การลดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในการผลิตมาสเตอร์แบตช์

นายภานุเดช แสนทวีสุข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

REDUCING BREAKDOWN OF SCREW EXTRUDERS IN MASTERBATCH PRODUCTION

Mr. Panudech Santaweesuk

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในการผลิตมาสเตอร์แบตช์
โดย	นายภานุเดช แสนทวีสุข
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อังศุมาลิน เสนจันทร์ฒิไชย)

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

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภานุเดช แสนทวีสุข : การลดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในการผลิตมาสเตอร์แบตช์ (REDUCING BREAKDOWN OF SCREW EXTRUDERS IN MASTERBATCH PRODUCTION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. จิตรา รู้กิจการพานิช, 178 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในการผลิตมาสเตอร์แบตช์ ระบบการทำงานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูนี้แบ่งได้เป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล ระบบน้ำหล่อเย็นและระบบสุญญากาศ จากการวิเคราะห์ปัญหาการขัดข้องของระบบต่างๆ เหล่านั้น พบว่าสาเหตุสำคัญของการขัดข้องเกิดจากแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่มีอยู่เดิมไม่สมบูรณ์ ไม่ครอบคลุมทุกกิจกรรมที่จำเป็นและช่วงระยะเวลาการทำกิจกรรมไม่เหมาะสม ซึ่งเดิมทุกกิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมีการกำหนดช่วงระยะเวลาทุก 2 เดือน ซึ่งนานเกินไป ส่งผลให้มีจำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูมากถึง 42.75 ครั้งต่อเดือน

วิธีการดำเนินงานวิจัยมีดังนี้ 1) รวบรวมข้อมูลจำนวนการขัดข้องและช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูและทำการแยกตามระบบต่างๆ ของเครื่อง 2) วิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอาการขัดข้อง 3) ค้นหาและปรับปรุงกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติให้สอดคล้องกับสาเหตุของการเกิดอาการขัดข้อง 4) วิเคราะห์และกำหนดช่วงระยะเวลาของการทำกิจกรรมให้เหมาะสม 5) นำกิจกรรมมากำหนดเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงานและปรับปรุงแผนของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ผลการดำเนินงานพบว่ากิจกรรมสำหรับระบบไฟฟ้าแบ่งได้สองกลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งมีช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาทุก 2 สัปดาห์และกลุ่มที่สองมีช่วงระยะเวลาทุก 1 เดือน ส่วนกิจกรรมสำหรับระบบเครื่องกล ระบบน้ำหล่อเย็นและระบบสุญญากาศมีช่วงระยะเวลาทุก 1 เดือน หลังการปรับปรุงพบว่าจำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูลดลงเหลือ 24.25 ครั้งต่อเดือน ส่วนค่า MTBF เพิ่มขึ้นจาก 220.28 ชั่วโมง เป็น 273.31 ชั่วโมง และเวลาในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันกับเวลาในการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้องรวมลดลง 40.10%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

5770264921 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: REDUCING BREAKDOWN / SCREW EXTRUDERS / MASTERBATCH

PANUDECH SANTAWEESUK: REDUCING BREAKDOWN OF SCREW EXTRUDERS IN MASTERBATCH PRODUCTION. ADVISOR: ASSOC. PROF. JITTRA RUKIJKANPANICH, 178 pp.

This research aims to reduce the failures of screw extruders in the masterbatch production. The systems of the extruders were divided into four systems: electrical system, mechanical system, cooling system and vacuum system. By analyzing the problems of those systems, it was found that the major cause of the failure was due to an incomplete preventive maintenance plan, did not cover all the activities required, and the schedule of the maintenance activities was not appropriate. Traditionally, all activities of preventive maintenance were every two months, which was too long, resulting in a breakdown of screw extruders was 42.75 times per month.

The research methodology was as follows: 1) gather both the number of breakdowns in each system of the screw extruder including the period of time the machine could work, 2) analyze the causes of the machine breakdown, 3) find and update activities that need to be done in line with the causes, 4) analyze and set appropriate schedule for activities, 5) take activities into operational standards and improve preventive maintenance plan. The results showed that the activities of the electrical system were divided into two groups. The first group should have activities for preventive maintenance every two weeks and the second group should have every one month. The activities for the mechanical, the cooling, and the vacuum systems were available every month. After improvement, the number of breakdowns of the screw extruders decreased to 24.25 times per month. The MTBF increased from 220.28 hours to 273.31 hours and the total time of preventive maintenance and breakdown maintenance decreased 40.10%.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ และให้ความช่วยเหลือแก้ไขปัญหาเพื่อให้งานวิจัยมีความถูกต้องและเกิดประโยชน์สูงสุด ตลอดจนคณาจารย์ที่ร่วมเป็นประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังศุมาลิน เสนจันทร์ฒิไชย (ประธานกรรมการ) รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตั้งจิตสิตเจริญ (กรรมการ) และรองศาสตราจารย์สมชาย พวงเพิกศึก (กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ) ที่ได้ให้คำชี้แนะต่างๆ เพื่อให้งานวิจัยออกมาอย่างถูกต้องสมบูรณ์ จึงขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และพี่ๆ ทุกคนในโรงงานกรณีศึกษาที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือด้านข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบพระคุณ กรรมการผู้จัดการของโรงงานกรณีศึกษาที่อนุญาตให้เข้ามาทำงานวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ส่งเสริมสนับสนุนทางด้านการศึกษา ตลอดจนขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาจนสามารถทำงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ปัญหาในการบำรุงรักษาในโรงงานกรณีศึกษา 6
1.3 วัตถุประสงค์ 10
1.4 ขอบเขตงานวิจัย 10
1.5 ดัชนีชี้วัดของงานวิจัย 12
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 12
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 12
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14
2.1 ความสำคัญของการบำรุงรักษา 14
2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 15
2.3 การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง 20
2.4 ดัชนีวัดผลในงานบำรุงรักษา 21
2.5 เทคนิคการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม 25
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัย 28
บทที่ 4 การศึกษาข้อมูลทั่วไปในโรงงานกรณีศึกษา 38
4.1 การผลิตมาสเตอร์แบตช์ 38

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

4.2 กระบวนการอัดรีดสี 43
4.3 ขั้นตอนการซ่อมเครื่องจักรเมื่อเกิดการขัดข้อง 47
บทที่ 5 การปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 50
5.1 การวิเคราะห์หากิจกรรมที่ควรปฏิบัติในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 50
5.2 การหาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม 64
5.3 การกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงาน 78
บทที่ 6 การดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 89
6.1 การจัดกำหนดการเครื่องจักร 89
6.2 การจัดกำหนดการวันและเวลาที่ปฏิบัติ 89
6.3 การจัดกำหนดการกำลังคน 94
6.4 กำหนดการของการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 94
บทที่ 7 การวัดผลการปรับปรุง 98
7.1 จำนวนการขัดข้อง 98
7.2 เวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้อง 101
7.3 เวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 103
7.4 MTBF 106
บทที่ 8 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ 110
8.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย 110
8.2 ข้อเสนอแนะ 113
8.3 ปัญหาและอุปสรรค 113
รายการอ้างอิง 114
ภาคผนวก 116
ภาคผนวก ก รายการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรู 117

หน้า

ภาคผนวก ข ข้อมูลการหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ 133

ภาคผนวก ค มาตรฐานการปฏิบัติงานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 144

ภาคผนวก ง ค่า MTBF ของเครื่องอัดรีดแบบสกรู 163

ภาคผนวก จ แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรู 173

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 178

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 จำนวนเครื่องจักรที่ใช้และจำนวนการขัดข้องในแต่ละกระบวนการ 2
ตารางที่ 1.2 จำนวนเครื่องอัดรีดที่ใช้และจำนวนการขัดข้องในกระบวนการอัดรีดสี 3
ตารางที่ 1.3 เปอร์เซ็นต์การหยุดของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ 4
ตารางที่ 1.4 มูลค่าการสูญเสียโอกาสในการขายจากการลดเวลาซ่อมเครื่องจักรที่เกิดการขัดข้อง..... 4
ตารางที่ 1.5 อายุการใช้งานเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่จนถึงปี 2016..... 5
ตารางที่ 1.6 จำนวนการขัดข้องในแต่ละระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ 8
ตารางที่ 1.7 จำนวนการขัดข้องเฉลี่ยในแต่ละระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคูใน 1 ช่วง PM..... 9
ตารางที่ 1.8 จำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละประเภท 11
ตารางที่ 1.9 การนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้ในแต่ละกลุ่มของเครื่องอัดรีดแบบสกรู..... 11
ตารางที่ 2.1 ประเภทการชำรุดของอุปกรณ์ของเครื่องจักร..... 22
ตารางที่ 3.1 วิธีการปรับปรุงในแต่ละปัญหาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 35
ตารางที่ 4.1 ส่วนประกอบและความแตกต่างของเครื่องอัดรีดแบบสกรูแต่ละประเภท 44
ตารางที่ 4.2 ข้อดี-ข้อเสียของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละประเภท..... 46
ตารางที่ 5.1 การบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูแบบเดิม 50
ตารางที่ 5.2 แนวทางของวิธีการแก้ไขจากสาเหตุของการขัดข้อง 58
ตารางที่ 5.3 วิธีการแก้ไขของสาเหตุของอาการขัดข้องของทุกระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรู..... 59
ตารางที่ 5.4 จำนวนการขัดข้องเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละระบบ 65
ตารางที่ 5.5 ตัวอย่างการหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบไฟฟ้า 66
ตารางที่ 5.6 จำนวนความถี่และความน่าจะเป็นในแต่ละอันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในแต่ละระบบ..... 71
ตารางที่ 5 7 ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมของกิจกรรมในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน..... 72
ตารางที่ 5.8 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน..... 75
ตารางที่ 6.1 เวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของระบบไฟฟ้า 90
ตารางที่ 6.2 เวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของระบบเครื่องกล..... 91
ตารางที่ 6.3 เวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของระบบน้ำหล่อเย็น 91
ตารางที่ 6.4 ที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของระบบสุญญากาศ 92
ตารางที่ 6.5 เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในแต่ละระบบ..... 92
ตารางที่ 6.6 เวลาที่ใช้และช่วงเวลาที่ได้กำหนดในแต่ละกลุ่มของเครื่องอัดรีดแบบสกรู 93

ตารางที่ 6.7 กำหนดการของการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเดือนกรกฎาคม 2559 ถึง ตุลาคม 2559 95
ตารางที่ 7.1 จำนวนการขัดข้องก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องอัดรีดแบบสกรู 100
ตารางที่ 7.2 เวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 102
ตารางที่ 7.3 เวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันก่อนและหลังการปรับปรุง 103
ตารางที่ 7.4 เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละกลุ่ม 104
ตารางที่ 7.5 ผลสรุปเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องอัดรีดแบบสกรู 104
ตารางที่ 7.6 เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 ในแต่ละฟกิจกรรมหลักของช่วงหลังการปรับปรุง 105
ตารางที่ 7.7 ค่า MTBF ในแต่ละระบบก่อนและหลังการปรับปรุง 106
ตารางที่ 7.8 ค่า MTBF ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 107
ตารางที่ 7.9 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องอัดรีดแบบสกรู 108
ตารางที่ 7.10 ต้นทุนอะไหล่ที่ใช้ก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 109
ตารางที่ ก.1 รายการขัดข้องเครื่อง E3 118
ตารางที่ ก.2 รายการขัดข้องเครื่อง E13 119
ตารางที่ ก.3 รายการขัดข้องเครื่อง E20 120
ตารางที่ ก.4 รายการขัดข้องเครื่อง E26 121
ตารางที่ ก.5 รายการขัดข้องเครื่อง E32 122
ตารางที่ ก.6 รายการขัดข้องเครื่อง E34 123
ตารางที่ ก.7 รายการขัดข้องเครื่อง E14 124
ตารางที่ ก.8 รายการขัดข้องเครื่อง E15 125
ตารางที่ ก.9 รายการขัดข้องเครื่อง E10 126
ตารางที่ ก.10 รายการขัดข้องเครื่อง E27 127
ตารางที่ ก.11 รายการขัดข้องเครื่อง E28 128
ตารางที่ ก.12 รายการขัดข้องเครื่อง E30 129
ตารางที่ ก.13 รายการขัดข้องเครื่อง E1 130
ตารางที่ ก.14 รายการขัดข้องเครื่อง E7 131
ตารางที่ ก.15 รายการขัดข้องเครื่อง E9 132
ตารางที่ ข.1 จำนวนการขัดข้องเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละระบบก่อนการปรับปรุง 134
ตารางที่ ข.2 การหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบไฟฟ้า 135
ตารางที่ ข.3 การหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบเครื่องกล 138

ตารางที่ ข.4 การหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบน้ำหล่อเย็น 141
ตารางที่ ข.5 ผลสรุปความถี่และความน่าจะเป็นของช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ในแต่ละระบบ 143
ตารางที่ ค.1 กิจกรรมที่เพิ่มเติม กิจกรรมที่ปรับปรุงและกิจกรรมใช้การปฏิบัติแบบเดิมในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 145
ตารางที่ ง.1 เวลาทำงานของเครื่องอัดรีดแบบสกรู 164
ตารางที่ ง.2 ค่า MTBF ของเครื่อง E3 164
ตารางที่ ง.3 ค่า MTBF ของเครื่อง E13 165
ตารางที่ ง.4 MTBF ของเครื่อง E20 165
ตารางที่ ง.5 ค่า MTBF ของเครื่อง E26 166
ตารางที่ ง.6 ค่า MTBF ของเครื่อง E32 166
ตารางที่ ง.7 ค่า MTBF ของเครื่อง E34 167
ตารางที่ ง.8 ค่า MTBF ของเครื่อง E14 167
ตารางที่ ง.9 ค่า MTBF ของเครื่อง E15 168
ตารางที่ ง.10 ค่า MTBF ของเครื่อง E10 168
ตารางที่ ง.11 ค่า MTBF ของเครื่อง E27 169
ตารางที่ ง.12 ค่า MTBF ของเครื่อง E28 169
ตารางที่ ง.13 ค่า MTBF ของเครื่อง E30 170
ตารางที่ ง.14 ค่า MTBF ของเครื่อง E1 170
ตารางที่ ง.15 ค่า MTBF ของเครื่อง E7 171
ตารางที่ ง.16 ค่า MTBF ของเครื่อง E9 171
ตารางที่ ง.17 ค่า MTBF รวมทุกเครื่องจักร 172
ตารางที่ จ.1 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ขนาดเล็ก 174
ตารางที่ จ.2 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ขนาดกลาง 175
ตารางที่ จ.3 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยวขนาดเล็ก 176
ตารางที่ จ.4 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยวขนาดกลาง 177
ตารางที่ จ.5 แผนการบำรุงรักษาเครื่องอัดรีดแบบสกรูเชิงป้องกันแบบรายสองสัปดาห์ 177

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 เปอร์เซ็นต์จำนวนการขัดข้องกรณีเครื่องจักรหยุดผลิตในแต่ละกระบวนการ 2
รูปที่ 1.2 ประเภทการบำรุงรักษาโรงงานกรณีศึกษา 6
รูปที่ 1.3 ตัวอย่างการการวิเคราะห์หากิจกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน 8
รูปที่ 1.4 เวลารวมในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องในแต่ละระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ 9
รูปที่ 2.1 วิธีการคำนวณ MTBF และ MTTR 24
รูปที่ 2.2 แผนภูมิอธิบายวิธีการคิดแบบการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม 26
รูปที่ 3.1 รายละเอียดการดำเนินงานวิจัย 28
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างมาสเตอร์แบตช์และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากมาสเตอร์แบตช์ 38
รูปที่ 4.2 เครื่องชั่งสี 39
รูปที่ 4.3 เครื่องผสมสีแบบความเร็วสูง 39
รูปที่ 4.4 เครื่องอัดรีดแบบสกรู 40
รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพสี 41
รูปที่ 4.6 การไหลของงานในการผลิตมาสเตอร์แบตช์ 43
รูปที่ 4.7 ส่วนประกอบเครื่องอัดรีดแบบสกรู 45
รูปที่ 4.8 ขั้นตอนของการซ่อมเมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องจักร 48
รูปที่ 4.9 ใบสั่งงาน 49
รูปที่ 5.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการที่เกิดจากอุณหภูมิขึ้นไม่ถึงค่าที่ตั้งไว้ 53
รูปที่ 5.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการที่เกิดจากอุณหภูมิขึ้นสูงเกินค่าที่ตั้งไว้ 54
รูปที่ 5.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้องของระบบ เครื่องกล 55
รูปที่ 5.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการที่เกิดจากลมดูดเบา 57
รูปที่ 5. 5 การวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการที่เกิดจากน้ำหล่อเย็นรั่วซึม 57
รูปที่ 5.6 เวลารวมในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องและจำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรู 66
รูปที่ 5.7 ความน่าจะเป็นของการเกิดการขัดข้องของช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ 68
รูปที่ 5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ 68
รูปที่ 5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างถวามถี่กับช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ 69
รูปที่ 5.10 ความน่าจะเป็นของการเกิดการขัดข้องของช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ 69
รูปที่ 5.11 ความน่าจะเป็นของการเกิดการขัดข้องของช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ 70
รูปที่ 5.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ 70

รูปที่ 5.13 วิธีการปฏิบัติงานการล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า 81
รูปที่ 5.14 วิธีการปฏิบัติงานการล้างตัวกรองในระบบน้ำหล่อเย็น 82
รูปที่ 5.15 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจสอบชุดยอย 83
รูปที่ 5.16 วิธีการปฏิบัติงานการเดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ 84
รูปที่ 5.17 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจสอบพู่เลย์ 85
รูปที่ 5.18 วิธีการปฏิบัติงานการกวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า 86
รูปที่ 5.19 วิธีการปฏิบัติงานการเติมจารบีมอเตอร์และกวดขันนอตที่ยึด 87
รูปที่ 5.20 วิธีการปฏิบัติงานการกวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว 88
รูปที่ 7.1 จำนวนการขัดข้องตั้งแต่มีนาคม 2558 ถึง ตุลาคม 2559 100
รูปที่ 7.2 เวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องก่อนและหลังการปรับปรุง 101
รูปที่ 7.3 แนวโน้มค่า MTBF ก่อนและหลังการปรับปรุง 107
รูปที่ 8.1 การปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 111
รูปที่ ค.1 วิธีการปฏิบัติงานการฉีดน้ำยาทำความสะอาดผิวสัมผัสของแมกเนติก 148
รูปที่ ค.2 วิธีการปฏิบัติงานการล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า 149
รูปที่ ค.3 วิธีการปฏิบัติงานการล้างตัวกรองในระบบน้ำหล่อเย็น 150
รูปที่ ค.4 วิธีการปฏิบัติงานการเปลี่ยนน้ำกลั่นในระบบหล่อเย็น 151
รูปที่ ค.5 วิธีการปฏิบัติงานการเดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ 152
รูปที่ ค.6 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจสายไฟของฮีตเตอร์ เทอร์มอคัปเปิล 153
รูปที่ ค.7 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจระดับน้ำมันในห้องเกียร์และการตรวจสภาพ 154
รูปที่ ค.8 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจสายน้ำมัน ข้อต่อต่างๆ ของท่อน้ำมัน 155
รูปที่ ค.9 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจสอบพู่เลย์ 156
รูปที่ ค.10 วิธีการปฏิบัติงานการการรั่วซึมของน้ำหล่อเย็นและ 157
รูปที่ ค.11 วิธีการปฏิบัติงานการเติมจารบีมอเตอร์และ 158
รูปที่ ค.12 วิธีการปฏิบัติงานการกวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์และ 159
รูปที่ ค.13 วิธีการปฏิบัติงานการกวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว กวดขันข้อต่อของท่อน้ำ 160
รูปที่ ค.14 วิธีการปฏิบัติงานการทดสอบการทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์ว 161
รูปที่ ค.15 วิธีการปฏิบัติงานการทดสอบการทำงานของปั๊มน้ำมันและปั๊มน้ำ 162

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

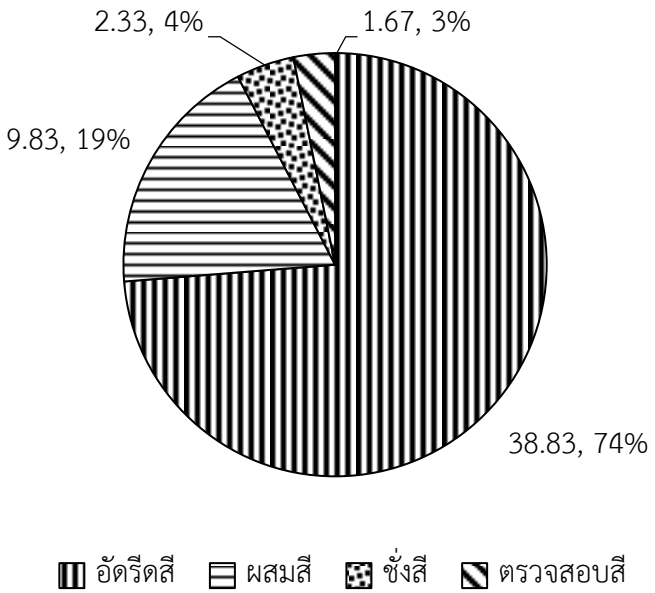
การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงงานที่มีเครื่องจักรจำนวนมากในกระบวนการผลิต อุตสาหกรรมการผลิตมาสเตอร์แบตช์เป็นอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการผลิต 4 กระบวนการหลักประกอบไปด้วย กระบวนการชั่งสี กระบวนการผสมสี กระบวนการอัดรีดสีและกระบวนการตรวจสอบคุณภาพสี โดยที่ในแต่ละกระบวนการมีเครื่องจักรจำนวนมากที่ถูกใช้ในการผลิต ในกรณีที่การบำรุงรักษาเครื่องจักรมีประสิทธิภาพต่ำจะทำให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักรจำนวนมาก ซึ่งส่งผลต่อการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ยากขึ้นและทำให้การผลิตต้องหยุดชะงัก ถ้าการบำรุงรักษาเครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงจะทำให้การขัดข้องของเครื่องจักรลดน้อยลงและทำให้ฝ่ายซ่อมบำรุงสามารถวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ดีได้

อุตสาหกรรมผลิตมาสเตอร์แบตช์เป็นอุตสาหกรรมกลางน้ำของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นพลาสติก เช่น บรรจุภัณฑ์ ฝาขวด ของใช้อุปโภคบริโภค เครื่องใช้ภายในบ้าน อุปกรณ์การแพทย์ ฯลฯ ซึ่งความต้องการของการผลิตขึ้นอยู่กับความต้องการใช้ของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในโรงงานกรณีศึกษานี้จะผลิตตามความต้องการของลูกค้า (Make to Order) ทำให้ไม่สามารถพยากรณ์การผลิตที่แน่นอนได้ การทำให้เครื่องจักรมีความพร้อมใช้งานให้มากที่สุดจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้การผลิตมีความต่อเนื่องมากขึ้น

เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลการขัดข้องกรณีที่เครื่องจักรหยุดผลิตในแต่ละกระบวนการจากการแจ้งซ่อมตั้งแต่เดือนมีนาคม 2558 ถึง สิงหาคม 2558 พบว่ามีจำนวนการขัดข้องในทุกกระบวนการรวม 316 ครั้ง ซึ่งสามารถแบ่งจำนวนการขัดข้องนี้ในแต่ละกระบวนการแสดงได้ดังตารางที่ 1.1 และรูปที่ 1.1 พบว่าในกระบวนการอัดรีดสีมีจำนวนการขัดข้องมากที่สุดอยู่ที่ 233 ครั้ง โดยเป็นจำนวน 38.83 ครั้งต่อเดือน คิดเป็น 74% จากการขัดข้องทั้งหมด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกกลุ่มเครื่องอัดรีดเป็นเครื่องจักรกรณีศึกษาเนื่องจากมีจำนวนการขัดข้องกรณีที่เครื่องจักรหยุดผลิตมากที่สุด

ตารางที่ 1.1 จำนวนเครื่องจักรที่ใช้และจำนวนการขัดข้องในแต่ละกระบวนการ

กระบวนการ	เครื่องจักร	จำนวนการขัดข้อง (ครั้ง)	จำนวนเครื่องจักร (เครื่อง)
ชั่งสี	เครื่องชั่ง	10	10
ผสมสี	เครื่องผสมสี	59	14
อัดรีดสี	เครื่องอัดรีด	233	15
ตรวจสอบคุณภาพสี	เครื่องสเปกโตรมิเตอร์และเครื่องฉีด	14	7



รูปที่ 1.1 เปอร์เซ็นต์จำนวนการขัดข้องกรณีเครื่องจักรหยุดผลิตในแต่ละกระบวนการ

ในกระบวนการอัดรีดสีมีเครื่องจักรที่ใช้ 2 ชนิด ได้แก่ เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่และเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว ในแต่ละชนิดยังสามารถแบ่งออกเป็น 2 ขนาด ได้แก่ เครื่องขนาดเล็กและเครื่องขนาดกลาง จากจำนวนการขัดข้อง 233 ครั้ง สามารถแบ่งการขัดข้องในแต่ละชนิดและในแต่ละขนาดแสดงดังตารางที่ 1.2 พบว่าจำนวนการขัดข้องกรณีเครื่องจักรหยุดผลิตของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่มีมากกว่าเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยวพร้อมทั้งระบบการทำงานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยวเป็นส่วนย่อย (Subset) ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ทำให้เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่มีระบบการทำงานของเครื่องจักรที่มากและซับซ้อนกว่าเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว เช่น เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่มีระบบหล่อ

เย็นแต่เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยวไม่มี เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่มีจำนวนของฮีตเตอร์ที่มากกว่าเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว เป็นต้น ทำให้การตรวจสอบสภาพ การเปลี่ยนอะไหล่และการบำรุงดูแลรักษาเครื่องจักรยุ่งยากกว่าเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว ดังนั้นงานวิจัยนี้จะเริ่มต้นด้วยการนำข้อมูลเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ ซึ่งเป็นข้อมูลตั้งแต่ มี.ค.2558 ถึง ส.ค 2558 มาวิเคราะห์หาปัญหาในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เมื่อทราบถึงปัญหาแล้วจากนั้นจะหาวิธีการแก้ไขปัญหาเหล่านั้นด้วยการปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกันซึ่งแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ได้นั้นสามารถใช้กับเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยวได้

ตารางที่ 1.2 จำนวนเครื่องอัดรีดที่ใช้และจำนวนการขัดข้องในกระบวนการอัดรีดสี

ชนิดของเครื่องอัดรีด	ขนาด	จำนวนการขัดข้อง (ครั้ง)		จำนวนเครื่องที่ใช้ (เครื่อง)
สกรูเดี่ยว	เล็ก	104	53	6
	กลาง		51	3
สกรูคู่	เล็ก	129	65	3
	กลาง		64	3

จากข้อมูลของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ซึ่งมีทั้งหมด 6 เครื่อง แบ่งเป็นขนาดกลาง 3 เครื่อง ได้แก่ เครื่อง E3 เครื่อง E13 เครื่อง E20 และขนาดเล็ก 3 เครื่อง ได้แก่ เครื่อง E26 เครื่อง E32 เครื่อง E34 โดยได้มีการรวบรวมข้อมูลจำนวนการขัดข้อง เวลารวมในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้อง (เวลารวม BM) และเวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาชิงป้องกัน (เวลารวม PM) ซึ่งแสดงในตารางที่ 1.3 พบว่าเปอร์เซนต์การหยุดของเครื่องจักรในแต่ละเครื่องอยู่ระหว่าง 1.5-3.5% ซึ่งมีค่าน้อยมากแต่เมื่อนำเวลาที่เครื่องจักรหยุดเปลี่ยนเป็นมูลค่าของการสูญเสียโอกาสในการขายพบว่ามีมูลค่ามากดังแสดงในตารางที่ 1.4 ซึ่งเป็นการคาดการว่าภายหลังการปรับปรุงสามารถลดเวลารวมในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องได้ 50%

ตารางที่ 1.3 เปอร์เซ็นต์การหยุดของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่

เครื่องอัดรีด	จำนวนการขัดข้อง (ครั้ง)	เวลารวม BM (นาที)	เวลารวม PM (นาที)	(BM+PM) (นาที)	เปอร์เซ็นต์การหยุดของเครื่องจักร(%)
E3	19	3,635	1,440	5,075	2.48
E13	27	3,570	1,440	5,010	2.45
E20	18	1,890	1,440	3,330	1.63
E26	16	2,670	1,440	4,110	2.01
E32	19	1,890	1,440	3,330	1.63
E34	30	5,760	1,440	7,200	3.53

หมายเหตุ **:** ทุกเครื่องมีเวลาเปิดใช้งานเท่ากันที่ 3,404 ชั่วโมงหรือ 204,240 นาที ซึ่งเป็นการนับเวลาตั้งแต่ มี.ค.2558 ถึง ส.ค.2558 (6 เดือน)

: การหยุดเครื่องจักร (%) = $\frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรหยุดทั้งหมด} \times 100}{\text{เวลาที่เครื่องจักรใช้งานทั้งหมดในระยะเวลา } 6 \text{ เดือน}}$

: BM+PM = เวลาที่เครื่องจักรหยุดทั้งหมด

: ทั้งนี้ไม่ได้นำข้อมูลจากการหยุดประชุม หยุดกิจกรรม 5ส.และการหยุดอื่นๆ จากกระบวนการผลิตมาใช้ในการคำนวณ

ตารางที่ 1.4 มูลค่าการสูญเสียโอกาสในการขายจากการลดเวลาซ่อมเครื่องจักรที่เกิดการขัดข้อง

เครื่องจักร	Output เฉลี่ย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)	ประเภทของงานที่ผลิต	ราคาผลิตภัณฑ์ (บาทต่อกิโลกรัม)	เวลารวม BM 6 เดือน (ชม.)	เวลา BM ที่คาดว่าจะลดได้ (ชม.)	มูลค่าของการสูญเสียโอกาสในการขาย (บาทต่อปี)
E3	180.15	มาสเตอร์แบตช์	150	60	30	1,621,335
E13	190.25	มาสเตอร์แบตช์สีขาว	120	60	30	1,369,800
E20	145.41	สีผสมสารเติมแต่ง	120	30	15	523,464
E26	47.66	มาสเตอร์แบตช์	150	44	22	314,559
E32	50.02	มาสเตอร์แบตช์	150	30	15	225,075
E34	46.99	มาสเตอร์แบตช์	150	96	48	676,656
มูลค่าทั้งหมด						4,730,889

จากตารางที่ 1.4 แสดงมูลค่าของการสูญเสียโอกาสในการขายต่อปี ในกรณีสามารถลดเวลารวมในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องได้ 50% ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 4,700,000 บาท และในกรณีนี้คิดจากอัตราสมรรถนะเครื่องจักรเท่ากับ 100% แต่อัตราสมรรถนะจริงนั้นมีค่าประมาณ 43% โดยคำนวณจากการนำข้อมูลจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จริงเทียบกับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ควรผลิตได้ ทำให้มูลค่าของการสูญเสียโอกาสในการขายนั้นมีมูลค่ามากถึง 2,000,000 บาทต่อปี

นอกจากนี้แล้วได้มีการเปรียบเทียบอายุการใช้งานเครื่องจักรกับจำนวนการขัดข้อง ตารางที่ 1.5 แสดงข้อมูลของอายุการเครื่องจักร โดยนับตั้งแต่ปีที่เริ่มใช้งานในโรงงานกรณีศึกษาเท่านั้น เนื่องจากเครื่องจักรทั้ง 6 เครื่องเป็นเครื่องจักรที่ซื้อต่อมาจากแหล่งอื่น พร้อมทั้งไม่มีข้อมูลการซื้อด้วย จึงทำให้ไม่สามารถหาอายุการใช้งานที่แท้จริงได้ การเปรียบเทียบพบว่าอายุการใช้งานและจำนวนการขัดข้องของเครื่อง E3, E13 และ E20 ซึ่งเป็นเครื่องจักรรุ่นและประเทศผู้ผลิตเดียวกันนั้นมีจำนวนขัดข้องไม่แปรผันตามอายุการใช้งาน กล่าวคือจำนวนการขัดข้องของเครื่องจักรไม่ขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานอาจเป็นเพราะว่าในแต่ละเครื่องจักรมีการผลิตงานคนละประเภทกัน ภาระงานในแต่ละเครื่องจักรจึงไม่เหมือนกัน ส่งผลให้การขัดข้องของเครื่องจักรแตกต่างกัน ส่วนเครื่อง E26, E32 และ E34 เป็นเครื่องจักรที่มีการผลิตงานประเภทเดียวกันและขนาดของกำลังการผลิตเท่ากัน แต่เป็นเครื่องจักรที่มีรุ่นและประเทศผู้ผลิตที่ไม่เหมือนกันทำให้คุณภาพการใช้งานของเครื่องจักรไม่เท่ากัน การขัดข้องของเครื่องจักรจึงแตกต่างกัน

ตารางที่ 1.5 อายุการใช้งานเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่จนถึงปี 2016

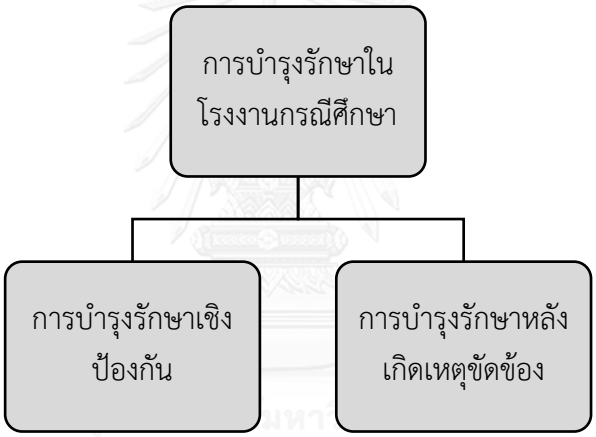
เครื่องอัดรีด	ปีที่เริ่มใช้งาน (คศ.)	อายุการใช้งานเครื่องจักร (จำนวนปี)	รุ่นเครื่องจักร (ประเทศผู้ผลิต)	ประเภทของงานที่ผลิต	จำนวนการขัดข้อง (ครั้ง)
E3	2003	13	NRII-4B (Japan)	มาสเตอร์แบตช์	19
E13	2004	12	NRII-4B (Japan)	มาสเตอร์แบตช์สีขาว	27
E20	2006	10	NRII-4B (Japan)	สีผสมสารเติมแต่ง	18
E26	2008	8	TESHJ-36 (China)	มาสเตอร์แบตช์	16
E32	2009	7	TSE-35A (China)	มาสเตอร์แบตช์	19
E34	2013	3	NR2-46 (China)	มาสเตอร์แบตช์	30

1.2 ปัญหาในการบำรุงรักษาในโรงงานกรณีศึกษา

การบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานกรณีศึกษามี 2 ประเภทแสดงดังรูปที่ 1.2 ซึ่งสามารถอธิบายดังนี้

1. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance, BM): เมื่อเกิดขัดข้องของเครื่องจักร แผนกบำรุงรักษาจะต้องมีการจัดสรรบุคลากร การวินิจฉัย การเตรียมซ่อม และอื่นๆ เพื่อให้เครื่องจักรที่ขัดข้องนั้นกลับมาใช้งานให้เร็วที่สุด

2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM): เป็นการบำรุงรักษายึดคาบเวลาเป็นหลัก โดยทุกเครื่องอีดรีดแบบสกรูในโรงงานกรณีศึกษามีการกำหนดช่วงระยะเวลาของทุกกิจกรรมไว้ทุกสองเดือนและมีการทำทุกกิจกรรมในคราวเดียวกัน โดยกำหนดเวลารวมในการบำรุงรักษาไว้ที่ 4 ชั่วโมงต่อครั้ง



รูปที่ 1.2 ประเภทการบำรุงรักษาโรงงานกรณีศึกษา

ส่วนมากการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานกรณีศึกษาเป็นการบำรุงรักษาที่เมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ แล้วจึงค่อยทำการแก้ไขอาการขัดข้องเหล่านั้น พร้อมทั้งมีนโยบายบางอย่างซึ่งส่งผลต่อการบริหารจัดการในแผนกบำรุงรักษา เช่น

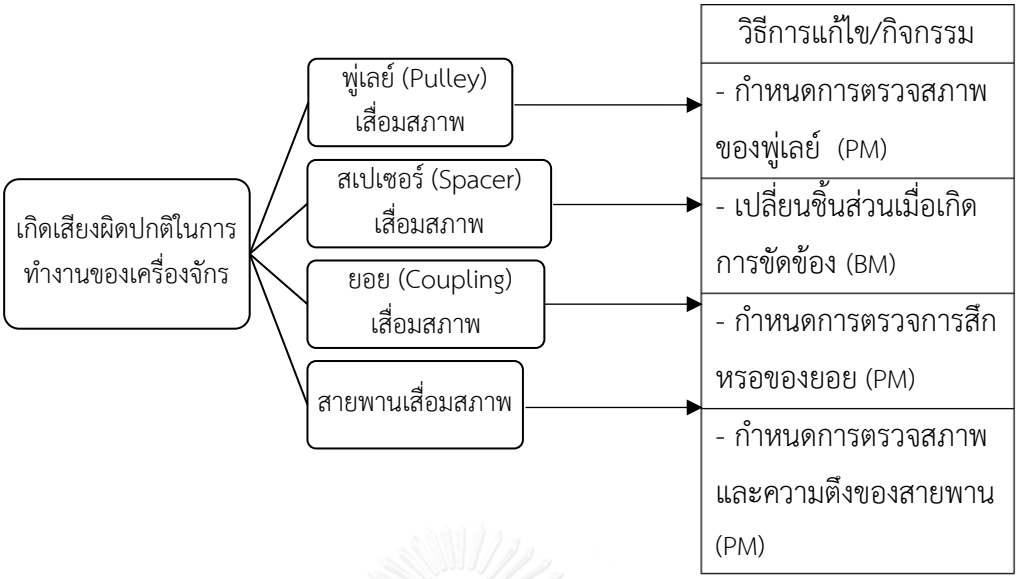
- ในโรงงานกรณีศึกษามีเครื่องจักรจำนวนมาก มีเครื่องชั่ง เครื่องผสม เครื่องอัดรีด เครื่องฉีด ซึ่งยังไม่รวมเครื่องจักรและอุปกรณ์ย่อยอื่นๆ เช่น เครื่องเป่า เครื่องเขย่าสี เครื่องบดสี เครื่องตัดเม็ด ฯลฯ ซึ่งมีจำนวนมากและหลายประเภท โดยที่จำนวนเหล่านี้ไม่สอดคล้องกับจำนวนพนักงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่กำหนดไว้ที่จำนวน 10 คน เมื่อเครื่องจักรเหล่านี้เกิดการหยุดจากการขัดข้องหรือหยุดจากการปรับปรุงแก้ไขอยู่บ่อยครั้งทำให้ยากต่อการวางแผนการทำงานต่อแผนกซ่อมบำรุง

- การบำรุงรักษาเครื่องจักรทุกรูปแบบทั้งการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องและการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะทำเฉพาะกลางวันเท่านั้น เนื่องจากนโยบายของบริษัทจะไม่ให้มีการทำงานของแผนกซ่อมบำรุงรักษาในตอนกลางคืนและไม่มีการสอนการซ่อมเครื่องจักรให้กับผู้ปฏิบัติที่ใช้งานเครื่องจักร เมื่อเกิดการขัดข้องทำให้ต้องหยุดเครื่องจักรจนกว่าจะถึงตอนเช้าจึงจะเกิดการซ่อม ภาระของงานซ่อมบำรุงจึงเพิ่มมากขึ้น

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นมีผลต่อการบริหารจัดการในแผนกบำรุงรักษา กรณีที่เครื่องจักรเกิดการขัดข้องจำนวนมากจะส่งผลโดยตรงต่อการวางแผนการบำรุงรักษาเพราะการขัดข้องนั้นเป็นรูปแบบของการบำรุงรักษาที่ไม่มีการวางแผนล่วงหน้า ถ้าสามารถการลดการขัดข้องให้ได้มากที่สุดจะทำให้ประสิทธิภาพของการบริหารจัดการของแผนกซ่อมบำรุงสูงขึ้น

จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในโรงงานกรณีศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. กิจกรรมสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบเดิมได้ถูกกำหนดจากคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักรและจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญในแผนกซ่อมบำรุง ถึงแม้ว่าจะมีการทำกิจกรรมเหล่านั้นตามแผนการบำรุงรักเชิงป้องกันแล้วแต่ยังคงเกิดการขัดข้องจำนวนมาก เมื่อทำการวิเคราะห์หากิจกรรมที่ควรปฏิบัติในการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันและนำไปเปรียบเทียบกับกิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบเดิมพบว่ากิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบเดิมไม่สอดคล้องกับอาการขัดข้องที่เคยเกิดขึ้นทำให้กิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่ครบถ้วน ตัวอย่างการหากิจกรรมในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแสดงได้ดังรูปที่ 1.3 เป็นการหากิจกรรมจากอาการขัดข้องของการเกิดเสียงผิดปกติในการทำงานของเครื่องจักรพบว่ากิจกรรมที่ควรเพิ่มเติมในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ได้แก่ กำหนดให้มีการตรวจสภาพของพู่เลย์ การตรวจการสึกหรอของยอย เนื่องจากสองกิจกรรมนี้ยังไม่มีในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบเดิม ส่วนกิจกรรมกำหนดการตรวจสภาพและความตึงของสายพานมีในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบเดิมอยู่แล้ว เป็นต้น



รูปที่ 1.3 ตัวอย่างการการวิเคราะห์หากิจกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน

2. จากข้อมูลจำนวนขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ตั้งแต่ มี.ค.2558-ส.ค.2558 สามารถแบ่งประเภทของการขัดข้องตามระบบการทำงานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูได้เป็น 4 ระบบ ประกอบไปด้วย ระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล ระบบน้ำหล่อเย็น ระบบสุญญากาศและอื่นๆ โดยจำนวนการขัดข้องในแต่ละระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ขนาดเล็กและขนาดกลางแสดงในตารางที่ 1.6 พบว่าระบบไฟฟ้ามีจำนวนการขัดข้องมากที่สุดจึงควรให้ความสำคัญกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันกับระบบนี้ และในตารางที่ 1.7 แสดงจำนวนการขัดข้องเฉลี่ยในแต่ละระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรูใน 1 ช่วง PM พบว่าการขัดข้องเฉลี่ยของเครื่องอัดรีดแบบกสรูคู่มีจำนวน 43 ครั้งใน 1 ช่วง PM และมีจำนวนแตกต่างกันในแต่ละระบบ

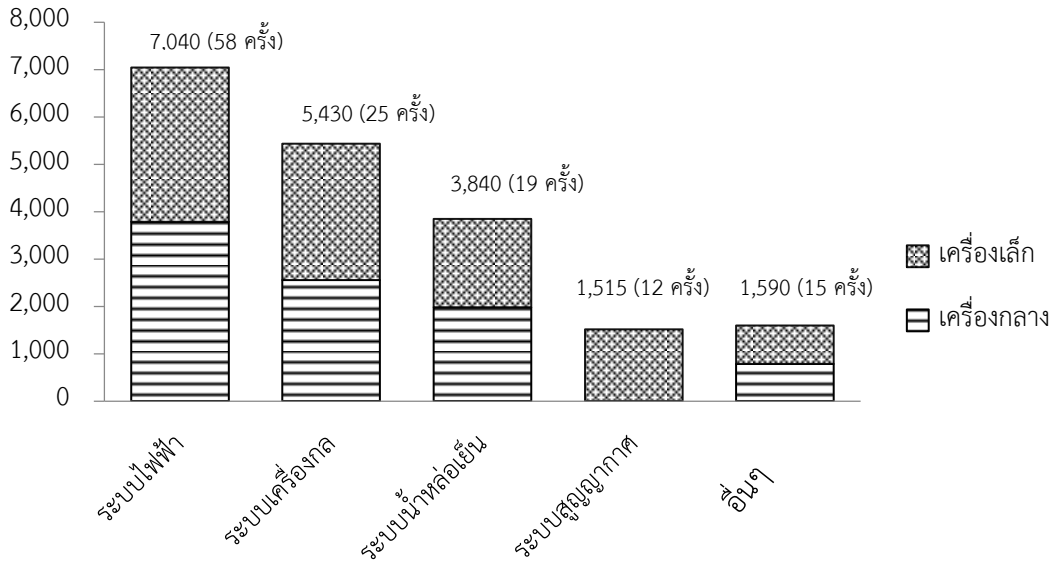
ตารางที่ 1.6 จำนวนการขัดข้องในแต่ละระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่

เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่	จำนวนการขัดข้องของแต่ละกลุ่มปัญหา (ครั้ง)					
	ระบบไฟฟ้า	ระบบเครื่องกล	ระบบน้ำหล่อเย็น	ระบบสุญญากาศ	อื่นๆ	รวม
ทั้ง 2 ขนาด	58	25	19	12	15	129

ตารางที่ 1.7 จำนวนการขัดข้องเฉลี่ยในแต่ละระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ใน 1 ช่วง PM

เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่	จำนวนการขัดข้องของแต่ละกลุ่มปัญหา (ครั้ง)					
	ระบบไฟฟ้า	ระบบเครื่องกล	ระบบน้ำหล่อเย็น	ระบบสุญญากาศ	อื่นๆ	รวม
ทั้ง 2 ขนาด	19.33	8.33	6.33	4	5	43

จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่าช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทุก 2 เดือนนั้นอาจไม่เหมาะสมและเมื่อสังเกตุเพิ่มเติมจากรูปที่ 1.4 จะเห็นได้ว่าเวลารวมในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องมีความแตกต่างกันด้วย เป็นการยืนยันว่าการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของทุกกิจกรรมในคราวเดียวกันนั้นไม่เหมาะสม



รูปที่ 1.4 เวลารวมในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องในแต่ละระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่

3. ในแต่ละกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่มีการกำหนดมาตรฐานของการปฏิบัติที่ชัดเจนทำให้การปฏิบัติงานในแต่ละครั้งมีความแตกต่างกัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันลดลง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะลดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูด้วยการปรับปรุงการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน โดยมีการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอาการขัดข้อง ค้นหากิจกรรมที่ปฏิบัติให้สอดคล้องกับสาเหตุของการเกิดอาการขัดข้อง กำหนดช่วงระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมและกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานของกิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จากนั้นจะทำการสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้นใหม่ ซึ่งแผนที่ได้นั้นสามารถใช้ได้ทั้งเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่และเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว

1.3 วัตถุประสงค์

เพื่อลดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในการผลิตมาสเตอร์แบตช์

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้จะทำการปรับปรุงโดยเน้นวิธีการปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเท่านั้น ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับการดัดแปลงระบบต่างๆ ของเครื่องจักร เช่น การออกแบบระบบน้ำหล่อเย็นจากภายนอก (Cooling System) การออกแบบระบบการถ่ายเทความร้อน (Heat Exchanger System) เป็นต้น

2. งานวิจัยนี้ได้แบ่งการปรับปรุงเครื่องอัดรีดแบบสกรูออกเป็น 2 กลุ่ม เนื่องจากต้องการที่จะเปรียบเทียบผลของการปรับปรุงระหว่างช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันกับกิจกรรมที่ควรปฏิบัติในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยที่กลุ่มที่ 1 จะเลือกเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่มีจำนวนการขัดข้องมากที่สุดในแต่ละประเภทซึ่งมีทั้งหมด 4 เครื่อง และกลุ่มที่ 2 เป็นเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่เหลืออีก 11 เครื่อง รวมมีทั้งหมด 15 เครื่อง โดยจำนวนการขัดข้องตั้งแต่ มี.ค. 2558 ถึง ส.ค. 2558 ในแต่ละเครื่องนั้นแสดงได้ดังตารางที่ 1.8 และสามารถสรุปเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละกลุ่มได้ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ได้แก่ E34, E13, E30 และ E9
- กลุ่มที่ 2 ได้แก่ E3, E20, E26, E32, E14, E15, E10, E27, E28, E1 และ E7

โดยในกลุ่มที่ 1 จะมีการนำกิจกรรมที่ควรปฏิบัติ ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมและมาตรฐานการปฏิบัติในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ได้จากการปรับปรุงไปได้ดำเนินการ ส่วนในกลุ่มที่ 2 จะนำกิจกรรมที่ควรปฏิบัติและมาตรฐานการปฏิบัติในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปดำเนินการ ซึ่งสามารถสรุปการนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้ในแต่ละกลุ่มของเครื่องอัดรีดแบบสกรูแสดงได้ดังตารางที่ 1.9

ตารางที่ 1.8 จำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละประเภท

ชื่อเครื่องจักร	ประเภท		จำนวนการขัดข้อง (ครั้ง)
	ชนิด	ขนาด	
E3	เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่	กลาง	19
E13	เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่	กลาง	27
E20	เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่	กลาง	18
E26	เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่	เล็ก	16
E32	เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่	เล็ก	19
E34	เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่	เล็ก	30
E14	เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว	เล็ก	5
E15	เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว	เล็ก	6
E10	เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว	เล็ก	6
E27	เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว	เล็ก	10
E28	เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว	เล็ก	11
E30	เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว	เล็ก	15
E1	เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว	กลาง	15
E7	เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว	กลาง	16
E9	เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว	กลาง	20

ตารางที่ 1.9 การนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้ในแต่ละกลุ่มของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

กิจกรรม	เครื่องอัดรีดแบบสกรู	
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2
กิจกรรมที่ควรปฏิบัติในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	✓	✓
ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	✓	✗
มาตรฐานการปฏิบัติในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	✓	✓

1.5 ดัชนีชี้วัดของงานวิจัย

1. จำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูลดลง
2. ค่า MTBF ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูเพิ่มขึ้น

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ใช้เป็นต้นแบบการปรับปรุงวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันกับเครื่องจักรกลุ่มอื่นๆ ได้
2. สามารถจัดทำคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงานสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูได้

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยและเทคนิคที่เกี่ยวข้องเพื่อประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้
   - ศึกษาเทคนิคการวิเคราะห์ทำไม - ทำไม (Why-Why Analysis)
   - ศึกษาค่า MTBF
   - ศึกษาวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
2. ศึกษาข้อมูลและหาสภาพปัจจุบันของเครื่องอัดรีดแบบสกรู
   - ศึกษาภาพรวมการทำงานในกระบวนการผลิตมาสเตอร์แบตช์ โดยเฉพาะในกระบวนการอัดรีดสีของโรงงานกรณีศึกษา
   - ศึกษาการทำงานและปัญหาของเครื่องอัดรีดแบบสกรู โดยนำข้อมูลจำนวนการขัดข้องและอาการขัดข้องจากการแจ้งซ่อมมาแยกตามระบบการทำงาน
   - ศึกษาภาพรวมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
3. วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจากจำนวนและอาการขัดข้องที่เคยเกิดขึ้นและจากการเข้าไปตรวจสอบการปฏิบัติงานจริงซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้
   - กิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่ครบถ้วน ซึ่งเกิดจากกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบเดิมไม่สอดคล้องกับอาการขัดข้องที่เคยเกิดขึ้น
   - ช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่เหมาะสมเกิดจากใน 1 ช่วง PM นั้นเกิดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบกสรูจำนวนมากและมีจำนวนที่แตกต่างกันในแต่ละระบบ
   - ยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ชัดเจน เนื่องจากวิธีการปฏิบัติงานของกิจกรรมในแต่ละครั้งของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นมีความแตกต่างกัน

4. หาแนวทางการปรับปรุงการบำรุงรักษาเครื่องอัดรีดแบบสกรู ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- วิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขในแต่ละอาการขัดข้อง โดยใช้เทคนิค ทำไม-ทำไม ซึ่งกิจกรรมที่ควรปฏิบัติในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้จากวิธีการแก้ไข

- กำหนดช่วงระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้นใหม่จากช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ของเครื่องอัดรีดแบบสกรู โดยแยกตามระบบการทำงาน จากนั้นสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

- กำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานในแต่ละกิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

5. การดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

- การจัดกำหนดการเครื่องจักร
- การจัดกำหนดการวันและเวลาที่ปฏิบัติ
- การจัดกำหนดการกำลังคน
- กำหนดการของการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

6. การวัดผลการปรับปรุงด้วยดัชนีชี้วัดความสำเร็จ

7. สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

8. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่สำคัญในอุตสาหกรรมการผลิต กรณีที่การบำรุงรักษาเครื่องจักรมีประสิทธิภาพต่ำจะส่งผลให้เครื่องจักรเกิดการขัดข้องและถ้าเครื่องจักรเกิดการขัดข้องบ่อยครั้งในระหว่างการผลิตจะทำให้สูญเสียโอกาสในการผลิตหรือบางครั้งทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าส่งให้ทันกำหนดตามที่ลูกค้าต้องการและยังทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่สูงขึ้นด้วย โรงงานขนาดย่อม (SMEs) มักขาดการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีข้อจำกัดในการจัดสรรงบประมาณให้กับการบำรุงรักษาเครื่องจักรซึ่งถ้าหากเครื่องจักรได้รับการบำรุงรักษาที่เหมาะสมแล้วจะช่วยลดปัญหาการเกิดการขัดข้องขณะใช้งานเครื่องจักรได้

หลายโรงงานมีการบำรุงรักษาอยู่แล้วแต่มักมีการจัดการที่ขาดประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นการไม่มีดัชนีชี้วัดผลงานในการปฏิบัติงาน การขาดการวางแผนที่ดีและเหมาะสมในการดำเนิน ฯลฯ กิจกรรมต่างๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อบริษัทในระยะยาว ดังนั้นโรงงานจึงจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงการปฏิบัติงานและการจัดการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง

การบำรุงรักษาเป็นการผสมผสานกันของการทำงานด้านเทคนิคและการจัดการเพื่อคงสภาพของอุปกรณ์หรือฟื้นฟูสภาพของอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานตลอดเวลา โดยที่การบำรุงรักษาไม่เพียงแต่เป็นงานทางด้านเทคนิคเพียงอย่างเดียวหรือเป็นการบำรุงรักษาที่ถูกวิธีและมีช่วงเวลาที่เหมาะสมเท่านั้นแต่จะต้องพิจารณาในด้านการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด มีต้นทุนในการดำเนินการที่น้อยลงและมีความปลอดภัยต่อบุคลากรที่ต้องเกี่ยวข้องในขณะปฏิบัติงานด้วย ซึ่งวัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา ได้แก่

1. เพื่อให้อุปกรณ์อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา
2. เพื่อแก้ไขซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุดให้กลับมาอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
3. เพื่อลดจำนวนหรือความถี่ของการขัดข้องเสียหาย
4. เพื่อลดต้นทุนโดยรวมในการบำรุงรักษาเครื่องจักร
5. เพื่อเพิ่มความไว้วางใจหรือความน่าเชื่อถือ (Reliability) ในการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องจักร
6. เพื่อลดจำนวนงานคงค้าง (Backlog)

โดยทั่วไปแล้วงานบำรุงรักษาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM) และการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance, BM) ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

งานบำรุงรักษาของการผลิตอาจนิยามได้ว่า“กิจกรรมทุกอย่างจำเป็นต่อการทำให้เครื่องจักร อุปกรณ์ อยู่ในสภาพที่สามารถทำงานได้ตามต้องการ” (จิตรา รู้กิจการพานิช, 2544) เป้าหมายของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance, PM) คือการลดต้นทุนโดยรวมของการตรวจสภาพ การซ่อมและลดการขัดข้องของเครื่องจักรให้น้อยที่สุด (Bart, Siluk, & Bart, 2014) ได้กล่าวไว้ว่าโดยทั่วไปนโยบายของการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่ได้ถูกกำหนดจากสภาพปัจจุบันของเครื่องจักรแต่ถูกกำหนดจากคำแนะนำของลูกค้าหรือตามความสะดวกสบายในการวางแผนจึงทำให้แผนการบำรุงรักษาที่ได้ไม่เหมาะสม การจัดทำแผนการบำรุงรักษาที่เหมาะสมนั้นควรกำหนดจากข้อมูลของสภาพปัจจุบันของเครื่องจักรซึ่งอาจแสดงได้ด้วยระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTBF) ต้นทุนของการบำรุงรักษาและผลของการเกิดการขัดข้อง เป็นต้น ถึงแม้ว่าเครื่องจักรจะถูกออกแบบมาให้ตรงกับลักษณะและรูปแบบการใช้งานแล้ว โดยทั่วไปเครื่องจักรนั้นย่อมมีการสึกหรอจากการใช้งานและสภาพแวดล้อมของการใช้งาน ดังนั้นการตรวจสภาพของเครื่องจักรตามช่วงระยะเวลา การซ่อมแซมและการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆที่เหมาะสมนั้นจะช่วยให้เครื่องจักรสามารถยืดอายุการใช้งานได้ การดำเนินการจะต้องทำในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบในการผลิตด้วย ดังนั้นกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจึงมีบทบาทที่สำคัญที่จะช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพก่อนเวลาอันควร ช่วยเพิ่มอายุการใช้งานและช่วยลดการสูญเสียที่เกิดจากการขัดข้องของเครื่องจักรได้

จุดมุ่งหมายหลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน คือการปรับปรุงอายุการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องจักรเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพและการด้อยสภาพก่อนเวลาอันควร โดยเป้าหมายของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ได้แก่

1. เพิ่มสภาพความพร้อมและความมั่นใจของการใช้งาน โดยลดเวลาและจำนวนการขัดข้องของเครื่องจักร
2. เพื่อให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้งานที่ส่งผลต่อคุณภาพของสินค้า
3. เพื่อยืดอายุการใช้งานของชิ้นส่วนในเครื่องจักร
4. เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัยจากการใช้เครื่องจักร
5. เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร
6. เพื่อสามารถวางแผนการใช้บุคลากรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นการบำรุงรักษาแบบมีการวางแผนล่วงหน้าเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพและยืดอายุการใช้งานของชิ้นส่วนของเครื่องจักร โดยการบำรุงรักษานี้เป็นกิจกรรมสำคัญที่จะช่วยรักษาสภาพของเครื่องจักรซึ่งจะช่วยลดการขัดข้องของเครื่องจักรได้ ทำให้เครื่องจักรมีความน่าเชื่อถือที่สูง การทำ PM นั้นจะมุ่งเน้นในการระบุหาสาเหตุของปัญหาและแก้ไขก่อนการเกิดการ

ขัดข้อง ซึ่งการทำ PM ที่มีความถี่มากขึ้นส่งผลให้อุปกรณ์นั้นยิ่งมีความเสียหายน้อยลงแต่อาจต้องใช้ต้นทุนที่สูงขึ้น ซึ่งการดำเนินการนั้นควรคำนึงถึงความคุ้มค่าในด้านต้นทุนด้วย โดยทั่วไปกิจกรรมหลักในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันประกอบไปการทำความสะอาด (Cleaning) การหล่อลื่น (Lubrication) การตรวจสภาพ (Inspection) การปรับแต่งและการเปลี่ยนชิ้นส่วน (Adjustment and Part Replacement) ซึ่ง 4 กิจกรรมหลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. การทำความสะอาดเครื่องจักรและบริเวณโดยรอบ (Cleaning)

การทำความสะอาดเครื่องจักรและบริเวณโดยรอบเป็นพื้นฐานที่สำคัญเป็นลำดับแรกๆ ของการเริ่มการปรับปรุงการบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยสาเหตุหนึ่งของปัญหาเครื่องจักร คือความสกปรก ดังนั้นกิจกรรมพื้นฐาน เช่น 5ส. จึงจำเป็นอย่างยิ่ง การทำ 5ส. นี้เป็นสิ่งที่บกบ่องถึงการจัดการของโรงงานซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงความน่าเชื่อถือของโรงงานและการปฏิบัติงานด้วย ความสำคัญของการทำความสะอาดเครื่องจักรและบริเวณโดยรอบ ได้แก่

- ในขณะทำความสะอาดพนักงานทำความสะอาดสามารถที่จะตรวจสอบสภาพของเครื่องจักรภายนอกได้ด้วยประสาทสัมผัส เช่น การมองเห็นสภาพของเครื่องจักร การได้ยินเสียงจากการสั่นสะเทือนของเครื่องจักร การได้กลิ่นที่ผิดปกติของเครื่องจักร ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสหรือจากเกจวัดอุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งการตรวจสอบเบื้องต้นนั้นเป็นการแก้ปัญหาเล็กน้อยก่อนที่จะลุกลามกลายเป็นปัญหาใหญ่ได้

- การขจัดฝุ่นและสิ่งสกปรกต่างๆ บนเครื่องจักรจะช่วยลดความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ เช่น การลื่นล้มจากสารหล่อลื่นที่หกบนพื้น การได้รับอุบัติเหตุจากการเก็บอุปกรณ์ การใช้งานไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย เป็นต้น

การที่จะทำให้การทำความสะอาดเครื่องจักรหรือโรงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นนั้นต้องมีการกำหนดหน้าที่ ความรับผิดชอบในการทำความสะอาดของเครื่องจักรและบริเวณภายในโรงงานของพนักงานในแต่ละพื้นที่ให้ชัดเจนเพื่อไม่ให้เกิดการเกี่ยงกันของหน้าที่ ซึ่งอาจจะเป็นหน้าที่ของฝ่ายผลิตหรือฝ่ายซ่อมบำรุงหรือทั้งสองฝ่ายและต้องมีการกำหนดนโยบายมาตรฐานของความสะอาดให้พนักงานสามารถเข้าใจและปฏิบัติได้ง่ายด้วย

2. การหล่อลื่น (Lubrication)

การหล่อลื่น (Lubrication) เป็นงานพื้นฐานที่ช่วยป้องกันการชำรุดและช่วยลดการสึกหรอของเครื่องจักรได้ วัสดุหล่อลื่นจะป้องกันไม่ให้ชิ้นส่วนเครื่องจักรสองชิ้นสัมผัสกันได้โดยตรงและยังสามารถป้องกันความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเสียดสีของชิ้นส่วนเครื่องจักรด้วย ซึ่งการทำการหล่อลื่นนั้นควรจะต้องทำการจัดให้มีระบบและแบบแผนที่ดีด้วยจึงจะทำให้เกิดประโยชน์ เช่น ลดความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรชำรุดเสียหาย ลดความสูญเสียทางทรัพยากรผลิตอันได้แก่ แรงงาน วัสดุและพลังงานที่ใช้ในการซ่อมบำรุงต่างๆ เป็นต้น

ในการดำเนินงานระบบหล่อลื่นนั้นควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น โดยต้องทำการศึกษา ประเภท ชนิด ปริมาณ ของสารหล่อลื่นจากคู่มือของเครื่องจักรหรือจากคำแนะนำของบริษัทที่มีความน่าเชื่อถือ ต้องมีการเทียบเคียงประเภทและชนิดของสารหล่อลื่นจากหลายๆ บริษัทผู้ผลิตเพื่อลดจำนวนผู้ผลิตและประเภทของสารหล่อลื่นให้น้อยที่สุดซึ่งจะช่วยให้เกิดความสะดวกในการซื้อและการจัดเก็บ ต้องมีการปรับปรุงวิธีการเติมสารหล่อลื่นให้เป็นวิธีที่สามารถปฏิบัติได้ง่ายและปลอดภัยในการทำงาน โดยเฉพาะการจัดทำให้เป็นระบบอัตโนมัติในการเติมสารหล่อลื่นซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ ต้องมีการทำระบบบันทึกการเติมสารหล่อลื่นให้เหมาะสม เพื่อที่จะมาสามารถตรวจสอบและเป็นข้อมูลอ้างอิงในการเติมสารหล่อลื่นครั้งต่อไปได้

3.การตรวจสภาพ (Inspection)

การตรวจสภาพของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นเพื่อที่จะสามารถค้นหาความบกพร่องหรืออาการที่เป็นสัญญาณเตือนของสิ่งผิดปกติของเครื่องจักรก่อนที่จะนำไปสู่การขัดข้องที่รุนแรงมากขึ้นของเครื่องจักรจนทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานหรือเกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานซึ่งผู้ปฏิบัติจดำเนินการตรวจเช็คทั้งภายนอกและภายในของเครื่อจักร โดยที่ภายนอกจะทำการตรวจเช็คด้วยการสังเกตและการใช้ความรู้สึกในการตรวจจับความผิดปกติ เช่น เสียงจากความผิดปกติ กลิ่นที่ผิดปกติ เป็นต้น ส่วนการตรวจสอบภายในสามารถดำเนินการด้วยการตรวจสอบชิ้นส่วนภายในของเครื่องจักรตามแผนที่กำหนด เช่น ตรวจสภาพสายพาน การสึกหรอของเกียร์ สีน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น ถ้าหากมีการตรวจเจอข้อบกพร่องผู้ดำเนินการต้องดำเนินการแก้ไขเบื้องต้นทันทีตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ บางครั้งการตรวจสภาพแค่ลักษณะภายนอกของเครื่องจักรนั้นอาจไม่เพียงพอต่อการทำให้ทราบถึงการเกิดข้อบกพร่องของเครื่องจักร ความจริงแล้วข้อบกพร่องอาจเกิดจากภายในเครื่องจักรจนลุกลามมาสู่ภายนอกได้ ซึ่งการตรวจสอบข้อบกพร่องภายในเครื่องจักรโดยละเอียดนั้นเป็นไปได้ยาก ดังนั้นจึงต้องหาวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจหรือใช้อุปกรณ์เสริมอื่นๆ ที่สามารถวัดค่าต่างๆ ของชิ้นส่วนภายในเพื่อที่จะบ่งบอกข้อบกพร่องภายในของเครื่องจักรได้

พื้นฐานของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้นอยู่กับสภาวะของการขัดข้องและสภาวะแวดล้อมที่ต้องได้รับการตรวจสอบแก้ไขเพื่อให้เข้าสู่สภาวะปกติ ในการปฏิบัติงานมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาและเข้าใจสาเหตุของการขัดข้องและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการขัดข้องของเครื่องจักรเป็นอย่างดีที่เรียกว่า “กลไกการขัดข้อง” ได้แก่

- สาเหตุของการขัดข้องของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ของเครื่องจักร
- ผลกระทบจากการขัดข้องของบางส่วนของเครื่องจักรที่มีผลต่อเครื่องจักรโดยรวมซึ่งสามารถกำหนดตามระดับของความรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นได้
- วิธีการตรวจพบอาการผิดปกติของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ของเครื่องจักร

นอกจากนี้แล้วสภาวะโดยรอบของการทำงานของเครื่องจักรก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเสียหายของเครื่องจักร เช่น อุณหภูมิโดยรอบ ความร้อน ความชื้น ผงฝุ่น สารเคมี เป็นต้น และสภาวะการทำงานของเครื่องจักร เช่น เงื่อนไขในการผลิตของเครื่องจักร วิธีการใช้งานเครื่องจักร เป็นต้น ดังนั้นพื้นฐานของงานบำรุงรักษาจึงขึ้นอยู่กับความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับกลไกของการขัดข้องและสภาวะการทำงานของของเครื่องจักรด้วย

4.การปรับแต่งและการเปลี่ยนชิ้นส่วน (Adjustment and Part Replacement)

ถึงแม้ว่าการใช้งานเครื่องจักรจะมีระบบหล่อลื่นหรือการตรวจสอบที่ดีเพียงใด ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการสึกหรอของชิ้นส่วนเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การปรับแต่งและการเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักรเป็นเรื่องที่จำเป็นซึ่งจะช่วยให้เครื่องเข้าสู่สภาวะปกติของเครื่องจักรได้ดีที่สุดและพร้อมที่จะทำงานในขอบเขตที่กำหนดของเครื่องจักร

การปรับแต่งเป็นวิธีที่ช่วยให้เครื่องจักรเข้าสู่สภาพปกติที่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามข้อกำหนด โดยต้องดำเนินการเมื่อมีการสึกหรอของชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ยังอยู่ในขีดจำกัดของการใช้งาน เมื่อวัสดุที่ทำให้ชิ้นส่วนเกิดความล้า (Fatigue) แต่ยังอยู่ในขีดความสามารถการทำงาน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนใหม่โดยเฉพาะส่วนที่ต้องมีการตั้งศูนย์ (Alignment) และระยะห่างระหว่างผิวสัมผัส (Clearance) ดังนั้นจึงต้องมีการปรับแต่งเพื่อให้เครื่องจักรอยู่ในขอบเขตที่กำหนด

การเปลี่ยนชิ้นส่วนเป็นวิธีที่ช่วยให้เครื่องจักรเข้าสู่สภาพปกติเช่นเดียวกับการปรับแต่งซึ่งจะมีการดำเนินการในกรณีที่เมื่อชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ของเครื่องจักรเกิดการสึกหรอจนเกินขีดความสามารถ ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์เครื่องจักรมีอายุการใช้งานเกินกำหนดหรือเกิดการชำรุดจนไม่สามารถใช้งานได้และชิ้นส่วนมีอายุการใช้งานใกล้เคียงกับที่กำหนดเวลาใช้งาน โดยในการเปลี่ยนชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ของเครื่องจักรนั้นควรดำเนินการในโอกาสที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องที่ต้องหยุดทันทีหรือเครื่องจักรทำการหยุดจากการซ่อมใหญ่ (Overhaul) ซึ่งจะช่วยให้เกิดความคุ้มค่าในการหยุดเพื่อเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักร

ถ้าความถี่ของการเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องจักรที่บ่อยเกินไปอาจทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น ในทางกลับกันถ้าความถี่ของการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่น้อยเกินไปก็อาจจะทำให้เกิดการสูญเสียที่เกิดจากการขัดข้องได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องมีการศึกษาเพื่อหาความถี่หรือช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมของการเปลี่ยนชิ้นส่วน ซึ่งต้องมีการใช้สถิติจากข้อมูลเก่าเพื่อนำมาวิเคราะห์หาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม ในการเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักรนั้นยังขึ้นอยู่กับงบประมาณของแผนกซ่อมบำรุงและการตัดสินใจของผู้จัดการแผนกซ่อมบำรุงหรือผู้บริหารอีกด้วย ดังนั้นการประมาณค่าใช่จ่ายในการบำรุงรักษาล่วงหน้าจึงมีผลต่อการจัดงบประมาณของผู้บริหารและมีผลต่อเนื่องมายังประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วย

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ได้แก่

1. ควรมีการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ให้เป็นระบบ โดยเฉพาะการจัดเก็บประวัติการซ่อมเครื่องจักรซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญและจะเป็นข้อมูลที่ช่วยสนับสนุนการวางแผนการบำรุงรักษาในอนาคตได้

2. ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันควรมีการวางแผนล่วงหน้าซึ่งอาจใช้ข้อมูลจากประวัติการบำรุงรักษาในอดีตและควรมีการระบุรายละเอียดในแต่ละกิจกรรมให้ชัดเจน

3. การทำให้บุคลากรมีความเข้าใจอย่างถูกวิธีในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญ โดยที่บุคลากรในการปฏิบัติงานควรได้รับการฝึกอบรมขั้นตอนในการบำรุงรักษาในแต่ละกิจกรรมอย่างถูกต้องและเป็นระบบ

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันในแต่ละบริษัทจะมีการดำเนินการที่แตกต่างกันไปซึ่งจะต้องนำความรู้พื้นฐานของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมในแต่ละประเภทของอุตสาหกรรมด้วย

(ธนพร วรวาส, 2556) ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องพลาสมา โดยได้ทำการเลือกเครื่องจักรที่มีการขัดข้องมากที่สุด คือเครื่องพลาสมามาเป็นเครื่องจักรกรณีศึกษา จากนั้นนำข้อมูลการขัดข้องของเครื่องพลาสมามาวิเคราะห์หาอายุการใช้งานเฉลี่ยเพื่อกำหนดในแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน โดยได้มีการทำแผนการบำรุงรักษา เป็นรายวัน รายเดือน รายหกเดือนและรายปี ซึ่งในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นจะมีการกำหนดมาตรฐานของการทำความสะอาด การตรวจสภาพ การปรับแต่งชิ้นส่วนอุปกรณ์และการเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ ภายหลังการปรับปรุงพบว่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (MTBF) เพิ่มขึ้นจาก 26.80 ชั่วโมงเป็น 115.80 ชั่งโมงและระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อม (MTTR) ลดลงจาก 6.80 ชั่งโมง เหลือ 3.20 ชั่วโมง

(ภัททรียา กิตติเจริญเกียรติ, 2547) ได้ทำการศึกษาหาแนวทางการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานผลิตตัวเก็บประจุ โดยทำการปรับปรุงเครื่อง Pressing จากการวิเคราะห์การขัดข้องของเครื่องจักร สามารถแบ่งประเภทการขัดข้องของเครื่องจักรเป็น 5 ประเภทคือ 1) การเสื่อมสภาพของเครื่องจักร 2) การขาดการบำรุงรักษาอย่างถูกต้อง 3) วิธีการซ่อมเครื่องจักรที่ไม่ถูกต้อง 4) การใช้งานเครื่องจักรที่ไม่ถูกต้องและ 5) การออกแบบเครื่องจักรที่บกพร่อง โดยยังสามารถแบ่งชนิดของเหตุขัดข้องเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ เหตุขัดข้องเนื่องจากการเสื่อมสภาพและเหตุขัดข้องอย่างปัจจุบันทันด่วนเพื่อกำหนดหัวข้อในการบำรุงรักษาของชิ้นส่วนอุปกรณ์และทำแผนการบำรุงรักษา ภายหลังการปรับปรุงพบว่าอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรลดลงจาก 10.77% เหลือ 4.33% ในระยะเวลา 4 เดือน

(ดนัย สาหร่ายทอง, 2543) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการวิเคราะห์สาเหตุของการขัดข้องของเครื่องจักรในโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยได้ทำการปรับปรุงโดยการวิเคราะห์เหตุขัดข้องของเครื่องจักร ได้ทำการจัดระเบียบการขัดข้อง หาวิธีการปรับปรุงการขัดข้องเหล่านั้นให้ดีขึ้น เมื่อได้วิธีการปรับปรุงแล้วจึงนำสิ่งเหล่านี้มาสร้างเป็นแผนการปฏิบัติงานในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งสามารถแบ่งช่วงของการปฏิบัติออกเป็นทุก 500, 1,000 และ 2,000 ชั่วโมง ผลการปรับปรุงพบว่าเครื่องเจียรนัยผิวนอกอัตโนมัติมีระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้องเพิ่มขึ้น 10,610.33 นาทีและ 6,469.75 นาที เครื่องเจียรนัยผิวในอัตโนมัติมีระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้องเพิ่มขึ้น 8,452.50 นาทีและ 6,658.38 นาที และเครื่องกลึงอัตโนมัติมีระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้องเฉพาะสายการผลิต B เพิ่มขึ้น 4,183 นาที

2.3 การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง

การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance, BM) เป็นการซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุด การบำรุงรักษาวิธีนี้ถือได้ว่าเป็นแนวความคิดดั้งเดิมในการบำรุงรักษาและเหมาะสำหรับเครื่องจักรที่มีความซับซ้อนน้อยและมีชิ้นส่วนอะไหล่พร้อมอยู่เสมอหรือสามารถสั่งซื้อได้อย่างทันทีทันใด อีกทั้งเป็นการซ่อมบำรุงรักษาที่มีค่าใช้จ่ายน้อยแต่อาจส่งผลต่อกระบวนการผลิตได้กรณีถ้าเกิดการขัดข้องจำนวนมาก การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้องสามารถแยกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่

1. การซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องแบบไม่มีการวางแผน: เป็นการบำรุงรักษาที่เมื่อเกิดการขัดข้องของชิ้นส่วนของเครื่องจักรแล้วต้องทำการหยุดเครื่องจักรเพื่อซ่อมให้แล้วเสร็จในทันทีหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการบำรุงรักษาแบบฉุกเฉิน (Emergency Maintenance) ยกตัวอย่างเช่น สายพานที่ขาดทันทีทำให้เครื่องจักรต้องหยุดผลิต อุณหภูมิที่ใช้การผลิตไม่ตรงตามเงื่อนไขที่ระบุไว้เป็นต้น ในกรณีถ้าผู้ปฏิบัติงานไม่ทำการหยุดเครื่องจักรในการผลิตอาจทำให้เกิดของเสียได้จึงต้องทำการหยุดเครื่องจักรเพื่อให้ฝ่ายซ่อมบำรุงได้ดำเนินการแก้ไขโดยด่วน การบำรุงรักษาแบบนี้ที่มากเกินไปอาจทำให้การผลิตเกิดการหยุดชะงักบ่อยมากขึ้น ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการสูญเสียโอกาสที่จะผลิตสินค้าไม่ทันตามกำหนดและทำให้เกิดการสูญเสียรายได้จากการผลิตด้วย ดังนั้นจึงควรปรับปรุงและหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อที่จะลดการเกิดการขัดข้องให้น้อยที่สุด

2. การซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องแบบมีการวางแผน: เป็นการบำรุงรักษาที่เมื่อเกิดการขัดข้องของชิ้นส่วนของเครื่องจักรแล้วแต่ยังสามารถทำการผลิตต่อได้หรือที่เรียกว่าการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance) ซึ่งเกิดจากการที่เมื่อช่างซ่อมบำรุงได้รับแจ้งว่าเครื่องจักรเกิดการ

ขัดข้อง เมื่อพิจารณาแล้วว่าการขัดข้องที่เกิดขึ้นนั้นสามารถเลื่อนการซ่อมออกไปได้ เมื่อสามารถเลื่อนการซ่อมออกไปได้จะต้องทำการประสานงานกับฝ่ายผลิตเพื่อวางแผนในการแก้ไข ซึ่งเวลาที่ใช้ในการแก้ไขนี้ขึ้นอยู่กับการประเมินความเสียหายและการตัดสินใจของทั้งสองฝ่าย เช่น พนักงานประจำเครื่องได้ยินเสียงผิดปกติบริเวณภายในห้องเกียร์ของเครื่องจักร หลังจากที่ฝ่ายซ่อมบำรุงตรวจสอบจึงพบว่าลูกปืนเกิดการสึกหรอและฝ่ายซ่อมบำรุงทำการประเมินเบื้องต้นแล้วว่าสามารถผลิตงานต่อได้จนเสร็จออเดอร์จึงไม่ต้องซ่อมในทันที จากนั้นฝ่ายบำรุงรักษาจึงต้องทำการวางแผนเพื่อขอหยุดเพื่อซ่อมเครื่องจักรในโอกาสที่เหมาะสมต่อไป ดังนั้นการบำรุงรักษาประเภทนี้จึงดีกว่าการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องแบบไม่มีการวางแผนเนื่องจากสามารถวิเคราะห์การแก้ไขล่วงหน้าและสามารถวางแผนเกี่ยวกับผู้ปฏิบัติ อะไหล่สำรอง วันและเวลาการซ่อมได้ ทำให้เกิดการสูญเสียที่น้อยลงลดลง

(นาวาตรีพรหมศร เฮ่ประโคน, 2555) ได้ทำการปรับปรุงการบำรุงรักษาเครื่องจักรเย็บผ้าโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปซึ่งมีจักร 3 ประเภท ได้แก่ จักรเย็บ จักรลาและจักรโพ้ง โดยเริ่มจากการวิเคราะห์หาสาเหตุจากองค์ประกอบ 4 ด้านของระบบการบำรุงรักษา ได้แก่ คน เครื่องจักร แผนงานและวิธีการ โดยใช้หลักการบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อมซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- รวบรวมข้อมูลการเกิดการขัดข้องในอดีต
- รวบรวมสาเหตุและการแก้ไขที่ทำให้เกิดแต่ละอาการ โดยใช้ข้อมูลจากคู่มือและประสบการณ์ของพนักงาน
- จัดทำคู่มือแก้ไขอาการขัดข้องและวิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction)
- สร้างแผนผังการไหลของงานในการบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อม
- เตรียมอะไหล่ให้พร้อมสำหรับการบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อมและอบรมการปฏิบัติงานให้กับพนักงาน

หลังการปรับปรุงพบว่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้องของจักรเย็บ จักรลาและจักรโพ้งเพิ่มขึ้นจาก 15.3, 113.09 และ 45.01 นาที/ครั้ง เป็น 50.40, 203.26 และ 93.71 นาที/ครั้ง ซึ่งคิดเป็น 229.39%, 79.74% และ 108.19% ตามลำดับ

2.4 ดัชนีวัดผลในงานบำรุงรักษา

2.4.1. จำนวนการขัดข้องของเครื่องจักร (Number of Failures)

จำนวนการขัดข้องของเครื่องจักรคือจำนวนครั้งที่ทำให้เครื่องจักรหยุดผลิตและไม่สามารถผลิตต่อไปได้จากสาเหตุการขัดข้องหรือผิดปกติของบางชิ้นส่วนของเครื่องจักรซึ่งค่านี้มีผลต่อค่า MTBF การลดจำนวนการขัดข้องของเครื่องจักรนั้นจะทำให้ค่า MTBF เพิ่มขึ้น

ประเภทของการชำรุดของอุปกรณ์ของเครื่องจักรสามารถแบ่งได้ 4 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 2.1 โดยแยกตามโอกาสในการชำรุดและการเสื่อมสภาพซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- มีโอกาสชำรุดไม่แน่นอน: การจะชำรุดไม่ขึ้นอยู่กับอายุการใช้งาน อาจจะชำรุดเมื่อไหร่ก็ได้ เราไม่สามารถคาดคะเนหรือประมาณอายุการใช้งานได้
- มีโอกาสชำรุดแน่นอน: เมื่ออายุการใช้งานถึงจุดๆ หนึ่ง จะมีโอกาสชำรุดสูง เราสามารถคาดคะเนหรือประมาณอายุการใช้งานได้
- ค่อยๆ เสื่อมสภาพ: มีระยะเวลาในการพัฒนาตัวของการเสื่อมสภาพ โดยจะแสดงอาการก่อน เช่น มีความร้อนที่สูง มีการสั่นหรือเสียงดังผิดปกติ เป็นต้น ซึ่งระยะเวลาที่แสดงอาการนั้นอาจจะสั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสิ่งของนั้นๆ ชิ้นส่วนประเภทนี้เราสามารถตรวจสอบความผิดปกติได้ก่อนที่ชิ้นส่วนนั้นจะเกิดการชำรุด
- เสื่อมสภาพทันทีทันใด: ไม่มีเวลาในการพัฒนาตัวของการเสื่อมสภาพชิ้นส่วนประเภทนี้จะชำรุดทันทีโดยไม่แสดงอาการ

ตารางที่ 2.1 ประเภทการชำรุดของอุปกรณ์ของเครื่องจักร

	ค่อยๆ เสื่อมสภาพ	เสื่อมสภาพทันทีทันใด
มีโอกาสชำรุดไม่แน่นอน	ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2
มีโอกาสชำรุดแน่นอน	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้น การชำรุดในแต่ละประเภทสามารถสรุปได้ดังนี้

ประเภทที่ 1: ไม่สามารถประมาณอายุการใช้งานได้แต่แสดงอาการก่อนการเสื่อมสภาพ

ประเภทที่ 2: ไม่สามารถประมาณอายุการใช้งานได้และไม่แสดงอาการการเสื่อมสภาพ

ประเภทที่ 3: สามารถประมาณอายุการใช้งานได้และแสดงอาการก่อนกาเสื่อมสภาพ

ประเภทที่ 4: สามารถประมาณอายุการใช้งานได้แต่ไม่แสดงอาการการเสื่อมสภาพ

เมื่อทราบประเภทของการชำรุดของอุปกรณ์แล้วจึงสามารถนำไปใช้กับการวางแผนต่างๆ ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อไปได้

2.4.2. ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (Mean Time Between Failure: MTBF)

ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักรหมายถึงช่วงระยะเวลาเฉลี่ยที่เครื่องจักรสามารถใช้งานได้แล้วจะพบการขัดข้อง 1 ครั้ง โดยถ้าตัวเลขมีค่า MTBF น้อยแสดงว่าเครื่องจักรเกิดการชำรุดเสียหายบ่อยและเป็นเครื่องจักรที่ขาดความน่าเชื่อถือ สำหรับเครื่องจักรที่มีค่า MTBF มากแสดงว่าเครื่องจักรมีการชำรุดขัดข้องไม่บ่อย ซึ่งจะทำให้เกิดความมั่นใจในการใช้งานของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักร การมีการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ดีนั้นทำให้ค่า MTBF มีค่ามากขึ้น สามารถคำนวณค่า MTBF ได้จากสมการที่ 1

$$MTBF = \frac{\text{Operating time}}{\text{Number of Failures}} \qquad (1)$$

โดยที่

MTBF	=	ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง
Operating time	=	เวลาที่เครื่องจักรสามารถใช้งานได้
Number of Failures	=	จำนวนครั้งที่เกิดเหตุขัดข้อง

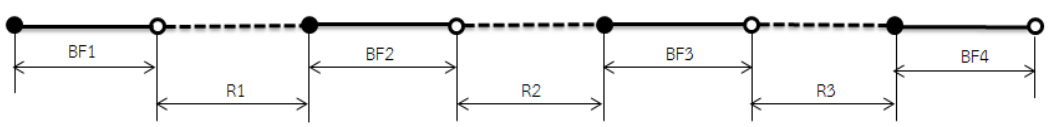
2.4.3. ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อม (Mean Time To Repair: MTTR)

ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการซ่อมเป็นดัชนีที่ใช้แสดงความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรเช่นกันโดยได้แสดงถึงความสามารถในการซ่อมเครื่องจักรจากการขัดข้องให้สามารถกลับมาใช้งาน โดยเป็นค่าของช่วงมาตรฐานระยะเวลาเฉลี่ยของการเข้าไปซ่อมเครื่องจักรต่อครั้ง สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$MTTR = \frac{\text{Total Repaired Time}}{\text{Number of Failures}} \qquad (2)$$

โดยที่

MTTR	=	ช่วงระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการซ่อม
Total Repaired Time	=	เวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร
Number of failures	=	จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเกิดการชำรุด



● คือ สภาพเครื่องจักรที่พร้อมใช้งาน

o คือ เครื่องจักรหยุดผลิตจากการขัดข้อง

——— คือ ระยะเวลาที่เครื่องจักรใช้งานได้

---------- คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร

n คือ จำนวนครั้ง

$$\text{MTBF} = \frac{\sum_{i=1}^{n} BFi}{n}$$

$$\text{MTBF} = \frac{BF1+BF2+BF3+BF4}{4}$$

$$\text{MTTR} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ri}{n}$$

$$\text{MTTR} = \frac{R1+R2+R3}{3}$$

รูปที่ 2.1 วิธีการคำนวณ MTBF และ MTTR (ธานี อ่วมอ้อ, 2547)

จากรูปที่ 2.1 เป็นวิธีการคำนวณหาค่า MTBF และค่า MTTR ซึ่งในการเพิ่มความพร้อมการใช้งานของเครื่องจักรสามารถทำได้ด้วยการเพิ่มค่า MTBF หรือลดค่า MTTR ซึ่งการปรับปรุงนั้นจำเป็นต้องเข้าใจขั้นตอนของการแจ้งซ่อมของโรงงานเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้องด้วย

2.4.3 ความพร้อมใช้งาน (Availability: A)

ความพร้อมใช้งานเป็นค่าแสดงให้เห็นถึงความพร้อมของเครื่องจักรสำหรับการผลิต สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$\text{Availability (\%)} = \frac{\text{Operating Time} \times 100}{\text{Loading Time}} \qquad (3)$$

โดยที่

Availability	=	ค่าความพร้อมใช้งาน
Operating Time	=	เวลาที่เครื่องจักรสามารถใช้งานได้
Loading Time	=	เวลารับภาระงาน

ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่า Availability, MTBF และ MTTR ได้จากสมการที่ 4 ดังนี้

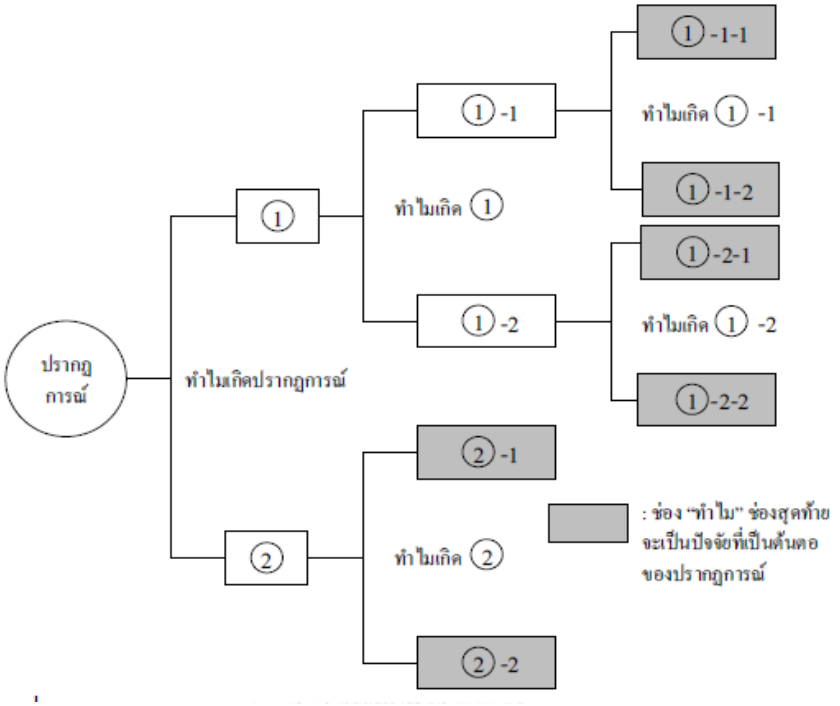
$$\text{Availability (\%)} = \frac{(\text{MTBF} - \text{MTTR}) \times 100}{\text{MTBF}} \qquad (4)$$

2.5 เทคนิคการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม

เทคนิคการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดปรากการณ์อย่างเป็นระบบ โดยการถาม “ทำไม” จนกว่าจะค้นพบสาเหตุของปัญหา จากรูปที่ 2.2 เป็นการอธิบายวิธีวิเคราะห์เพื่อค้นหาสาเหตุ เมื่อได้ปัจจัยที่เป็นต้นตอของปรากฏการณ์แล้วจึงนำมาหามาตรการในการแก้ไข

การใช้งานเทคนิคการวิเคราะห์ ทำไม-ทำไม

1. จัดตั้งทีมในการแก้ปัญหา
2. กำหนดหัวข้อเรื่องที่จะนำมาปรับปรุงแก้ไข
3. สำรวจความจริงของสภาพที่เป็นอยู่ของปัญหาทั้งในด้านสถิติและการไปสำรวจพื้นที่จริงที่เกิดปัญหา
4. สมาชิกในทีมตั้งคำถามว่า “ทำไม” ถ้าหากคำตอบสามารถอธิบายสาเหตุของการเกิดปัญหาได้ให้เขียนคำตอบลงในช่อง “ทำไม”
5. ถ้าหากคำตอบในขั้นตอนที่ 4 ไม่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้จะต้องกลับไปทำขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ซ้ำจนกว่าจะพบสาเหตุหรือปัจจัยที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่มาตรการการแก้ปัญหาหรือป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำอีก
6. ถ้าหากคำตอบในขั้นตอนที่ 4 สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ให้สมาชิกในทีมลงความเห็นและยืนยันความถูกต้องของคำตอบ
7. สมาชิกในทีมเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาและดำเนินการแก้ไขตามแนวทางที่เสนอไว้
8. ตรวจสอบว่าวิธีการแก้ปัญหาได้ผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่



รูปที่ 2.2 แผนภูมิอธิบายวิธีการคิดแบบการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม
(ฮิโตชิ โอกุระ แปลโดย วิเชียร เบญจวัฒนาผลและสมชัย อัครทิวา, 2545)

(รัฐกร อุดมสุข, 2553) ได้มีการทำงานวิจัยการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม เพื่อวิเคราะห์อาการขัดข้องและหามาตรการแก้ไขของปัญหา ภายหลังการนำมาตรการแก้ไขไปใช้พบว่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้องในสายงานวิกฤตเพิ่มขึ้นจาก 94:18 ชั่วโมง เป็น 119:48 ชั่วโมง

(Benjamin, Marathamuthu, & Murugaiah, 2015) ได้นำเทคนิคการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม มาใช้ในการหาสาเหตุต้นตอของปัญหาในการผลิตในโรงงานผลิตบาเรล (Barrel) เพื่อลดและกำจัดความสูญเสียที่เกิดจากลดความเร็วการผลิต (Speed Loss) โดยมีขั้นตอนการเลือกและวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เก็บข้อมูลจากการเฝ้าสังเกต โดยการใช้ข้อมูลจากเอกสารที่มี การเก็บข้อมูล การสัมภาษณ์และการบันทึกวีดีโอ

2. วิเคราะห์ Speed Loss ที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่ได้โดยการใช้แผนภาพพาเรโต พบว่าที่สายการผลิตสุดท้ายมี Speed Loss มากที่สุด

3. หาสาเหตุของการเกิด Speed Loss โดยใช้การวิเคราะห์ ทำไม-ทำไม

4. หาวิธีแก้ไขที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่สามารถลดหรือกำจัด Speed Loss โดยใช้แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram)

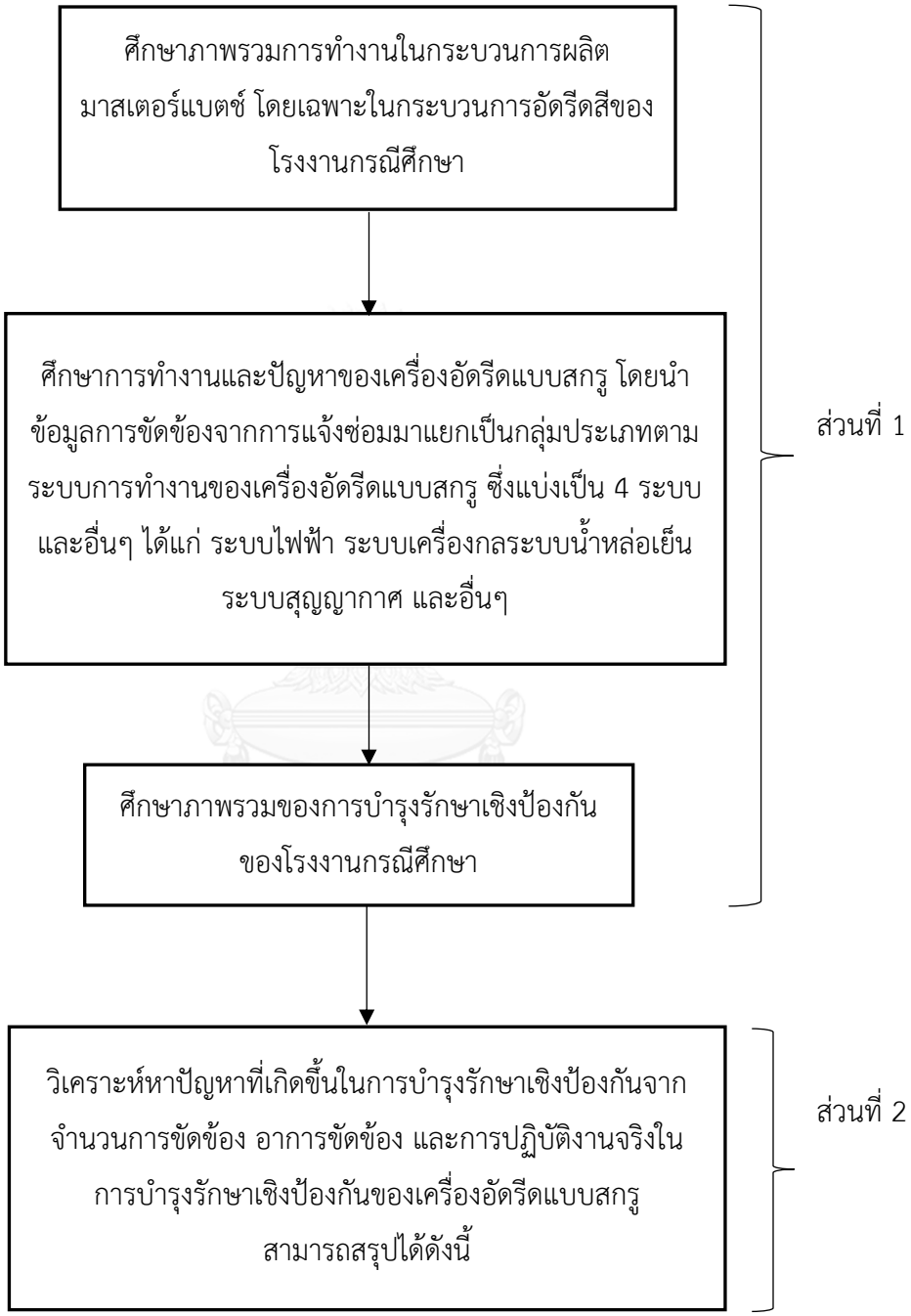
5. จากข้อ 4 สร้างตารางต้นทุนและความยากง่ายของการแก้ไขโดยจะเลือกวิธีการที่ง่ายที่สุดและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

หลังจากการปรับปรุงพบว่าสามารถลดต้นทุนที่เกิดจากความสูญเสียที่เกิดจากลดความเร็วการผลิตเป็นมูลค่า USD 32,811.50 ต่อปี

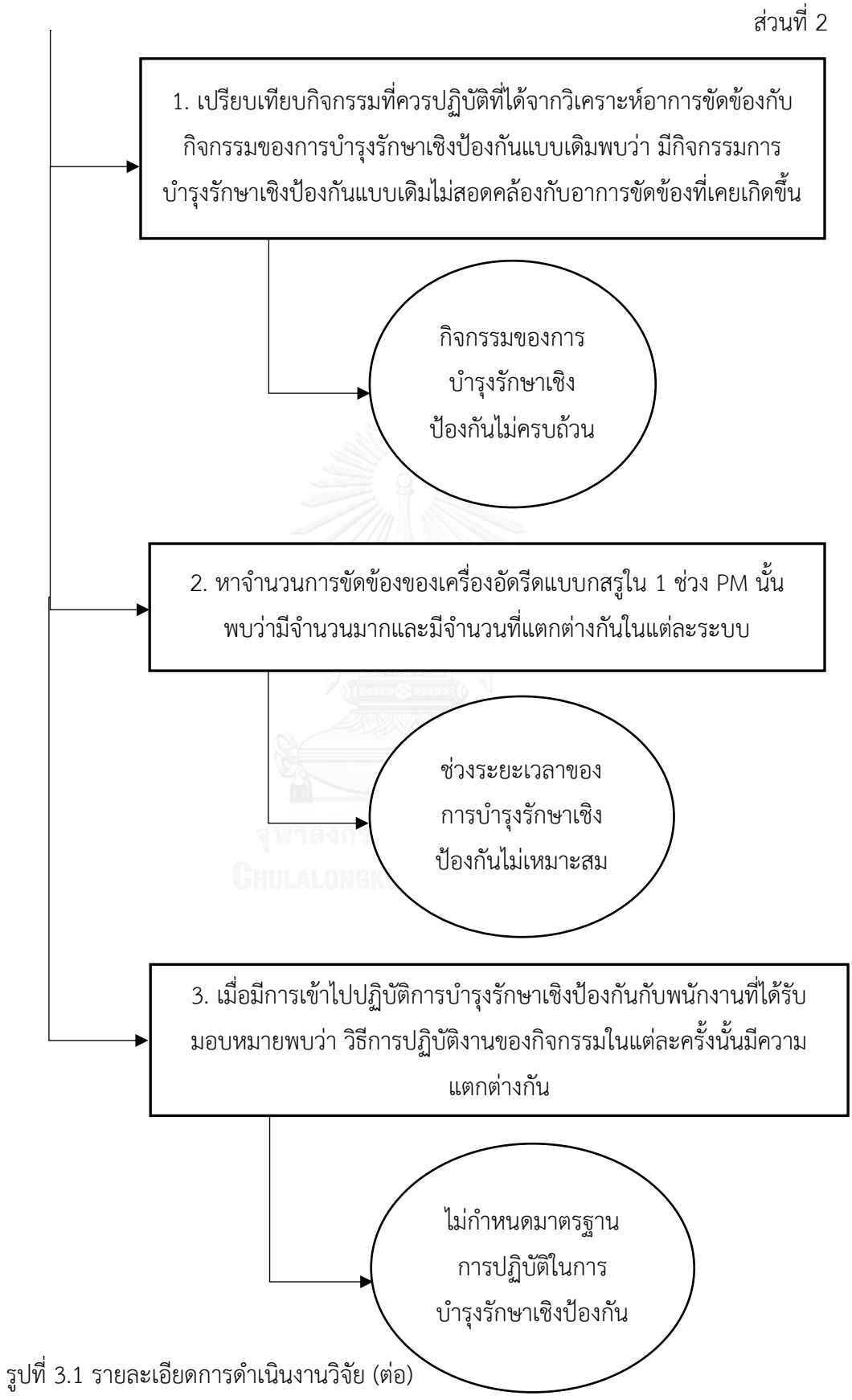
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัย

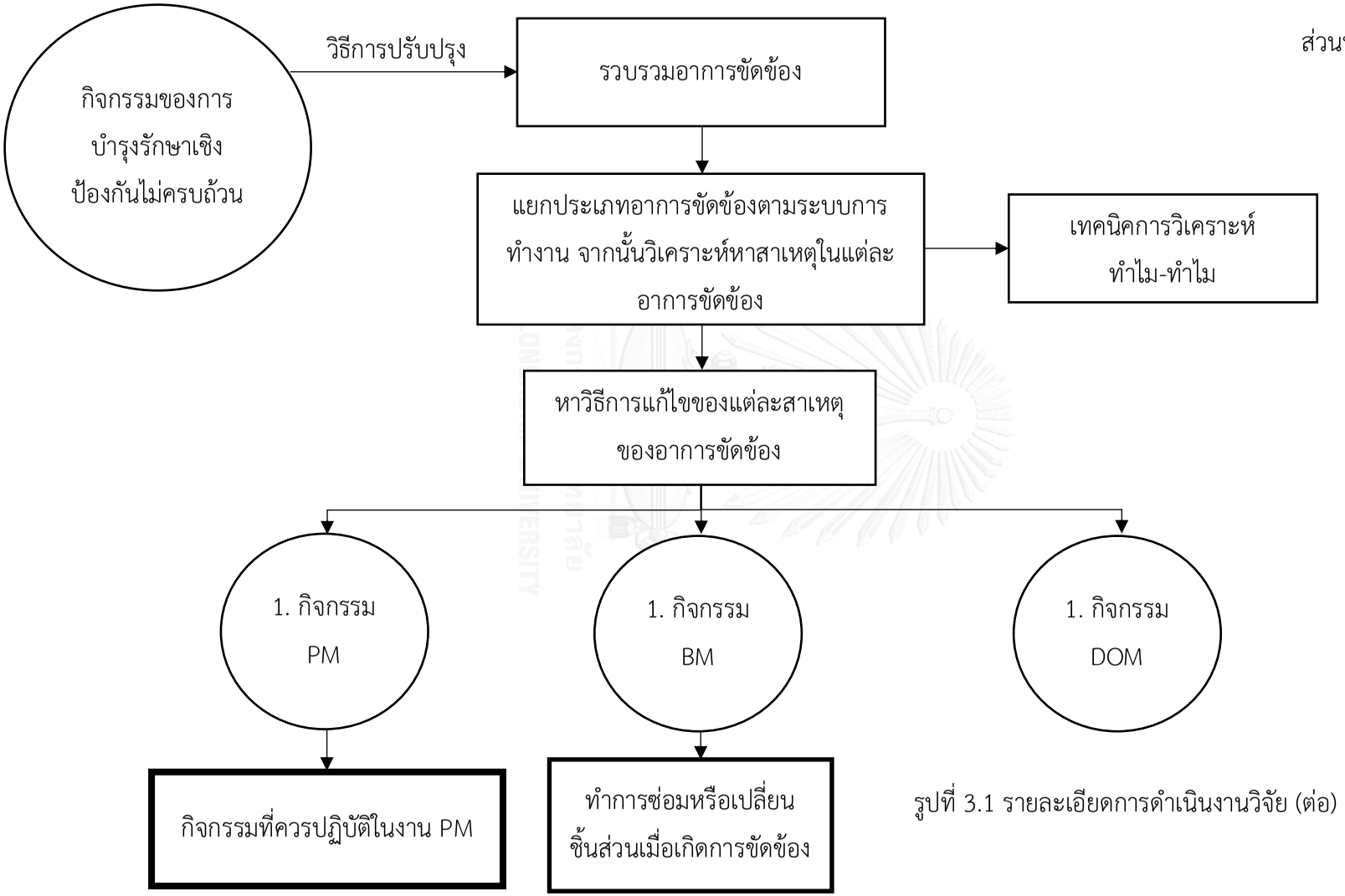
ระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัยประกอบไปด้วย 6 ส่วน ซึ่งสรุปภาพรวมดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 รายละเอียดการดำเนินงานวิจัย

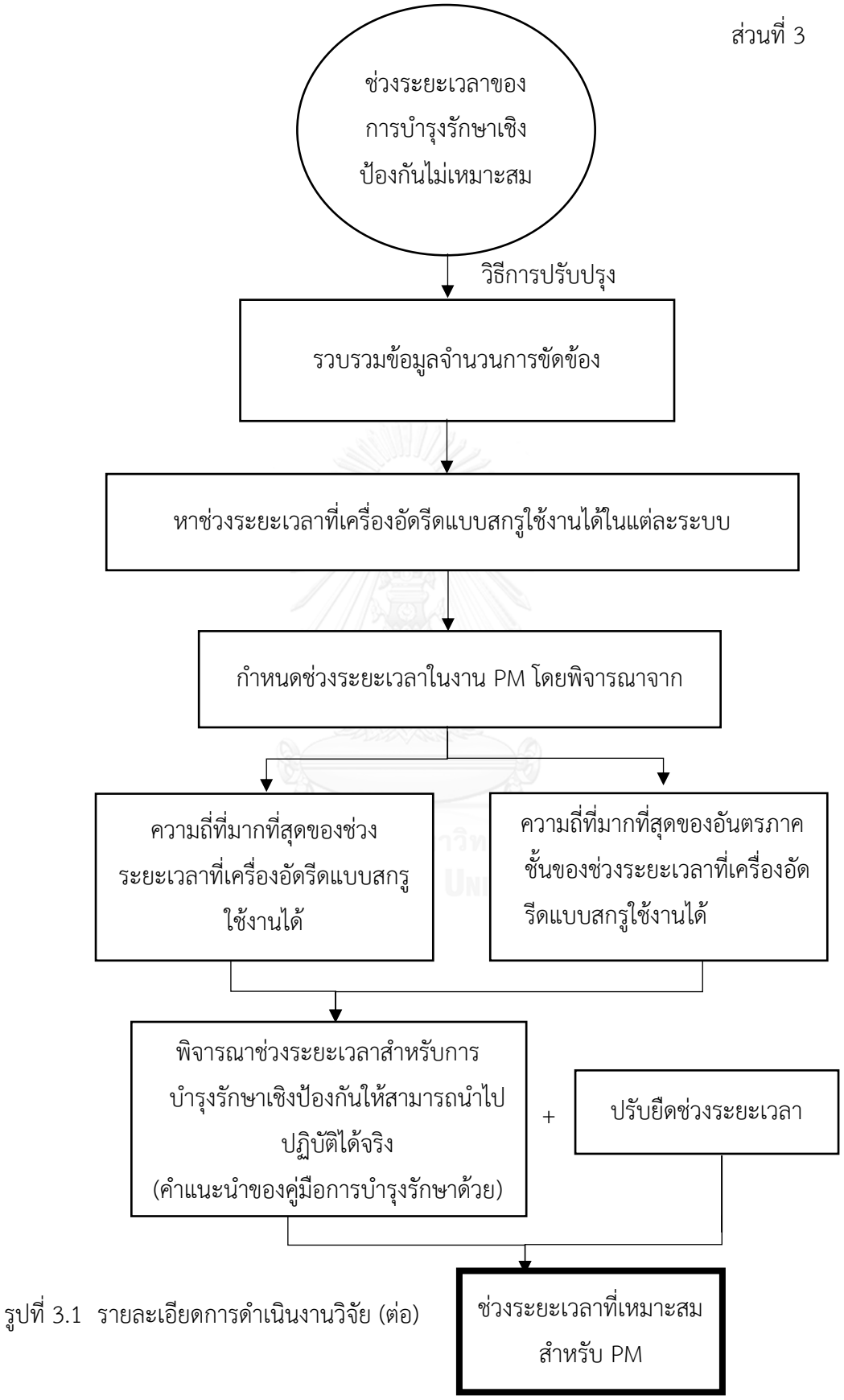


รูปที่ 3.1 รายละเอียดการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)



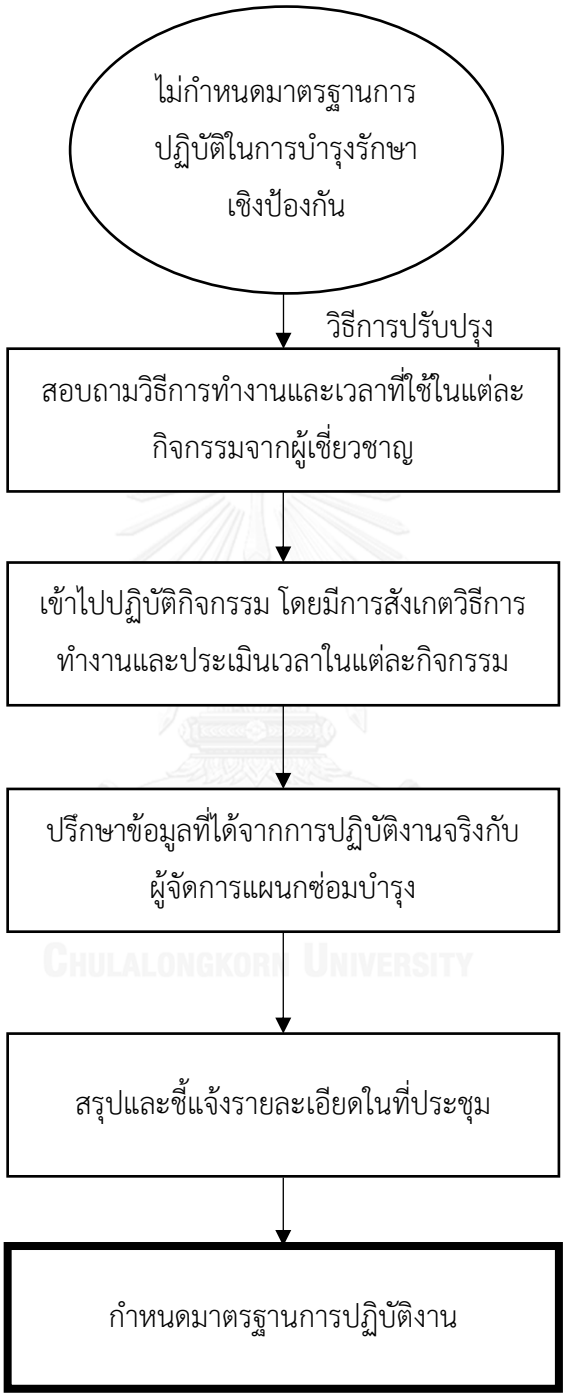
รูปที่ 3.1 รายละเอียดการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ส่วนที่ 3

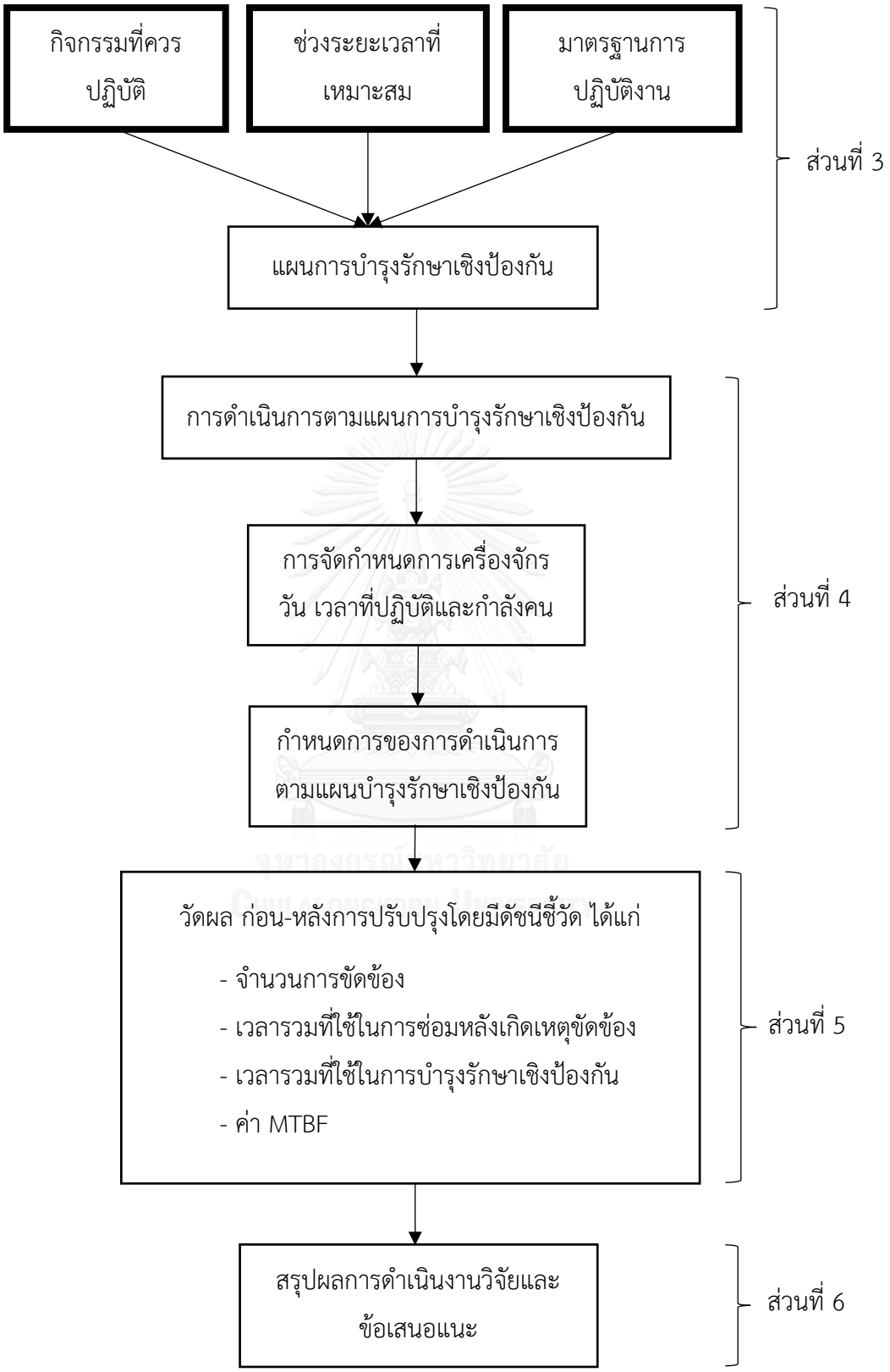


รูปที่ 3.1 รายละเอียดการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

ส่วนที่ 3



รูปที่ 3.1 รายละเอียดการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)



รูปที่ 3.1 รายละเอียดการดำเนินงานวิจัย (ต่อ)

รายละเอียดระเบียบวิธีการดำเนินงานวิจัยทั้ง 6 ส่วน สามารถอธิบายได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานในการผลิตมาสเตอร์แบตช์ โดยเฉพาะขั้นตอนในกระบวนการอัดรีดสีของโรงงานกรณีศึกษา จากนั้นจะศึกษาการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้นของเครื่องอัดรีดแบบสกรูซึ่งเป็นเครื่องจักรหลักในกระบวนการอัดรีดสี โดยได้รวบรวมจำนวนการขัดข้องและอาการขัดข้องตั้งแต่มีนาคม 2558 ถึง สิงหาคม 2558 โดยแยกประเภทของการขัดข้องตามระบบการทำงานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ระบบและอื่นๆ ได้แก่ 1) ระบบไฟฟ้า 2) ระบบเครื่องกล 3) ระบบน้ำหล่อเย็น 4) ระบบสุญญากาศ และอื่นๆ และมีการศึกษาการวิธีการบำรุงรักษาเครื่องอัดรีดแบบสกรู โดยศึกษาการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรและการทำกิจกรรมในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์และระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้

ส่วนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ปัญหาของเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่เกิดขึ้นในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันจากข้อมูลการขัดข้อง อาการขัดข้องและการตรวจสอบการปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันจริง สามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ได้แก่

- เมื่อมีการเปรียบเทียบระหว่างกิจกรรมที่ควรปฏิบัติที่ได้จากวิเคราะห์อาการขัดข้องกับกิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบเดิม พบว่ากิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบเดิมไม่สอดคล้องกับอาการขัดข้องที่เคยเกิดขึ้น จึงสรุปได้ว่ากิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่ครบถ้วน
- ใน 1 ช่วง PM นั้นเกิดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบกสรูจำนวนมากและมีจำนวนที่แตกต่างกันในแต่ละระบบ ทำให้สรุปได้ว่าช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่เหมาะสม
- เมื่อมีการเข้าไปปฏิบัติการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกับพนักงานที่ได้รับมอบหมายพบว่าวิธีการปฏิบัติงานของกิจกรรมในแต่ละครั้งมีความแตกต่างกันทำให้สรุปได้ว่ายังไม่มีการกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ชัดเจน

ส่วนที่ 3 เป็นการหาวิธีการปรับปรุงปัญหาที่เกิดขึ้นในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งวิธีการปรับปรุงในแต่ละปัญหาสรุปได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วิธีการปรับปรุงในแต่ละปัญหาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ปัญหา	เทคนิคสำคัญที่ใช้	วิธีการปรับปรุง
กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่สอดคล้องกับการขัดข้องที่เคยเกิดขึ้น	การวิเคราะห์ทำไม-ทำไม	- รวมรวบอาการขัดข้อง - แยกประเภทอาการขัดข้องตามระบบทำงานของเครื่องอัดรีดแบบสกรู - วิเคราะห์หาสาเหตุปัญหา - หาวิธีการแก้ไขในแต่ละสาเหตุ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 แนวทางได้แก่ การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องและการออกแบบเพื่อไม่ต้องทำการบำรุงรักษา
ช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่เหมาะสม	ช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้	- รวมรวบจำนวนและวันที่ของการเกิดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูโดยแยกตามระบบการทำงาน - หาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในแต่ละระบบ - กำหนดช่วงระยะเวลาสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจากความถี่ที่มากที่สุดของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้และความถี่ที่มากที่สุดของอันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ - พิจารณาช่วงระยะเวลาสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของแต่ละระบบให้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง (พิจารณาจากคำแนะนำของคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องอัดรีดแบบสกรูด้วย)

		- สร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและนำแผนที่ได้ไปดำเนินการปรับยืดช่วงระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมให้เหมาะสม
ไม่มีการกำหนดมาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ชัดเจน	การสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญและจากการปฏิบัติงานจริง	- สอบถามวิธีการทำงานและเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ - เข้าไปปฏิบัติกิจกรรม โดยมีการสังเกตุวิธีการทำงานและประเมินเวลาในแต่ละกิจกรรม - ปรึกษาข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติงานจริงกับผู้จัดการแผนกซ่อมบำรุง - สรุปและชี้แจ้งรายละเอียดในที่ประชุม - กำหนดมาตรฐานการปฏิบัตงาน

ส่วนที่ 4 เป็นการดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เมื่อได้กิจกรรมที่ควรปฏิบัติช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมและมาตรฐานการปฏิบัติงานในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันแล้วจะต้องนำมาสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงปป้องกัน ซึ่งก่อนนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้งานต้องมีการจัดกำหนดการต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- การจัดกำหนดการเครื่องจักร

จะแบ่งเครื่องอัดรีดแบบสกรูออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เป็นเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่จำนวนการขัดข้องมากที่สุดในแต่ละประเภทซึ่งมีจำนวน 4 เครื่องและกลุ่มที่ 2 เป็นเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่เหลือ ซึ่งมีจำนวน 11 เครื่อง โดยจะมีการนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้ในแต่ละกลุ่มของเครื่องอัดรีดแบบสกรูดังแสดงในตารางที่ 1.9

- การจัดกำหนดการวันและเวลาที่ปฏิบัติ

คำนวณเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในแต่กิจกรรมและกลุ่มของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

- การจัดกำหนดการกำลังคน
- กำหนดการของการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ส่วนที่ 5 เป็นการวัดผลการปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยจะเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง โดยมีดัชนีชี้วัด ได้แก่

- จำนวนการขัดข้อง
- เวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้อง
- เวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- ค่า MTBF

ส่วนที่ 6 เป็นการสรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
การศึกษาข้อมูลทั่วไปในโรงงานกรณีศึกษา

4.1 การผลิตมาสเตอร์แบตช์

มาสเตอร์แบตช์ (Masterbatch) หมายถึง สีผสมกับสารเติมแต่งและพลาสติก โดยทั่วไปจะหลอมและอัดเป็นเม็ด (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2550) โรงงานกรณีศึกษานี้เป็นโรงงานขนาดย่อม โดยจะผลิตมาสเตอร์แบตช์เพื่อเป็นวัตถุดิบให้กับโรงงานที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทพลาสติก เช่น บรรจุภัณฑ์ ฝาขวด ของใช้อุปโภคบริโภค เครื่องใช้ภายในบ้าน อุปกรณ์การแพทย์ ฯลฯ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.1 ซึ่งในโรงงานกรณีศึกษามีกระบวนการผลิต 4 กระบวนการหลัก ได้แก่

มาสเตอร์แบตช์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากมาสเตอร์แบตช์

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างมาสเตอร์แบตช์และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากมาสเตอร์แบตช์

4.1.1 กระบวนการชั่งสี (Weighting)

การชั่งน้ำหนักของวัตถุดิบ (Raw Materials) นั้นจะใช้คนเป็นคนชั่ง โดยเครื่องชั่งแบ่งเป็น 2 ขนาดดังรูปที่ 4.1a คือเครื่องชั่งขนาดเล็กใช้ในกรณีที่วัตถุดิบน้อยกว่า 1 กิโลกรัมและรูปที่ 4.2b คือเครื่องชั่งขนาดกลางใช้ในกรณีที่วัตถุดิบมากกว่า 1 กิโลกรัม โดยจะต้องชั่งวัตถุดิบตามใบสั่งผลิต ซึ่งในจำนวนและน้ำหนักของวัตถุดิบในแต่ละใบสั่งผลิตนั้นจะมีไม่เท่ากัน พนักงานต้องชั่งสีให้ได้น้ำหนักตามใบสั่งผลิตและให้ได้ตามจำนวนชุด (Batch) ซึ่ง 1 ชุดมีน้ำหนักประมาณ 25 กิโลกรัม จากนั้นหัวหน้าแผนกจะต้องตรวจสอบ ความถูกต้องของวัตถุดิบ น้ำหนักของวัตถุดิบแต่ละชนิดและจำนวนชุดตามใบสั่งผลิต จึงจะสามารถส่งไปยังกระบวนผสมสีได้ เนื่องจากจะต้องทำการชั่งสีล่วงหน้า 1 วัน จึงทำให้ไม่เกิดปัญหาในกระบวนการนี้ที่จะส่งผลต่อกระบวนการผลิตอื่นๆ

a. เครื่องชั่งขนาดเล็ก b. เครื่องชั่งขนาดใหญ่

รูปที่ 4.2 เครื่องชั่งสี

4.1.2 กระบวนการผสมสี (Mixing)

เมื่อได้สีที่ถูกชั่งจากแผนกชั่งสีแล้ว หัวหน้าแผนกนี้จะตรวจสอบความถูกต้องของวัตถุดิบและจำนวนชุด จากนั้นจึงสั่งให้ผู้ปฏิบัติงานทำการผสมสีด้วยเครื่องผสมสีแบบความเร็วสูง (High Speed Mixer) แสดงดังรูปที่ 4.3 ตามเงื่อนไขในใบสั่งผลิตทีละ 1 ชุดจนครบตามชุดที่ได้มา ซึ่งเงื่อนไขการผสมสีของแต่ละใบสั่งผลิตจะไม่เหมือนกัน การผสมสีในแต่ละชุดจะใช้เวลาประมาณ 1-3 นาที ขึ้นอยู่กับความยากง่ายในการทำให้เข้ากันของวัตุดิบ เมื่อผสมสีเสร็จแล้วผู้ตรวจสอบจะต้องบันทึกน้ำหนักที่ได้ จึงจะสามารถส่งไปยังกระบวนการอัดรีดสีต่อไปได้

รูปที่ 4.3 เครื่องผสมสีแบบความเร็วสูง

4.1.3 กระบวนการอัดรีดสี (Extrusion)

เมื่อได้สีที่ถูกผสมแล้วจะต้องนำสีที่ถูกผสมมาทำการอัดรีดผ่านเครื่องอัดรีดแบบ สกรู (Screw Extruder) แสดงในรูปที่ 4.4 โดยจะต้องปรับตั้งเงื่อนไขหรือข้อกำหนดของการอัดรีดให้ตรงตามใบสั่งผลิต เช่น อุณหภูมิของโซนต่างๆ ในกระบอกอัดรีด ความเร็วของสกรู ฯลฯ ในขณะที่เครื่องอัดรีดทำงานอยู่นั้นพนักงานประจำเครื่องจะต้องคอยตรวจสอบความผิดปกติของการทำงานของเครื่องอยู่เสมอ เนื่องจากในขณะที่อัดรีดนั้นอาจเกิดปัญหาทางเทคนิค เช่น อุณหภูมิสูงเกินไป การป้อนสีไม่สม่ำเสมอ เป็นต้น เมื่ออัดรีดครบจะต้องชั่งน้ำหนักที่ได้และส่งตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพสีต่อไป

รูปที่ 4.4 เครื่องอัดรีดแบบสกรู

4.1.4 กระบวนการตรวจสอบคุณภาพสี (Quality Checking)

การตรวจสอบคุณภาพของสีนั้นจะเทียบเคียงสีที่ผลิตได้กับสีมาตรฐานที่ลูกค้าต้องการ โดยนำมาสเตอร์แบตช์ที่ได้จากการอัดรีดทำการทดสอบ โดยเริ่มจากการฉีดในเครื่องฉีดดังรูปที่ 4.5a ให้เป็นชิ้นงานตัวอย่างแสดงในรูปที่ 4.5b จากนั้นจะเทียบแผ่นสีที่ได้ด้วยสายตาของผู้เชี่ยวชาญก่อน กรณีที่เฉดสีนั้นตรวจสอบด้วยสายตาได้ยาก จะต้องตรวจสอบด้วยเครื่องตรวจสอบสี (Spectrometer) ดังรูปที่ 4.5c ถ้าเทียบสีแล้วเป็นไปตามคุณภาพที่ลูกค้าต้องการถือว่าผ่าน ถ้าสีที่ได้มีคุณภาพไม่เป็นไปตามที่ลูกค้าต้องการผู้ตรวจสอบสีต้องทำการปรับสูตรของสีใหม่จากประสบการณ์ของผู้ตรวจสอบสีเองและส่งสีที่ปรับส่วนผสมใหม่แล้วกลับไปเริ่มผลิตที่กระบวนการชั่งสี ผสมสี อัดรีดสี และกลับมาตรวจสอบสีอีกครั้ง จนกว่าจะได้คุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ

รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพสี

การไหลของงานในกระบวนการผลิตมาสเตอร์แบตช์ของโรงงานกรณีศึกษานั้นมีอยู่ 2 ประเภท ได้แก่ งานที่ต้องผลิตชุดแรกก่อนแล้วค่อยผลิตทั้งหมดในงานวิจัยนี้จะเรียกว่า “งานประเภท 1 batch” และงานที่สามารถผลิตทุกชุดรวดเดียวได้จะเรียกว่า “งานประเภท all batch” โดยที่ในแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังนี้

1) งานประเภท 1 batch คืองานที่ไม่สามารถผลิตทุกชุดรวดเดียวได้ทันที เนื่องจากเกิดความแปรปรวนของคุณภาพของมาสเตอร์แบตช์ในระหว่างการผลิต เช่น

- ในกระบวนการผสมสีหลังจากที่ทำการผสมสีในชุดแรกเมื่อเอาสีออกจากเครื่องแล้วพบว่าบางครั้งยังมีสีที่ยังติดกับผิวภายในเครื่องผสมอยู่ เมื่อทำการผสมสีในชุดถัดไปเรื่อยๆ เมื่อถึงชุดท้ายๆ อาจทำให้สัดส่วนของสีไม่เหมือนเดิม เมื่อนำไปอัดรีดแล้วอาจทำให้สีของมาสเตอร์แบตไม่เหมือนกัน

- ในกระบวนการอัดรีดนั้นบางครั้งความร้อนที่เกิดจากการสะสมกันของพลาสติกในขณะที่อยู่ในกระบอกเครื่องอัดรีดมากเกินไปอาจทำให้เกิดอุณหภูมิผลิตที่สูงจนเกินไป ทำให้ระบบหล่อเย็นจ่ายน้ำเพื่อลดความร้อนที่เกิดขึ้นไม่ทัน ทำให้สีบางช่วงของการผลิตออกมาไม่เหมือนกันได้

- วัตถุดิบที่ซื้อมาจากผู้จัดหา (Supplier) ในแต่ละล๊อตอาจมีคุณภาพไม่เหมือนเดิมทำให้ต้องเปลี่ยนสูตรสีอยู่เป็นประจำ

- ฯลฯ

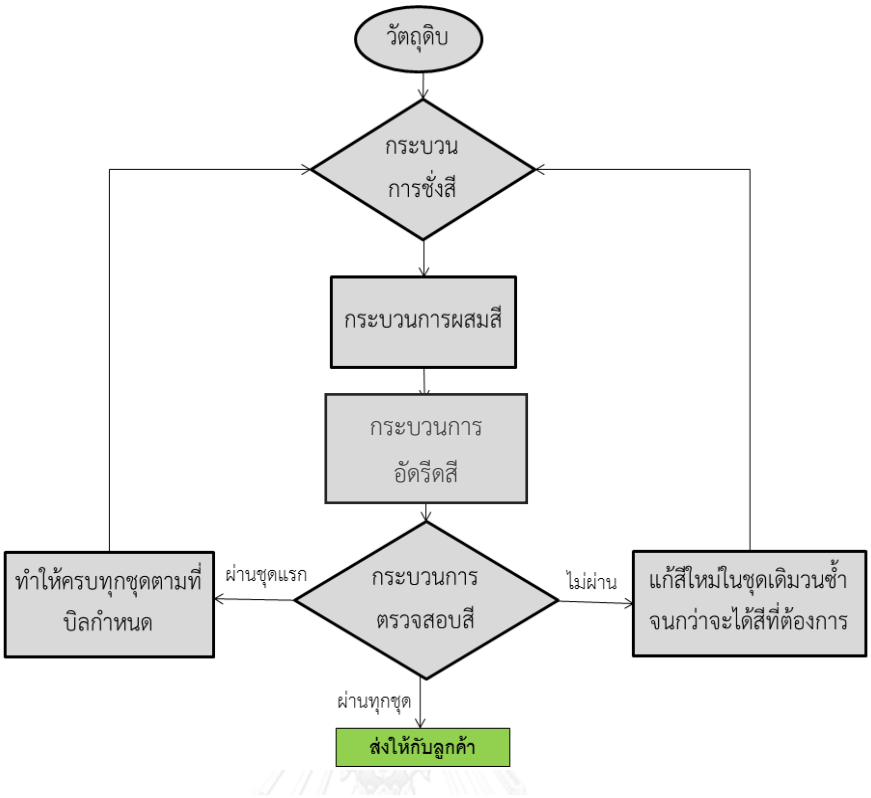
จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้คุณภาพของสีไม่แน่นอนในระหว่างการผลิต ทำให้ต้องผลิตสีในชุดแรกก่อนเพื่อปรับส่วนผสมที่เป็นวัตุดิบต่างๆ ให้ตรงตามคุณภาพที่ลูกค้าต้องการจากผู้ตรวจสอบสีในแผนกตรวจสอบคุณภาพสี จากนั้นจึงจะสามารถออกคำสั่งผลิตในทุกชุดที่เหลือได้ ถ้าในกรณีที่มีการแก้สีแล้วแต่สียังไม่ตรงตามคุณภาพลูกค้าอีก ผู้ตรวจสอบคุณภาพสีจะต้องแก้สูตรสีจนกว่าจะได้สีตามต้องการจึงจะสามารถผลิตในชุดอื่นๆ ได้

ในงานประเภท 1 Batch ส่วนมากเป็น งานที่มีการผลิตเป็นครั้งแรก (New Order) งานที่เป็นประเภท all batch มาก่อนแต่เกิดการแก้สีจึงทำให้เปลี่ยนจากงานประเภท all batch มาเป็นงานระเภท 1 batch และงานที่มีวัตถุดิบที่มีการเปลี่ยนเฉดสีง่ายเมื่ออุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินกว่าที่ตั้งไว้

2) งานประเภท all batch คืองานที่สามารถสั่งผลิตได้ครั้งเดียวโดยไม่ต้องแก้ไขสี เพราะเป็นงานที่มีความแปรปรวนของคุณภาพสีในกระบวนการผลิตน้อย ส่วนใหญ่งานประเภทนี้มาจากการปรับสูตรผสมให้คงที่แล้ว ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าในสูตรของสีประเภทนี้มีวัตถุดิบที่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและเป็นงานที่มีสัดส่วนของวัตถุดิบที่เป็นแม่สีน้อย จึงทำให้เฉดสีหรือคุณภาพเปลี่ยนไปไม่มากในระหว่างการผลิต แต่ในกรณีที่สภาพของเครื่องจักรที่เปลี่ยนแปลงไป เงื่อนไขการผลิตที่ไม่คงที่ วัตถุดิบนำเข้า (Incoming Raw Materials) ไม่คงที่หรือมีสิ่งเจอปนอื่นๆ อาจส่งผลทำให้งานประเภท all batch ไม่ได้ตรงตามคุณภาพที่กำหนดจึงต้องมีการแก้ไขสูตรของสี การแก้ไขกรณีนี้ตามระบบในโรงงานกรณีศึกษานี้จะต้องเปลี่ยนงานประเภท all batch ให้เป็นงานประเภท 1 batch เพื่อที่จะปรับสูตรให้คงที่ใหม่

การไหลของงานในกระบวนการผลิตมาสเตอร์แบตช์แสดงได้ดังรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าทุกผลิตภัณฑ์จะต้องมีการไหลเข้างานตามกระบวนการทำงาน เนื่องจากการผลิตงานลักษณะนี้เป็นงานผลิตที่ไม่ต่อเนื่องและมีงานจำนวนที่หลากหลายทำให้การควบคุมและวางแผนเพื่อไม่ให้เกิดปัญหานั้นเป็นไปได้ยาก ซึ่งการลดการขัดข้องของเครื่องจักรนั้นจะช่วยลดปัญหาต่างๆ ในกระบวนการผลิตได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.6 การไหลของงานในการผลิตมาสเตอร์แบตช์

4.2 กระบวนการอัดรีดสี

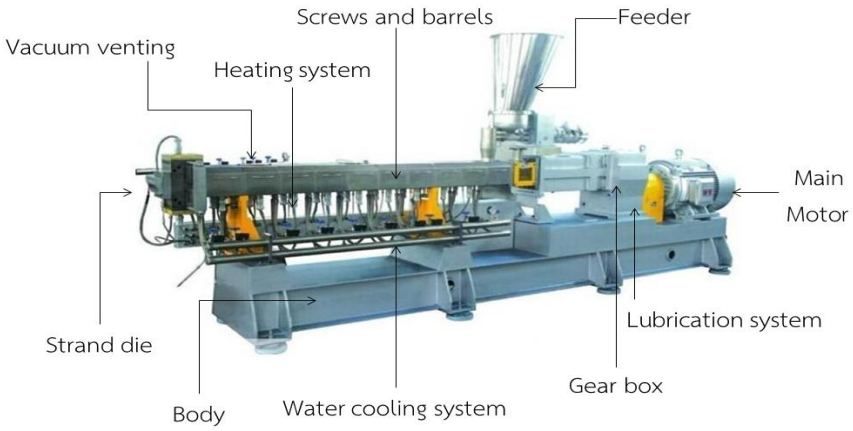
หัวข้อนี้จะอธิบายรายละเอียดเครื่องอัดรีดแบบสกรูซึ่งเป็นเครื่องจักรหลักในการอัดรีดในกระบวนการอัดรีดสี ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 เครื่องอัดรีดแบบสกรู

ในกระบวนการอัดรีดสีมีเครื่องจักรหลักที่ใช้คือเครื่องอัดรีดแบบสกรู ในโรงงานกรณีศึกษาสามารถแบ่งเครื่องอัดรีดแบบสกรูออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ (Twin Screw Extruder) และเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว (Single Screw Extruder) ซึ่งความแตกต่างของ 2 ประเภทนี้แสดงได้ในตารางที่ 4.1 พบว่าโดยภาพรวมแล้วเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยวมีระบบการทำงานที่เป็นส่วนย่อยของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ ซึ่งส่วนประกอบของเครื่องอัดรีดแบบสกรูแสดงได้ในรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.1 ส่วนประกอบและความแตกต่างของเครื่องอัดรีดแบบสกรูแต่ละประเภท

ส่วนประกอบ	เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่	เครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยว
1.มอเตอร์หลัก (Main Motor): ใช้ในการขับเคลื่อนสกรูหลัก (Main Screw)	✓	✓
2. ห้องเกียร์ (Gear Box): เป็นตัวเปลี่ยนกำลังและแรงบิดจากมอเตอร์หลักให้เปลี่ยนเป็นกำลังและแรงบิดของกรูหลัก	✓	✓
3. ระบบหล่อลื่น (Lubrication System): เป็นระบบที่ใช้น้ำมันในการหล่อลื่นระบบเฟืองภายในห้องเกียร์และอื่นๆ	✓	✓
4. สกรูและกระบอก (Screws and Barrels): ใช้ในการหลอมเหลวพลาสติกโดยการบีบอัด คลาย นวด พลาสติก	สกรู 2 อัน	สกรู 1 อัน
5. ชุดป้อน (Feeder): ซึ่งจะมีสกรูป้อน (Feeder Screw) ซึ่งใช้ในการป้อนพลาสติกลงสู่สกรูหลักและกระบอก	✓	✗
6. ระบบให้ความร้อน (Heating System): เป็นระบบให้ความร้อนเพื่อหลอมเหลวพลาสติก	✓	✓
7. ระบบสุญญากาศ (Vacuum System): ใช้เพื่อดูดอากาศที่ติดมากับพลาสติกในการหลอมพลาสติก	✓	✗
8. ระบบน้ำหล่อเย็น (Water Cooling System): เป็นระบบที่ใช้น้ำเพื่อหล่อเย็นให้กับพลาสติกที่ถูกหลอมเหลวภายในกระบอก	✓	✗
9. หัวดายน์ (Strand Die): เพื่อให้พลาสติกออกมาเป็นเส้นก่อนที่เข้าเครื่องตัดพลาสติก	✓	✓
10. ฐาน (Body): ใช้ตั้งเครื่องจักร	✓	✓



รูปที่ 4.7 ส่วนประกอบเครื่องอัดรีดแบบสกรู

แหล่งที่มา: https://www.linkedin.com/pulse/20140825014747-323820315-analysis-of-extruder-of-plastic-extrusion-machines

จากข้อมูลของส่วนประกอบของเครื่องอัดรีดแบบสกรูสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล ระบบน้ำหล่อเย็น ระบบสุญญากาศและอื่นๆ ซึ่งในแต่ละระบบสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ระบบไฟฟ้า: การทำงานหลักของระบบไฟฟ้า คือการให้ความร้อนเพื่อหลอมเหลวพลาสติกภายในกระบอก โดยส่วนมากระบบนี้จะทำงานร่วมกับระบบอื่นมากที่สุด เนื่องจากจะเป็นตัวสั่งการ ให้ระบบหรืออุปกรณ์อื่นๆ ทำงานได้ โดยอุปกรณ์ในระบบนี้ ได้แก่ อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า เทอร์มอคัปเปิล ฮีตเตอร์และสายไฟต่างๆ

2. ระบบเครื่องกล: ประกอบไปด้วย 1) มอเตอร์หลักใช้ในการขับเคลื่อนสกรูหลัก 2) ห้องเกียร์ซึ่งเป็นตัวเปลี่ยนกำลังจากมอเตอร์ให้เป็นกำลังของการหมุนของสกรู 3) ระบบหล่อลื่นเป็นระบบที่ใช้น้ำมันในการหล่อลื่นระบบเฟืองภายในห้องเกียร์ 4) สกรูและกระบอกใช้ในการหลอมเหลวพลาสติกโดยการบีบอัด คลาย นวด พลาสติก 5) ชุดป้อนใช้ในการป้อนพลาสติกที่ถูกผสมกับสีมาแล้วลงสู่สกรูหลักและกระบอก

3. ระบบน้ำหล่อเย็น: เป็นระบบที่ใช้น้ำเพื่อหล่อเย็นกระบอกสกรูที่ใช้ในการหลอมเหลวพลาสติก ซึ่งภายในกระบอกสกรูนั้นจะมีช่องสำหรับเข้า-ออกของน้ำเพื่อที่จะสามารถลดอุณหภูมิ กรณีที่อุณหภูมิมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้

4. ระบบสุญญากาศ: ใช้เพื่อดูดอากาศที่ติดมากับพลาสติกในขณะหลอมพลาสติก ระบบนี้เป็นระบบภายนอก ดังนั้นเมื่อต้องการใช้ระบบนี้ต้องมีการเชื่อมต่อตัวดูดอากาศกับช่องดูดอากาศ (Vacuum Venting) ของเครื่องจักรด้วยการประกอบที่บริเวณจุดต่อ

5. อื่นๆ: เป็นอุปกรณ์อื่นๆ ทั่วไปที่ช่วยส่งเสริม (Support) การทำงานให้กับระบบต่างๆ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับระบบ 4 ระบบข้างต้นที่กล่าวมา

จากที่กล่าวมาทำให้สามารถสรุปข้อดี-ข้อเสียของเครื่องอัดรีดแบบสกรูทั้งสองประเภทแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อดี-ข้อเสียของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละประเภท

เครื่องอีดรีด	ข้อดี	ข้อเสีย
แบบสกรูเดี่ยว	- ราคาถูกกว่า - การบำรุงรักษาเครื่องจักรง่ายกว่า - ประหยัดเวลาจากการล้างเครื่องจักร (Set up Time) ได้มากกว่า	- ไม่สามารถผลิตงานที่มีส่วนผสมของแม่สีที่เป็นวัตถุดิบในสูตรจำนวนมากได้เนื่องจากสกรูเดี่ยวนั้นมีขนาดของแรงนวดของสกรูน้อยกว่าทำให้การกระจายตัวของแม่สีต่างๆ ที่อยู่ในสูตรน้อยกว่า - ประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิต่ำกว่า
แบบสกรูคู่	- มีการนวดสี (Kneading) ที่มากกว่าทำให้สีบางชนิดที่แตกตัวได้ยากเกิดการแตกตัวที่ง่ายกว่า - มีระบบหล่อเย็นทำให้ควบคุมอุณหภูมิดีกว่า - มีสกรูตัวป้อนทำให้ป้อนสีสม่ำเสมอมากกว่า	- มีระบบที่มากกว่าทำให้การบำรุงรักษาซับซ้อนกว่า - ราคาสูงกว่า

4.2.2 ขั้นตอนในการอัดรีดสี

ขั้นตอนในการอัดรีดสีมีดังนี้

1. ผู้ปฏิบัติการในเครื่องนั้นต้องทำการตั้งเงื่อนไขและตรวจสอบเงื่อนไขต่างๆ ที่ระบุใบสั่งผลิตให้ถูกต้อง

2. เทสีที่ได้กระบวนการผสมสีลงในฮอปเปอร์ชุดป้อนทีละ 1 ชุด จากนั้นทำการเปิดตัวควบคุมการทำงานของสกรูและหมุนอย่างช้าๆ จนได้ความเร็วของกสรูที่ระบุในบิลผลิต

3. เมื่อสีที่ถูกอัดรีดผ่านหัวดายน์ ให้นำสีซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นตามรูของหัวดายน์แช่น้ำในรางน้ำและป้อนเข้าสู่เครื่องตัดสี ซึ่งจะได้มาสเตอร์แบตช์ออกมา

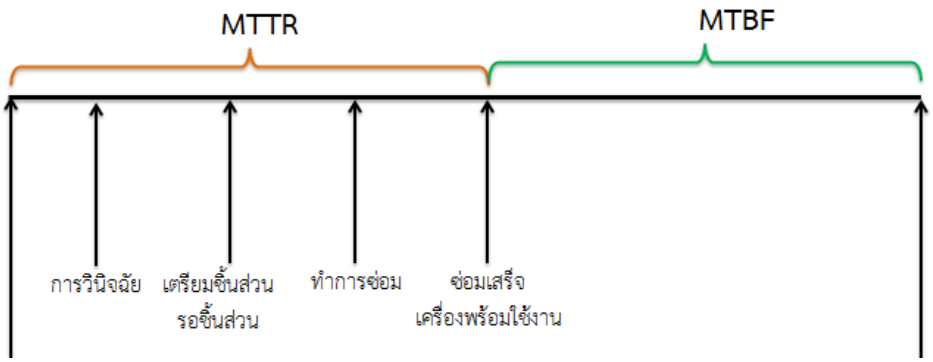
4. ปรับขนาดของเม็ดมาสเตอร์แบตช์ที่เครื่องตัดสีให้ได้ขนาดเม็ดสีตามใบสั่งผลิต

5. เมื่อผลิตครบ 1 ชุดแล้วให้คลุกเคล้ามาสเตอร์แบตช์จากนั้นนำมาสเตอร์แบตช์จำนวนประมาณครึ่งกำมือส่งตรวจสอบคุณภาพในแผนกตรวจสอบคุณภาพของสี กรณีที่เป็นงานประเภท 1 batch จะต้องทำการหยุดผลิตสีในชุดอื่นๆ ทำให้เครื่องจักรยังคงถูกเปิดทิ้งไว้จนกว่าจะทราบผลการตรวจสอบ ถ้ากรณีที่เป็นงานประเภท all batch จะต้องดำเนินการผลิตจนหมด

การทราบถึงวิธีการผลิตทำให้สามารถรู้ได้ว่าการฏิบัติงานขั้นตอนใดบ้างที่ส่งผลต่อเครื่องจักรที่ต้องหยุดผลิตจากการขัดข้อง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้ดีขึ้นได้

4.3 ขั้นตอนการซ่อมเครื่องจักรเมื่อเกิดการขัดข้อง

ขั้นตอนของการซ่อมเครื่องจักรเป็นขั้นตอนที่จะทำให้ทราบถึงกระบวนการในการซ่อมบำรุงรักษาของแผนกซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง โดยเมื่อเครื่องจักรเกิดการขัดข้องแล้วพนักงานแผนกผลิตที่ประจำเครื่องจักรจะต้องเขียนการแจ้งซ่อมและส่งให้กับแผนกซ่อมบำรุง จากนั้นจะเป็นหน้าที่ของแผนกซ่อมบำรุงที่ต้องซ่อมเครื่องจักรให้สามารถกลับมาใช้งานได้โดยเร็วที่สุด ในโรงงานกรณีศึกษานี้มีขั้นตอนของการซ่อมเครื่องจักรดังแสดงในรูปที่ 4.8 มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 4.8 ขั้นตอนของการซ่อมเมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องจักร

1. เมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องจักร พนักงานที่รับผิดชอบเครื่องจักรนั้นต้องเขียนการแจ้งซ่อมจากใบสั่งงาน (Job Order) แสดงได้ดังรูปที่ 4.9 โดยมีการบันทึกข้อมูลชื่อเครื่องจักร วันเวลา สิ่งที่ผิดปกติและสิ่งที่ต้องแก้ไข

2. จากนั้นพนักงานเครื่องจักรนั้นจะต้องนำใบสั่งงานมาส่งที่แผนกซ่อมบำรุง ซึ่งทางแผนกจะทำการวินิจฉัย (Diagnosis) ลักษณะอาการที่เกิดขึ้นด้วยการสำรวจความผิดปกติจากหน้างานจริงเพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นทำการระดมสมองกับระดับวิศวกรขึ้นไปเพื่อให้ทราบกิจกรรมที่ควรปฏิบัติในการแก้ไข จากนั้นทำการวางแผนโดยการสรุปจำนวนช่างที่จะต้องปฏิบัติและมอบหมายงานให้ช่างทำการซ่อมบำรุงต่อไป

3. เมื่อช่างซ่อมบำรุงรับงานจากฝ่ายวิเคราะห์แล้วต้องทำการเตรียมอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนในการแก้ไขด้วยการตรวจสอบอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่ต้องใช้ในการซ่อม กรณีที่ไม่มีอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนจึงจำเป็นที่จะต้องทำการสั่งซื้ออุปกรณ์หรือชิ้นส่วนนั้น ซึ่งในกรณีนี้ทำให้เกิดการสูญเสียเวลาในการรอคอยอะไหล่ ส่งผลให้เครื่องจักรเกิดการหยุดผลิตเป็นระยะเวลานานได้

4. เมื่อได้อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่ต้องการแล้ว ช่างซ่อมจะทำการซ่อมเครื่องจักรตามกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้

5. เมื่อซ่อมเสร็จช่างซ่อมบำรุงต้องแจ้งให้พนักงานที่รับผิดชอบเครื่องจักรนั้นทำการทดสอบเครื่องจักรว่าใช้ได้เป็นปกติหรือไม่ ถ้าใช้ได้แสดงว่าเครื่องพร้อมใช้งาน จากนั้นบันทึกเวลาที่ซ่อมเครื่องจักรเสร็จ

ในแต่ละโรงงานนั้นจะมีขั้นตอนของการซ่อมเครื่องจักรที่แตกต่างกันออกไป โดยขึ้นอยู่กับระบบการจัดการของแต่ละโรงงาน ซึ่งการวิเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนของการซ่อมจะทำให้สามารถกำหนดขอบเขตในการหาค่า MTBF และ MTTR ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดในงานบำรุงรักษาเครื่องจักร ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดการคำนวณหาค่า MTBF โดยจะใช้เวลาตั้งแต่เครื่องจักรซ่อมเสร็จพร้อมใช้งานจนถึงเวลาเครื่องจักรเกิดการขัดข้องครั้งถัดไป ส่วนการคำนวณหาค่า MTTR นั้นจะใช้เวลาตั้งแต่เครื่องจักรเกิดการขัดข้องรวมไปถึง การวินิจฉัย การเตรียมชิ้นส่วน/รอชิ้นส่วน การซ่อมเครื่องจักรจนถึงเวลาที่ซ่อมเครื่องจักรเสร็จพร้อมใช้งาน

ใบสั่งงาน (Job Order)

1) สำหรับลูกค้าภายในบันทึกเอกสารให้สมบูรณ์ในข้อ I. และนำส่งแผนก วิศวกรรม Job. No:.....

วันที่:	เวลา: น.	ชื่อผู้แจ้ง :	วันที่ต้องการ:
เครื่อง / สถานที่	สิ่งที่ผิดปกติ / ปัญหาที่พบ	สิ่งที่ต้องการให้แก้ไข	ขณะที่แจ้ง
			☐ เครื่องหยุดทำงานกระทันหัน
			☐ เครื่องกำลังทำงานอยู่
			☐ เครื่องจอดอยู่เฉย
			☐ ไม่เกี่ยวกับเครื่องจักร

2) สำหรับ 3I ดูหน้างานโดย _____ วันที่ ____/____/____ เวลา _____ น. จบเวลา _____ น.

☐ ซ่อม ☐ สร้าง/ปรับปรุง ☐ PM ☐ คาลิเบท ลงข้อมูล Job ในคอมฯโดย : _____

3 I ดูแล้ว พบปัญหาคือ	

3) 3 I ระดมสมองกับ _____ วันที่____/____/____ เวลา _____ น. พร้อมสรุปกิจกรรม

3.1 ต้องใช้ช่างกล _____ คน , ใช้ช่างไฟ _____ คน , ระยะเวลาที่ใช้ทำ _____ชั่วโมง

3.2 จ่ายช่างซื้อ 1. _____ 2. _____ เมื่อวันที่ ____/____/____ เวลา _____ น.

กิจกรรม (ระบุให้ชัดเจน)	ทำเอง	จัดจ้าง	จัดซื้อ	ร้าน / บริษัทฯ

4) อนุมัติกิจกรรมโดย _____ วันที่___/___/___ (ผู้จัดการ , ผู้ช่วยผู้จัดการ แผนกวิศวกรรม)

อนุมัติค่าใช้จ่ายโดย _____ วันที่___/___/___

5) กระบวนการจัดซื้อ - จัดจ้างเริ่ม : วันที่___/___/___ จำนวน PR_____ใบ

หมายเลข PR _____ ได้ของครบทุก PR วันที่___/___/___

7) ผู้ตรวจสอบงานหลังทำเสร็จ _____ วันที่ ___/___/___ เวลา _____ น ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน เพราะ _____

8) (ลูกค้าภายใน) ผู้รับงาน _____ วันที่___/___/___ เวลา _____น.

รูปที่ 4.9 ใบสั่งงาน (Job Order)

บทที่ 5
การปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

5.1 การวิเคราะห์หากิจกรรมที่ควรปฏิบัติในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

หนึ่งในปัญหาที่เกิดขึ้นในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของโรงงานกรณีศึกษาคือการกำหนดกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่สอดคล้องตามสภาพการขัดข้องของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นทำให้กิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่ครอบคลุมทุกกิจกรรมที่จำเป็น เมื่อมีการปฏิบัติกิจกรรมการบำรุงรักษาที่ไม่ครบถ้วนนั้นทำให้บางชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่กำลังจะเสียหายหรือหมดสภาพการใช้งานไม่ถูกบำรุงรักษา ชิ้นส่วนนั้นจึงหมดสภาพการใช้งานส่งผลให้การทำงานของบางระบบไม่สามารถทำงานได้เครื่องจักรจึงเกิดการขัดข้อง ซึ่งการขัดข้องที่เกิดขึ้นนี้ช่างซ่อมเครื่องจักรจะรู้วิธีในการแก้ไข (Troubleshooting) จากคู่มือหรือจากประสบการณ์ของตัวเองอยู่แล้ว เพียงแต่วิธีการเหล่านี้ไม่ได้ถูกนำมาปรับเปลี่ยนหรือวิเคราะห์ให้เป็นกิจกรรมในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งในการกำหนดกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้สอดคล้องกับการขัดข้องที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ถูกวิธีทำให้ไม่เกิดการขาดการบำรุงรักษาหรือการบำรุงรักษาที่มากเกินความจำเป็นด้วย

ส่วนมากการกำหนดกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในโรงงานทั่วไปจะกำหนดตามคู่มือการบำรุงรักษา ในโรงงานกรณีศึกษานี้ได้มีการกำหนดตามคู่มือการบำรุงรักษาเช่นกัน แต่ในคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องอัดรีดมีรายละเอียดที่ไม่ชัดเจน ซึ่งแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูแบบเดิมแสดงดังตารางที่ 5.1 โดยกิจกรรมทั้งหมดนี้ถูกใช้มาเป็นเวลานานและยังไม่มีการปรับปรุง ดังนั้นการเพิ่มเติมกิจกรรมที่ควรปฏิบัติให้สอดคล้องกับสภาพการขัดข้องที่เกิดขึ้นและการปรับปรุงกิจกรรมด้วยการจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานจึงเป็นสิ่งสำคัญเพราะจะช่วยทำให้การบำรุงรักษาเชิงป้องกันมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 5.1 การบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูแบบเดิม

กิจกรรมการทำงาน
1. การทำความสะอาด
1.1 เป่าฝุ่น/ทำความสะอาดตู้คอนโทรล, อินเวอร์เตอร์
1.2 ฉีดน้ำยาล้างคอนแทกที่ตัวแมกเนติก
1.3 ล้างภายในถังระบบน้ำหล่อเย็น (ถ้ามี)
1.4 ถอดล้างเศษพลาสติกในท่อดูดและไส้กรองของระบบ Vacuum Pump (ถ้ามี)
2. การตรวจเช็ค
2.1 เช็คสภาพสายไฟฮิตเตอร์, สายเทอร์มอคัปเปิล, สายวัดความเร็วรอบมอเตอร์

2.2 ตรวจเช็คระดับน้ำมันของห้องเกียร์ต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด
2.3 เช็คสภาพท่อน้ำมัน/ท่อน้ำและจุดต่อต่างๆ (พิจารณาดูการรั่วซึม)
3. การหล่อลื่น
3.1 อัดจารบีลูกปืนตามจุดต่างๆของชุดเกียร์ มอเตอร์ตามจุดต่างๆ (ถ้ามี)
4. การปรับแต่ง
4.1 กวดขันสกรู/นอต/เข็มขัดยึดตามจุดโครงสร้างต่างๆ ของเครื่อง
4.2 ขันนอตจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆภายในตู้คอนโทรล
4.3 ขันนอตลูกเต่าที่ยึดสายฮีตเตอร์ให้แน่น
4.4 ขันนอตที่รัดฮีตเตอร์กับกระบอกให้แน่นเป็นพิเศษ
4.5 ปรับตั้งความตึงสายพาน
5. การตรวจสอบการทำงาน
5.1 ทดสอบการทำงานของ Temp. Control , โซลินอยด์วาล์ว (ถ้ามี)
5.2 ทดสอบการทำงานของ Oil Pump (ถ้ามี)
5.3 ฟังเสียงพู่เลย์ สายพาน ลูกปืน และเฟืองในห้องเกียร์ขณะทำงาน
6. การเปลี่ยนอะไหล่ตามรอบอายุการใช้งาน
6.1 เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเกียร์ทุกๆ 4,000 ชม. หรือไม่เกิน 1 ปี (อย่างใดอย่างหนึ่งก่อน)
6.2 เปลี่ยนไส้กรองถ่ายน้ำมันเกียร์ทุกๆ 4,000 ชม.หรือไม่เกิน 1 ปี (อย่างใดอย่างหนึ่งก่อน)
7. การทำความสะอาดตามรอบอายุการใช้งาน
7.1 ทะลวงท่อภายในกระบอก (ถ้ามี) ทุกๆ 6 เดือน
7.2 ถอดล้างตระกรันภายในตัว Heat Exchanger (ถ้ามี) ทุกๆ 6 เดือน

ในการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดอาการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูจะวิเคราะห์โดยแยกตามระบบการทำงานซึ่งมี 4 ระบบ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล ระบบน้ำหล่อเย็นและระบบสุญญากาศ ส่วนการขัดข้องจากอื่นๆจะไม่ได้นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุเพราะเป็นการขัดข้องที่เกิดจากการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน เนื่องจากการเกิดอาการขัดข้องในแต่ละระบบมีความซับซ้อน จึงได้เลือกเทคนิคการวิเคราะห์ทำไม-ทำไมเพราะจะช่วยค้นหาสาเหตุของการเกิดอาการขัดข้องเหล่านั้นได้อย่างลึกซึ้ง โดยจะมีทีมวิเคราะห์ทั้งหมด 4 คน ประกอบไปด้วย

1. ผู้จัดการแผนกซ่อมบำรุง
2. วิศวกรอาวุโสแผนกผลิต1 คน

3. ช่างเครื่องกล 1 คน

4. ช่างไฟฟ้า 1 คน

เมื่อสามารถค้นหาสาเหตุของอาการขัดข้องในแต่ละระบบได้แล้ว จากนั้นจะหาวิธีการหรือกิจกรรมแก้ไขของแต่ละสาเหตุจากทีมงานดังกล่าวและจากการสอบถามเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญของแผนกซ่อมบำรุง เพื่อให้ง่ายต่อการจำแนกวิธีการแก้ไขจึงแบ่งแนวทางของวิธีการหรือกิจรรมที่แก้ไขออกเป็น 3 แนวทางตามการบำรุงรักษา ซึ่งหนึ่งในแนวทาวทางการแก้ไขเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การวิเคราะห์หาสาเหตุและการหาวิธีการแก้ไขมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอาการขัดข้อง

การวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอาการขัดข้องจะเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลอาการขัดข้องที่เกิดขึ้นของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละระบบ ซึ่งอาการขัดข้องที่เกิดขึ้นทั้ง 4 ระบบ มีดังนี้

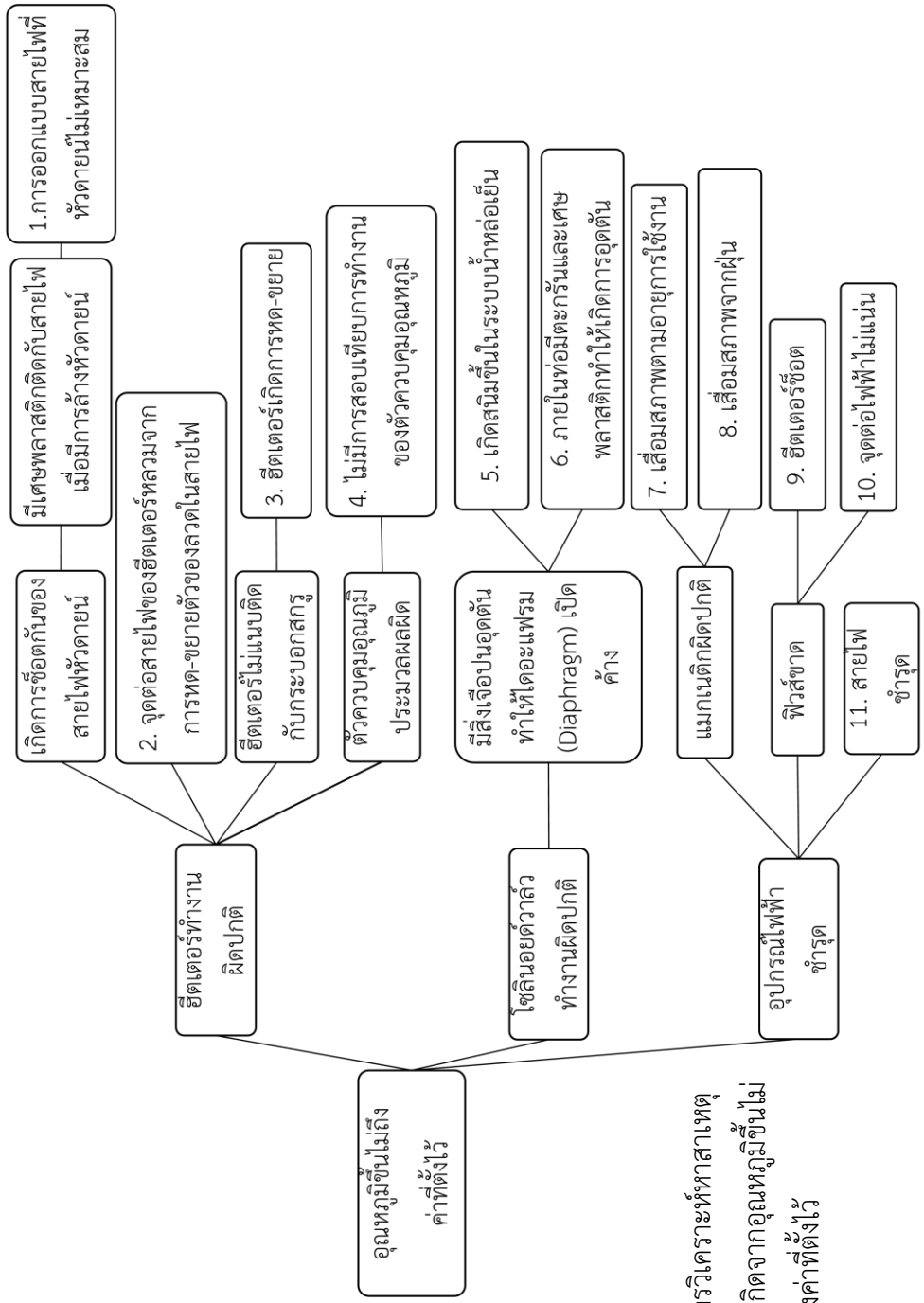
1. ระบบไฟฟ้า: อาการขัดข้องเกิดจากการที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของเครื่องอัดรีดแบบสกรูให้อยู่ในช่วงค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ซึ่งมี 2 ลักษณะ ได้แก่ อุณหภูมิขึ้นไม่ถึงค่าที่ตั้งไว้และอุณหภูมิขึ้นสูงเกินค่าที่ตั้งไว้ โดยการวิเคราะห์อาการขัดข้องนี้แสดงได้ดังรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 ตามลำดับ

2. ระบบเครื่องกล: อาการขัดข้องที่เกี่ยวกับกลไกการทำงานของเครื่องจักร รวมไปถึงชิ้นส่วนในระบบหล่อลื่นด้วย ซึ่งอาการขัดข้องที่เกิดขึ้นบ่อยในระบบนี้มี 5 อาการ ได้แก่ สายพานขาด น้ำมันหล่อลื่นรั่วซึม เกิดเสียงผิดปกติในการทำงานของเครื่องจักร สัญญาณไฟแจ้งเตือนของระบบหล่อลื่นแสดงความผิดปกติ สกรูตัวป้อนขัดข้อง ซึ่งการวิเคราะห์อาการขัดข้องของระบบเครื่องกลแสดงดังรูปที่ 5.3

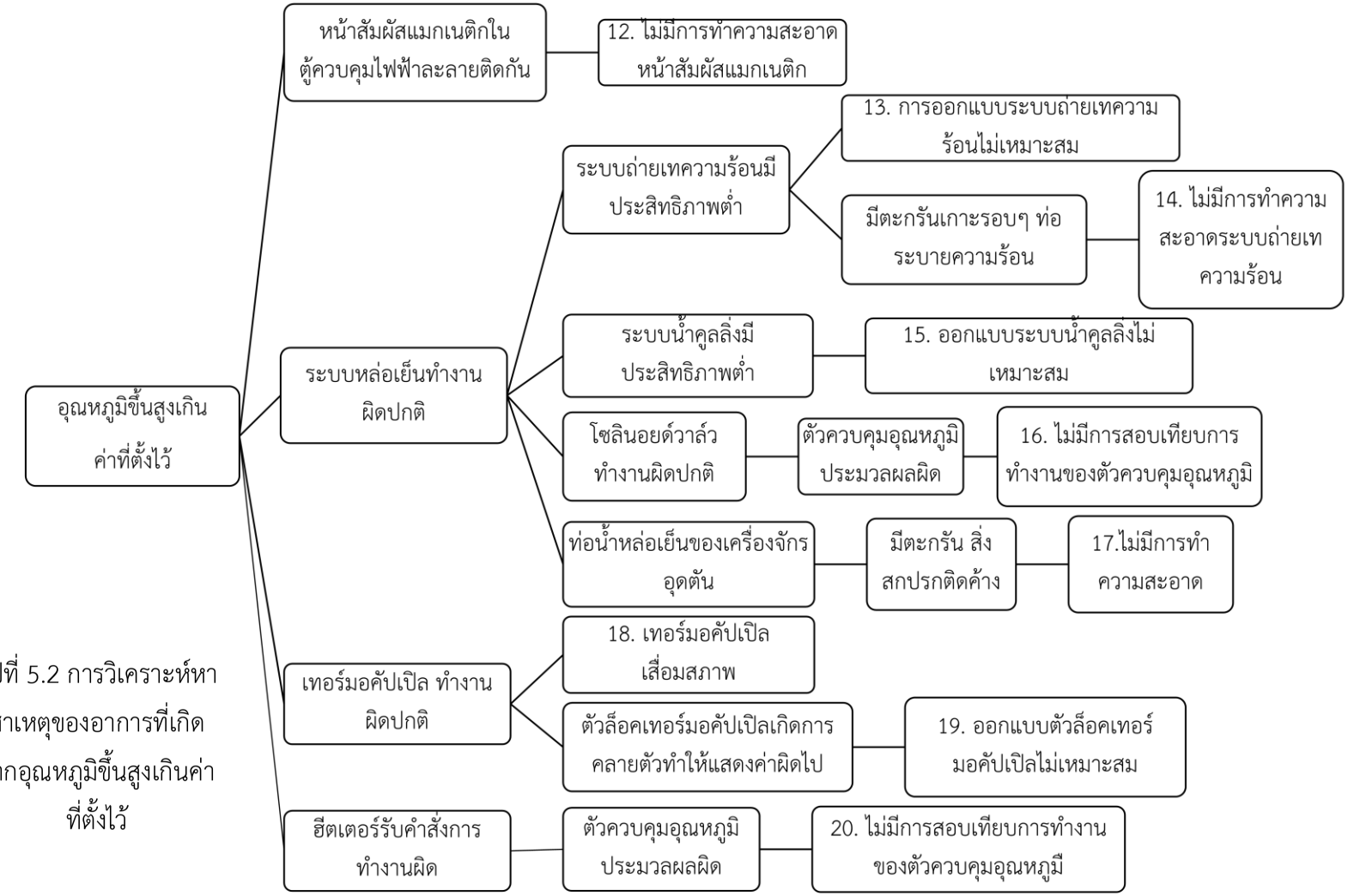
3. ระบบน้ำหล่อเย็น: อาการขัดข้องของชิ้นส่วนและน้ำที่ใช้ในระบบหล่อเย็น ซึ่งอาการขัดข้องหลัก ได้แก่ น้ำหล่อเย็นรั่วซึม ซึ่งการวิเคราะห์อาการขัดข้องนี้แสดงดังรูปที่ 5.4

4. ระบบสุญญากาศ: อาการขัดข้องที่เกี่ยวข้องกับการดูดอากาศออกจากภายในกระบอกผลิต อาการขัดข้องหลัก ได้แก่ แรงดูดอากาศน้อยซึ่งการวิเคราะห์อาการขัดข้องนี้แสดงดังรูปที่ 5.5

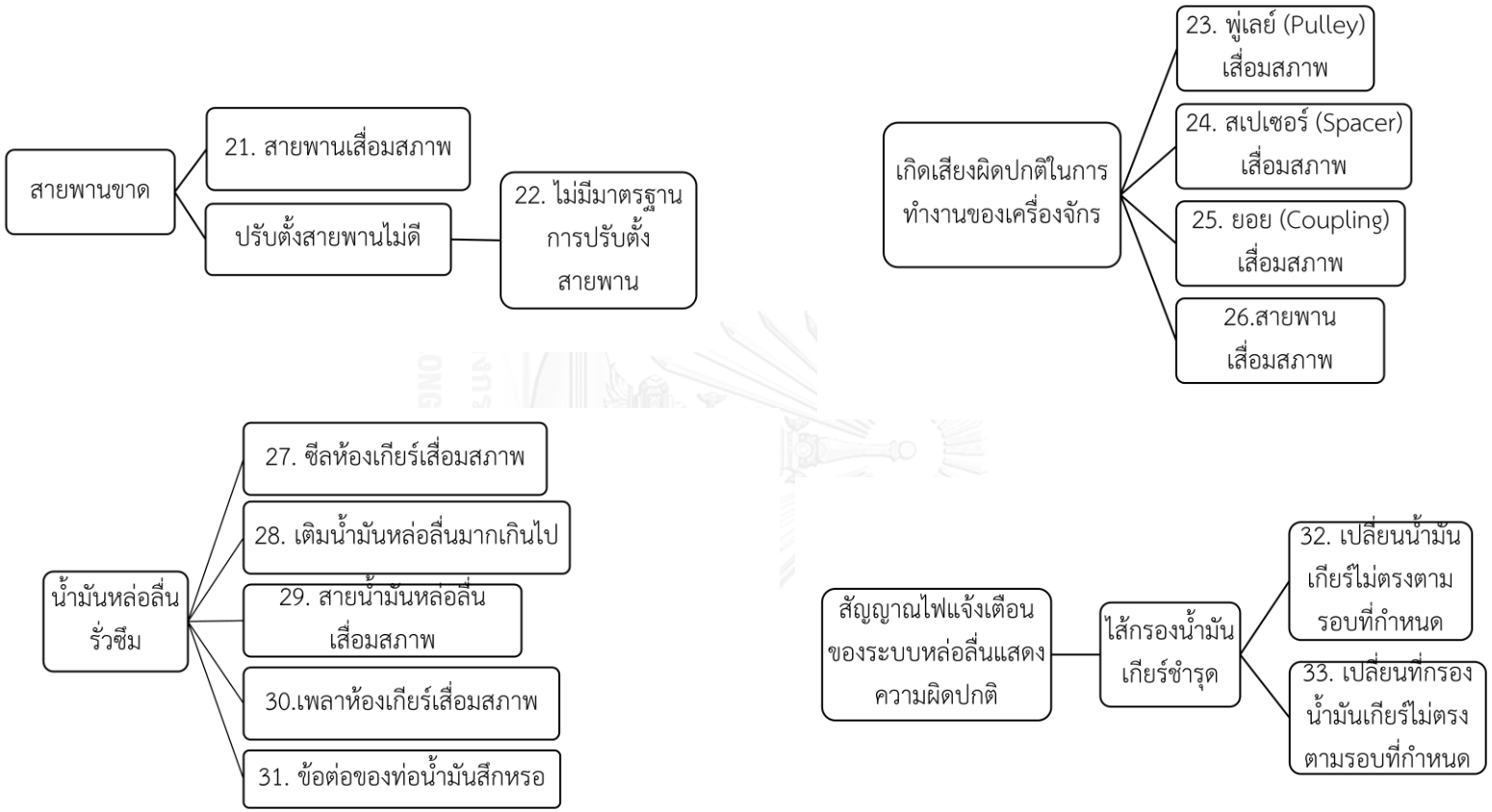
Chulalongkorn University



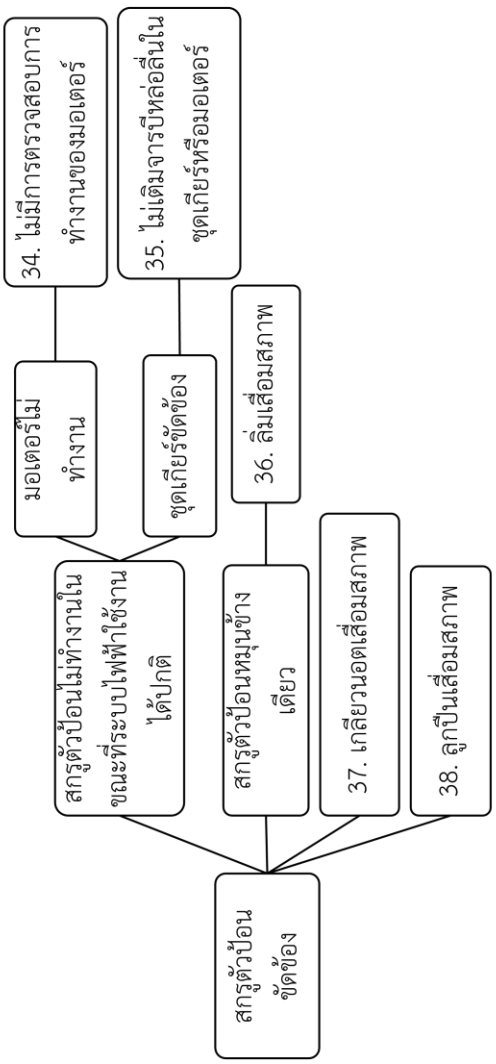
รูปที่ 5.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการที่เกิดจากอุณหภูมิขึ้นไม่ถึงค่าที่ตั้งไว้



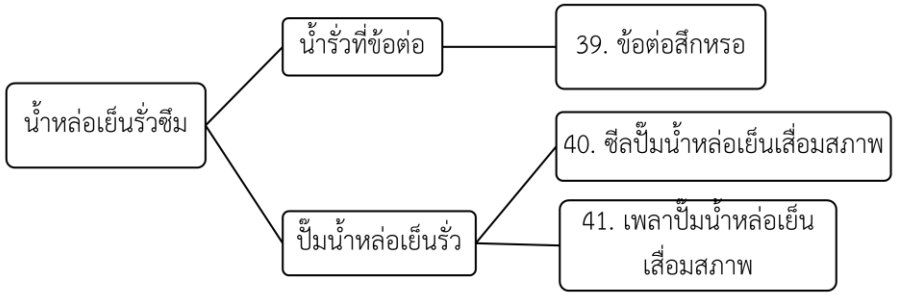
รูปที่ 5.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการที่เกิดจากอุณหภูมิขึ้นสูงเกินค่าที่ตั้งไว้



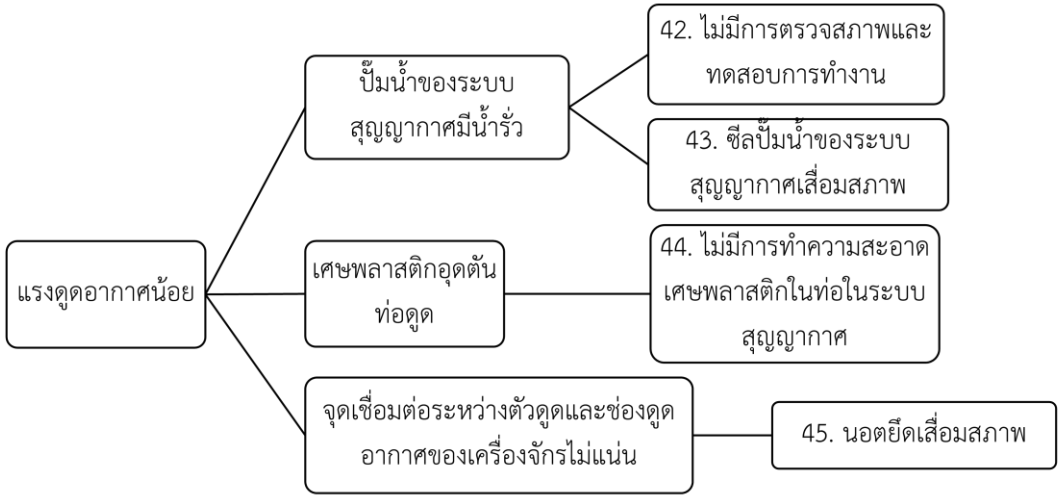
รูปที่ 5.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้องของระบบเครื่องกล



รูปที่ 5.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการขัดข้องของระบบเครื่องกล (ต่อ)



รูปที่ 5. 5 การวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการที่เกิดจากน้ำหล่อเย็นรั่วซึม



รูปที่ 5.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุของอาการที่เกิดจากลมดูดเบา

จากการวิเคราะห์ดังกล่าวพบว่ามีสาเหตุของอาการขัดข้องของทุกระบบรวมกันจำนวน 45 สาเหตุ ซึ่งใน 20 สาเหตุแรกนั้นเป็นสาเหตุของอาการขัดข้องจากระบบไฟฟ้า ซึ่งมีจำนวนมากที่สุดซึ่งมาจาก 2 อาการขัดข้องเท่านั้น เนื่องจากการเกิดการขัดข้องในระบบไฟฟ้าเกิดจากสาเหตุที่มีความซับซ้อนมากกว่าระบบอื่นๆ จึงทำให้ระบบนี้เกิดการขัดข้องมากที่สุดด้วย ซึ่งสาเหตุทั้งหมดนี้สามารถนำมาค้นหาวิธีการ/กิจกรรมของการแก้ไขการป้องกัน ซึ่งวิธีการแก้ไขที่ได้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แนวทาง สรุปได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แนวทางของวิธีการแก้ไขจากสาเหตุของการขัดข้อง

แนวทางที่	เกิดจาก	การปฏิบัติ	ชนิดของการบำรุงรักษา
1	ความบกพร่องของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	นำมาสร้างเป็นกิจกรรมในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM)
2	การเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนตามการใช้งาน	ปล่อยให้ชิ้นส่วนเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานก่อน แล้วจึงทำการเปลี่ยนหรือซ่อมชิ้นส่วนนั้น	การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance: BM)
3	การออกแบบชิ้นส่วนที่ทำให้ประสิทธิภาพหรือการทำงานของเครื่องจักรลดลง	ออกแบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้การบำรุงรักษาง่ายขึ้นหรือไม่ต้องทำการบำรุงรักษา	การออกแบบเพื่อไม่ต้องทำการบำรุงรักษา (Design Out Maintenance: DOM)

5.1.2 การค้นหากิจกรรมที่ต้องปฏิบัติในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

เมื่อได้สาเหตุการขัดข้องในแต่ละระบบแล้วจากนั้นจะต้องหาวิธีการแก้ไขในแต่ละสาเหตุซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 5.3 พบว่ามีวิธีการแก้ไขทั้งหมด 49 กิจกรรม ประกอบไปด้วยกิจกรรมในแนวทางแก้ไขที่ 1 จำนวน 28 กิจกรรม กิจกรรมในแนวทางแก้ไขที่ 2 จำนวน 15 กิจกรรมและกิจกรรมในแนวทางแก้ไขที่ 3 จำนวน 6 กิจกรรม ในงานวิจัยนี้จะเน้นการแก้ไขที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาเชิง

ป้องกันซึ่งเป็นกิจกรรมในแนวทางที่ 1 โดยต้องนำกิจกรรมในแนวทางที่ 1 มาเพิ่มในแผนของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ส่วนกิจกรรมในแนวทางที่ 2 เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนซึ่งจะต้องเปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อชิ้นส่วนเกิดการขัดข้องเสียหายและกิจกรรมในแนวทางที่ 3 เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชิ้นส่วนของเครื่องอัดรีดแบบสกรูให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นให้เหมาะสมกับขั้นตอนหรือสภาวะแวดล้อมในการปฏิบัติงานเพื่อที่จะลดโอกาสการขัดข้องที่เกิดจากชิ้นส่วนนั้นให้น้อยที่สุด ซึ่งกิจกรรมในแนวทางที่ 3 นี้ไม่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ตารางที่ 5.3 วิธีการแก้ไขของสาเหตุของอาการขัดข้องของทุกระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

สาเหตุของอาการขัดข้อง	แนวทางแก้ไข	วิธีการแก้ไข/กิจกรรม
1. การออกแบบสายไฟที่ห้วตายน์ไม่เหมาะสม	3	1.1 ออกแบบบริเวณห้วตายน์ให้เหมาะสม
2. จุดต่อสายไฟฮีตเตอร์ไม่แน่นจากการหด-ขยายของลวดในสายไฟ	1	2.1 กวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์
3. ฮีตเตอร์เกิดการหด-ขยาย	1	3.1 กวดขันนอตที่ยึดกระหว่างฮีตเตอร์กับกระบอกสกรู
4. ไม่มีการสอบเทียบการทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิ	1	4.1 สอบเทียบมาตรฐานตัวควบคุมอุณหภูมิ
5. เกิดสนิมขึ้นในระบบน้ำหล่อเย็น	1	5.1 ติดตั้งตัวกรอง (Strainer) และล้างตัวกรอง
	1	5.2 เปลี่ยนน้ำกลั่น
	3	5.3 เลือกใช้น้ำยากำจัดสนิมในระบบน้ำหล่อเย็น
6. ภายในท่อมีตะกรันและเศษพลาสติกเข้าในระบบน้ำหล่อเย็นทำให้เกิดการอุดตัน	1	6.1 เปลี่ยนน้ำกลั่น
	1	6.2 ติดตั้งตัวกรองและล้างตัวกรอง
	1	6.3 ล้างโซลินอยด์วาล์ว
7.แมกเนติกเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน	2	7.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
8. แมกเนติกเสื่อมสภาพจากฝุ่น	1	8.1 ทำความสะอาดตู้ควบคุมไฟฟ้า

ตารางที่ 5.3 วิธีการแก้ไขของสาเหตุของอาการขัดข้องของทุกระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรู (ต่อ)

สาเหตุของอาการขัดข้อง	แนวทางแก้ไข	วิธีการแก้ไข/กิจกรรม
9. ฮีตเตอร์ช็อต	2	9.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
10. จุดต่อไฟฟ้าไม่แน่น	1	10.1 กวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า
11. สายไฟชำรุด	1	11.1 ตรวจสอบสภาพของสายไฟ
12. ไม่ทำความสะอาดหน้าสัมผัสแมกเนติก	1	12.1 ฉีดน้ำยาทำความสะอาดหน้าสัมผัสแมกเนติก
13. ออกแบบระบบถ่ายเทความร้อนไม่เหมาะสม	3	13.1 ออกแบบระบบถ่ายเทความร้อนให้เหมาะสม
14. ไม่มีการทำความสะอาดระบบถ่ายเทความร้อน	3	14.1 ออกแบบระบบถ่ายเทความร้อนในการแก้ไขที่ 13.1 ให้สามารถเปิด-ปิดเพื่อจัดทำรอบล้างระบบถ่ายเทความร้อนได้
15. ออกแบบระบบน้ำคูลลิ่งไม่เหมาะสม	3	15.1 ออกแบบระบบน้ำคูลลิ่งให้เหมาะสม
16. ไม่มีการสอบเทียบการทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิ	1	16.1 สอบเทียบมาตรฐานตัวควบคุมอุณหภูมิ
17. ไม่มีการทำความสะอาดท่อน้ำหล่อเย็น	1	17.1 ล้างท่อหล่อเย็นโดยใช้สารเคมีเฉพาะ
18. เทอร์มอคัปเปิลเสื่อมสภาพ	2	18.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
19. ออกแบบตัวล็อคเทอร์มอคัปเปิลไม่เหมาะสม	3	19.1 ออกแบบตัวล็อคให้เหมาะสม

ตารางที่ 5.3 วิธีการแก้ไขของสาเหตุของอาการขัดข้องของทุกระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรู (ต่อ)

สาเหตุของอาการขัดข้อง	แนวทางแก้ไข	วิธีการแก้ไข/กิจกรรม
20. ไม่มีการสอบเทียบการทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิ	1	20.1 สอบเทียบมาตรฐานตัวควบคุมอุณหภูมิ
21. สายพานเสื่อมสภาพ	2	21.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
22. ไม่มีมาตรฐานการปรับตั้งสายพาน	1	22.1 จัดทำมาตรฐานการปรับตั้งสายพาน
23. พู่เลย์เสื่อมสภาพ	1	23.1 ตรวจสภาพของพู่เลย์
24. สเปเซอร์เสื่อมสภาพ	2	24.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
25. ยอยเสื่อมสภาพ	1	25.1 ตรวจการสึกหรอของยอย
26. สายพานเสื่อมสภาพ	1	26.1 ตรวจสภาพและความตึงของสายพาน
27. ซีลห้องเกียร์เสื่อมสภาพ	2	27.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
28. เติมน้ำมันหล่อลื่นมากเกินไป	1	28.1 เติมน้ำมันเกียร์ให้เท่ากับระดับที่กำหนด
29. สายน้ำมันหล่อลื่นเสื่อมสภาพ	1	29.1 ตรวจสภาพสายน้ำมัน
30. เพลาห้องเกียร์เสื่อมสภาพ	2	30.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
31. ข้อต่อของท่อน้ำมันหล่อลื่นสึกหรอ	1	31.1 กวดขันให้แน่น

ตารางที่ 5.3 วิธีการแก้ไขของสาเหตุของอาการขัดข้องของทุกระบบของเครื่องอัดรีด (ต่อ)

สาเหตุของอาการขัดข้อง	แนวทางแก้ไข	วิธีการแก้ไข/กิจกรรม
31. ข้อต่อของท่อน้ำมันหล่อลื่นสึกหรอ	1	31.1 กวดขันให้แน่น
32. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นไม่ตรงตามรอบที่กำหนด	1	32.1 เปลี่ยนน้ำมันเกียร์ตามรอบที่
33. เปลี่ยนที่กรองน้ำมันหล่อลื่นไม่ตรงตามรอบที่กำหนด	2	33.1 เปลี่ยนที่กรองน้ำมันเกียร์ตามรอบที่กำหนด
34. ไม่มีการตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์	1	34.1 ตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์
35. ไม่เติมจารบีในชุดเกียร์และมอเตอร์	1	35.1 เติมจารบี
36. ลิ่มเสื่อมสภาพ	2	36.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
37. เกลียวนอตเสื่อมสภาพ	2	37.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
38. ลูกปืน เสื่อมสภาพ	2	38.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
39. ข้อต่อระบบน้ำหล่อเย็นสึกหรอ	1	39.1 ตรวจสอบและกวดขันเล็กน้อย
40. ซีลปั๊มน้ำหล่อเย็นเสื่อมสภาพ	2	40.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
41. เพลาปั๊มน้ำหล่อเย็นเสื่อมสภาพ	2	41.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง

ตารางที่ 5.3 วิธีการแก้ไขของสาเหตุของอาการขัดข้องของทุกระบบของเครื่องอัดรีด (ต่อ)

สาเหตุของอาการขัดข้อง	แนวทางแก้ไข	วิธีการแก้ไข/กิจกรรม
42. ไม่มีการตรวจสภาพการรั่วของน้ำและทดสอบการทำงานของระบบสุญญากาศ	1	42.1 ตรวจสภาพการรั่วของน้ำ กวดขันและทดสอบการทำงานของระบบสุญญากาศ
43. ซีลปั๊มของระบบสุญญากาศเสื่อมสภาพ	2	43.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง
44. ไม่มีการทำความสะอาดท่อในระบบสุญญากาศ	1	44.1 เดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ
45. นอตยึดตัวดูดเสื่อมสภาพ	2	45.1 เปลี่ยนชิ้นส่วนเมื่อเกิดการขัดข้อง

หมายเหตุ: สาเหตุลำดับที่ 4, 16 และ 20 เป็นสาเหตุเดียวกันและมีวิธีการแก้ไขแบบเดียวกัน
สาเหตุลำดับที่ 21 และ 26 เป็นสาเหตุเดียวกัน
วิธีการแก้ไขที่ 5.1 กับ 6.2 และ 5.2 กับ 6.1 มีวิธีการแก้ไขแบบเดียวกัน

5.2 การหาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม

ในแต่ละกิจกรรมของงานบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันจะต้องมีการกำหนดช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาที่ชัดเจน เช่น กำหนดการเปลี่ยนสายพานทุก 1 ปี กำหนดการทำความสะอาดมอเตอร์ทุก 2 ปี เป็นต้น โดยทั่วไปในช่วงแรกของการใช้งานเครื่องจักรนั้นจะกำหนดช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาตามคู่มือ เมื่อมีการใช้งานเครื่องจักรที่มากขึ้นทำให้ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ของเครื่องจักรเกิดการสึกหรอจึงต้องกำหนดช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาเครื่องจักรขึ้นใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพของเครื่องจักร ในแต่ละโรงงานจะมีวิธีในการกำหนดช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกันเนื่องจากกระบวนการทำงานในแต่ละโรงงานมีความแตกต่างกันทำให้ภาระที่เครื่องจักรต้องรับแตกต่างกัน อีกทั้งการกำหนดช่วงระยะเวลาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ต้นทุนในการดำเนินการ เทคโนโลยีการบำรุงรักษาเครื่องจักรในอุตสาหกรรมนั้น จำนวนการขัดข้องที่เกิดขึ้น เป็นต้น

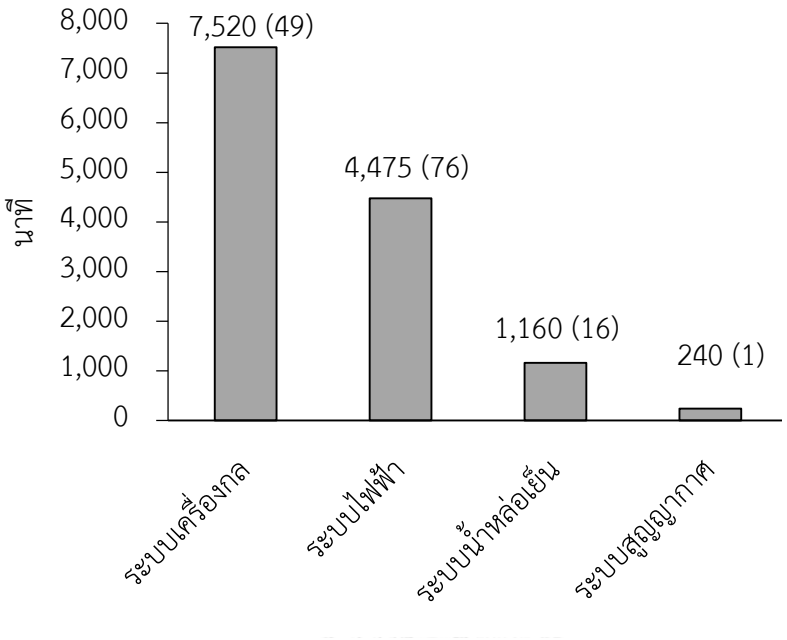
เดิมโรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดช่วงระยะเวลาของกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทุกสองเดือนและมีการทำทุกกิจกรรมในคราวเดียวกัน ซึ่งช่วงระยะเวลาดังกล่าวได้ถูกกำหนดจากกรณีที่เมื่อมีช่วงระยะเวลาการทำทุกสองเดือนและทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันวันละ 1 เครื่อง จะทำให้ทุกเครื่องจักรได้ถูกบำรุงรักษาเชิงป้องกันครบพอดี ซึ่งเป็นการกำหนดช่วงระยะเวลาที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากไม่ได้กำหนดช่วงระยะเวลาตามสภาพที่เกิดขึ้นของเครื่องจักรจึงยังคงทำให้เกิดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูจำนวนมาก พร้อมทั้งโรงงานกรณีศึกษามีงบประมาณในการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่จำกัดจึงทำให้ต้องหาวิธีการในการกำหนดช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้เหมาะสมและใช้ต้นทุนในการดำเนินการให้ต่ำที่สุด

งานวิจัยนี้จะกำหนดช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้จากสภาพการขัดข้องของเครื่องจักรในอดีตด้วยการรวบรวมจำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูทั้งประเภทคู่และประเภทเดี่ยว โดยแยกตามระบบการทำงานซึ่งมี 4 ระบบประกอบไปด้วย ระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล ระบบน้ำหล่อเย็นและระบบสุญญากาศ ตั้งแต่ มี.ค.2559 ถึง มิ.ย.2559 แสดงได้ดังตารางที่ 5.4 พบว่าระบบไฟฟ้าและระบบเครื่องกลมีจำนวนการขัดข้องมากกว่าระบบน้ำหล่อเย็นและสุญญากาศอยู่มาก พร้อมทั้งในรูปที่ 5.6 ได้แสดงเวลารวมในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูของทุกระบบพบว่าระบบไฟฟ้าและระบบเครื่องกลมีเวลารวมในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องจำนวนมากกว่า ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญกับการกำหนดช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบเครื่องกลและระบบไฟฟ้า

ตารางที่ 5.4 จำนวนการขัดข้องเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละระบบ

ชื่อเครื่องจักร	จำนวนการขัดข้อง (ครั้ง)			
	ระบบไฟฟ้า	ระบบเครื่องกล	ระบบน้ำหล่อเย็น	ระบบสุญญากาศ
E3	8	5	2	-
E13	4	4	3	-
E20	10	2	-	-
E26	5	2	2	-
E32	5	4	-	-
E34	4	7	3	1
E14	5	1	-	-
E15	4	2	1	-
E10	1	3	2	-
E27	2	2	-	-
E28	7	2	-	-
E30	7	2	2	-
E1	4	2	-	-
E7	5	6	-	-
E9	5	5	1	-
รวม	76	49	16	1

จากนั้นจะต้องมีการรวบรวมวันที่ของการเกิดการขัดข้องทั้งหมดในแต่ละเครื่องจักร เพื่อที่จะนำมาหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ จากตารางที่ 5.5 แสดงตัวอย่างของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบไฟฟ้าของเครื่อง E13 ตั้งแต่ มี.ค.2559 ถึง มิ.ย. 2559 พบว่ามีการจำนวนการขัดข้องทั้งหมด 4 ครั้ง จึงมีช่วงระยะเวลาที่เครื่อง E13 ใช้งานได้ 3 ค่า ได้แก่ 19, 69 และ 14 วัน ในทำนองเดียวกันเครื่องอัดรีดแบบสกรูอื่นๆ ในระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกลและระบบน้ำหล่อเย็นก็สามารถหาช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้เช่นนี้ ซึ่งการหาช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูทั้งหมดในแต่ละระบบแสดงในภาคผนวก ข ยกเว้นระบบสุญญากาศมีจำนวนการขัดข้องครั้งเดียวจึงไม่สามารถหาช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้



รูปที่ 5.6 เวลารวมในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องและจำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรู (มี.ค.2559 ถึง มิ.ย.2559)

ตารางที่ 5.5 ตัวอย่างการหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบไฟฟ้า

เครื่องอัดรีด	ช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ วันที่ของการขัดข้องในแต่ละครั้ง (วันที่/เดือน)			
E13	19	69	14	
	19/3	7/4	15/6	29/6

หมายเหตุ: เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องอัดรีดแบบสกรูมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ใช้งานได้ของเครื่องอัดรีดแบบสกรู ดังนั้นจึงกำหนดให้ระยะเวลาที่ใช้งานได้คือระยะห่างของเวลาระหว่างการขัดข้อง

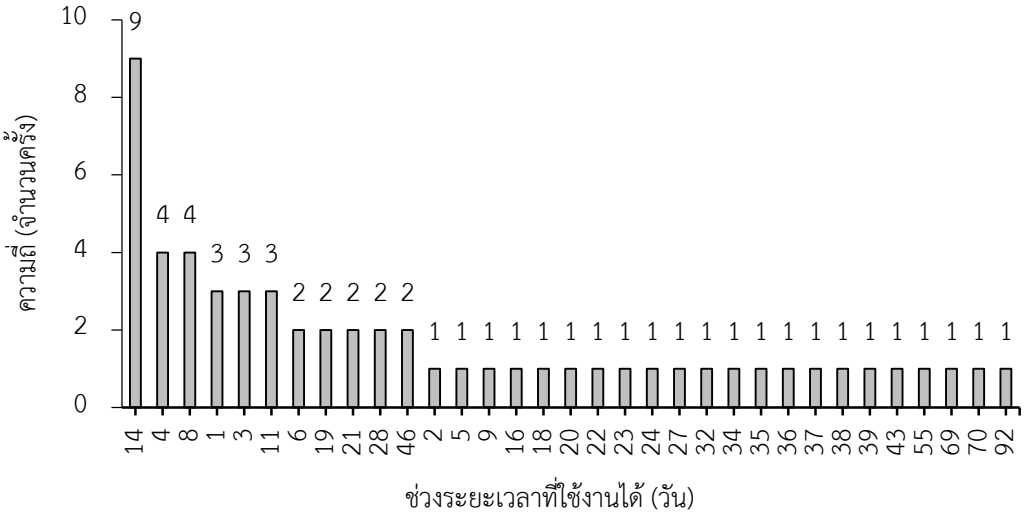
จากการรวบรวมหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในแต่ละระบบ ตั้งแต่ มี.ค. 2559 ถึง มิ.ย.2559 ซึ่งสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในแต่ละระบบ ได้ดังนี้

ระบบไฟฟ้า:ช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้มีความแตกต่างกันมาก ถึง 33 ค่า ซึ่งในแต่ละค่านั้นจะกระจัดกระจายตั้งแต่ช่วงระยะเวลา 1 วันจนไปถึง 92 วัน โดยมีช่วงระยะเวลาที่ใช้งานมากที่สุดอยู่ที่ 14 วัน ซึ่งมีจำนวน 9 ครั้ง ซึ่งเป็นค่าที่มากที่สุดอย่างเด่นชัดเมื่อมองจากกราฟแสดงดังรูปที่ 5.7 และเมื่อมีการใช้งานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในช่วงระยะเวลา 14 วันแล้วจะเกิดการขัดข้องที่เกี่ยวกับระบบไฟฟ้านั้นมีความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.1552 ซึ่งแดงดังรูปที่ 5.8 จากข้อมูลดังกล่าวนั้นอาจทำให้สรุปได้ว่าระยะเวลาที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้านั้นอยู่ที่ 14 วัน โดยต้องมีการพิจารณาช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้โดยแบ่งตามอันตรภาคชั้นเพิ่มเติม

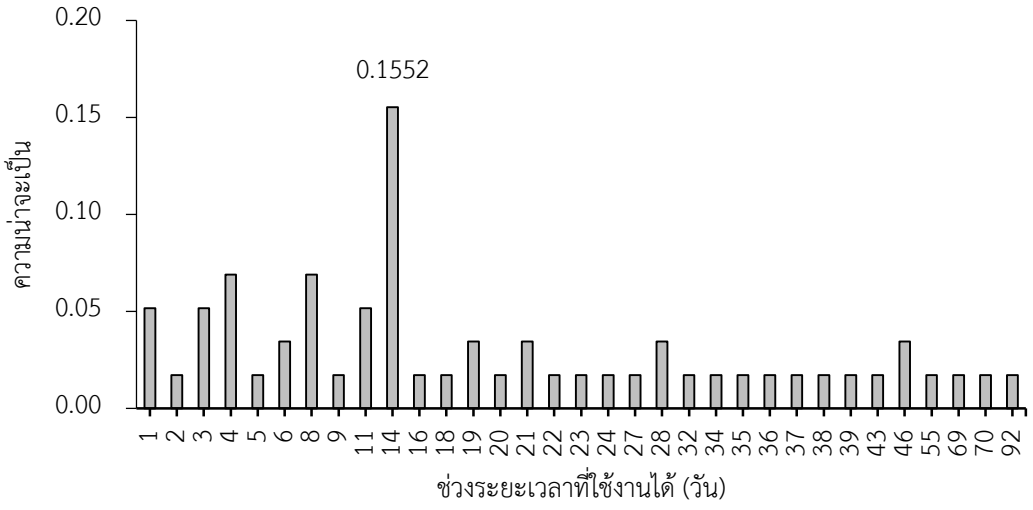
ระบบเครื่องกล: ช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้มีความแตกต่างกันมากถึง 24 ค่า และจำนวนครั้งของแต่ละช่วงระยะเวลามีค่าใกล้เคียงกันแสดงได้ดังรูปที่ 5.9 โดยมีช่วงระยะเวลาที่ใช้งานมากที่สุดอยู่ที่ 28 วัน ซึ่งมีจำนวนเพียงแค่ 3 ครั้งเท่านั้น โดยเป็นค่าที่มากที่สุดอย่างไม่เด่นชัดและเมื่อมีการใช้งานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในช่วงระยะเวลา 28 วันแล้วจะเกิดการขัดข้องที่เกี่ยวกับระบบเครื่องกลนั้นมีความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.1034 ซึ่งแดงดังรูปที่ 5.10 ทำให้ยังไม่สามารถสรุปช่วงระยะเวลาที่ใช้งานมากที่สุดในระบบนี้ได้ จึงต้องพิจารณาช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้โดยแบ่งตามอันตรภาคชั้นเพิ่มเติม

ระบบน้ำหล่อเย็น: ช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้มีความแตกต่างกันเป็นจำนวน 7 ค่า และจำนวนครั้งของแต่ละช่วงระยะเวลามีค่าใกล้เคียงกันแสดงได้ดังรูปที่ 5.11 โดยมีช่วงระยะเวลาที่ใช้งานมากที่สุดอยู่ที่ 45 วัน จำนวนเพียงแค่ 2 ครั้งเท่านั้นเท่านั้น โดยเป็นค่าที่มากที่สุดอย่างไม่เด่นชัดและเมื่อมีการใช้งานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในช่วงระยะเวลา 45 วันแล้วจะเกิดการขัดข้องที่เกี่ยวกับระบบน้ำหล่อเย็นนั้นมีความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.25 ซึ่งแดงดังรูปที่ 5.12 และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนการขัดข้องของระบบนี้กับระบบไฟฟ้าและระบบเครื่องกลพบว่ามีจำนวนการขัดข้องที่น้อยกว่า จึงทำให้หาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับงานบำรุงรักษาได้ยาก

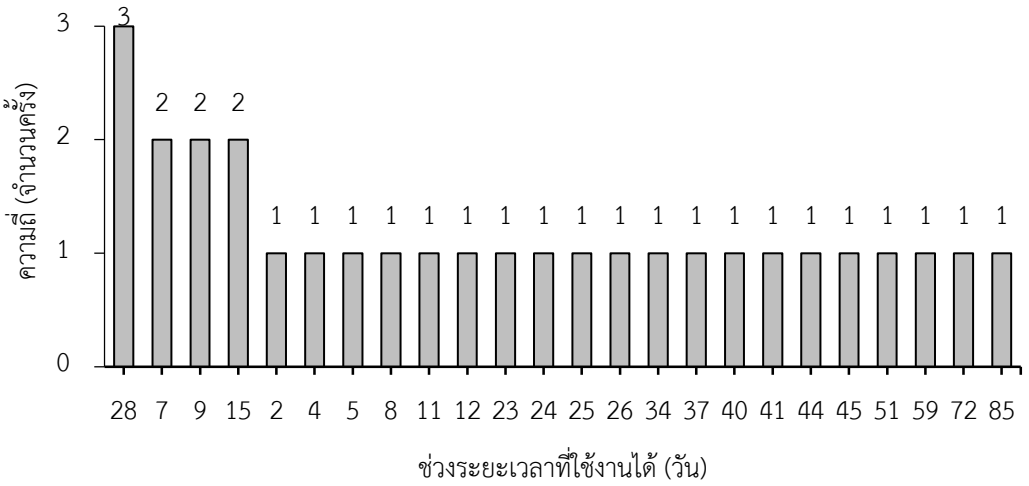
จากการวิเคราะห์ดังกล่าวทำให้ยังไม่สามารถสรุปช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานในระบบเครื่องกลและน้ำหล่อเย็นได้เพราะช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ในแต่ละระบบยังคงมีความแตกต่างกันอยู่มากและมีความไม่แน่นอน เพื่อให้เห็นภาพรวมของความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ให้มากขึ้นจึงนำข้อมูลของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในแต่ละระบบมาสรุป โดยแบ่งตามอันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลาดังแสดงในตารางที่ 5.6 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้



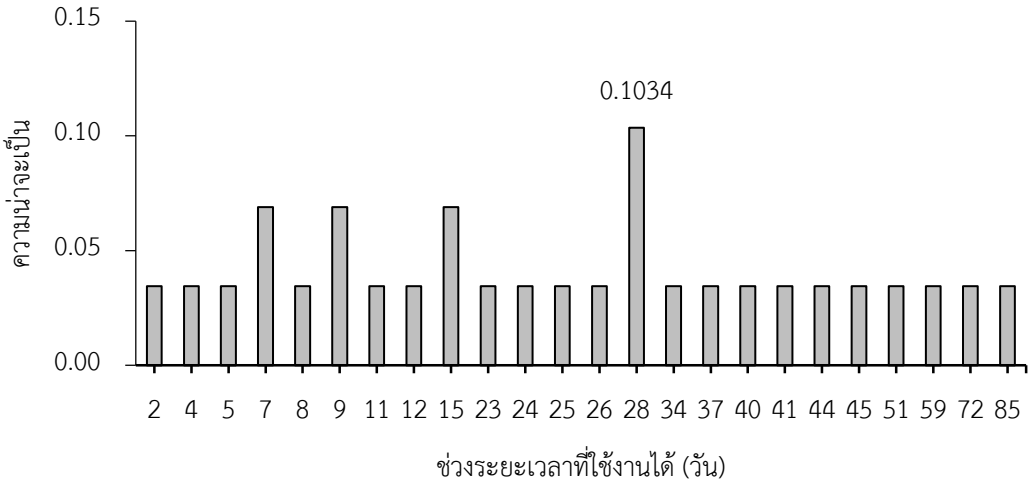
รูปที่ 5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ของระบบไฟฟ้า



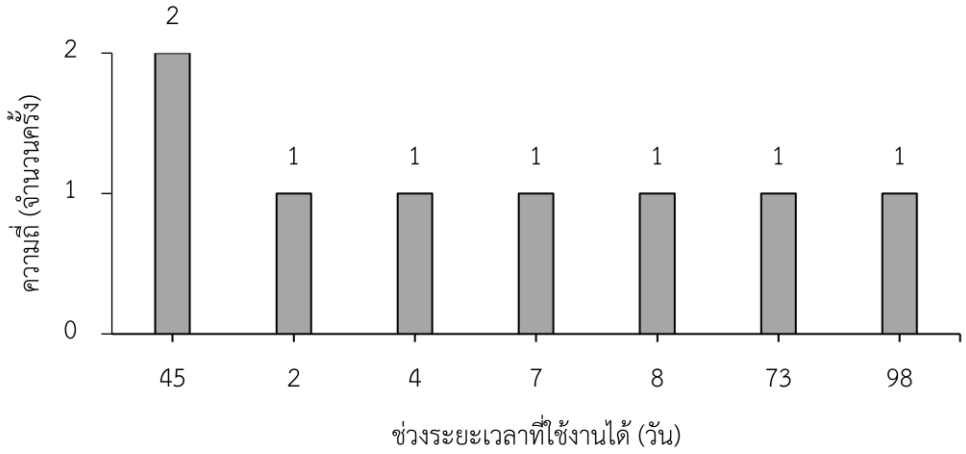
รูปที่ 5.7 ความน่าจะเป็นของการเกิดการขัดข้องของช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ของระบบไฟฟ้า



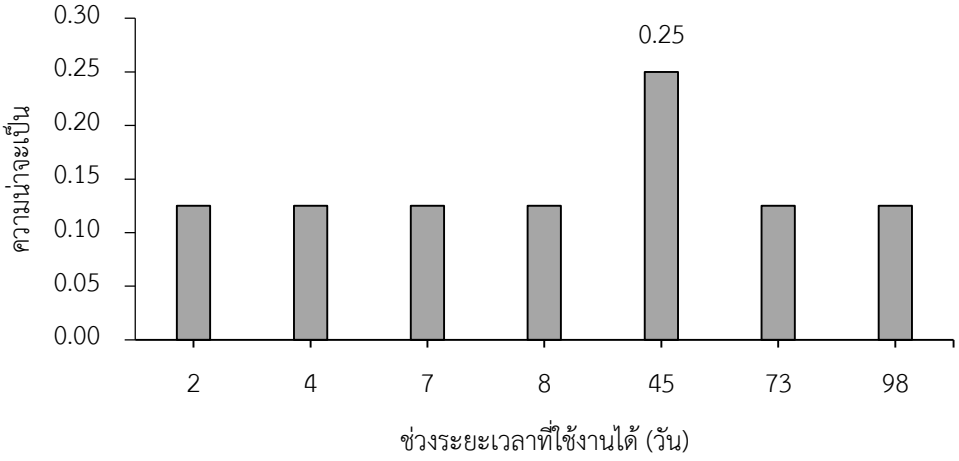
รูปที่ 5.9 ความสัมพันธ์ระหว่างถวามถี่กับช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ของระบบเครื่องกล



รูปที่ 5.10 ความน่าจะเป็นของการเกิดการขัดข้องของช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ของระบบเครื่องกล



รูปที่ 5.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ของระบบน้ำหล่อเย็น



รูปที่ 5.11 ความน่าจะเป็นของการเกิดการขัดข้องของช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ของระบบน้ำหล่อเย็น

ตารางที่ 5.6 จำนวนความถี่และความน่าจะเป็นในแต่ละอันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในแต่ละระบบ

ช่วงระยะเวลา (วัน)	ระบบไฟฟ้า		ระบบเครื่องกล		ระบบน้ำหล่อเย็น	
	ความถี่ (จำนวนครั้ง)	ความน่าจะเป็น	ความถี่ (จำนวนครั้ง)	ความน่าจะเป็น	ความถี่ (จำนวนครั้ง)	ความน่าจะเป็น
1-7 (W1)	14	0.2414	5	0.1724	3	0.3750
8-14 (W2)	17	0.2931	5	0.1724	1	0.1250
15-21 (W3)	7	0.1207	2	0.0690	-	-
22-28 (W4)	6	0.1034	7	0.2414	-	-
29-35 (W5)	3	0.0517	1	0.0345	-	-
36-42 (W6)	4	0.0690	3	0.1034	-	-
43-49 (W7)	3	0.0517	2	0.0690	2	0.2500
50-56 (W8)	1	0.0172	1	0.0345	-	-
>56 (>W8)	3	0.0517	3	0.1034	2	0.2500
รวม	58	1	29	1	8	1

หมายเหตุ: ในการกำหนดช่วงระยะเวลาในแต่ละอันตรภาคชั้นจะกำหนดตามช่วงระยะเวลาที่สามารถปฏิบัติงานจริงได้ จึงได้กำหนดช่วงระยะห่างแบบรายสัปดาห์

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระบบไฟฟ้า: อันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้แล้วจึงเกิดการขัดข้องยังมีความไม่แน่นอนอยู่ มีทั้งอันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลา 1-7 วัน, 8-14 วัน และช่วงระยะเวลาอื่นๆ แต่ความถี่ที่มากที่สุดอยู่ที่อันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลา 8-14 วัน ซึ่งมีจำนวน 17 ครั้งและมีความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.2931 จึงทำให้มั่นใจได้ว่าเมื่อมีการใช้งานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูแล้วจะเกิดการขัดข้องที่เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าบ่อยที่สุดอยู่ที่ช่วงระยะเวลา 8-14 วัน

ระบบเครื่องกล: อันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้แล้วจึงเกิดการขัดข้องมีความไม่แน่นอนและความถี่ของทุกอันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้แล้วจึงเกิดการขัดข้องมีจำนวนใกล้เคียงกัน แต่ความถี่ที่มากที่สุดอยู่ที่อันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลา 22-28 วัน ซึ่งมีจำนวน 7 ครั้งและมีความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.2417 และเมื่อพิจารณาแนวโน้มของความถี่ของอันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้

พบว่า เข้าใกล้อันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลา 22-28 วัน จึงสรุปได้ว่าเมื่อมีการใช้งานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูแล้วจะเกิดการขัดข้องที่เกี่ยวกับระบบเครื่องกลบ่อยที่สุดอยู่ที่ช่วงระยะเวลา 22-28 วัน

ระบบน้ำหล่อเย็น: อันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้มีความแตกต่างและในแต่อันตรภาคชั้นมีความถี่ที่น้อยด้วยจึงไม่สามารถกำหนดช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมได้

จากการหาความสัมพันธ์ของความถี่เป็นจำนวนครั้งกับช่วงระยะเวลาและความถี่เป็นจำนวนครั้งกับอันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้และความน่าจะเป็นดังที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า

ระบบไฟฟ้ามีช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้แล้วจึงเกิดการขัดข้องที่มีจำนวนครั้งมากที่สุดอยู่ในช่วงระยะเวลา 14 วันและอันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลา 8-14 วัน ดังนั้นจึงกำหนดให้กิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบไฟฟ้ามีช่วงระยะเวลาทุก 14 วัน หรือทุก 2 สัปดาห์

ระบบเครื่องกลมีช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้แล้วจึงเกิดการขัดข้องที่มีจำนวนครั้งมากที่สุดอยู่ในช่วงระยะเวลา 28 วันและอันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลา 22-28 วัน ดังนั้นจึงกำหนดให้กิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบเครื่องกลมีช่วงระยะเวลาทุก 28 วัน หรือทุก 1 เดือน

ระบบน้ำหล่อเย็นมียังไม่สามารถกำหนดช่วงระยะเวลาของกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้เนื่องจากมีความถี่ของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้แล้วจึงเกิดการขัดข้องจำนวนน้อยมาก

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดทำให้สามารถสรุปช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมของกิจกรรมในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแสดงได้ดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5 7 ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมของกิจกรรมในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

กิจกรรมในระบบ	ช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้แล้วเกิดการขัดข้องที่มีจำนวนครั้งมากที่สุด		ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม
	ช่วงระยะเวลา (วัน) , จำนวนที่มากที่สุด (ครั้ง)	อันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลา (วัน) , จำนวนที่มากที่สุด (ครั้ง)	
ไฟฟ้า	14 , 9	8-14 , 17	ทุก 14 วัน
เครื่องกล	28 , 3	22-28 , 7	ทุก 28 วัน
น้ำหล่อเย็น	45 , 2	1-7 , 3	*ทุก 28 วัน
สุญญากาศ	-	-	*ทุก 28 วัน

*เนื่องจากไม่สามารถกำหนดช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมของกิจกรรมในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบน้ำหล่อเย็นและระบบสุญญากาศได้จึงทำการเลือกช่วงระยะเวลาจากการที่เมื่อกำหนดช่วงระยะเวลานั้นแล้วสามารถที่จะนำไปปฏิบัติได้จริงพร้อมกับการขัดข้องที่เกิดขึ้นของเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่เกี่ยวข้องกับ 2 ระบบข้างต้นมีจำนวนน้อย ดังนั้นจึงได้กำหนดช่วงระยะเวลาของกิจกรรมในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันระบบน้ำหล่อเย็นและระบบสุญญากาศไว้ทุก 28 วันหรือทุก 1 เดือนซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมที่จะสามารถนำไปปฏิบัติแล้วไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกับการผลิตด้วย

เมื่อได้กิจกรรมที่ควรปฏิบัติในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแล้วจะต้องมีการกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานซึ่งจะมีรายละเอียดในหัวข้อที่ 5.3 จากนั้นจะต้องนำกิจกรรมที่ควรปฏิบัติ ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมมาสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยจะต้องคำนึงถึงการจัดกำหนดการเครื่องจักร วัน เวลาที่ปฏิบัติและกำลังคน ซึ่งมีรายละเอียดในบทที่ 6 เมื่อทำการจัดกำหนดการและสร้างแผนเสร็จแล้ว จากนั้นจึงได้มีการปฏิบัติกิจกรรมตามแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ได้กำหนดไว้ในครั้งแรก หลังจากที่มีการปฏิบัติกิจกรรมของแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันในครั้งแรกแล้ว ครั้งถัดไปจะต้องทำการตรวจสอบความผิดปกติของกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ กรณีที่ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ของกิจกรรมที่ปฏิบัติมีความผิดปกติจะยังคงใช้ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาเดิม แต่กรณีที่ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ของกิจกรรมที่ปฏิบัติไม่มีความผิดปกติจะต้องมีการปรับยืดช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาการปฏิบัติกิจกรรมนั้นออกไปอีก ยกตัวอย่างเช่น เมื่อมีการปฏิบัติกิจกรรมล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้าครั้งแรกซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าและมีช่วงระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ เมื่อมีการตรวจสสภาพความผิดปกติของกิจกรรมนี้ในครั้งถัดไปพบว่าแผ่นกรองฝุ่นยังมีสภาพปกติอยู่ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับยืดช่วงระยะเวลาของกิจกรรมการล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้าออกไปอีก ซึ่งในการปรับยืดช่วงระยะเวลานั้นจะมีการปรับยืดช่วงระยะเวลาเพื่อให้มีการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง

จากการทำการปรับยืดช่วงระยะเวลาของกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามวิธีที่ได้กล่าวไว้พบว่ามี 4 กิจกรรมจากระบบไฟฟ้าที่ต้องมีการปรับยืดช่วงระยะเวลาออกไปอีก โดยจะมีการปรับยืดช่วงระยะเวลาจากทุก 2 สัปดาห์ออกไปเป็นทุก 1 เดือน เนื่องจากเป็นช่วงระยะเวลาที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงและไม่ก่อให้เกิดปัญหาในการวางแผนผลิตด้วยซึ่ง 4 กิจกรรมนี้ ได้แก่

- C2: ล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า
- I1 : สายไฟของฮีตเตอร์ เทอร์มอคัปเปิลและสายวัดความเร็วรอบมอเตอร์
- A2: กวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์
- A3: กวดขันนอตที่ยึดกระหว่างฮีตเตอร์กับกระบอกสกรู

เมื่อได้ช่วงระยะเวลาใหม่ของ 4 กิจกรรมข้างต้นแล้วจะต้องมีทำการปรับเปลี่ยนช่วงระยะเวลาของกิจกรรมดังกล่าวในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้นใหม่ โดยจะใช้ช่วงระยะเวลาที่ได้ปรับเปลี่ยนกับ 4 กิจกรรมนี้ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูตลอดช่วงหลังการปรับปรุงเป็นระยะเวลา 4 เดือนตั้งแต่ กรกฎาคม 2559 ถึง ตุลาคม 2559 ส่วนกิจกรรมอื่นๆ ที่เหลือจะใช้ช่วงระยะเวลาเดิม

นอกจากนี้แล้วจะต้องนำช่วงระยะเวลาของกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจากคู่มือของเครื่องอีดรีดแบบสกรูมามาใช้ในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วย โดยที่ในคู่มือจะมีคำแนะนำของกิจกรรมและช่วงระยะเวลาของกิจกรรมในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจำนวนไม่มากและในบางกิจกรรมจะมีช่วงระยะเวลาที่ไม่ชัดเจน แต่สำหรับบางกิจกรรมจะมีคำแนะนำช่วงระยะเวลาที่ชัดเจน ซึ่งมี 4 กิจกรรม โดยจะมีการบ่งบอกช่วงระยะเวลาไว้ทุก 6 เดือน ได้แก่

- C3: ล้างโซลินอยด์วาล์ว
- C5: ล้างท่อน้ำหล่อเย็นโดยใช้สารเฉพาะ
- Ca1: เทียบมาตรฐานตัวควบคุมอุณหภูมิ
- Re1: เปลี่ยนตัวกรองน้ำมันเกียร์และน้ำมันเกียร์

จากรายละเอียดทั้งหมดที่กล่าวมาทำให้ได้กิจกรรมที่ควรปฏิบัติ ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในแต่ละกิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรู จากนั้นจะต้องนำกิจกรรมเหล่านี้มาจัดตามกลุ่มของกิจกรรมหลักสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ 1) การทำความสะอาด 2) การตรวจสภาพ 3) การหล่อลื่น 4) การปรับแต่ง 5) การทดสอบการทำงาน 6) การปรับเทียบและ 7) การเปลี่ยนชิ้นส่วนตามรอบอายุ ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 5.8 โดยสัญลักษณ์ของช่วงระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมมีดังนี้ W คือรายสัปดาห์ M คือรายเดือน ยกตัวอย่างเช่น W2 คือช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทุก 2 สัปดาห์ เป็นต้น ในแต่ละกิจกรรมจะมีการบ่งบอกที่มาว่าได้จากวิธีการแก้ไขใดจากหัวข้อการวิเคราะห์หากิจกรรมที่ควรปฏิบัติในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

เมื่อมีการปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันในแต่ละครั้งเสร็จแล้ว ในขั้นตอนสุดท้ายจะต้องมีการทดสอบสอบการทำงานในแต่ละระบบของเครื่องอัดรีดแบบสกรู เพื่อให้แน่ใจว่าทุกระบบมีการทำงานที่ปกติซึ่งก็คือกิจกรรมในกลุ่มที่ 5 ของแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ดังนั้นจึงได้เพิ่มกิจกรรม F1:การทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์วซึ่งเป็นการทดสอบการทำงานของระบบไฟฟ้าและระบบน้ำหล่อเย็น โดยได้กำหนดระยะเวลาไว้ทุก 2 สัปดาห์ เนื่องจากกิจกรรมที่ทำทุก 2 สัปดาห์นั้นเป็นกิจกรรมเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า ส่วนกิจกรรม F2:การทำงานของปั๊มน้ำมันและปั๊มน้ำเป็นการทดสอบการทำงานของระบบเครื่องกลและระบบน้ำหล่อเย็น โดยได้กำหนดระยะเวลาไว้ทุก 1 เดือน เนื่องจากเป็นกิจกรรมเกี่ยวกับระบบเครื่องกลและระบบน้ำหล่อเย็น

ตารางที่ 5.8 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

กิจกรรม	ระบบ	ช่วง ระยะเวลา	ได้จากวิธีการ แก้ไขที่
C: การทำความสะอาด (Cleaning)			
C1: ฉีดน้ำยาทำความสะอาดผิวสัมผัสของแมกเนติก	ไฟฟ้า	W2	12.1
C2: ล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า	ไฟฟ้า	M1	8.1
C3: ล้างโซลินอยด์วาล์ว	น้ำหล่อเย็น	M6	6.3
C4: ล้างตัวกรองในระบบน้ำหล่อเย็น	น้ำหล่อเย็น	M1	5.1, 6.2
C5: ล้างท่อน้ำหล่อเย็นโดยใช้สารเคมีเฉพาะ	น้ำหล่อเย็น	M6	17.1
C6: เปลี่ยนน้ำกลั่นในระบบหล่อเย็น	น้ำหล่อเย็น	M1	5.2, 6.1
C7: เดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ	สุญญากาศ	M1	44.1
I: การตรวจสภาพ (Inspection)			
I1: สายไฟของฮีตเตอร์ เทอร์มอคัปเปิลและสายวัดความเร็วรอบมอเตอร์	ไฟฟ้า	M1	11.1
I2: ระดับน้ำมันในห้องเกียร์	เครื่องกล	M1	28.1
I3: ตรวจสภาพและความตึงของสายพาน	เครื่องกล	M1	21.1, 22.1
I4: สายน้ำมัน ข้อต่อต่างๆของท่อน้ำมัน	เครื่องกล	M1	29

ตารางที่ 5.8 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (ต่อ)

กิจกรรม	ระบบ	ช่วงระยะเวลา	ได้จากวิธีการแก้ไขที่
I5: ชุดยอย	เครื่องกล	M1	25.1
I6: พู่เลย์	เครื่องกล	M1	23.1
I7: การรั่วซึมของน้ำหล่อเย็น	น้ำหล่อเย็น	M1	39.1
I8: การรั่วซึมของปั๊มน้ำในระบบสุญญากาศ	สุญญากาศ	M1	42.1
L. การหล่อลื่น (Lubrication)			
L1. เติมจารบีมอเตอร์	เครื่องกล	M1	35.1
A: การปรับแต่ง (Adjustment)			
A1: กวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า	ไฟฟ้า	W2	10.1
A2: กวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์	ไฟฟ้า	M1	2.1
A3: กวดขันนอตที่ยึดกระหว่างฮีตเตอร์กับกระบอกสกรู	ไฟฟ้า	M1	3.1
A4: กวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว	เครื่องกล	M1	31.1
A5: กวดขันข้อต่อของท่อน้ำ	น้ำหล่อเย็น	M1	39.1
A6: กวดขันกรณีที่ปั๊มน้ำรั่ว	สุญญากาศ	M1	42.1

ตารางที่ 5.8 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (ต่อ)

กิจกรรม	ระบบ	ช่วงระยะเวลา	ได้จากวิธีการแก้ไขที่
F: การทดสอบการทำงาน (Function check)			
F1: การทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์ว	ไฟฟ้า+น้ำหล่อเย็น	W2	-
F2: การทำงานของปั๊มน้ำมันและปั๊มน้ำ	เครื่องกล+น้ำหล่อเย็น	M1	-
F3: การทำงานของห้องเกียร์และมอเตอร์	เครื่องกล	M1	34.1
F4: การทำงานของระบบสุญญากาศ	สุญญากาศ	M1	42.1
Ca: การเทียบมาตรฐาน (Calibration)			
Ca1: เทียบมาตรฐานตัวควบคุมอุณหภูมิ	ไฟฟ้า	M6	4.1, 16.1, 20.1
Re: การเปลี่ยนตามรอบอายุ (Replacement)			
Re1: ตัวกรองน้ำมันเกียร์และน้ำมันเกียร์	เครื่องกล	M6	32.1, 33.1

จากการหาช่วงระยะเวลาของกิจกรรมสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถสรุปขั้นตอนในการหาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้ดังนี้

1. รวมรวบจำนวนและวันที่ของการเกิดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรู โดยแยกตามระบบการทำงาน

2. หาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในแต่ละระบบ

3. หาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในแต่ละระบบ

3. กำหนดช่วงระยะเวลาสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยพิจารณาจากความถี่ที่มากที่สุดของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้และความถี่ที่มากที่สุดของอันตรภาคชั้นของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้

4. พิจารณาช่วงระยะเวลาสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของแต่ละระบบให้สามารถนำไปปฏิบัติได้จริง (พิจารณาจากคำแนะนำของคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องอัดรีดแบบสกรูด้วย)

5. สร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและนำแผนที่ได้ไปดำเนินการ

6. ปรับยืดช่วงระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมให้เหมาะสม

5.3 การกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงาน

การกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่ง ไม่เพียงแต่จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานรู้และเข้าใจขั้นตอนในการปฏิบัติที่เหมาะสมแล้วแต่ยังสามารถช่วยให้การปฏิบัติเป็นไปในทิศทางเดียวกันด้วยซึ่งจะทำให้การบำรุงรักษามีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น โดยส่วนมากมาตรฐานการปฏิบัติงานนั้นจะถูกกำหนดตามคู่มือการบำรุงรักษาหรือจากประสบการณ์การทำงานของพนักงานในโรงงานนั้นๆ และในแต่ละโรงงานจะมีการกำหนดมาตรฐานที่มีรายละเอียดไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ระบบการจัดการของแผนกซ่อมบำรุง นโยบายการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ระบบการผลิต แรงงาน เป็นต้น สำหรับโรงงานกรณีศึกษานั้นไม่มีการกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงาน แต่เมื่อมีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะทำโดยใช้ประสบการณ์การทำงานของพนักงานที่ได้รับมอบหมายซึ่งทำให้การปฏิบัติในแต่ละผู้ปฏิบิติไม่ตรงกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้จัดทำมาตฐานการปฏิบัติงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยจะมีการกำหนดขั้นตอนซึ่งพนักงานสามารถเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วซึ่งมาตรฐานการฏิบัติในแต่ละกิจกรรมการบำรุงรักษาหาได้โดย

1. สอบถามวิธีการทำงานและเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ

2. เข้าไปปฏิบัติกิจกรรม โดยมีการสังเกตวิธีการทำงานและประเมินเวลาในแต่ละกิจกรรม

3. ปรึกษาข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติงานจริงกับผู้จัดการแผนกซ่อมบำรุง

4. สรุปและชี้แจ้งรายละเอียดในที่ประชุม

5. กำหนดมาตรฐานที่ได้และเข้าไปปฏิบัติงานตามที่สรุป

มาตรฐานของกิจกรรมการปฏิบัติงานสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่

1. กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เพิ่มเติม: เป็นกิจกรรมที่ไม่มีในแผนการบำรุงรักษาชิงป้องกัน ซึ่งในกิจกรรมนี้จะต้องมีการกำหนดมาตรฐานขึ้นใหม่

2. กิจกรรมการบำรุงรักษาที่มีการปรับปรุงการปฏิบัติงาน: เป็นกิจกรรมที่มีอยู่ในแผนการบำรงรักษาเชิงป้องกันอยู่แล้ว แต่มีการปรับปรุงการปฏิบัติงานใหม่

3. กิจกรรมการบำรุงรักษาที่ไม่มีการปรับปรุงการปฏิบัติงาน: เป็นกิจกรรมที่มีอยู่ในแผนการบำรงรักษาเชิงป้องกันอยู่แล้วและใช้การปฏิบัติงานแบบเดิม

จากกิจกรรมที่ควรปฏิบัติในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่ได้จากการวิเคราะห์และค้นหาในหัวข้อ 5.1 นั้น สามารถสรุปโดยแยกตามรูปแบบตามกิจกรรมข้างต้นแสดงได้ที่ภาคผนวก ค พบว่ามีกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เพิ่มขึ้นใหม่จำนวน 9 กิจกรรม มีกิจกรรมการบำรุงรักษาที่มีการปรับปรุงการปฏิบัติงานจำนวน 7 กิจกรรมและกิจกรรมการบำรุงรักษาที่ไม่มีการปรับปรุงการปฏิบัติงานจำนวน 12 กิจกรรม ซึ่งตัวอย่างมาตรฐานการปฏิบัติในแต่ละรูปแบบนั้นแสดงได้ดังนี้รูปที่ 5.13 – 5.20 พบว่าในแต่ละกิจกรรมนั้นสามารถเข้าใจและปฏิบัติได้ง่าย กิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเหล่านี้มีความสำคัญ ถ้าละเลยในการปฏิบัติกิจกรรมเหล่านี้ส่งผลให้ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ไม่ได้ถูกบำรุงรักษาทำให้เกิดการขัดข้องระหว่างการผลิตจำนวนมากได้ซึ่งผลของการปฏิบัติในแต่ละกิจกรรมตัวอย่างสามารถอธิบายคร่าวๆ ได้ดังนี้

- รูปที่ 5.13 แสดงการล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า: เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษามีฝุ่นค่อนข้างมาก จึงต้องมีการติดตั้งแผ่นกรองฝุ่นเพื่อช่วยไม่ให้ฝุ่นเข้าไปในตู้ควบคุมในขณะที่มีการใช้งานเครื่องจักรที่ต้องมีการระบายความร้อนออกจากตู้ควบคุม ถ้าฝุ่นสามารถเข้าไปในตู้ควบคุมจำนวนมาก จะทำให้ชิ้นส่วนภายในเกิดการเสียหายที่เร็วกว่าปกติได้

- รูปที่ 5.14 แสดงการล้างตัวกรองในระบบน้ำหล่อเย็น: ตัวกรองหรือที่เรียกว่าสเตรนเนอร์ (Strainer) จะเป็นตัวกรองสนิมหรือเศษพลาสติกต่างๆ ที่เข้ามาในระบบน้ำหล่อเย็น กรณีถ้าเศษสิ่งสกปรกเหล่านี้เข้ามาในระบบน้ำหล่อเย็นจำนวนมากส่งผลให้การทำงานของโซลินอยด์วาล์วทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพและอาจทำให้เกิดการเสียหายได้

- รูปที่ 5.15 แสดงการตรวจสอบชุดยอย: ยอย (Coupling) มีหน้าที่เปลี่ยนแรงขับจากเพลามอเตอร์ให้เป็นแรงขับของเพลาห้องเกียร์ซึ่งยอยนี้จะช่วยรองรับการทำงานภายใต้ภาวะเยื้อง

ศูนย์และชดเชยระยะการเคลื่อนตัวระหว่างปลายเพลา กรณีที่ยอยหรือชิ้นส่วนภายในยอยสึกหรออย่างมากจะส่งผงให้เพลาเกิดการสึกหรอทำให้เกิดการเสียหายของเพลาได้ การที่เพลาเกิดการเสียหายเป็นนี้เป็นการเสียหายที่รุนแรงเนื่องจากต้องใช้เวลาในการซ่อมนานซึ่งส่งผลต่อกระบวนการผลิตอย่างมาก จึงควรมีการตรวจสอบยอย

- รูปที่ 5.16 แสดงการเดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ: เนื่องจากน้ำเป็นตัวกลางที่นำอากาศจากระบบออกสู่ภายนอกทำให้น้ำบางส่วนเข้ามาในระบบ จึงต้องมีการเดรนน้ำออกจากระบบและต้องมีการล้างทำความสะอาดท่อด้วย ในขณะที่ระบบกำลังดูดอากาศออกนั้นมีโอกาสที่จะทำให้พลาสติกบางส่วนเกิดการดูดติดมาด้วย จึงต้องมีการทำความสะอาดท่อซึ่งจะช่วยให้ไม่เกิดการอุดตันภายในท่อดูดได้

- รูปที่ 5.17 แสดงการตรวจสอบพู่เลย์: พู่เลย์เป็นตัวที่เชื่อมให้เพลาและสายพานสามารถส่งกำลังได้ ในการส่งกำลังนั้นจะเกิดแรงเฉือนระหว่างเพลาและพู่เลย์ กรณีที่มีการตั้งศูนย์ (Alignment) เยื้องจะทำให้พู่เลย์เสื่อมสภาพเร็วขึ้น ซึ่งการเสื่อมสภาพของพู่เลย์นั้นตรวจสอบได้โดยดูขอบของพู่เลย์ว่าบางมากเกินไปหรือไม่เมื่อเทียบกับขอบสายพาน กรณีที่ขอบพู่เลย์บางมากจนเกินไปจะทำให้การส่งกำลังมีประสิทธิภาพน้อยลงและส่งผลให้สายพานเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ควรมีการวางแผนการเปลี่ยนพู่เลย์

- รูปที่ 5.18 แสดงการกวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า: เมื่อใช้งานเครื่องจักรไปนานๆ จะเกิดการหลวมจากการยืด-หดของวัสดุและมีออกไซด์อันเนื่องจากความร้อนจากการที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน พร้อมทั้งถ้าเกิดความชื้นหรือฝุ่นต่างๆ มาเกาะจะทำให้ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่สะดวกและอาจเกิดการสปาร์คหรืออาร์คขึ้นที่จุดต่อเหล่านี้ได้ แต่เนื่องจากจุดต่อเหล่านี้เป็นจุดต่อที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไม่มากจนเกิดเป็นกระแสเกิน จึงมีการติดตั้งฟิวส์ที่จะช่วยให้ไม่เกิดการลัดวงจรได้ การกวดขันจุดต่อของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้าให้แน่นอยู่เสมอนั้นจะช่วยให้จุดต่อไม่หลวมและช่วยยืดระยะเวลาของการเกิดการขัดข้องจากจุดนี้ได้

- รูปที่ 5.19 แสดงการเติมจารบีมอเตอร์: การเติมจารบีจะช่วยให้อุปกรณ์ภายในเช่น ลูกปืน เกิดการเสียดสีน้อยลงในขณะใช้งานเครื่องจักร ซึ่งจะช่วยยืดอายุการใช้งานของลูกปืนได้

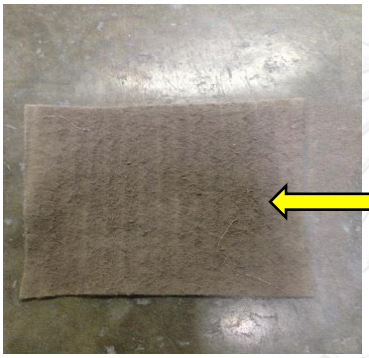
- รูปที่ 5.20 แสดงการกวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์: คำอธิบายเดียวกันกับกวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า

- รูปที่ 5.17 แสดงการกวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว: เป็นการทำให้จุดต่อบริเวณต่างๆ ของเครื่องจักรคงสภาพเพราะเมื่อการใช้งานไปนานๆ อาจจะทำให้จุดต่อเกิดการคลายตัวหรือหลวม จึงต้องตรวจสอบและกวดขันจุดต่อเผื่อไม่ให้เกิดการรั่วซึม ซึ่งการรั่วซึมนี้ทำให้ต้องเสียเวลาในการทำความสะอาดและการตรวจสอบเพื่อซ่อมหาคราบน้ำมันที่หล่นลงพื้น

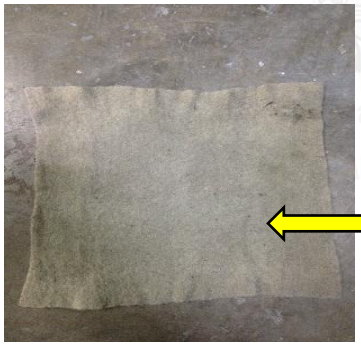
ตัวอย่างมาตรฐานการปฏิบัติงานของกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เพิ่มขึ้นใหม่

C2: ล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า

1.
แกะแผ่นกรองฝุ่นที่อยู่ข้างตู้ควบคุมไฟฟ้า



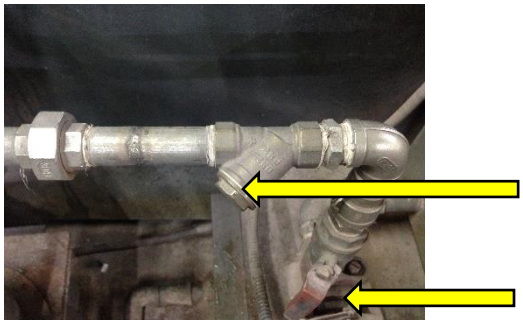
2.
ล้างแผ่นกรองฝุ่นให้สะอาดด้วยน้ำเปล่า



3.
ตากให้แห้ง จากนั้นใส่เข้าที่เดิม

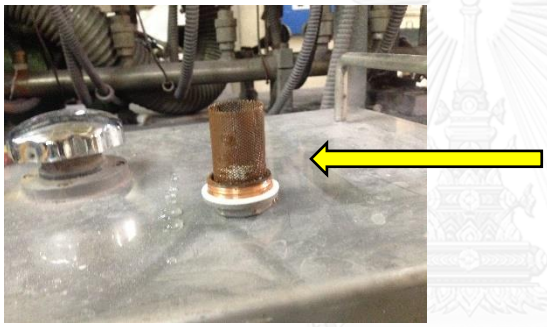
รูปที่ 5.13 วิธีการปฏิบัติงานการล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า

C4: ล้างตัวกรองในระบบน้ำหล่อเย็น

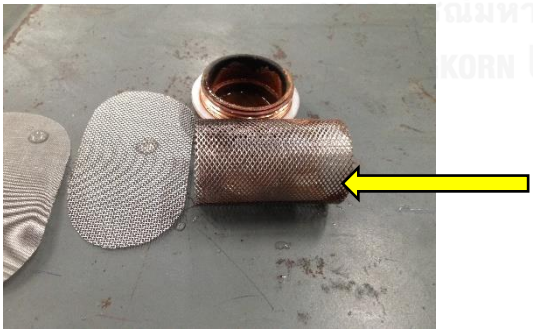


2.
ใช้ประแจเปิดฝาของตัวกรอง

1.
ปิดวาล์วน้ำ โดยหมุนให้ตั้งฉากกับท้อ



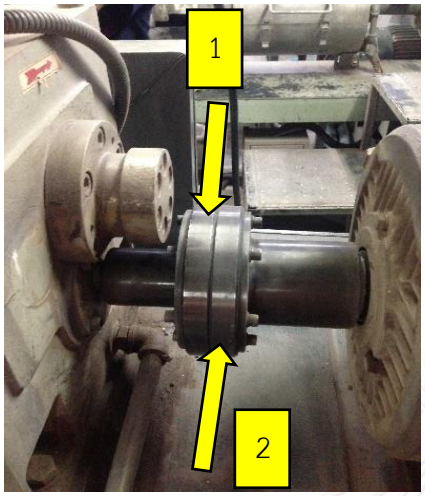
3.
ล้างด้วยน้ำสะอาด



4.
เมื่อสะอาดให้ประกอบเข้าที่เดิมให้แน่น

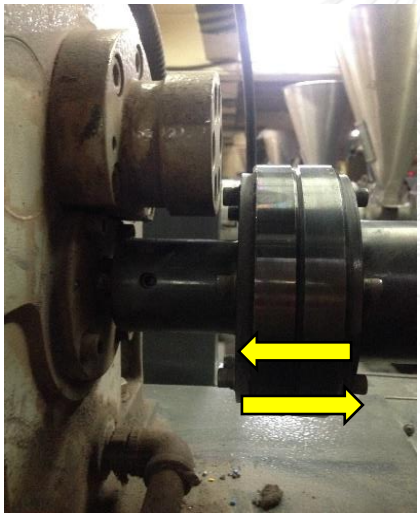
รูปที่ 5.14 วิธีการปฏิบัติงานการล้างตัวกรองในระบบน้ำหล่อเย็น

I5: ตรวจสอบชุดยอย



1.

ใช้มือจับจุดที่ 1 และ2 ดังภาพ จากนั้นให้หมุนตรงข้ามกัน ให้ตรวจสอบว่าแน่นหรือไม่ ถ้าไม่แน่นแสดงว่า เส้นซุปเปอร์ลีน (พอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง) ภายในมีการสึกหรอ ควรทำการวางแผนเพื่อเปลี่ยน



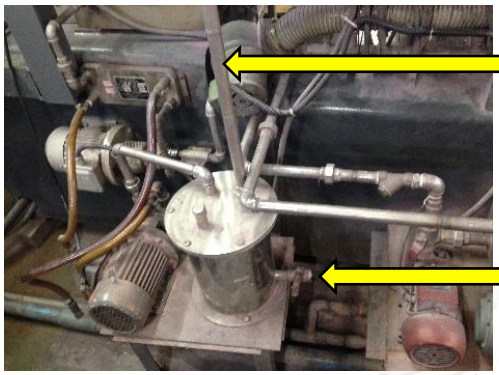
2.

ตรวจสอบโดยเคลื่อนที่ไปมาในแนวนอน ถ้าพบว่ามีการเคลื่อนที่ แสดงว่าชุดยอยมีการหลวม ควรกวดขันนอตบริเวณรอบๆ ให้แน่น

รูปที่ 5.15 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจสอบชุดยอย

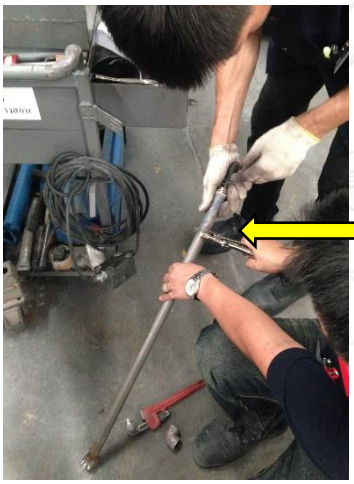
ตัวอย่างมาตรฐานการปฏิบัติงานของกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่มีการปรับปรุง

C7: เดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ



2. ถอดท่อของระบบสุญญากาศออก

1. เดรนน้ำที่ค้างในถังของระบบสุญญากาศออกให้หมด

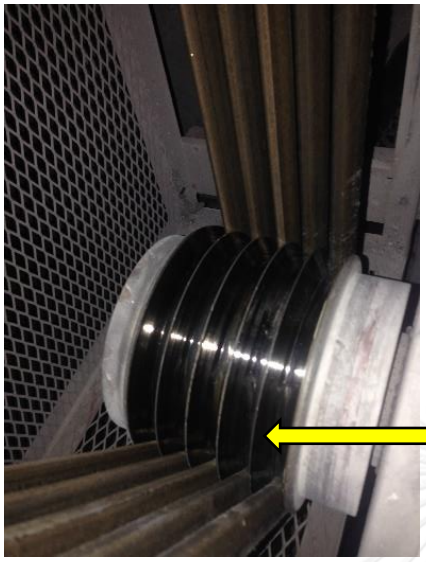


3. ทำความสะอาดเศษพลาสติกที่ติดอยู่ภายในท่อโดยเคาะท่อและใช้แท่งเหล็กแหย่จนพลาสติกออก (กรณีเมื่อทดสอบการทำงานของระบบสุญญากาศแล้วลมที่ดูดนั้นเบาหรือไม่มีลมดูด) จากนั้นประกอบเข้าที่เดิม

หมายเหตุ: การปฏิบัติแบบเดิมนั้นจะไม่มีการทำความสะอาดท่อดูดอากาศ

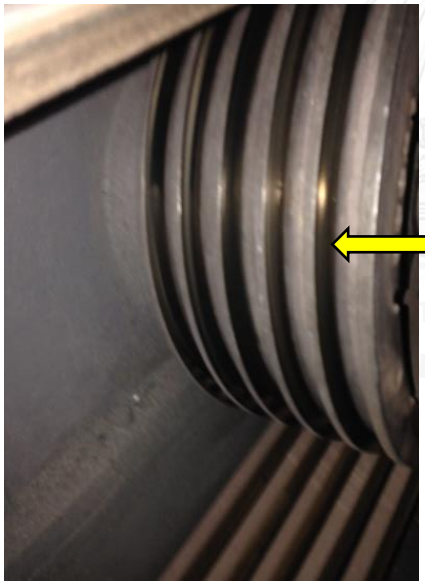
รูปที่ 5.16 วิธีการปฏิบัติงานการเดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ

I6: ตรวจสอบพู่เลย์



ขอบของพู่เลย์ควรมีสภาพที่ไม่บางจนเกินไป โดยให้สังเกตร่องของพู่เลย์และความหนาของสายพานว่าห่างกันมากหรือไม่ กรณีเจอสภาพผิดปกติให้ทำการแจ้งเรื่องการเปลี่ยนชิ้นส่วน

สภาพผิดปกติ



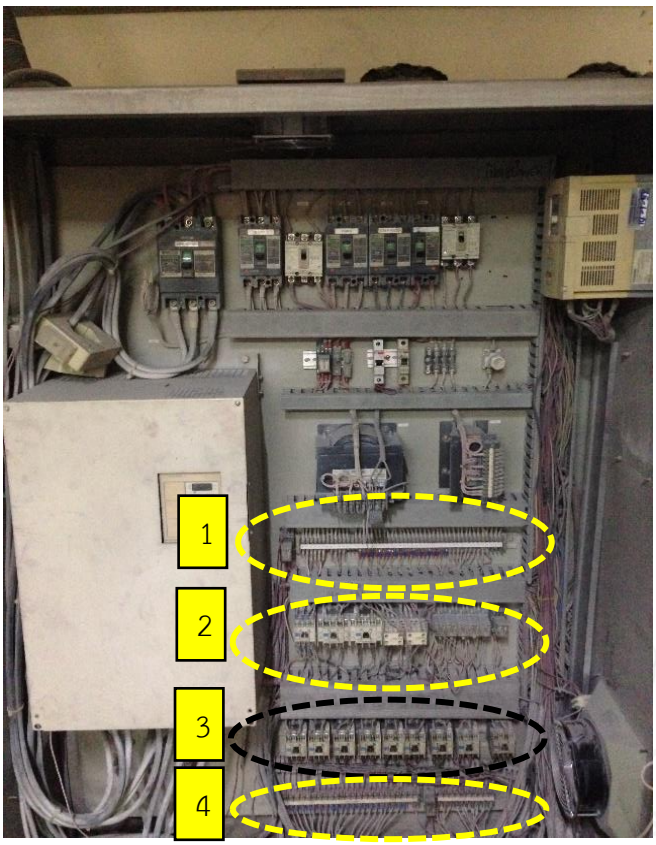
สภาพปกติ

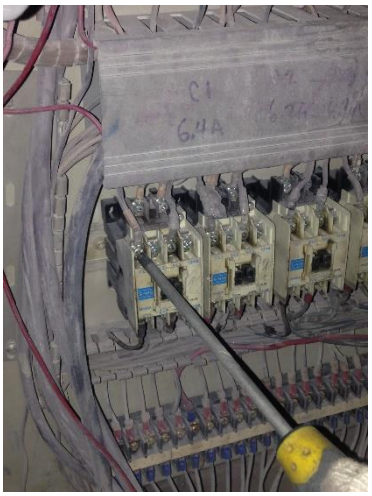
หมายเหตุ: การปฏิบัติแบบเดิมนั้นจะไม่มีการตรวจสอบความหนาของพู่เลย์

รูปที่ 5.17 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจสอบพู่เลย์

A1: กวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า

กวดขันจุดเชื่อมของไฟฟ้าทั้ง 4 ตำแหน่ง ซึ่งจะต้องกวดขัดนอตทุกตัวในแต่ละตำแหน่งให้แน่น



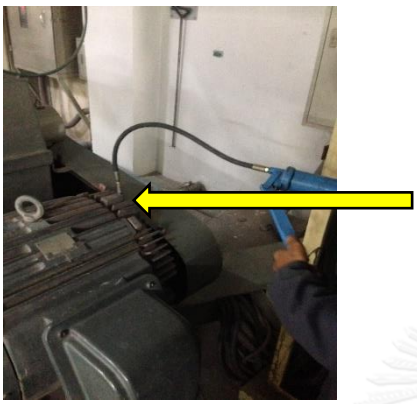


หมายเหตุ: การปฏิบัติแบบเดิมนั้นกวดขันจุดเชื่อมไฟฟ้าเฉพาะตำแหน่งที่ 3

รูปที่ 5.18 วิธีการปฏิบัติงานการกวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า

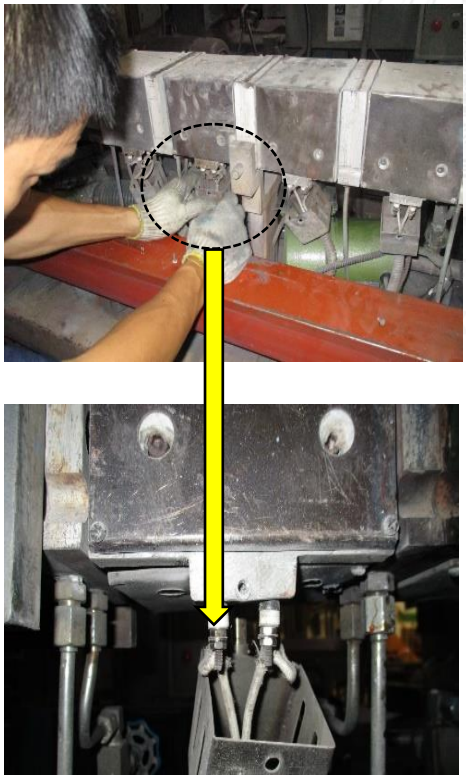
ตัวอย่างมาตรฐานการปฏิบัติงานของกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ไม่มีการปรับปรุง

L1. เติมจารบีมอเตอร์



นำกระบอกอัดจารบี อัด ณ จุดจารบีของมอเตอร์ โดยอัดจนกว่าจารบีจะปลิ้นออกมาเล็กน้อย

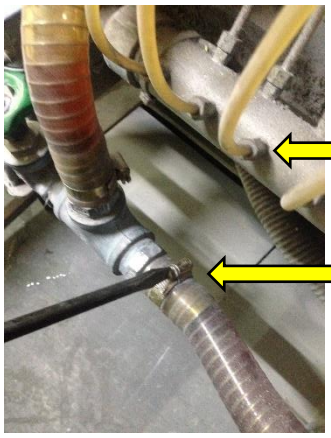
A2: กวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์



กวดขันนอตสองตัวที่ประกบจุดต่อไฟดังรูป โดยใช้ไขควงสองอันและหมุนตรงข้ามกัน เพื่อให้จุดต่อสายไฟแน่นขึ้น โดยหมุนให้ครบทุกอันและทุกโซน

รูปที่ 5.19 วิธีการปฏิบัติงานการเติมจารบีมอเตอร์และกวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์

A4: กวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว



กวดขันจุดต่อน้ำมันหล่อลื่นในแต่ละสายให้แน่น

กวดขันเข็มขัดที่รัดท่อน้ำมันทุกเส้นให้แน่น

รูปที่ 5.20 วิธีการปฏิบัติงานการกวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
การดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการจัดกำหนดการในการดำเนินการบำรุงรักษาเชิงป้อง โดยจะเป็นการจัดกำหนดการก่อนที่จะนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้ในการปรับปรุงซึ่งในการจัดกำหนดการนี้จะเป็นการกำหนดทรัพยากรต่างๆ ที่มีรวมถึงกำลังคนที่ต้องใช้ในการทำงานนั้นๆ ให้สำเร็จ การจัดกำหนดการในงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ การจัดกำหนดการเครื่องจักร การจัดกำหนดการวันและเวลาที่ปฏิบัติและการจัดกำหนดการกำลังคน

6.1 การจัดกำหนดการเครื่องจักร

ในการปรับปรุงจะแบ่งเครื่องอัดรีดแบบสกรูออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่มีจำนวนการขัดข้องมากที่สุดในแต่ละประเภทซึ่งมีจำนวน 4 เครื่อง ได้แก่

- เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ขนาดเล็ก คือเครื่อง E34
- เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ขนาดกลาง คือเครื่อง E13
- เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ขนาดเล็ก คือเครื่อง E30
- เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ขนาดกลาง คือเครื่อง E9

และกลุ่มที่ 2 เป็นเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่เหลือซึ่งมีจำนวน 11 เครื่อง ได้แก่ เครื่อง E3, E20, E26, E32, E14, E15, E10, E27, E28, E1 และ E7

การปรับปรุงเครื่องอัดรีดในกลุ่มที่ 1 จะมีการปรับปรุงทั้งกิจกรรมที่ควรปฏิบัติ มีการปรับช่วงระยะเวลาและกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ส่วนเครื่องอัดรีดแบบสกรูในกลุ่มที่ 2 นั้นจะมีการทำกิจกรรมที่ควรปฏิบัติและกำหนดมาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งสามารถสรุปการนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้ในแต่ละกลุ่มของเครื่องอัดรีดแบบสกรูดังแสดงในตารางที่ 1.9

6.2 การจัดกำหนดการวันและเวลาที่ปฏิบัติ

ก่อนการนำแผนการการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้นั้นจะต้องทราบเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมเพื่อที่จะสามารถหาเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในแต่ละครั้งได้ เดิมปกติโรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดเวลาในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไว้ที่ 4 ชั่วโมงต่อครั้งการทำ โดยจะเริ่มตั้งแต่ 8.00-12.00 น. ซึ่งเวลาดังกล่าวไม่ได้เกิดจากการประเมินเวลาจากการปฏิบัติจริงในแต่ละกิจกรรม แต่กำหนดจากประเมินอย่างคร่าวๆ ซึ่งอาจเป็นการบำรุงรักษาที่มากเกินความจำเป็น

ในการหาเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้จากการปฏิบัติงานจริงในแต่ละกิจกรรมซึ่งจะมีการประเมินเวลาที่ใช้จริงในการปฏิบัติงานเทียบกับการคาดการณ์เวลาที่ควรจะใช้จากมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ได้จัดทำขึ้น ซึ่งการคาดการณ์นี้ได้มีการปรึกษากับผู้จัดการของแผนกซ่อมบำรุงพบว่าเวลาที่ใช้จริงและเวลาที่คาดการณ์ไว้ตามมาตรฐานที่จัดทำขึ้นมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนกิจกรรมใหม่ที่เพิ่มเติมจะมีการกำหนดเวลาที่ใช้จากการคาดการณ์จากมาตรฐานที่ได้กำหนดขึ้น โดยการหาเวลาที่ใช้นี้จะแยกตามระบบการทำงานของเครื่องอัดรีดแบบสกรู ซึ่งแบ่งเป็น 4 ระบบ มีรายละเอียดดังนี้

เวลาในแต่ละกิจกรรมของระบบไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ 6.1

รายสองสัปดาห์ = 10+10+5 = 25 นาทีต่อ 2 สัปดาห์

รายเดือน = 5+5+10+10 = 30 นาทีต่อ 1 เดือน

ราย 6 เดือน = 60 นาทีต่อ 6 เดือน

ตารางที่ 6.1 เวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของระบบไฟฟ้า

กิจกรรม	เวลาที่ใช้ในการทำ (นาที)	ช่วงระยะเวลา
C1: ฉีดน้ำยาทำความสะอาดผิวสัมผัสของแมกเนติก	10	W2
C2: ล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า	5	M1
I1: สายไฟของฮีตเตอร์ เทอร์มอคัปเปิลและสายวัดความเร็วรอบมอเตอร์	5	M1
A1: กวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า	10	W2
A2: กวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์	10	M1
A3: กวดขันนอตที่ยึดกระหว่างฮีตเตอร์กับกระบอกสกรู	10	M1
F1: การทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์ว	5	W2
Ca1: เทียบมาตรฐานตัวควบคุมอุณหภูมิ	60	M6

Chulalongkorn University

เวลาในแต่ละกิจกรรมของระบบเครื่องกลแสดงดังตารางที่ 6.2

รายเดือน = 5×9 = 45 นาทีต่อ 1 เดือน

ราย 6 เดือน = 20 นาทีต่อ 6 เดือน

ตารางที่ 6.2 เวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของระบบเครื่องกล

กิจกรรม	เวลาที่ใช้ในการทำ (นาที)	ช่วงระยะเวลา
I2: ระดับน้ำมันในห้องเกียร์	5	M1
I3: ตรวจสภาพและความตึงของสายพาน	5	M1
I4: สายน้ำมัน ข้อต่อต่างๆของท่อน้ำมัน	5	M1
I5: ชุดยอย	5	M1
I6: พู่เลย์	5	M1
L1. เติมจารบีมอเตอร์	5	M1
A4: กวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว	5	M1
F2: การทำงานของปั๊มน้ำมันและปั๊มน้ำ	5	M1
F3: การทำงานของห้องเกียร์และมอเตอร์	5	M1
Re1: ตัวกรองน้ำมันเกียร์และน้ำมันเกียร์	20	M6

เวลาในแต่ละกิจกรรมของระบบน้ำหล่อเย็นแสดงดังตารางที่ 6.3

รายเดือน = 10+10+5+5 = 30 นาทีต่อ 1 เดือน

ราย 6 เดือน = 90+180 = 270 นาทีต่อ 6 เดือน

ตารางที่ 6.3 เวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของระบบน้ำหล่อเย็น

กิจกรรม	เวลาที่ใช้ในการทำ (นาที)	ช่วงระยะเวลา
C3: ล้างโซลินอยล์วาล์ว	90	M6
C4: ล้างตัวกรอง (Strainer) ในระบบน้ำหล่อเย็น	10	M1
C5: ล้างท่อน้ำหล่อเย็นโดยใช้สารเคมีเฉพาะ	180	M6
C6: เปลี่ยนน้ำกลั่นในระบบหล่อเย็น	10	M1
I7: การรั่วซึมของน้ำหล่อเย็น	5	M1
A5: กวดขันข้อต่อของท่อน้ำ	5	M1

เวลาในแต่ละกิจกรรมของระบบสุญญากาศแสดงดังตารางที่ 6.4

รายเดือน = 10+5+5+5 = 25 นาทีต่อ 1 เดือน

ตารางที่ 6.4 ที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมของระบบสุญญากาศ

กิจกรรม	เวลาที่ใช้ในการทำ (นาที)	ช่วงระยะเวลา
A5: กวดขันข้อต่อของท่อน้ำ	10	M1
I8: การรั่วซึมของปั๊มน้ำในระบบสุญญากาศ	5	M1
A6: กวดขันกรณีที่ปั๊มน้ำรั่ว	5	M1
F4: การทำงานของระบบสุญญากาศ	5	M1

เนื่องจากกิจกรรมการบำรุงรักษาราย 6 เดือน ได้จากคู่มือการบำรุงรักษาของเครื่องอัดรีดแบบสกรู โดยปกติโรงงานกรณีศึกษามีกิจกรรมการบำรุงรักษาในส่วนนี้อยู่แล้ว งานวิจัยนี้จึงไม่เน้นการเปรียบเทียบผลที่ได้จากกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจากราย 6 เดือน แต่จะเปรียบเทียบผลจากกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายสองสัปดาห์และรายเดือนเท่านั้น

จากการหาเวลาเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในแต่ละระบบ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.5 โดยในระบบไฟฟ้ามีเวลาที่ใช้รวม 80 นาทีต่อเดือน ระบบเครื่องกล ระบบน้ำหล่อเย็น และระบบสุญญากาศมีเวลาที่ใช้รวม 45 ,30 และ 25 นาทีตามลำดับ

ตารางที่ 6.5 เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในแต่ละระบบ

ระบบ	เวลาการบำรุงรักษาเครื่องอัดรีดแบบสกรู		
	ราย 2 สัปดาห์ (นาที)	รายเดือน (นาที)	รวมต่อเดือน (นาที)
ไฟฟ้า	25	30	(25×2)+30 = 80
เครื่องกล	-	45	45
น้ำหล่อเย็น	-	30	30
สุญญากาศ	-	25	25

เมื่อทราบเวลาที่ต้องใช้และเครื่องจักรที่จะต้องปรับปรุงแล้ว จากนั้นจะทำการกำหนดวันที่และช่วงเวลาในการบำรุงรักษาเครื่องจักรซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องมีการประสานงานของการวางแผนระหว่างแผนกซ่อมบำรุงกับแผนกผลิตเพื่อที่จะไม่ให้มีผลกระทบต่อการวางแผนการผลิตและการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร ซึ่งการกำหนดวันที่และช่วงเวลามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การกำหนดวันในการบำรุงรักษาเครื่องจักรจะทำทุกวันยกเว้นวันอาทิตย์และวันหยุดตามบริษัทประกาศ

- การกำหนดเวลาจะเลือกเวลาบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยเริ่มต้นที่เวลา 8.05 น. ซึ่งเป็นเวลาที่พนักงานซ่อมบำรุงสามารถเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติเสร็จแล้วเพราะโดยปกติพนักงานบำรุงรักษาเครื่องจักรจะเริ่มเข้าโรงงานประมาณ 7.55 น.จากนั้นจะทำการเตรียมอุปกรณ์ ซึ่งใช้เวลาในการเตรียมอุปกรณ์แค่ 10 นาทีก็เพียงพอแล้วเนื่องจากพนักงานในแต่ละคนจะมีรถเข็นเก็บอุปกรณ์ส่วนตัวซึ่งจะมีอุปกรณ์พื้นฐานในการบำรุงรักษาครบอยู่แล้วจึงทำให้ใช้เวลาในการเตรียมอุปกรณ์ไม่มากและในช่วงเวลา 7.50 น. พนักงานประจำเครื่องจักรจะต้องหยุดผลิตเครื่องจักรนั้น เมื่อรู้ว่าต้องมีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรที่ตัวเองกำลังใช้งาน โดยให้หัวหน้าแผนกเป็นคนแจ้งเรื่องให้กับพนักงานประจำเครื่องจักร

- การกำหนดวันและเวลานี้มีการยืดหยุ่นได้หากเกิดเหตุจำเป็น เช่น ต้องมีการผลิตงานที่เร่งด่วน มีลูกค้าเข้ามาตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการอัดรีดสี เป็นต้น

- การกำหนดเวลาสำหรับเครื่องจักร 2 กลุ่ม ได้แก่

1) เครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1: ในกลุ่มนี้จะใช้ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาแบบรายสองสัปดาห์และรายเดือนจึงต้องแบ่งเวลาการบำรุงรักษาเป็น 2 ช่วงในแต่ละเดือน ช่วงที่ 1 คือช่วงต้นเดือนซึ่งเป็นการบำรุงรักษาทุกเดือน โดยจะใช้เวลาจำนวน 130 นาทีต่อครั้ง แต่จะนำเวลาของกิจกรรมรายสองสัปดาห์จำนวน 25 นาที มาปฏิบัติพร้อมกันจึงใช้เวลาทั้งสิ้น 155 นาที และช่วงที่ 2 คือช่วงกลางเดือนซึ่งเป็นช่วงการบำรุงรักษาจากกิจกรรมทุกสองสัปดาห์จำนวน 25 นาทีต่อครั้ง

2) เครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2: ในกลุ่มนี้จะใช้ช่วงระยะเวลาในการบำรุงรักษาแบบเดิมคือทุก 2 เดือน โดยจะใช้เวลาจำนวน 155 นาทีต่อครั้ง

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปเวลาที่ใช้และสามารถกำหนดเวลาในแต่ละกลุ่มเครื่องอัดรีดแบบสกรูซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 6.6

ตารางที่ 6.6 เวลาที่ใช้และช่วงเวลาที่ได้กำหนดในแต่ละกลุ่มของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

เครื่องอัดรีดแบบสกรู	ช่วงเวลาที่กำหนด	เวลาที่ใช้ต่อครั้ง (นาที)	ช่วงระยะเวลา
กลุ่มที่ 1	8.05 - 10.40 น.	155	ทุก 1 เดือน
	8.05 - 8.30 น.	25	ทุก 2 สัปดาห์
กลุ่มที่ 2	8.05 - 10.40 น.	155	ทุก 2 เดือน

6.3 การจัดกำหนดการกำลังคน

โรงงานกรณีศึกษามีช่างปฏิบัติงานในแผนกซ่อมบำรุงทั้งหมด 10 คน ซึ่งในจำนวน 1 คนจะได้รับมอบหมายให้ทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูทุกเครื่องในโรงงาน โดยได้มอบหมายให้ทำวันละ 1 เครื่องของทุกๆ วัน ซึ่งเป็นการจัดกำหนดการกำลังคนไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงการจัดกำหนดการกำลังคนขึ้นใหม่

ในงานวิจัยนี้จะกำหนดช่างปฏิบัติงานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบ สกรูไว้ที่ครั้งละ 1 คนเช่นเดิมแต่จะจัดสรรกำลังคนทั้ง 10 คนให้ทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรู โดยจะให้กำหนดช่างให้ประจำในแต่ละเครื่องทำให้ในแต่ละเครื่องจะมีช่างบำรุงรักษาเชิงป้องกันประจำเครื่องและจะมีการกำหนดแบบนี้ในทุกครั้งของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งการจัดกำหนดการกำลังคนแบบนี้เป็นการจัดการแบบไม่ซับซ้อนและไม่ยุ่งยาก เนื่องจากทุกกิจกรรมที่ปฏิบัติในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นจะมีการจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานอยู่แล้วซึ่งช่วยให้ทุกคนสามารถเข้าใจและนำไปปฏิบัติได้ง่ายเหมือนกัน พร้อมทั้งเป็นการจัดสรรทรัพยากรที่ทำให้เกิดความเท่าเทียมกันของพนักงาน สามารถการวางแผนและควบคุมจำนวนบุคลากรให้อยู่สัดส่วนที่เหมาะสมกับปริมาณงานได้ง่ายขึ้น

6.4 กำหนดการของการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

เมื่อสามารถหากิจกรรมที่ควรปฏิบัติ ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในแต่ละกิจกรรม มาตรฐานการปฏิบัติงาน การจัดกำหนดการเครื่องจักร การจัดกำหนดการวัน เวลาที่ปฏิบัติและการจัดกำหนดการกำลังคน จากนั้นจะทำการสร้างกำหนดการของการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูขึ้นแสดงได้ดังตารางที่ 6.7 โดยเป็นกำหนดการตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2559 ถึง เดือนตุลาคม 2559 ซึ่งกำหนดการนี้จะช่วยให้แผนกผลิตและแผนกบำรุงรักษาสามารถวางแผนการทำงานในแต่ละวันได้ง่ายขึ้น ส่วนในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นจะมีการสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอีดรีดแบบสกรูในแต่ละประเภทซึ่งแสดงได้ดังภาคผนวก จ. โดยจะเป็นการบันทึกแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่ใช้แบบรายสองสัปดาห์และแบบรายเดือน

ตารางที่ 6.7 กำหนดการของการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเดือนกรกฎาคม 2559 ถึง ตุลาคม 2559

วันที่	เครื่องจักร: กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน			
	ก.ค.59	ส.ค.59	ก.ย.59	ต.ค.59
1	E13: C1, C2, C4, C6, C7, I1-I4, I6-I8, L1, A1-A6, F1-F4	E13: C1, C2, C4, C6, C7, I1-I4, I6-I8, L1, A1-A6, F1-F4	E13: C1, C2, C4, C6, C7, I1-I4, I6-I8, L1, A1-A6, F1-F4	E13: C1, C2, C4, C6, C7, I1-I4, I6-I8, L1, A1-A6, F1-F4
2	E34: C1, C2, C4, C6, C7, I1, I2, I4, I5, I7, I8, L1, A1-A6, F1-F4	E34: C1, C2, C4, C6, C7, I1, I2, I4, I5, I7, I8, L1, A1-A6, F1-F4	E34: C1, C2, C4, C6, C7, I1, I2, I4, I5, I7, I8, L1, A1-A6, F1-F4	หยุด
3	หยุด	E9: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	E9: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	E34: C1, C2, C4, C6, C7, I1, I2, I4, I5, I7, I8, L1, A1-A6, F1-F4
4	E9: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	E30: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	หยุด	E9: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4
5	E30: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-	E30: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	E30: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4
6	E3: C1, C2, C4, C6, C7, I1-I4, I6-I8, L1, A1-A6, F1-F4	-	E3: C1, C2, C4, C6, C7, I1-I4, I6-I8, L1, A1-A6, F1-F4	-
7	E20: C1, C2, C4, C6, C7, I1-I4, I6-I8, L1, A1-A6, F1-F4	หยุด	E20: C1, C2, C4, C6, C7, I1-I4, I6-I8, L1, A1-A6, F1-F4	-

ตารางที่ 6.7 กำหนดการของการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเดือนกรกฎาคม 2559 ถึง ตุลาคม 2559 (ต่อ)

วันที่	เครื่องจักร: กิจกรรมการบำรุงรักษา			
	ก.ค.59	ส.ค.59	ก.ย.59	ต.ค.59
8	E26: C1, C2, C4, C6, C7, I1, I2, I4, I5, I7, I8, L1, A1-A6, F1-F4	-	E26: C1, C2, C4, C6, C7, I1, I2, I4, I5, I7, I8, L1, A1-A6, F1-F4	-
9	E32: C1, C2, C4, C6, C7, I1, I2, I4, I5, I7, I8, L1, A1-A6, F1-F4	-	E32: C1, C2, C4, C6, C7, I1, I2, I4, I5, I7, I8, L1, A1-A6, F1-F4	หยุด
10	หยุด	-	E14: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-
11	E14: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-	หยุด	-
12	E15: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	หยุดวันแม่	E15: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-
13	E10: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-	E10: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-
14	E27: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	หยุด	E27: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-

ตารางที่ 6.7 กำหนดการของการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเดือนกรกฎาคม 2559 ถึง ตุลาคม 2559 (ต่อ)

วันที่	เครื่องจักร: กิจกรรมการบำรุงรักษา			
	ก.ค.59	ส.ค.59	ก.ย.59	ต.ค.59
15	E13: C1, A1, F1	E13: C1, A1, F1	E13: C1, A1, F1	E13: C1, A1, F1
16	E34: C1, A1, F1	E34: C1, A1, F1	E34: C1, A1, F1	หยุด
17	หยุด	E9: C1, A1, F1	E9: C1, A1, F1	E34: C1, A1, F1
18	หยุดวันเข้าพรรษา	E30: C1, A1, F1	หยุด	E9: C1, A1, F1
19	E9: C1, A1, F1	-	E30: C1, A1, F1	E30: C1, A1, F1
20	E30: C1, A1, F1	-	E28: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-
21	E28: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-	E1: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-
22	E1: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-	E7: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-
23	E7: C1, C2, I1-I4, I6, L1, A1-A6, F1-F4	-	-	-

บทที่ 7
การวัดผลการปรับปรุง

การวัดผลการปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูจะใช้ดัชนีชี้วัด ได้แก่ 1) จำนวนการขัดข้อง 2) เวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้อง 3) เวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และ 4) MTBF โดยจะเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง โดยใช้ช่วงเวลาดังนี้

- ช่วงก่อนการปรับบปรุง: มีนาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2559 (4 เดือน)
- ช่วงหลังการปรับปรุง : กรกฎาคม 2559 ถึง ตุลาคม 2559 (4 เดือน)

ค่าดัชนีชี้วัดทั้ง 2 ช่วงที่ได้นั้นได้จากการรวบรวมและเปลี่ยนแปลงข้อมูลดิบจากใบแจ้งซ่อมการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรู ซึ่งในแต่ละดัชนีมีรายละเอียดดังนี้

7.1 จำนวนการขัดข้อง

จากตารางที่ 7.1 แสดงข้อมูลจำนวนการขัดข้องในช่วงก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องอัดรีดแบบสกรูทุกเครื่องพบว่าจำนวนการขัดข้องลดลงจาก 42.75 ครั้งต่อเดือน เหลือ 24.25 ครั้งต่อเดือน ซึ่งลดลงคิดเป็น 43.27% เมื่อมีการแยกเปรียบเทียบระหว่างเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 และเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 พบว่าเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 มีจำนวนการขัดข้องลดลงจาก 14 ครั้งต่อเดือน เหลือ 6.75 ครั้งต่อเดือน ซึ่งลดลงคิดเป็น 51.79% ส่วนเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 มีจำนวนการขัดข้องลดลงจาก 28.75 ครั้งต่อเดือน เหลือ 17.50 ครั้งต่อเดือน ซึ่งลดลงคิดเป็น 39.13% แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการกำหนดช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ถี่ขึ้นจะช่วยลดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูได้มากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนการขัดข้องในแต่ละระบบ พบว่า

ในระบบไฟฟ้ามีจำนวนการขัดข้องลดลงจาก 76 ครั้ง เหลือ 56 ครั้ง โดยเฉลี่ยแล้วลดลงจาก 19 ครั้งต่อเดือน เหลือ 14 ครั้งต่อเดือน ซึ่งเป็นจำนวนลดลงที่ไม่มากเนื่องจากมีบางกิจกรรมที่ยังไม่ดำเนินการ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหรือปรับปรุงระบบการทำงานของเครื่องจักรใหม่ เช่น กิจกรรมการใช้น้ำยากำจัดสนิมในระบบน้ำหล่อเย็น ซึ่งเมื่อเกิดสนิมในระบบน้ำหล่อเย็นจำนวนมากจะทำให้โซลินอยด์วาล์วซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้านั้นเกิดการติดค้างและขัดข้องได้ เป็นต้น ถึงแม้จะยังมีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบไฟฟ้าแล้วแต่บางอาการขัดข้องนั้นไม่สามารถตรวจสอบความผิดปกติก่อนเกิดอาการขัดข้องได้จึงทำให้ระบบไฟฟ้ายังเกิดอาการขัดข้องอยู่

ระบบเครื่องกลมีจำนวนการขัดข้องลดลงจาก 49 ครั้ง เหลือ 16 ครั้ง โดยเฉลี่ยแล้วลดลงจาก 12.25 ครั้งต่อเดือน เหลือ 4 ครั้งต่อเดือน ซึ่งเป็นจำนวนลดลงมากที่สุดเพราะส่วนมากอาการขัดข้องในระบบเครื่องกลสามารถตรวจสอบความผิดปกติได้ เมื่อทราบถึงความผิดปกติจึงทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนหรือทำการซ่อมแก้ไขก่อนที่จะเกิดการขัดข้อง แต่ยังคงมีรูปแบบการขัดข้องที่ไม่สามารถตรวจสอบได้นั้น เช่น ซีลในห้องเกียร์สึกหรอเป็นสิ่งที่ตรวจสอบได้ยากพร้อมทั้งไม่มีการระบุอายุการใช้งานด้วย เมื่อเกิดอาการขัดข้องนี้แล้วจะทำให้เกิดการรั่วของน้ำมันได้ เป็นต้น

ระบบน้ำหล่อเย็นมีจำนวนการขัดข้องลดลงจาก 16 ครั้ง เหลือ 10 ครั้ง โดยเฉลี่ยแล้วลดลงจาก 4 ครั้งต่อเดือน เหลือ 2.50 ครั้งต่อเดือน ส่วนมากอาการขัดข้องที่เกิดขึ้นในระบบนี้คือน้ำหล่อเย็นรั่วซึม ซึ่งสาเหตุสำคัญของอาการนี้เกิดจากการเสื่อมสภาพจากการสึกหรอซึ่งเกิดสนิมภายในข้อต่อหรือจุดต่อในระบบน้ำหล่อเย็น เมื่อเกิดการขัดข้องแล้วการแก้ไขคือ การกวดขันเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อมีการใช้งานของเครื่องจักรส่งผลให้ข้อต่อเหล่านี้เกิดการสึกหรอได้อีก พร้อมทั้งไม่ทราบระยะเวลาการสึกหรอที่แน่นอนได้ทำให้ระบบน้ำหล่อเย็นยังเกิดการขัดข้องอยู่

ส่วนระบบสุญญากาศจำนวนการขัดข้องหลังการปรับปรุง เป็นจำนวน 1 ครั้งเท่านั้น ซึ่งอาการขัดข้องของระบบนี้เกิดขึ้นจำนวนน้อยเพราะระบบนี้เป็นระบบที่ไม่มีความซับซ้อน ทำให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา

ในการขัดข้องอื่นๆ มีจำนวนการขัดข้องลดลงจาก 29 ครั้ง เหลือ 14 ครั้ง โดยเฉลี่ยแล้วลดลงจาก 7.25 ครั้งต่อเดือน เหลือ 3.50 ครั้งต่อเดือน เนื่องจากส่วนมากการขัดข้องอื่นๆ นั้นเป็นการขัดข้องเกี่ยวกับการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับสี่ระบบข้างต้น เช่น หลอดไฟชำรุด เปลี่ยนรางน้ำ เป็นต้น เมื่อเปลี่ยนชิ้นส่วนเหล่านี้แล้วทำให้รอบอายุการใช้งานมีมากขึ้น จึงทำให้พบการขัดข้องน้อยลงในช่วงหลังการปรับปรุง

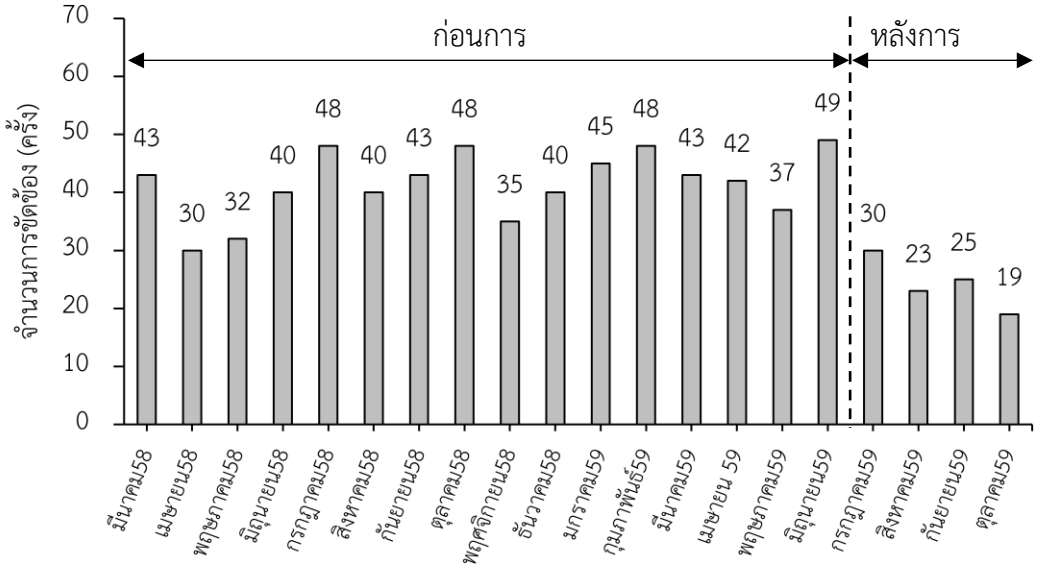
ในโรงงานกรณีศึกษาไม่มีการกำหนดการเปลี่ยนชิ้นส่วนของระบบต่างๆ ตามอายุการใช้งานมีเพียงแต่การเปลี่ยนตัวกรองน้ำมันเกียร์และน้ำมันเกียร์เท่านั้นซึ่งเป็นคำแนะนำจากคู่มือบำรุงรักษาเครื่องอีดรีดแบบสกรู แนวทางของโรงงานนั้นจะมีการตรวจสภาพด้วยสิ่งที่สามารถตรวจสอบได้ง่ายซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่ไม่ต้องถอดประกอบเครื่องจักรในการตรวจสอบ เช่น การตรวจสายพาน การตรวจพู่เลย์ ฯลฯ จึงทำให้ชิ้นส่วนที่ต้องถอดประกอบภายในไม่ได้รับการตรวจสภาพ โดยเฉพาะชิ้นส่วนในระบบไฟฟ้าและชิ้นส่วนในระบบเครื่องกลบางชิ้นส่วน เช่น แมกเนติก ลูกปืน เพลา ซีล เป็นต้น เมื่อชิ้นส่วนเหล่านี้เสื่อมสภาพจึงทำให้เครื่องจักรยังเกิดการขัดข้องได้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 7.1 จำนวนการขัดข้องก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

ระบบ	เครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1		เครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2		รวมทุกเครื่อง	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ไฟฟ้า (ครั้ง)	20	10	56	46	76	56
เครื่องกล (ครั้ง)	18	7	31	9	49	16
น้ำหล่อเย็น (ครั้ง)	9	5	7	5	16	10
สุญญากาศ (ครั้ง)	1	-	-	1	1	1
อื่นๆ (ครั้ง)	8	5	21	9	29	14
รวม (ครั้ง)	56	27	115	70	171	97
รวม (ครั้งต่อเดือน)	14	6.75	28.75	17.50	42.75	24.25

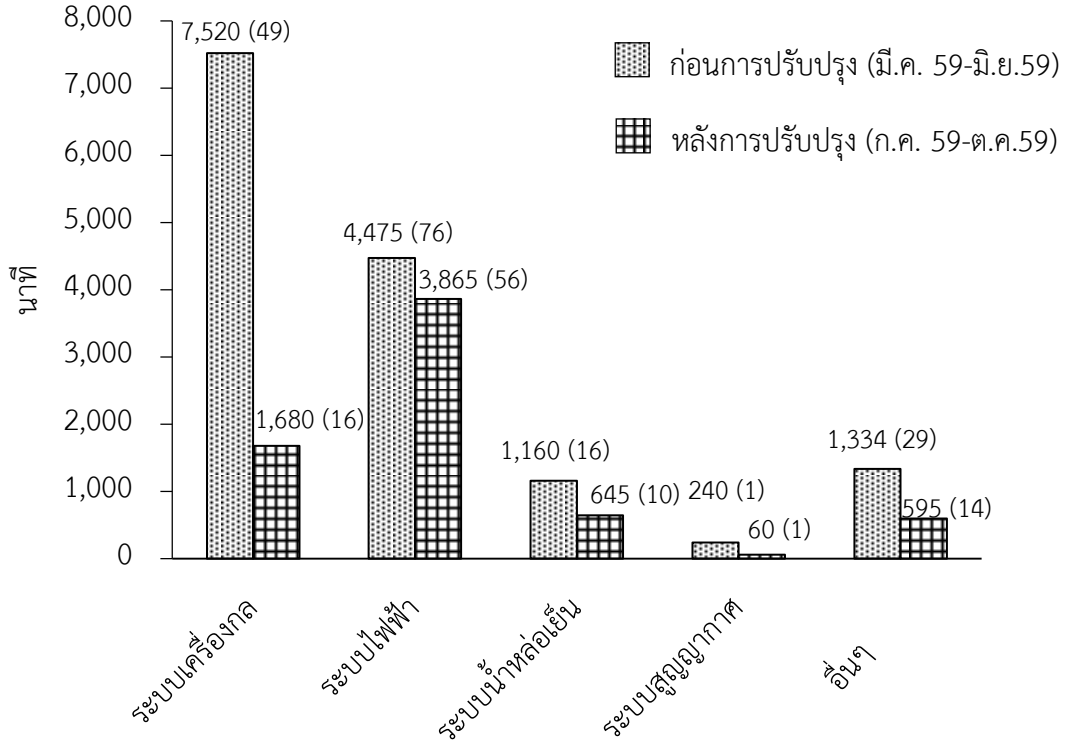
เมื่อสังเกตแนวโน้มการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูแสดงได้ดังรูปที่ 7.1 ของช่วงก่อนการปรับปรุงเริ่มจากมีนาคม 2558 ถึง มิถุนายน 2559 พบว่าจำนวนการขัดข้องในแต่ละเดือนมีค่าขึ้น-ลงไม่คงที่ ซึ่งมีจำนวนขัดข้องเฉลี่ยอยู่ที่ 41.44 ครั้งต่อเดือน แต่ภายหลังการปรับปรุงซึ่งอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2559 ถึง กุมภาพันธ์ 2560 พบว่าจำนวนการขัดข้องเฉลี่ยมีแนวโน้มที่ลดลงเหลือ 24.25 ครั้งต่อเดือน จึงทำให้สรุปได้ว่าการปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในงานวิจัยนี้จะช่วยให้จำนวนการขัดข้องลดลง



รูปที่ 7.1 จำนวนการขัดข้องตั้งแต่มีนาคม 2558 ถึง ตุลาคม 2559

7.2 เวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้อง

เวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องนั้นจะนับตั้งแต่เวลาที่พนักงานเครื่องจักรบันทึกเวลาที่เครื่องจักรเกิดหยุดจากการขัดข้องไปจนถึงเวลาที่พนักงานซ่อมบำรุงบันทึกเวลาซ่อมเสร็จ ซึ่งได้การรวบรวมการบันทึกเวลาเหล่านี้จากใบแจ้งซ่อมของทุกการขัดข้องในช่วงก่อนและหลังการปรับปรุง โดยจะสรุปข้อมูลเวลาเหล่านี้แยกตามระบบการทำงานดังแสดงในรูปที่ 7.2 โดยที่แกน Y คือเวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้อง เช่น ระบบเครื่องกลมีเวลารวมที่ใช้ในการซ่อมทั้งหมด 7,520 นาที ซึ่งเกิดจากการขัดข้อง 49 ครั้ง เป็นต้น



รูปที่ 7.2 เวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

จากรูปที่ 7.2 พบว่าเวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องของทุกระบบมีจำนวนลดลง โดยเฉพาะในระบบเครื่องกลที่ลดลงมากที่สุด โดยที่ก่อนการปรับปรุงมีเวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องทั้งหมดจำนวน (7,520+4,475+1,160+240+1,334)/4 = 3,682.25 นาทีต่อเดือน ภายหลังการปรับปรุงลดลงเหลือจำนวน (1,680+3,865+645+60+595)/4 = 1,711.25 นาทีต่อเดือน ซึ่งลดลง 1,971 นาทีต่อเดือนหรือ 32.85 ชั่วโมงต่อเดือน หรือลดลงคิดเป็น 53.53%

จากการสังเกตุเพิ่มเติมพบว่า ถึงแม้ว่าระบบเครื่องกลจะมีเวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องมากที่สุด แต่จำนวนการขัดข้องของระบบเครื่องกลมีน้อยกว่าระบบไฟฟ้าเนื่องจากเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรใน 1 ครั้ง (MTTR) ในแต่ละระบบมีความแตกต่างกัน เช่น ระบบเครื่องกล ระบบไฟฟ้า ระบบน้ำหล่อเย็น มีค่า MTTR อยู่ที่ (7,520+1,680)/(49+16) = 141.54, (4,475+3,865)/(76+56) = 63.18, (1,160+645)/(16+10) = 69.42 นาทีต่อครั้ง เป็นต้น และจากการสังเกตเพิ่มเติมพบว่าค่า MTTR รวมมีค่าลดลงเล็กน้อย จากก่อนการปรับปรุงมีค่า 14,729/171= 86 นาทีต่อครั้ง แต่ภายหลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 6,845/97= 70 นาทีต่อครั้ง

ในกรณีที่เปรียบเทียบเวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องของก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 7.2 พบว่าเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 มีเวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องลดลงจาก 19.25 ชั่วโมงต่อเดือน เหลือ 8.92 ชั่วโมงต่อเดือน ซึ่งลดลงคิดเป็น 53.68% ส่วนเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 มีเวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องลดลงจาก 42.12 ชั่วโมงต่อเดือน เหลือ 19.60 ชั่วโมงต่อเดือน ซึ่งลดลงคิดเป็น 53.46% จะเห็นได้ว่าเวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องทั้งสองกลุ่มลดลงใกล้เคียงกันแต่จำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูทั้งสองกลุ่มลดลงไม่เท่ากันเนื่องจาก 1) การขัดข้องบางรายการที่มีอาการแบบเดียวกันแต่สาเหตุการขัดข้องไม่เหมือนกัน เช่น อุณหภูมิขึ้นไม่ถึงค่าที่ตั้งไว้บางครั้งใช้เวลาซ่อม 30 นาที ซึ่งเกิดจากปลั๊กสายไฟหลวมแต่บางครั้งใช้เวลาซ่อมอาการนี้ถึง 2 ชั่วโมง ซึ่งเกิดจากเมื่อมีการเข้าไปตรวจสอบหน้างานจริงพบว่าการขัดข้องนั้นเกิดอาการบานปลายจากสายไฟของฮีตเตอร์เกิดการชำรุด เป็นต้น 2) ความสามารถในการซ่อมเครื่องจักรของช่างซ่อมบำรุงในแต่ละคนมีความแตกต่างกันทำให้วิธีในการซ่อมเครื่องจักรของอาการการขัดข้องเดียวกันนั้นไม่เหมือนกันกันจึงใช้เวลาในการซ่อมแตกต่างกันออกไป

ตารางที่ 7.2 เวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

ระบบ	เครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1		เครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ไฟฟ้า (นาที)	810	805	3,665	3,060
เครื่องกล (นาที)	2,760	830	4,760	850
น้ำหล่อเย็น (นาที)	530	280	630	365
สุญญากาศ (นาที)	240	0	0	60
อื่นๆ (นาที)	280	225	1,054	370
รวม (นาที)	4,620	2,140	10,109	4,705
รวม (ชั่วโมงต่อเดือน)	19.25	8.92	42.12	19.60

7.3 เวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การหาเวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะหาจากเวลารวมที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งก่อนและหลังการปรับปรุงจะมีจำนวนที่แตกต่างกัน โดยที่ก่อนการปรับปรุงนั้นโรงงานกรณีศึกษามีการกำหนดช่วงระยะเวลาไว้ทุก 2 เดือนและกำหนดเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของทุกเครื่องอัดรีดแบบสกรูไว้ครั้งละ 4 ชั่วโมงต่อเครื่อง ส่วนหลังการปรับปรุงจะแบ่งเครื่องอัดรีดแบบสกรูออกเป็น 2 กลุ่ม คือเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 มีทั้งหมด 4 เครื่อง โดยจะมีการปรับช่วงยะเวลาและปรับเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีทั้งหมด 11 เครื่อง โดยกลุ่มนี้จะมีการปรับเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเท่านั้น ซึ่งเวลาที่ใช้ในแต่ละกลุ่มเครื่องจักรแสดงได้ดังตารางที่ 7.3 พบว่าก่อนการปรับปรุงเครื่องอัดรีดแบบสกรูทุกเครื่องมีเวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นจำนวน 1,800 นาทีต่อเดือน ส่วนหลังการปรับปรุงเครื่องอัดรีดแบบสกรูทุกเครื่องมีเวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นจำนวน 720+852.50 = 1,572.50 นาทีต่อเดือน ซึ่งใช้เวลาลดลง 227.50 นาทีต่อเดือนหรือ 3.79 ชั่วโมงต่อเดือน ลดลงคิดเป็น 12.64%

ตารางที่ 7.3 เวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันก่อนและหลังการปรับปรุง

	เครื่องอัดรีดแบบสกรู	จำนวน	เวลาที่ใช้ PM ต่อเครื่องต่อครั้งในแต่ละช่วงระยะเวลา (นาที)			เวลารวมที่ใช้ PM	
			ทุก 2 สัปดาห์	ทุก 1 เดือน	ทุก 2 เดือน	นาที	นาทีต่อเดือน
ก่อนการปรับปรุง	ทุกเครื่อง	15	-	-	240	240×2×15 = 7,200	1,800
หลังการปรับปรุง	กลุ่มที่ 1	4	25	130	-	[(25×8×4) + (130×4×4)] = 2,880	720
	กลุ่มที่ 2	11	-	-	155	155×2×11 = 3,410	852.50

หมายเหตุ: เวลารวมที่ใช้ PM = เวลาที่ใช้ PM ต่อเครื่องต่อครั้ง × จำนวนครั้งที่ทำ PM ในช่วงระยะเวลา 4 เดือน × จำนวนเครื่องจักร

จากการปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในหน่วยนาทีต่อเดือนต่อเครื่องจักรในแต่ละกลุ่มดังแสดงในตารางที่ 7.4 พบว่าการปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 ใช้เวลา 180 นาทีต่อเดือนต่อเครื่อง ซึ่งใช้เวลาบำรุงรักษามากขึ้น 60 นาทีต่อเดือนต่อเครื่อง ส่วนเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 ใช้เวลา 77.5 นาทีต่อเดือนต่อเครื่อง ซึ่งใช้เวลาน้อยลงเป็นจำนวน 42.50 นาที

ตารางที่ 7.4 เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละกลุ่ม

	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	
	ทุกเครื่องจักร	เครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1	เครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2
เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงของเครื่องจักร (นาทีต่อเดือนต่อเครื่อง)	120	180	77.50

ภายหลังการปรับปรุงสามารถสรุปเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาทั้งหมด (BM+PM) แสดงได้ดังตารางที่ 7.5 พบว่าสามารถลดเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษา 2,198.50 นาทีต่อเดือนหรือลดลงคิดเป็น 36.64 ชั่วโมงต่อเดือน โดยลดลงคิดเป็น 40.10%

ตารางที่ 7.5 ผลสรุปเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องอัดรีดแบบสกรู

เวลาของการบำรุงรักษา	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	จำนวนที่ลดลง
เวลาในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้อง, BM (นาทีต่อเดือน)	3,682.25	1,711.25	1,991
เวลาการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน , PM (นาทีต่อเดือน)	1,800	1,572.50	227.50
เวลารวมเฉลี่ยในการบำรุงรักษา ,BM+PM (นาทีต่อเดือน)	5,482.25	3,283.75	2,198.50

นอกจากนี้แล้วยังได้มีการพิจารณาเวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 ของช่วงหลังการปรับปรุงเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของการปฏิบัติในแต่ละกิจกรรมหลักซึ่งประกอบไปด้วย 1) การทำความสะอาด 2) การตรวจสภาพ 3) การหล่อลื่น 4) การปรับแต่ง และ 5) การทดสอบการทำงาน ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 7.6 พบว่ากิจกรรมการทำความสะอาดและกิจกรรมการปรับแต่งมีเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานมากที่สุดคิดเป็นสัดส่วน 30.55% ส่วนกิจกรรมการหล่อลื่นมีเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานน้อยที่สุดคิดเป็นสัดส่วน 2.78%

ตารางที่ 7.6 เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 ในแต่ละกิจกรรมหลักของช่วงหลังการปรับปรุง

กิจกรรมหลัก	เวลาที่ใช้ (นาที/เดือน)			คิดเป็นสัดส่วน (%)
	รายสองสัปดาห์	รายเดือน	รวม	
1. การทำความสะอาด	10	35	55	30.55
2. การตรวจสภาพ	-	40	40	22.22
3. การหล่อลื่น	-	5	5	2.78
4. การปรับแต่ง	10	35	55	30.55
5. การทดสอบการทำงาน	5	15	25	13.90
รวม	25	130	180	100

หมายเหตุ: เปรียบเทียบเฉพาะกิจกรรมที่มีช่วงระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์และทุก 1 เดือน

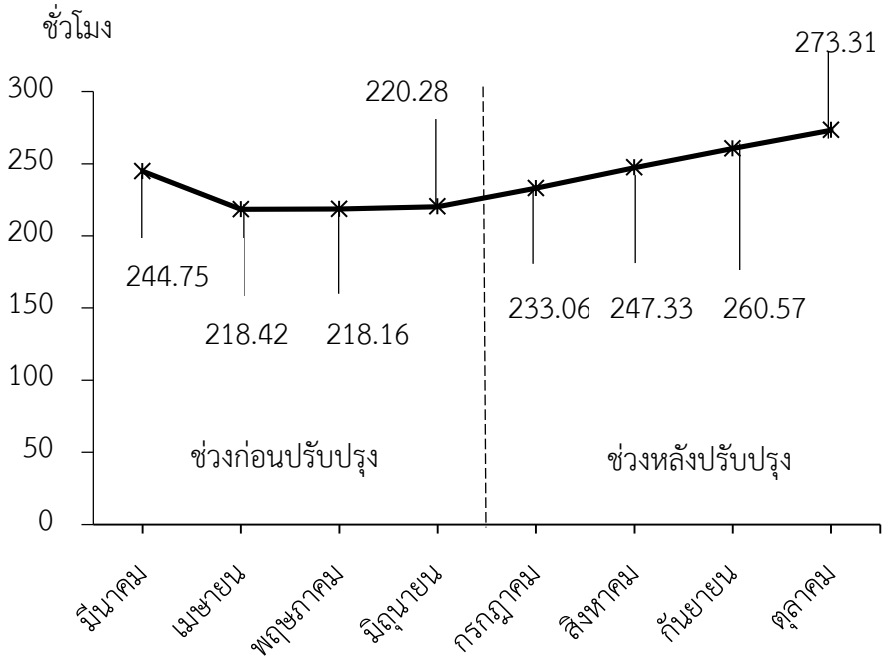
การบำรุงรักษาเชิงป้องกันจากงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วยแบบรายสองสัปดาห์ รายเดือนและรายหกเดือน ซึ่งความเป็นจริงแล้วต้องมีการบำรุงรักษาแบบยกเครื่องใหม่ (Overhaul) สำหรับแผนยกเครื่องใหม่ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูนั้นควรมีช่วงระยะเวลาในการปฏิบัติทุก 5 ปี เพราะเป็นช่วงระยะเวลาที่อุปกรณ์ภายในเครื่องอัดรีดแบบสกรู เช่น เพลา ลูกปืน สกรูหลัก และอื่นๆ เกิดการสึกหรอหรือเสื่อมสภาพจนส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์ภายนอกของเครื่องจักรจนไม่สามารถใช้งานหรือส่งผลกระทบต่อการผลิตที่ไม่ได้คุณภาพตามต้องการ

7.4 MTBF

ในการหาค่า MTBF นั้นจะคำนวณจากผลรวมของเวลาตั้งแต่เครื่องจักรสามารถใช้งานได้จนถึงเวลาที่เครื่องจักรเกิดการขัดข้องหารด้วยจำนวนการขัดข้องทั้งหมด ซึ่งได้อธิบายไว้แล้วในรูปที่ 4.8 โดยค่า MTBF ในแต่ละระบบแสดงดังตารางที่ 7.7 จะเห็นได้ว่าภายหลังการปรับปรุงทุกระบบมีค่า MTBF ที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบแนวโน้มของค่า MTBF ของก่อนและหลังการปรับปรุงซึ่งแสดงดังรูปที่ 7.3 พบว่าในช่วงก่อนการปรับปรุงค่า MTBF มีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ยกเว้นในเดือนมีนาคมที่มีค่าสูงกว่าเดือนอื่นๆ เนื่องจากการคำนวณ MTBF เป็นการคำนวณแบบเฉลี่ยจากอดีตถึงเดือนปัจจุบัน ซึ่งในอดีตโรงานกรณีศึกษาไม่มีการหาค่า MTBF ซึ่งความเป็นจริงแล้วต้องมีการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณค่า MTBF ในทุกๆ เดือน จึงทำให้ค่า MTBF ในเดือนมีนาคม ไม่ใช่ค่าเฉลี่ยแต่เป็นค่าเฉพาะในเดือนนั้น ยกตัวอย่างเช่น ค่า MTBF ของเมษายนเป็นค่าเฉลี่ยระหว่างเดือน มีนาคมกับเดือนเมษายน โดยที่ในเดือนอื่นๆ ก็มีการเฉลี่ยโดยเริ่มจากเดือน มีนาคม 2559 เช่นกัน ภายหลังการปรับปรุงค่า MTBF มีแนวโน้มที่สูงขึ้นจาก 220.28 ซึ่งเป็นค่าในเดือนสุดท้ายของช่วงก่อนการปรับปรุงเพิ่มเป็น 273.31 ซึ่งเป็นค่าในเดือนสุดท้ายของช่วงหลังการปรับปรุง ภายหลังการปรับปรุงพบว่าช่วงระยะเวลาใช้งานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูมีค่ามากขึ้น จึงส่งผลให้ค่า MTBF มีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 7.7 ค่า MTBF ในแต่ละระบบก่อนและหลังการปรับปรุง

ระบบการทำงาน	ค่า MTBF (ชั่วโมง)	
	ก่อน	หลัง
ไฟฟ้า	511.16	571.88
เครื่องกล	967.68	1,451.01
น้ำหล่อเย็น	1,847.19	3,233.88
สุญญากาศ	2,375.60	4,490.80
อื่นๆ	1,562.19	2,476.71
รวม	220.28	273.31



รูปที่ 7.3 แนวโน้มค่า MTBF ก่อนและหลังการปรับปรุง

ในกรณีที่มีการเปรียบเทียบค่า MTBF ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 7.8 พบว่าเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 มีค่า MTBF เพิ่มจาก 171.19 ชั่วโมง เป็น 233.97 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นคิดเป็น 36.67% ส่วนเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 มีค่า MTBF เพิ่มจาก 238.14 ชั่วโมง เป็น 287.62 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นคิดเป็น 20.78% แสดงให้เห็นว่าหลังการปรับปรุงเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 มีการใช้งานที่มีความต่อเนื่องมากกว่าเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2

ตารางที่ 7.8 ค่า MTBF ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

ช่วง	ค่า MTBF (ชั่วโมง)	
	เครื่องอัดรีดแบบสกรู กลุ่มที่ 1	เครื่องอัดรีดแบบสกรู กลุ่มที่ 2
ก่อนการปรับปรุง	171.19	238.14
หลังการปรับปรุง	233.97	287.62

นอกจากนี้แล้วเมื่อพิจารณาค่าความพร้อมใช้งาน (Availability) ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูก่อนและหลังการปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 7.9 พบว่าก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 98.85% ภายหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 99.45% จะเห็นได้ว่าค่าความพร้อมใช้งานทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงมีค่ามากอยู่แล้วซึ่งเกิดจาก 1) เมื่อดูจำนวนการขัดข้องในกระบวนการผลิตมาสเตอร์แบตช์ซึ่งแสดงในตารางที่ 1.1 พบว่ามีจำนวนมากแต่เนื่องจากทุกเครื่องทำงานแยกเป็นอิสระต่อกัน เมื่อเกิดการขัดข้องจึงไม่ส่งผลกระทบต่อกัน 2) ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ซ่อมเครื่องอัดรีดแบบสกรูต่อครั้งมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ใช้งานได้ จึงทำให้ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละเครื่องมีค่าที่มาก แต่เมื่อนำเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูหยุดจากการซ่อมมาคำนวณค่าเสียโอกาสจากการขายพบว่ามีมูลค่ามากแสดงในตางรางที่ 1.4 ดังนั้นแม้ว่าค่าความพร้อมใช้งานจะมีค่าที่มากอยู่แล้วและภายหลังปรับปรุงจะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของผลกำไรที่มากขึ้นจึงถือได้ว่ามีความคุ้มค่าในการปรับปรุง

พร้อมทั้งเมื่อพิจารณาต้นทุนไหล่ที่ใช้ก่อนและหลังการปรับปรุง โดยจะยกตัวอย่างเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 7.10 พบว่าก่อนการปรับปรุงมีต้นทุนอะไหล่ 54,360+2,300=56,660 บาท ภายหลังการปรับปรุงมีต้นทุนอะไหล่ 11,830+27,700=39,530 บาท จะเห็นได้ว่าภายหลังการปรับปรุงต้นทุนโดยรวมของอะไหล่ลดลงจำนวน 17,130 บาท

ตารางที่ 7.9 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

เครื่องอัดรีดแบบสกรู	ความพร้อมใช้งาน (%)	
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
E3	98.42	99.35
E13	98.71	99.44
E20	97.33	99.32
E26	99.15	99.86
E32	98.99	99.63
E34	97.98	99.58
E14	99.36	99.60
E15	99.46	99.38
E10	99.06	99.34
E27	99.63	99.61
E28	98.83	99.38

E30	98.75	99.40
E1	99.35	99.19
E7	98.60	99.53
E9	99.09	99.15
เฉลี่ย	98.85	99.45

ตารางที่ 7.10 ต้นทุนอะไหล่ที่ใช้ก่อนและหลังการปรับปรุงของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1

อะไหล่ (ราคาต่อชิ้น:บาท)	ราคาอะไหล่รวม:บาท (จำนวนชิ้น)			
	การบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง		การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ปลอกสกรู (5,000)	5,000 (1)	-	-	-
โซลินอยด์วาล์ว (1,000)	3,000 (3)	1,000 (1)	1,000 (1)	1,000 (1)
สวิตช์เปิด-ปิด (150)	150 (1)	-	-	-
นอตตัวป้อน (2,000)	16,000 (4)	2,000 (1)	-	-
หลอดไฟ (300)	300 (1)	-	-	-
ที่ครอบแอมป์ (120)	120 (1)	-	-	-
นิปเปิล (180)	540 (3)	180 (1)	-	-
ข้อต่อ (200)	2,000 (10)	800 (4)	-	400 (3)
สายไฟและกล่องเก็บสายไฟ (350)	-	-	-	700 (2)
แมกเนติก (650)	9,750 (15)	5,850 (9)	1,300 (2)	1300 (2)
สายน้ำมัน (800)	-	-	-	800 (1)
ลูกปืนของชุดป้อน (1,000)	-	-	-	1,000 (1)
น้ำมันหล่อลื่น+ตัวกรอง (3,000)	-	-	-	12,000 (4)
ฮีตเตอร์ (2,000)	6,000 (3)	2,000 (1)	-	2,000 (1)
เทอร์มอคัปเปิล (2,000)	8,000 (4)	-	-	-
สายพาน (3,500)	3,500 (1)	-	-	3,500 (1)
พู่เลย์ (5,000)	-	-	-	5,000 (1)
รวม (บาท)	54,360	11,830	2,300	27,700

บทที่ 8
สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

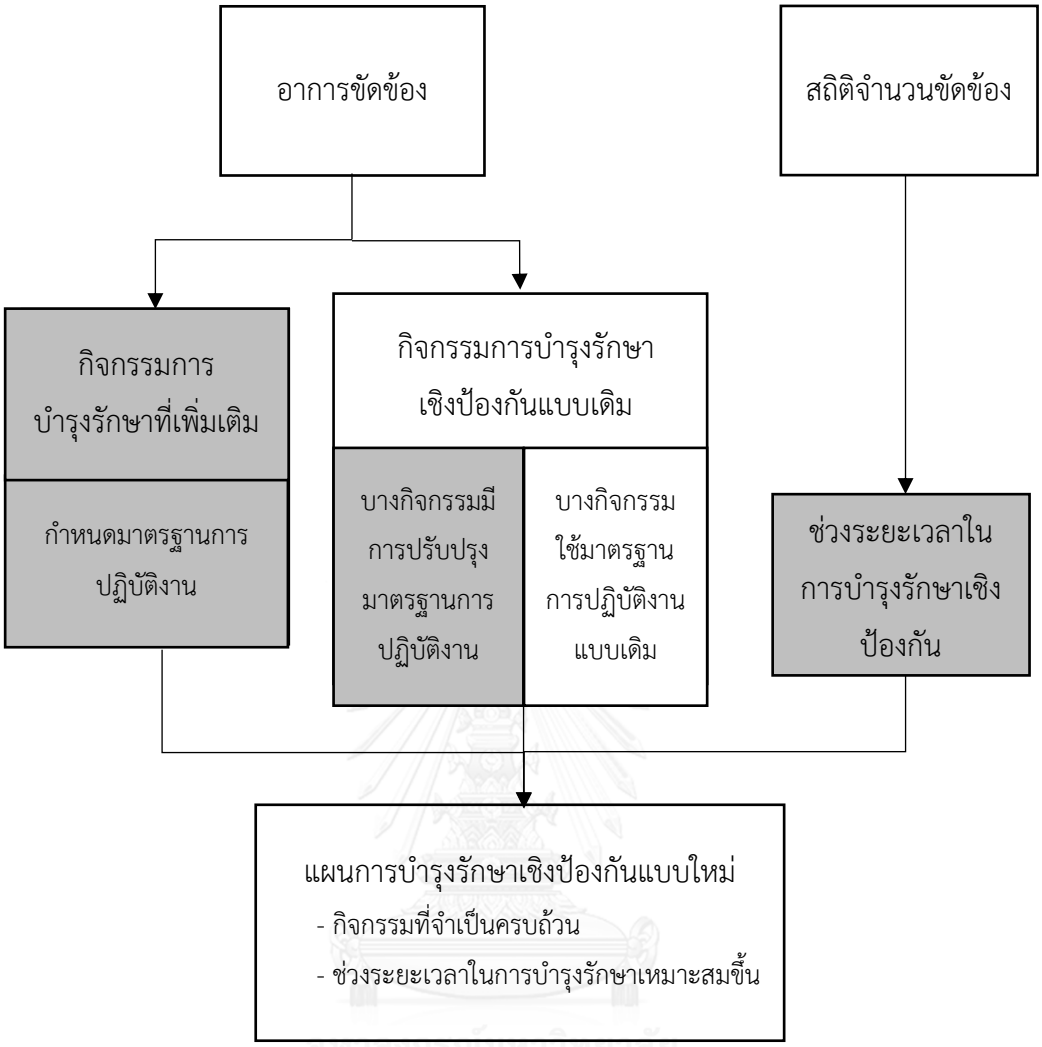
8.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาในการผลิตมาสเตอร์แบตช์ของโรงงานแห่งหนึ่งพบว่ามีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ไม่เหมาะสม จึงทำให้กระบวนการอัดรีดสีซึ่งเป็นกระบวนที่สำคัญที่สุดในการผลิตมาสเตอร์แบตช์เกิดการขัดข้องจำนวนมากในระหว่างการผลิต โดยที่สาเหตุสำคัญเกิดจากกิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่ครอบคลุมทุกกิจกรรมที่จำเป็นและช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของกิจกรรมต่างๆ ยาวนานเกินไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการปรับปรุงการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

จากรูปที่ 8.1 เป็นแผนภาพของการดำเนินการเริ่มจากการรวบรวมอาการขัดข้องและสถิติจำนวนขัดข้อง โดยแยกตามระบบการทำงานของเครื่องอัดรีดแบบสกรูซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ระบบ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล ระบบน้ำหล่อเย็นและระบบสุญญากาศ จากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอาการขัดข้องในแต่ละระบบด้วยวิธีการวิเคราะห์ทำไม-ทำไมทำให้ได้สาเหตุของการเกิดอาการขัดข้อง จากนั้นจะค้นหากิจกรรมที่ควรปฏิบัติซึ่งคือกิจกรรมที่จำเป็นในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันซึ่งได้จากวิธีการแก้ไขสาเหตุของการเกิดอาการขัดข้อง ในกิจกรรมที่ควรปฏิบัตินี้ยังแบ่งออกเป็นกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เพิ่มเติมโดยจะต้องกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานและกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบเดิม โดยที่ในบางกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแบบเดิมนี้จะต้องมีการปรับปรุงมาตรฐานการปฏิบัติงานและบางกิจกรรมจะใช้มาตรฐานแบบเดิม

จากนั้นจะหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูทำงานได้ในแต่ละระบบเพื่อกำหนดให้เป็นช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยพิจารณาจากความถี่ที่มากที่สุดของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้

จากนั้นทำการสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูแบบใหม่ขึ้นจากกิจกรรมที่จำเป็นและช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยที่ในการดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนี้จะต้องมีการจัดกำหนดการเครื่องจักร โดยแบ่งการปรับปรุงออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่มีจำนวนการขัดข้องมากที่สุดในแต่ละประเภทซึ่งมีจำนวน 4 เครื่อง และกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มเครื่องอัดรีดแบบสกรูที่เหลือซึ่งมีจำนวน 11 เครื่อง จากนั้นต้องมีการจัดกำหนดการวัน เวลาที่ปฏิบัติและต้องมีการจัดกำหนดการกำลังคน โดยได้จัดสรรช่างบำรุงรักษาซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 10 คน ให้ทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรู จากการจัดกำหนดการดังกล่าวทำให้ได้กำหนดการของการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จากนั้นจึงจะนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปดำเนินการปรับปรุง



รูปที่ 8.1 การปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การวัดผลการปรับปรุงสามารถสรุป ได้ดังนี้

1. จำนวนสาเหตุการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูมีทั้งหมด 42 สาเหตุและมีจำนวนวิธีการแก้ไขและกิจกรรมการบำรุงรักษาทั้งหมด 49 กิจกรรม แบ่งเป็นกิจกรรมของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจำนวน 28 กิจกรรม ส่วนอีก 21 กิจกรรมเป็นวิธีการแก้ไขโดยปล่อยให้ชิ้นส่วนเกิดการขัดข้องแล้วจึงทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นรวมกับการออกแบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้การบำรุงรักษาง่ายขึ้นหรือไม่ต้องทำการบำรุงรักษา จากกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจำนวน 28 กิจกรรมนี้สามารถแบ่งออกเป็นกิจกรรมที่เพิ่มเติมซึ่งต้องกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานจำนวน 9 กิจกรรม กิจกรรมที่ปรับปรุงมาตรฐานการปฏิบัติงานจำนวน 7 กิจกรรม และกิจกรรมที่ใช้มาตรฐานการปฏิบัติงานแบบเดิมจำนวน 12 กิจกรรม

2. กิจกรรมในระบบไฟฟ้าสามารถแบ่งช่วงระยะของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันออกเป็นสองกลุ่มได้แก่ กลุ่มที่หนึ่งมีช่วงระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์และกลุ่มที่สองมีช่วงระยะเวลาทุก 1 เดือน ส่วนกิจกรรมในระบบเครื่องกล ระบบน้ำหล่อเย็น และระบบสุญญากาศมีช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทุก 1 เดือน ซึ่งเดิมทุกกิจกรรมในแต่ละระบบมีช่วงระยะเวลาการบำรุงรักษาเชิงป้องกันทุก 2 เดือน

3. เมื่อเปรียบเทียบผลการปรับปรุงระหว่างเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 กับเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 ของช่วงเวลาก่อนและหลังการปรับปรุงพบว่า

- จำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 ลดลงจาก 14 ครั้งต่อเดือน เหลือ 6.75 ครั้งต่อเดือน ซึ่งลดลงคิดเป็น 51.79% ส่วนเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 ลดลงจาก 28.75 ครั้งต่อเดือน เหลือ 17.50 ครั้งต่อเดือน ซึ่งลดลงคิดเป็น 39.13% จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการกำหนดช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ถี่ขึ้นจะช่วยลดการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูได้มากขึ้น

- เวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 ลดลงจาก 19.25 ชั่วโมงต่อเดือน เหลือ 8.92 ชั่วโมงต่อเดือน ซึ่งลดลงคิดเป็น 53.68% ส่วนเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 ลดลงจาก 42.10 ชั่วโมงต่อเดือน เหลือ 19.60 ชั่วโมงต่อเดือน ซึ่งลดลงคิดเป็น 53.46% จะเห็นได้ว่าเวลารวมที่ใช้ในการซ่อมหลังเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องทั้งสองกลุ่มลดลงใกล้เคียงกัน แต่จำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูทั้งสองกลุ่มลดลงไม่เท่ากันเนื่องจากสาเหตุของการเกิดการขัดข้องและมาตรฐานซ่อมเครื่องจักรของช่างซ่อมบำรุงมีความแตกต่างกัน

- เวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้นจาก 120 นาทีต่อเดือนต่อเครื่อง เป็น 180 นาทีต่อเดือนต่อเครื่อง ซึ่งเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 60 นาทีต่อเดือนต่อเครื่อง ส่วนเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 ลดลงจาก 120 นาทีต่อเดือนต่อเครื่อง เหลือ 77.50 นาทีต่อเดือนต่อเครื่อง ซึ่งลดลงเป็นจำนวน 42.50 นาทีต่อเดือนต่อเครื่อง จะเห็นได้ว่าเวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 มีจำนวนมากขึ้นเพราะมีการกำหนดช่วงระยะเวลาที่ถี่มากขึ้น ถึงแม้ว่าเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานในแต่ละครั้งมีจำนวนน้อยลงแล้วก็ตาม และเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 มีจำนวนลดน้อยลงเพราะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานในแต่ละครั้งมีจำนวนน้อยลง

- ค่า MTBF ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้นจาก 171.19 ชั่วโมง เป็น 233.97 ชั่วโมง ซึ่งเพิ่มขึ้นคิดเป็น 36.67% ส่วนเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 2 เพิ่มขึ้นจาก 238.14 ชั่วโมง เป็น 287.62 ชั่วโมง ซึ่งเพิ่มขึ้นคิดเป็น 20.78% จะเห็นได้ว่าค่า MTBF ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูทั้งสองกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้น แต่กลุ่มที่ 1 มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าเพราะหลังการปรับปรุงเครื่องจักรมีการใช้งานได้อย่างต่อเนื่องมากกว่ากลุ่มที่ 2

4. เมื่อเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดของงานวิจัยก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่า

- จำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรูลดลงจาก 42.75 ครั้งต่อเดือน เหลือ 24.25 ครั้งต่อเดือน ซึ่งลดลงคิดเป็น 43.27%

- เวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาลดลง 36.64 ชั่วโมงต่อเดือน ซึ่งลดลงทั้งหมดคิดเป็น 40.10% ซึ่งเกิดจากเวลารวมที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันลดลง 3.79 ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็น 12.64% และเวลารวมในการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้องลดลง 32.85 ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็น 53.53%

- ค่า MTBF ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูเพิ่มขึ้นจาก 220.28 ชั่วโมงเป็น 273.31 ชั่วโมง

- ต้นทุนอะไหล่ที่ใช้ของเครื่องอัดรีดแบบสกรูกลุ่มที่ 1 ลดลงจาก 56,660 บาท เหลือ 39,530 บาท ซึ่งลดลงเป็นจำนวน 17,130 บาท

8.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการแจกแจงความถี่ของช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ โดยมีการลงรายละเอียดถึงอาการขัดข้องที่เกิดขึ้นเพื่อให้ได้ช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในแต่ละกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2. ควรมีการรวบรวมข้อมูลการขัดข้องที่ต้องใช้ในการกำหนดช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้ให้มากขึ้นและควรมีการวิเคราะห์อาการขัดข้องและหาช่วงระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมอย่างต่อเนื่องซึ่งจะช่วยให้การปฏิบัติงานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

3. งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาเฉพาะการลดขัดข้องของเครื่องจักรเท่านั้น ในความเป็นจริงควรมีการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษศาสตร์อย่างละเอียดเพิ่มเติมด้วย

4. ควรมีการวางแผนการซ่อมเครื่องจักรของช่างซ่อมบำรุง โดยกำหนดจากทักษะของช่างให้มีความเหมาะสมกับอาการขัดข้อง ซึ่งจะช่วยให้การซ่อมเครื่องจักรมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5. ควรมีการเทียบมาตรฐาน (Calibration) อุปกรณ์การวัดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเพิ่มเติมด้วย

8.3 ปัญหาและอุปสรรค

เดิมการเก็บข้อมูลจากใบแจ้งซ่อมนั้นจะใช้การจดบันทึกด้วยมือเฉพาะจำนวนการขัดข้องในแต่ละเครื่องจักรเท่านั้น เมื่อมีการเปลี่ยนข้อมูลเหล่านี้เป็นการบันทึกลงในคอมพิวเตอร์ ทำให้ข้อมูลเวลาซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้อง ฯลฯ ไม่ได้ถูกบันทึกไว้ในช่วงระหว่างการเปลี่ยนการจัดเก็บข้อมูล จึงทำให้ขาดข้อมูลของเวลาในการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องของช่วงระยะเวลาหนึ่ง

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

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

ธนพร วรวาส. การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องพลาสมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556.

ภัททรียา กิตติเจริญเกียรติ. การศึกษาแนวทาการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานผลิตตัวเก็บประจุ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ดนัย สาหร่ายทอง. การวิเคราะห์เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษา: โรงงานผลิต ชิ้นส่วนเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

นาวาตรีพรหมศร เฮ่ประโคน. การปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาจักรเย็บผ้าในโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป. ในการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, หน้า 2087-2093. 17-19. ตุลาคม 2555 ณ อำเภอชะอำ จังหวัดเพรชบุรี.

ธานี อ่วมอ้อ. การบำรุงรักษาแบบมวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม. พิมครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: พีค บูล, 2547.

ฮิโตชิ โอกุระ. Why-Why Analysis เทคนิคการวิเคราะห์อย่างถึงแก่นเพื่อปรับปรุงสถานประกอบการ. แปลโดย วิเชียร เบญจวัฒนาผลและสมชัย อัครทิวา. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย–ญี่ปุ่น), 2545.

รัฐกร อุดมสุข. การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอิฐทนไฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

กระทรวงอุตสาหกรรม. พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 ฉบับแก้ไข, ราชกิจจานุเบกษา, 14 (7 มีนาคม 2550): 1-5.

ภาษาอังกฤษ

Bart, Z., Siluk, J., and Bart, A. Improvement of industrial performance with TPM impremention, Journal of Quality in Maintenance Engineering 20 (2014): 2-19.

Benjamin, S.J., Marathamuthu, M.S., and Murugaiah, U. The use of 5-WHYs technique to eliminate OEE's speed loss in a manufacturing, Journal of Quaility in Maintenance Engineering 21 (2015): 419-435.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายการขัดข้องของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก.1 รายการขัดข้องเครื่อง E3

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	9	สายยางน้ำมันแตก	M	30
	11	น้ำมันรั่วซึม	M	80
	24	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	60
เม.ย.59	8	สกรูไม่หมุน	M	30
	19	นอตข้อต่อสกรูพัง	M	30
พ.ค.59	9	อุณหภูมิโซน 5 ขึ้นไม่ถึง	E	60
	11	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นไม่ถึง	E	90
	15	อุณหภูมิโซน 9 และ 10 ขึ้นไม่ถึง	E	120
	23	อุณหภูมิโซน 7 ขึ้นไม่ถึง	E	100
	29	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	60
มิ.ย.59	1	พัดลมเสีย	G	60
	2	น้ำมันรั่วซึม	M	240
	7	อุณหภูมิโซน 5 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	7	น้ำหล่อเย็นรั่วซึม	W	60
	11	น้ำหล่อเย็นรั่วซึม	W	180
	15	อุณหภูมิโซน 5 ขึ้นไม่ถึง	E	120
ก.ค.59	18	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	25	ที่หุ้มสายไฟชำรุด	G	30
	26	น้ำหล่อเย็นรั่วซึม	W	120
ส.ค.59	2	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นไม่ถึง	E	60
	4	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	60
	15	สายพานขาด	M	120
ก.ย.59	7	อุณหภูมิโซน 7 ขึ้นไม่ถึง	E	90
	28	ไฟบ่งบอกความเร็วไม่ปรากฏ	E	30
ต.ค.59	4	น้ำหล่อเย็นรั่วซึม	W	30

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.2 รายการขัดข้องเครื่อง E13

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	3	น้ำหล่อเย็นรั่วซึม	W	60
	19	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นไม่ถึง	E	60
	19	สีรั่ว	M	120
เม.ย.59	3	สีรั่ว	M	150
	7	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นไม่ถึง	E	60
พ.ค.59	15	น้ำหล่อเย็นรั่วซึม	W	60
	18	สีรั่ว	M	390
	23	ปลอกสกรูหลวม	M	30
มิ.ย.59	15	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นสูงเกิน	E	60
	17	สายลมรั่ว	G	20
	29	สายไฟโซลินอยด์วาล์วขาด	E	30
	29	น้ำหล่อเย็นรั่วซึม	W	60
ก.ค.59	23	น้ำหล่อเย็นรั่วซึม	W	60
	26	น้ำหล่อเย็นรั่วซึม	W	120
ส.ค.59	8	อุณหภูมิโซน 5 ขึ้นไม่ถึง	E	35
	22	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	20
ก.ย.59	6	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	150
	29	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	90
ต.ค.59	4	นอตสกรูตัวป้อนชำรุด	M	20

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.3 รายการขัดข้องเครื่อง E20

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	2	น้ำมันรั่วซึม	M	240
	20	อุณหภูมิโซน 6 ขึ้นไม่ถึง	E	60
	25	อุณหภูมิโซน 7 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	28	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	60
เม.ย.59	15	อุณหภูมิโซน 6 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	16	อุณหภูมิโซน 5 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	17	อุณหภูมิโซน 6 ขึ้นไม่ถึง	E	30
พ.ค.59	2	ตัวสั่นเบาเกินไป	G	60
	19	ไฟบ่งบอกความเร็วไม่ปรากฏ	E	60
	26	เศษเหล็กเข้ากระบอกสกรู	M	1500
	30	อุณหภูมิโซน 6 ขึ้นเกิน	E	90
มิ.ย.59	2	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	6	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	60
ก.ค.59	9	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	20
	19	อุณหภูมิโซน 9 ขึ้นไม่ถึง	E	30
ส.ค.59	3	สายพานขาด	M	60
	19	อุณหภูมิโซน 9 ขึ้นไม่ถึง	E	25
ก.ย.59	21	น้ำหล่อเย็นรั่ว	W	120
	21	โซลินอยด์วาล์วเสีย	W	15
	30	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	30
ต.ค.59	18	อุณหภูมิโซน 6 ขึ้นไม่ถึง	E	180
	19	น้ำมันรั่วซึม	M	60
	22	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	60

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.4 รายการขัดข้องเครื่อง E26

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	16	น้ำมันรั่วซึม	M	120
	17	ปรับขาตั้ง	G	60
	17	อุณหภูมิทุกโซนขึ้นสูงเกิน	E	120
เม.ย.59	11	น้ำหล่อเย็นรั่ว	W	60
	13	ถอดสกรู	M	70
	29	อุณหภูมิทุกโซนขึ้นสูงเกิน	E	30
พ.ค.59	13	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	60
	24	ลมรั่ว	G	60
	26	น้ำหล่อเย็นรั่ว	W	30
มิ.ย.59	6	เปิดเครื่องไม่ติด	E	60
	27	สายเทอร์มอคัปเปิลหลวม	E	60
ก.ค.59	28	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	60
ส.ค.59		-		
ก.ย.59		-		
ต.ค.59	4	ปั๊มน้ำรั่วที่ระบบสุญญากาศ	V	60

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.5 รายการขัดข้องเครื่อง E32

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	1	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	60
	15	สายไฟชำรุด	E	40
	16	อุณหภูมิหัวขึ้นไม่ถึง	E	180
เม.ย.59	28	นอตเสีย	G	30
	30	เทอมอคัปเปิลหลวม	E	20
พ.ค.59	11	น้ำมันรั่วซึม	M	60
มิ.ย.59	6	นอตหัวดายน์พัง	M	60
	6	แก้ไขฮอปเปอร์	M	360
	6	น้ำมันรั่วซึม	M	30
	15	พัดลมตู้ไฟฟ้าขัดข้อง	E	20
ก.ค.59	9	อุณหภูมิขึ้นไม่ตรงที่ตังไว้	E	30
	21	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	30
ส.ค.59	8	โบว์เวอร์เสีย	E	30
	31	ไฟบ่งบอกความเร็วไม่ปรากฏ	E	20
ก.ย.59	3	หลอดไฟชำรุด	G	40
	14	อุณหภูมิโซน 1 ขึ้นไม่ถึง	E	180
ต.ค.59		-		

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.6 รายการขัดข้องเครื่อง E34

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	2	ระบบสวิตซ์เปิด-ปิดขัดข้อง	E	30
	7	น้ำมันรั่วซึม	M	30
	10	ด้ามจับหัวดายน์พัง	G	60
	28	น้ำหล่อเย็นรั่ว	W	30
	30	น้ำหล่อเย็นรั่ว	W	30
เม.ย.59	3	ระบบสุญญากาศไม่ทำงาน	V	240
	5	สกรูตัวป้อนเสียงดัง	M	90
	7	น้ำหล่อเย็นรั่ว	W	30
	12	น้ำมันรั่วซึม	M	370
	16	น้ำมันรั่วซึม	M	420
พ.ค.59	11	หลอดไฟเปิดไม่ติด	G	30
	23	ปั๊มน้ำมันรั่วซึม	M	70
มิ.ย.59	1	สกรูตัวป้อนเสียงดัง	M	90
	2	ระบบไฟขัดข้อง	E	30
	2	อุณหภูมิขึ้นไม่ตรงที่ตังไว้	E	30
	2	อุณหภูมิโซน 5 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	13	สกรูตัวป้อนไม่ทำงาน	M	120
ก.ค.59	11	น้ำหล่อเย็นรั่ว	w	60
	27	ที่จับหัวหัวดายน์ชำรุด	G	60
ส.ค.59	20	สีรั่ว	M	60
	27	โซลินอยด์มีน้ำรั่ว	W	10
ก.ย.59	5	สกรูตัวป้องเสียงดัง	M	150
	21	น้ำมันรั่วซึม	M	30
ต.ค.59		-		

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.7 รายการขัดข้องเครื่อง E14

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	9	เปลี่ยนหลอดไฟ	E	120
	23	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	40
เม.ย.59	4	เหล็กตกใส่กระบอกสกรู	M	120
	12	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นไม่ถึง	E	60
พ.ค.59	15	ผนังชำรุด	G	120
มิ.ย.59	21	พัดลมระบายความร้อนของตู้ไฟฟ้าขัดข้อง	E	60
	29	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	30
ก.ค.59	5	พัดลมระบายความร้อนของตู้ไฟฟ้าขัดข้อง	E	60
	6	เข็มแอมป์ขึ้นไม่ตรง	E	10
ส.ค.59	8	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	100
ก.ย.59	28	เครื่องดับ	E	90
ต.ค.59	1	เครื่องดับ	E	30
	19	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	60

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ก.8 รายการขัดข้องเครื่อง E15

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	3	อุณหภูมิโซน 1 ขึ้นไม่ถึง	E	60
	7	ฮอปเปอร์แตก	M	60
เม.ย.59	20	ฝาถังรองเม็ดหัก	G	30
	20	รางน้ำแตก	G	30
	27	อุณหภูมิโซน 1 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	27	สกรูบิ่น	M	30
พ.ค.59	16	อุณหภูมิโซน 1 ขึ้นไม่ถึง	E	40
มิ.ย.59	8	สวิตซ์ซ์ระบบไฟฟ้าขัดข้อง	E	60
	10	มิเตอร์ปั๊มน้ำไม่ทำงาน	W	90
	24	รางน้ำรั่ว	G	30
ก.ค.59	1	ไฟบ่งบอกความเร็วไม่ปรากฏ	E	30
	4	อุณหภูมิโซน 1 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	6	เข็มแอมป์ขึ้นไม่ตรง	E	10
ส.ค.59		-		
ก.ย.59	27	ที่ยึดหลอดไฟชำรุด	G	30
	27	กล่องเก็บสายไฟชำรุด	G	30
ต.ค.59	11	เครื่องดับ	E	420

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.9 รายการขัดข้องเครื่อง E10

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	10	ฮอปเปอร์แตก	M	30
	14	มอเตอร์น้ำไม่ทำงาน	W	60
เม.ย.59	7	ทำฝาครอบเสา	G	40
	11	ตู้ไฟมีรู	G	80
พ.ค.59	12	ขาตั้งรางน้ำชำรุด	G	42
	25	ลูกรางชำรุด	G	42
มิ.ย.59	11	แกนนอตหัวดายน์ชำรุด	M	180
	13	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	90
	15	ตะแกรงเม็ดล้างชำรุด	G	60
	20	มอเตอร์น้ำเสีย	W	150
	26	สายยางน้ำมันรั่วซึม	M	30
ก.ค.59	19	ที่จับหัวดายน์เสีย	G	60
	27	เข็มแอมป์ขึ้นไม่ตรง	E	15
ส.ค.59	3	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	150
	16	เข็มแอมป์ขึ้นไม่ตรง	E	15
	26	น้ำมันรั่วซึม	M	60
ก.ย.59	8	สายไฟฟ้าชำรุด	E	120
	19	รางน้ำแตก	G	30
ต.ค.59	12	อุณหภูมิโซน 1 ขึ้นเกิน	E	45
	17	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	90

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า

M หมายถึง ระบบเครื่องกล

W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.10 รายการขัดข้องเครื่อง E27

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	14	ที่จับหัวดายด์ชำรุด	G	60
	26	อุณหภูมิโซน 1 ขึ้นไม่ถึง	E	20
เม.ย.59	9	อุณหภูมิโซน 1 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	27	หัวดายน์มีพลาสติกออกมา	M	40
พ.ค.59	4	หัวดายน์มีพลาสติกออกมา	M	50
	9	เปลี่ยนกล่องเก็บของ	G	60
มิ.ย.59	24	ล้อรางน้ำชำรุด	G	60
ก.ค.59	5	ทำล่อรางน้ำ	G	60
ส.ค.59	18	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นไม่ถึง	E	60
	22	สายพานขาด	M	60
	30	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นไม่ถึง	E	60
ก.ย.59	1	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นไม่ถึง	E	60
ต.ค.59	13	อุณหภูมิโซน 2 ขึ้นไม่ถึง	E	40

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.11 รายการขัดข้องเครื่อง E28

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	1	เครื่องจักรมีเสียงดังผิดปกติ	M	60
	3	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	60
	7	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	480
เม.ย.59	9	นอตหัวดายน์พัง	M	60
	11	อุณหภูมิโซน 2 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	15	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	60
	29	นอตหัวดายน์พัง	E	30
พ.ค.59	6	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	120
	18	ขารางน้ำชำรุด	G	40
มิ.ย.59	11	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	60
ก.ค.59	11	อุณหภูมิทุกโซนขึ้นไม่ถึง	E	90
	23	ที่ปรับสกรูชำรุด	E	60
ส.ค.59	18	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	90
ก.ย.59	8	มีลมรั่ว	G	60
	17	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	120
ต.ค.59	7	อุณหภูมิโซน 2 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	12	ท่อน้ำรั่ว	W	80
	19	สกรูบิ่น	M	20

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.12 รายการขัดข้องเครื่อง E30

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	2	ที่ครอบแอมป์แตก	G	30
	14	ลิ้นคอฮอปเปอร์ชำรุด	M	60
	20	อุณหภูมิโซน 1 ขึ้นไม่ถึง	E	60
เม.ย.59	8	น้ำมันรั่วซึม	M	360
	17	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นเกิน	E	20
	25	อุณหภูมิโซน 1 ขึ้นไม่ถึง	E	30
พ.ค.59	21	ข้อต่อน้ำหลุด	W	20
	27	สายลมรั่ว	G	60
	28	ปั๊มน้ำรั่ว	W	180
มิ.ย.59	2	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	20
	2	ไฟบ่งบอกความเร็วไม่ปรากฏ	E	120
	8	ลมรั่ว	G	30
	8	สายไฟขาด	E	60
	29	อุณหภูมิโซน 2 ขึ้นไม่ถึง	E	20
ก.ค.59	15	สายวัดอุณหภูมิชำรุด	E	60
	16	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	60
	19	นอตหัวดายน์ชำรุด	M	60
ส.ค.59	9	หัวดายน์พัง	M	30
	17	น้ำรั่วที่รางน้ำ	G	15
ก.ย.59	8	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	120
	20	อุณหภูมิโซน 2,3 ขึ้นไม่ถึง	E	120
	23	ลมรั่ว	G	30
ต.ค.59	18	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	30

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.13 รายการขัดข้องเครื่อง E1

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	2	มองไม่เห็นระดับน้ำมัน	M	120
	3	ฝาครอบถังหัก	G	30
เม.ย.59	7	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	95
	12	สายน้ำมันหลุด	M	120
	20	สายลมชำรุด	G	30
พ.ค.59	11	ตะแกรงน้ำชำรุด	G	60
	11	สายไฟขาด	E	30
มิ.ย.59	8	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	60
	19	เข็มแอมป์ขึ้นไม่ตรง	E	10
ก.ค.59	25	ฮอปเปอร์ชำรุด	M	20
	26	น้ำมันรั่วซึม	M	30
ส.ค.59	9	น้ำมันรั่วซึม	M	420
ก.ย.59	23	อุณหภูมิโซน 3 ขึ้นไม่ถึง	E	120
ต.ค.59	4	อุณหภูมิทุกโซนขึ้นไม่ถึง	E	90
	10	สายลมชำรุด	G	30

หมายเหตุ: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ตารางที่ ก.14 รายการขัดข้องเครื่อง E7

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	1	ห้องเกียร์เสียงดัง	M	360
	24	น้ำมันรั่วซึม	M	180
เม.ย.59	2	น้ำมันรั่วซึม	M	30
	2	อุดรูสกรู	M	20
	18	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	50
พ.ค.59	6	น้ำมันรั่วซึม	M	360
	27	ไฟบ่งบอกความเร็วไม่ปรากฏ	E	30
	30	สายพานขาด	M	60
มิ.ย.59	10	สายไฟชำรุด	E	70
	13	อุณหภูมิหัวดายน์ขึ้นไม่ถึง	E	20
	27	ไฟบ่งบอกความเร็วไม่คงที่	E	20
ก.ค.59	3	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นไม่ถึง	E	50
	4	สวิตซ์เสีย	E	360
ส.ค.59		-		
ก.ย.59		-		
ต.ค.59		-		

หมายเหตุ: ส.ค.59 ถึง ต.ค.59 หยุดการใช้งานเครื่อง E7

: E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล

W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ก.15 รายการขัดข้องเครื่อง E9

เดือนที่	วันที่	รายการขัดข้อง	ระบบ	เวลาในการซ่อม (นาที)
มี.ค.59	16	นอตหัวดายน์ชำรุด	M	60
	16	เครื่องดับ	M	60
	23	มิเตอร์น้ำไม่หมุน	W	60
	25	อุณหภูมิโซน 2 ขึ้นไม่ถึง	E	60
เม.ย.59	5	อุณหภูมิโซน 2 ขึ้นไม่ถึง	E	30
	27	อุณหภูมิโซน 2 ขึ้นไม่ถึง	E	30
พ.ค.59	13	อุณหภูมิโซน 4 ขึ้นสูงเกิน	E	10
	27	ฮอปเปอร์มีสีรั่ว	M	40
	30	กล่องเก็บสายไฟพัง	G	20
มิ.ย.59	4	น้ำมันรั่วซึม	M	300
	4	ฮอปเปอร์มีสีรั่ว	M	60
	9	อุณหภูมิโซน 1 ขึ้นไม่ถึง	E	20
	24	ทำบันไดเทสี	G	30
ก.ค.59	26	กล่องเก็บอุปกรณ์พัง	G	60
ส.ค.59	13	อุณหภูมิโซน 2 ขึ้นไม่ถึง	E	120
ก.ย.59	12	ท่อน้ำชำรุด	G	60
	19	มิเตอร์น้ำไม่ขึ้น	W	30
ต.ค.59	5	น้ำมันรั่วซึม	M	480

หมายเหตุ : E หมายถึง ระบบไฟฟ้า M หมายถึง ระบบเครื่องกล
W หมายถึง ระบบน้ำหล่อเย็น V หมายถึง ระบบสุญญากาศ G หมายถึง อื่นๆ

ภาคผนวก ข
ข้อมูลการหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอัดรีดแบบสกรูใช้งานได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข.1 จำนวนการขัดข้องเครื่องอัดรีดแบบสกรูในแต่ละระบบก่อนการปรับปรุง (มี.ค.59-มิ.ย.59)

หมายเลขเครื่องจักร	ชื่อเครื่องจักร	จำนวนการขัดข้อง (ครั้ง) ของระบบ			
		ไฟฟ้า	เครื่องกล	น้ำหล่อเย็น	สุญญากาศ
1	E3	8	5	2	-
2	E13	4	4	3	-
3	E20	10	2	-	-
4	E26	5	2	2	-
5	E32	5	4	-	-
6	E34	4	7	3	1
7	E14	5	1	-	-
8	E15	4	2	1	-
9	E10	1	3	2	-
10	E27	2	2	-	-
11	E28	7	2	-	-
12	E30	7	2	2	-
13	E1	4	2	-	-
14	E7	5	6	-	-
15	E9	5	5	1	-
รวม		76	49	16	1

ตารางที่ ข.2 การหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบไฟฟ้า

เครื่องอัดรีด	ช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ระหว่างการขัดข้อง วันที่ของการขัดข้องในแต่ละครั้ง (วันที่/เดือน)
E3	46 2 4 8 6 9 8 24/3 9/5 11/5 15/5 23/5 29/5 7/6 15/6
E13	19 69 14 19/3 7/4 15/6 29/6
E20	5 3 18 1 1 32 11 3 4 20/3 25/3 28/3 15/4 16/4 17/4 19/5 30/5 2/6 6/6
E26	43 14 24 21 17/3 29/4 13/5 6/6 27/6
E32	14 1 14 46 1/3 15/3 16/3 30/4 15/6
E34	92 0 0 2/3 2/6 2/6 2/6

ตารางที่ ข.2 การหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบไฟฟ้า (ต่อ)

เครื่องอัดรีด	ช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ระหว่างการขัดข้อง วันที่ของการขัดข้องในแต่ละครั้ง (วันที่/เดือน)
E14	14 20 70 8 9/3 23/3 12/4 21/6 29/6
E15	55 19 23 3/3 27/4 16/5 8/6
E10	 13/6
E27	14 26/3 9/4
E28	4 35 4 14 37 36 3/3 7/3 11/4 15/4 29/4 6/5 11/6
E30	28 8 38 0 6 21 20/3 17/4 25/4 2/6 2/6 8/6 29/6

ตารางที่ ข.2 การหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบไฟฟ้า (ต่อ)

เครื่องอัดรีด	ช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ระหว่างการขัดข้อง วันที่ของการขัดข้องในแต่ละครั้ง (วันที่/เดือน)
E1	34 28 11 7/4 11/5 8/6 19/6
E7	39 14 3 14 18/4 27/5 10/6 13/6 27/6
E9	11 22 16 27 25/3 5/4 27/4 13/5 9/6

ตารางที่ ข.3 การหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบเครื่องกล

เครื่องอัดรีด	ช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ระหว่างการขัดข้อง (วัน) วันที่ของการขัดข้องในแต่ละครั้ง (วันที่/เดือน)
E3	2 28 11 44 9/3 11/3 8/14 19/4 2/6
E13	15 45 5 19/3 3/4 18/5 23/5
E20	85 2/3 26/5
E26	28 16/3 13/4
E32	26 0 0 11/5 6/6 6/6 6/6
E34	28 7 4 37 9 12 7/3 5/4 12/4 16/4 23/5 1/6 13/6

ตารางที่ ข.3 การหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบเครื่องกล (ต่อ)

เครื่องอัดรีด	ช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ระหว่างการขัดข้อง วันที่ของการขัดข้องในแต่ละครั้ง (วันที่/เดือน)
E14	4/5
E15	51 7/3 27/4
E10	59 15 10/3 11/6 26/6
E27	7 27/4 4/5
E28	40 1/3 9/4
E30	25 14/3 8/4

ตารางที่ ข.3 การหาช่วงระยะเวลาขที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบเครื่องกล (ต่อ)

เครื่องอัดรีด	ช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ระหว่างการขัดข้อง วันที่ของการขัดข้องในแต่ละครั้ง (วันที่/เดือน)
E1	41 2/3 12/4
E7	23 9 0 34 24 1/3 24/3 2/4 2/4 6/5 30/5
E9	0 72 8 0 16/3 16/3 27/5 4/6 4/6

ตารางที่ ข.4 การหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานได้ในระบบน้ำหล่อเย็น

เครื่องอัดรีด	ช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ระหว่างการขัดข้อง วันที่ของการขัดข้องในแต่ละครั้ง (วันที่/เดือน)
E3	4 7/6 11/6
E13	73 45 3/3 15/5 29/6
E26	45 11/4 26/5
E34	2 8 28/3 30/3 7/4
E15	 10/6
E10	98 14/3 20/6

ตารางที่ ข.4 การหาช่วงระยะเวลาที่เครื่องอีดรีดแบบสกรูใช้งานในระบบน้ำหล่อเย็น (ต่อ)

เครื่องอัดรีด	ช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ระหว่างการขัดข้อง วันที่ของการขัดข้องในแต่ละครั้ง (วันที่/เดือน)
E30	7 21/5 28/5
E9	 23/3

ตารางที่ ข.5 ผลสรุปความถี่และความน่าจะเป็นของช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ในแต่ละระบบ

ระบบไฟฟ้า			1	36	0.0172	1	37	0.0345
F	T	P	1	37	0.0172	1	40	0.0345
9	14	0.1552	1	38	0.0172	1	41	0.0345
4	4	0.0690	1	39	0.0172	1	44	0.0345
4	8	0.0690	1	43	0.0172	1	45	0.0345
3	1	0.0517	1	55	0.0172	1	51	0.0345
3	3	0.0517	1	69	0.0172	1	59	0.345
3	11	0.0517	1	70	0.0172	1	72	0.345
2	6	0.0345	1	92	0.0172	1	85	0.345
2	19	0.0345	ระบบเครื่องกล			ระบบน้ำหล่อเย็น		
2	21	0.0345	F	T	P	F	T	P
2	28	0.0345	3	28	0.1034	2	45	0.25
2	46	0.0345	2	7	0.0690	1	2	0.13
1	2	0.0172	2	9	0.0690	1	4	0.13
1	5	0.0172	2	15	0.0690	1	7	0.13
1	9	0.0172	1	2	0.0345	1	8	0.13
1	16	0.0172	1	4	0.0345	1	73	0.13
1	18	0.0172	1	5	0.0345	1	98	0.13
1	20	0.0172	1	8	0.0345			
1	22	0.0172	1	11	0.0345			
1	23	0.0172	1	12	0.0345			
1	24	0.0172	1	23	0.0345			
1	27	0.0172	1	24	0.0345			
1	32	0.0172	1	25	0.0345			
1	34	0.0172	1	26	0.0345			
1	35	0.0172	1	34	0.0345			

หมายเหตุ: F คือ ความถี่ (จำนวนครั้ง)

T คือ ช่วงระยะเวลาที่ใช้งานได้ (วัน)

P คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดการขัดข้อง

ภาคผนวก ค
มาตรฐานการปฏิบัติงานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ค.1 กิจกรรมที่เพิ่มเติม กิจกรรมที่ปรับปรุงและกิจกรรมใช้การปฏิบัติแบบเดิมในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

กิจกรรม	กิจกรรมที่เพิ่มเติม	กิจกรรมที่ปรับปรุงมาตรฐานปฏิบัติงาน	กิจกรรมที่ใช้มาตรฐานการปฏิบัติงานแบบเดิม
C: การทำความสะอาด (Cleaning)			
C1: ฉีดน้ำยาทำความสะอาดผิวสัมผัสของแมกเนติก		✓	
C2: ล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า	✓		
C3: ล้างโซลินอยล์วาล์ว	✓		
C4: ล้างตัวกรอง (Strainer) ในระบบน้ำหล่อเย็น	✓		
C5: ล้างท่อน้ำหล่อเย็นโดยใช้สารเคมีเฉพาะ			✓
C6: เปลี่ยนน้ำกลั่นในระบบหล่อเย็น	✓		
C7: เดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ		✓	
I: การตรวจสภาพ (Inspection)			
I1: สายไฟของฮีตเตอร์ เทอร์มอคัปเปิลและสายวัดความเร็วรอบมอเตอร์			✓
I2: ระดับน้ำมันในห้องเกียร์			✓
I3: ตรวจสภาพและความตึงของสายพาน		✓	
I4: สายน้ำมัน ข้อต่อต่างๆ ของท่อน้ำมัน			✓

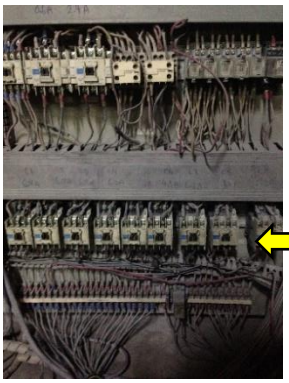
ตารางที่ ค.1 กิจกรรมที่เพิ่มเติม กิจกรรมที่ปรับปรุงและกิจกรรมใช้การปฏิบัติแบบเดิมในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ต่อ)

กิจกรรม	กิจกรรมที่เพิ่มเติม	กิจกรรมที่ปรับปรุงมาตรฐานปฏิบัติงาน	กิจกรรมที่ใช้มาตรฐานการปฏิบัติงานแบบเดิม
I5: ชุดยอย	✓		
I6: พู่เลย์		✓	
I7: การรั่วซึมของน้ำหล่อเย็น			✓
I8: การรั่วซึมของปั๊มน้ำในระบบสุญญากาศ	✓		
L. การหล่อลื่น (Lubrication)			
L1. เติมจารบีมอเตอร์			✓
A: การปรับแต่ง (Adjustment)			
A1: กวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า		✓	
A2: กวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์			✓
A3: กวดขันนอตที่ยึดกระหว่างฮีตเตอร์กับกระบอกสกรู			✓
A4: กวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว			✓
A5: กวดขันข้อต่อของท่อน้ำ			✓
A6: กวดขันกรณีที่ปั๊มน้ำรั่ว	✓		

ตารางที่ ค.1 กิจกรรมที่เพิ่มเติม กิจกรรมที่ปรับปรุงและกิจกรรมใช้การปฏิบัติแบบเดิมในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน(ต่อ)

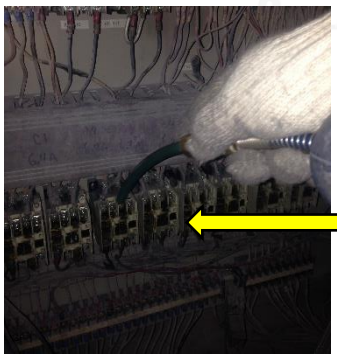
กิจกรรม	กิจกรรมที่เพิ่มเติม	กิจกรรมที่ปรับปรุงมาตรฐานปฏิบัติงาน	กิจกรรมที่ใช้มาตรฐานการปฏิบัติงานแบบเดิม
F: การทดสอบการทำงาน (Function Check)			
F1: การทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์ว		✓	
F2: การทำงานของปั๊มน้ำมันและปั๊มน้ำ	✓		
F3: การทำงานของห้องเกียร์และมอเตอร์		✓	
F4: การทำงานของระบบสุญญากาศ	✓		
Ca: การเทียบมาตรฐาน (Calibration)			
Ca1: เทียบมาตรฐานตัวควบคุมอุณหภูมิ			✓
Re: การเปลี่ยนตามรอบอายุ (Replacement)			
Re1: ตัวกรองน้ำมันเกียร์และน้ำมันเกียร์			✓

C1: ฉีดน้ำยาทำความสะอาดผิวสัมผัสของแมกเนติก



1.
แกะฝาครอบแมกเนติกออก

2.
จากนั้นฉีดน้ำยาล้างหน้าคอนแทค โดยฉีดช่องบริเวณด้านบนและด้านล่างทุกช่อง



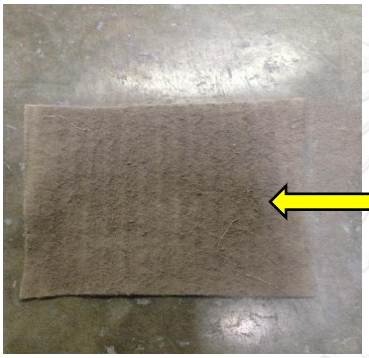
3.
ใช้ลมเป่าเบาๆ และปล่อยให้แห้งประมาณ 2-3 นาที จากนั้นประกอบฝาครอบเข้าที่เดิม

หมายเหตุ: เดิมมีการปฏิบัติด้วยการฉีดน้ำยาล้างหน้าคอนแทคเข้าไปในแมกเนติก โดยไม่มีการเปิดฝาครอบ

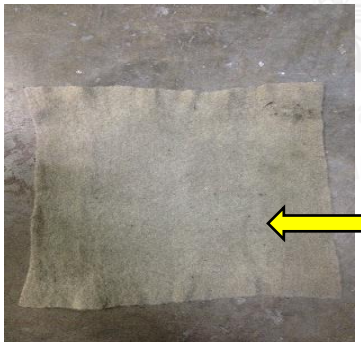
รูปที่ ค.1 วิธีการปฏิบัติงานการฉีดน้ำยาทำความสะอาดผิวสัมผัสของแมกเนติก

C2: ล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า

1.
แกะแผ่นกรองฝุ่นที่อยู่ข้างตู้ควบคุมไฟฟ้า



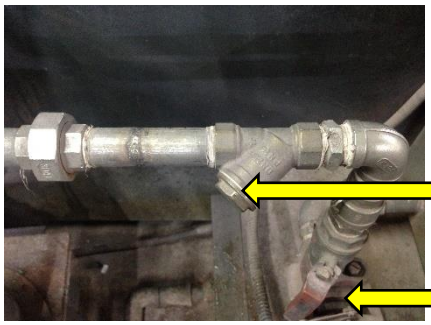
2.
ล้างแผ่นกรองฝุ่นให้สะอาดด้วยน้ำเปล่า



3.
ตากให้แห้ง จากนั้นใส่เข้าที่เดิม

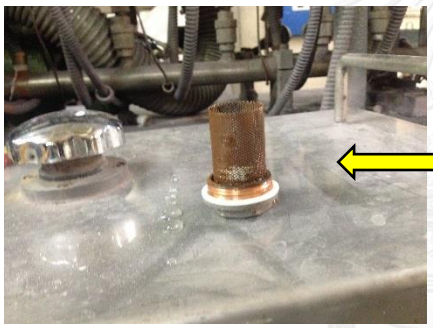
รูปที่ ค.2 วิธีการปฏิบัติงานการล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า

C4: ล้างตัวกรองในระบบน้ำหล่อเย็น

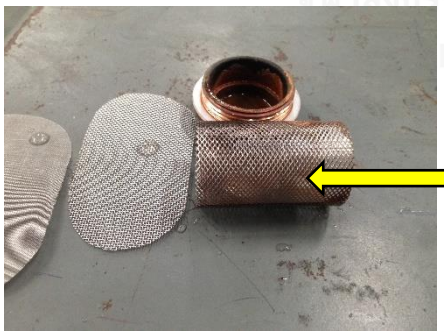


2.
ใช้ประแจเปิดฝาของตัวกรอง

1.
ปิดวาล์วน้ำ โดยหมุนให้ตั้งฉากกับท้อ



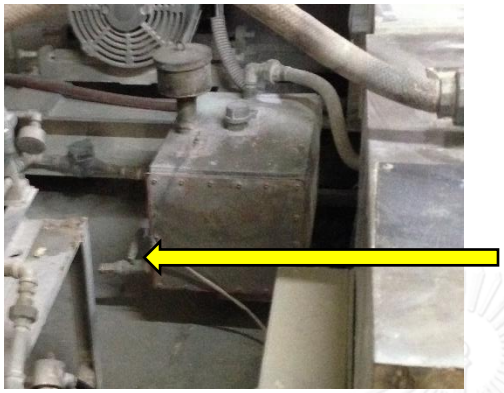
3.
ล้างด้วยน้ำสะอาด



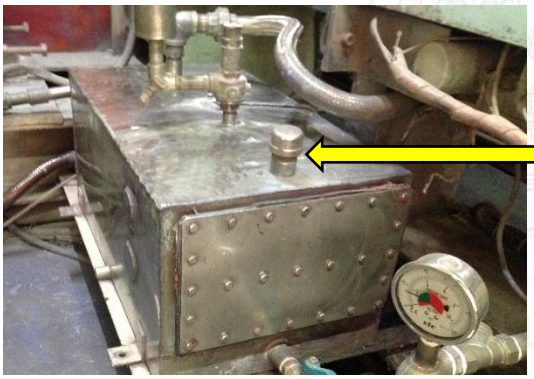
4.
เมื่อสะอาดให้ประกอบเข้าที่เดิมให้แน่น

รูปที่ ค.3 วิธีการปฏิบัติงานการล้างตัวกรองในระบบน้ำหล่อเย็น

C6: เปลี่ยนน้ำกลั่นในระบบหล่อเย็น



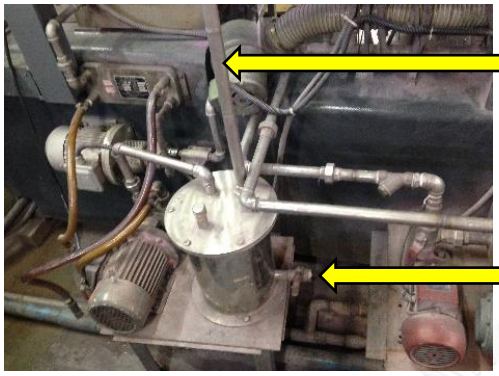
1.
เปิดวาล์วเดรนน้ำออกให้หมด



2.
เติมน้ำกลั่นจนถึงระดับที่กำหนด

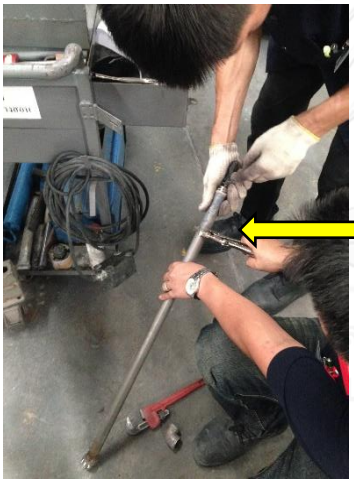
รูปที่ ค.4 วิธีการปฏิบัติงานการเปลี่ยนน้ำกลั่นในระบบหล่อเย็น

C7: เดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ



2.
ถอดท่อของระบบสุญญากาศออก

1.
เดรนน้ำที่ค้างในถังของระบบสุญญากาศออกให้หมด



3.
ทำความสะอาดเศษพลาสติกที่ติดอยู่ภายในท่อโดยเคาะท่อและใช้แท่งเหล็กแหย่จนพลาสติกออก (กรณีเมื่อทดสอบการทำงานของระบบสุญญากาศแล้วลมที่ดูดนั้นเบาหรือไม่มีลมดูด) จากนั้นประกอบเข้าที่เดิม

หมายเหตุ: การปฏิบัติแบบเดิมนั้นจะไม่มีการทำความสะอาดท่อดูดอากาศ

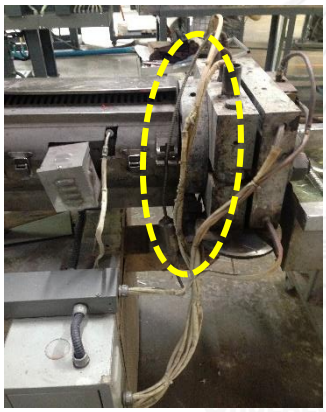
รูปที่ ค.5 วิธีการปฏิบัติงานการเดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ

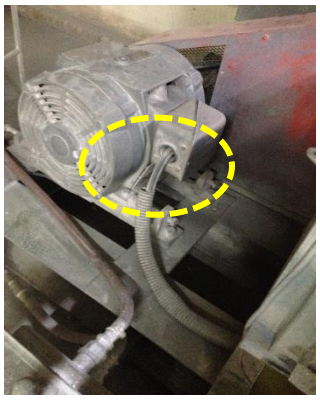
I1: ตรวจสายไฟของฮีตเตอร์ เทอร์มอคัปเปิลและสายวัดความเร็วรอบมอเตอร์

1. ตรวจสอบสภาพสายไฟว่า ปลอกหุ้มมีการชำรุด ขาด หลุด หรือมีสภาพที่เก่าเกินไปหรือไม่
2. ถ้ามีสภาพดังข้อ 1 ให้เปลี่ยนทันที

สภาพที่ควรเปลี่ยนและแก้ไข

สภาพที่ปกติ





รูปที่ ค.6 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจสายไฟของฮีตเตอร์ เทอร์มอคัปเปิล และสายวัดความเร็วรอบมอเตอร์

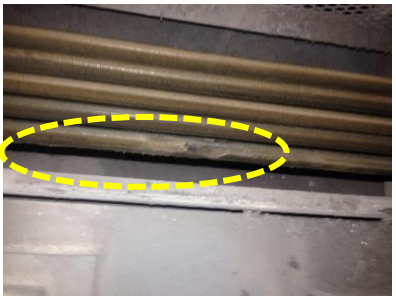
I2: ตรวจระดับน้ำมันในห้องเกียร์

น้ำมันควรอยู่ในระดับที่กำหนด

I3: ตรวจสภาพและความตึงของสายพาน

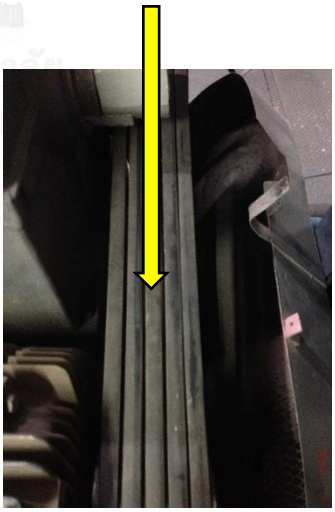
สภาพ

ผิวไม่แตกและไม่ลอก ถ้ามีลักษณะแบบนี้ให้ทำการเปลี่ยนสายพายทั้ง 5 เส้น



ความตึง

ใช้นิ้วมือกดบนสายพานทีละเส้นบริเวณกึ่งกลางด้วยแรงที่ใกล้เคียงกัน ให้เปรียบเทียบความตึงทั้ง 5 เส้น ถ้าความตึงห่างกันมากเกินไปให้ทำการเปลี่ยนสายพายทั้ง 5 เส้น



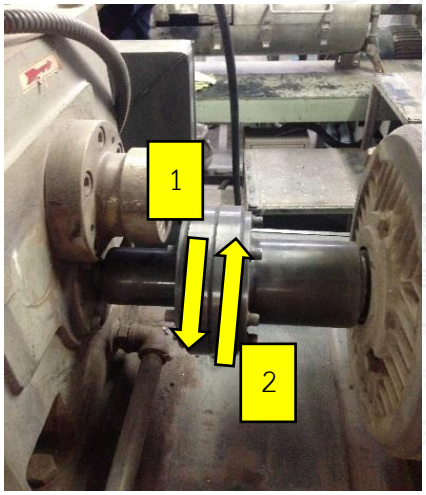
รูปที่ ค.7 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจระดับน้ำมันในห้องเกียร์และการตรวจสภาพความตึงของสายพาน

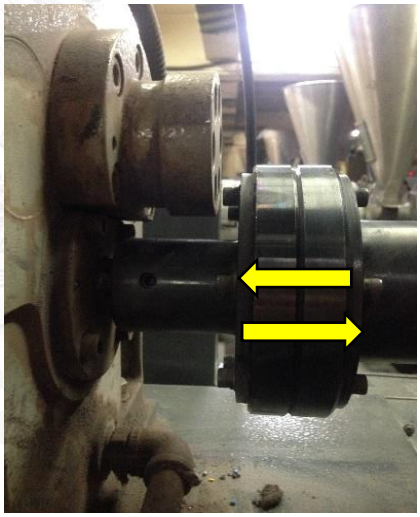
I4: ตรวจสายน้ำมัน ข้อต่อต่างๆ ของท่อน้ำมัน

1. ตรวจสภาพสายน้ำมันว่ามีสภาพเก่าหรือมีเศษคราบน้ำมันจนมองไม่เห็นน้ำมันไหลหรือไม่ ถ้าเป็นให้เปลี่ยนสายพร้อมรอบการเปลี่ยนน้ำมันครั้งถัดไป

2. ตรวจสภาพ รอยรั่ว ของข้อต่อ จุดต่อของระบบหล่อลื่น ถ้าเกิดการรั่วซึมให้ขันให้แน่น

I5: ตรวจสอบชุดยอย





1.

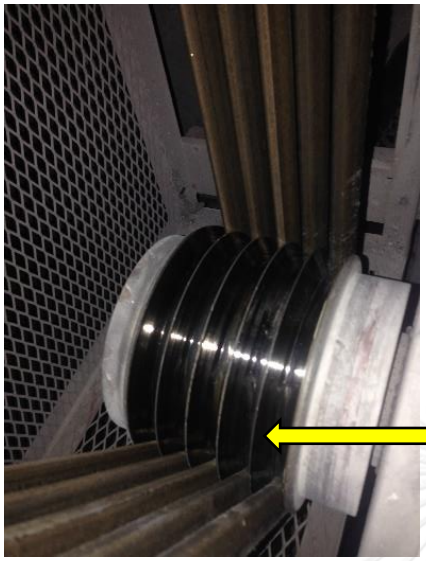
ใช้มือจับจุดที่ 1 และ2 ดังภาพ จากนั้นให้หมุนตรงข้ามกัน ให้ตรวจสอบว่าแน่นหรือไม่ ถ้าไม่แน่นแสดงว่าเส้นซุปเปอร์ลีน (พอลิเมอร์ชนิดหนึ่ง) ภายในมีการสึกหรอ ควรทำการวางแผนเพื่อเปลี่ยน

2.

ตรวจสอบโดยเคลื่อนที่ไปมาในแนวนอน ถ้าพบว่ามีการเคลื่อนที่ แสดงว่าชุดยอยมีการหลวม ควรกวดขันนอตบริเวณรอบๆ ให้แน่น

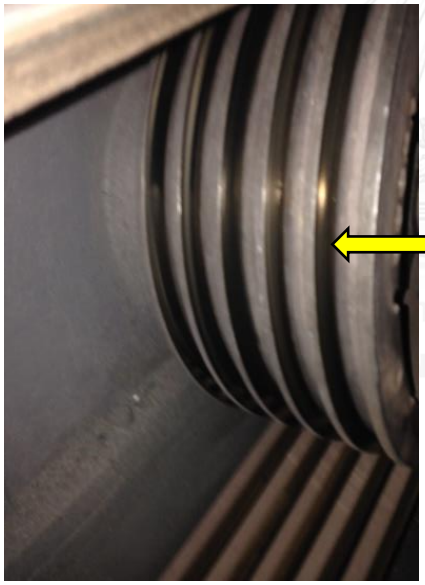
รูปที่ ค.8 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจสายน้ำมัน ข้อต่อต่างๆ ของท่อน้ำมัน และการตรวจสอบชุดยอย

I6: ตรวจสอบพู่เลย์



ขอบของพู่เลย์ควรมีสภาพที่ไม่บางจนเกินไป โดยให้สังเกตร่องของพู่เลย์และความหนาของสายพานว่าห่างกันมากหรือไม่ กรณีเจอสภาพผิดปกติให้ทำการแจ้งเรื่องการเปลี่ยนชิ้นส่วน

สภาพผิดปกติ

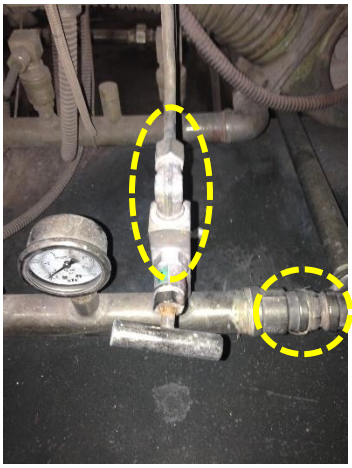


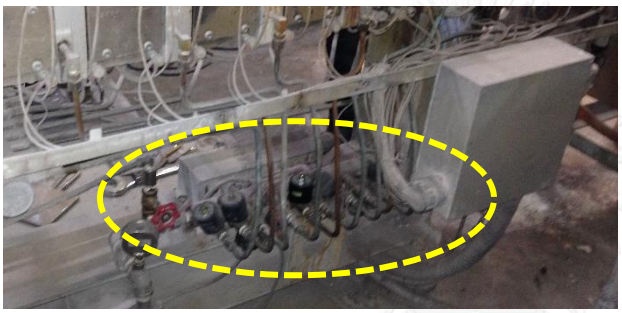
สภาพปกติ

หมายเหตุ: การปฏิบัติแบบเดิมนั้นจะไม่มีการตรวจสอบความหนาของพู่เลย์

รูปที่ ค.9 วิธีการปฏิบัติงานการตรวจสอบพู่เลย์

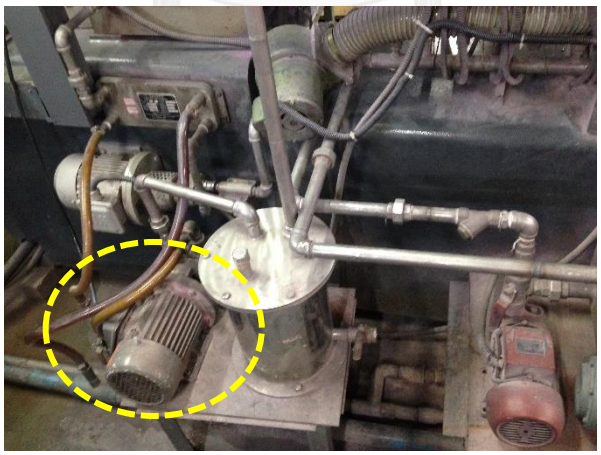
I7: การรั่วซึมของน้ำหล่อเย็น





ตรวจดูการรั่วซึมบริเวณจุดต่อต่างๆ ของระบบหล่อเย็นในขณะเปิดทดสอบการทำงาน เมื่อเจอความผิดปกติควรทำการกวดขันหรือแก้ไขทันที

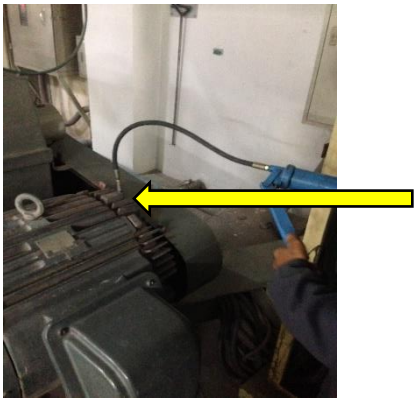
I8: การรั่วซึมของปั๊มน้ำในระบบสุญญากาศ



ตรวจดูการรั่วซึมของปั๊มน้ำของระบบสุญญากาศ กรณีเกิดการรั่วซึมควรทำแก้ไขทันที

รูปที่ ค.10 วิธีการปฏิบัติงานการการรั่วซึมของน้ำหล่อเย็นและการรั่วซึมของปั๊มน้ำในระบบสุญญากาศ

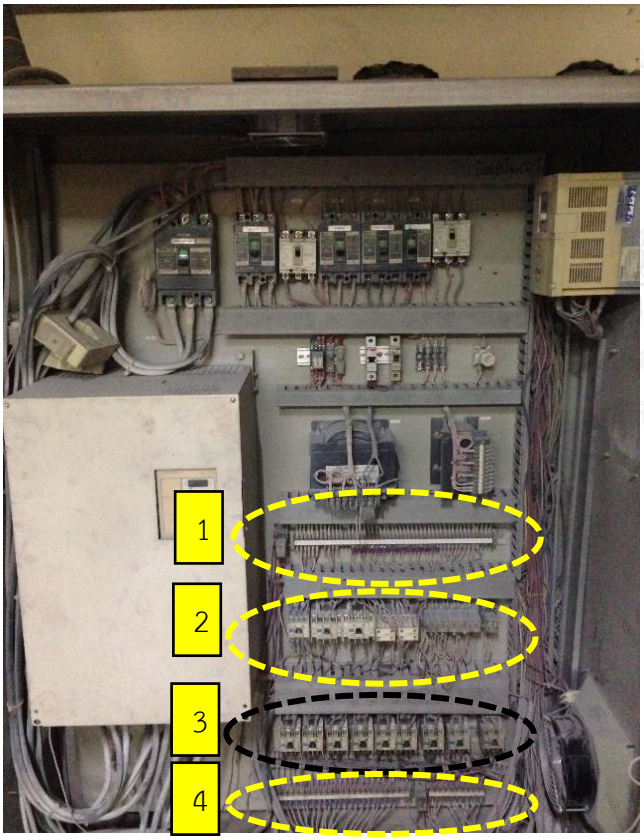
L1. เติมจารบีมอเตอร์

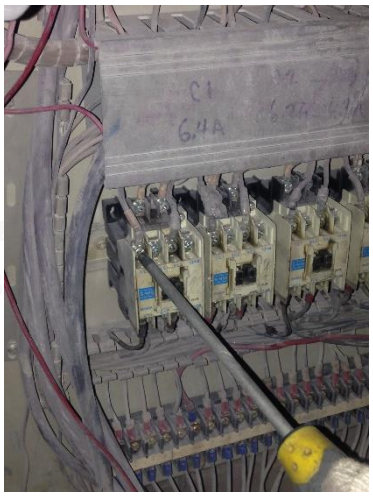


นำกระบอกอัดจารบี อัด ณ จุดจารบีของมอเตอร์ โดยอัดจนกว่าจารบีจะปลิ้นออกมาเล็กน้อย

A1: กวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า

กวดขันจุดเชื่อมไฟฟ้าทั้ง 4 ตำแหน่ง ซึ่งจะต้องกวนขัดนอตทุกตัวในแต่ละตำแหน่งให้แน่น

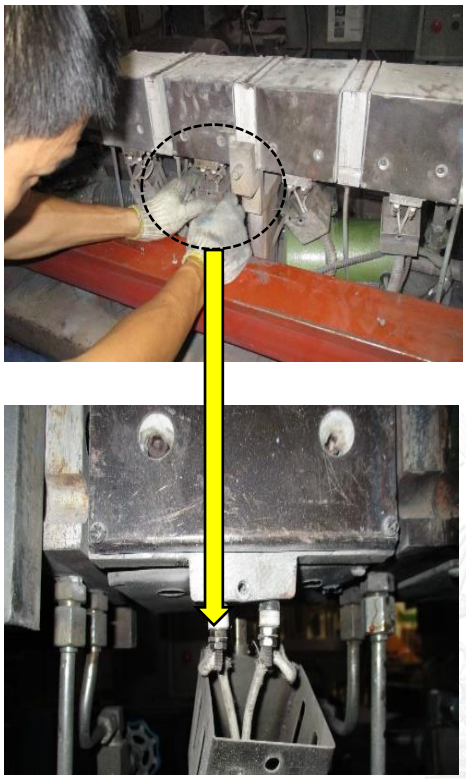




หมายเหตุ: การปฏิบัติแบบเดิมนั้นกวดขันจุดเชื่อมไฟฟ้าเฉพาะตำแหน่งที่ 3

รูปที่ ค.11 วิธีการปฏิบัติงานการเติมจารบีมอเตอร์และกวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า

A2: กวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์



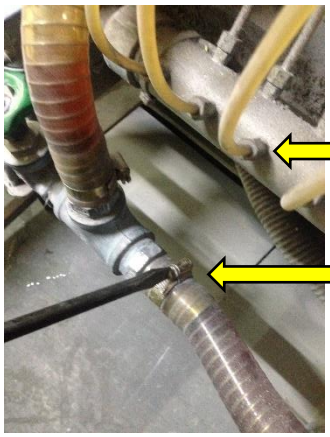
กวดขันนอตสองตัวที่ประกบจุดต่อไฟดังรูป โดยใช้ไขควงสองอันและหมุนตรงข้ามกัน เพื่อให้จุดต่อสายไฟแน่นขึ้น โดยหมุนให้ครบทุกอันและทุกโซน

A3: กวดขันนอตที่ยึดกระหว่างฮีตเตอร์กับกระบอกสกรู

กวนขันที่นอตดังภาพให้แน่นพอดี โดยให้ทำทุกจุดของฮีตเตอร์

รูปที่ ค.12 วิธีการปฏิบัติงานการกวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์และกวดขันนอตที่ยึดกระหว่างฮีตเตอร์กับกระบอกสกรู

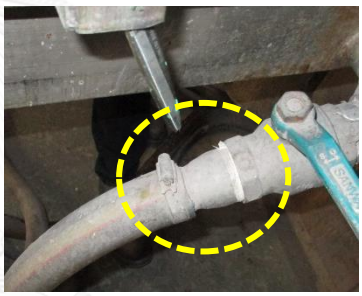
A4: กวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว



กวดขันจุดต่อน้ำมันหล่อลื่นในแต่ละสายให้แน่น

กวดขันเข็มขัดที่รัดท่อน้ำมันทุกเส้นให้แน่น

A5: กวดขันข้อต่อของท่อน้ำ



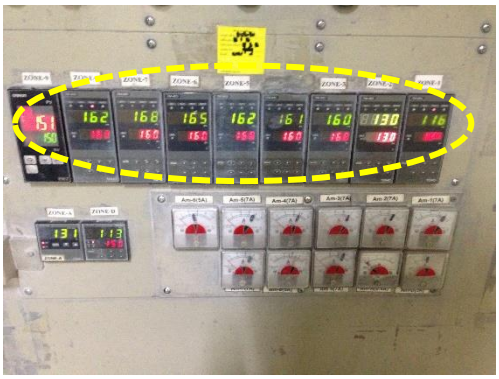
กวนขันที่จุดต่อของท่อน้ำต่างๆ ให้แน่น

A6: กวดขันกรณีที่ปั๊มน้ำรั่ว

กวนขันกรณีที่ปั๊มน้ำเกิดการรั่วซึมหรือ
กรณีแก้ไขไม่ได้ให้แจ้งเรื่องซ่อม

รูปที่ ค.13 วิธีการปฏิบัติงานการกวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว กวดขันข้อต่อของท่อน้ำ และกวดขันกรณีที่ปั๊มน้ำรั่ว

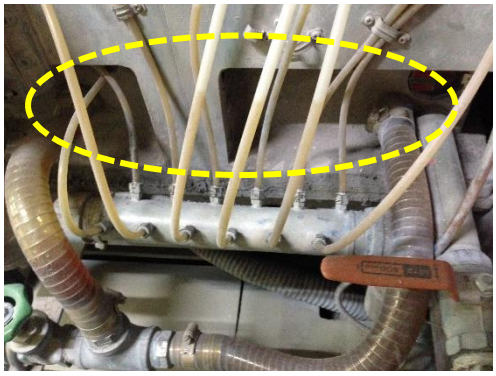
F1: การทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์ว

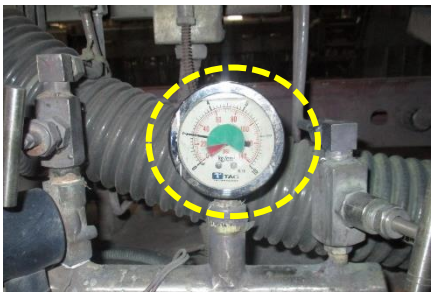


1. เอาเบรกเกอร์ขึ้น เปิดเครื่อง
2. ให้สังเกตการขึ้นของอุณหภูมิ โดยให้สังเกตการขึ้นของอุณหภูมิในแต่ละโซนว่ามีโซนไหนช้าผิดปกติหรืออุณหภูมิไม่ขึ้นในขณะที่ฮีตเตอร์จ่ายไฟ ถ้าอุณหภูมิไม่ขึ้นให้ดูว่าฮีตเตอร์ทำงานตรงตามที่ควรจะทำหรือไม่ โดยการสังเกตเข็มแอมป์มิเตอร์ว่าทำงานตรงกับค่าที่ตั้งไว้หรือไม่ ถ้ายังผิดปกติให้ตรวจสอบเบื้องโดย
    - 2.1 ตรวจสอบโซลินอยด์วาล์ววาว่ามีสิ่งเศษสกปรกค้างหรือไม่
    - 2.2 ตรวจสอบแมกเนติกว่าเสียหรือไม่ และตรวจสอบว่ากระแสออกเท่ากับกระแสเข้าหรือไม่โดยใช้คีบแอมป์
    - 2.3 ตรวจสอบสายไฟ จุดต่อสายไฟ เทอร์มอคัปเปิลว่าขาดหรือไม่
    - 2.4 ทำการสอบเทียบการควบคุมอุณหภูมิว่าอ่านค่าผิดปกติหรือไม่
3 .กรณีที่อุณหภูมิขึ้นตลอดให้ตรวจสอบเบื้องโดย
    - 3.1 ตรวจสอบผิวสัมผัสแมกเนติกว่าละลายติดกันหรือไม่
    - 3.2 ตรวจสอบโซลินอยด์วาล์ววาว่าทำงานหรือไม่
    - 3.3 ทำการสอบเทียบการควบคุมอุณหภูมิว่าอ่านค่าผิดปกติหรือไม่

รูปที่ ค.14 วิธีการปฏิบัติงานการทดสอบการทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์ว

F2: การทำงานของปั๊มน้ำมันและปั๊มน้ำ





1. การตรวจสอบการทำงานของ Oil Pump : เมื่อเปิดเครื่องแล้วและทดลองหมุนสวิตส์สกรูเล็กน้อย ให้สังเกตที่สายของน้ำมันถ้าเห็นน้ำมันไหล ถ้าไหลแสดงว่ามอเตอร์ยังทำงาน
2. การตรวจสอบการทำงานของ Water Pump : เมื่อเปิดเครื่องรวมทั้งระบบไฟฟ้าและระบบน้ำแล้ว ให้สังเกตที่ตัววัดแรงดัน ว่าเข็มกระดิกขึ้นเกินช่วงสีแดงหรือไม่ ถ้าอยู่ในช่วงสีแดงแสดงว่าปั๊มทำงานผิดปกติ

F3: การทำงานของห้องเกียร์และมอเตอร์

ฟังเสียงห้องเกียร์และมอเตอร์ว่ามีเสียงอะไรผิดปกติภายในหรือไม่ (ถ้ากรณีเพลาลูกปืน หรือเฟืองสึกหรอจะเกิดเสียงผิดปกติ) ให้ทำการแจ้งการซ่อมทันที

F4: การทำงานของระบบสุญญากาศ

1. เปิดระบบ Vacuum ให้ทดสอบว่าแรงดูดมีความแรงเพียงพอหรือไม่ ส่วนมากถ้าเศษพลาสติกติดภายในท่อ แรงจะดูดเบา ให้แก้ไขโดยแคะเศษพลาสติกในท่อออก
2. ถ้ายังเบาอยู่ให้ตรวจสอบปั๊มสุญญากาศว่ามีการรั่วไหลของน้ำหรือไม่หรือมีการปิดวาล์วของปั๊มน้ำหรือไม่

รูปที่ ค.15 วิธีการปฏิบัติงานการทดสอบการทำงานของปั๊มน้ำมันและปั๊มน้ำ การทำงานของห้องเกียร์ มอเตอร์และการทำงานของระบบสุญญากาศ

ภาคผนวก ง
ค่า MTBF ของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ง.1 เวลาทำงานของเครื่องอัดรีดแบบสกรู

เดือนที่	เวลาทำงาน (วัน)	เวลาทำงาน (ชม)	เวลาทำงาน (นาที)
มี.ค.59	27	648	38,880
เม.ย.59	22	528	31,680
พ.ค.59	24	576	34,560
มิ.ย.59	26	624	37,440
ก.ค.59	25	600	36,000
ส.ค.59	25	600	36,000
ก.ย.59	26	624	37,440
ต.ค.59	26	624	37,440

หมายเหตุ: ทุกเครื่องมีเวลาทำงานเท่ากันและทำที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ ง.2 ค่า MTBF ของเครื่อง E3

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	170	3	215.06
เม.ย.59	60	2	234.43
พ.ค.59	430	5	174.10
มิ.ย.59	690	6	147.09
ก.ค.59	180	3	155.29
ส.ค.59	240	3	161.20
ก.ย.59	120	2	173.69
ต.ค.59	30	1	191.68

ตัวอย่างการคำนวณ:

ค่า MTBF ณ เดือน เม.ย.59 $= \frac{\text{(ผลรวมของเวลาทำงาน - ผลรวมของเวลารวม BM)}}{\text{ผลรวมของจำนวนขัดข้อง} \times 60}$

$= \frac{[(38{,}880+31{,}680) - (170+60)]}{(3+2) \times 60}$

= 234.43 ชั่วโมง

ตารางที่ ง.3 ค่า MTBF ของเครื่อง E13

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	240	3	214.67
เม.ย.59	210	2	233.70
พ.ค.59	480	3	217.06
มิ.ย.59	170	4	196.47
ก.ค.59	180	2	211.05
ส.ค.59	55	2	222.11
ก.ย.59	240	2	231.88
ต.ค.59	20	1	252.50

ตารางที่ ง.4 MTBF ของเครื่อง E20

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	390	4	160.38
เม.ย.59	90	3	166.86
พ.ค.59	1,710	4	155.95
มิ.ย.59	90	2	179.85
ก.ค.59	50	2	195.81
ส.ค.59	85	2	207.99
ก.ย.59	165	3	207.85
ต.ค.59	300	3	207.65

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ง.5 ค่า MTBF ของเครื่อง E26

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	300	3	214.33
เม.ย.59	160	3	194.72
พ.ค.59	150	3	193.54
มิ.ย.59	120	2	214.89
ก.ค.59	60	1	246.90
ส.ค.59	0	0	296.90
ก.ย.59	-	-	348.90
ต.ค.59	60	1	369.99

ตารางที่ ง.6 ค่า MTBF ของเครื่อง E32

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	280	3	214.44
เม.ย.59	50	2	234.10
พ.ค.59	60	1	290.92
มิ.ย.59	470	4	236.17
ก.ค.59	60	2	246.72
ส.ค.59	50	2	254.27
ก.ย.59	220	2	261.26
ต.ค.59	280	3	300.26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ง.7 ค่า MTBF ของเครื่อง E34

	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	180	5	129.00
เม.ย.59	1,150	5	115.38
พ.ค.59	100	2	144.01
มิ.ย.59	300	5	138.07
ก.ค.59	120	2	155.01
ส.ค.59	70	2	168.76
ก.ย.59	180	2	181.09
ต.ค.59	-	-	208.22

ตารางที่ ง.8 ค่า MTBF ของเครื่อง E14

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	160	2	322.67
เม.ย.59	180	2	292.58
พ.ค.59	120	1	348.87
มิ.ย.59	90	2	338.12
ก.ค.59	70	2	329.52
ส.ค.59	100	1	356.40
ก.ย.59	90	1	380.59
ต.ค.59	90	2	369.92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ง.9 ค่า MTBF ของเครื่อง E15

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	120	2	323.00
เม.ย.59	120	4	195.33
พ.ค.59	40	1	249.62
มิ.ย.59	180	3	236.83
ก.ค.59	70	3	228.24
ส.ค.59	0	0	274.40
ก.ย.59	60	2	279.34
ต.ค.59	420	1	300.45

ตารางที่ ง.10 ค่า MTBF ของเครื่อง E10

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	90	2	323.25
เม.ย.59	120	2	293.13
พ.ค.59	84	2	291.18
มิ.ย.59	510	5	214.78
ก.ค.59	75	2	227.80
ส.ค.59	225	3	222.35
ก.ย.59	150	2	232.17
ต.ค.59	135	2	240.04

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ง.11 ค่า MTBF ของเครื่อง E27

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	80	2	323.33
เม.ย.59	70	2	293.38
พ.ค.59	110	2	291.28
มิ.ย.59	60	1	338.67
ก.ค.59	60	1	371.21
ส.ค.59	180	3	324.24
ก.ย.59	60	1	349.14
ต.ค.59	40	1	370.23

ตารางที่ ง.12 ค่า MTBF ของเครื่อง E28

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	600	3	212.67
เม.ย.59	180	4	166.14
พ.ค.59	160	2	192.93
มิ.ย.59	60	1	235.93
ก.ค.59	150	2	246.40
ส.ค.59	90	1	273.49
ก.ย.59	180	2	278.42
ต.ค.59	130	3	266.56

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ง.13 ค่า MTBF ของเครื่อง E30

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	150	3	215.17
เม.ย.59	410	3	194.44
พ.ค.59	260	3	193.15
มิ.ย.59	250	5	168.44
ก.ค.59	180	3	173.83
ส.ค.59	45	2	187.07
ก.ย.59	270	3	189.72
ต.ค.59	30	1	208.58

ตารางที่ ง.14 ค่า MTBF ของเครื่อง E1

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	150	2	322.75
เม.ย.59	245	3	233.88
พ.ค.59	90	2	174.39
มิ.ย.59	70	2	262.97
ก.ค.59	50	2	269.63
ส.ค.59	420	1	296.58
ก.ย.59	120	1	321.61
ต.ค.59	120	2	320.19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ง.15 ค่า MTBF ของเครื่อง E7

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	540	2	319.50
เม.ย.59	100	3	233.07
พ.ค.59	450	3	216.73
มิ.ย.59	110	3	214.18
ก.ค.59	410	2	226.86
ส.ค.59	-	-	226.86
ก.ย.59	-	-	226.86
ต.ค.59	-	-	226.86

หมายเหตุ: ส.ค.59 ถึง ต.ค.59 หยุดการใช้งานเครื่อง E7

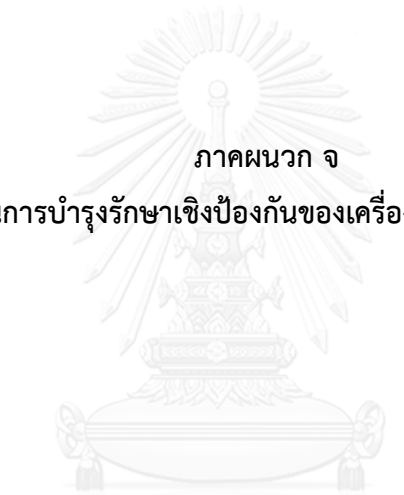
ตารางที่ ง.16 ค่า MTBF ของเครื่อง E9

เดือนที่	เวลารวม BM (นาที)	จำนวนขัดข้อง (ครั้ง)	MTBF (ชั่วโมง)
มี.ค.59	240	4	161.00
เม.ย.59	60	2	195.17
พ.ค.59	70	3	145.49
มิ.ย.59	410	4	181.77
ก.ค.59	60	1	211.57
ส.ค.59	120	1	237.33
ก.ย.59	90	2	246.03
ต.ค.59	480	1	266.58

ตารางที่ ง.17 ค่า MTBF รวมทุกเครื่องจักร

เครื่องอัดรีดแบบสกรู	MTBF (ชั่วโมง)	
	ก่อนการปรับปรุง (มิ.ย.59)	หลังการปรับปรุง (ต.ค.59)
E3	147.09	191.68
E13	196.47	252.50
E20	179.85	207.65
E26	214.89	369.99
E32	236.17	300.26
E34	138.07	208.22
E14	338.12	369.92
E15	236.83	300.45
E10	214.78	240.04
E27	338.67	370.23
E28	235.93	266.56
E30	168.44	208.58
E1	262.97	320.19
E7	214.18	226.86
E9	181.77	266.58
เฉลี่ยกลุ่มที่ 1	171.19	233.97
เฉลี่ยกลุ่มที่ 2	238.14	287.62
เฉลี่ยทั้งหมด	220.28	273.31

ภาคผนวก จ
แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรู



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ จ.1 – จ.4 แสดงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูรายเดือนในแต่ละประเภท

ตารางที่ จ.5 แสดงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูรายสองสัปดาห์

ตารางที่ จ.1 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ขนาดเล็ก

กิจกรรมของการปฏิบัติงาน	ปกติ	ผิดปกติ	การแก้ไขเบื้องต้นกรณีผิดปกติ
1. การทำความสะอาด (C)			
C1: ฉีดน้ำยาทำความสะอาดผิวสัมผัสของแมกเนติก			
C2: ล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า			
C4: ล้างตัวกรอง (Strainer) ในระบบน้ำหล่อเย็น			
C6: เปลี่ยนน้ำกลั่นในระบบหล่อเย็น			
C7: เดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ			
2. การตรวจสภาพ (I)			
I1: สายไฟของฮีตเตอร์ เทอร์มอคัปเปิลและสายวัดความเร็วรอบมอเตอร์			
I2: ระดับน้ำมันในห้องเกียร์			
I4: สายน้ำมัน ข้อต่อต่างๆ ของท่อน้ำมัน			
I5: ชุดยอย			
I7: การรั่วซึมของน้ำหล่อเย็น			
I8: การรั่วซึมของปั๊มน้ำในระบบสุญญากาศ			
4. การปรับแต่ง (A)			
A1: กวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า			
A2: กวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์			
A3: กวดขันนอตที่ยึดกระหว่างฮีตเตอร์กับกระบอกสกรู			
A4: กวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว			
A5: กวดขันข้อต่อของท่อน้ำ			
A6: กวดขันกรณีที่ปั๊มน้ำรั่ว			
5. การทดสอบการทำงาน (F)			
F1: การทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์ว			
F2: การทำงานของปั๊มน้ำมันและปั๊มน้ำ			
F3: การทำงานของห้องเกียร์และมอเตอร์			
F4: การทำงานของระบบสุญญากาศ			

ตารางที่ จ.2 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ขนาดกลาง

กิจกรรมของการปฏิบัติงาน	ปกติ	ผิดปกติ	การแก้ไขเบื้องต้นกรณีผิดปกติ
1. การทำความสะอาด (C)			
C1: ฉีดน้ำยาทำความสะอาดผิวสัมผัสของแมกเนติก			
C2: ล้างแผ่นกรองฝุ่นนตู้ควบคุมไฟฟ้า			
C4: ล้างตัวกรอง (Strainer) ในระบบน้ำหล่อเย็น			
C6: เปลี่ยนน้ำกลั่นในระบบหล่อเย็น			
C7: เดรนน้ำทิ้งและถอดล้างเศษพลาสติกในท่อ			
2. การตรวจสภาพ (I)			
I1: สายไฟของฮีตเตอร์ เทอร์มอคัปเปิลและสายวัดความเร็วรอบมอเตอร์			
I2: ระดับน้ำมันในห้องเกียร์			
I3: ตรวจสภาพและความตึงของสายพาน			
I4: สายน้ำมัน ข้อต่อต่างๆ ของท่อน้ำมัน			
I6: พู่เลย์			
I7: การรั่วซึมของน้ำหล่อเย็น			
I8: การรั่วซึมของปั๊มน้ำในระบบสุญญากาศ			
3. การหล่อลื่น (L)			
L1. เติมจารบีมอเตอร์			
4. การปรับแต่ง (A)			
A1: กวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า			
A2: กวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์			
A3: กวดขันนอตที่ยึดกระหว่างฮีตเตอร์กับกระบอกสกรู			
A4: กวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว			
A5: กวดขันข้อต่อของท่อน้ำ			
A6: กวดขันกรณีที่ปั๊มน้ำรั่ว			
5. การทดสอบการทำงาน (F)			
F1: การทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์ว			
F2: การทำงานของปั๊มน้ำมันและปั๊มน้ำ			
F3: การทำงานของห้องเกียร์และมอเตอร์			
F4: การทำงานของระบบสุญญากาศ			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ จ.3 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยวขนาดเล็ก

กิจกรรมของการปฏิบัติงาน	ปกติ	ผิดปกติ	การแก้ไขเบื้องต้นกรณีผิดปกติ
1. การทำความสะอาด (C)			
C1: ฉีดน้ำยาทำความสะอาดผิวสัมผัสของแมกเนติก			
C2: ล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า			
2. การตรวจสภาพ (I)			
I1: สายไฟของฮีตเตอร์ เทอร์มอคัปเปิลและสายวัดความเร็วรอบมอเตอร์			
I2: ระดับน้ำมันในห้องเกียร์			
I3: ตรวจสภาพและความตึงของสายพาน			
I4: สายน้ำมัน ข้อต่อต่างๆ ของท่อน้ำมัน			
I6: พู่เลย์			
3. การหล่อลื่น (L)			
L1. เติมจารบีมอเตอร์			
4. การปรับแต่ง (A)			
A1: กวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า			
A2: กวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์			
A3: กวดขันนอตที่ยึดกระหว่างฮีตเตอร์กับกระบอกสกรู			
A4: กวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว			
A5: กวดขันข้อต่อของท่อน้ำ			
5. การทดสอบการทำงาน (F)			
F1: การทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์ว			
F2: การทำงานของปั๊มน้ำมันและปั๊มน้ำ			
F3: การทำงานของห้องเกียร์และมอเตอร์			
F4: การทำงานของระบบสุญญากาศ			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ จ.4 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดรีดแบบสกรูเดี่ยวขนาดกลาง

กิจกรรมของการปฏิบัติงาน	ปกติ	ผิดปกติ	การแก้ไขเบื้องต้นกรณีผิดปกติ
1. การทำความสะอาด (C)			
C1: ฉีดน้ำยาทำความสะอาดผิวสัมผัสของแมกเนติก			
C2: ล้างแผ่นกรองฝุ่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า			
2. การตรวจสภาพ (I)			
I1: สายไฟของฮีตเตอร์ เทอร์มอคัปเปิลและสายวัดความเร็วรอบมอเตอร์			
I2: ระดับน้ำมันในห้องเกียร์			
I3: ตรวจสภาพและความตึงของสายพาน			
I4: สายน้ำมัน ข้อต่อต่างๆ ของท่อน้ำมัน			
I6: พู่เลย์			
3. การหล่อลื่น (L)			
L1. เติมจารบีมอเตอร์			
4. การปรับแต่ง (A)			
A1: กวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า			
A2: กวดขันนอตที่ยึดระหว่างสายไฟฟ้าฮีตเตอร์กับฮีตเตอร์			
A3: กวดขันนอตที่ยึดกระหว่างฮีตเตอร์กับกระบอกสกรู			
A4: กวดขันกรณีที่จุดต่อน้ำมันรั่ว			
A5: กวดขันข้อต่อของท่อน้ำ			
5. การทดสอบการทำงาน (F)			
F1: การทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์ว			
F2: การทำงานของปั๊มน้ำมันและปั๊มน้ำ			
F3: การทำงานของห้องเกียร์และมอเตอร์			
F4: การทำงานของระบบสุญญากาศ			

ตารางที่ จ.5 แผนการบำรุงรักษาเครื่องอัดรีดแบบสกรูเชิงป้องกันแบบรายสองสัปดาห์

กิจกรรมของการปฏิบัติงาน	ปกติ	ผิดปกติ	การแก้ไขเบื้องต้นกรณีผิดปกติ
C1: ฉีดน้ำยาทำความสะอาดผิวสัมผัสของแมกเนติก			
A1: กวดขันจุดต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า			
F1: การทำงานของตัวควบคุมอุณหภูมิและโซลินอยด์วาล์ว			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายภานุเดช แสนทวีสุข เกิดเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2533 ที่จังหวัดนครพนม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาปิโตรเคมีและวัสดุพอลิเมอร์ ภาควิชาวิทยาการและวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2555 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University