาให้กับพนักงานฝ่ายบำรุงรักษาไปดำเนินงานตามแผน

9. ควรมีระบบควบคุม หรือตรวจสอบ (Check : C) ว่าเกิดกรณีเหล่านี้ขึ้นหรือไม่เช่น

- ทำไม่ได้
- ไม่ได้ทำ

10. ควรมีการปรับปรุงแก้ไข (Corrective Action : A) หลังจากที่มีปัญหาไม่สามารถดำเนินการได้ตามแผนที่วางไว้ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง การเก็บข้อมูลสภาพทั่วไปของระบบการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรกลงานก่อสร้าง ออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรงานก่อสร้าง ก่อนและหลังการนำระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. เครื่องจักรงานก่อสร้างที่ใช้ในงานวิจัย
2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย
3. การหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)
4. การหาระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย(MTBF)
5. ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.1 เครื่องจักรงานก่อสร้างที่ใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องจักรงานก่อสร้าง ทั้งหมด 16 เครื่อง ของศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์

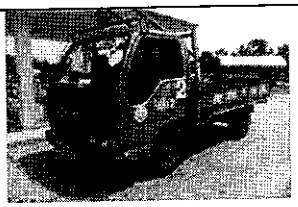
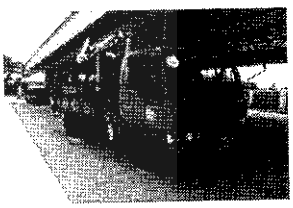
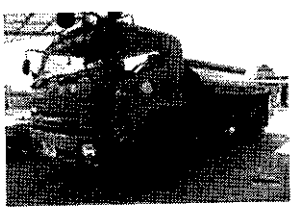
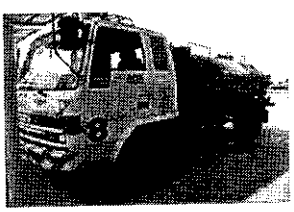
ตารางที่ 3.1

ข้อมูลทั่วไปของเครื่องจักรกล

รหัส	ชนิด	สังกัด	ทะเบียน	วันเข้าประจำการ
A001	รถบรรทุก 4 ล้อ โตโยต้า 200 DYNA 61	งานไฟฟ้าและสถานที่	81 – 2051 กาฬสินธุ์	21 มิถุนายน 2545

(ต่อ)

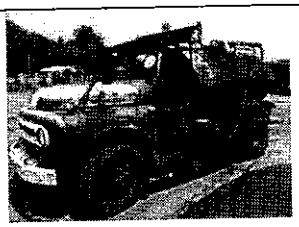
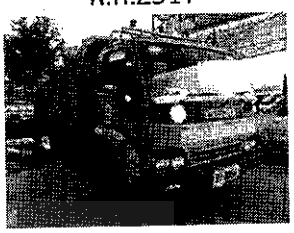
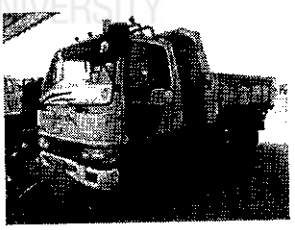
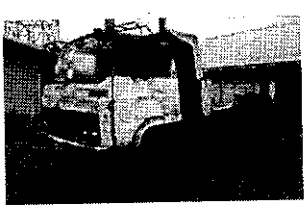
ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รหัส	ชนิด	สังกัด	ทะเบียน	วันเข้าประจำการ
A002	รถบรรทุก 4 ล้อ อีซูซุ NKR 2.8 TURBO	งานไฟฟ้าและสถานที่	81-2757 กาฬสินธุ์	 9 กันยายน 2545
A003	รถบรรทุก 4 ล้อ อีซูซุ NKR 2.8 TURBO	งานสวนสาธารณะ	81-2270 กาฬสินธุ์	9 กันยายน 2545
B001	รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า ฮีโน่ FB4JEKA	งานไฟฟ้าและสถานที่	81-2058 กาฬสินธุ์	 21 มิถุนายน 2545
B002	รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า อีซูซุ	งานไฟฟ้าและสถานที่	81-4282 กาฬสินธุ์	5 มกราคม 2548
C001	รถบรรทุกน้ำ อีซูซุ FTR 240	งานสวนสาธารณะ	81-9585 กาฬสินธุ์	
C002	รถบรรทุกน้ำ อีซูซุ FSR11H	งานสวนสาธารณะ	81-2055 กาฬสินธุ์	 21 มิถุนายน 2545

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

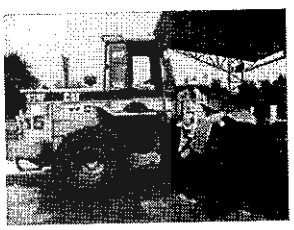
ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รหัส	ชนิด	สังกัด	ทะเบียน	วันเข้าประจำการ
C003	รถบรรทุกน้ำ อีซูซุ	งาน สวนสาธารณะ	น – 3750 กาฬสินธุ์	 พ.ศ.2517
D001	รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย อีซูซุ NPR66LX5	งานสะพาน และรักษาทาง	81-2056 กาฬสินธุ์	 21 มิถุนายน 2545
D002	รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย ฮีโน่ FC3J	งานสะพาน และรักษาทาง	81-5719 กาฬสินธุ์	14 พฤศจิกายน 2549
D003	รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย ฮีโน่ FC3JEKA	งานสะพาน และรักษาทาง	81-5720 กาฬสินธุ์	 14 พฤศจิกายน 2549
D004	รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย อีซูซุ FSR11H	งานไฟฟ้าและ สถานที่		 พ.ศ.2533

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

รหัส	ชนิด	สังกัด	ทะเบียน	วันเข้าประจำการ
E001	รถหน้าตัก หลังขุด Caterpillar 428C	งานสะพาน และรักษาทาง	ตค 426 กาฬสินธุ์	5 สิงหาคม 2548
E002	รถหน้าตัก หลังขุด JCB	งานสะพาน และรักษาทาง	ต-0120 กาฬสินธุ์	27 ตุลาคม 2535
F001	รถตัก ล้อยาง Caterpillar 938F	งานสะพาน และรักษาทาง	จต 64 กาฬสินธุ์	 30 กรกฎาคม 2541
G001	รถขุด แขนยาว ตีนตะขาบ Caterpillar 428C	งานสะพาน และรักษาทาง		พ.ศ.2545

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่

3.2.1.1 แบบบันทึกประวัติเครื่องจักร (Machine history report) เป็นแบบบันทึกที่ใช้เก็บประวัติ โดยแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการเก็บประวัติและข้อมูล เกี่ยวกับตัวเครื่องจักร เช่น รุ่น ขนาด ยี่ห้อ ฯลฯ ส่วนที่ 2 เป็นการเก็บประวัติและข้อมูลเกี่ยวกับการซ่อม

3.2.1.2 แบบบันทึกการซ่อมแซมเครื่องจักร (Equipment history report) เป็นแบบบันทึกที่ใช้บันทึกเวลามีการซ่อมแซมเครื่องจักร ซึ่งผู้ทำการซ่อมจะเป็นผู้บันทึกหลังจากซ่อมเสร็จและส่งให้เก็บข้อมูลลงประวัติเครื่องจักรต่อไป

3.2.1.3 แบบบันทึกการตรวจเช็คเครื่องจักร (PM check sheet)

1) แบบบันทึกการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน เป็นการตรวจเช็คการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทางอ้อม (Indirect preventive maintenance) หรือ (Condition Based Maintenance) คือ การบำรุงรักษาเพื่อค้นหาจุดขัดข้องที่เพิ่งจะเริ่มเกิดขึ้นในเครื่องจักรก่อนที่จะลุกลามไปจนเป็นความเสียหายหรือกระทบต่อการผลิต โดยเป็นการตรวจวัดสภาพ (Condition Monitoring) โดยมีการตรวจวัดสภาพแบบใช้ความรู้สึก (Subjective condition monitoring) ทำได้โดยการใช้ความรู้สึกของผู้ตรวจสอบ เช่น การฟังเสียง การสัมผัส การมองดู การดมกลิ่น การชิมรส (Human senses)

2) แบบบันทึกการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำสัปดาห์ แบบบันทึกตรวจเช็คเครื่องจักรประจำเดือน แบบบันทึกตรวจเช็คเครื่องจักรประจำ 3 เดือน เป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทางตรง (Direct preventive maintenance) หรือ (Fixed time maintenance) เป็นการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเกิดความเสียหายหรือปัญหาขัดข้อง ซึ่งมีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องได้แก่ การเปลี่ยนชิ้นส่วน การซ่อม การหล่อลื่น การทำความสะอาด ฯลฯ

3.2.1.4 แบบบันทึกระยะเวลาและความถี่ในการตรวจเช็คเครื่องจักรเป็นการแสดงให้เห็นว่ามีเครื่องจักรทั้งหมดกี่ตัว มีรหัสอะไรบ้าง และมีการตรวจเช็คระยะความถี่เท่าไหร่ ส่วนรูปแบบการใช้งานแบบบันทึกทั้งหมด ดังแสดงในภาคผนวก ช

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2.2 ขั้นตอนการออกแบบระบบซ่อมบำรุง ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการออกแบบระบบ PDCA วงจรคุณภาพของเดมมิ่ง (Deming)

3.2.2.1 การวางแผน การวางแผนงานการจัดระบบซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรได้กำหนดเวลาและแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

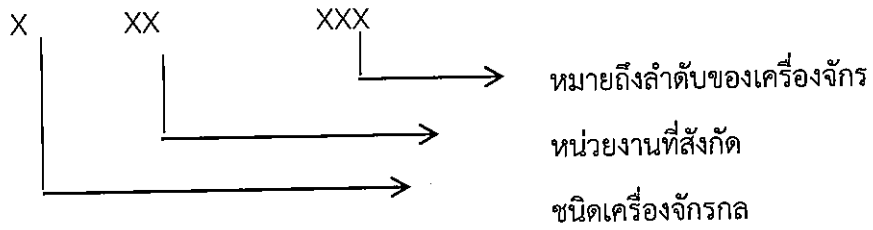
1) ตรวจเช็คประจำ (Routine Maintenance) เป็นการตรวจสภาพการทำงานของเครื่องจักรประจำตามกำหนดเวลา ซึ่งจะมีการจัดทำโปรแกรมตรวจเช็คตามกำหนดเวลา จะทำการรวบรวมรายละเอียดการตรวจเช็คโดยรวบรวมจากคู่มือของเครื่องจักรต่างๆ ซึ่งจะใช้คู่มือของเครื่องจักรเป็นแนวทางในการกำหนดข้อมูลการตรวจเช็ค และประสบการณ์ที่มองเห็นสภาพการใช้งาน หัวข้อการตรวจเช็คดังกล่าวจะแสดงอยู่ในแบบบันทึกการตรวจเช็คเครื่องจักร ซึ่งแผนกวิศวกรรมจะเป็นผู้จัดทำแบบบันทึกดังกล่าวและจะทำการตรวจเช็ค จากนั้นจะมีหัวหน้างานในหน่วยงานวิศวกรรมเป็นผู้ตรวจสอบการดำเนินการอีกครั้งหนึ่งหลังจากตรวจสอบแล้ว แบบบันทึกการตรวจเช็คดังกล่าวจะถูกนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2) การตรวจเช็คตามแผน (Scheduled Maintenance) เป็นการซ่อมบำรุงตามกำหนดระยะเวลา ชิ้นส่วนของเครื่องจักรแต่ละชิ้น อาจมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นความถี่ในการตรวจสอบของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะไม่เท่ากัน จึงขึ้นอยู่กับความคงทนหรือการเปลี่ยนแปลงมากน้อยของชิ้นส่วนแต่ละชิ้น ดังนั้นเครื่องจักรแต่ละตัวจอมีความถี่ในการตรวจเช็ค รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน และราย 3 เดือน ซึ่งจะแสดงไว้ในโปรแกรมระยะเวลาการตรวจเช็คเครื่องจักร

3.2.2.2 การปฏิบัติ เริ่มต้นจากการจัดระบบข้อมูลในศูนย์เครื่องจักรกล

การตั้งรหัสเครื่องจักร รวบรวมข้อมูลสำหรับเครื่องจักรต่าง ๆ ได้จัดทำเป็นรายงานข้อมูลประวัติเครื่องจักรซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรกลมาให้ละเอียดที่สุด เพื่อประโยชน์ในการดำเนินการต่อไป ซึ่งจะไม่ทำให้เสียเวลา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



การตั้งรหัสเครื่องจักรจะเป็นประโยชน์ในการจัดเก็บและค้นหาประวัติเครื่องจักรเหล่านั้น ดังตัวอย่างเช่น (A001)

รหัส 1 ตัวแรกจะบอกถึงชนิดเครื่องจักรกล

รหัส 2 ตัวต่อมาจะบอกถึงหน่วยงานที่สังกัด

รหัส 3 ตัวหลังจะบอกถึงลำดับของเครื่องจักรว่าตัวที่เท่าไหร่ สำหรับแบบบันทึกการซ่อมแซมเครื่องจักร เป็นรายงานที่ช่างได้มีการซ่อมเครื่องจักร ซึ่งทุกครั้งที่มีการซ่อมเครื่องจักรจะต้องมีการบันทึกเพื่อเก็บข้อมูลลงในแบบบันทึกฉบับนี้และส่งหัวหน้าช่างทุกวัน หลักจากหัวหน้าช่างได้ตรวจสอบแล้วก็จะส่งรายงานให้กับผู้จัดการแผนก/ฝ่าย รับทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง จากนั้นก็จะนำรายงานนี้ไปเก็บข้อมูลบันทึกลงในแบบบันทึกประวัติเครื่องจักร ส่วนการตรวจเช็คเครื่องจักจะมีการจัดทำเป็นเอกสารสำหรับให้ช่างใช้ในการตรวจเช็คและวางแผนการตรวจเช็คเรียกว่าแบบบันทึกการตรวจเช็คเครื่องจักร ซึ่งจะกำหนดหัวข้อในการตรวจเช็คสำหรับแต่ละเครื่องจักรตามแผนการตรวจเช็คที่จัดทำไว้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิธีการตรวจเช็คระบบซ่อมบำรุงควรตรวจเช็คก่อนเกิดปัญหา เพื่อลดการสูญเสียโดยใช้ช่างทำการตรวจเช็คเครื่องจักรตามแบบบันทึกการตรวจเช็คเครื่องจักร ตรวจเช็คการทำงานของเครื่องจักรตามหัวข้อที่กำหนดไว้ โดยอาจตรวจเช็คขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานหรือในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงาน ในการตรวจเช็คถ้าพบว่ามีการชำรุดหรือเสียหาย มีปัญหาก็ให้ทำการแจ้งให้ผู้รับผิดชอบเข้าซ่อมทันทีหรือหาเวลาหยุด (Maintenance window) หรือถ้าต้องการหยุดกะทันหันต้องรายงานให้หัวหน้างานช่างหรือวิศวกรทราบทันทีก่อนการดำเนินงาน การตรวจหรือปรับสภาพของเครื่องจักรต้องลงบันทึกในแบบบันทึกการตรวจเช็คเครื่องจักร และต้องจัดเก็บแบบบันทึกการตรวจเช็คเครื่องจักรนี้โดยแยกเก็บข้อมูลต่างๆ ตามเครื่องจักรและต้องลงข้อมูลในแบบบันทึกประวัติเครื่องจักรทุกครั้ง

3.2.2.3 การตรวจสอบ

หลังจากที่ได้มีการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ไประยะหนึ่ง ต้องมีการตรวจสอบการตรวจสอบหมายถึงการตรวจติดตาม การวัดผลความก้าวหน้าของแผนงาน เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาต่างๆ โดยไม่ได้หมายถึงการจับผิด การตรวจสอบมีการกำหนดระยะเวลาในแผนงาน เมื่อการดำเนินการถึงระยะเวลาใดๆ ที่กำหนดตามแผน ซึ่งอาจถูกกำหนดโดยวางเป้าหมายระยะสั้นและระยะยาวในแผน และเมื่อการปฏิบัติได้ดำเนินการถึงระยะเวลาที่กำหนดแล้วจึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบหรือวัดผลงาน โดยเทียบผลการดำเนินงานกับเป้าหมายที่กำหนดไว้ตั้งแต่ระยะแรกของการวางแผน ถ้าผลการดำเนินงานมีความแตกต่างกับเป้าหมายอย่างมากแล้ว จุดนี้จะแสดงให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้น และจากจุดนั้นจะทำให้เรากลับไปหาสาเหตุและแนวทางแก้ไขต่อไป

ในการตรวจสอบไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการแก้ปัญหาเพื่อปรับปรุงและการควบคุม ควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้

1) ควรจะมีการตรวจสอบก่อนการวางแผนต่างๆ หรือการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

2) การวางแผนที่ชัดเจนโดยระบุระยะเวลาการตรวจสอบผลการปฏิบัติงานในแผนงานระบุตัววัดที่เหมาะสม วิธีการวัดผล มาตรการแก้ไข และป้องกันการเกิดซ้ำ

3) การกำหนดตัววัดควบคู่ไปกับการกำหนดเป้าหมายต่างๆ ในแผนงาน จะทำให้การติดตามง่ายขึ้น

4) การมีระบบฐานข้อมูลที่ต้องการจากการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นงานแก้ไขปัญหาหรืองานประจำวัน รวมไปจนถึงระบบการส่งข้อมูลที่จำเป็นต่อหน่วยงานต่าง ๆ ที่ต้องทราบข้อมูลนั้นๆ

5) การมีระบบสื่อสารที่จำเป็นในการทำงานประจำวัน ในส่วนของการประสานงานระหว่างสายงานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างสานงานนั้น

6) การป้อนกลับของข้อมูลที่จำเป็นของปัญหาในการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของปริมาณและคุณภาพ จากหน่วยงานที่เป็นปัญหาไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อหน่วยงานนั้นจะนำข้อมูลเหล่านั้นทำการวิเคราะห์ และหาหนทางแก้ไขปัญหาต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2.2.4 การปรับปรุง

เมื่อได้ข้อมูลจากการปฏิบัติงานในการตรวจเช็คหรือการซ่อมแซมเครื่องจักร จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ปรับปรุงต่อไป ขั้นการปรับปรุงในขั้นนี้เป็นผลมาจากขั้นตอนการดำเนินการและขั้นตอนการตรวจสอบดังที่กล่าวมาแล้วในขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 ถ้าได้ผลตามเป้าหมายหรือสูงกว่าเป้าหมาย ก็ให้นำผลการปฏิบัติงานต่างๆ มาจัดทำเป็นมาตรฐาน และถ้าได้ผลต่ำกว่าก็ให้รีบแก้ไขปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานต่อไป

3.2.2.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การเก็บข้อมูลก่อนการนำระบบมาใช้ โดยเมื่อมีการหยุดกะทันหันหรือมีการหยุดเครื่องจักรซ่อม ผู้ปฏิบัติงานจะทำการซ่อมและเก็บข้อมูลจากบันทึกประจำวันของแผนกผลิต โดยบันทึกรายงานการซ่อมลงในแบบบันทึกการซ่อมแซมเครื่องจักร และจะนำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติงานไปเก็บบันทึกลงในแบบบันทึกประวัติเครื่องจักร เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไปซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลก่อนการนำระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้

2) การเก็บข้อมูลหลังการนำระบบมาใช้ดำเนินการ โดยเมื่อมีการหยุดกะทันหันหรือมีการหยุดเครื่องจักรซ่อม ผู้ปฏิบัติงานจะทำการซ่อมและเก็บข้อมูล โดยบันทึกรายงานการซ่อมลงในแบบบันทึกการซ่อมแซมเครื่องจักร และจะนำข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติงานไปเก็บบันทึกลงในแบบบันทึกประวัติเครื่องจักร เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไปซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลหลังการนำระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.3 การหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

3.3.1 หาค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate: AR) ก่อน – หลังการปรับปรุง

เก็บข้อมูลอัตราการเดินเครื่อง 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง ได้แก่ เดือนสิงหาคม เดือนกันยายน และเดือนตุลาคม และข้อมูลอัตราการเดินเครื่อง 3 เดือน หลังการปรับปรุง ได้แก่ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม

สูตรในการคำนวณ

AR = เวลาเดินเครื่องจักร / เวลารับภาระงาน (ชั่วโมง)

โดยที่ เวลาเดินเครื่องจักร = เวลารับภาระงาน - เวลาที่สูญเสียจากเครื่องจักรหยุด

เวลารับภาระงาน = เวลาทั้งหมด – เวลาหยุดตามแผน

3.3.2 หาค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency: PE) ก่อน – หลังการปรับปรุง

จากการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการเดินเครื่อง 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง ได้แก่ เดือนสิงหาคม เดือนกันยายน และเดือนตุลาคม และข้อมูลประสิทธิภาพการเดินเครื่อง 3 เดือน หลังการปรับปรุง ได้แก่ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สูตรในการคำนวณ

PE = เวลาเดินเครื่องสุทธิ / เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)

เวลาเดินเครื่องสุทธิ = เวลาเดินเครื่อง - เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรกลเสีย

3.3.3 อัตราคุณรูปภาพ (Quality Rate: QR) ก่อน – หลังการปรับปรุง

สูตรในการคำนวณ

QR= เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า / เวลาเดินเครื่องสุทธิ (ชั่วโมง)

เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า = เวลาเดินเครื่องสุทธิ - เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย

3.3.4 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (Overall equipment effectiveness: OEE) ก่อน – หลังการปรับปรุง

สูตรในการคำนวณ

OEE = อัตราการเดินเครื่อง (AR) x ประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง (PE) x อัตราคุณรูปภาพ (QR)

3.4 การหาระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF)

ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (Mean time between failures: MTBF)

สูตรในการคำนวณ

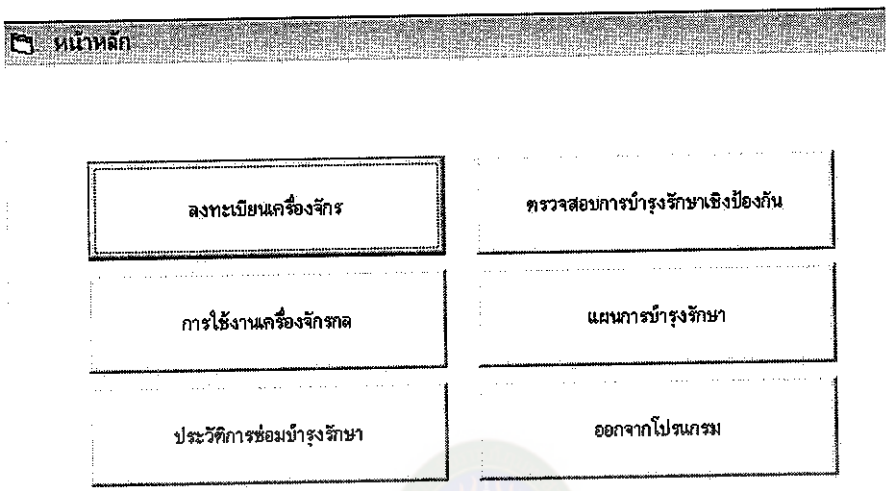
MTBF = (เวลาทั้งหมด - เวลาที่หยุดเพื่อซ่อม) / จำนวนครั้งที่หยุด (ชั่วโมง)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.5 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

โดยการใช้ Microsoft Visual Basic 6.0 เป็นเครื่องมือในการสร้างโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ที่ใช้งานง่าย โดยการเลือกเครื่องมือต่าง ๆ มาออกแบบหน้าจอของโปรแกรมที่จะสร้างซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้งาน เรียกว่า ยูสเซอร์อินเตอร์เฟส (User interface) การเขียนโปรแกรม เป็นการกำหนดคุณสมบัติของคอนโทรลให้เป็นฐานข้อมูล เช่น เวลารับภาระงาน เวลาเดินเครื่อง เวลาเดินเครื่องสุทธิ จำนวนครั้งการหยุดซ่อม เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า และระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF) โดยคิดเวลาเดินเครื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน ส่วนในการการคำนวณ เช่น อัตราการเดินเครื่อง (AR) ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) อัตราคุณภาพ (QR) และประสิทธิผล

โดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE) ดังแสดงในรูป 3.1 ส่วนรายละเอียดการใช้งาน ดังแสดงใน ภาคผนวก ช



ภาพที่ 3.1 หน้าต่างเมนูหลัก ฐานข้อมูลเครื่องจักรงานก่อสร้าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทนี้จะกล่าวถึง ผลของศึกษาสภาพทั่วไปของการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล มีค่าดัชนีชี้วัดเป็นค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) และระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF) โดยใช้หลักการและวิธีการของการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของเครื่องจักรงานก่อสร้าง
2. ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)
3. ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย(MTBF)

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของเครื่องจักรงานก่อสร้าง

4.1.1 ผลการจำแนกชนิดของเครื่องจักรงานก่อสร้าง ได้ดังนี้

4.1.1.1 รถบรรทุก 4 ล้อ ใช้ในการลำเลียงวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้การทำงาน เน้นการบรรทุก มีความคล่องตัวในการขนส่ง รับน้ำหนักบรรทุกได้พอประมาณ สามารถดัดแปลงติดตั้งบันได เพื่อนำไปใช้งานซ่อมไฟฟ้าสาธารณะได้

ภาพที่ 4.1 รถบรรทุก 4 ล้อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.1.1.2 รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้าเป็นรถยนต์บรรทุก ๖ ล้อเครื่องยนต์ดีเซลล์ติดตั้งเครนไฮดรอลิค ชนิดยกของหนักได้พร้อมกระเช้าไฟเบอร์กลาส มีขาหยั่งไฮดรอลิค ประคองตัวรถขณะปฏิบัติงาน สำหรับทำงานในที่สูง ใช้สำหรับการบรรทุก เพื่อลำเลียงขนส่งในแนวดิ่ง หรือบรรทุกเจ้าหน้าที่เพื่อซ่อมระบบไฟฟ้าสาธารณะ

ภาพที่ 4.2 รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า

4.1.1.3 รถบรรทุกน้ำ ใช้สำหรับบรรทุกน้ำเพื่อใช้รดน้ำต้นไม้พัฒนาภูมิทัศน์ภายในเขตเทศบาล บรรเทาสาธารณะภัยในกรณีเกิดเพลิงไหม้ และขนส่งน้ำเมื่อเกิดขาดแคลนน้ำในพื้นที่ เป็นรถยนต์บรรทุกน้ำแบบเอนกประสงค์ ชนิด 6 ล้อ ขนาดความจุน้ำไม่น้อยกว่า 6,000 ลิตร ตอนหน้าเป็นหัวเก๋ง และติดตั้งท่อ พร้อมอุปกรณ์สูบน้ำ-ส่งน้ำ

ภาพที่ 4.3 รถบรรทุกน้ำ

4.1.1.4 รถบรรทุก 6 ล้อ (Truck) กระบะเทท้าย ใช้ในการลำเลียงวัสดุ เช่น ดิน หิน ปูน ทราย และวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอื่น ๆ กระบะด้านหลังสามารถยกเทได้ จึงสามารถใช้รวมกับรถตักดิน เพื่อบรรทุกดินไปกองเก็บในจุดที่ต้องการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.4 รถบรรทุก 6 ล้อ

4.1.1.5 รถตักล้อยาง (Wheel loader) ใช้ประกอบงานดินต่างๆ เช่น งานขุดดิน ขนถ่ายดิน งานปรับพื้นที่ เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความรวดเร็ว ได้ปริมาณงานมาก ลักษณะการทำงานโดยทั่วไปจะทำการตักวัสดุที่กองรวมไว้แล้ว หรือขุดตักในสรูปภาพเดิมที่ต่ำกว่าหรือขุดตักวัสดุในรูปภาพเดิมที่อยู่สูงกว่าตัวรถออกก็ได้ ด้วยบุ้งกี๋ ซึ่งจะประกอบด้วยการยกบุ้งกี๋ให้สูงกว่ากระบะรถแล้วเคลื่อนตัวรถเข้าไปใกล้จุดเท พลิกบุ้งกี๋เทวัสดุ แล้วจึงถอยหลังวนกลับไปทำงานรอบใหม่อีกครั้งจนแล้วเสร็จ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.5 รถตักล้อยาง

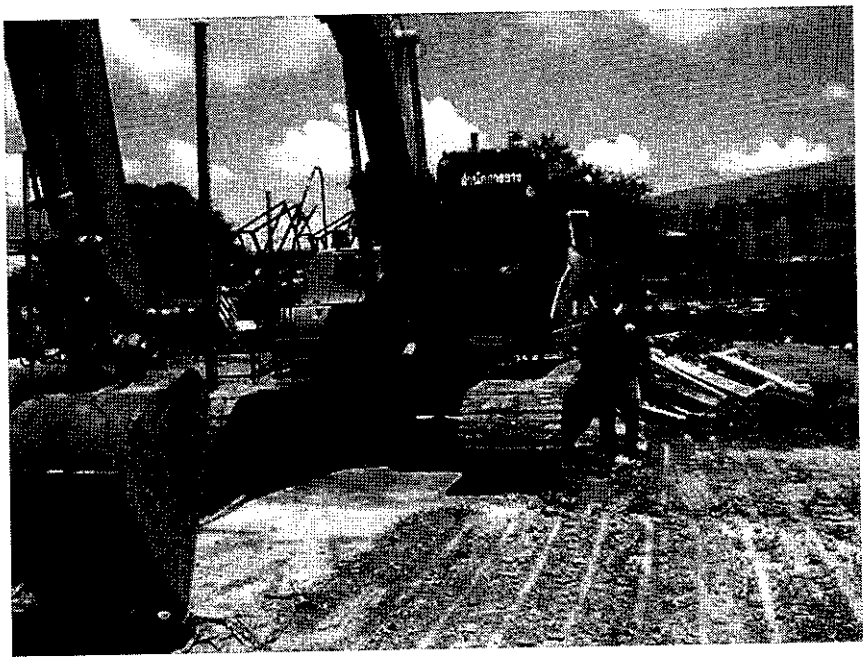
4.1.1.6 รถตักหน้าและหลังขุด (Excavator loader) ใช้ในการขุด ตักงานดินต่างๆ ที่ไม่ลึก และบริเวณขุดตักไม่กว้างนัก อุปกรณ์ขุดตักแบบขุดตักเข้าหาตัวรถที่ติดด้านหลังตัวรถ จะสามารถหมุนได้เพียง 180 องศาหรือน้อยกว่า นอกจากชุดการขุดด้านหลัง ยังมีบุ้งกี๋ติดด้านหน้ารถ เพื่อใช้ตักดิน หรือดันวัสดุให้ราบเรียบได้อีกด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.6 รถตักหน้าและหลังขุด

4.1.1.7 รถขุด แขนยาว ตีนตะขาบ (Long Reach) รถขุดไฮดรอลิกชนิดตีนตะขาบปุ้งกี๋ตักเข้าชนิดแขนยาว ขนาดความจุ ปุ้งกี๋ตั้งแต่ 0.4 – 2.5 ลูกบาศก์เมตร มีความคล่องตัวในการทำงานสูง ใช้ กับงานที่มีความหลากหลายได้ ใช้ได้ทั้งงานขุดลอกคลองธรรมชาติ งานดินขุดธรรมดา และงานดินขุดยาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.7 รถขุด แขนยาว ตีนตะขาบ

4.1.1.8 สัญญาลักษณ์ของเครื่องจักรงานก่อสร้าง

A = รถบรรทุก 4 ล้อ

B = รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า

C = รถบรรทุกน้ำ

D = รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย

E = รถหน้าตัก หลังขุด

F = รถตัก ล้อยาง

G = รถขุด แขนยาว ตีนตะขาบ

4.1.1.9 ออกแบบแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ทำการออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรงานก่อสร้าง ศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1) เครื่องยนต์

ยกเครื่อง และซ่อมย่อย

2) ระบบหล่อเย็น

หม้อน้ำ ท่อยาง ปั๊มน้ำ และอื่นๆ

3) ระบบหล่อลื่น

ปั๊มน้ำมันเครื่อง ระบบหล่อเย็นน้ำมันเครื่อง และอุปกรณ์อื่นๆ

4) ระบบเชื้อเพลิง

ปั๊มหัวฉีด หัวฉีด ปั๊มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง และอุปกรณ์อื่นๆ

5) ระบบไฮดรอลิก

ปั๊มไอดรอลิก วาล์วคอนโทรล คันบังคับต่างๆ กระบอกไฮดรอลิก กว้านหน้า-หลัง รอกสลิง และอุปกรณ์อื่นๆ

6) ระบบไฟฟ้า

เจนเนอเรเตอร์ สตาร์ตเตอร์ เรคกูเลเตอร์ สวิตช์-สายไฟ มอเตอร์ปัดน้ำฝน แตร ไฟหน้า-หลัง, ไฟเลี้ยว และอุปกรณ์อื่นๆ

7) ระบบบังคับเลี้ยว

พวงมาลัย ลูกหมาคันชัก-คันส่ง โช้คอัพพวงมาลัย ปั๊มบังคับเลี้ยว คันบังคับเลี้ยว ข้อต่อ-ท่อยาง และอุปกรณ์อื่นๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8) ระบบห้ามล้อ

แม่ปั๊มเบรกและแวกคัม ปั๊มเบรกและบูสเตอร์ ผ้าเบรก และอุปกรณ์อื่นๆ

9) ระบบส่งกำลัง

ระบบคลัชต์-ทอร์คอนเวอร์เตอร์ เช่น แผ่นคลัชต์ ตีนผี-รังคลัชต์ ลูกปืนคลัชต์ บู๊ช ขาคลัชต์-เบรก และท่อยาง-ข้อต่อปั๊มคลัชต์ อินพุชปั๊ม และอุปกรณ์อื่นๆ

ระบบทรานส์มิชชั่น เช่น ลูกปืนเกียร์-บู๊ช เฟืองเกียร์-เกียร์ช่วย คันเกียร์ control valve, selector valve, regulator valve และอุปกรณ์อื่นๆ

ระบบยอยต์-เพลากลาง เช่น เพลากลาง - สปาย ยอยต์ ลูกปืนรับเพลากลาง และอุปกรณ์อื่นๆ

ห้องเพลาขับ เช่น ลูกปืน – ซีล เฟืองขับเพลาข้าง เพลา PTO หน้า-หลัง และอุปกรณ์อื่นๆ

10) ระบบเครื่องล่าง

สลักหูแหนบ-บู๊ช แหนบ-สาแหรก หน้า-หลัง โช้คอัพหน้า-หลัง คานสลักล้อหน้า-หลัง ล้อ ดุมล้อหน้า-หลัง ยาง ห้องป๊อกเก็ตและสป็อตเก็ต ล้อนำ-ลูกกลิ้ง ล่าง-บน คานสมดุล บุ้งกี๋ แขนใบมีด-ข้อต่อ วงเดือน เพลาขับ ข้อต่อต่างๆ และอุปกรณ์อื่นๆ

11) โซ่ตะขาบและใบมีด

โซ่ตีนตะขาบ ใบมีด-มุม ฟันตะกุยดิน ใบมีดตักดิน และอุปกรณ์อื่นๆ

12) เกจ์-หน้าปัด

เกจ์-แอมมิเตอร์ เกจ์-น้ำมันเชื้อเพลิง เกจ์-อุณหภูมิน้ำ เกจ์-น้ำมันเครื่อง เกจ์-ชั่วโมง เกจ์-ความเร็ว เกจ์-ความดันทรานส์มิชชั่น เกจ์-อุณหภูมิน้ำมันทรานส์มิชชั่น เกจ์-ไส้กรองอากาศ และอุปกรณ์อื่นๆ

13) เบ็ดเตล็ด

ตัวถัง กระบะ ประตู ที่นั่ง หลังคา กระจกหน้า-หลัง มองหลัง และเคาะพ่นสี

หมายเหตุ ถ้าซ่อมในคราวเดียวกันหลายระบบ ให้ถือระบบที่มีจำนวนชั่วโมงซ่อมมากที่สุดเป็นหลักหนึ่งระบบแล้วบวกด้วยระบบอื่นๆ หารด้วย 2 ส่วนรายละเอียดระยะเวลาในการซ่อม และอื่นๆ ดังแสดงในภาคผนวก ก

4.1.2 ผลการวิเคราะห์เวลาที่สูญเสีย

จากการเก็บข้อมูล ในการทำงานของเครื่องจักรกลทั้งหมดรวม 16 คัน ในช่วงเดือน 3 เดือน ได้แก่ เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน ในปี พ.ศ.2558 ดังแสดงในตารางที่ 4.1 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปพล็อตแผนภูมิพาเรโต เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

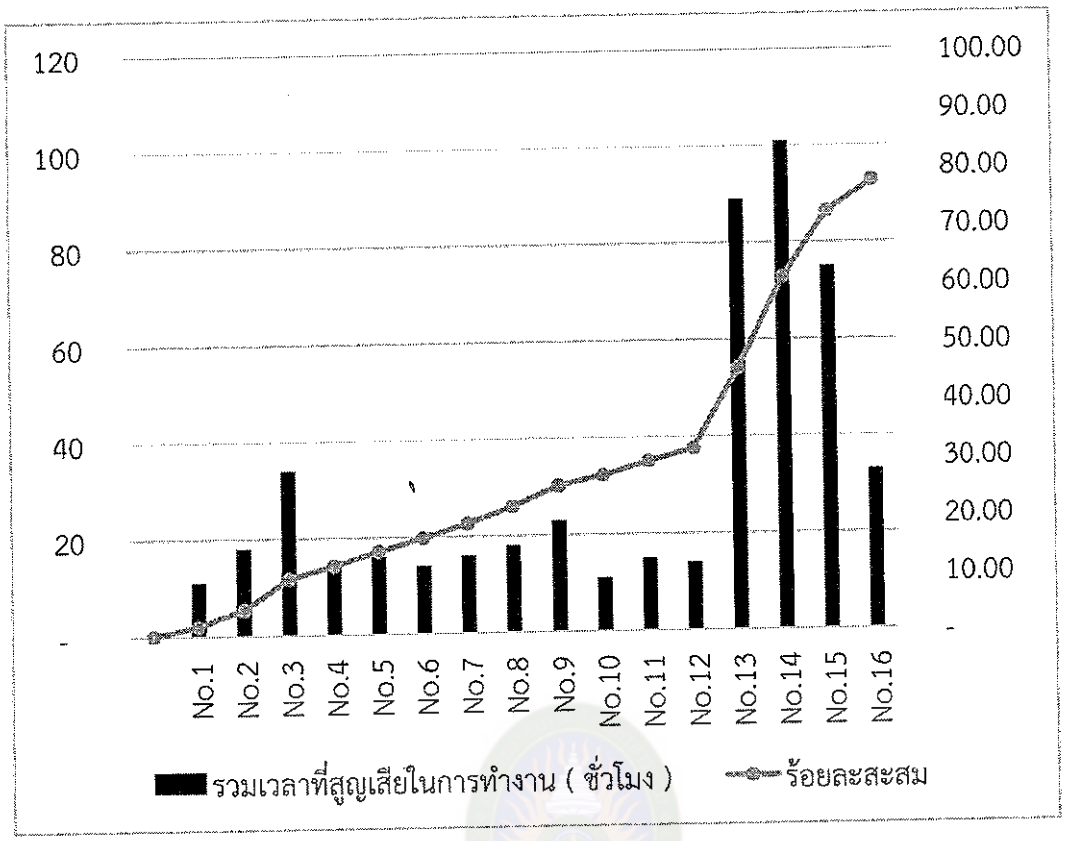
ตารางที่ 4.1

แสดงเวลาที่สูญเสียในการทำงานของเครื่องจักรกลทั้งหมด

เครื่องจักรกล หมายเลข	เวลาที่สูญเสียประจำเดือน พ.ศ. 2558 (ชั่วโมง)			รวมเวลาที่สูญเสียในการทำงาน (ชั่วโมง)	รวมเวลาที่สูญเสียในการทำงานสะสม (ชั่วโมง)	ร้อยละ	ร้อยละสะสม
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.				
A001	6	3	2	11	11	1.69	1.69
A002	5	5	8	18	29	2.77	4.46
A003	9	14	11	34	63	5.23	9.69
B001	6	3	5	14	77	2.15	11.85
B002	4	5	7	16	93	2.46	14.31
C001	5	4	5	14	107	2.15	16.46
C002	7	4	5	16	123	2.46	18.92
C003	5	7	6	18	141	2.77	21.69
D001	8	4	11	23	164	3.54	25.23
D002	3	3	5	11	175	1.69	26.92
D003	4	5	6	15	190	2.31	29.23
D004	4	2	8	14	204	2.15	31.38
E001	29	34	26	89	293	13.69	45.08
E002	38	31	32	101	394	15.54	60.62
F001	24	26	25	75	469	11.54	72.15
G001	7	12	14	33	502	5.08	77.23
รวม	164	162	176	502		77.23	

หมายเหตุ. เวลาทำงานรวมทั้งหมด 560 ชั่วโมง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.8 แผนภูมิพาเรโตแสดงเวลาสูญเสียในการทำงานของเครื่องจักรกลทั้งหมด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

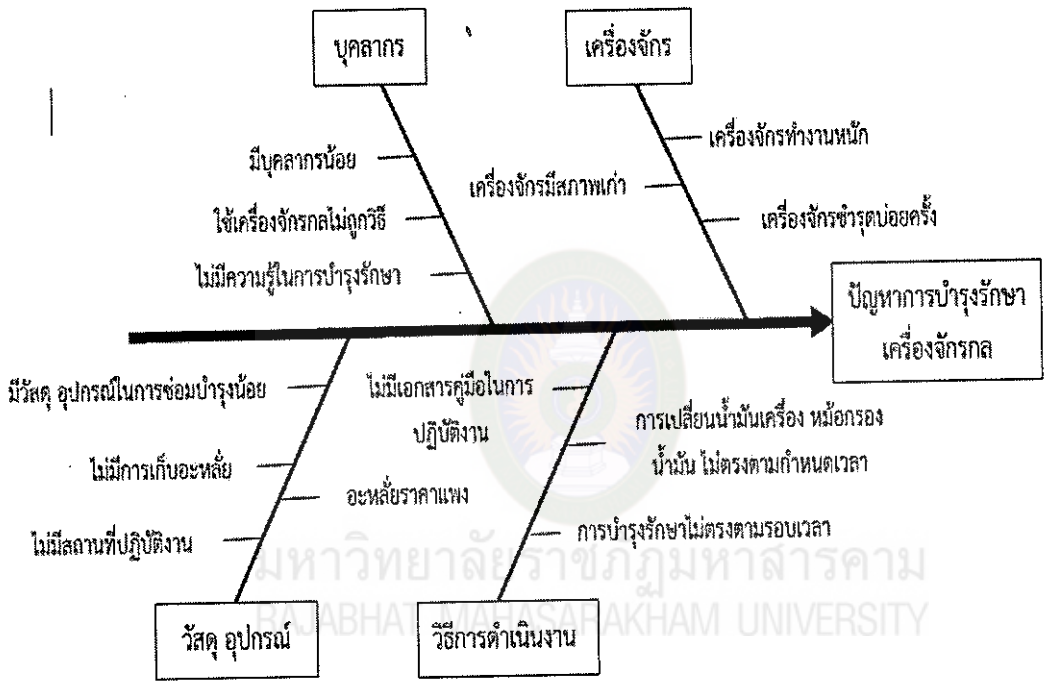
จากภาพที่ 4.8 การวิเคราะห์เวลาที่สูญเสียจากการหยุดของเครื่องจักรกลงานก่อสร้างภายในศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ โดยใช้แผนภูมิพาเรโต พบว่า เวลาที่สูญเสีย ระหว่าง เดือนเมษายน 2558 จนถึง เดือนมิถุนายน 2558 มีเวลาที่สูญเสียในการทำงานสะสม 502 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละสะสม 77.23 ของเวลาในการทำงานทั้งหมด เนื่องจากเครื่องจักรกลที่มีอายุการทำงานเฉลี่ยนานกว่า 15 ปี มีสภาพชำรุดจากการทำงาน เนื่องจากขาดการบำรุงรักษา

จากปัญหาดังกล่าวผู้ศึกษา จึงได้มุ่งเน้นทำการศึกษาเครื่องจักรกลของศูนย์เครื่องจักรกลทั้ง 16 คัน เพราะมีการสูญเสียเวลาในการทำงานสูง โดยศึกษารูปแบบของการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานการซ่อมบำรุงรักษาเพื่อให้เครื่องจักรกลสามารถใช้งานได้ และลดเวลาการหยุดกะทันหันของเครื่องจักรกล โดยดำเนินการตรวจสภาพ การทดสอบ การซ่อมบำรุงรักษา จัดระบบให้เป็นมาตรฐานและเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น และได้ศึกษาวิจัยเรื่องระบบ

การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และนำมาใช้ปฏิบัติในศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์

เพื่อนำข้อมูลไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการออกแบบ ระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้มีประสิทธิภาพต่อไป

4.1.3 ผลการวิเคราะห์แสดงปัญหาการบำรุงรักษา โดยใช้แผนภูมิก้างปลา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.9 แผนภูมิก้างปลาแสดงปัญหาการบำรุงรักษา

จากภาพที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิก้างปลา แสดงปัญหาการบำรุงรักษา พบว่า ปัญหาการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลงานก่อสร้างภายในศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ มีปัญหาหลายด้าน ดังนี้

4.1.3.1 ด้านเครื่องจักร

1) เครื่องจักรทำงานหนัก เครื่องจักรกลที่ประจำการ ส่วนมากเป็นเครื่องจักรกลงานก่อสร้างซึ่งต้องทำงานภายใต้สภาวะที่ค่อนข้างหนักหน่วง ทำงานกลางแจ้ง มีดิน ฝุ่น ลม น้ำ ซึ่งเป็นเรื่องที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงเป็นเหตุให้เครื่องจักรกลมีสภาพชำรุด

2) เครื่องจักรมีสภาพเก่า เนื่องจากเครื่องจักรกลมีอายุการใช้งานสูง เพราะขาดงบประมาณในการจัดหาเครื่องใหม่มาประจำการ ทำให้ต้องใช้เครื่องจักร ทำงานที่มากขึ้น

3) เครื่องจักรชำรุดบ่อยครั้ง สาเหตุเกิดจากขาดการซ่อมบำรุงรักษา ทำให้เกิดการหยุดกะทันหันของเครื่องจักรกล

4.1.3.2 ด้านบุคลากร

1) มีบุคลากรน้อย ฝ่ายศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร มีเจ้าหน้าที่เพียงหนึ่งคน ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบอาการชำรุดเบื้องต้น แล้วจึงส่งอู่ซ่อมดำเนินการ

2) ใช้เครื่องจักรไม่ถูกวิธี การทำงานปรับตามสภาพงาน ซึ่งบางครั้งเจ้าหน้าที่ต้องใช้เครื่องจักรกลไม่ตรงตามประเภทของเครื่องจักรกล

3) ไม่มีความรู้ในการบำรุงรักษา ขาดการอบรมให้ความรู้ในเรื่องการซ่อมบำรุงรักษา

4.1.3.3 ด้านวัสดุอุปกรณ์

1) มีวัสดุ อุปกรณ์ในการซ่อมบำรุงน้อย ไม่มีเครื่องมือ อุปกรณ์ในการซ่อมบำรุงรักษา

2) ไม่มีการเก็บอะไหล่ เนื่องจากไม่มีการซ่อมบำรุงในศูนย์ จึงไม่มีการเก็บอะไหล่เพื่อซ่อมบำรุง

3) ไม่มีสถานที่ปฏิบัติงาน เนื่องจากมีการย้ายศูนย์เครื่องจักรกล จึงยังไม่มีสถานที่เตรียมงานซ่อมบำรุง

4) อะไหล่ราคาแพง การซ่อมบำรุงรักษาต้องให้อู่เอกชนเป็นผู้ดำเนินการ จึงมีการบวกกำไรในชิ้นส่วนอะไหล่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.1.3.4 ด้านวิธีการทำงาน

1) ไม่มีเอกสารคู่มือในการปฏิบัติงาน เกิดการสูญหายเนื่องจากการเก็บรักษาและบางส่วนจำหน่ายไปตามระบบราชการ

2) การเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง หม้อกรองน้ำมัน ไม่ตรงตามกำหนดเวลา ทำให้เครื่องจักรกลไม่ได้รับการซ่อมบำรุง เกิดการชำรุดบ่อยครั้ง

3) การบำรุงรักษาไม่ตรงตามรอบเวลาเพราะไม่มีการวางแผนการบำรุงรักษา

4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

4.2.1 หาค่าอัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate: AR) ก่อน – หลังการปรับปรุง

จากการเก็บข้อมูลอัตราการเดินเครื่องเฉลี่ย 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง ได้แก่ เดือนสิงหาคม เดือนกันยายน และเดือนตุลาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ส่วนรายละเอียดของอัตราการเดินเครื่องก่อน – หลังการปรับปรุงของในแต่ละเดือน ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข

สูตรในการคำนวณ

AR = เวลาเดินเครื่องจักร / เวลารับภาระงาน (ชั่วโมง)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โดยที่ เวลาเดินเครื่องจักร = เวลารับภาระงาน – เวลาที่สูญเสียจากเครื่องจักรหยุด (ชั่วโมง)

เวลารับภาระงาน = เวลาทั้งหมด – เวลาหยุดตามแผน (ชั่วโมง)

ตารางที่ 4.2

ค่าเฉลี่ยอัตราการเดินเครื่อง (AR) 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาทั้งหมด (ชั่วโมง)	เวลาหยุดตามแผน (ชั่วโมง)	เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด (ชั่วโมง)	เวลารับภาระงาน (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)	ร้อยละอัตราการเดินเครื่อง AR
A001	736	120	141	616	475	77.13
A002	736	120	134	616	482	78.28
A003	736	120	160	616	456	74.01
B001	736	120	110	616	506	82.17
B002	736	120	86	616	530	86.05
C001	736	120	76	616	540	87.70
C002	736	120	121	616	495	80.38
C003	736	120	223	616	393	63.72
D001	736	120	154	616	462	74.95
D002	736	120	130	616	486	78.90
D003	736	120	135	616	481	78.04
D004	736	120	171	616	445	72.23
E001	736	120	214	616	402	65.23
E002	736	120	189	616	427	69.28
F001	736	120	197	616	419	68.02
G001	736	120	124	616	492	79.82

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

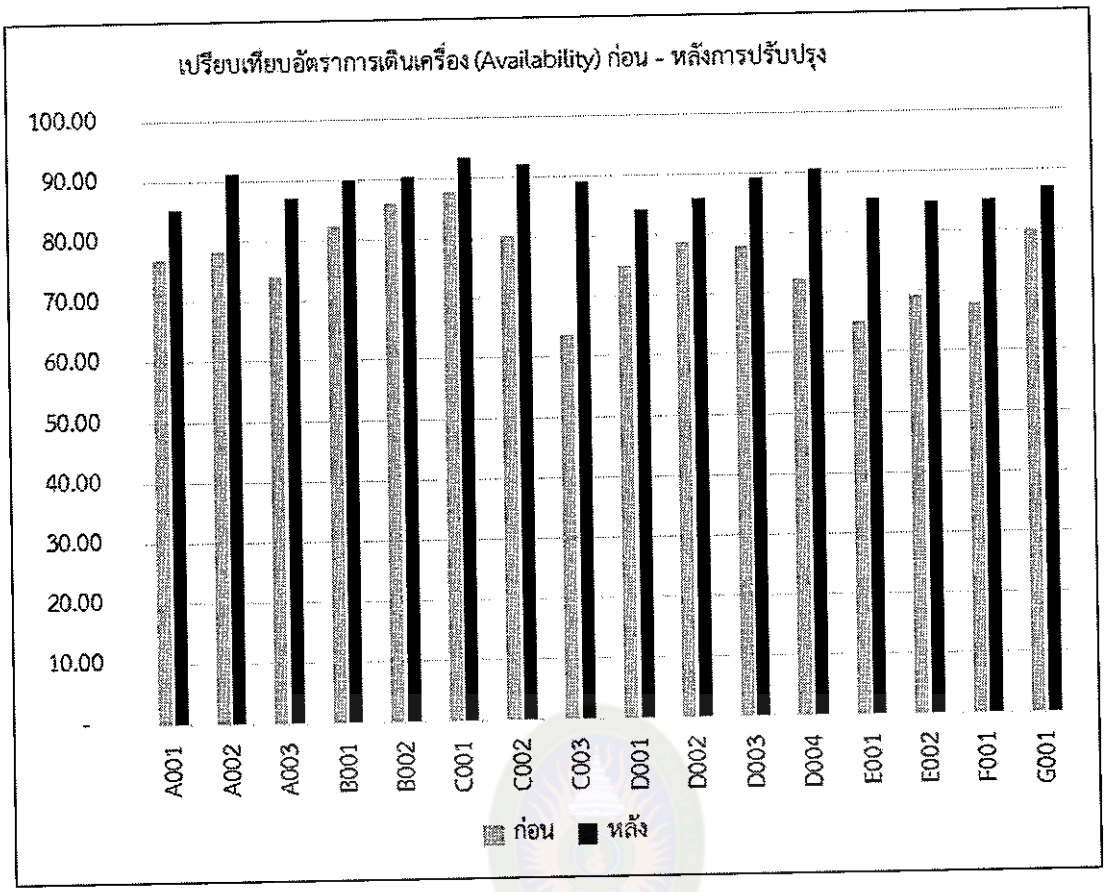
ข้อมูลอัตราการเดินเครื่องเฉลี่ย 3 เดือน หลังการปรับปรุง ได้แก่ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

ค่าเฉลี่ยอัตราการเดินเครื่อง (AR) 3 เดือน หลังการปรับปรุง

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาทั้งหมด (ชั่วโมง)	เวลาหยุดตามแผน (ชั่วโมง)	เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด (ชั่วโมง)	เวลารับภาระงาน (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)	ร้อยละอัตราการเดินเครื่อง AR
A001	728	128	88	600	512	85.32
A002	728	128	53	600	547	91.13
A003	728	128	78	600	522	87.06
B001	728	128	61	600	539	89.74
B002	728	128	60	600	540	90.24
C001	728	128	41	600	559	93.23
C002	728	128	47	600	553	92.09
C003	728	128	65	600	535	89.05
D001	728	128	93	600	507	84.30
D002	728	128	85	600	515	85.86
D003	728	128	65	600	535	89.18
D004	728	128	57	600	543	90.45
E001	728	128	86	600	514	85.49
E002	728	128	89	600	511	84.90
F001	728	128	89	600	511	84.99
G001	728	128	76	600	524	87.10

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบอัตราการเดินเครื่อง (AR) ก่อน - หลังการปรับปรุง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากภาพที่ 4.6 พบว่า อัตราการเดินเครื่องหลังการปรับปรุงของเครื่องจักร รถบรรทุกน้ำ C003 มีร้อยละอัตราการเพิ่มสูงสุด เท่ากับ 25.32 รองลงมา คือ รถหน้าตัก-หลังขุด E001 มีร้อยละการเพิ่มที่ 20.27 และที่มีร้อยละอัตราการเพิ่มน้อยที่สุด คือ รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า B002 เท่ากับ 4.19 นอกจากนี้ พบว่า โดยรวมเฉลี่ยของอัตราการเดินเครื่องจักรกลทั้งหมด 16 เครื่อง เพิ่มขึ้นร้อยละ 12.19

4.2.2 ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency: PE) ก่อน – หลังการปรับปรุง จากการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพการเดินเครื่องเฉลี่ย 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง ได้แก่ เดือนสิงหาคม เดือนกันยายน และเดือนตุลาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ส่วนรายละเอียดของประสิทธิภาพการเดินเครื่องก่อน–หลังการปรับปรุงของในแต่ละเดือน ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ค

สูตรในการคำนวณ

PE = เวลาเดินเครื่องสุทธิ / เวลาเดินเครื่อง

เวลาเดินเครื่องสุทธิ = เวลาเดินเครื่อง - เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรกลเสีย

ตารางที่ 4.4

ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากเครื่องเสียกำลัง (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่องสุทธิ (ชั่วโมง)	ร้อยละประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง PE
A001	48	475	427	89.92
A002	36	482	446	92.44
A003	46	456	410	89.87
B001	67	506	439	86.75
B002	53	530	477	90.03
C001	55	540	485	89.81
C002	94	495	401	81.01
C003	107	393	286	72.75
D001	69	462	393	84.99
D002	68	486	418	85.90
D003	94	481	387	80.48
D004	98	445	347	77.98
E001	71	402	331	82.20
E002	83	427	344	80.54
F001	98	419	321	76.59
G001	83	492	409	82.97

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อมูลประสิทธิภาพการเดินเครื่องเฉลี่ย 3 เดือน หลังการปรับปรุง ได้แก่ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.5

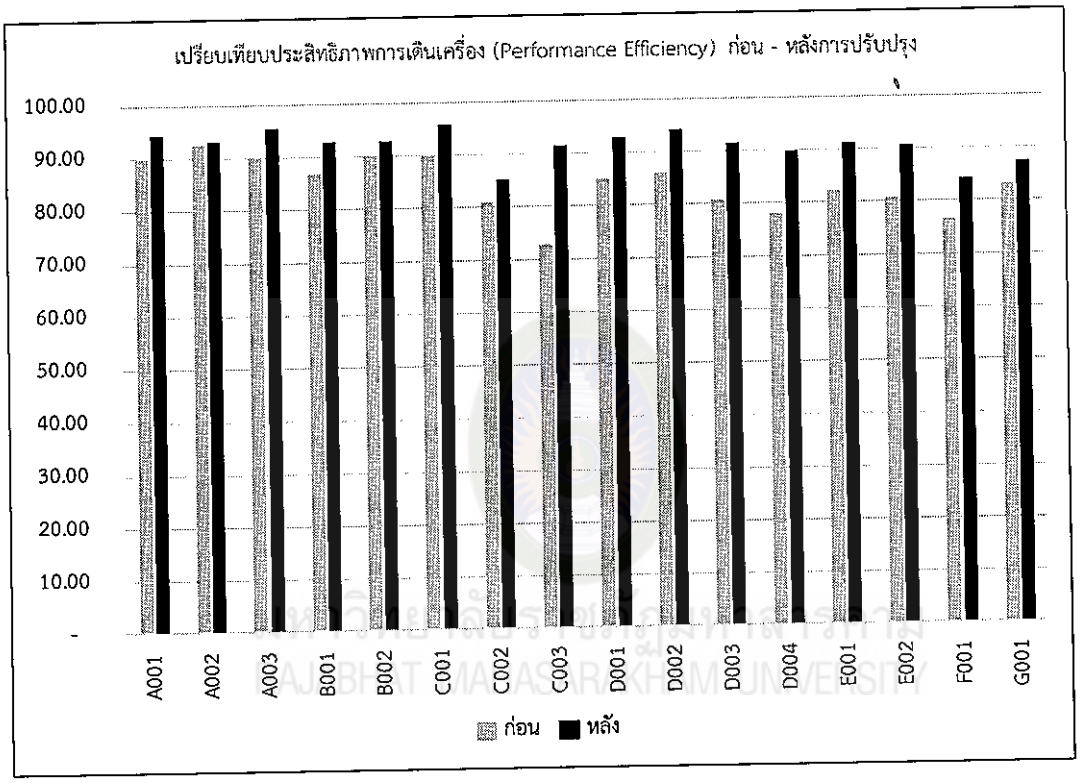
ตารางที่ 4.5

ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) 3 เดือน หลังการปรับปรุง

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากเครื่องเสียกำลัง (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่องสุทธิ (ชั่วโมง)	ร้อยละประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง PE
A001	37	523	486	92.96
A002	51	524	473	90.12
A003	29	518	489	94.40
B001	40	557	517	92.71
B002	36	559	523	93.44
C001	35	547	512	93.71
C002	75	524	449	85.49
C003	38	516	478	92.37
D001	40	508	468	91.68
D002	39	524	485	92.45
D003	53	534	481	89.94
D004	51	531	480	90.11
E001	48	487	439	89.62
E002	54	503	449	89.04
F001	80	502	422	83.21
G001	58	328	270	54.88

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากภาพที่ 4.7 พบว่า ประสิทธิภาพการเดินเครื่องหลังการปรับปรุงของเครื่องจักรรถบรรทุกน้ำ C003 มีร้อยละประสิทธิภาพการเพิ่มสูงสุด เท่ากับ 18.67 รองลงมา คือ รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย D004 มีร้อยละการเพิ่มที่ 11.95 และที่มีร้อยละประสิทธิภาพการเพิ่มน้อยที่สุด คือ รถบรรทุก 4 ล้อ A002 เท่ากับ 0.54 นอกจากนี้ พบว่า โดยรวมเฉลี่ยของประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรกลทั้งหมด 16 เครื่อง เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.28



ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเดินเครื่อง ก่อน - หลังการปรับปรุง

4.2.3 อัตราคุณภาพ (Quality Rate: QR) ก่อน – หลังการปรับปรุง

จากการเก็บข้อมูลอัตราคุณภาพการเฉลี่ย 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง ได้แก่ เดือนสิงหาคม เดือนกันยายน และเดือนตุลาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ส่วนรายละเอียดของอัตราคุณภาพ ก่อน–หลังการปรับปรุงของในแต่ละเดือน ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ง

สูตรในการคำนวณ

QR= เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า / เวลาเดินเครื่องสุทธิ

เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า = เวลาเดินเครื่องสุทธิ - เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย

ข้อมูลอัตราคุณภาพเฉลี่ย 3 เดือน หลังการปรับปรุง ได้แก่ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6

ค่าเฉลี่ยอัตราคุณภาพ (QR %) 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่องสุทธิ (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า (ชั่วโมง)	ร้อยละอัตราคุณรูปภาพ QR
A001	28	427	399	93.42
A002	33	446	413	92.62
A003	41	410	369	89.96
B001	25	439	414	94.27
B002	30	477	447	93.71
C001	57	485	428	88.18
C002	55	401	346	86.35
C003	92	286	194	68.53
D001	59	393	334	85.19
D002	45	418	373	89.07
D003	50	387	337	87.12
D004	63	347	284	81.90

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่องสุทธิ (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า (ชั่วโมง)	ร้อยละอัตราคุณรูปภาพ QR
E001	92	331	239	72.36
E002	76	344	268	77.62
F001	76	321	245	76.50
G001	62	409	347	85.18

ตารางที่ 4.7

ค่าเฉลี่ยอัตราคุณภาพ (QR %) 3 เดือน หลังการปรับปรุง

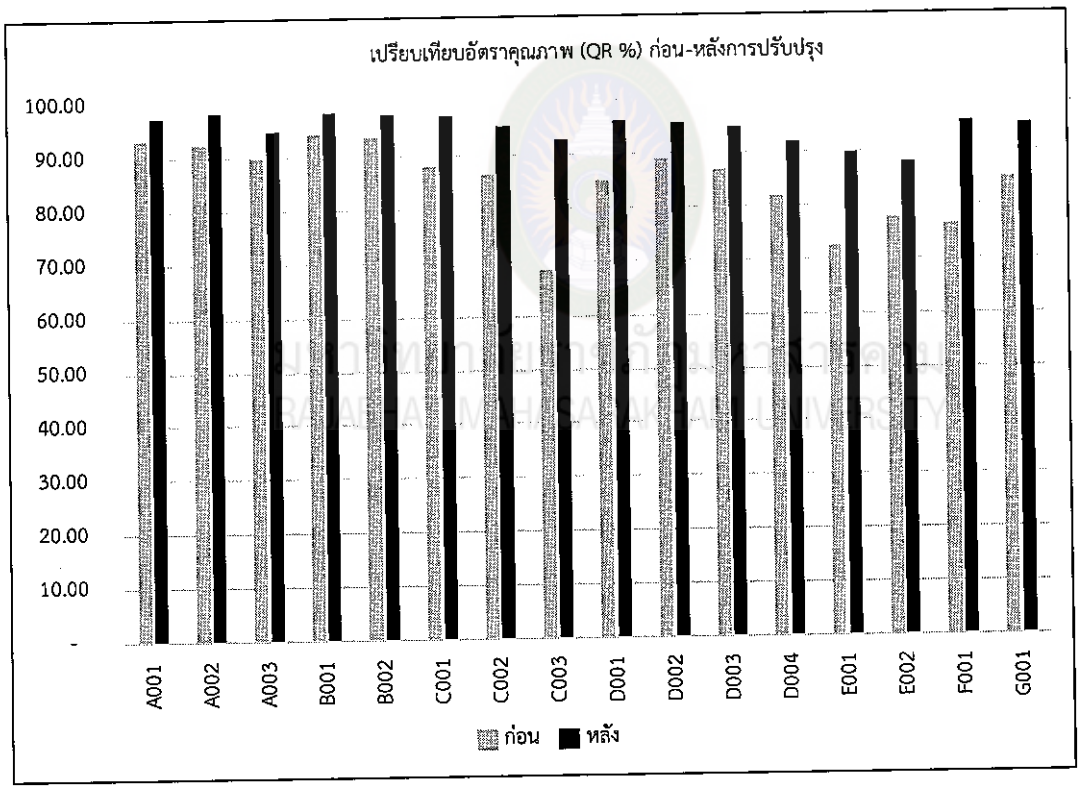
รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่องสุทธิ (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า (ชั่วโมง)	ร้อยละอัตราคุณรูปภาพ QR
A001	12	484	472	97.49
A002	8	490	482	98.37
A003	24	482	458	94.99
B001	9	514	505	98.24
B002	11	526	515	97.94
C001	12	533	521	97.69
C002	20	459	439	95.56
C003	33	462	429	92.68
D001	17	477	460	96.29
D002	21	507	486	95.69
D003	24	492	468	94.96

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่องสุทธิ (ชั่วโมง)	เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า (ชั่วโมง)	ร้อยละอัตราคุณรูปภาพ QR
D004	38	490	452	92.07
E001	43	454	411	90.00
E002	54	474	420	88.00
F001	17	428	411	95.78
G001	21	469	448	95.28



ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบอัตราคุณภาพ ก่อน - หลังการปรับปรุง

จากภาพที่ 4.8 พบว่า อัตราคุณภาพ หลังการปรับปรุงของเครื่องจักร รถบรรทุกน้ำ C003 มีร้อยละอัตราคุณภาพการเพิ่มสูงสุด เท่ากับ 24.15 รองลงมา คือ รถตัก - ล้อยาง F001 มีร้อยละการเพิ่มที่ 19.28 และที่มีร้อยละอัตราคุณภาพการเพิ่มน้อยที่สุด คือ รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า B001 เท่ากับ 3.97 นอกจากนี้ พบว่า โดยรวมเฉลี่ยของอัตราคุณภาพทั้งหมด 16 เครื่อง เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.94

4.2.4 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (Overall equipment effectiveness: OEE) ก่อน – หลังการปรับปรุง

สูตรในการคำนวณ

OEE = อัตราการเดินเครื่อง (AR) x ประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง (PE) x อัตราคุณรูปภาพ (QR)

จากการเก็บข้อมูลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล เฉลี่ย 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง ได้แก่ เดือนสิงหาคม เดือนกันยายน และเดือนตุลาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.8 ส่วนรายละเอียดของมูลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล ก่อน–หลังการปรับปรุงของในแต่ละเดือน ดังแสดงไว้ในภาคผนวก จ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.8

ค่าเฉลี่ยประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE) 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง

รหัสเครื่องจักรกล	ร้อยละอัตราการเดินเครื่อง AR	ร้อยละประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง PE	ร้อยละอัตราคุณรูปภาพ QR	ร้อยละประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล OEE
A001	77.13	89.92	93.42	64.81
A002	78.28	92.44	92.62	67.09

(ต่อ)

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

รหัสเครื่องจักรกล	ร้อยละอัตราการเดินเครื่อง AR	ร้อยละประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง PE	ร้อยละอัตราคุณรูปภาพ QR	ร้อยละประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล OEE
A003	74.01	89.87	89.96	59.87
B001	82.17	86.75	94.27	67.26
B002	86.04	90.03	93.71	72.62
C001	87.70	89.81	88.18	69.58
C002	80.38	81.00	86.35	56.12
C003	63.72	72.75	68.53	31.50
D001	74.96	84.99	85.19	54.22
D002	78.90	85.89	89.07	60.56
D003	78.04	80.48	87.12	54.69
D004	72.23	77.98	81.90	46.12
E001	65.22	82.20	72.36	38.77
E002	69.28	80.54	77.62	43.45
F001	68.02	76.59	76.50	39.81
G001	79.82	82.97	85.18	56.29

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

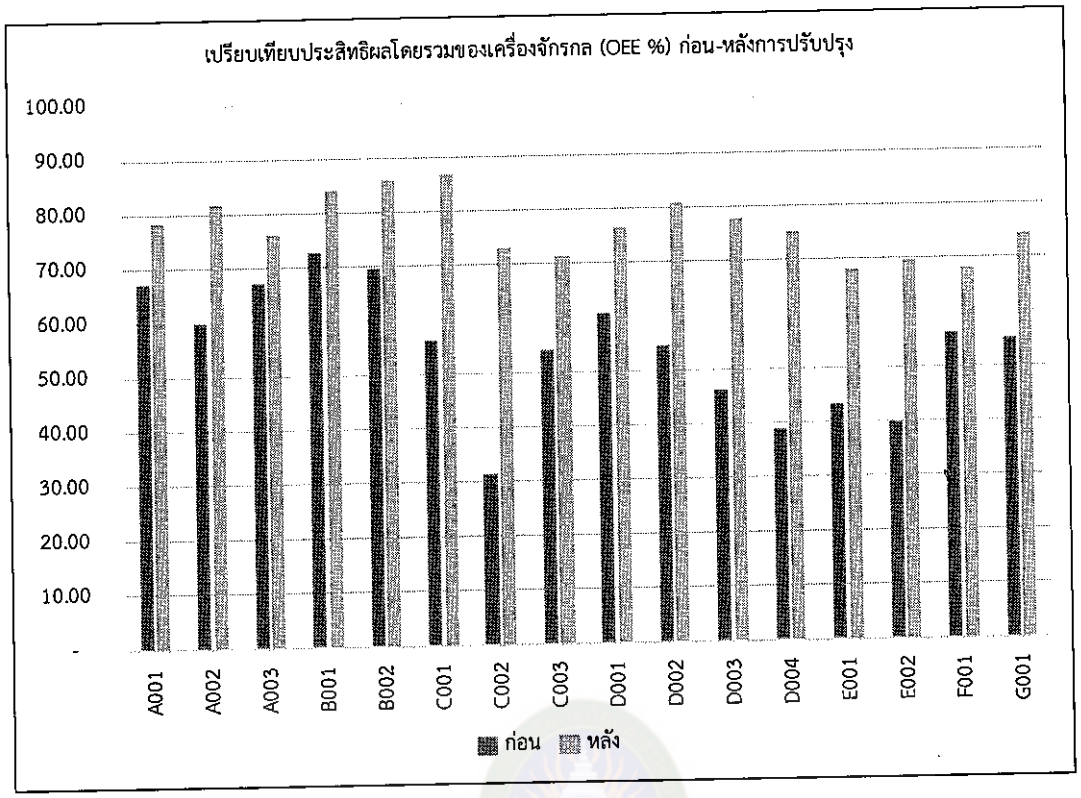
ข้อมูลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล เฉลี่ย 3 เดือน หลังการปรับปรุง ได้แก่ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9

ค่าเฉลี่ยประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE) 3 เดือน หลังการปรับปรุง

รหัสเครื่องจักรกล	ร้อยละอัตราการเดินเครื่อง AR	ร้อยละประสิทธิภาพการเดินเครื่อง PE	ร้อยละอัตราคุณภาพ QR	ร้อยละประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล OEE
A001	85.32	94.50	97.49	78.61
A002	91.13	89.43	98.37	80.19
A003	84.16	95.37	94.99	76.25
B001	92.19	92.89	98.24	84.12
B002	94.52	92.68	97.94	85.78
C001	92.69	95.82	97.69	86.77
C002	89.51	85.28	95.56	72.97
C003	84.12	91.42	92.68	71.32
D001	85.36	92.69	96.29	76.35
D002	89.58	94.07	95.69	80.75
D003	89.66	91.31	94.96	77.82
D004	90.63	89.93	92.07	75.14
E001	82.21	91.24	90.00	67.98
E002	86.75	90.50	88.00	69.52
F001	83.91	84.12	95.78	67.98
G001	89.02	87.35	95.28	74.31

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.13 เปรียบเทียบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล ก่อน - หลังการปรับปรุง

จากภาพที่ 4.9 พบว่า ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล หลังการปรับปรุงของเครื่องจักร รถบรรทุกน้ำ C002 มีร้อยละค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล การเพิ่มสูงสุด เท่ากับ 41.47 รองลงมา คือ รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย D004 มีร้อยละการเพิ่มที่ 36.37 และที่มีร้อยละค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล การเพิ่มน้อยที่สุด คือ รถบรรทุก 4 ล้อ A003 เท่ากับ 9.00 นอกจากนี้ พบว่า โดยรวมเฉลี่ยของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล ทั้งหมด 16 เครื่อง เพิ่มขึ้นร้อยละ 22.56

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.3 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF)

ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (Mean time between failures: MTBF)

ค่า MTBF มีค่ามาก หมายถึง เครื่องจักรนั้นนานๆ จึงจะเกิดการชำรุดเสียครั้งหนึ่ง แต่ถ้าค่า MTBF มีค่าน้อย หมายถึงเครื่องจักรมีเกณฑ์การชำรุดเสียเกิดขึ้นบ่อยครั้ง

สูตรในการคำนวณ

MTBF = (เวลาทั้งหมด - เวลาที่หยุดเพื่อซ่อม) / จำนวนครั้งที่หยุด (ชั่วโมง/ครั้ง)

จากการเก็บข้อมูลระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง ได้แก่ เดือนสิงหาคม เดือนกันยายน และเดือนตุลาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.10 ส่วนรายละเอียดของข้อมูลระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายก่อน–หลังการปรับปรุงของในแต่ละเดือน ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ฉ

ตารางที่ 4.10

ค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF) 3 เดือน ก่อนการปรับปรุง

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งการหยุดซ่อม (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง/ครั้ง)
A001	475	9	52.78
A002	482	6	80.33
A003	456	8	59.56
B001	506	6	84.33
B002	530	8	68.50
C001	540	6	90.00
C002	495	6	82.50
C003	393	7	59.06

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งการหยุดซ่อม (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง/ครั้ง)
D001	462	8	59.28
D002	486	8	66.25
D003	481	6	80.17
D004	445	7	65.89
E001	402	11	36.97
E002	427	11	39.28
F001	419	10	42.78
G001	492	7	72.89

หมายเหตุ. เวลาเดินเครื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน

ข้อมูลค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย 3 เดือน หลังการปรับปรุง ได้แก่ เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.11

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.11

ค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย (MTBF) 3 เดือน หลังการปรับปรุง

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งการหยุดซ่อม (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง/ครั้ง)
A001	512	6	85.33
A002	547	6	91.17
A003	505	6	84.17
B001	553	7	81.17

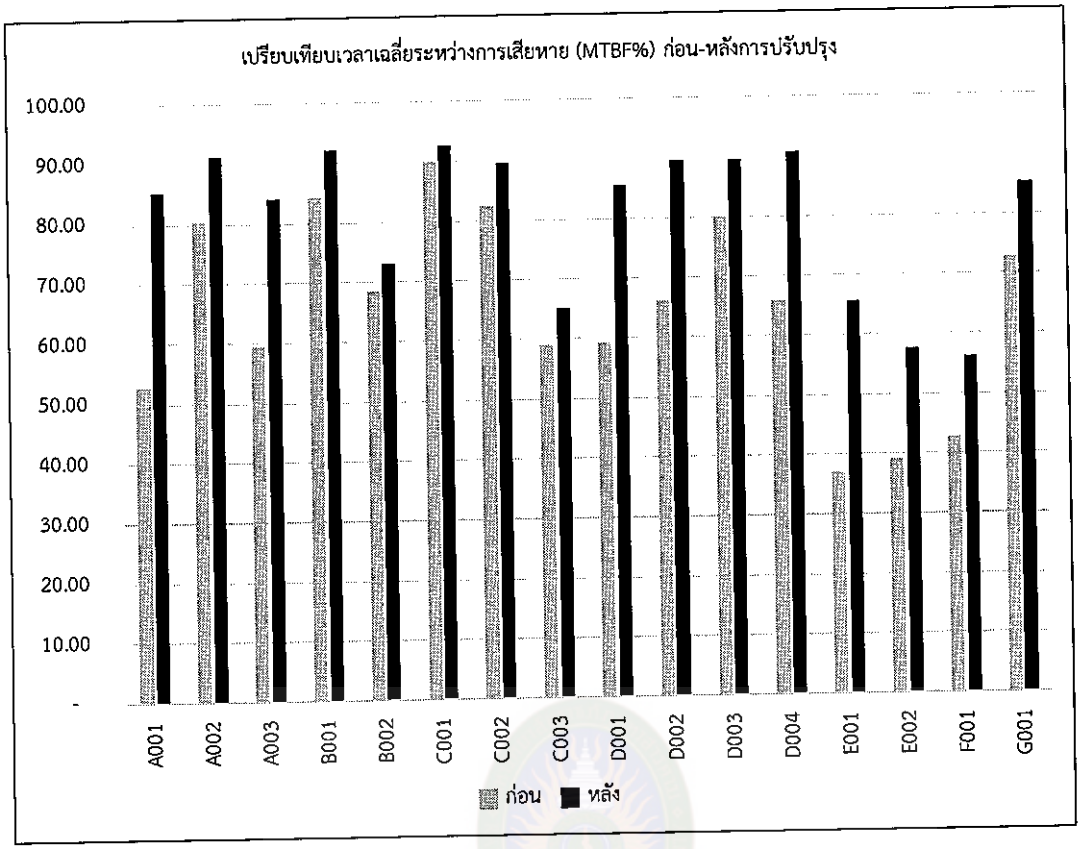
(ต่อ)

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งการหยุดซ่อม (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง/ครั้ง)
B002	567	8	73.00
C001	556	6	92.67
C002	537	7	79.83
C003	505	8	65.11
D001	513	6	85.50
D002	538	6	89.67
D003	538	6	89.67
D004	544	6	90.67
E001	495	8	65.72
E002	522	10	57.62
F001	505	9	56.11
G001	535	9	59.44

หมายเหตุ. เวลาเดินเครื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.14 เปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายก่อน - หลังการปรับปรุง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากภาพที่ 4.10 พบว่า รถหน้าตัก-หลังขุด E001 มีร้อยละระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายมากที่สุด เท่ากับ 43.74 แสดงว่าเครื่องจักรนั้นนานๆ จึงจะเกิดการชำรุดเสียครั้งหนึ่ง รองลงมา คือ รถบรรทุก 4 ล้อ เทท้าย A001 มีร้อยละการเพิ่มที่ 38.15 และที่มีร้อยละระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายน้อยที่สุด คือ รถบรรทุกน้ำ C001 เท่ากับ 2.88 ซึ่งเครื่องจักรมีการชำรุดเสียเกิดขึ้นบ่อยครั้ง นอกจากนี้ พบว่า โดยรวมมีค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายของเครื่องจักรกล ทั้งหมด 16 เครื่อง เท่ากับ ร้อยละ 24.31

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาออกแบบระบบนี้ ได้กระทำควบคู่กับการปฏิบัติการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ของศูนย์เครื่องจักรกลและระบบจราจร เทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ โดยการเก็บข้อมูลเพื่อให้การปฏิบัติงานด้านฐานข้อมูล การตรวจสอบต่างๆ มีความชัดเจน เข้าใจง่าย และสะดวกในการทำงานมากยิ่งขึ้น

อีกทั้งมีการวัดประสิทธิผลโดยรวม (OEE) และเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายของเครื่องจักรกล (MTBF) เป็นการวัดความสามารถของเครื่องจักรกล เปรียบเทียบในแต่ละเดือน ทำให้หน่วยงานมีความเข้าใจร่วมกัน แก้ไขปัญหาไปในทิศทางเดียวกัน สร้างแนวทางในการปฏิบัติงานที่เป็นระบบระเบียบ เป็นมาตรฐานในการทำงาน ต่อไป

การปรับปรุงพัฒนาระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของศูนย์เครื่องจักรกล ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ตัวดัชนีชี้วัด ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE) หลังการปรับปรุง มีค่าเพิ่มขึ้น เท่ากับร้อยละ 21.56 และเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) เพิ่มขึ้นร้อยละ 24.31 ดังแสดงในตารางที่ 5.1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 5.1

สรุปประสิทธิผลโดยรวมและเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายของเครื่องจักรกลก่อนและหลังปรับปรุง

	AR	PE	QR	OEE	MTBF (ชั่วโมง)
ก่อนปรับปรุง	75.99	84.02	85.13	55.17	65.03
หลังปรับปรุง	88.18	91.30	95.07	76.73	80.84
เพิ่มขึ้น	12.19	7.28	9.94	21.56	15.81 หรือร้อยละ 24.31

การใช้ระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของศูนย์เครื่องจักรกล ส่งผลทำให้เครื่องจักรกลมีประสิทธิภาพการทำงานมากขึ้น แม้เกิดการหยุดกะทันหันก็สามารถแก้ไขได้ทันที ไม่ต้องใช้เวลาหาสาเหตุนาน เพราะมีการตรวจสอบดูแล บันทึกการซ่อมบำรุงไว้ บุคลากรมีความพร้อมในการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์แก่ทุกฝ่าย ดังนี้

5.1.1 สามารถวางระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรกลที่ประจำการในศูนย์เครื่องจักรกลได้

5.1.2 สามารถจัดทำข้อมูลในการซ่อมบำรุง เพื่อเป็นแนวทางในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

5.1.3 สามารถนำข้อมูลที่จัดเก็บได้ มาวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลได้

5.1.4 เมื่อเครื่องจักรกลเกิดการชำรุด หรือเกิดการหยุดกะทันหัน สามารถแก้ไขได้ทันท่วงที เพราะมีการเก็บข้อมูลจากการซ่อมบำรุงแล้ว

5.1.5 ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่พัฒนาขึ้น สามารถนำข้อมูลมาจัดทำคู่มือในการซ่อมบำรุงได้

5.1.6 สามารถต่อยอดระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้กับท้องถิ่นอื่น ที่มีเครื่องจักรกลประจำการเพื่อบริการประชาชนได้

5.1.7 พัฒนาระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันให้ยั่งยืน เพื่อเป็นแนวทางในการทำงานด้านเครื่องจักรกลของท้องถิ่น ต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการอบรมเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องให้เข้าใจถึงระบบใหม่ พร้อมมอบหมายหน้าที่ให้ชัดเจน ก่อนการนำระบบมาใช้ เพื่อมิให้เจ้าหน้าที่สับสนในการปฏิบัติงาน และควรมีผู้กำกับควบคุมอย่างใกล้ชิด คอยตรวจสอบให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้

5.2.2 เครื่องจักรกลงานก่อสร้าง มีสภาพการทำงานที่หนักหน่วง สภาวะค่อนข้างรุนแรง แตกต่างจากเครื่องจักรกลอื่น จึงมีปัจจัยที่ควบคุมได้ยาก มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ฉะนั้นการ

ซ่อมบำรุงควรทำควบคู่ไปกับการเก็บข้อมูลของเครื่องจักรกลนั้น ตรวจสอบพร้อมสอบถามผู้ควบคุมเครื่องจักรกลอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

5.2.3 การดำเนินงานควรมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ฐานข้อมูลเพื่อจัดการข้อมูล ประมวลผลตัวชี้วัดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน เพราะมีข้อมูลเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้การทำงานสะดวก รวดเร็วยิ่งขึ้น

5.2.4 การนำระบบที่ออกแบบมาใช้งานอาจเป็นการเพิ่มภาระหน้าที่ให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ฉะนั้นควรอธิบายให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจ ถึงผลดีของระบบ ควรมีการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อปรับปรุงการทำงานของระบบให้เหมาะสมกับการทำงานนั้น

5.2.5 การปฏิบัติงานในการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เครื่องจักรกลงานก่อสร้าง สามารถป้องกันปัญหาการหยุดกะทันหันของเครื่องจักรกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ต้องมีความพยายามอดทน คอยตรวจสอบให้เป็นไปตามแผน ประเมินผลระบบ ติดตามแก้ไขปัญหาพร้อมทั้งนำวิธีแก้ไขนั้น มาปรับปรุงระบบให้มีความสามารถมากยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กาญจนา จิตรจุน. (2550). *การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล*. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ชาญยุทธ ชิ้มสกุล. (2548). *การออกแบบระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษา บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต) เพชรบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

ดวงตา ละเอียดดี. (2549). *การจัดทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้สอดคล้องกับแผนการผลิตที่ไม่แน่นอน กรณีศึกษา : โรงงานผลิตอุปกรณ์พาวเวอร์ซัพพลาย*. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นุชจิรา วรรณสิทธิ์, ภูมิศิริ วสุนทราพันธุ์, และปณิธาน พีรพัฒนา. (2554). *การปรับปรุงกระบวนการเพื่อซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องจักร FCA*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิต) ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พลาวุธ วงศ์วิวัฒน์. (2543). *การปรับปรุงและพัฒนาระบบซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิเชษฐ์ แก้วไทรท้วม. และประจวบ กล่อมจิตร. (2554). *การประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาด้วยทฤษฎีความน่าเชื่อถือเพื่อลดเวลาสูญเสียในการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตกระดาษ*. (ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต) กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พูลพร แสงบางปลา. (2542). *การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รักน้อย อัครรุ่งเรืองกุล. (2552). *การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร*. (ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต) ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วิรัช อัศวะวิบูลย์. (2552). *ระบบจัดการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลของกรมทางหลวง*. (วิทยานิพนธ์สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ.

วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร. (2545). *เครื่องจักรกลงานก่อสร้าง*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ศิริวรรณ ฉันทวิทิตพงษ์. (2536). *การปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องขนาดเล็ก*. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมอุตสาหการ) กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มหาวิทยาลัยราชภัฏ จันทรเกษม
RAJAPHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ศุภพัฒน์ ปิงตา. (2557). *การนำเครื่องมือคุณภาพทั้ง 7(7QC Tools) มาประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรม.* สืบค้น จาก http://www.eng.mut.ac.th/article_detail.php?id=50.

สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. (2542). *ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์.* สืบค้นจาก https://www.rmuti.ac.th/faculty/production/ie/html/Oee.htm.

สนั่น เถาชารี. (2558). กลยุทธการลดต้นทุนการผลิต. *เทคนิค เครื่องกล ไฟฟ้า อุตสาหการ ปีที่ 32* 378 (ก.ย.2558), 85-92.

สรัณญา ศิลาอาสน์. (2551). *การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษา : โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม.* (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สืบพงษ์ มาลี. *การบริหารงานซ่อมบำรุงระบบภายในอาคารเชิงป้องกัน กรณีศึกษาสถาบันแห่งชาติเพื่อการพัฒนาเด็กและครอบครัว.* (วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต) กรุงเทพ : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุรพล ราษฎร์นุ้ย. (2545). *วิศวกรรมการบำรุงรักษา.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

อดิวัณณ์ กีรติอมรลักษณ์. (2557). *การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อประสิทธิภาพของเครื่องเป่าขวดและแกลลอนพลาสติก.* (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมอุตสาหการ) วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อรอุมา กอสนาน, จักรกริช คงทนแท้, อุษารัตน์ อินจำปา, และอัญชลี สุพิทักษ์. (2554). *การปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการจัดทำคู่มือการบำรุงรักษาด้วยตนเองสำหรับเครื่องพันสลาก กรณีศึกษาโรงงานไทยน้ำทิพย์ จำกัด.* (ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต) มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1

ตารางรายละเอียดประมาณการค่าอะไหล่ ระยะเวลาซ่อม อายุมาตรฐานของเครื่องจักรกล

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	A			B		
	รถบรรทุก 4 ล้อ			รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท) (ปรับเปลี่ยนตามสภาพ)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท) (ปรับเปลี่ยนตามสภาพ)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
1. เครื่องยนต์						
1.1 ยกเครื่อง		120	3,000		120	3,000
1.2 ซ่อมย่อย		60	-		60	-
2. ระบบหล่อเย็น		**60**	**-**		**60**	**-**
2.1 หม้อน้ำ		20	3,000		20	3,000
2.2 ยาง		10	3,000		10	3,000
2.3 ปั๊มน้ำ		20	3,000		20	3,000
2.4 อื่นๆ		10	-		10	-
3. ระบบหล่อลื่น		50	-		50	-
3.1 ปั๊มน้ำมันเครื่อง		20	3,000		20	3,000
3.2 ระบบหล่อเย็นน้ำมันเครื่อง		20	3,500		20	3,000
3.3 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
4. ระบบเชื้อเพลิง		**50**	**-**		**50**	**-**
4.1 ปั๊มหัวฉีด		20	2,000		20	2,000
4.2 หัวฉีด		10	2,000		10	2,000
4.3 ปั๊มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง		10	3,000		10	3,000
4.4 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
5. ระบบไฮดรอลิก		**60**	-		**60**	**-**
5.1 ปั๊มไฮดรอลิก		20	3,000		20	3,000
5.2 วาล์วคอนโทรล		10	3,000		10	3,000
5.3 คันบังคับต่างๆ		10	3,000		10	3,000

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	A			B		
	รถบรรทุก 4 ล้อ			รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
5.4 กระบอกไฮดรอลิก		10	3,000		10	3,000
5.5 กว้านหน้า-หลัง, รอกสลิง		30	3,000		30	3,000
5.6 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
6. ระบบไฟฟ้า		40	-		40	-
6.1 ยเนอเรเตอร์		10	2,000		10	2,000
6.2 สตาร์ตเตอร์		10	2,000		10	2,000
6.3 เรกูเลเตอร์		5	2,000		5	2,000
6.4 สวิตช์-สายไฟ		5	-		5	-
6.5 มอเตอร์ปัดน้ำฝน		-	-		-	-
6.6 แตร		-	-		-	-
6.7 ไฟหน้า-หลัง, ไฟเลี้ยว		-	-		-	-
6.8 อุปกรณ์อื่น ๆ		-	-		-	-
7. ระบบบังคับเลี้ยว		60	3,000		60	3,000
7.1 พวงมาลัย		-	-			-
7.2 ลูกหมาคันชัก-คันส่ง		-	-			-
7.3 โช้กอัพพวงมาลัย		-	-			-
7.4 ปั๊มบังคับเลี้ยว		20	-		20	-
7.5 คันบังคับเลี้ยว		20	-		20	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	A			B		
	รถบรรทุก 4 ล้อ			รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
7.6 ข้อต่อ-ท่อยาง		10	-		10	-
7.7. อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
8. ระบบห้ามล้อ		50	-		50	-
8.1 แม่ปั๊มเบรกและแวกดัม		-	-		-	-
8.2 ปั๊มเบรกและบูสเตอร์		20	3,000		20	3,000
8.3 ผ้าเบรก		20	3,000		20	3,000
8.4 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
9. ระบบส่งกำลัง		-	-		-	-
9.1 คลัชต์-ทอร์คอนเวอร์เตอร์		60	3,000		60	3,000
9.1.1 แผ่นคลัชต์		-	-		-	-
9.1.2 ตีนผี-รังคลัชต์		-	-		-	-
9.1.3 ลูกปืนคลัชต์		-	-		-	-
9.1.4 บู๊ชขาคลัชต์-เบรก, ท่อยาง-ข้อต่อ		-	3,000		-	-
9.1.5 ปั๊มคลัชต์		-	-		-	-
9.1.6 อินพุชปั๊ม		-	3,000		-	3,000
9.1.7 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
9.2 ทรานส์มิชชั่น		120	4,000		120	4,000
9.2.1 ลูกปืนเกียร์-บู๊ช		-	-		-	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	A			B		
	รถบรรทุก 4 ล้อ			รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
9.2.2 เฟืองเกียร์-เกียร์ช่วย		-	-		-	-
9.2.3 คันเกียร์		-	-		-	-
9.2.4 control valve		-	3,500		-	-
9.2.5 selector valve		-	3,500		-	-
9.2.6 regulater valve		-	3,500		-	-
9.2.7 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
9.3 ยอยต์-เพลากลาง		4o	3,500		40	3,500
9.3.1 เพลากลาง - สปาย		-	3,500		-	3,500
9.3.2 ยอยต์		-	3,500		-	3,500
9.3.3 ลูกปืนรับเพลากลาง		-	-		-	-
9.3.4 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
9.4 ห้องเพลาขับ		80	3,500		80	3,500
9.4.1 ลูกปืน - ซีล		-	-		-	-
9.4.2 เฟืองขับเพลาข้าง		-	-		-	-
9.4.3 เพลา PTO หน้า-หลัง		-	-		-	-
9.4.4 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	A			B		
	รถบรรทุก 4 ล้อ			รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
10. ระบบเครื่องล่าง		90	-		90	-
10.1 สลักหูแหนบ-บู๊ช		-	-		-	-
10.2 แหนบ-สาแหรกหน้า-หลัง		-	-		-	-
10.3 โช้คอัพหน้า-หลัง		-	-		-	-
10.4 คานสลักล้อ หน้า-หลัง		-	-		-	-
10.5 ล้อ ดุมล้อ หน้า-หลัง		-	-		-	-
10.6 ยาง		-	-		-	-
10.7 ห้องป๊อกเก็ตและสป๊อตเก็ต		20	-		20	-
10.8 ล้อนำ-ลูกกลิ้ง ล่าง-บน		20	2,000		20	2,000
10.9 คานสมดุล		20	3,000		20	3,000
10.10 บุ้งกี๋		-	-		-	-
10.11 แขนใบมีด-ข้อต่อ		10	2,000		10	2,000
10.12 วงเดือน		-	-		-	-
10.13 เพลาขับ, ข้อต่อต่างๆ		10	-		10	-
10.14 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	A รถบรรทุก 4 ล้อ			B รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
11. โซ่ตะขาบและใบมีด		40	-		40	-
11.1 โซ่ตีนตะขาบ		-	2,000		-	2,000
11.2 ใบมีด-มุม		-	2,000		-	2,000
11.3 ฟันตะกุยดิน		-	-		-	-
11.4 ใบมีดตักดิน		-	-		-	-
11.5 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
12. เกจ์-หน้าปัด		30	-		30	-
12.1 เกจ์-แอมมิเตอร์		-	2,000		-	2,000
12.2 เกจ์-น้ำมันเชื้อเพลิง		-	3,000		-	3,000
12.3 เกจ์-อุณหภูมิน้ำ		-	3,000		-	3,000
12.4 เกจ์-น้ำมันเครื่อง		-	3,000		-	3,000
12.5 เกจ์-ชั่วโมง		-	3,000		-	3,000
12.6 เกจ์-ความเร็ว		-	-		-	-
12.7 เกจ์-ความดันทรานส์มิชชั่น		-	3,000		-	3,000
12.8 เกจ์-อุณหภูมิน้ำมันทรานส์มิชชั่น		-	3,000		-	3,000
12.9 เกจ์-ไส้กรองอากาศ		-	3,000		-	3,000
12.10 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	A			B		
	รถบรรทุก 4 ล้อ			รถบรรทุก 6 ล้อ ประกอบกระเช้า		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
13. เบ็ดเตล็ด		-	-		-	-
13.1 ตัวถัง, กระบะ, ประตู		30	-		30	-
13.2 ที่นั่ง		20	-		20	-
13.3 หลังคา		-	-		-	-
13.4 กระจกหน้า-หลัง มองหลัง		-	-		-	-
13.5 เคาะพ่นสี		30	-		30	-
14. ทุกระบบไม่รวมข้อที่ 1,2,3,4		530	-		530	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	C			D		
	รถบรรทุกน้ำ			รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
	(ปรับเปลี่ยนตามสภาพ)			(ปรับเปลี่ยนตามสภาพ)		
1. เครื่องยนต์						
1.1 ยกเครื่อง		120	3,000		120	3,000
1.2 ซ่อมย่อย		60	-		60	-
2. ระบบหล่อเย็น		**60**	-		**60**	-
2.1 หม้อน้ำ		20	3,000		20	3,000
2.2 ท่อยาง		10	3,000		10	3,000
2.3 ปั๊มน้ำ		20	3,000		20	3,000
2.4 อื่นๆ		10	-		10	-
3. ระบบหล่อลื่น		**50**	-		**50**	-
3.1 ปั๊มน้ำมันเครื่อง		20	3,000		20	3,000
3.2 ระบบหล่อเย็นน้ำมันเครื่อง		20	3,500		20	3,000
3.3 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
4. ระบบเชื้อเพลิง		**50**	-		**50**	-
4.1 ปั๊มหัวฉีด		20	2,000		20	2,000
4.2 หัวฉีด		10	2,000		10	2,000
4.3 ปั๊มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง		10	3,000		10	3,000
4.4 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
5. ระบบไฮดรอลิก		60	-		60	-
5.1 ปั๊มไฮดรอลิก		20	3,000		20	3,000
5.2 วาล์วคอนโทรล		10	3,000		10	3,000
5.3 คันบังคับต่างๆ		10	3,000		10	3,000
5.4 กระบอกไฮดรอลิก		10	3,000		10	3,000
5.5 กว้านหน้า-หลัง, รอกสลิง		30	3,000		30	3,000

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	C			D		
	รถบรรทุกน้ำ			รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
5.6 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
6. ระบบไฟฟ้า		40	-		40	-
6.1 เยเนอเรเตอร์		10	2,000		10	2,000
6.2 สตาร์ตเตอร์		10	2,000		10	2,000
6.3 เรกูเลเตอร์		5	2,000		5	2,000
6.4 สวิตช์-สายไฟ		5	-		5	-
6.5 มอเตอร์ปัดน้ำฝน		-	-		-	-
6.6 แตร		-	-		-	-
6.7 ไฟหน้า-หลัง, ไฟเลี้ยว		-	-		-	-
6.8 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
7. ระบบบังคับเลี้ยว		60	3,000		60	3,000
7.1 พวงมาลัย		-	-			-
7.2 ลูกหมาคันชัก-คันส่ง		-	-			-
7.3 โช้กอัพพวงมาลัย		-	-			-
7.4 ปั๊มบังคับเลี้ยว		20	-		20	-
7.5 คันบังคับเลี้ยว		20	-		20	-
7.6 ข้อต่อ-ท่อยาง		10	-		10	-
7.7 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
8. ระบบห้ามล้อ		50	-		50	-
8.1 แม่ปั๊มเบรกและแวกดัม		-	-		-	-
8.2 ปั๊มเบรกและบูสเตอร์		20	3,000		20	3,000
8.3 ผ้าเบรก		20	3,000		20	3,000

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	C			D		
	รถบรรทุกน้ำ			รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
8.4 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
9. ระบบส่งกำลัง		-	-		-	-
9.1 คลัชต์-ทอร์คคอนเวอร์เตอร์		60	3,000		60	3,000
9.1.1 แผ่นคลัชต์		-	-		-	-
9.1.2 ตีนผี-รังคลัชต์		-	-		-	-
9.1.3 ลูกปืนคลัชต์		-	-		-	-
9.1.4 บู๊ชขาคลัชต์-เบรก, ท่อยาง-ข้อต่อ		-	3,000		-	-
9.1.5 ปั๊มคลัชต์		-	-		-	-
9.1.6 อินพุชปั๊ม		-	3,000		-	3,000
9.1.7 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
9.2 ทรานส์มิชชั่น		120	4,000		120	4,000
9.2.1 ลูกปืนเกียร์-บู๊ช		-	-		-	-
9.2.2 เฟืองเกียร์-เกียร์ช่วย		-	-		-	-
9.2.3 คันเกียร์		-	-		-	-
9.2.4 control valve		-	3,500		-	-
9.2.5 selector valve		-	3,500		-	-
9.2.6 regulater valve		-	3,500		-	-
9.2.7 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	C			D		
	รถบรรทุกน้ำ			รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
9.3 ยอยต์-เพลากลาง		4o	3,500		40	3,500
9.3.1 เพลากลาง - สปาย		-	3,500		-	3,500
9.3.2 ยอยต์		-	3,500		-	3,500
9.3.3 ลูกปืนรับเพลากลาง		-	-		-	-
9.3.4 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
9.4 ห้องเพลาขับ		80	3,500		80	3,500
9.4.1 ลูกปืน - ซีล		-	-		-	-
9.4.2 เฟืองขับเพลาข้าง		-	-		-	-
9.4.3 เพลา PTO หน้า-หลัง		-	-		-	-
9.4.4 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
10. ระบบเครื่องล่าง		90	-		90	-
10.1 สลักหูแหนบ-บู๊ช		-	-		-	-
10.2 แหนบ-สาแหรก หน้า-หลัง		-	-		-	-
10.3 โช้คอัพ หน้า-หลัง		-	-		-	-
10.4 คาน สลักล้อ หน้า-หลัง		-	-		-	-
10.5 ล้อ ดุมล้อ หน้า-หลัง		-	-		-	-
10.6 ยาง		-	-		-	-
10.7 ห้องป๊อกเก็ตและสป๊อตเก็ต		20	-		20	-
10.8 ล้อนำ-ลูกกลิ้ง ล่าง-บน		20	2,000		20	2,000
10.9 คานสมดุล		20	3,000		20	3,000
10.10 บุ้งกี๋		-	-		-	-

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	C			D		
	รถบรรทุกน้ำ			รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
10.11 แขนใบมีด-ข้อต่อ		10	2,000		10	2,000
10.12 วงเดือน		-	-		-	-
10.13 เพลาขับ, ข้อต่อต่างๆ		10	-		10	-
10.14 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
11. โซ่ตะขาบและใบมีด		40	-		40	-
11.1 โซ่ตีนตะขาบ		-	2,000		-	2,000
11.2 ใบมีด-มุม		-	2,000		-	2,000
11.3 ฟันตะกุยดิน		-	-		-	-
11.4 ใบมีดตักดิน		-	-		-	-
11.5 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
12. เกจ์-หน้าปัด		30	-		30	-
12.1 เกจ์-แอมมิเตอร์		-	2,000		-	2,000
12.2 เกจ์-น้ำมันเชื้อเพลิง		-	3,000		-	3,000
12.3 เกจ์-อุณหภูมิน้ำ		-	3,000		-	3,000
12.4 เกจ์-น้ำมันเครื่อง		-	3,000		-	3,000
12.5 เกจ์-ชั่วโมง		-	3,000		-	3,000
12.6 เกจ์-ความเร็ว		-	-		-	-
12.7 เกจ์-ความดัน ทรานส์มิชชั่น		-	3,000		-	3,000
12.8 เกจ์-อุณหภูมิน้ำมันทรานส์มิชชั่น		-	3,000		-	3,000

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	C			D		
	รถบรรทุกน้ำ			รถบรรทุก 6 ล้อ เทท้าย		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
12.9 เกจ์-ไส้กรองอากาศ		-	3,000		-	3,000
12.10 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
13. เบ็ดเตล็ด		-	-		-	-
13.1 ตัวถัง, กระบะ, ประตู		30	-		30	-
13.2 ที่นั่ง		20	-		20	-
13.3 หลังคา		-	-		-	-
13.4 กระจกหน้า-หลัง มองหลัง		-	-		-	-
13.5 เคาะพ่นสี		30	-		30	-
14. ทุกระบบไม่รวมข้อที่ 1,2,3,4		530	-		530	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	E			F		
	รถหน้าตัก หลังขุด			รถตัก ล้อยาง		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
1. เครื่องยนต์	(ปรับเปลี่ยนตามสภาพ)			(ปรับเปลี่ยนตามสภาพ)		
1.1 ยกเครื่อง		120	3,000		120	3,000
1.2 ซ่อมย่อย		60	-		60	-
2. ระบบหล่อเย็น		**60**	**-**		**60**	**-**
2.1 หม้อน้ำ		20	3,000		20	3,000
2.2 ท่อยาง		10	3,000		10	3,000
2.3 ปั๊มน้ำ		20	3,000		20	3,000
2.4 อื่นๆ		10	-		10	-
3. ระบบหล่อลื่น		**50**	**-**		**50**	**-**
3.1 ปั๊มน้ำมันเครื่อง		20	3,000		20	3,000
3.2 ระบบหล่อเย็นน้ำมันเครื่อง		20	3,500		20	3,000
3.3 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
4. ระบบเชื้อเพลิง		**50**	**-**		**50**	**-**
4.1 ปั๊มหัวฉีด		20	2,000		20	2,000
4.2 หัวฉีด		10	2,000		10	2,000
4.3 ปั๊มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง		10	3,000		10	3,000
4.4 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
5. ระบบไฮดรอลิก		60	-		60	-
5.1 ปั๊มไฮดรอลิก		20	3,000		20	3,000
5.2 วาล์วคอนโทรล		10	3,000		10	3,000
5.3 คันบังคับต่างๆ		10	3,000		10	3,000
5.4 กระบอกไฮดรอลิก		10	3,000		10	3,000
5.5 กว้านหน้า-หลัง, รอกสลิง		30	3,000		30	3,000

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(ต่อ)

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	E			F		
	รถหน้าตัก หลังขุด			รถตัก ล้อยาง		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
5.6 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
6. ระบบไฟฟ้า		40	-		40	-
6.1 เยเนอเรเตอร์		10	2,000		10	2,000
6.2 สตาร์ตเตอร์		10	2,000		10	2,000
6.3 เรกูเลเตอร์		5	2,000		5	2,000
6.4 สวิตช์-สายไฟ		5	-		5	-
6.5 มอเตอร์ปัดน้ำฝน		-	-		-	-
6.6 แตร		-	-		-	-
6.7 ไฟหน้า-หลัง, ไฟเลี้ยว		-	-		-	-
6.8 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
7. ระบบบังคับเลี้ยว		60	3,000		60	3,000
7.1 พวงมาลัย		-	-			-
7.2 ลูกหมาคันชัก-คันส่ง		-	-			-
7.3 โช้กอัพพวงมาลัย		-	-			-
7.4 ปั๊มบังคับเลี้ยว		20	-		20	-
7.5 คันบังคับเลี้ยว		20	-		20	-
7.6 ข้อต่อ-ท่อยาง		10	-		10	-
7.7 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
8. ระบบห้ามล้อ		50	-		50	-
8.1 แม่ปั๊มเบรกและแวกดัม		-	-		-	-
8.2 ปั๊มเบรกและบูสเตอร์		20	3,000		20	3,000

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	E			F		
	รถหน้าตัก หลังขุด			รถตัก ล้อยาง		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
8.3 ผ้าเบรก		20	3,000		20	3,000
8.4 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
9. ระบบส่งกำลัง		-	-		-	-
9.1 คลัชต์-ทอร์คอนเวอร์เตอร์		60	3,000		60	3,000
9.1.1 แผ่นคลัชต์		-	-		-	-
9.1.2 ตีนผี-รังคลัชต์		-	-		-	-
9.1.3 ลูกปืนคลัชต์		-	-		-	-
9.1.4 บู๊ชขาคลัชต์-เบรก, ท่อยาง-ข้อต่อ		-	3,000		-	-
9.1.5 ปั๊มคลัชต์		-	-		-	-
9.1.6 อินพุชปั๊ม		-	3,000		-	3,000
9.1.7 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
9.2 ทรานส์มิชชั่น		120	4,000		120	4,000
9.2.1 ลูกปืนเกียร์-บู๊ช		-	-		-	-
9.2.2 เฟืองเกียร์-เกียร์ช่วย		-	-		-	-
9.2.3 คันเกียร์		-	-		-	-
9.2.4 control valve		-	3,500		-	-
9.2.5 selector valve		-	3,500		-	-
9.2.6 regulater valve		-	3,500		-	-
9.2.7 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล ระบบ	E รถหน้าตัก หลังขุด ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	F รถตัก ล้อยาง ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
9.3 ยอยต์-เพลากลาง		4o	3,500		40	3,500
9.3.1 เพลากลาง - สปาย		-	3,500		-	3,500
9.3.2 ยอยต์		-	3,500		-	3,500
9.3.3 ลูกปืนรับเพลากลาง		-	-		-	-
9.3.4 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
9.4 ห้องเพลาขับ		80	3,500		80	3,500
9.4.1 ลูกปืน - ซีล		-	-		-	-
9.4.2 เฟืองขับเพลาข้าง		-	-		-	-
9.4.3 เพลา PTO หน้า-หลัง		-	-		-	-
9.4.4 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
10. ระบบเครื่องล่าง		90	-		90	-
10.1 สลักหูแหนบ-บู๊ช		-	-		-	-
10.2 แหนบ-สาแหรก หน้า-หลัง		-	-		-	-
10.3 โช้คอัพ หน้า-หลัง		-	-		-	-
10.4 คาน สลักล้อ หน้า-หลัง		-	-		-	-
10.5 ล้อ ดุมล้อ หน้า-หลัง		-	-		-	-
10.6 ยาง		-	-		-	-
10.7 ห้องป๊อกเก็ตและสป๊อตเก็ต		20	-		20	-
10.8 ล้อนำ-ลูกกลิ้ง ล่าง-บน		20	2,000		20	2,000

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	E			F		
	รถหน้าตัก หลังขุด			รถตัก ล้อยาง		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
10.9 คานสมดุล		20	3,000		20	3,000
10.10 บุ้งกี๋		-	-		-	-
10.11 แขนใบมีด-ข้อต่อ		10	2,000		10	2,000
10.12 วงเดือน		-	-		-	-
10.13 เพลาขับ, ข้อต่อต่างๆ		10	-		10	-
10.14 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-		10	-
11. โซ่ตะขาบและใบมีด		40	-		40	-
11.1 โซ่ตีนตะขาบ		-	2,000		-	2,000
11.2 ใบมีด-มุม		-	2,000		-	2,000
11.3 ฟันตะกุยดิน		-	-		-	-
11.4 ใบมีดตักดิน		-	-		-	-
11.5 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
12. เกจ์-หน้าปัด		30	-		30	-
12.1 เกจ์-แอมมิเตอร์		-	2,000		-	2,000
12.2 เกจ์-น้ำมันเชื้อเพลิง		-	3,000		-	3,000
12.3 เกจ์-อุณหภูมิน้ำ		-	3,000		-	3,000
12.4 เกจ์-น้ำมันเครื่อง		-	3,000		-	3,000
12.5 เกจ์-ชั่วโมง		-	3,000		-	3,000
12.6 เกจ์-ความเร็ว		-	-		-	-
12.7 เกจ์-ความดัน ทรานส์มิชชั่น		-	3,000		-	3,000

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	E			F		
	รถหน้าตัก หลังขุด			รถตัก ล้อยาง		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
12.8 เกจ์-อุณหภูมิน้ำมันทรานส์มิชชั่น		-	3,000		-	3,000
12.9 เกจ์-ไส้กรองอากาศ		-	3,000		-	3,000
12.10 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-		-	-
13. เบ็ดเตล็ด		-	-		-	-
13.1 ตัวถัง, กระบะ, ประตู		30	-		30	-
13.2 ที่นั่ง		20	-		20	-
13.3 หลังคา		-	-		-	-
13.4 กระจกหน้า-หลัง มองหลัง		-	-		-	-
13.5 เคาะพ่นสี		30	-		30	-
14. ทุกระบบไม่รวมข้อที่ 1,2,3,4		530	-		530	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	G		
	รถขุด แขนยาว ตีนตะขาบ		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
	(ปรับเปลี่ยนตามสภาพ)		
1. เครื่องยนต์			
1.1 ยกเครื่อง		120	3,000
1.2 ซ่อมย่อย		60	-
2. ระบบหล่อเย็น		60	-
2.1 หม้อน้ำ		20	3,000
2.2 ท่อยาง		10	3,000
2.3 ปั๊มน้ำ		20	3,000
2.4 อื่นๆ		10	-
3. ระบบหล่อลื่น		50	-
3.1 ปั๊มน้ำมันเครื่อง		20	3,000
3.2 ระบบหล่อเย็นน้ำมันเครื่อง		20	3,000
3.3 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-
4. ระบบเชื้อเพลิง		50	-
4.1 ปั๊มหัวฉีด		20	2,000
4.2 หัวฉีด		10	2,000
4.3 ปั๊มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง		10	3,000
4.4 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-
5. ระบบไฮดรอลิก		60	-
5.1 ปั๊มไฮดรอลิก		20	3,000
5.2 วาล์วคอนโทรล		10	3,000
5.3 คันบังคับต่างๆ		10	3,000
5.4 กระบอกไฮดรอลิก		10	3,000
5.5 กว้านหน้า-หลัง, รอกสลิง		30	3,000
5.6 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-
6. ระบบไฟฟ้า		40	-
6.1 เยเนอเรเตอร์		10	2,000
6.2 สตาร์ตเตอร์		10	2,000
6.3 เรกูเลเตอร์		5	2,000

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	G		
	รถขุด แขนยาว ตีนตะขาบ		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
6.5 มอเตอร์ปัดน้ำฝน		-	-
6.6 แตร		-	-
6.7 ไฟหน้า-หลัง, ไฟเลี้ยว		-	-
6.8 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-
7. ระบบบังคับเลี้ยว		60	3,000
7.1 พวงมาลัย			-
7.2 ลูกหมาคันชัก-คันส่ง			-
7.3 โช้กอัพพวงมาลัย			-
7.4 ปั๊มบังคับเลี้ยว		20	-
7.5 คันบังคับเลี้ยว		20	-
7.6 ข้อต่อ-ท่อยาง		10	-
7.7 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-
8. ระบบห้ามล้อ		50	-
8.1 แม่ปั๊มเบรกและแวกดัม		-	-
8.2 ปั๊มเบรกและบูสเตอร์		20	3,000
8.3 ผ้าเบรก		20	3,000
8.4 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-
9. ระบบส่งกำลัง		-	-
9.1 คลัชต์-ทอร์คอนเวอร์เตอร์		60	3,000
9.1.1 แผ่นคลัชต์		-	-
9.1.2 ตีนผี-รังคลัชต์		-	-
9.1.3 ลูกปืนคลัชต์		-	-
9.1.4 บู๊ชขาคลัชต์-เบรก, ท่อยาง-ข้อต่อ		-	-
9.1.5 ปั๊มคลัชต์		-	-
9.1.6 อินพุชปั๊ม		-	3,000
9.1.7 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	G		
	รถขุด แขนยาว ตีนตะขาบ		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
9.2 ทรานส์มิชชั่น		120	4,000
9.2.1 ลูกปืนเกียร์-บู๊ช		-	-
9.2.2 เฟืองเกียร์-เกียร์ช่วย		-	-
9.2.3 คันเกียร์		-	-
9.2.4 control valve		-	-
9.2.5 selector valve		-	-
9.2.6 regulater valve		-	-
9.2.7 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-
9.3 ยอยต์-เพลากลาง		40	3,500
9.3.1 เพลากลาง - สปาย		-	3,500
9.3.2 ยอยต์		-	3,500
9.3.3 ลูกปืนรับเพลากลาง		-	-
9.3.4 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-
9.4 ห้องเพลาขับ		80	3,500
9.4.1 ลูกปืน - ซีล		-	-
9.4.2 เฟืองขับเพลาข้าง		-	-
9.4.3 เพลา PTO หน้า-หลัง		-	-
9.4.4 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-
10. ระบบเครื่องล่าง		90	-
10.1 สลักหูแหนบ-บู๊ช		-	-
10.2 แหนบ-สาแหรก หน้า-หลัง		-	-
10.3 โช้คอัพหน้า-หลัง		-	-
10.4 คาน สลักล้อ หน้า-หลัง		-	-
10.5 ล้อ ดุมล้อ หน้า-หลัง		-	-
10.6 ยาง		-	-
10.7 ห้องป็อกเก็ตและสป็อตเก็ต		20	-
10.8 ล้อนำ-ลูกกลิ้ง ล่าง-บน		20	2,000

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	G		
	รถขุด แขนยาว ตีนตะขาบ		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
10.9 คานสมดุล		20	3,000
10.10 บุ้งกี๋		-	-
10.11 แขนใบมีด-ข้อต่อ		10	2,000
10.12 วงเดือน		-	-
10.13 เพลาขับ, ข้อต่อต่างๆ		10	-
10.14 อุปกรณ์อื่นๆ		10	-
11. โซ่ตะขาบและใบมีด		40	-
11.1 โซ่ตีนตะขาบ		-	2,000
11.2 ใบมีด-มุม		-	2,000
11.3 ฟันตะกุยดิน		-	-
11.4 ใบมีดตักดิน		-	-
11.5 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-
12. เกจ์-หน้าปัด		30	-
12.1 เกจ์-แอมมิเตอร์		-	2,000
12.2 เกจ์-น้ำมันเชื้อเพลิง		-	3,000
12.3 เกจ์-อุณหภูมิน้ำ		-	3,000
12.4 เกจ์-น้ำมันเครื่อง		-	3,000
12.5 เกจ์-ชั่วโมง		-	3,000
12.6 เกจ์-ความเร็ว		-	-
12.7 เกจ์-ความดัน ทรานส์มิชชั่น		-	3,000
12.8 เกจ์-อุณหภูมิน้ำมัน ทรานส์มิชชั่น		-	3,000
12.9 เกจ์-ไส้กรองอากาศ		-	3,000
12.10 อุปกรณ์อื่นๆ		-	-
13. เบ็ดเตล็ด		-	-
13.1 ตัวถัง, กระบะ, ประตู		30	-
13.2 ที่นั่ง		20	-
13.3 หลังคา		-	-
13.4 กระจกหน้า-หลัง มองหลัง		-	-

(ต่อ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

ประเภทและรุ่นของเครื่องจักรกล	G		
	รถขุด แขนยาว ตีนตะขาบ		
ระบบ	ค่าอะไหล่ (บาท)	ระยะเวลาซ่อม (ชั่วโมง)	อายุมาตรฐาน (ชั่วโมง)
13.5 เคาะพ่นสี		30	-
14. ทุกระบบไม่รวมข้อที่ 1,2,3,4		530	-

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

อัตราการเดินเครื่อง (AR) ก่อน – หลังการปรับปรุงในแต่ละเดือน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ข.1

อัตราการเดินเครื่อง (AR) ก่อนการปรับปรุง เดือนสิงหาคม 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาทั้งหมด	เวลาหยุดตามแผน	เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด	เวลารับภาระงาน	เวลาเดินเครื่อง	อัตราการเดินเครื่อง AR %
A001	248	48	43	200	157	78.50
A002	248	48	38	200	162	81.00
A003	248	48	54	200	146	73.00
B001	248	48	31	200	169	84.50
B002	248	48	27	200	173	86.50
C001	248	48	19	200	181	90.50
C002	248	48	36	200	164	82.00
C003	248	48	84	200	116	58.00
D001	248	48	57	200	143	71.50
D002	248	48	42	200	158	79.00
D003	248	48	51	200	149	74.50
D004	248	48	57	200	143	71.50
E001	248	48	75	200	125	62.50
E002	248	48	67	200	133	66.50
F001	248	48	64	200	136	68.00
G001	248	48	48	200	152	76.00

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ข.2

อัตราการเดินเครื่อง (AR) ก่อนการปรับปรุง เดือนกันยายน 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาทั้งหมด	เวลาหยุดตามแผน	เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด	เวลารับภาระงาน	เวลาเดินเครื่อง	อัตราการเดินเครื่อง AR %
A001	240	32	51	208	157	75.48
A002	240	32	39	208	169	81.25
A003	240	32	48	208	160	76.92
B001	240	32	38	208	170	81.73
B002	240	32	28	208	180	86.54
C001	240	32	25	208	183	87.98
C002	240	32	38	208	170	81.73
C003	240	32	62	208	146	70.19
D001	240	32	46	208	162	77.88
D002	240	32	57	208	151	72.60
D003	240	32	42	208	166	79.81
D004	240	32	55	208	153	73.56
E001	240	32	68	208	140	67.31
E002	240	32	54	208	154	74.04
F001	240	32	66	208	142	68.27
G001	240	32	32	208	176	84.62

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ข.3

อัตราการเดินเครื่อง (AR) ก่อนการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาทั้งหมด	เวลาหยุดตามแผน	เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด	เวลารับภาระงาน	เวลาเดินเครื่อง	อัตราการเดินเครื่อง AR %
A001	248	40	47	208	161	77.40
A002	248	40	57	208	151	72.60
A003	248	40	58	208	150	72.12
B001	248	40	41	208	167	80.29
B002	248	40	31	208	177	85.10
C001	248	40	32	208	176	84.62
C002	248	40	47	208	161	77.40
C003	248	40	77	208	131	62.98
D001	248	40	51	208	157	75.48
D002	248	40	31	208	177	85.10
D003	248	40	42	208	166	79.81
D004	248	40	59	208	149	71.63
E001	248	40	71	208	137	65.87
E002	248	40	68	208	140	67.31
F001	248	40	67	208	141	67.79
G001	248	40	44	208	164	78.85

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ข.4

อัตราการเดินเครื่อง (AR) หลังการปรับปรุง เดือนมกราคม 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาทั้งหมด	เวลาหยุดตามแผน	เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด	เวลารับภาระงาน	เวลาเดินเครื่อง	อัตราการเดินเครื่อง AR %
A001	248	56	30	192	162	84.38
A002	248	56	21	192	171	89.06
A003	248	56	32	192	160	83.33
B001	248	56	15	192	177	92.19
B002	248	56	12	192	180	93.75
C001	248	56	15	192	177	92.19
C002	248	56	22	192	170	88.54
C003	248	56	30	192	162	84.38
D001	248	56	37	192	155	80.73
D002	248	56	27	192	165	85.94
D003	248	56	24	192	168	87.50
D004	248	56	23	192	169	88.02
E001	248	56	49	192	143	74.48
E002	248	56	38	192	154	80.21
F001	248	56	41	192	151	78.65
G001	248	56	28	192	164	85.42

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ข.5

อัตราการเดินเครื่อง (AR) หลังการปรับปรุง เดือนกุมภาพันธ์ 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาทั้งหมด	เวลาหยุดตามแผน	เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด	เวลารับภาระงาน	เวลาเดินเครื่อง	อัตราการเดินเครื่อง AR %
A001	232	40	27	192	165	85.94
A002	232	40	15	192	177	92.19
A003	232	40	29	192	163	84.90
B001	232	40	14	192	178	92.71
B002	232	40	8	192	184	95.83
C001	232	40	12	192	180	93.75
C002	232	40	18	192	174	90.63
C003	232	40	33	192	159	82.81
D001	232	40	26	192	166	86.46
D002	232	40	17	192	175	91.15
D003	232	40	16	192	176	91.67
D004	232	40	15	192	177	92.19
E001	232	40	33	192	159	82.81
E002	232	40	25	192	167	86.98
F001	232	40	33	192	159	82.81
G001	232	40	21	192	171	89.06

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ข.6

อัตราการเดินเครื่อง (AR) หลังการปรับปรุง เดือนมีนาคม 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาทั้งหมด	เวลาหยุดตามแผน	เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด	เวลารับภาระงาน	เวลาเดินเครื่อง	อัตราการเดินเครื่อง AR %
A001	248	32	31	216	185	85.65
A002	248	32	17	216	199	92.13
A003	248	32	34	216	182	84.26
B001	248	32	18	216	198	91.67
B002	248	32	13	216	203	93.98
C001	248	32	17	216	199	92.13
C002	248	32	23	216	193	89.35
C003	248	32	32	216	184	85.19
D001	248	32	24	216	192	88.89
D002	248	32	18	216	198	91.67
D003	248	32	22	216	194	89.81
D004	248	32	18	216	198	91.67
E001	248	32	23	216	193	89.35
E002	248	32	15	216	201	93.06
F001	248	32	21	216	195	90.28
G001	248	32	16	216	200	92.59

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) ก่อน-หลังการปรับปรุงในแต่ละเดือน

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.1

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) ก่อนการปรับปรุง เดือนสิงหาคม 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากเครื่องเสียกำลัง	เวลาเดินเครื่อง	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	ประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง PE %
A001	16	157	141	89.81
A002	13	162	149	91.98
A003	16	146	130	89.04
B001	18	169	151	89.35
B002	13	173	160	92.49
C001	15	181	166	91.71
C002	45	164	119	72.56
C003	34	116	82	70.69
D001	24	143	119	83.22
D002	23	158	135	85.44
D003	28	149	121	81.21
D004	31	143	112	78.32
E001	28	125	97	77.60
E002	24	133	109	81.95
F001	34	136	102	75.00
G001	34	152	118	77.63

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.2

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) ก่อนการปรับปรุง เดือนกันยายน 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากเครื่องเสียกำลัง	เวลาเดินเครื่อง	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	ประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง PE %
A001	11	157	146	92.99
A002	8	169	161	95.27
A003	14	160	146	91.25
B001	22	170	148	87.06
B002	22	180	158	87.78
C001	21	183	162	88.52
C002	27	170	143	84.12
C003	42	146	104	71.23
D001	21	162	141	87.04
D002	24	151	127	84.11
D003	33	166	133	80.12
D004	34	153	119	77.78
E001	25	140	115	82.14
E002	28	154	126	81.82
F001	35	142	107	75.35
G001	28	176	148	84.09

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.3

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) ก่อนการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากเครื่องเสียกำลัง	เวลาเดินเครื่อง	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	ประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง PE %
A001	21	161	140	86.96
A002	15	151	136	90.07
A003	16	150	134	89.33
B001	27	167	140	83.83
B002	18	177	159	89.83
C001	19	176	157	89.20
C002	22	161	139	86.34
C003	31	131	100	76.34
D001	24	157	133	84.71
D002	21	177	156	88.14
D003	33	166	133	80.12
D004	33	149	116	77.85
E001	18	137	119	86.86
E002	31	140	109	77.86
F001	29	141	112	79.43
G001	21	164	143	87.20

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.4

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) หลังการปรับปรุง เดือนมกราคม 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากเครื่องเสียกำลัง	เวลาเดินเครื่อง	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง PE %
A001	11	162	151	93.21
A002	12	171	159	92.98
A003	9	160	151	94.38
B001	15	177	162	91.53
B002	15	180	165	91.67
C001	8	177	169	95.48
C002	31	170	139	81.76
C003	16	162	146	90.12
D001	17	155	138	89.03
D002	14	165	151	91.52
D003	19	168	149	88.69
D004	22	169	147	86.98
E001	18	143	125	87.41
E002	19	154	135	87.66
F001	32	151	119	78.81
G001	29	164	135	82.32

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.5

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) หลังการปรับปรุง เดือนกุมภาพันธ์ 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากเครื่องเสียกำลัง	เวลาเดินเครื่อง	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง PE %
A001	11	162	151	93.21
A002	23	171	148	86.55
A003	9	160	151	94.38
B001	15	177	162	91.53
B002	15	180	165	91.67
C001	8	177	169	95.48
C002	31	170	139	81.76
C003	16	162	146	90.12
D001	17	155	138	89.03
D002	14	165	151	91.52
D003	19	168	149	88.69
D004	22	169	147	86.98
E001	18	143	125	87.41
E002	19	154	135	87.66
F001	32	151	119	78.81
G001	29	164	135	82.32

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ค.6

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (PE) หลังการปรับปรุง เดือนมีนาคม 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากเครื่องเสียกำลัง	เวลาเดินเครื่อง	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง PE %
A001	9	185	176	95.14
A002	15	199	184	92.46
A003	5	182	177	97.25
B001	11	198	187	94.44
B002	10	203	193	95.07
C001	6	199	193	96.98
C002	19	193	174	90.16
C003	13	184	171	92.93
D001	6	192	186	96.88
D002	6	198	192	96.97
D003	11	194	183	94.33
D004	15	198	183	92.42
E001	7	193	186	96.37
E002	12	201	189	94.03
F001	16	195	179	91.79
G001	16	200	184	92.00

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ง

อัตราคุณภาพ (QR) ก่อน - หลังการปรับปรุงในแต่ละเดือน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.1

อัตราคุณรูปภาพ (QR) ก่อนการปรับปรุง เดือนสิงหาคม 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า	อัตราคุณรูปภาพ QR %
A001	6	141	135	95.74
A002	8	149	141	94.63
A003	16	130	114	87.69
B001	9	151	142	94.04
B002	6	160	154	96.25
C001	11	166	155	93.37
C002	15	119	104	87.39
C003	18	82	64	78.05
D001	11	119	108	90.76
D002	13	135	122	90.37
D003	14	121	107	88.43
D004	17	112	95	84.82
E001	24	97	73	75.26
E002	31	109	78	71.56
F001	17	102	85	83.33
G001	11	118	107	90.68

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.2

อัตราคุณรูปภาพ (QR) ก่อนการปรับปรุง เดือนกันยายน 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า	อัตราคุณรูปภาพ QR %
A001	8	146	138	94.52
A002	14	161	147	91.30
A003	14	146	132	90.41
B001	5	148	143	96.62
B002	9	158	149	94.30
C001	24	162	138	85.19
C002	21	143	122	85.31
C003	40	104	64	61.54
D001	21	141	120	85.11
D002	18	127	109	85.83
D003	18	133	115	86.47
D004	25	119	94	78.99
E001	35	115	80	69.57
E002	21	126	105	83.33
F001	28	107	79	73.83
G001	22	148	126	85.14

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.3

อัตราคุณรูปภาพ (QR) ก่อนการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า	อัตราคุณรูปภาพ QR %
A001	14	140	126	90.00
A002	11	136	125	91.91
A003	11	134	123	91.79
B001	11	140	129	92.14
B002	15	159	144	90.57
C001	22	157	135	85.99
C002	19	139	120	86.33
C003	34	100	66	66.00
D001	27	133	106	79.70
D002	14	156	142	91.03
D003	18	133	115	86.47
D004	21	116	95	81.90
E001	33	119	86	72.27
E002	24	109	85	77.98
F001	31	112	81	72.32
G001	29	143	114	79.72

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.4

อัตราคุณภาพ (QR) หลังการปรับปรุง เดือนมกราคม 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า	อัตราคุณภาพ %	QR
A001	4	151	147	97.35	
A002	2	148	146	98.65	
A003	9	151	142	94.04	
B001	3	162	159	98.15	
B002	3	165	162	98.18	
C001	6	169	163	96.45	
C002	8	139	131	94.24	
C003	14	146	132	90.41	
D001	7	138	131	94.93	
D002	9	151	142	94.04	
D003	11	149	138	92.62	
D004	15	147	132	89.80	
E001	17	125	108	86.40	
E002	24	135	111	82.22	
F001	6	119	113	94.96	
G001	9	135	126	93.33	

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.5

อัตราคุณภาพ (QR) หลังการปรับปรุง เดือนกุมภาพันธ์ 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า	อัตราคุณภาพ QR %
A001	5	157	152	96.82
A002	3	158	155	98.10
A003	7	154	147	95.45
B001	3	165	162	98.18
B002	3	168	165	98.21
C001	4	171	167	97.66
C002	6	146	140	95.89
C003	12	145	133	91.72
D001	6	153	147	96.08
D002	8	164	156	95.12
D003	8	160	152	95.00
D004	13	160	147	91.88
E001	15	143	128	89.51
E002	17	150	133	88.67
F001	7	130	123	94.62
G001	8	150	142	94.67

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ง.6

อัตราคุณภาพ (QR) หลังการปรับปรุง เดือนมีนาคม 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า	อัตราคุณภาพ QR %
A001	3	176	173	98.30
A002	3	184	181	98.37
A003	8	177	169	95.48
B001	3	187	184	98.40
B002	5	193	188	97.41
C001	2	193	191	98.96
C002	6	174	168	96.55
C003	7	171	164	95.91
D001	4	186	182	97.85
D002	4	192	188	97.92
D003	5	183	178	97.27
D004	10	183	173	94.54
E001	11	186	175	94.09
E002	13	189	176	93.12
F001	4	179	175	97.77
G001	4	184	180	97.83

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ก่อน - หลังการปรับปรุงในแต่ละเดือน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.1

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) ก่อนการปรับปรุง เดือนสิงหาคม 2558

รหัสเครื่องจักรกล	อัตราการเดินเครื่อง AR %	ประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง PE %	อัตราคุณรูปภาพ QR %	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล OEE %
A001	78.50	89.81	95.74	67.50
A002	81.00	91.98	94.63	70.50
A003	73.00	89.04	87.69	57.00
B001	84.50	89.35	94.04	71.00
B002	86.50	92.49	96.25	77.00
C001	90.50	91.71	93.37	77.50
C002	82.00	72.56	87.39	52.00
C003	58.00	70.69	78.05	32.00
D001	71.50	83.22	90.76	54.00
D002	79.00	85.44	90.37	61.00
D003	74.50	81.21	88.43	53.50
D004	71.50	78.32	84.82	47.50
E001	62.50	77.60	75.26	36.50
E002	66.50	81.95	71.56	39.00
F001	68.00	75.00	83.33	42.50
G001	76.00	77.63	90.68	53.50

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.2

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) ก่อนการปรับปรุง เดือนกันยายน 2558

รหัสเครื่องจักรกล	อัตราการเดินเครื่อง AR %	ประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง PE %	อัตราคุณรูปภาพ QR %	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล OEE %
A001	75.48	92.99	94.52	66.35
A002	81.25	95.27	91.30	70.67
A003	76.92	91.25	90.41	63.46
B001	81.73	87.06	96.62	68.75
B002	86.54	87.78	94.30	71.63
C001	87.98	88.52	85.19	66.35
C002	81.73	84.12	85.31	58.65
C003	70.19	71.23	61.54	30.77
D001	77.88	87.04	85.11	57.69
D002	72.60	84.11	85.83	52.40
D003	79.81	80.12	86.47	55.29
D004	73.56	77.78	78.99	45.19
E001	67.31	82.14	69.57	38.46
E002	74.04	81.82	83.33	50.48
F001	68.27	75.35	73.83	37.98
G001	84.62	84.09	85.14	60.58

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.3

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) ก่อนการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2558

รหัสเครื่องจักรกล	อัตราการเดินเครื่อง AR %	ประสิทธิรูปภาพการเดินเครื่อง PE %	อัตราคุณรูปภาพ QR %	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล OEE %
A001	77.40	86.96	90.00	60.58
A002	72.60	90.07	91.91	60.10
A003	72.12	89.33	91.79	59.13
B001	80.29	83.83	92.14	62.02
B002	85.10	89.83	90.57	69.23
C001	84.62	89.20	85.99	64.90
C002	77.40	86.34	86.33	57.69
C003	62.98	76.34	66.00	31.73
D001	75.48	84.71	79.70	50.96
D002	85.10	88.14	91.03	68.27
D003	79.81	80.12	86.47	55.29
D004	71.63	77.85	81.90	45.67
E001	65.87	86.86	72.27	41.35
E002	67.31	77.86	77.98	40.87
F001	67.79	79.43	72.32	38.94
G001	78.85	87.20	79.72	54.81

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.4

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) หลังการปรับปรุง เดือนมกราคม 2559

รหัสเครื่องจักรกล	อัตราการเดินเครื่อง AR %	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง PE %	อัตราคุณภาพ QR %	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล OEE %
A001	84.38	93.21	97.35	76.56
A002	89.06	86.55	98.65	76.04
A003	83.33	94.38	94.04	73.96
B001	92.19	91.53	98.15	82.81
B002	93.75	91.67	98.18	84.38
C001	92.19	95.48	96.45	84.90
C002	88.54	81.76	94.24	68.23
C003	84.38	90.12	90.41	68.75
D001	80.73	89.03	94.93	68.23
D002	85.94	91.52	94.04	73.96
D003	87.50	88.69	92.62	71.88
D004	88.02	86.98	89.80	68.75
E001	74.48	87.41	86.40	56.25
E002	80.21	87.66	82.22	57.81
F001	78.65	78.81	94.96	58.85
G001	85.42	82.32	93.33	65.63

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.5

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) หลังการปรับปรุง เดือนกุมภาพันธ์ 2559

รหัสเครื่องจักรกล	อัตราการเดินเครื่อง AR %	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง PE %	อัตราคุณภาพ QR %	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล OEE %
A001	85.94	95.15	96.82	79.17
A002	92.19	89.27	98.10	80.73
A003	84.90	94.48	95.45	76.56
B001	92.71	92.70	98.18	84.38
B002	95.83	91.30	98.21	85.94
C001	93.75	95.00	97.66	86.98
C002	90.63	83.91	95.89	72.92
C003	82.81	91.19	91.72	69.27
D001	86.46	92.17	96.08	76.56
D002	91.15	93.71	95.12	81.25
D003	91.67	90.91	95.00	79.17
D004	92.19	90.40	91.88	76.56
E001	82.81	89.94	89.51	66.67
E002	86.98	89.82	88.67	69.27
F001	82.81	81.76	94.62	64.06
G001	89.06	87.72	94.67	73.96

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ จ.6

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล (OEE %) หลังการปรับปรุง เดือนมีนาคม 2559

รหัสเครื่องจักรกล	อัตราการเดินเครื่อง AR %	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง PE %	อัตราคุณภาพ QR %	ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกล OEE %
A001	85.65	95.14	98.30	80.09
A002	92.13	92.46	98.37	83.80
A003	84.26	97.25	95.48	78.24
B001	91.67	94.44	98.40	85.19
B002	93.98	95.07	97.41	87.04
C001	92.13	96.98	98.96	88.43
C002	89.35	90.16	96.55	77.78
C003	85.19	92.93	95.91	75.93
D001	88.89	96.88	97.85	84.26
D002	91.67	96.97	97.92	87.04
D003	89.81	94.33	97.27	82.41
D004	91.67	92.42	94.54	80.09
E001	89.35	96.37	94.09	81.02
E002	93.06	94.03	93.12	81.48
F001	90.28	91.79	97.77	81.02
G001	92.59	92.00	97.83	83.33

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ฉ

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) ก่อน - หลังการปรับปรุงในแต่ละเดือน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ฉ.1

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) ก่อนการปรับปรุง เดือนสิงหาคม 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาเดินเครื่อง	จำนวนครั้งการหยุดซ่อม	MTBF (ชั่วโมง)
A001	157	3	52.33
A002	162	2	81.00
A003	146	3	48.67
B001	169	2	84.50
B002	173	2	86.50
C001	181	2	90.50
C002	164	2	82.00
C003	116	3	38.67
D001	143	2	71.50
D002	158	2	79.00
D003	149	2	74.50
D004	143	2	71.50
E001	125	3	41.67
E002	133	3	44.33
F001	136	4	34.00
G001	152	2	76.00

หมายเหตุ. เวลาเดินเครื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ฉ.2

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) ก่อนการปรับปรุง เดือนกันยายน 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาเดินเครื่อง	จำนวนครั้งการหยุดซ่อม	MTBF (ชั่วโมง)
A001	157	3	52.33
A002	169	2	84.50
A003	160	2	80.00
B001	170	2	85.00
B002	180	3	60.00
C001	183	2	91.50
C002	170	2	85.00
C003	146	2	73.00
D001	162	3	54.00
D002	151	2	75.50
D003	166	2	83.00
D004	153	2	76.50
E001	140	4	35.00
E002	154	4	38.50
F001	142	3	47.33
G001	176	2	88.00

หมายเหตุ. เวลาเดินเครื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ฉ.3

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) ก่อนการปรับปรุง เดือนตุลาคม 2558

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาเดินเครื่อง	จำนวนครั้งการหยุดซ่อม	MTBF (ชั่วโมง)
A001	161	3	53.67
A002	151	2	75.50
A003	150	3	50.00
B001	167	2	83.50
B002	177	3	59.00
C001	176	2	88.00
C002	161	2	80.50
C003	131	2	65.50
D001	157	3	52.33
D002	177	4	44.25
D003	166	2	83.00
D004	149	3	49.67
E001	137	4	34.25
E002	140	4	35.00
F001	141	3	47.00
G001	164	3	54.67

หมายเหตุ. เวลาเดินเครื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ฉ.4

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) หลังการปรับปรุง เดือนมกราคม 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาเดินเครื่อง	จำนวนครั้งการหยุดซ่อม	MTBF (ชั่วโมง)
A001	162	2	81.00
A002	171	2	85.50
A003	160	2	80.00
B001	177	2	88.50
B002	180	2	90.00
C001	177	2	88.50
C002	170	2	85.00
C003	162	2	81.00
D001	155	2	77.50
D002	165	2	82.50
D003	168	2	84.00
D004	169	2	84.50
E001	143	3	47.67
E002	154	2	77.00
F001	151	3	50.33
G001	164	3	54.67

หมายเหตุ. เวลาเดินเครื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ฉ.5

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) หลังการปรับปรุง เดือนกุมภาพันธ์ 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาเดินเครื่อง	จำนวนครั้งการหยุดซ่อม	MTBF (ชั่วโมง)
A001	165	2	82.50
A002	177	2	88.50
A003	163	2	81.50
B001	178	2	89.00
B002	184	3	61.33
C001	180	2	90.00
C002	174	3	58.00
C003	159	3	53.00
D001	166	2	83.00
D002	175	2	87.50
D003	176	2	88.00
D004	177	2	88.50
E001	159	3	53.00
E002	167	3	55.67
F001	159	3	53.00
G001	171	3	57.00

หมายเหตุ. เวลาเดินเครื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ฉ.6

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) หลังการปรับปรุง เดือนมีนาคม 2559

รหัสเครื่องจักรกล	เวลาเดินเครื่อง	จำนวนครั้งการหยุดซ่อม	MTBF (ชั่วโมง)
A001	185	2	92.50
A002	199	2	99.50
A003	182	2	91.00
B001	198	3	66.00
B002	203	3	67.67
C001	199	2	99.50
C002	193	2	96.50
C003	184	3	61.33
D001	192	2	96.00
D002	198	2	99.00
D003	194	2	97.00
D004	198	2	99.00
E001	193	2	96.50
E002	201	5	40.20
F001	195	3	65.00
G001	200	3	66.67

หมายเหตุ. เวลาเดินเครื่อง 8 ชั่วโมงต่อวัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ช

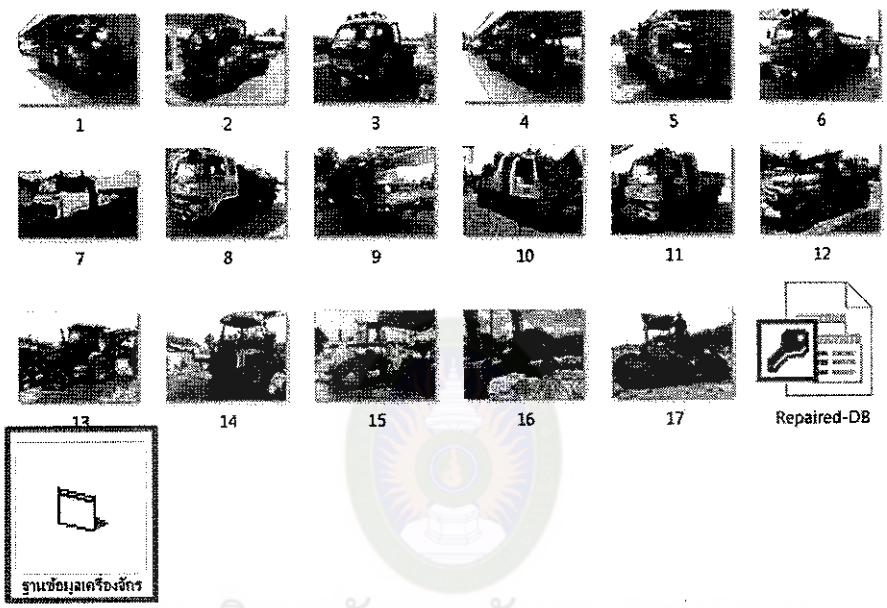
ขั้นตอนการใช้โปรแกรมการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คู่มือการใช้โปรแกรมการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การใช้โปรแกรม ฐานข้อมูลการใช้เครื่องจักรกลสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงาน ได้ดังนี้

1. ผู้ใช้เปิดโฟลเดอร์ “ APPli ” แล้วรันโปรแกรมที่ไฟล์ “ฐานข้อมูลเครื่องจักรกล.exe”



รูปที่ 1 การเปิดโปรแกรมฐานข้อมูลเครื่องจักรกล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. เมื่อเข้าสู่หน้าหลัก จะปรากฏรายการที่ให้ดำเนินการ ดังนี้

   a. ลงทะเบียนเครื่องจักร

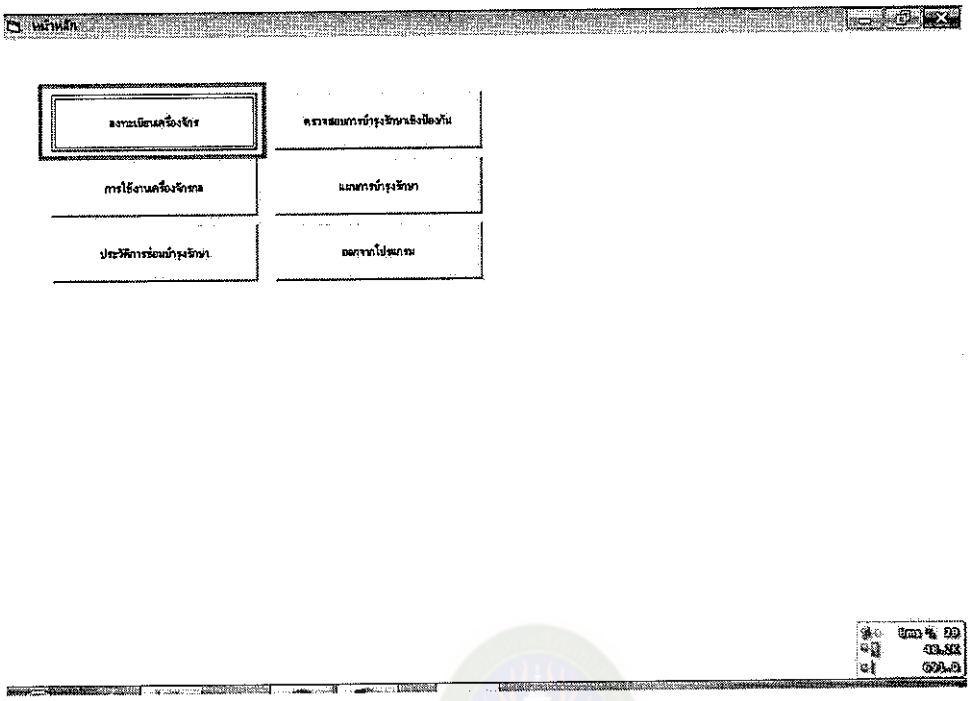
   b. การใช้งานเครื่องจักรกล

   c. ประวัติการซ่อมบำรุง

   d. ตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

   e. แผนการบำรุงรักษา

   f. ออกจากโปรแกรม



รูปที่ 2 หน้าหลัก

ลงทะเบียนเครื่องจักร

ผู้ใช้งานจำเป็นต้องกรอกข้อมูลต่างๆดังต่อไปนี้

รหัสเครื่องจักรกล

ชนิดของรถ

ฝ่าย/แผนก

ยี่ห้อ

รุ่น

ทะเบียนรถ

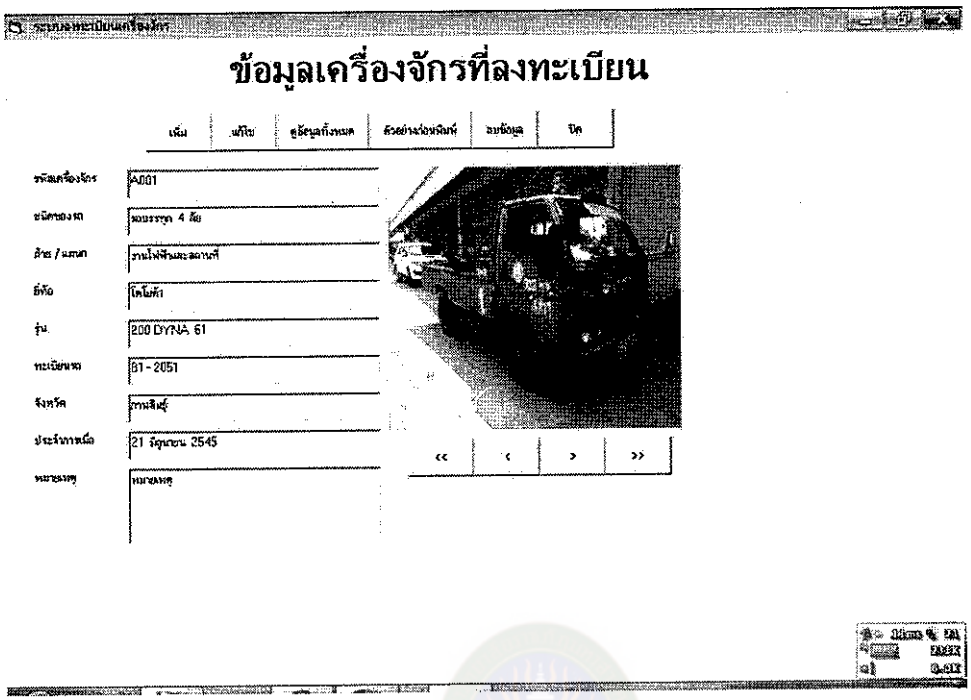
จังหวัด

ประจำการเมื่อ

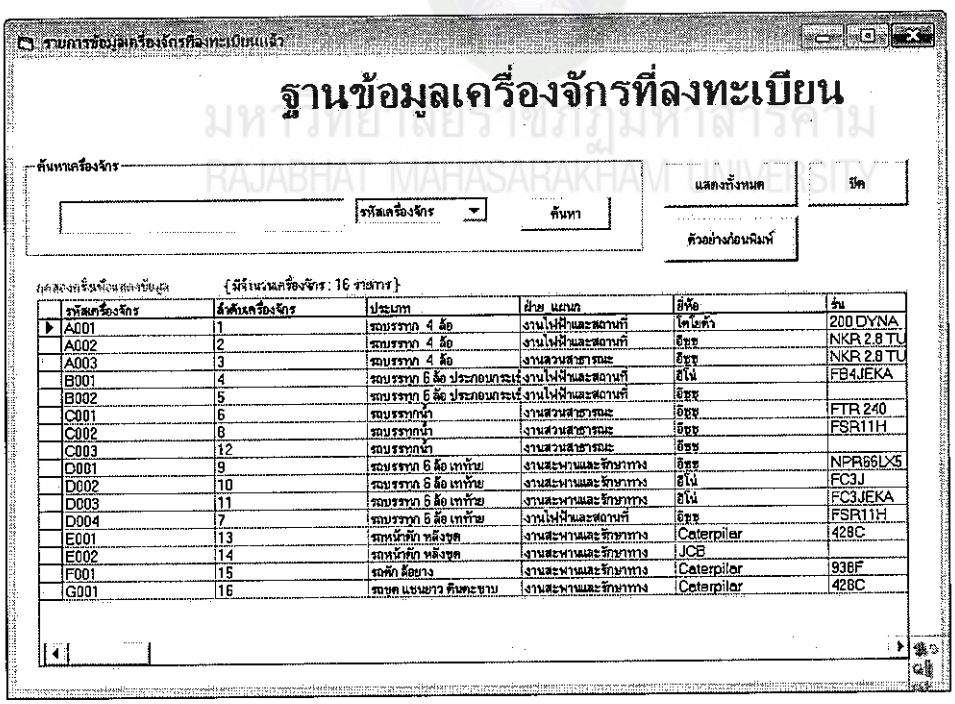
หมายเหตุ

รูปภาพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY



รูปที่ 3 หน้าข้อมูลเครื่องจักรที่ลงทะเบียน



รูปที่ 4 หน้าฐานข้อมูลเครื่องจักรที่ลงทะเบียน

ข้อมูลเครื่องจักรรหัส G001

รหัสเครื่องจั G001
ประเภท: รถขุด แขนยาว ตีนตะขาบ
งาน / งานสะพานและรักษาทาง
ยี่ห้อ: Caterpilar
รุ่น: 428C
เลขทะเ
จังหวัด:
ประจำก
หมายเห

รูปที่ 5 หน้ารายงานข้อมูลเครื่องจักรที่ลงทะเบียน

เมื่อกรอกข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะนำข้อมูลไปเก็บในฐานข้อมูลเครื่องจักรกลที่ลงทะเบียนซึ่งสามารถรายงานเป็นข้อมูลทุกคันพร้อมกันและรายงานเฉพาะคัน อีกทั้งยังสามารถเพิ่ม ลด แก้ไขข้อมูลของเครื่องจักรกล

การใช้งานเครื่องจักรกล

ผู้ใช้งานจำเป็นต้องกรอกข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

รหัสเครื่องจักรกล

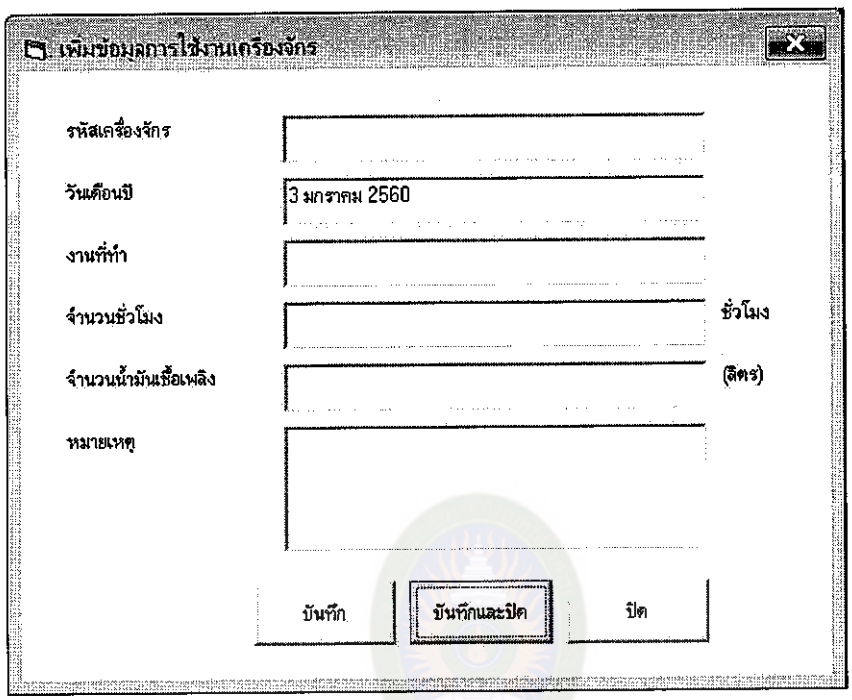
วัน เดือน ปี

งานที่ทำ

จำนวนชั่วโมง

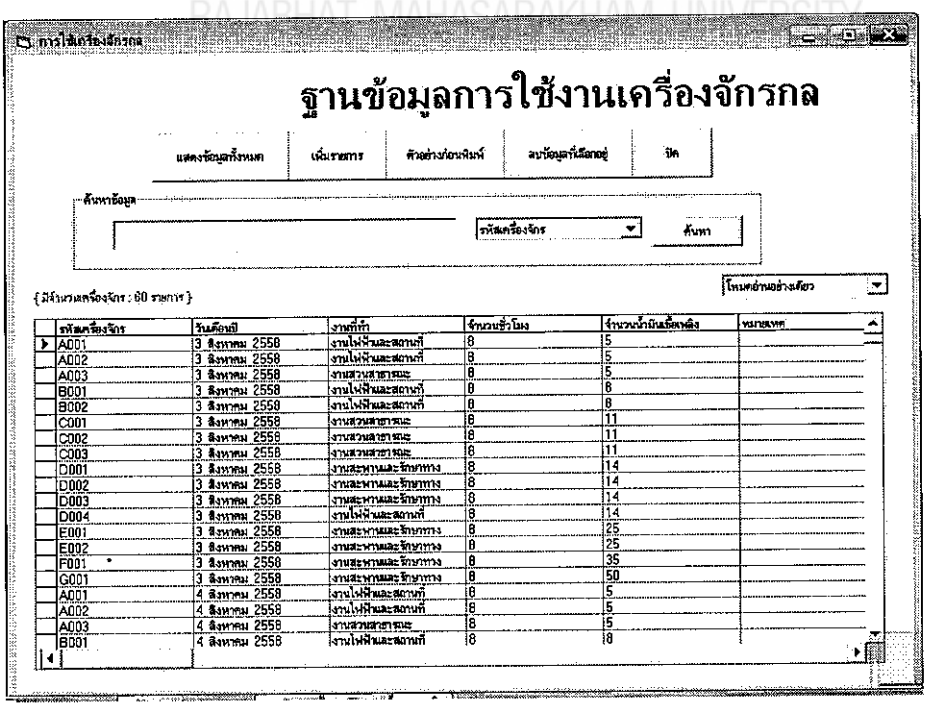
จำนวนน้ำมันเชื้อเพลิง

หมายเหตุ



รูปที่ 6 หน้าเพิ่มข้อมูลการใช้งานเครื่องจักร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJAPHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 7 หน้าฐานข้อมูลการใช้งานเครื่องจักร

ข้อมูลการใช้งานเครื่อ

เครื่องจัก	วันเดือนปี		จำนวนชั่	งานที่ทำ	จำนวนเชื้อเพ	หมายเห
A001	3	สิงหาคม	8	งานไฟฟ้าและสถาน	5	
A002	3	สิงหาคม	8	งานไฟฟ้าและสถาน	5	
A003	3	สิงหาคม	8	งานสวนสาธารณะ	5	
B001	3	สิงหาคม	8	งานไฟฟ้าและสถาน	8	
B002	3	สิงหาคม	8	งานไฟฟ้าและสถาน	8	
C001	3	สิงหาคม	8	งานสวนสาธารณะ	11	
C002	3	สิงหาคม	8	งานสวนสาธารณะ	11	
C003	3	สิงหาคม	8	งานสวนสาธารณะ	11	
D001	3	สิงหาคม	8	งานสะพานและรักษ	14	
D002	3	สิงหาคม	8	งานสะพานและรักษ	14	
D003	3	สิงหาคม	8	งานสะพานและรักษ	14	
D004	3	สิงหาคม	8	งานไฟฟ้าและสถาน	14	

รูปที่ 8 หน้ารายงานข้อมูลการใช้เครื่องจักร

เมื่อกรอกข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะนำข้อมูลไปเก็บในฐานข้อมูลการใช้งานเครื่องจักรกล ซึ่งสามารถรายงานเป็นข้อมูลทุกคันพร้อมกันและรายงานเฉพาะคันอีกทั้งยังสามารถเพิ่ม ลด แก้ไขข้อมูลของฐานข้อมูลการใช้งานเครื่องจักรกลได้

ประวัติการซ่อมบำรุง

ผู้ใช้งานจำเป็นต้องกรอกข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

รหัสเครื่องจักรกล

รายการซ่อมบำรุง

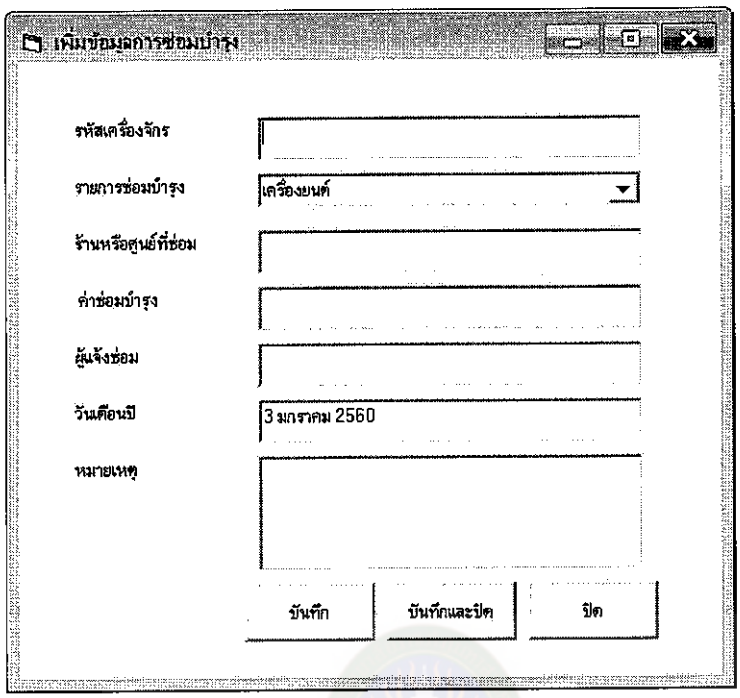
ร้านหรือศูนย์ที่ซ่อม

ค่าซ่อมบำรุง

ผู้แจ้งซ่อม

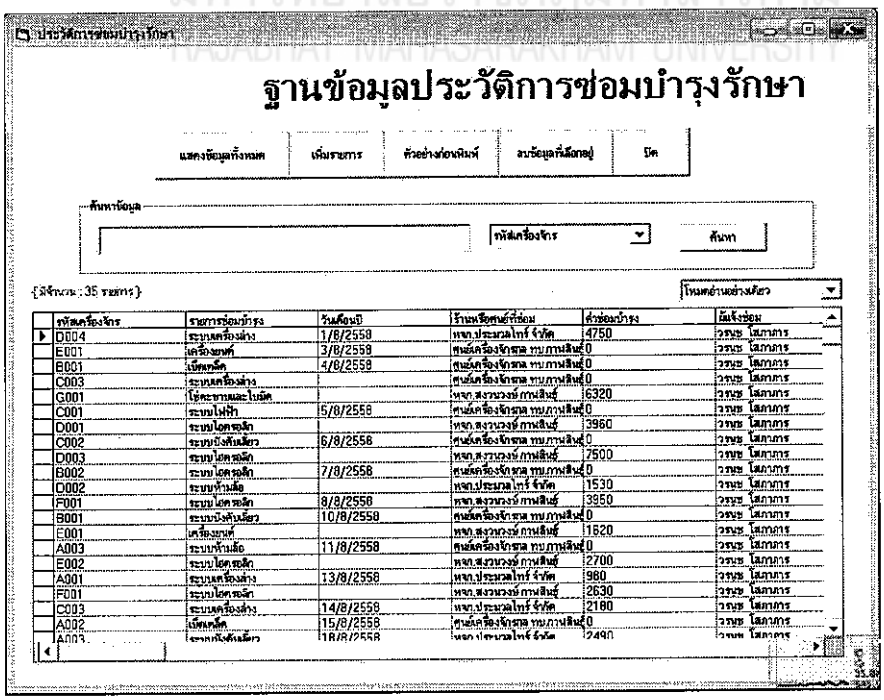
วัน เดือน ปี

หมายเหตุ

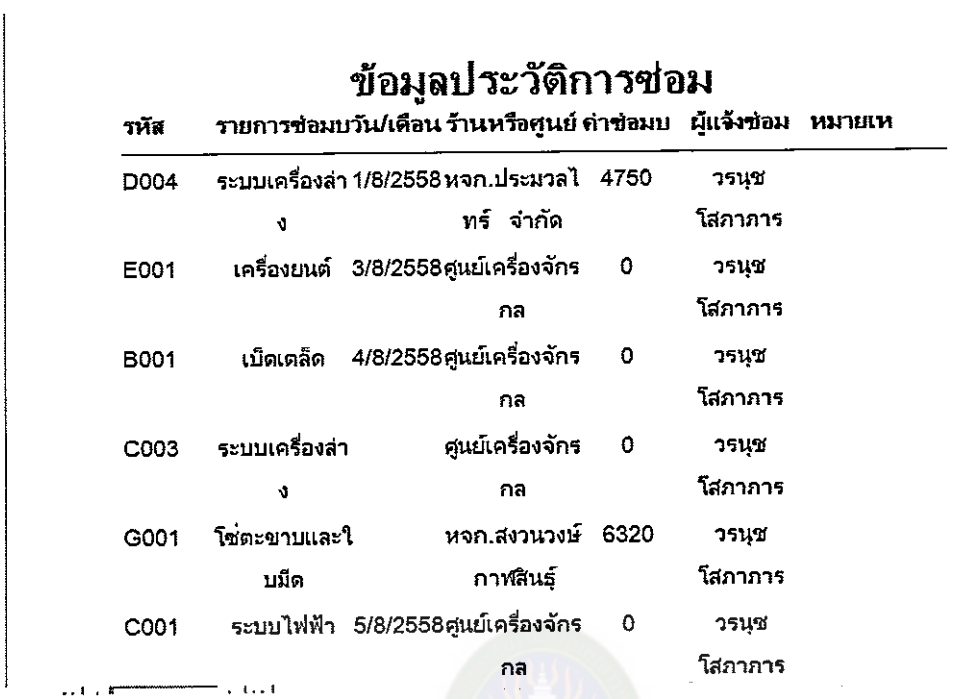


รูปที่ 9 หน้าเพิ่มข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



รูปที่ 10 หน้าฐานข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษา



ข้อมูลประวัติการซ่อม

รหัส	รายการซ่อมบ	วัน/เดือน	ร้านหรือศูนย์	ค่าซ่อมบ	ผู้แจ้งซ่อม	หมายเห
D004	ระบบเครื่องล่า ง	1/8/2558	หจก.ประมวลไ ทร์ จำกัด	4750	วรนุช โสภาภาร	
E001	เครื่องยนต์	3/8/2558	ศูนย์เครื่องจักร กล	0	วรนุช โสภาภาร	
B001	เบ็ดเตล็ด	4/8/2558	ศูนย์เครื่องจักร กล	0	วรนุช โสภาภาร	
C003	ระบบเครื่องล่า ง		ศูนย์เครื่องจักร กล	0	วรนุช โสภาภาร	
G001	โช่ตะขาบและใ บมีด		หจก.สงวนวงษ์ กาฬสินธุ์	6320	วรนุช โสภาภาร	
C001	ระบบไฟฟ้า	5/8/2558	ศูนย์เครื่องจักร กล	0	วรนุช โสภาภาร	

รูปที่ 11 หน้ารายงานฐานข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษา

เมื่อกรอกข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะนำข้อมูลไปเก็บในฐานข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล ซึ่งสามารถรายงานเป็นข้อมูลทุกคันพร้อมกันและรายงานเฉพาะคันอีกทั้งยังสามารถเพิ่ม ลด แก้ไขข้อมูลของฐานข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลได้

ตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ผู้ใช้งานจำเป็นต้องกรอกข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

วัน เดือน ปี

รหัสเครื่องจักรกล

เวลาทั้งหมด

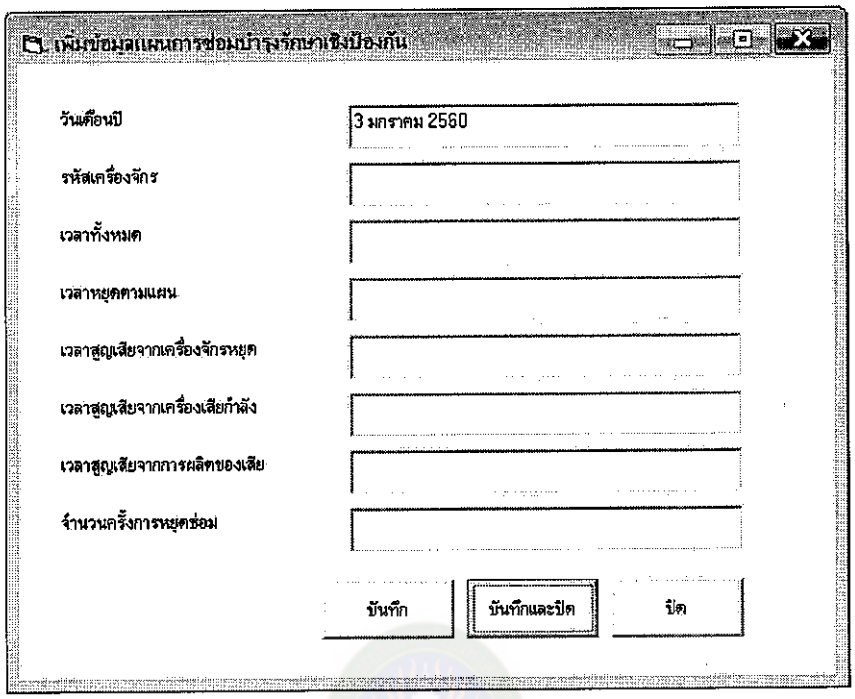
เวลาหยุดตามแผน

เวลาสูญเสียจากเครื่องจักรหยุด

เวลาสูญเสียจากเครื่องเสียกำลัง

เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย

จำนวนครั้งการหยุดซ่อม



รูปที่ 12 หน้าเพิ่มข้อมูลแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อมูลการตรวจสอบการบำรุง

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
A00	248	48	43	16	200	157	141	135	78.5	89.8	89.8	95.7	67.5	2	78.5
A00	248	48	38	13	200	162	149	141	81	91.9	91.9	94.6	70.5	2	81
A00	248	48	54	16	200	146	130	114	73	89.0	89.0	87.6	57	3	48.6
B00	248	48	31	18	200	169	151	142	84.5	89.3	89.3	94.0	71	2	84.5
B00	248	48	27	13	200	173	160	154	86.5	92.4	92.4	96.2	77	2	86.5
C00	248	48	19	15	200	181	166	155	90.5	91.7	91.7	93.3	77.5	2	90.5
C00	248	48	36	45	200	164	119	104	82	72.5	72.5	87.3	52	2	82
C00	248	48	84	34	200	116	82	64	58	70.6	70.6	78.0	32	3	38.6
D00	248	48	57	24	200	143	119	108	71.5	83.2	83.2	90.7	54	2	71.5
D00	248	48	42	23	200	158	135	122	79	85.4	85.4	90.3	61	2	79
D00	248	48	51	28	200	149	121	107	74.5	81.2	81.2	88.4	53.5	2	74.5
D00	248	48	57	31	200	143	112	95	71.5	78.3	78.3	84.7	5.5	2	71.5

รูปที่ 13 หน้ารายงานข้อมูลการตรวจสอบการซ่อมบำรุง

เมื่อกรอกข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะนำข้อมูลไปเก็บในฐานข้อมูลตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรกล ซึ่งสามารถคำนวณค่า OEE และ MTBF แล้วรายงานเป็นข้อมูลทุกคันพร้อมกัน และรายงานเฉพาะคันอีกทั้งยังสามารถเพิ่ม ลด แก้ไขข้อมูลของฐานข้อมูลตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรกลได้

แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ผู้ใช้งานจำเป็นต้องกรอกข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

ประเภทเครื่องจักร

รุ่น

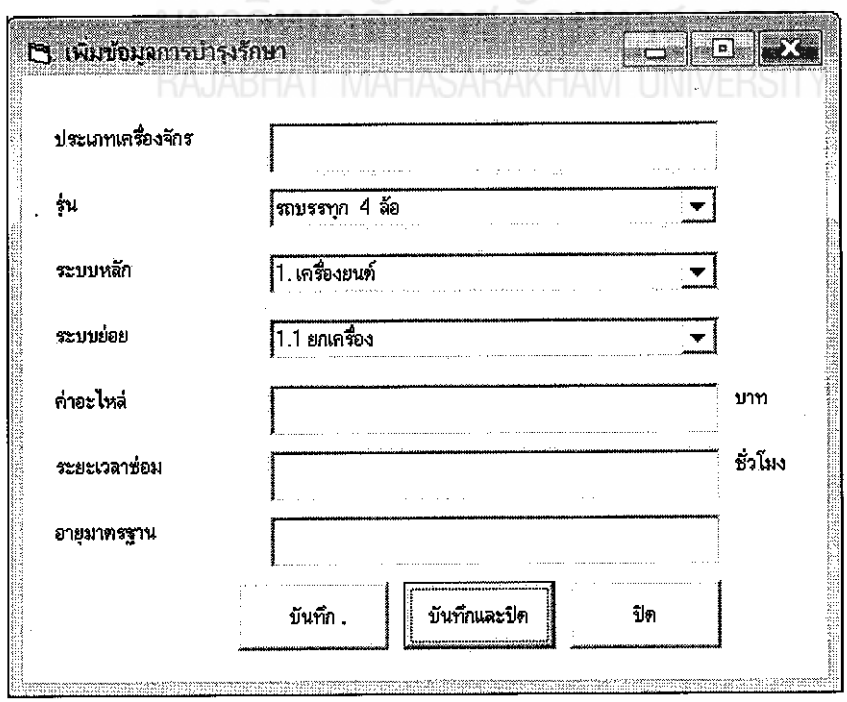
ระบบหลัก

ระบบย่อย

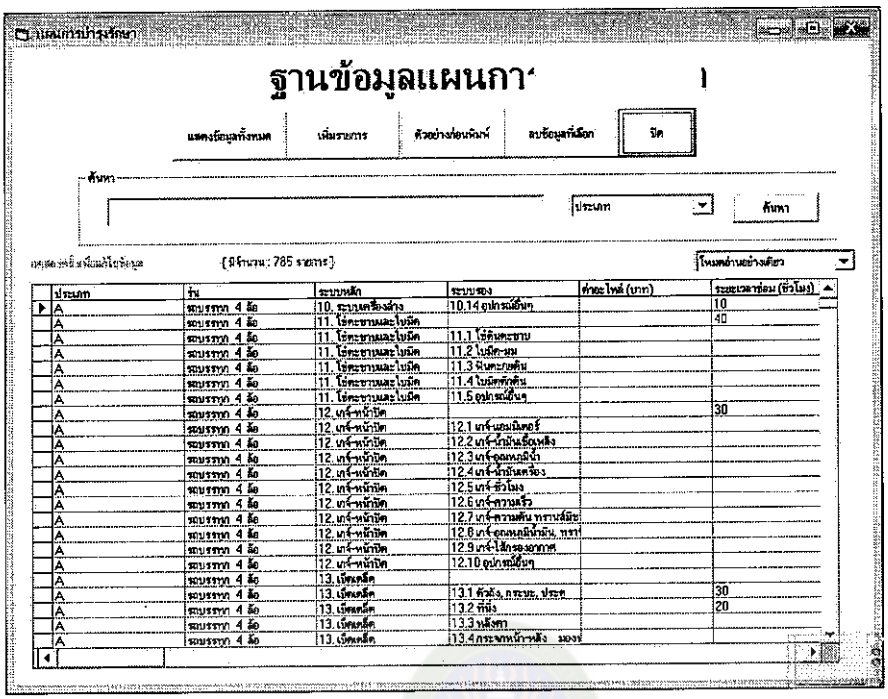
ค่าอะไหล่

ระยะเวลาซ่อม

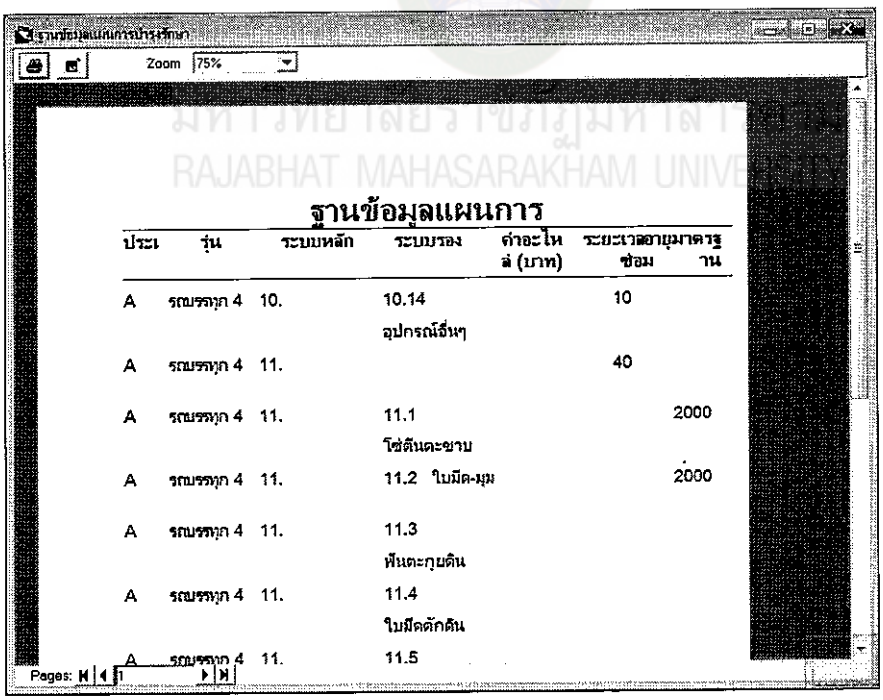
อายุมาตรฐาน



รูปที่ 14 หน้าเพิ่มข้อมูลการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน



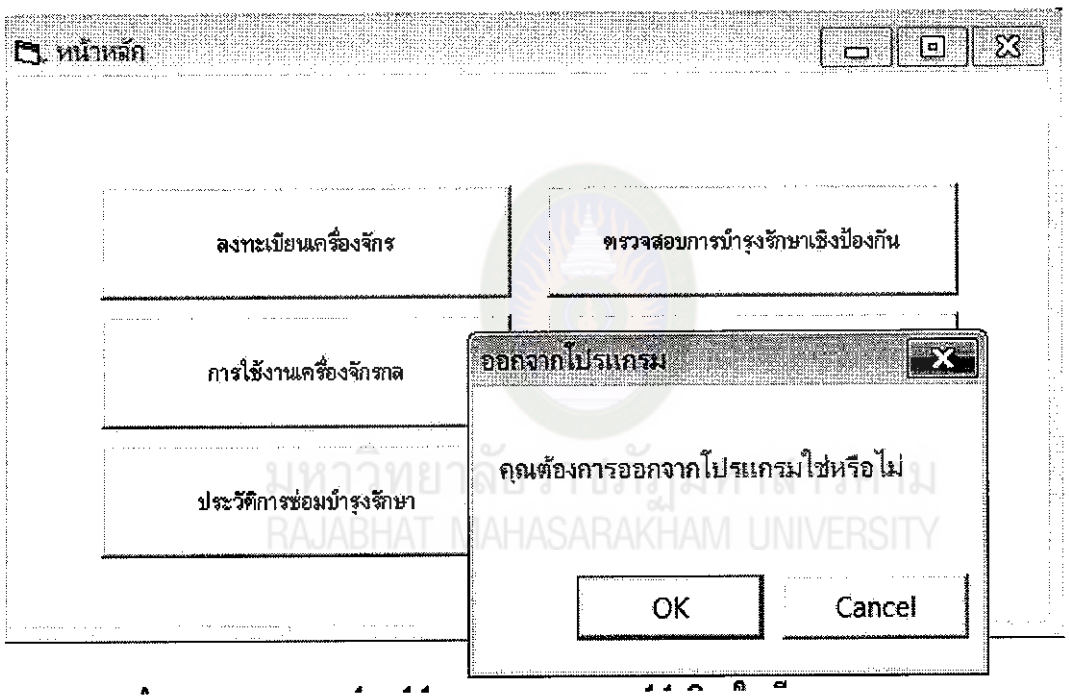
รูปที่ 15 หน้าฐานข้อมูลแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน



รูปที่ 16 หน้าฐานข้อมูลแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

เมื่อกรอกข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะนำข้อมูลไปเก็บในฐานข้อมูลแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งสามารถรายงานเป็นข้อมูลทุกคันพร้อมกันและรายงานเฉพาะคันอีกทั้งยังสามารถเพิ่ม ลด แก้ไข ข้อมูลของฐานข้อมูลแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้

3. ผู้ใช้สามารถออกจากโปรแกรม โดยเลือกที่หัวข้อ “ออกจากโปรแกรม” แล้วกดที่ “OK” ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 หน้าข้อมูลเครื่องจักรที่ลงทะเบียน

ภาคผนวก ซ

รูปแบบการใช้งานแบบบันทึก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บันทึกประวัติเครื่องจักร (Machine history report)

ประเภท..... ชนิด.....ขนาด .....

บริษัทผู้ผลิต..... รุ่น .....หมายเลข .....

บริษัทผู้แทนจำหน่าย .....

สถานที่ติดต่อ .....

ชิ้นส่วนที่สำคัญ	ผู้ผลิต	รุ่น	หมายเลข
เครื่องยนต์ ทอร์คคอนเวอร์เตอร์ ห้องเกียร์ ปั๊มไฮดรอลิก มอเตอร์ไฮดรอลิก			

รายการชิ้นส่วนที่สึกหรอเร็ว	จำนวน	หมายเลข	เครื่องกรอง	จำนวน	หมายเหตุ

ได้รับเมื่อ.....	ราคา.....

เอกสารของผู้ผลิต	มี	ไม่มี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บันทึกการซ่อมแซมเครื่องจักร (Equipment history report)

เครื่องจักรกลหมายเลข..... หน่วยงาน .....

เริ่มทำเมื่อ ..... แล้วเสร็จเมื่อ .....

ลำดับ	รายการบำรุงรักษา	รายการอะไหล่และวัสดุที่ใช้	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม

ลำดับที่	ชื่อผู้ปฏิบัติงาน	ระยะเวลา	
			ค่าอะไหล่และวัสดุ ..... บาท ค่าแรง..... บาท

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สาเหตุการเสีย .....

.....

ข้อแนะนำในการแก้ไข .....

.....

แบบบันทึกการตรวจเชคเครื่องจักร (PM check sheet)

หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....

หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....

ระบบ	ปกติ	ผิดปกติ	รายละเอียดสภาพ	ดำเนินการแก้ไข ทันที	ดำเนินการแก้ไขภายหลัง	ดำเนินการเปลี่ยนทันที	ดำเนินการเปลี่ยนภายหลัง
1. เครื่องยนต์ 1.1 ซ่อมใหญ่							
1.2 ซ่อมย่อย							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
2. ระบบหล่อเย็น 2.1 หม้อน้ำ							
2.2 ท่อยาง							
2.3 ปั๊มน้ำ							
2.4 อื่นๆ							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
3. ระบบหล่อลื่น 3.1 ปั๊มน้ำมันเครื่อง							
3.2 ระบบหล่อเย็น น้ำมันเครื่อง							
3.3 อุปกรณ์อื่นๆ							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
4. ระบบเชื้อเพลิง 4.1 คาร์บูเรเตอร์, ปั๊มหัวฉีด							
4.2 หัวฉีด							
4.3 ปั๊มส่งน้ำมันเชื้อเพลิง							
4.4 อื่นๆ							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5. ระบบไฮดรอลิก 5.1 ปั๊มไฮดรอลิก, ข้อต่อท่อยาง							
5.2 วาล์วคอนโทรล							
5.3 คันบังคับต่างๆ							
5.4 กระบอกไฮดรอลิก							
5.5 กว้านหน้า-หลัง, รอก, สลิง							
5.6 อุปกรณ์อื่นๆ							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
6. ระบบไฟฟ้า 6.1 เยเนอเรเตอร์							
6.2 สตาร์ตเตอร์							
6.3 เรกูเลเตอร์							
6.4 สวิตช์-สายไฟ							
6.5 มอเตอร์ปัดน้ำฝน							
6.6 แตร							
6.7 ไฟหน้า-หลัง ไฟเลี้ยว							
6.8 อุปกรณ์ต่างๆ							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
7. ระบบบังคับเลี้ยว 7.1 พวงมาลัย							
7.2 ลูกหมากคันชัก-คันส่ง							
7.3 โช้กอัพ, พวงมาลัย							
7.4 ปั๊มบังคับเลี้ยว							
7.5 คันบังคับเลี้ยว							
7.6 ข้อต่อ-ท่อยาง							
7.7 อุปกรณ์ต่างๆ							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
8. ระบบห้ามล้อ 8.1 แม่ปั๊มเบรกและแวกคัม							

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8.2 ปั๊มเบรกและบูสเตอร์							
8.3 ผ้าเบรก							
8.4 อุปกรณ์ต่างๆ							
หน่วยงาน..... ขนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
9. ระบบส่งกำลัง *9.1 คลัชต์-ทอร์คอนเวอร์เตอร์*							
9.1.1 แผ่นคลัชต์							
9.1.2 ตีนผี-รังคลัชต์							
9.1.3 ลูกปืนคลัชต์							
9.1.4 บู๊ชขาคลัชต์-เบรก- ข้อต่อ							
9.1.5 ปั๊มคลัชต์							
9.1.6 อินพุชปั๊ม							
9.1.7 รอยรั่วซึม							
9.1.8 อุปกรณ์อื่นๆ							
หน่วยงาน..... ขนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
9.2 ทรานส์มิชชั่น 9.2.1 ลูกปืนเกียร์-บู๊ช							
9.2.2 เฟืองเกียร์-เกียร์ช่วย							
9.2.3 คันเกียร์							
9.2.4 การทำงาน ทรานส์มิชชั่น							
9.2.5 วาล์วแบ่งน้ำมัน							
9.2.6 รอยรั่วซึม							
9.2.7 อุปกรณ์อื่นๆ							
หน่วยงาน..... ขนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
9.3 ยอยต์-เพลากลาง 9.3.1 เพลากลาง - สปาย							
9.3.2 ยอยต์							
9.3.3 ลูกปืนรับเพลากลาง							

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
9.4 ห้องเพลาขับ 9.4.1 เดือยหมู-เพลาข้าง							
9.4.2 เฟืองขับเพลาข้าง							
9.4.3 เพลา PTO หน้า-หลัง							
9.4.4 รอยรั่วซึม							
9.4.5 อุปกรณ์อื่นๆ							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
10. ระบบเครื่องล่าง 10.1 สลักหูแหนบ-บู๊ช							
10.2 แหนบ-สาแหรก หน้า-หลัง							
10.3 โช้คอัพหน้า-หลัง							
10.4 คาน สลักล้อ หน้า-หลัง							
10.5 ล้อ ดุมล้อ หน้า-หลัง							
10.6 ยาง							
10.7 สปีอกเก็ต							
10.8 ล้อนำ-ลูกกลิ้ง ล่าง-บน							
10.9 คานสมดุล							
10.10 บุ้งกี๋							
10.11 แขนใบมีด-ข้อต่อ							
10.12 วงเดือน							
10.13 เพลาขับ, ข้อต่อต่างๆ							
10.14 อุปกรณ์อื่นๆ							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
11. โซ่ตะขาบและใบมีด 11.1 โซ่ตีนตะขาบ							
11.2 ใบมีด-มุม							
11.3 พันตะกุยดิน							
11.4 ใบมีดตักดิน							

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

11.5 อุปกรณ์อื่นๆ							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
12. เกจ์-หน้าปัด							
12.1 เกจ์-แอมมิเตอร์							
12.2 เกจ์-น้ำมันเชื้อเพลิง							
12.3 เกจ์-อุณหภูมิน้ำ							
12.4 เกจ์-น้ำมันเครื่อง							
12.5 เกจ์-ชั่วโมง							
12.6 เกจ์-ความเร็ว							
12.7 เกจ์-ความดัน							
12.8 เกจ์-อุณหภูมิน้ำมันทรานส์มิชชั่น							
12.9 เกจ์-ไส้กรองอากาศ							
12.10 อุปกรณ์อื่นๆ							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
13. เบ็ดเตล็ด							
13.1 ตัวถัง, กระบะ, ประตู							
13.2 ที่นั่ง							
13.3 หลังคา							
13.4 กระจกหน้า-หลัง มองหลัง							
13.5 เคาะพ่นสี							
หน่วยงาน..... ชนิด..... รุ่น..... บริษัทผู้ผลิต.....							
หมายเลขรหัส..... หมายเลขตัวรถ..... หมาเลขเครื่องยนต์.....							
วันที่.....ตรวจสอบโดย.....							

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แผนและการปฏิบัติงานด้านเครื่องจักรกล ปี.....หน่วยงาน.....

การใช้งาน.....

การซ่อม.....

รองาน.....

ลำดับที่	หมายเลขรหัส	ระยะเวลาการซ่อม, การบำรุงรักษา, การใช้งานและรองาน											ค่าใช้จ่าย				จำนวน ชม.			
		ตค.	พย.	ธค.	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ซ่อม	บำรุงรักษา	น้ำมันเชื้อเพลิง	รวม	ซ่อม	บำรุงรักษา	รองาน	ใช้งาน

ค่าซ่อม	
ชม. การซ่อม	
ค่าบำรุงรักษา	
ชม. การบำรุงรักษา	
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	
ค่าน้ำมันหล่อลื่น	
ชม., กม. ที่ใช้งาน	
ชม.การรองาน	

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายอิงควัต คงคุณาวัฒน์
วันเกิด	วันพุธที่ 19 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดกาฬสินธุ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	1/29 ถนนทุ่งศรีเมือง ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมืองกาฬสินธุ์
	จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46000
	เบอร์โทรศัพท์ 095-6681988
ตำแหน่งหน้าที่	นักบริหารงานช่าง ระดับต้น
สถานที่ทำงาน	สำนักงานเทศบาลเมืองกาฬสินธุ์ 20/17 ตำบลกาฬสินธุ์
	อำเภอเมืองกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ รหัสไปรษณีย์ 46000
	E-mail : inkavut.k@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543	ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา (ค.บ.)
	สถาบันราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2554	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (วท.บ.)
	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ. 2560	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาการจัดการงานวิศวกรรม
	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY