การเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษากระบวนการพ่นสีฝุ่นในโรงงานผลิตดิสก์เบรก

โดย

นายประเสริฐ บุญรอด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษากระบวนการพ่นสีฝุ่นในโรงงานผลิตดิสก์เบรก

โดย
นายประเสริฐ บุญรอด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

MAINTENANCE EFFICIENCY IMPROVEMENT FOR POWDER COATING PROCESS IN DISC BRAKE FACTORY

By

MR. Prasert BOONROD

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Engineering (ENGINEERING MANAGEMENT)

Department of INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2019

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษากระบวนการพ่นสีฝุ่นในโรงงานผลิตดิสก์เบรก
โดย	ประเสริฐ บุญรอด
สาขาวิชา	การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ดร.สิทธิชัย แซ่เหล่ม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพี กาญจนะ)

61405309 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน, การบำรุงรักษาเชิงทวีผลโดยรวม, เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย, เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม

นาย ประเสริฐ บุญรอด: การเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษากระบวนการพ่นสีฝุ่นในโรงงานผลิตดิสก์เบรก อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกเพื่อเพิ่มเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายหรือ MTBF (Mean time between failures) ของบริษัทผลิตผ้าเบรกแห่งหนึ่ง จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า มีแนวโน้มของระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายที่เครื่องจักรใช้งานลดลงในช่วงต้นปี 2562 ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน มีค่าเฉลี่ยระหว่างการเสียหายหรือ MTBF เท่ากับ 146 ชั่วโมงต่อเดือน จึงนำหลัก TPM หรือการบำรุงรักษาเชิงทวีผลโดยรวม (Total Productive Maintenance) มาปรับใช้ด้วยกัน 4 เสาหลักได้แก่ 1.การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Specific Improvement) 2.การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) 3.การบำรุงรักษาตามแบบแผน (Planned Maintenance) และ 4.การศึกษาและฝึกอบรม (Education/Training) ทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ หลังจากการปรับปรุงพบว่า ค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม หรือ MTTR มีแนวโน้มลดลงตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม โดยก่อนปรับปรุงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20 นาทีต่อเดือน หลังปรับปรุงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17 นาทีต่อเดือน หรือเพิ่มขึ้น 15% และค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย หรือ MTBF มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ธันวาคม โดยก่อนปรับปรุงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 146 ชั่วโมง/เดือน หลังปรับปรุงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 177 ชั่วโมง/เดือน หรือเพิ่มขึ้น 21 %

61405309 : Major (ENGINEERING MANAGEMENT)
Keyword : Preventive Maintenance, Total Productive Maintenance, Mean time between failures, Mean time to repair

MR. PRASERT BOONROD : MAINTENANCE EFFICIENCY IMPROVEMENT FOR POWDER COATING PROCESS IN DISC BRAKE FACTORY THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR PRACHUAB KLOMJIT, Ph.D.

The purpose of this research was developing preventive maintenance plan for Powder Coating machine to increase the mean time between failures or MTBF of the Brake Lining Factory. From the initial study, it found that the values of mean time between failures tended to decrease. In the beginning of the year 2019 from January – June the mean time between failures was 146 hours per month. Thus, applied Total Productive Maintenance or TPM together with 4 pillars as follows 1.Specific Improvement 2.Autonomous Maintenance 3.Planned Maintenance and 4.Education/Training. That could make the machine more efficient. The results showed in values of the mean time to repair. The trend was decreasing in July - December, before improvement the average to 20 minute per month. After improvement, the average was 17 minute per month or an decrese of 15%. And the mean time between failures. The trend was increasing in July - December, before improvement the average to 146 hours per month. After improvement, the average was 177 hours per month or an increase of 21%

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษากระบวนการพ่นสีฝุ่นในโรงงานผลิตดิสก์เบรก สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือ คำแนะนำ และคำปรึกษาตลอดจนตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิจัย การเขียนรายงานวิจัย และบทความวิจัยจากรองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ รวมทั้งประธานกรรมการสอบ ดร.สิทธิชัย แซ่เหล่ม และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพี กาญจนะ ที่ได้ร่วมให้คำแนะนำเพิ่มเติมทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น นอกจากนี้ยังได้รับความรู้และคำแนะนำจาก ดร.บรรพต หอบรรลือกิจ ซึ่งผู้วิจัยจึงถือโอกาสกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

อนึ่ง ขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษา คณะผู้บริหารตลอดจนพนักงานที่เกี่ยวข้อง ที่ได้ให้คำแนะนำ การระดมความคิดเห็น ความช่วยเหลือในการดำเนินงานและมีความร่วมมือในการศึกษาทดลองเป็นอย่างดี ส่งผลให้การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัวของข้าพเจ้า ที่เป็นกำลังใจและช่วยเหลือในทุก ๆ สิ่งอย่างตลอดมา ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านและมหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบันจนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจไม่มากก็น้อย จึงขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องมา ณ ที่นี้ด้วย

ประเสริฐ บุญรอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ระบบเบรก 5

2.2 การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม 7

2.3 ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายและค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม 11

2.4 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด 13

2.5 แนวคิดเรื่องการจัดการสต๊อกคงคลังและจุดสั่งซื้อ 17

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 6

3.1 ศึกษาข้อมูลของบริษัท 23

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงของเครื่องจักร 25

3.3 วิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ 26
3.4 กำหนดแนวทางและออกแบบการบำรุงรักษาเครื่องจักร 37
3.5 ดำเนินการทดลอง 41
3.6 เปรียบเทียบผลการดำเนินก่อนและหลังปรับปรุง 41
3.7 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 41
บทที่ 4 ผลการทดลอง 37
4.1 ผลการดำเนินงานการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Specific Improvement) 37
4.2 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) 43
4.4 ผลการศึกษาและฝึกอบรม (Education/Training) 49
4.5 ผลค่าควบคุม MTTR 50
4.6 ผลค่าควบคุม MTBF 51
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 37
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 37
5.2 วิจารณ์ผลการศึกษา 37
5.3 ข้อเสนอแนะ 54
รายการอ้างอิง 55
ประวัติผู้เขียน 58

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบเครื่องจักรที่มีจำนวนครั้งในการ Break down สูง 26

ตารางที่ 2 การควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2561 27

ตารางที่ 3 การควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562 28

ตารางที่ 4 การควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2561 29

ตารางที่ 5 การควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562 30

ตารางที่ 6 ข้อมูลอาการขัดข้องของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562 31

ตารางที่ 7 สรุปปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาเวลาในการซ่อมแซมนาน 35

ตารางที่ 8 สรุปปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการ Break down เครื่องพ่นสี 36

ตารางที่ 9 การดำเนินงาน 8 เสาหลักตามหลักของ TPM 38

ตารางที่ 10 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา 37

ตารางที่ 11 การพิจารณาระดับความพร้อมของแนวทางการแก้ปัญหา 38

ตารางที่ 12 การจัดกลุ่มของปัญหาตามหลักของ TPM 39

ตารางที่ 13 หัวข้อการปรับปรุงเฉพาะเรื่องอื่น ๆ เพิ่มเติม 43

ตารางที่ 14 การตรวจเช็คและการบำรุงรักษาเครื่องจักร 44

ตารางที่ 15 รายละเอียดการสำรองอะไหล่เครื่องอบพ่นสีดิสก์เบรก 48

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 กราฟการควบคุม MTTR ปี 2562 2

รูปที่ 2 กราฟการควบคุม MTBF ปี 2562 2

รูปที่ 3 กราฟพาเรโต้แสดงจำนวนครั้งการ Break down ของเครื่องจักร ปี 2562 3

รูปที่ 4 ดิสก์เบรก (Disc Brake) 6

รูปที่ 5 ดรัมเบรก (Drum Brake) 6

รูปที่ 6 การดำเนินการผ่าน 8 เสาหลัก 10

รูปที่ 7 ภาพแสดงตัวอย่างแบบฟอร์ม Check Sheet 13

รูปที่ 8 ภาพแสดงตัวอย่าง Pareto Diagram 14

รูปที่ 9 ภาพแสดงตัวอย่าง Graph 14

รูปที่ 10 ภาพแสดงโครงสร้างแผนภาพก้างปลา 15

รูปที่ 11 ภาพแสดงตัวอย่าง Scatter Diagram 15

รูปที่ 12 ภาพแสดงตัวอย่าง Control Chart 16

รูปที่ 13 ภาพแสดงตัวอย่าง ฮิสโตแกรม (Histogram) 16

รูปที่ 14 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 6

รูปที่ 15 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของบริษัท 23

รูปที่ 16 ผังกระบวนการผลิตผ้าเบรกดิสก์เบรกส่วนที่ศึกษา 24

รูปที่ 17 เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก 24

รูปที่ 18 กราฟพาเรโต้แสดงจำนวนครั้งการ Break down ของเครื่องจักร ปี 2562 25

รูปที่ 19 กราฟแสดงการควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2561 27

รูปที่ 20 กราฟแสดงการควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562 28

รูปที่ 21 กราฟแสดงการควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2561 29

รูปที่ 22 กราฟแสดงการควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562 30
รูปที่ 23 กราฟพาเรโต้แสดงเวลาซ่อมแซมเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกแต่ละสาเหตุ ปี 2562..... 33
รูปที่ 24 กราฟพาเรโต้แสดงสาเหตุการขัดข้องของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562..... 33
รูปที่ 25 การประชุมทีม TPM เพื่อวิเคราะห์ปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักร 34
รูปที่ 26 แผนภูมิเหตุและผลในการหาสาเหตุของปัญหาเวลาใช้ในการซ่อมแซมนาน 34
รูปที่ 27 แผนภูมิเหตุและผลในการหาสาเหตุของปัญหาการ Break down เครื่องพ่นสี 36
รูปที่ 28 แผนการดำเนินงานการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Specific Improvement) 39
รูปที่ 29 แผนการดำเนินงานการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)..... 40
รูปที่ 30 แผนการดำเนินงานการบำรุงรักษาตามแบบแผน (Planned Maintenance) 40
รูปที่ 31 แผนการดำเนินงานการศึกษาและฝึกอบรม (Education/Training)..... 40
รูปที่ 32 มอเตอร์ก่อนปรับปรุง 37
รูปที่ 33 มอเตอร์หลังปรับปรุง..... 37
รูปที่ 34 สายพานก่อนปรับปรุง 43
รูปที่ 35 สายพานหลังปรับปรุง..... 43
รูปที่ 36 Work Instructions (WI) การทำความสะอาดตู้พ่นสีดิสก์เบรก 43
รูปที่ 37 Work Instructions (WI) การทำความสะอาดหัวพ่นสี 43
รูปที่ 38 Work Instructions (WI) การทำความสะอาดถังพ่นสี 44
รูปที่ 39 การทดสอบอุณหภูมิ..... 46
รูปที่ 40 ผลการทดสอบอุณหภูมิ 47
รูปที่ 41 อุปกรณ์อ่านค่าความเร็วสายพานในตู้ควบคุม 47
รูปที่ 42 หน้าจอแสดงค่าโปรแกรมการพ่นสี 47
รูปที่ 43 Work Instructions (WI) การปฏิบัติงาน 49
รูปที่ 44 อบรมให้ความรู้ช่างซ่อมบำรุง 50
รูปที่ 45 กราฟการควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ก่อนปรับปรุง 50

รูปที่ 46 กราฟการควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก หลังปรับปรุง..... 51
รูปที่ 47 กราฟการควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ก่อนปรับปรุง 51
รูปที่ 48 กราฟการควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก หลังปรับปรุง..... 52

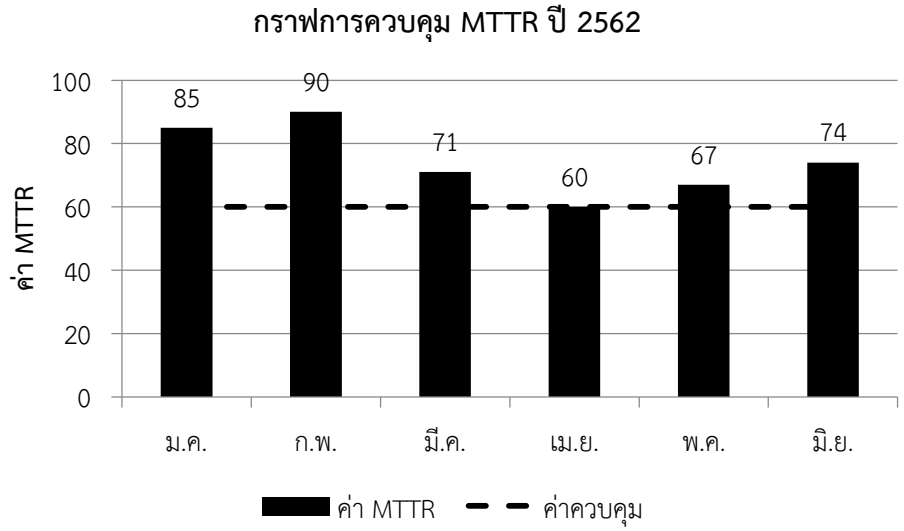
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ปัจจุบันมีการสนับสนุนการผลิตรถยนต์และชิ้นส่วนแบบใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีมากขึ้น มีแนวโน้มผลักดันให้มีการผลิตรถยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าในประเทศอย่างจริงจังและเป็นรูปธรรมมากขึ้น (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2560) ที่ผ่านมามีออกมาตรการส่งเสริมการลงทุนที่อาจเกี่ยวเนื่องกับอุตสาหกรรมรถยนต์และชิ้นส่วน จากทิศทางแนวโน้มอุตสาหกรรมและสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ถึงเวลาแล้วที่ ผู้ประกอบการ SME โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมรถยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ควรให้ความสำคัญและติดตามกระแสธุรกิจ เพื่อให้สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตทั้งระยะอันใกล้นี้และในอนาคตอีกไม่กี่ปีต่อจากนี้ไป

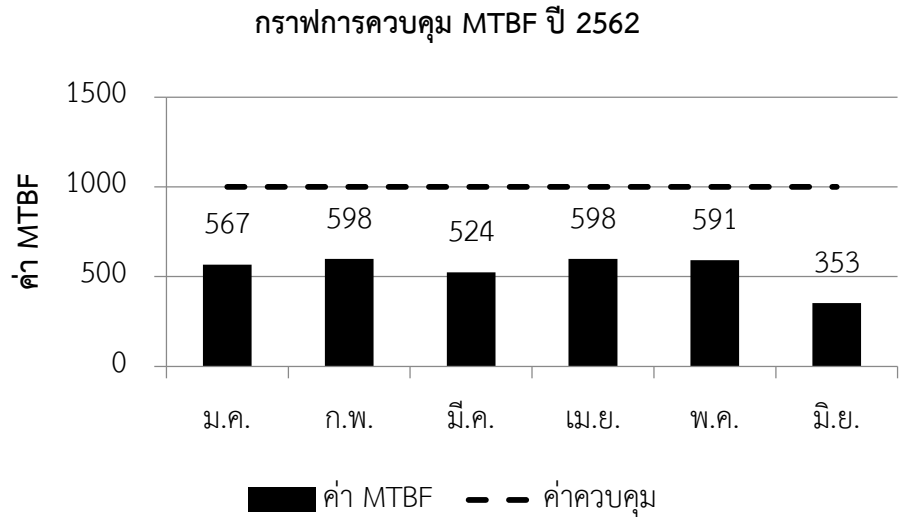
ในตลาดชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีการใช้นวัตกรรมใหม่ ๆ และเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้นนี้ อาจกลายเป็นโอกาสสำหรับธุรกิจใหม่ ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกับการเติบโต ทำให้ผู้ประกอบมองเห็นการพัฒนาและการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากยิ่งขึ้น บริษัทกรณีศึกษามีการจัดการทั้งด้านคนแรงงาน และเครื่องจักร ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการดำเนินธุรกิจ ที่ผ่านมาบทบาทฝ่ายบำรุงรักษาของบริษัทมุ่งเน้นแก้ไขปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักรหลังจากที่มีการหยุดชะงักหรือเสียหายของเครื่องจักรส่งผลให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงค่อยข้างที่สูงและทำให้สูญเสียเวลาในการผลิตเนื่องจากต้องหยุดเครื่องจักรเพื่อแก้ไขอาการขัดข้อง ซึ่งในปัจจุบันฝ่ายบำรุงรักษามีเป้าหมายที่จะดูแลทรัพยากรสนับสนุนการผลิตและเครื่องจักรให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพด้วยต้นทุนที่ต่ำ แต่แนวโน้มอุตสาหกรรมถูกปรับเปลี่ยนไปจากรูปแบบเดิมที่มุ่งเน้นจากการใช้แรงงานสู่ความเป็นอัตโนมัติมากขึ้น ทำให้ประสิทธิผลการบำรุงรักษามีความสำคัญและกลายเป็นอาวุธสำคัญในการแข่งขันธุรกิจ

จากปัญหาที่พบในหน่วยวัดประสิทธิภาพเครื่องจักรด้านการวัดระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซมหรือ MTTR (Mean Time To Repair) ในปี 2562 ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน มีค่าเกินค่าควบคุมจากเป้าหมายของบริษัทที่ควรใช้เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซมหรือ MTTR ไม่เกิน 60 นาทีต่อครั้งต่อเดือน ดังรูปที่ 1



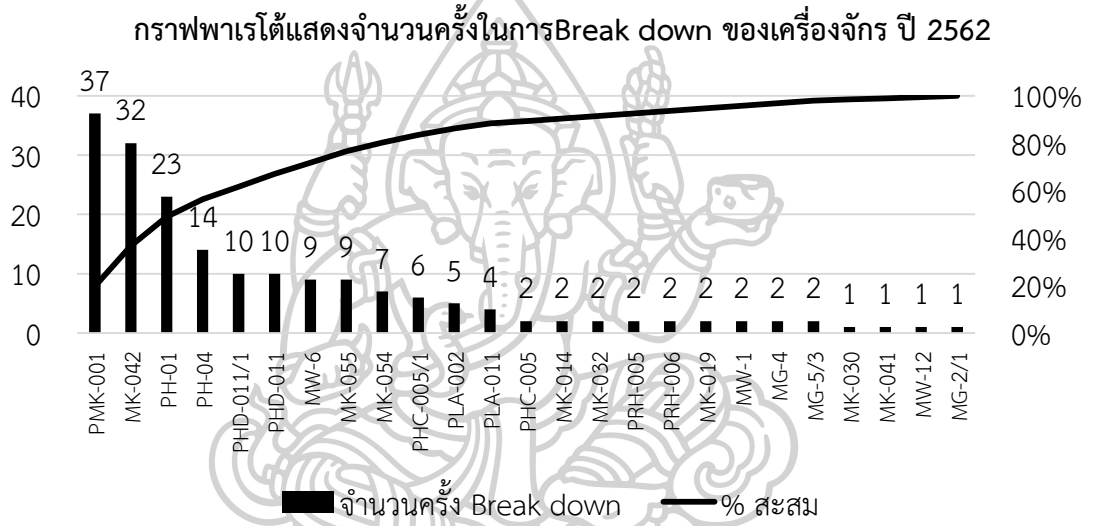
รูปที่ 1 กราฟการควบคุม MTTR ปี 2562

สำหรับด้านระยะเวลาเฉลี่ยที่เครื่องจักรใช้งานได้ก่อนการเสียหายหรือ MTBF (Mean Time Between Failure) ซึ่งในปี 2562 ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน มีค่าไม่ถึงค่าควบคุมตามเป้าหมายของบริษัทที่ควรมีระยะเวลาเฉลี่ยที่เครื่องจักรใช้งานได้ก่อนการเสียหายหรือ MTBF เกิน 1,000 ชั่วโมงในแต่ละเดือน ดังรูปที่ 2



รูปที่ *2* กราฟการควบคุม MTBF ปี 2562

และยังพบอีกว่าปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร (Break down) ในปี 2562 ส่วนใหญ่เกิดขึ้นกับเครื่องยิงทรายก้ามเบรก (PMK-001) เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก (MK-042) และเครื่องยิงทรายดิสก์เบรก (PH-01) ตามลำดับ ดังรูปที่ 3 ซึ่งในกระบวนการผลิตดิสก์เบรกมียอดการผลิตสูงทำให้เครื่องจักรมีความสำคัญกับกระบวนการผลิตเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะกระบวนการพ่นสีฝุ่นซึ่งมีเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกเป็นเครื่องจักรหลักและมีเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียวในสายการผลิตจึงได้มีการศึกษาข้อมูลการซ่อมแซมเครื่องจักรพบว่า มีปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรอยู่บ่อยครั้งทำให้ค่าเฉลี่ยระหว่างการเสียหายหรือ MTBF มีแนมโน้มลดลงในปี 2562 ซึ่งอาจจะเกิดจากขาดประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเครื่องจักร



รูปที่ 3 กราฟพาเรโต้แสดงจำนวนครั้งการ Break down ของเครื่องจักร ปี 2562

ซึ่งในลักษณะของปัญหาเช่นนี้ได้มีผู้ศึกษาและคิดค้นวิธีการแก้ไขปัญหาแล้วคือ เกษม (เกษม รุ่งเรือง, 2552) ญาณาธิป (ญาณาธิป จิตร์หาญ, 2553) ธีระศักดิ์ (ธีระศักดิ์ พรหมเสน, 2556) ภาคินัยและเกรียงไกร (ภาคินัย มนปราณีต & เกรียงไกร ไวกาญน์, 2555) ธีรพงษ์ (ธีรพงษ์ ขันทอง, 2558) ภีม (ภีม พรประเสริฐ, สุทธิดา การะเวก, กิ่งกาญจน์ กิตติสุนทโรภาส, & ปวิณญดา บุญรมย์, 2560) และจันทร์ฑา (จันทร์ฑา นาควชิรตระกูล & มาโนช จันทร์ครุฑ, 2558) ได้นำหลักการบำรุงรักษาทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) มาใช้ในการแก้ไขปัญหาของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรและเพิ่มเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (Mean Time Between Failure : MTBF)

ดังนั้นจึงนำหลักการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม ซึ่งเป็นเครื่องมือในการบริหารการผลิต โดยมีเป้าหมายสูงสุดอยู่ที่การปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ของการบำรุงรักษามาปรับใช้กับเครื่องพ่นสี

ดิสก์เบรกเพื่อการเพิ่มเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายของเครื่องจักร การควบคุมต้นทุนและการพัฒนาไปสู่นวัตกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสามารถวิเคราะห์อาการผิดปกติและผลกระทบของความเสียหายของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกได้

1.2.2 เพื่อจัดทำแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก

1.2.3 เพื่อเพิ่มเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษาข้อมูลของเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกปี 2561 และปี 2562 ตั้งแต่เดือนมกราคม-เดือนมิถุนายน

1.3.2 ศึกษาข้อมูลเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกในกระบวนการผลิตดิสก์เบรก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทำให้สามารถวิเคราะห์อาการผิดปกติและหาสาเหตุของความเสียหายของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก

1.4.2 สามารถเพิ่มเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกได้

1.4.3 มีการจัดทำแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

1.4.4 สามารถเป็นเครื่องจักรต้นแบบในการพัฒนาสู่การบำรุงรักษาเชิงนวัตกรรม

1.4.5 สามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาได้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

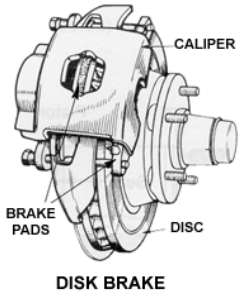
สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการหลักการบำรุงรักษาทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม หรือ TPM (Total Productive Maintenance) มาปรับใช้กับเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ดังนั้นการศึกษาของทฤษฎีเพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องมีการศึกษาถึงปัญหาที่ละเอียดและเลือกเครื่องมือในการแก้ปัญหาเพื่อแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง โดยทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยงข้องกับการวิจัยนี้จะประกอบไปด้วย

- ระบบเบรก
- การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM)
- เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (QC 7 Tools)
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบเบรก (Braking System) (บริษัท สำโรงผ้าเบรก จำกัด, 2562)

ระบบเบรกมีหน้าที่ชะลอความเร็วของรถหรือทำให้รถหยุดตามความต้องการของผู้ขับรถ รถส่วนใหญ่ในปัจจุบันใช้การถ่ายทอดแรงเหยียบ ที่แป้นเบรกไปถึงตัวอุปกรณ์หยุดล้อด้วยระบบไฮดรอลิกซ์ (Hydraulic) ในขณะที่เราเหยียบเบรกลงที่แป้นเบรก แรงเหยียบนี้จะถูกส่งไปที่แม่ปั๊มน้ำมันเบรก (Master Cylinder) เพื่อทำหน้าที่อัดแรงดันน้ำมันเบรกออกไปตามท่อน้ำมันเบรกผ่านวาล์วแยกส่วนน้ำมันเบรกไปจนถึงตัวเบรกซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณดุมล้อและที่ตัวเบรกก็จะมีลูกปั๊มน้ำมันเบรก เมื่อได้รับแรงดันมาลูกปั๊มน้ำมันเบรกจะดันให้ผ้าเบรกไปเสียดทานกับชุดจานเบรกที่อยู่ใกล้ กับจานดิสก์เบรกหรือดรัมเบรก เมื่อเกิดความฝืดขึ้นล้อก็เริ่มหมุนช้าลง เมื่อเพิ่มน้ำหนักเหยียบเบรกเข้าไปอีกแรงดันน้ำมันเบรกเพิ่มมากขึ้นก็ยิ่งมีความฝืดที่ล้อเพิ่มขึ้นรถก็จะชะลอความเร็วลงจนรถหยุดในที่สุด โดยทั่วไปเบรกมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ ดิสก์เบรกและดรัมเบรก

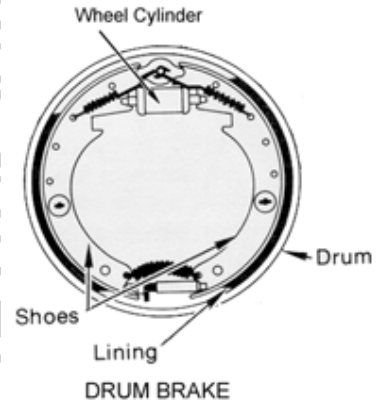
ดิสก์เบรก (Disc Brake) ประกอบด้วย แผ่นจานดิสก์ติดตั้งลงบนแกนเพลาล้อ เมื่อรถเคลื่อนที่ แผ่นจานดิสก์จะหมุนไปพร้อมล้อ จากนั้นจะมีอุปกรณ์ที่เราเรียกว่า คาลิปเปอร์ (Caliper) ที่ติดตั้งโดยครอบลงไปบนจานดิสก์ (ไม่หมุนไปพร้อมล้อ) ภายในคาลิปเปอร์ มีการติดตั้งผ้าเบรกประกอบอยู่ทางด้านซ้าย และขวาของจานดิสก์และจะมีลูกปั๊มน้ำมันเบรกติดตั้งอยู่ด้วย ซึ่งท่อน้ำมันเบรกก็จะติดตั้งเชื่อมต่อกับลูกปั๊มเบรกนี้ เมื่อใดที่มีการเหยียบเบรกลูกปั๊มเบรกก็จะดันให้ผ้าเบรกเลื่อนเข้าไปเสียดทานกับแผ่นจานดิสก์เพื่อให้เกิดความฝืด ดังแสดงในรูที่ 4



รูปที่ 4 ดิสก์เบรก (Disc Brake)

ที่มา : https://thaioverdrive.blogspot.com/2014/09/blog-post.html

ดรัมเบรก (Drum Brake) จะมีโลหะโค้ง ๆ (Shoe) อยู่สองอัน เรียกว่า “ฝักนำกับฝักตาม” ซึ่งช่างบ้านเรานิยมเรียกกันง่าย ๆ ว่า “ก้ามเบรก” หรือ “ฝักเบรก” เมื่อมีการเหยียบคันเบรก เพื่อชะลอความเร็วหรือหยุดรถ ผ้าเบรกโค้งๆ ทั้งสองนี้จะถูกปั๊มดันให้ไปติดยันเข้ากับด้านในของฝาครอบเบรก (Drum) ซึ่งฝาครอบเบรกนี้จะยึดติดกับล้อรถอีกที โดยจะเกิดเป็นความฝืดทำให้ล้อรถชะลอความเร็วและหยุดลงได้ และถ้าหากเป็นรถรุ่นเก่าหรือรถบรรทุกก็มักจะใช้คีมเบรกทั้งสี่ล้อ ส่วนรถรุ่นใหม่มักจะใช้ดรัมเบรกที่ล้อหลัง



รูปที่ 5 ดรัมเบรก (Drum Brake)

ที่มา : https://thaioverdrive.blogspot.com/2014/09/blog-post.html

ส่วนประกอบของดิสก์เบรก ประกอบด้วย จานดิสก์เบรก (Disc) ทำจากเหล็กหล่อสีเทา มีทั้งที่เป็นแบบทึบ หรือแบบมีรูระบาย จานดิสก์เบรกแบบทึบประกอบด้วย ร่องที่ขอบจาน เพื่อระบายความร้อนจานดิสก์เบรกบางทีเป็นทั้งจานดรัมสำหรับเบรกมือรวมอยู่ด้วยกัน ผ้าดิสก์เบรก (Brake Pad) มีส่วนผสมของโลหะไฟเบอร์ และเรซินรวมถึงจำนวนโลหะที่แข็งแรงอีกเล็กน้อย แบบนี้เรียกว่า ผ้าเบรกแบบกึ่งโลหะ ร่องตรงกลางที่มีอยู่บนผ้าเบรกทางด้านจานดิสก์เบรกมีไว้วัดความหนาของผ้าเบรก เพื่อว่าจะได้สามารถตรวจเช็คความสึกหรอของผ้าเบรกได้ง่ายขึ้น ในผ้าดิสก์เบรกบางรุ่น

แผ่นโลหะ เรียกว่า แผ่นชิมกันเสียง จะติดอยู่ทางด้านลูกสูบของผ้าเบรก เพื่อป้องกันเสียงดังจากการเบรก ก้ามปูเบรก (Caliper) จะติดตั้งโดยครอบลงไปบนจานดิสก์เบรก (ไม่หมุนไปพร้อมล้อ) ภายในก้ามปูเบรก มีผ้าเบรกติดตั้งอยู่ทางด้านซ้ายและขวา (จานดิสก์เบรกอยู่ตรงกลาง) และมีลูกปั๊มเบรก (Brake wheel cylinder) ที่ประกอบด้วยลูกสูบดิสก์เบรกติดตั้งอยู่ภายในก้ามปูเบรกด้วย เมื่อล้อหมุนจานดิสก์เบรกก็จะหมุนตาม ส่วนก้ามปูเบรกจะอยู่กับที่ เมื่อได้รับแรงดันน้ำมันเบรกมาจากแม่ปั๊มเบรก (Master cylinder) ผ้าเบรก (Brake linings) ที่อยู่ในตัวก้ามปูเบรกก็จะถูกดันโดยลูกสูบให้เสียดทานกับจานดิสก์เบรก ทำให้รถชะลอความเร็วได้ ก้ามปูเบรก บางทีเรียกว่าเรือนเสื้อสูบ ก้ามปูดิสก์เบรกแบ่งได้ 2 แบบ คือก้ามปูเบรกแบบตายตัวมี 2 ลูกสูบและก้ามปูเบรกแบบลอยตัว มีลูกสูบเดียว(เทคนิคคาร์ดอทคอม, 2554)

2.2 การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM)
(สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2562)

2.2.1 ความหมาย

การบำรุงรักษาเชิงทวีผลโดยรวม หรือ TPM (Total Productive Maintenance) หมายถึง ระบบการบำรุงรักษาที่ครอบคลุมตลอดช่วงอายุอุปกรณ์ นับตั้งแต่การวางแผน การผลิต การบำรุงรักษา และอื่น ๆ โดยอาศัยความร่วมมือจากพนักงานทุกคน ตั้งแต่ฝ่ายบริหารระดับสูงจนถึงพนักงานหน้างาน และการส่งเสริมการบำรุงรักษาเชิงทวีผล โดยผ่านการจัดการแบบสร้างขวัญและกำลังใจ ตลอดจนถึงการดำเนินกิจกรรมกลุ่มย่อยที่จะทำให้ประสิทธิภาพของอุปกรณ์มีค่าสูงสุด กิจกรรมกลุ่มย่อยคือ หัวใจของการส่งเสริมให้เกิด TPM เราอาจนิยาม TPM ในรูปแบบง่าย ๆ คือ การทำให้ความสามารถของโรงงานได้รับการนำมาใช้สูงสุดด้วยการลดการหยุดของอุปกรณ์ ทั้งกรณีหยุดสายการผลิตและการหยุดเพื่อซ่อมแซมงาน การเพิ่มความสามารถของอุปกรณ์ทั้งในแง่ปริมาณ คือ ผลิตให้มากขึ้น และแง่คุณภาพคือ การผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าพอใจและการปรับปรุงองค์ประกอบด้านความปลอดภัย สุขอนามัย และสิ่งแวดล้อม เพื่อทำให้คุณภาพดีขึ้นและมีผลกำไรสูงขึ้น

ในองค์กรที่มีการผลิตแบบจำนวนมาก (Mass Production) หรือมีการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Process) การบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตจะมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะการที่เครื่องจักรเกิดการชำรุดเสียหาย หรือชิ้นส่วนของเครื่องจักรเสื่อมสภาพอาจทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อชีวิต ทรัพย์สิน และสภาพแวดล้อม การปรับปรุงความน่าเชื่อถือของระบบการผลิตทำได้ 5 แนวทางคือ

1) ใช้สินค้าคงคลังสำรองไว้ระหว่างขั้นตอนการผลิต

2) ปรับปรุงส่วนประกอบแต่ละส่วน

3) มีระบบสำรองหรือมีระบบเดียวกันขนานกันอยู่

4) ประยุกต์ใช้ระบบการบำรุงรักษาแบบทวีผล (Total Productive Maintenance; TPM)

5) เพิ่มความสามารถหรือเพิ่มความเร็วในการซ่อมบำรุง

การสร้างระบบการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืน จะต้องเป็นระบบที่ทุกคนมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ทีเป็นผู้ใช้งานเรื่องจักร เนื่องจากผู้ที่ใช้เครื่องจักรจะรู้ถึงสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรได้ดีและเร็วกว่าผู้อื่น ตัวอย่างเช่น เสียงที่ดังมากขึ้น มีการกระเด็นของน้ำมันหล่อลื่น การสั่นของเครื่องจักรมากขึ้น หรืออุณหภูมิของเครื่องสูงขึ้น เป็นต้น (ประจวบ กล่อมจิตร, 2557)

2.2.2 หลักการในการทำ TPM

มีขั้นตอน 8 ขั้นตอน หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “8 เสาหลักของ TPM (8 Pillars of TPM)” ได้แก่

เสาหลักที่ 1 การให้การศึกษาและฝึกอบรม (Education and Training) คือ การฝึกอบรมใน TPM มีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาทักษะของพนักงานเดินเครื่องจักรให้มีความชำนาญในการเดินเครื่องจักร และดูแลรักษาอย่างถูกวิธี รวมถึงพนักงานซ่อมบำรุงให้มีทักษะในการดูแลรักษาเครื่องจักรให้สูงขึ้น โดยการอบรมเน้นให้พนักงานพัฒนาขีดความสามารถขึ้นไปเรื่อย ๆ แบ่งออกเป็นการพัฒนาทักษะของ Operator และ Maintenance เรื่องที่ Multiskilled Operators จะต้องเรียนรู้ ความรู้ด้านการผลิต และคุณภาพ ความปลอดภัย วิศวกรรมเครื่องจักรกลวิศวกรรมไฟฟ้า และการควบคุม วิธีการค้นหาข้อบกพร่อง เทคนิคพิเศษ (ที่สัมพันธ์กับการผลิต)การดูแลรักษาทางปฏิบัติ การทำงานเป็นทีม การเข้าร่วมสังคม การดูแลรักษาที่ทำงานและสุขอนามัย

เสาหลักที่ 2 การดูแลรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) การดูแลรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาพนักงานดูแลเครื่องจักรให้มีทักษะที่สามารถดูแลรักษาเครื่องจักรได้ด้วยตนเอง หรือเป็นหลักการที่เน้นให้ผู้ใช้เครื่องจักรสามารถบำรุงรักษาขั้นต้นได้ด้วยตนเอง ให้มีความรู้สึกเหมือนเป็นเจ้าของเครื่องจักรนั้น ประกอบด้วยแนวทางการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ขั้นตอนในการดูแลรักษาด้วยตนเอง ความหมายการทำความสะอาดในกิจกรรม TPM ซึ่งการทำความสะอาดในกิจกรรม TPM หมายถึงการตรวจสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่องเพื่อแก้ไขให้กลับสู่สภาพเดิมและปรับปรุงให้ดีขึ้น หรือเรียกว่า Cleaning is inspection การตรวจกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

เสาหลักที่ 3 การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Specific Improvement) การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง มีจุดมุ่งหมายที่จะเลือกเรื่องที่เป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย (loss) และอุปสรรคในการดูแลรักษาเครื่องจักรมาทำการแก้ไข โดยสมาชิกกลุ่มย่อย (Small Group) และการจัดตั้งทีมงาน (Project Team) เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาให้สำเร็จเป็นเรื่องๆ หรือเป็นการใช้หลักการของ Kaizen (ไค

เซ็น = ปรับปรุงให้ดีขึ้น) ในการที่จะทำการปรับปรุงเล็กๆ น้อยๆ แต่ทำอย่างต่อเนื่อง และ ทำพร้อมเพรียงกันทั้งองค์กร โดยที่การปรับปรุงแบบไคเซ็นไม่ต้องใช้เงินมาก จุดเน้น คือลดการสูญเสียในที่ทำงานที่มีผลต่อประสิทธิภาพของงาน ความเชื่อที่อยู่เบื้องหลัง คือ “การเปลี่ยนแปลงจุดเล็กๆ เป็นจำนวนหลายๆ จุด ให้ผลดีต่อบรรยากาศขององค์กร ดีกว่าการปรับปรุงเพียงบางจุดที่ให้ผลมาก”

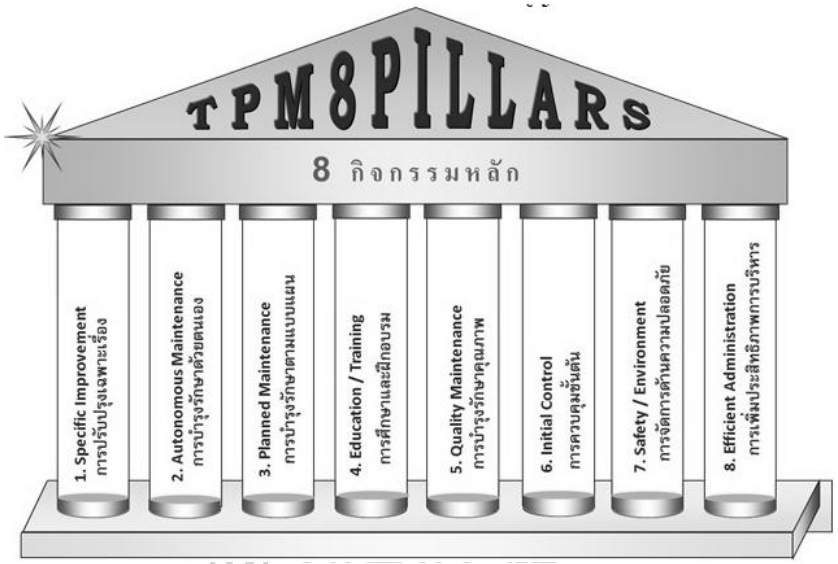
เสาหลักที่ 4 การบำรุงรักษาตามแผนงาน (Planned Maintenance) การบำรุงรักษาตามแผนงาน หรือการดูแลรักษาตามแผนงานนั้น เป็นการบำรุงรักษาที่มีการวางแผนอย่างเป็นระบบ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพโดยการปรับปรุงทักษะการซ่อมบำรุง วิเคราะห์ข้อมูลเครื่องจักร และนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาเครื่องจักร เพื่อยืดอายุการใช้งาน ลดต้นทุนในการดูแลรักษาเครื่องจักร และทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ไร้ตำหนิ อันเป็นผลจากการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ปราศจากปัญหา

เสาหลักที่ 5 ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (Safety and Environment) ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม มีจุดมุ่งหมายเพื่อ zero accident, zero health damage, และ zero fires โดยเน้นการสร้างสถานที่ทำงานที่มีความปลอดภัย รวมทั้งสภาพแวดล้อมโดยรอบไม่ให้ถูกกระทบจากกระบวนการทำงานของเครื่องจักร โดยที่ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

เสาหลักที่ 6 การรักษาคุณภาพ (Quality Maintenance) การรักษาคุณภาพ มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะไม่ให้มีสินค้าที่มีจุดบกพร่องออกจากกระบวนการผลิตเลย หรือต้องการให้มีคุณภาพสูงสุดของผลิตภัณฑ์ ด้วยระบบการผลิตที่ไม่มีความผิดพลาด จุดเน้นอยู่ที่การควบคุมการทำงานให้ถูกต้อง ได้ตามมาตรฐาน ข้อนี้ เปรียบได้กับการทำ quality control และ quality assurance ของกระบวนการทำการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ ในที่นี้จะยกตัวอย่างการจัดทำ QA MATRIX (Quality Assurance Matrix) ในการรักษาคุณภาพขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาจุดของปัญหาที่จะเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการผลิต จัดระดับความสำคัญของปัญหาวางมาตรการการควบคุม ไม่ให้ผลิตภัณฑ์ด้อยคุณภาพหลุดรอดไปได้ปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

เสาหลักที่ 7 การควบคุมขั้นต้น (Initial Control) การควบคุมขั้นต้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำให้เครื่องจักรที่ติดตั้งใหม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพทันที โดยใช้ข้อมูลต่างๆ จากการใช้และดูแลเครื่องจักรก่อนหน้านั้นมาประกอบ

เสาหลักที่ 8 การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหาร (Efficient Administration) การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหาร มีจุดมุ่งหมายเพื่อปรับปรุง และพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของฝ่ายสนับสนุนที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรง เพื่อส่งเสริมให้ฝ่ายผลิตมีความคล่องตัวมากขึ้น โดยนำเอาหลักการของ 5 ส. มาใช้เป็นพื้นฐานสำคัญในการทำความสะอาดเครื่องจักร และ จัดสถานที่ทำงานให้เป็นระเบียบ จะทำให้พบเห็นความผิดปกติได้ง่าย ส่วนใหญ่เป็นขั้นตอนแรกของการปรับปรุง



รูปที่ 6 การดำเนินการผ่าน 8 เสาหลัก

แหล่งที่มา : http://bigqtraining.com/course_detail.php?id=131

2.2.3 การบำรุงรักษาแบบแก้ไข

Corrective Maintenance: CM (Breakdown Maintenance หรือ Run to Failure) การบำรุงรักษาแบบแก้ไข เป็นวิธีการธรรมดาที่สุดและมีข้อจำกัดที่เห็นได้ชัด โดยจะดำเนินการก็ต่อเมื่ออุปกรณ์เสียหายจนทำให้ต้องหยุดเครื่องหรือหยุดทำ การผลิต หรือเกิดข้อขัดข้องเสียหายในขณะที่เครื่องจักรกำลังทำงานอยู่

2.2.4 การบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน

Preventive Maintenance: PM (Planned maintenance Calendar-based maintenance หรือ Historical maintenance) การบำรุงรักษาเพื่อป้องกันเป็นการวางแผนโดยกำหนดระยะเวลาการตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องจักรรวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อป้องกันความเสียหาย หรือวางแผนป้องกันไว้ล่วงหน้าซึ่งจะไม่ทำให้ขบวนการผลิตต้องหยุดฉุกเฉิน โดยมากมักจะทำการตรวจสอบตามรอบ และระยะเวลาการทำงาน (interval) ที่ค่อนข้างจะมีกำหนดเวลาที่แน่นอน

2.2.5 การบำรุงรักษาตามสภาพ

Predictive Maintenance (Condition-based maintenance: CBM) - การบำรุงรักษาตามสภาพ เป็นวิธีบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างเหมาะสมตามสภาพและเวลา การบำรุงรักษาตามสภาพจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีพื้นฐานอยู่ที่ข้อมูลปัจจุบันและอดีตย้อนหลังเพื่อที่จะกำหนดความสำคัญในการบำรุงรักษาให้ดีที่สุด โดยอาศัยสัญญาณเตือนต่างๆจากเครื่องบิน เครื่องยนต์หรืออุปกรณ์ ซึ่งโดยทั่วไปเครื่องบิน เครื่องยนต์หรืออุปกรณ์ ที่มีความสำคัญจะมีสัญญาณเตือนก่อนที่จะเกิดความเสียหายเช่น ความร้อน, เสียง,การสั่นสะเทือน เศษผงโลหะต่างๆ เราสามารถตรวจสอบสัน

ญาณเตือนเพื่อกำหนดการบำรุงรักษาก่อนที่จะเกิดความเสียหายส่วนใหญ่อุปกรณ์ตรวจวัดพิเศษจะใช้ทำการตรวจวัด เช่น การแตกร้าว (Ultrasonic, borescope and etc.) ความสั่นสะเทือน (vibration) ความร้อนของเครื่องยนต์ การวิเคราะห์น้ำมันหล่อลื่น (Oil Analysis) สามารถบอกถึงสมรรถนะหรือสภาพของเครื่องยนต์ เป็นต้น โดยสรุปแล้ว เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพเครื่องบิน เครื่องยนต์หรืออุปกรณ์ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่หลากหลาย เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการบิน

2.2.6 การบำรุงรักษาเชิงรุก

Proactive Maintenance (Design out Maintenance หรือ Precision Maintenance) การบำรุงรักษาเชิงรุก เป็นการแก้ปัญหาที่สาเหตุหลักที่ทำให้เครื่องบิน เครื่องยนต์หรืออุปกรณ์เสียหาย เราทำการแก้ไขปัญหาล่วงหน้าเพื่อลดโอกาสการชำรุดเสียหาย เพื่อให้เครื่องบิน เครื่องยนต์หรืออุปกรณ์มีอายุยาวนานขึ้น ข้อดีของการบำรุงรักษาแบบเชิงรุก อายุการณ์ใช้งานของเครื่องบิน เครื่องยนต์หรืออุปกรณ์เพิ่มขึ้น, ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงลดการเสียหาย แต่เราต้องเสียเวลาและแรงงานในการรวบรวมข้อมูลและทำการปรับปรุงแก้ไข ส่วนใหญ่จะเป็นผู้ผลิตที่เก็บข้อมูลจากลูกค้าและทำการปรับปรุงตัวผลิตภัณฑ์

2.3 ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายและค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (Kittikorn Chantarasenar, 2561)

2.3.1 ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย หรือ MTBF (Mean time between failures)

ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย หรือ MTBF (Mean time between failures) เป็นการวัดสมรรถนะความเชื่อถือได้ (Reliability Performance) เป็นเวลาเฉลี่ยที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้ตามปกติระหว่างจุดการทำงาน ซึ่งเนื่องมาจากการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่มีสมรรถนะสูงเชื่อถือได้สูง หมายถึงมีค่า MTBF ที่ยาวนาน สมรรถนะความเชื่อที่ได้มีอิทธิพลสูงมากในช่วงเริ่มต้นของโครงการในการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องจักร และมีผลกระทบต่อการผลิตและการบำรุงรักษาในช่วงการดำเนินงานคำจำกัดความของสมรรถนะเชื่อถือได้อย่างเป็นทางการ คือ ความสามารถของเครื่องจักร ในการทำงานได้ตามต้องการภายใต้เงื่อนไข และสภาพการทำงานที่กำหนดในช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งสามารถหาค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายได้ดังนี้

$$\text{ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดินทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องจักรชำรุด}} \quad (1)$$

2.3.2 เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม หรือ MTTR (Mean time to repair)

เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม หรือ MTTR (Mean time to repair) เป็นการวัดค่าสมรรถนะการบำรุงรักษา (Maintainability Performance) ซึ่งสมรรถนะการบำรุงรักษาวัดจากค่าเฉลี่ยของเวลาในการซ่อมแซมเครื่องจักรและมีอิทธิพลอย่างมากจากการออกแบบเครื่องจักร MTTR จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการออกแบบของเครื่องจักรและความชำนาญของช่างในการบำรุงรักษา ถ้าสมรรถนะการบำรุงรักษาได้มีค่าสูง หมายถึงค่า MTTR ที่สั้น คือใช้เวลาสั้นในการซ่อมแซมเครื่องจักร โดยสามารถจำกัดความของสมรรถนะการบำรุงรักษาได้อย่างเป็นทางการคือความหมายของเครื่องจักรภายใต้สภาพการใช้งานตามกำหนดสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้หลังจากเริ่มการทำบำรุงรักษาด้วยขั้นตอนและทรัพยากรที่กำหนด ถ้าต้องการให้สมรรถนะความพร้อมใช้งานสูงขึ้น จำเป็นต้องเพิ่มสมรรถนะความเชื่อถือได้สมรรถนะสนับสนุนการบำรุงรักษาและสมรรถนะการบำรุงรักษาได้ให้สูงขึ้น ซึ่งสามารถหาค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซมได้ดังนี้

$$\text{เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องจักรชำรุด}} \qquad (2)$$

โดยการคำนวณค่าระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายและค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซมสามารถอธิบายให้เข้าใจได้สมการ (3) และ (4)

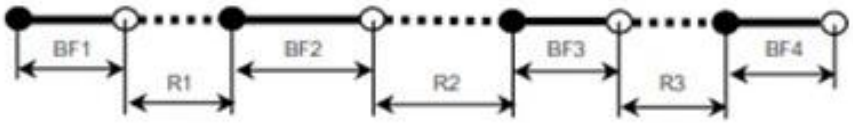
● สภาพเครื่องจักรพร้อมใช้งาน

○ สภาพเครื่องจักรเสียหาย

—— ระยะเวลาก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง (Between failure : BF)

▪▪▪▪▪ ระยะเวลาการซ่อมแซมแต่ละครั้ง (Repair : R)

n จำนวนครั้ง



$$\text{MTBF} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{BFi}}{n} \quad (3)$$

$$= \frac{\text{BF 1} + \text{BF 2} + \text{BF 3} + \text{BF 4}}{4}$$

$$\text{MTTR} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{Ri}}{n} \quad (4)$$

$$= \frac{\text{R 1} + \text{R 2} + \text{R 3}}{3}$$

2.4 เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (QC 7 Tools) (BUSINESS BULLETIN SERVICE COMPANY LIMITED, 2559)

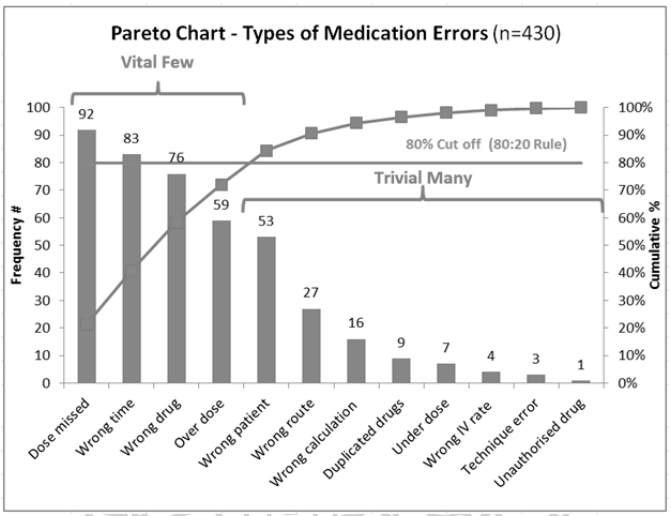
เครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา ที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง โดยเครื่องมือคุณภาพมี 7 ชนิด คือ แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) กราฟ (Graph) แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram) แผนภูมิควบคุม (Control Chart) และฮิสโตแกรม (Histogram)

แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) คือ แบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆ ไว้เรียบร้อย เพื่อจะใช้ในการบันทึกข้อมูลได้ง่ายและสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยาก ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้ง ต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มแผ่นตรวจสอบ ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 ภาพแสดงตัวอย่างแบบฟอร์ม Check Sheet

แหล่งที่มา : http://econs.co.th/index.php/2016/07/29/7-qc-tools/

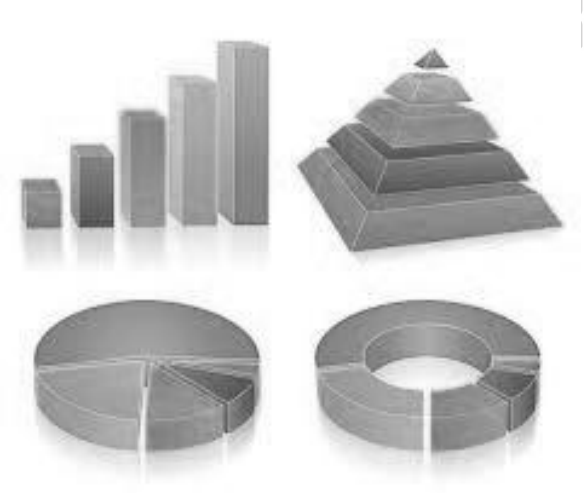
แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น แสดงตัวอย่างแผนผังพาเรโต ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ภาพแสดงตัวอย่าง Pareto Diagram

แหล่งที่มา : http://econs.co.th/index.php/2016/07/29/7-qc-tools/

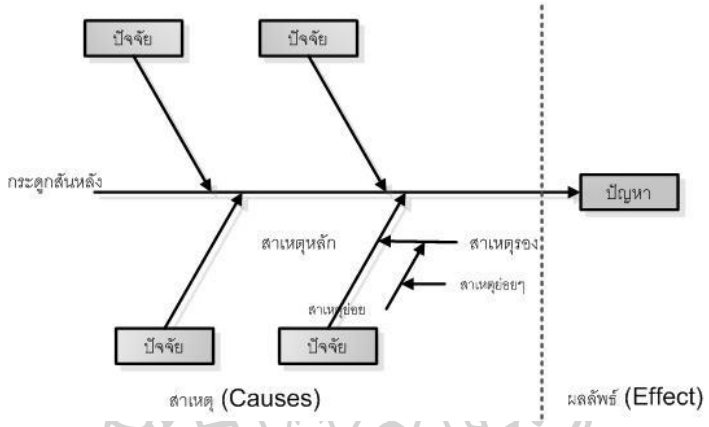
กราฟ (Graph) คือ แผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติที่ใช้เมื่อต้องการนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อทำให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ภาพแสดงตัวอย่าง Graph

แหล่งที่มา : http://econs.co.th/index.php/2016/07/29/7-qc-tools/

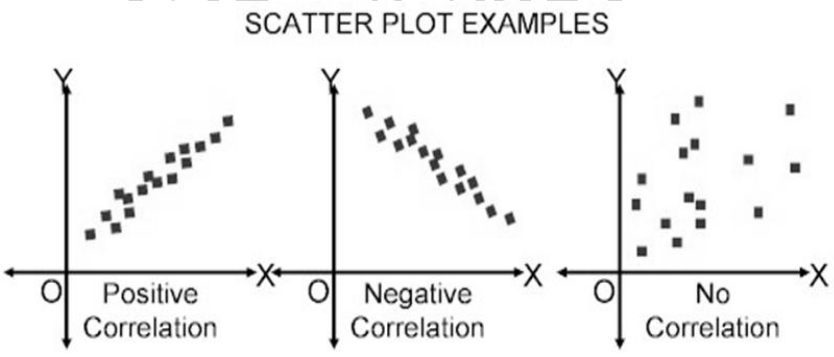
แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) หรือเรียกอีกอย่างว่า แผนผังก้างปลา คือ แผนผังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของปัญหา (ผล) กับปัจจัยต่างๆ (สาเหตุ) ที่เกี่ยวข้อง แสดงตัวอย่างแผนภาพก้างปลา ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ภาพแสดงโครงสร้างแผนภาพก้างปลา

แหล่งที่มา : http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/fishbonemm.htm

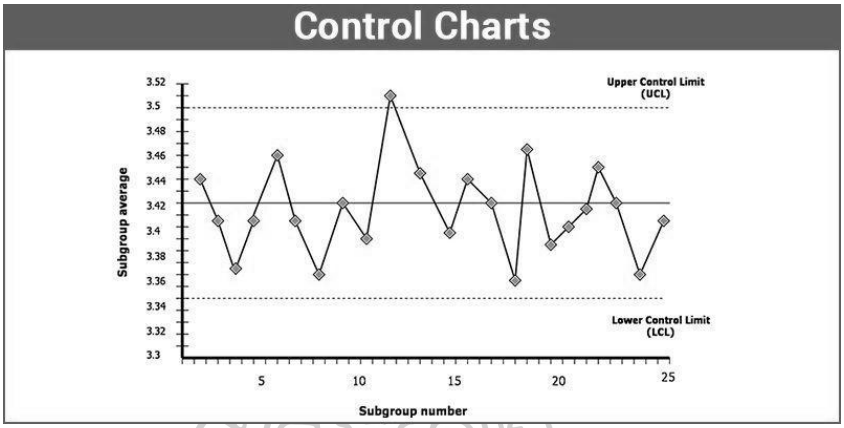
แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram) คือ ผังที่ใช้แสดงค่าของข้อมูลที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว ว่ามีแนวโน้มไปในทางใด เพื่อที่จะใช้หาความสัมพันธ์ที่แท้จริง โดยตัวแปร X คือ ตัวแปรอิสระ หรือค่าที่ปรับเปลี่ยนไป ตัวแปร Y คือ ตัวแปรตามหรือผลที่เกิดขึ้น ในแต่ละค่าที่เปลี่ยนแปลงไปของตัวแปร X แสดงตัวอย่างแผนผังการกระจาย ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ภาพแสดงตัวอย่าง Scatter Diagram

แหล่งที่มา : http://econs.co.th/index.php/2016/07/29/7-qc-tools/

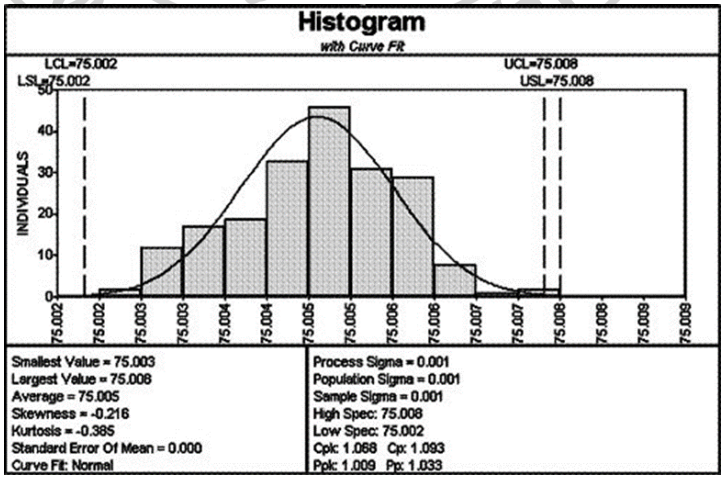
แผนภูมิควบคุม (Control Chart) คือ แผนภูมิที่มีการเขียนขอบเขตที่ยอมรับได้ เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการควบคุมกระบวนการ โดยการติดตามและตรวจจับข้อมูลที่อยู่ออกนอกขอบเขต แสดงตัวอย่างแผนภูมิควบคุมดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 ภาพแสดงตัวอย่าง Control Chart

แหล่งที่มา : https://byjus.com/maths/control-charts/

ฮิสโตแกรม (Histogram) คือ กราฟแท่งแบบเฉพาะ โดยแกนตั้งจะเป็นตัวเลขแสดง “ ความถี่ ” และมีแกนนอนเป็นข้อมูลของคุณสมบัติของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียงลำดับจากน้อย ที่ใช้ ดูความแปรปรวนของกระบวนการ โดยการสังเกตรูปร่างของฮิสโตแกรมที่สร้างขึ้นจากข้อมูลที่ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง แสดงตัวอย่างฮิสโตแกรม ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ภาพแสดงตัวอย่าง ฮิสโตแกรม (Histogram)

แหล่งที่มา : http://econs.co.th/index.php/2016/07/29/7-qc-tools/

2.5 แนวคิดเรื่องการจัดการสต๊อกคงคลังและจุดสั่งซื้อ

การจัดการด้านสต๊อกคงคลัง หรือสต๊อกคงเหลือ (Inventory) ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับธุรกิจ เพราะจัดเป็นสินทรัพย์หมุนเวียนรายการหนึ่งซึ่งกิจการหรือธุรกิจต้องมีไว้เพื่อให้การผลิตสามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น การมีสต๊อกคงคลังมากจนเกินไปอาจทำให้เกิดปัญหาต่อกิจการหรือธุรกิจได้ทั้งเรื่องของต้นทุนในการเก็บรักษาที่สูง สินค้าเสื่อมสภาพ การหมดอายุการใช้งานของอะไหล่บางชนิด ความล้าสมัยตกรุ่น การสูญหายถูกขโมย และเป็นการทำให้เกิดการจมทุนโดยสูญเสียโอกาสในการนำเงินไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินกิจการด้านอื่น ๆ ต่อไป แต่ในทางกลับกันหากกิจการหรือธุรกิจมีการสำรองสต๊อกคงคลังไว้น้อยจนเกินไปก็อาจประสบปัญหาในเรื่องของขาดสต๊อก (Stock Out) ไม่เพียงพอต่อความต้องการในการผลิตซึ่งจะเห็นว่ามีผลกระทบต่อเนื่องต่อการดำเนินงานของกิจการในด้านอื่นๆ ด้วย รวมถึงการสูญเสียโอกาสในการขายสินค้าให้แก่ลูกค้า เป็นการเปิดช่องให้แก่คู่แข่งขัน และอาจจะต้องสูญเสียลูกค้าไปได้ในที่สุด ซึ่งมีผลกระทบต่อภาพลักษณ์ของกิจการในอนาคต ดังนั้น การจัดการกับสต๊อกคงคลัง ซึ่งในที่นี้คือสต๊อกอะไหล่จะต้องมีการกำหนดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมคือไม่มาก หรือน้อยจนเกินไป เพราะการลงทุนในสต๊อกคงคลังนั้นจำเป็นต้องใช้เงินจำนวนมากซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสภาพคล่องของกิจการหรือธุรกิจได้

2.5.1 ความหมายของสต๊อกคงคลังและการบริหารด้านคงคลัง

สต๊อกคงคลัง (Inventory) หมายถึง วัสดุหรือสิ่งอื่นใดต่าง ๆ ที่เก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในการดำเนินงาน อาจเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานด้านการผลิต ด้านการขาย หรือการดำเนินงานด้านอื่น ๆ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้เป็น 4 ประเภทคือ

2.5.1.1 วัตถุดิบ (Raw Material) คือ สิ่งของหรือชิ้นส่วนที่ซื้อมาใช้ในการผลิต

2.5.1.2 งานระหว่างทำ (Work-in-Process) คือ ชิ้นงานที่อยู่ระหว่างการผลิต หรือรอคอยที่จะผลิต โดยที่ผ่านกระบวนการผลิตยังไม่ครบทุกขั้นตอน

2.5.1.3 วัสดุซ่อมบำรุง (Maintenance/Repair/Operating Supplies) คือ ชิ้นส่วนหรืออะไหล่เครื่องจักรที่สำรองไว้เผื่อเปลี่ยนเมื่อชิ้นส่วนเดิมชำรุดเสียหาย หรือหมดอายุการใช้งาน

2.5.1.4 สินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods) คือ ปัจจัยการผลิตที่ผ่านทุกกระบวนการผลิตครบถ้วนพร้อมที่จะขายให้แก่ลูกค้า

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบสต๊อกอะไหล่ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับสต๊อกคงคลังประเภทแรก นั่นคือ สต๊อกคงคลังที่เป็นวัตถุดิบ เป็นส่วนใหญ่

2.5.2 เทคนิคการจัดการสต๊อกคงคลัง (คำนาย อภิปรัชญาสกุล, 2537)

การจัดการสต๊อกคงคลังเป็นการจัดการปริมาณหรือมูลค่าของสต๊อกในแต่ละช่วงเวลาให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดความสมดุลของรายการอะไหล่ในแต่ละรายการ ในปริมาณที่เพียงพอ และทันต่อความต้องการทั้งของฝ่ายผลิตที่จะต้องนำอะไหล่และส่วนประกอบไปทำการผลิต และทันต่อความต้องการลูกค้าที่รอสินค้าที่ได้ทำการผลิตนั้น ซึ่งเป็นการสร้างยอดขายและรักษาระดับของส่วนแบ่งทางตลาดไว้ หากอะไหล่หรือส่วนประกอบต่าง ๆ มีไม่เพียงพอหรือทันต่อความต้องการ ก็ย่อมส่งผลกระทบต่อยอดขายและส่วนแบ่งตลาดด้วย นอกจากนี้ต้องสามารถลดระดับการลงทุนในสต๊อกให้มีปริมาณต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง ซึ่งมีความสำคัญและมีประโยชน์มาก การจัดการสต๊อกคงคลังให้มีประสิทธิภาพสูงสุดที่นิยมใช้ ได้แก่ การวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis)

การวิเคราะห์แบบเอบีซี (ABC analysis) เป็นการจัดการสต๊อกคงคลังให้มีประสิทธิภาพมีหลายเทคนิค เทคนิควิธีหนึ่งที่นิยมก็คือ วิธี ABC analysis ซึ่งกำหนดให้ธุรกิจให้ความสำคัญและสนใจในการควบคุมกับรายการในสต๊อกประเภทใดบ้าง

วิลเฟรโด พาเรโต (Vilfredo Pareto) นักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลีได้ทำการศึกษาพบว่ามีสินค้าจำนวนไม่กี่ชนิดที่มีการแบ่งเป็นสัดส่วน (proportion) อย่างมีนัยสำคัญ และสินค้าบางอย่างที่มีการขายแล้วได้รายได้สูงสุด กับบางอย่างที่ขายได้จำนวนมากที่สุด นั่นคือ สินค้าจำนวนน้อยรายการที่มีมูลค่าสูง การควบคุมสินค้าคงคลังที่มีมูลค่าสูงและมูลค่าต่ำโดยวิธีเดียวกันจะเสียค่าใช้จ่ายสูง ขณะเดียวกันถ้าสั่งซื้อรายการประเภทที่มีมูลค่าต่ำครั้งละเป็นจำนวนมาก และหากการควบคุมรายการประเภทนี้แบบไม่รัดกุมจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก และถ้าสั่งซื้อรายการประเภทที่มีมูลค่าสูงครั้งละน้อย ๆ และควบคุมอย่างเข้มงวดจะประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากขึ้นเช่นกัน

ในการจัดการสต๊อกคงคลัง ถ้ารายการใดมีมูลค่าสูง จะต้องมีการจัดการและควบคุมอย่างใกล้ชิด โดยปกติแล้วจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ชั้น (class) คือ A, B และC หรือที่เรียกว่า “ระบบ ABC” ซึ่งมีหลักเกณฑ์ว่า รายการใดที่มีจำนวนน้อยในกลุ่มจะมีมูลค่ามากที่สุด ระบบนี้นิยมใช้มากที่สุดในการจัดการผลิตและการควบคุมสินค้าคงคลัง ตามระบบ ABC จะแบ่งเป็น 3 ขั้น ดังต่อไปนี้

กลุ่ม A มีมูลค่าสูงที่สุดแต่มีจำนวนน้อยรายการ ประมาณร้อยละ15 - 20 ของรายการทั้งหมด (Total items) แต่มูลค่ามีประมาณร้อยละ 75 – 80 ของมูลค่าทั้งหมด (Total Value)

กลุ่ม B มีมูลค่าปานกลาง มีจำนวนสินค้าประมาณร้อยละ 30 – 40 ของรายการทั้งหมด มีมูลค่าประมาณร้อยละ 15 ของมูลค่าทั้งหมด

กลุ่ม C มีมูลค่าต่ำ แต่มีจำนวนรายการประมาณร้อยละ 40 – 50 ของรายการทั้งหมด และมีมูลค่าประมาณร้อยละ 5 – 10 ของมูลค่าทั้งหมดเท่านั้น

การแบ่งเป็นกลุ่ม ABC เป็นการแบ่งตามความเหมาะสม บางธุรกิจอาจแบ่งเป็น D เพิ่มอีกกลุ่มก็ได้ หรือแยกกลุ่ม A เป็น AA, AAA หรือภายในกลุ่ม A แบ่งเป็น AB ภายในอีกด้วย

ระบบนี้เป็นวิธีการจำแนกรายการในคงคลังออกเป็นแต่ละประเภทโดยพิจารณาปริมาณและมูลค่าของรายการในคงคลังแต่ละรายการเป็นเกณฑ์ เพื่อลดภาระในการดูแล ตรวจนับและควบคุมสต๊อกคงคลังที่มีอยู่มากมาย ซึ่งถ้าควบคุมทุกรายการอย่างเข้มงวดเท่าเทียมกัน จะเสียเวลาและค่าใช้จ่ายมากเกินความจำเป็น การวิเคราะห์เป็นกระบวนการวิเคราะห์เพื่อช่วยในการจัดการในด้านสต๊อกคงคลังเป็นส่วน ๆ และการลงทุน โดยเป็นเทคนิคที่ช่วยตัดสินใจ เพื่อให้มั่นใจว่ามีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิผล

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกษม รุ่งเรือง ได้จัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันในอุตสาหกรรมรีเลย์ โดยใช้โรงงานตัวอย่างซึ่งผลิตรีเลย์ในประเทศไทยเป็นกรณีศึกษา จากการศึกษาพบว่า โรงงานตัวอย่างไม่มีระบบการจัดการการซ่อมบำรุง โดยจะทำการซ่อมบำรุงรักษาก็ต่อเมื่อมีเครื่องจักรหยุดทำงานในหน้างานเท่านั้น งานวิจัยนี้จึงได้เสนอระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร และได้นำระบบไปปฏิบัติและทำการเปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุง ค่า MTBF เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเป็น 215.42 % จากเดิมค่า MTTR ลดลงโดยเฉลี่ย 73.91 % จากเดิมค่าความพร้อมใช้ของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยเป็น 18.67 % และอัตราการชำรุดลดลง 35.89% (เกษม รุ่งเรือง, 2552)

ญาณาธิป จิตร์หาญ ได้ศึกษาปัจจัยของความสำเร็จ (Critical Success Factor) ในการประยุกต์ใช้กิจกรรมการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance, TPM) ได้คิดเลือกเครื่องมือวิจัยซึ่งเป็นแบบสอบถามเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยแห่งความสำเร็จในการทำ TPM ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยหลัก คือเสหลักทั้ง 8 ต้น และปัจจัยรองของเสาหลักทั้ง 8 จาดนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้โดยใช้กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์(Analytical Hierarchy Process, AHP) เพื่อหาลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จ จากการศึกษาพบว่าภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษานั้นได้ให้ความสำคัญกับเสาต้นที่ 2 การบำรุงรักษาด้วยตนเองมากที่สุด ลำดับที่ 2 ได้แก่ เสาต้นที่ 1 การปรับปรุงเฉพาะเรื่องเพื่อการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ลำดับที่ 3 ได้แก่ เสาต้นที่ 3 การดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาตามเป็น ลำดับที่ 5 ได้แก่ เสาต้นที่8 การควบคุมเกี่ยวกับความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ลำดับที่ 6 ได้แก่เสาต้นที่ 4 การดำเนินกิจกรรมบำรุงรักษาคุณภาพ ลำดับที่

7 ได้แก่เสาต้นที่ 5 การดำเนินกิจกรรมการควบคุมดูแลขั้นต้นแลพลำดับสุดท้ายได้แก่ เสาต้นที่ 7 การปรับปรุงประสิทธิภาพทางฝ่ายสำนักงาน ในส่วนของปัจจัยรองของปัจจัยแห่งความสำเร็จ 10 อันดับแรกที่กลุ่มตัวอย่างได้ให้ความสำคัญเรียงตามลำดับดังต่อไปนี้ คือ ความมุ่งมั่นของผู้บริหารระดับสูง ความเอาใจใส่ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรของพนักงานในฝ่ายผลิต การผลักดันกิจกรรมของเครื่องจักรต้นแบบ การจัดสรรเวลาในการทำกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง การซ่อมแซมจะต้องได้รับการตอบสนองโดยเร็ว ระบบการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ของเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพ การติดตามความคืบหน้าของการทำ KAIZEN ที่มีประสิทธิผลการเสริมสร้างบรรยากาศให้พนักงานมีการพัฒนาตนเอง ความชัดเจนในการวิเคราะห์ต้นทุนและความสูญเสียและการจัดทำแผนการฝึกอบรม ผลการศึกษาที่ได้ทำให้ทราบถึงลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ TPM (ญาณาธิป จิตร์หาญ, 2553)

ธีระศักดิ์ พรหมเสน ได้ศึกษาการลดเวลาสูญเสียที่เกิดจากปัญหาการขัดข้องและความเสียหายของเครื่องจักร ในระหว่างการผลิตและกำหนดงานบำรุงรักษาให้กับเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่างอาศัยหลักการบำรุงรักษา ด้วยทฤษฎีการบำรุงรักษาตามสภาพแนวทางการศึกษาเริ่มจากการคัดเลือกและวิเคราะห์เครื่องจักรตามความวิกฤติและวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการผลิตโรงงานผลิตเครื่องดื่ม เพื่อนำมาหาสาเหตุ ขัดขัดข้อง ของชิ้นส่วน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ อาการขัดข้อง และผลกระทบ(FMEA) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ด้วยทฤษฎีการบำรุงรักษาตามสภาพ เพิ่มค่าอัตราการเดินเครื่องจักร (Machine Availability)ของกระบวนการผลิตโรงงานผลิตเครื่องดื่ม โดยภายหลังจากการปรับปรุงสามารถเพิ่มค่าความพร้อมการใช้งานเครื่องจักร (Machine Availability)จาก 84.57 % / เดือน เป็น 96.45 %/เดือน ค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (Mean Time to Repair :MTTR) ลดลง 20.06 ชั่วโมง/เดือน เป็น 4 ชั่วโมง/เดือน ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Mean Time Between Failures : MTBF) ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 101.12 ชั่วโมง/เดือนเป็น 121.12 ชั่วโมง/เดือน และมูลค่าการสูญเสียรวมค่าเฉลี่ยลดลงจาก 721,852 บาท/เดือนเป็น 418,254.77 บาท/เดือน (ธีระศักดิ์ พรหมเสน, 2556)

ภาคินัย มนปราณีต และ เกรียงไกร ไวกาญน์ ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาต้นแบบของระบบซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) ในกลุ่มเครื่องจักรที่สำคัญของโรงงานตัวอย่าง ซึ่งนำทฤษฎีและแนวทางของระบบ TPM มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาตามแนวทาง 8 เสาหลัก เพื่อพัฒนาและวางแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร ประกอบด้วย การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง การบำรุงรักษาด้วยตนเอง และการฝึกอบรมจาก ผลการวิจัยพบว่า การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรที่สำคัญในกระบวนการผลิตอาหารทะเลแปรรูป สามารถเพิ่มค่า OEE ของกลุ่มเครื่องจักรตัวอย่างได้ โดยก่อนการปรับปรุง มีค่าอยู่ที่ 54.16%, 67.54% และ 58.54%

และหลังการปรับปรุงด้วยกิจกรรม การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง การทาความสะอาด และการแก้ไขปัญหาด้วยการติด Tag-TPM สามารถเพิ่มค่า OEE ขึ้นเป็น 57.18%, 69.35 % และ 78.95% โดยรวมสรุปได้ว่า สามารถเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) ของกลุ่มเครื่องจักรตัวอย่างขึ้น 4.58 % (ภาคินัย มนปราณีต & เกรียงไกร ไวกาญน์, 2555)

ธีรพงษ์ ขันทอง ได้เสนอเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรในสถานีบริการก๊าซธรรมชาติแห่งหนึ่ง โดยใช้หลักการการบำรุงรักษาทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) และแนวทางการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Factory Management) มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยการกำหนดแผนการบำรุงรักษาด้วยตนเอง การกำหนดมาตรฐานการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน โดยวัดผลจากค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร อัตราการใช้งานของเครื่องจักร และเวลาการตรวจเช็คสภาวะพื้นฐานเครื่องจักรประจำวัน ผลการดำเนินงานพบว่าเครื่องจักรมีค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 93.72 เป็นร้อยละ 99.56 ค่าอัตราการใช้งานของเครื่องจักร (Inherent Availability) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 99.20 เป็นร้อยละ 99.63 และเวลาในการตรวจเช็คสภาวะพื้นฐานและทาความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน (Daily Inspection) ลดลงจาก 40 นาที เป็น 19.48 นาที หรือลดลงร้อยละ 51.30 (ธีรพงษ์ ขันทอง, 2558)

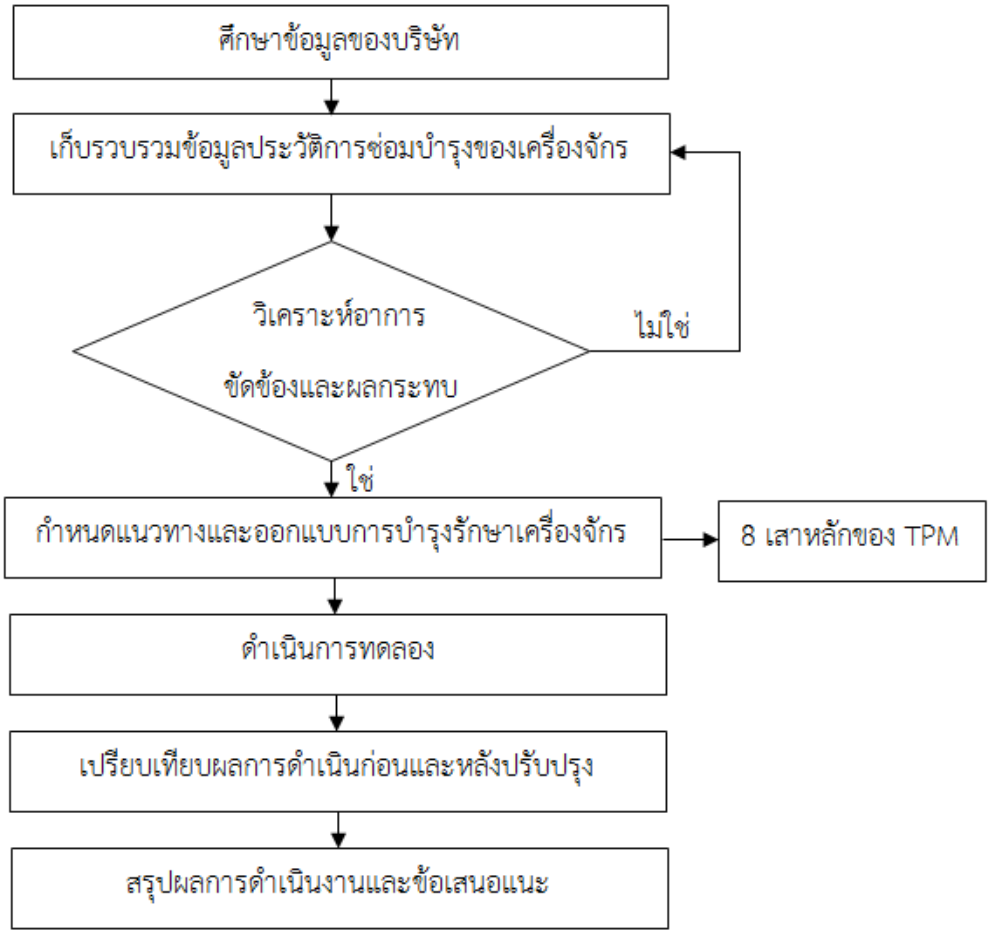
ภีม พรประเสริฐ และคณะ ได้ศึกษาการใช้หลักการบำรุงรักษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาการหยุดฉุกเฉินของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตกระเป๋าของ บริษัทอุตสาหกรรมไหมไทย จำกัด โดยศึกษากลุ่มเครื่องจักร 4 ชนิด ได้แก่ Cutting Machine Sewing Machine Pressing Machine และ Nearly Machine จากการศึกษาพบว่า เครื่องจักรในกลุ่ม Sewing Machine เป็นเครื่องจักรที่มีความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดฉุกเฉินมากที่สุด โดยใช้แผนผังสาเหตุ และผลวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดทำคู่มือและแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จากนั้นจัดบรมพนักงาน ตลอดจนนำไปปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้ ผลจากการทดลองพบว่า ค่าระยะเวลาเดินเครื่องเฉลี่ย ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 7.42 ชม. เป็น 11.22 ชม. คิดเป็นร้อยละ 51.12 ค่าเฉลี่ยของการซ่อมแซม ก่อนและหลังการปรับปรุงมีค่าเท่าเดิม ความถี่การเสียเฉลี่ยลดลงจาก 30.25 ครั้ง เป็น 18 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 40.49 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 84.38 เป็นร้อยละ 92.22 ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 58.15 เป็นร้อยละ 76.69 และอัตราการหยุดฉุกเฉินของกลุ่มเครื่องจักรลดลงจากร้อยละ 3.51 เหลือร้อยละ 2.22 (ภีม พรประเสริฐ et al., 2560)

จันทร์ฑา นาควชิรตระกูล และ มาโนช จันทร์ครุฑ จากการศึกษาพบปัญหาการหยุดชะงักของระบบผลิตน้ำเย็นส่งผลทำให้กระบวนการผลิตต้องหยุดทั้งโรงงาน จึงได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการบำรุงรักษาที่มุ่งเน้นความเชื่อถือได้เป็นสำคัญ (Reliability Centered Maintenance: RCM) เพื่อกำหนดภารกิจซ่อมบำรุงที่จำเป็นสำหรับแต่ละชิ้นส่วนองค์ประกอบย่อยที่มีอิทธิพลต่อหน้าที่ที่สำคัญของระบบจำนวน 59 ภารกิจ ในขณะที่การออกแบบระบบการซ่อมบำรุงเดิมที่ใช้เพียงประสบการณ์ในการคาดคะเนแผนบำรุงรักษามีรายการบำรุงรักษาเพียง 16 ภารกิจ ถึงแม้การบำรุงรักษาตามแผนใหม่ที่มีมากกว่าภารกิจบำรุงรักษาตามแผนเดิม แต่กลับมีความต้องการเวลาการบำรุงรักษาเชิงรุกที่น้อยกว่าเดิมถึง 38.28% รวมถึงผลจากการปรับปรุงระบบควบคุมแรงดันน้ำให้คงที่ในภารกิจการออกแบบใหม่ เป็นผลทำให้ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรอุปกรณ์และประสิทธิภาพโดยรวมของระบบทำน้ำเย็นเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งแสดงด้วย เวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหาย (Mean time between failure: MTBF) ของระบบผลิตน้ำเย็นเพิ่มขึ้น 141.87% ลดจำนวนครั้งการหยุดชะงักจากระบบท่อส่งน้ำแตกได้ 100% จำนวนครั้งของปัญหาคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปัญหาของระบบทำน้ำเย็นลดลง 43.71% จำนวนครั้งของปัญหาระดับอุณหภูมิน้ำเย็นไม่เป็นไปตามที่กำหนดลดลง 70.37% และสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบส่งน้ำจาก 30,240 บาท เหลือเพียง 21,168 บาทต่อเดือน (จันทร์ฑา นาควชิรตระกูล & มาโนช จันทร์ครุฑ, 2558)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสามารถวิเคราะห์อาการผิดปกติและผลกระทบของความเสียหายของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง เพิ่มเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายของเครื่องจักรและจัดทำแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลของบริษัท

3.1.1 ประวัติความเป็นมาของบริษัท

บริษัทตัวอย่าง เป็นหนึ่งในผู้ประกอบการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยมีผลิตภัณฑ์คือ ดรัมเบรก (ก้ามเบรก) และผ้าเบรกดิสเบรก ซึ่งได้รับการส่งเสริมการลงทุนจากสำนักส่งเสริมการลงทุน (BOI) ด้านวิจัยและพัฒนา บริษัทดำเนินธุรกิจมานานกว่า 22 ปี เป็นบริษัทอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มีการจำหน่ายสินค้าทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9002 ซึ่งเป็นระบบบริหารงานคุณภาพ จาก SGS Thailand ISO/TS 16949 ซึ่งเป็นระบบมาตรฐานอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ จากสถาบัน TÜV Rheinland และISO 14001 ซึ่งเป็นระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันบริษัทตัวอย่างมีพนักงานรวมกว่า 700 คน มียอดการผลิตที่จำหน่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ ปีละ 2,500,000 ชุด/ปี

ดรัมเบรก (ก้ามเบรก) ดิสก์เบรก

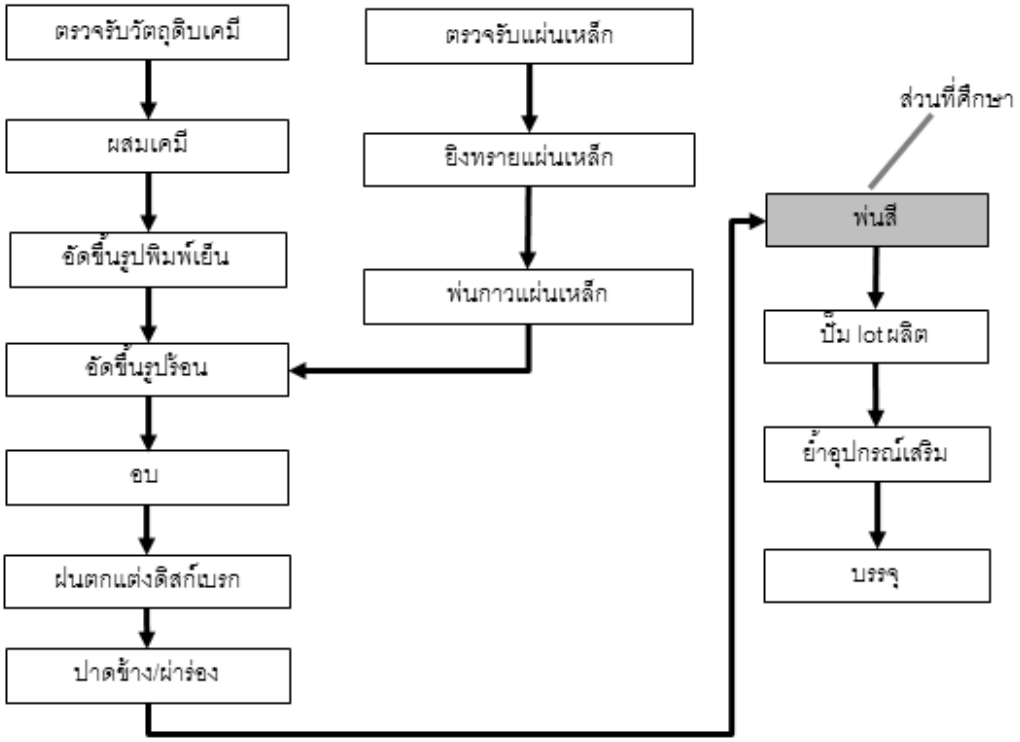
รูปที่ 15 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของบริษัท

ที่มา : https://www.compact-brake.com/product-detail/2

3.1.2 ผังกระบวนการผลิตผ้าเบรกดิสก์เบรก

โดยกระบวนการที่ศึกษาได้แก่ กระบวนการผลิตผ้าเบรกดิสก์เบรก เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มียอดการผลิตสูงทำให้เครื่องจักรมีความสำคัญกับกระบวนการผลิตเป็นอย่างมาก ซึ่งกระบวนการผลิตเริ่มต้นจากฝ่ายวางแผนการผลิตวางแผน เพื่อสั่งซื้อวัตถุดิบเคมีเข้ามาทำการผลิต จากนั้นส่งแผนไปแผนกเคมี โดยแผนกเคมีจะผสมเคมีตามแผนที่วางไว้ และส่งเคมีที่ผสมแล้วให้กับแผนกพิมพ์เย็น โดยแผนกพิมพ์เย็นจะนำผงเคมีที่ได้มาอัดขึ้นรูป แล้วส่งชิ้นงาน (พิมพ์เย็น) ไปแผนกพิมพ์ร้อน แล้วแผนกพิมพ์ร้อนจะนำชิ้นงาน (พิมพ์เย็น) มายึดติดกับแผ่นเหล็กที่ทากาวแล้วโดยผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อให้กาวและเนื้อเคมียึดติดกัน จากนั้นจะนำชิ้นงานที่ได้ไปอบที่เครื่องอบ หลังจากที่อบเสร็จเรียบร้อยแล้วชิ้นงานจะถูกส่งต่อมาที่แผนกฝนตกแต่งเพื่อทำการขัดฝนชิ้นงานให้ได้ตามรูปแบบที่ต้องการ ซึ่งประกอบด้วย การขัดฝนหน้าผ้าเบรก ปาดข้าง (Chamfer) และผ่าร่องชิ้นงาน จากนั้นนำชิ้นงานที่ได้เข้าสู่กระบวนการพ่นสีแผ่นเหล็ก ปั๊ม Lot ผลิต ย้ำอุปกรณ์เสริมและบรรจุเพื่อ

บรรจุชิ้นงาน และจัดเตรียมชิ้นงานไว้เพื่อจัดส่งต่อไป ดังรูปที่ 16 โดยสำหรับส่วนที่ศึกษาในครั้งนี้คือกระบวนการพ่นสีดิสก์เบรก



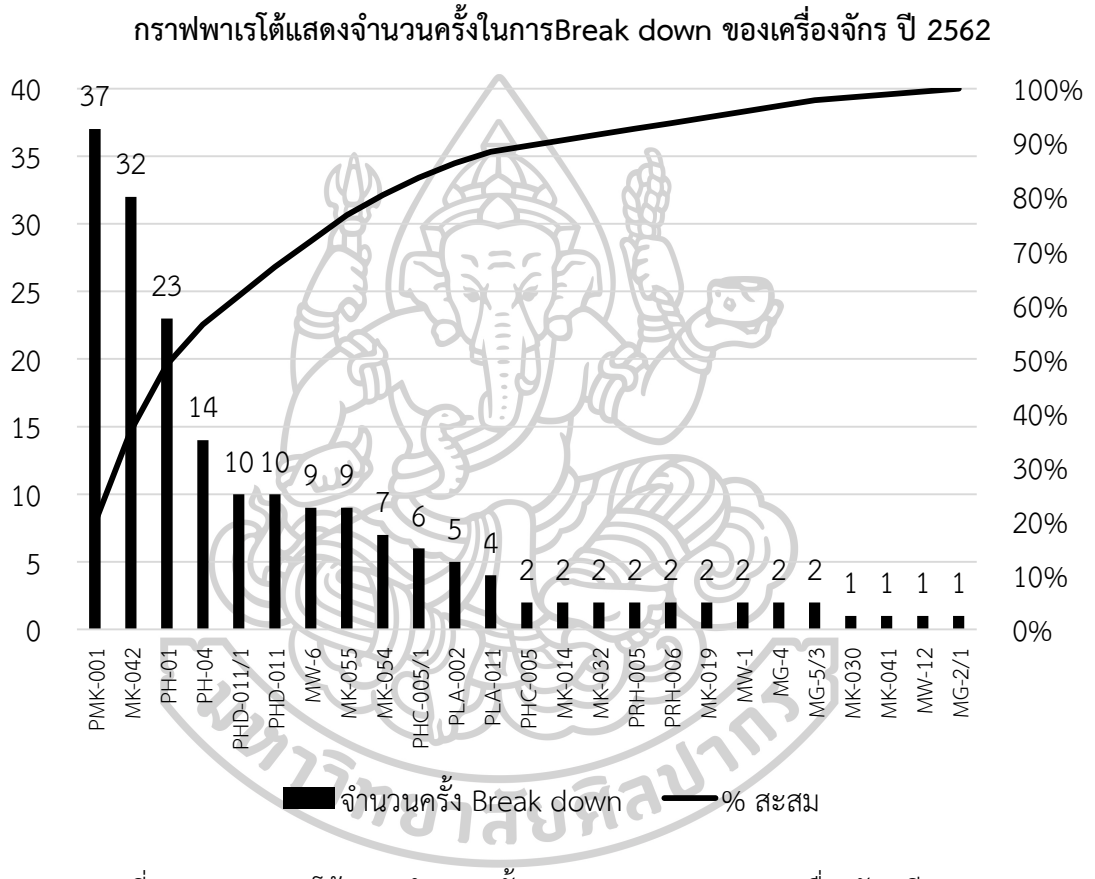
รูปที่ 16 ผังกระบวนการผลิตผ้าเบรกดิสก์เบรกส่วนที่ศึกษา

สำหรับรายละเอียดในส่วนของกระบวนการพ่นสีดิสก์เบรกเริ่มต้นจากพนักงานเรียงชิ้นงานเข้าสู่เครื่องพ่นสีหลังจากนั้นชิ้นงานจะเคลื่อนที่บนสายพานเพื่อเข้าสู่ตู้อบสีซึ่งกระบวนการพ่นสีฝุ่นมีเครื่องพ่นสีเป็นเครื่องจักรหลักและมีเพียงเครื่องเดียวในสายการผลิตจึงได้มีการศึกษาข้อมูลการซ่อมแซมเครื่องจักร

รูปที่ 17 เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงของเครื่องจักร

จากการศึกษาประวัติการซ่อมบำรุงของเครื่องจักรในปี 2562 ของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตทั้งหมด โดยรวบรวมจากข้อมูลการบันทึกประวัติแจ้งซ่อมของเครื่องจักรในโปรแกรม Microsoft excel ของปี 2562 เพื่อนำมาเป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกเครื่องจักรที่น่าสนใจสำหรับนำมาจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันซึ่งรายละเอียดการซ่อมเครื่องจักรในปี 2562 แสดงในรูปที่ 18



รูปที่ 18 กราฟพาเรโต้แสดงจำนวนครั้งการ Break down ของเครื่องจักร ปี 2562

จากกราฟพบว่า ปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร (Break down) ในปี 2562 ส่วนใหญ่เกิดขึ้นกับเครื่องยิงทรายก้ามเบรก (PMK-001) เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก (MK-042) และเครื่องยิงทรายดิสก์เบรก (PH-01) ตามลำดับ ดังภาพที่ 18 และเมื่อพิจารณาความสำคัญของเครื่องจักรแต่ละเครื่องดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า เครื่องพ่นสีดิสก์เบรกมีความสำคัญกับกระบวนการผลิตเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียวในสายการผลิตและมีมูลค่าของเครื่องจักรสูงถึง 7,000,000 บาท จึงควรจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดการหยุดชะงักของเครื่องจักรและเพื่อให้สามารถใช้งานเครื่องจักรได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบเครื่องจักรที่มีจำนวนครั้งในการ Break down สูง

ลำดับ	ชื่อเครื่องจักร	ประเภทเครื่องจักร	กระบวนการผลิต	จำนวนเครื่องจักรในกระบวนการผลิต	มูลค่า (บาท)	จำนวนครั้งการ Break down ปี 62
1	เครื่องยิงทรายก้ามเบรก	2	ก้ามเบรก	5	800,000	37
2	เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก	1	ดิสก์เบรก	1	7,000,000	32
3	เครื่องยิงทรายดิสก์เบรก	2	ดิสก์เบรก	3	750,000	23

3.3 วิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ

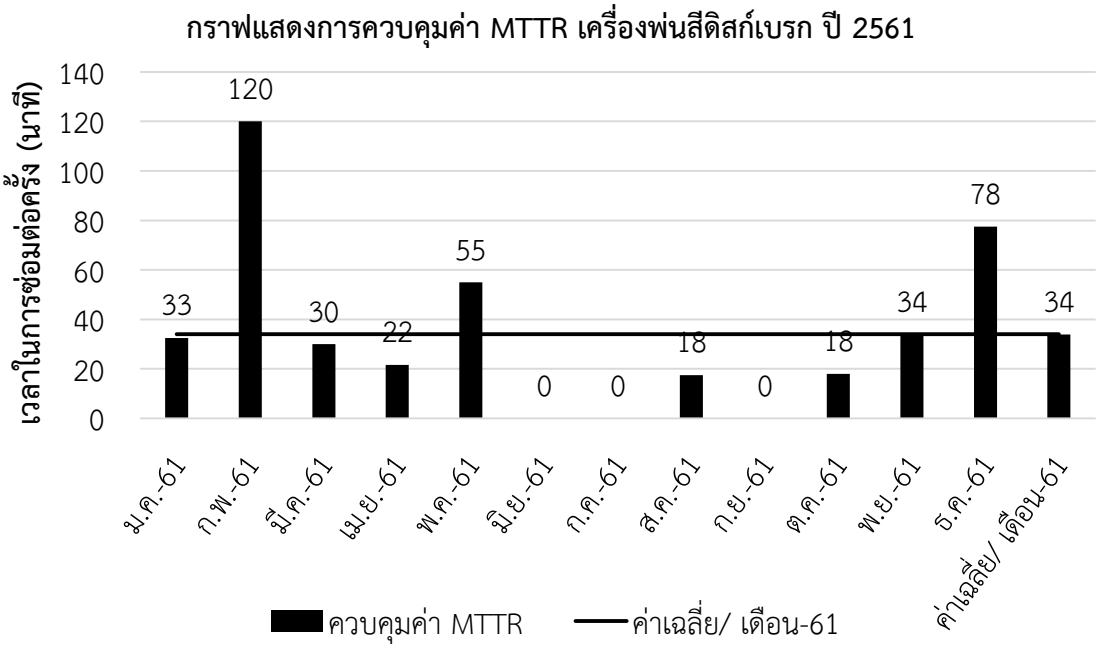
วิเคราะห์ข้อมูลก่อนการปรับปรุงจากข้อมูลการซ่อมบำรุงในปี 2561 และ ปี 2562 ที่เก็บรวบรวมนำมาวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาอากาขัดข้องของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก

3.3.1 วิเคราะห์ข้อมูลค่า MTTR (Mean Time to Repair)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกในปี 2561 และปี 2562 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงมิถุนายน พบว่า ค่า MTTR มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34 นาที/ครั้ง ในปี 2561 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20 นาที/ครั้ง ในปี 2562 อีกทั้งในบางเดือนก็มีค่า MTTR สูงเกินค่าเฉลี่ยมาก ทำให้ทราบว่ามีการใช้เวลาในการซ่อมแซมเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกในแต่ละเดือนแตกต่างกันซึ่งอาจจะมาจากปัญหาอาการขัดข้องที่แตกต่างกันโดยแสดงในตารางที่ 2 กับรูปที่ 19 และตารางที่ 3 กับรูปที่ 20

ตารางที่ 2 การควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2561

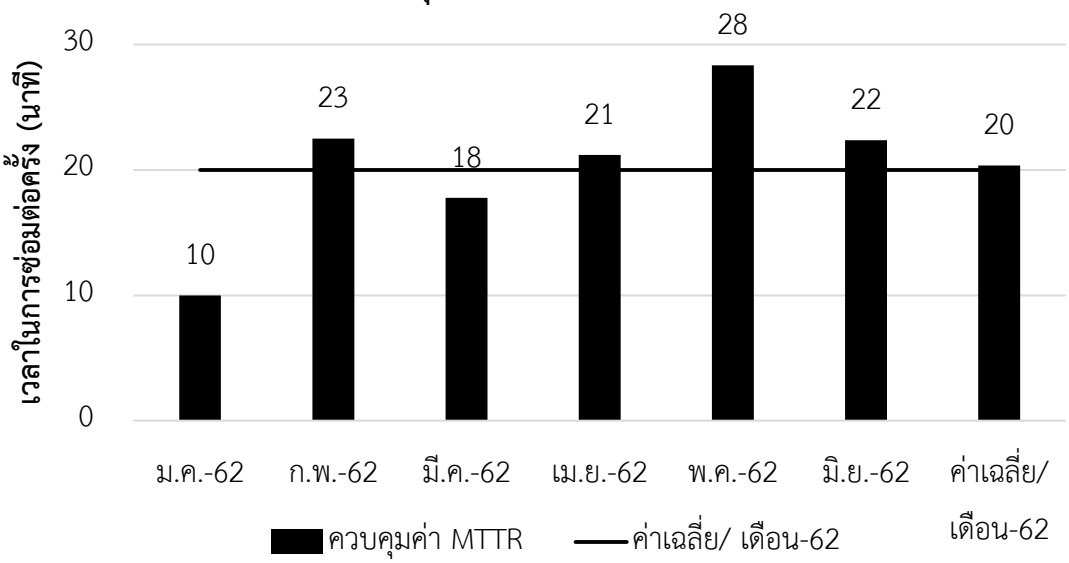
เดือน	ระยะเวลาในการซ่อมเครื่องจักร (นาที)	จำนวนครั้งที่มีการหยุดซ่อม(ครั้ง)	ควบคุมค่า MTTR
ม.ค.	130	4	33
ก.พ.	120	1	120
มี.ค.	30	1	30
เม.ย.	65	3	22
พ.ค.	165	3	55
มิ.ย.	0	0	0
ก.ค.	0	0	0
ส.ค.	35	2	18
ก.ย.	0	0	0
ต.ค.	108	6	18
พ.ย.	238	7	34
ธ.ค.	155	2	78
ค่าเฉลี่ย	87	2	34



รูปที่ 19 กราฟแสดงการควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2561

ตารางที่ 3 การควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562

เดือน	ระยะเวลาในการซ่อมเครื่องจักร (นาที)	จำนวนครั้งที่มีการหยุดซ่อม(ครั้ง)	ควบคุมค่า MTTR
ม.ค.	10	1	10
ก.พ.	45	2	23
มี.ค.	160	9	18
เม.ย.	106	5	21
พ.ค.	85	3	28
มิ.ย.	179	8	0



รูปที่ 20 กราฟแสดงการควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562

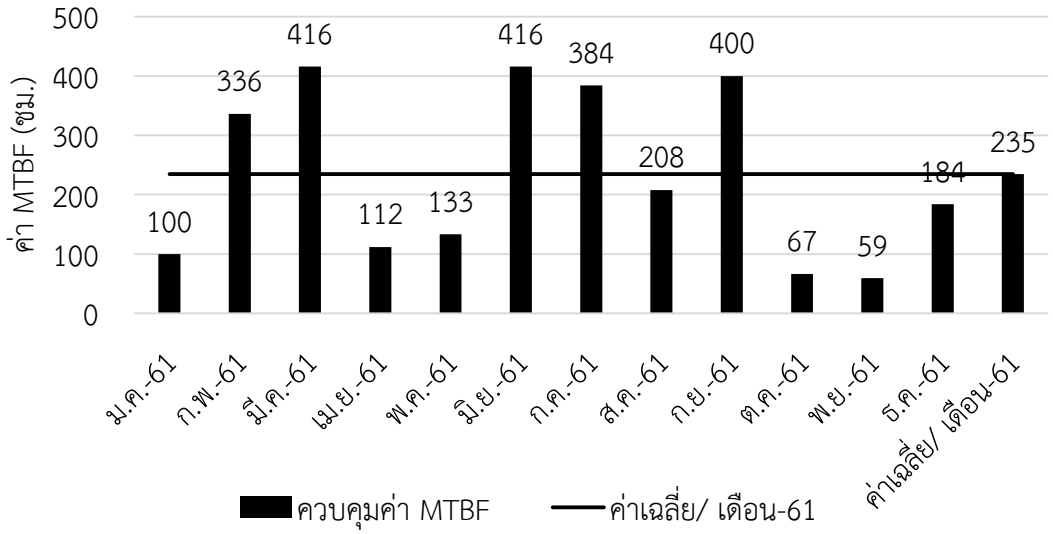
3.3.2 วิเคราะห์ข้อมูลค่า MTBF (Mean time between failures)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกในปี 2561 และปี 2562 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงมิถุนายน พบว่า ค่า MTBF มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 235 ชั่วโมง ในปี 2561 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 146 ชั่วโมง ในปี 2562 อีกทั้งค่า MTBF มีแนวโน้มลดลงปี 2562 ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน ทำให้ทราบว่าค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกลดลงมาจากปัญหาอาการขัดข้องที่บ่อยมากขึ้นดังแสดงในตารางที่ 4 กับรูปที่ 21 และตารางที่ 5 กับรูปที่ 22

ตารางที่ 4 การควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2561

เดือน	จำนวนวันปฏิบัติงาน(วัน)	ระยะเวลาการปฏิบัติงานของเครื่องจักร(ชั่วโมง)	จำนวนครั้งที่มีการหยุดซ่อม(ครั้ง)	ควบคุมค่า MTBF
ม.ค.	25	400	4	100
ก.พ.	21	336	1	336
มี.ค.	26	416	1	416
เม.ย.	21	336	3	112
พ.ค.	25	400	3	133
มิ.ย.	26	416	0	416
ก.ค.	24	384	0	384
ส.ค.	26	416	2	208
ก.ย.	25	400	0	400
ต.ค.	25	400	6	67
พ.ย.	26	416	7	59
ธ.ค.	23	368	2	184
ค่าเฉลี่ย	24	391	2	235

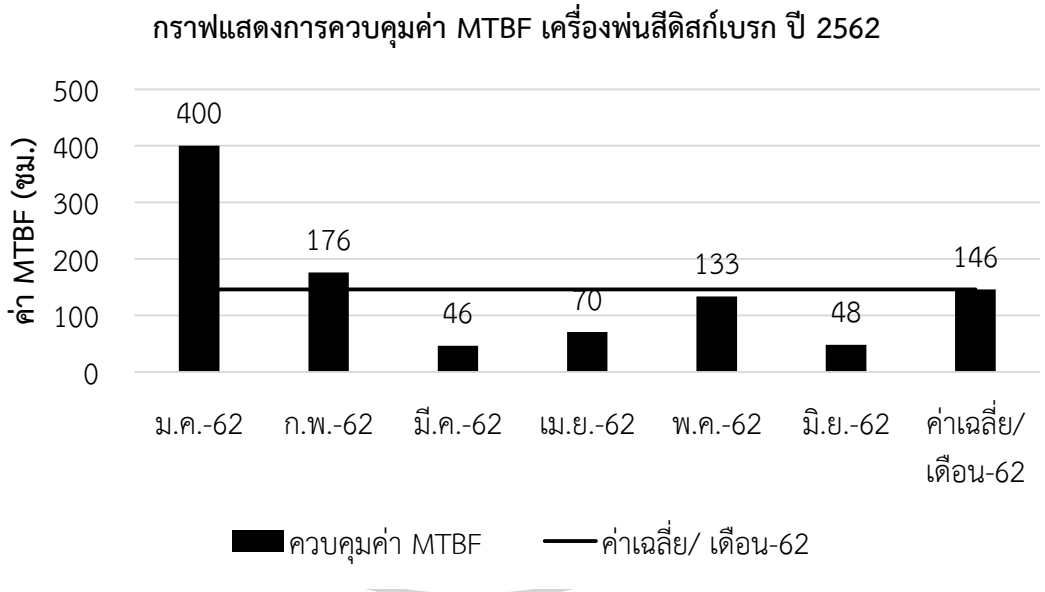
กราฟแสดงการควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2561



รูปที่ 21 กราฟแสดงการควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2561

ตารางที่ 5 การควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562

เดือน	จำนวนวันปฏิบัติงาน(วัน)	ระยะเวลาการปฏิบัติงานของเครื่องจักร(ชั่วโมง)	จำนวนครั้งที่มีการหยุดซ่อม(ครั้ง)	ควบคุมค่า MTBF
ม.ค.	25	400	1	400
ก.พ.	22	352	2	176
มี.ค.	26	416	9	46
เม.ย.	22	352	5	70
พ.ค.	25	400	3	133
มิ.ย.	24	384	8	48
ค่าเฉลี่ย	24	384	5	146



รูปที่ 22 กราฟแสดงการควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562

3.3.3 วิเคราะห์ข้อมูลอาการขัดข้อง

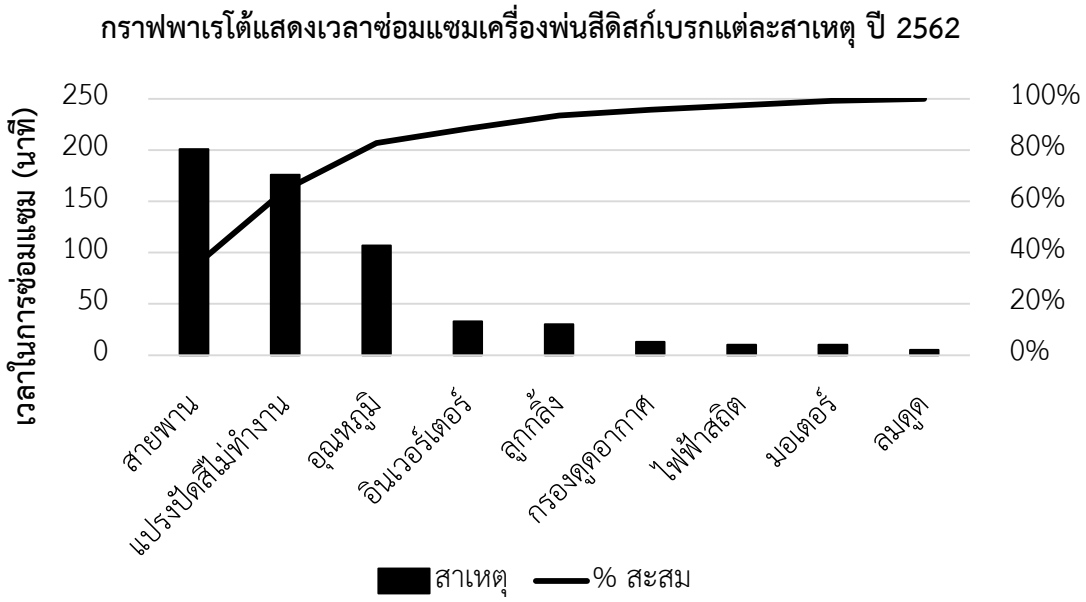
หลังจากวิเคราะห์ค่า MTTR และ MTBF ของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกแล้วในลำดับต่อไปจึงนำข้อมูลอาการขัดข้องของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกในปี 2562 แต่ละปัญหามารวบรวมและวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงโดยเรียบลำดับจากปัญหาที่มีความถี่มากไปน้อยซึ่งจะเห็นได้ว่าโดยส่วนใหญ่เครื่องพ่นสีมีปัญหาอาการขัดข้องเกี่ยวกับสายพานและแปรงปัดสีไม่ทำงาน ดังแสดงในตารางที่ 6 และโดยสามารถสรุปปัญหาได้ในรูปที่ 23 และรูปที่ 24

ตารางที่ 6 ข้อมูลอาการขัดข้องของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562

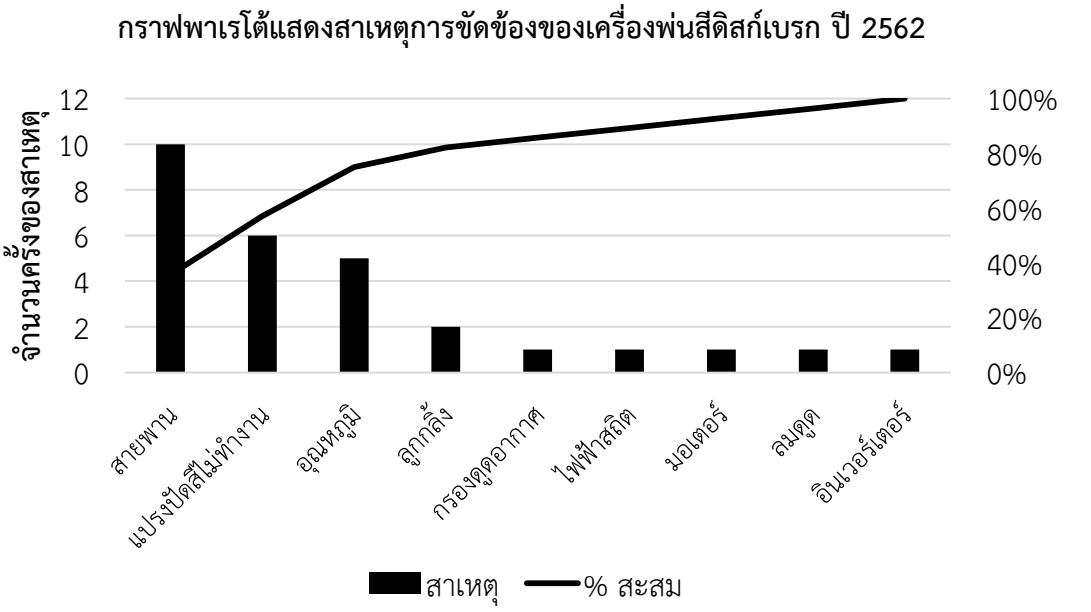
เดือน	ครั้งที่	วันที่	ปัญหาและสาเหตุ	วิธีการแก้ไข	เวลาในการซ่อมแซม (นาที)
1	1	7/1/62	สายพานขาด	เปลี่ยนสายพานไทร์มิ่ง 170 XL	10
2	1	21/2/62	อุณหภูมิสูงเกิน	-	25
2	2	26/2/62	สีติดลูกกลิ้ง	-	20
3	1	1/3/62	ไฟฟ้าสถิต	นำเทปกาวปิดบริเวณที่เป็นโลหะที่เสี่ยงต่อผู้ปฏิบัติงาน	10
3	2	2/3/62	สายพานหย่อน	ปรับตั้งสายพาน	50
3	3	4/3/62	เพลาลูกกลิ้งตัวขับรูด	ถอดเพลาออกมาเชื่อม	10
3	4	6/3/62	สายพานหย่อน	ปรับตั้งสายพาน	15
3	5	6/3/62	อุณหภูมิไม่ได้ตามค่าที่ตั้งไว้	ปรับตั้งและเซ็ทค่าอุณหภูมิใหม่	10
3	9	9/3/62	ลมที่ดูดสีกลับมากเกิน	ปรับลมในการดูดสีกลับใหม่	5
3	7	26/3/62	สายพานไม่เดิน	ปรับตั้งลูกกลิ้งสายพานใหม่	20
3	8	28/3/62	สายพานในห้องเครื่องไม่เดิน	ปรับตั้งสายพานให้ใหม่	27
3	9	30/3/62	กรองดูดอากาศตัน	เป่าทำความสะอาดกรองดูดอากาศ	13
4	1	4/4/62	สายพานไม่เดิน	แก้ไขตัวปรับตั้งระยะสายพานใหม่	30
4	2	9/4/62	สีติดสายพาน	ทำความสะอาดใช้ลมเป่าสายพานและลูกกลิ้ง	18
4	3	19/4/62	มอเตอร์ไหม้	มอเตอร์ขาตั้ง MITSU 5HP 4P 380/6600V	10

ตารางที่ 6 ข้อมูลอาการขัดข้องของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562 (ต่อ)

เดือน	ครั้งที่	วันที่	ปัญหาและสาเหตุ	วิธีการแก้ไข	เวลาในการซ่อมแซม (นาที)
4	4	27/4/62	อุณหภูมิขึ้นสูง	ปรับเซ็ตตัวควบคุมอุณหภูมิ	15
4	5	29/4/62	อินเวอร์เตอร์ไม่ทำงาน	ปรับตั้งค่าอินเวอร์เตอร์ให้อยู่ที่45Hz	33
5	1	4/5/62	สายพานไม่หมุนปรับตั้งสายพานไม่ได้	เปลี่ยนเพลาตัวปรับตั้งสายพานใหม่	7
5	2	7/5/62	ชิ้นงานไหม้อุณหภูมิสูงเกิน	ปรับเซ็ทตัวควบคุมอุณหภูมิ	40
5	3	30/5/62	แปรงปัดทำความสะอาดสายพานลำเลียงมีสีติด	ทำความสะอาดแปรงปัดฝุ่น	38
6	1	6/6/62	สีไม่สุก	ปรับตังตัวควบคุมอุณหภูมิใหม่	17
6	2	11/6/62	แปรงปัดสายพานไม่ติด	เป่าทำความสะอาด	38
6	3	11/6/62	แปรงปัดสีไม่ทำงาน	เปลี่ยนอินเวอร์เตอร์ Fuji TYPE FRN0010C2S-7A	40
6	4	19/6/62	แปรงปัดสายพานไม่ติด	ปรับตั้งระดับแปรงปัดสายพาน	30
6	5	19/6/62	แปรงปัดสีสายพานพ่นสีไม่ทำงาน	ปรับตั้งระดับแปรงปัดสายพานใหม่ รีเซ็ตอินเวอร์เตอร์	3
6	6	20/6/62	แปรงปัดสายพานไม่ติด	ปรับระดับแปรงปัด	27
6	7	27/6/62	สายพานเบียดข้างขอบลูกปืน	ทำการปรับตั้งสายพาน	7
6	8	28/6/62	สายพานหย่อน	ปรับตั้งสายพานใหม่	17



รูปที่ 23 กราฟพาเรโต้แสดงเวลาซ่อมแซมเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกแต่ละสาเหตุ ปี 2562

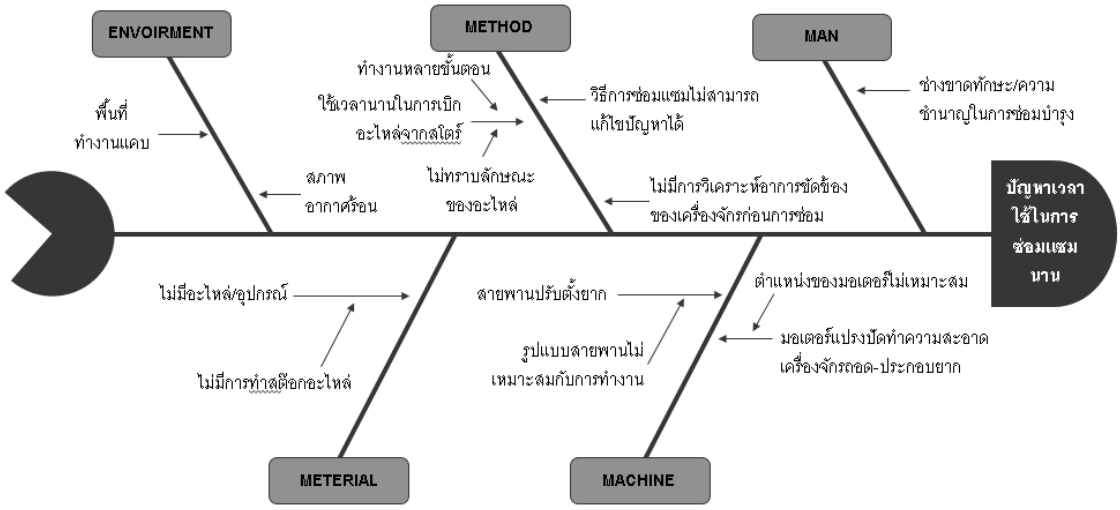


รูปที่ 24 กราฟพาเรโต้แสดงสาเหตุการขัดข้องของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ปี 2562

หลังจากรวบรวมปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักรจึงนำปัญหาเหล่านั้นมาประชุมร่วมกันในทีม TPM ซึ่งทีม TPM ประกอบไปด้วยฝ่ายบริหาร ฝ่ายผลิต ฝ่ายประกันคุณภาพ ฝ่ายบุคคล และฝ่ายพัฒนากระบวนการ เครื่องจักรและแม่พิมพ์ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาอาการขัดข้องต่าง ๆ ของเครื่องจักร

รูปที่ 25 การประชุมทีม TPM เพื่อวิเคราะห์ปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักร

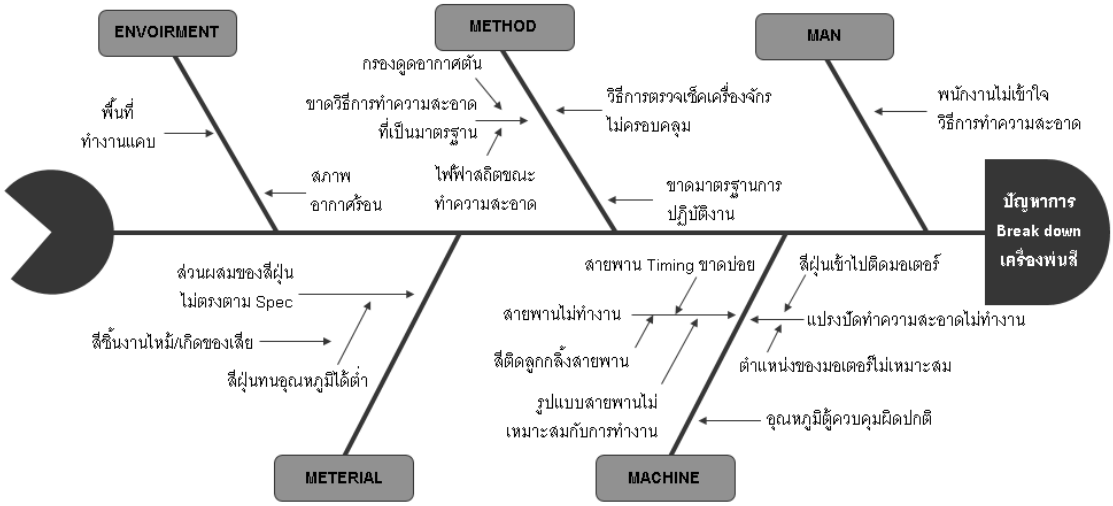
โดยทำการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิเหตุและผลโดยแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ ได้แก่ วิเคราะห์ปัญหาเวลาใช้ในการซ่อมแซมนานของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกดังรูปที่ 26 โดยสามารถสรุปปัญหาและแนวทางการแก้ไขได้ดังตารางที่ 7 และวิเคราะห์ปัญหา Break down ของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกดังรูปที่ 27 โดยสามารถสรุปปัญหาและแนวทางการแก้ไขได้ดังตารางที่ 8 ซึ่งทำการแยกปัญหาโดยแบ่งตามหัวข้อดังนี้ Man Machine Material Method และ Environment



รูปที่ 26 แผนภูมิเหตุและผลในการหาสาเหตุของปัญหาเวลาใช้ในการซ่อมแซมนาน

ตารางที่ 7 สรุปปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาเวลาในการซ่อมแซมนาน

หัวข้อ	สาเหตุ/ปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหา
MAN	1 ช่างขาดทักษะ/ความชำนาญในการซ่อมบำรุง	อบรมให้ความรู้เพื่อเพิ่มทักษะในการซ่อมบำรุง
MACHINE	1 มอเตอร์แปรงปัดทำความสะอาดเครื่องจักรถอด-ประกอบยาก เนื่องจากตำแหน่งไม่เหมาะสม	ย้ายตำแหน่งของมอเตอร์ให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้สีฝุ่นเข้าไปติด
	2 สายพานปรับตั้งยากเนื่องจากรูปแบบสายพานไม่เหมาะสมกับการทำงาน	ออกแบบสายพานใหม่ให้เหมาะสมกับการทำงาน
METHOD	1 วิธีการซ่อมแซมไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้	ระดมสมองเพื่อวิเคราะห์อาการขัดข้องร่วมกันก่อนการซ่อม
	2 ไม่มีการวิเคราะห์อาการขัดข้องของเครื่องจักรก่อนการซ่อม	ระดมสมองเพื่อวิเคราะห์อาการขัดข้องร่วมกันก่อนการซ่อม
	3 ใช้เวลานานในการเบิกอะไหล่จากสโตร์เนื่องจากทำงานหลายขั้นตอน	สำรองอะไหล่ที่ใช้งานบ่อยไว้ที่หน่วยงานซ่อมบำรุง
	4 ใช้เวลานานในการเบิกอะไหล่จากสโตร์เนื่องจากไม่ทราบลักษณะของอะไหล่	จัดทำคู่มือชนิดของอะไหล่แต่ละประเภท
METERIAL	1 ไม่มีอะไหล่/อุปกรณ์เนื่องจากไม่มีการทำสต๊อกอะไหล่	สำรวจอะไหล่ที่จำเป็นและจัดทำสต๊อกอะไหล่
ENVOIRMENT	1 พื้นที่ทำงานแคบ	ขยายพื้นที่การทำงานให้เหมาะสม
	2 สภาพอากาศร้อน	ปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานให้เหมาะสม



รูปที่ 27 แผนภูมิเหตุและผลในการหาสาเหตุของปัญหาการ Break down เครื่องพ่นสี

ตารางที่ 8 สรุปปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการ Break down เครื่องพ่นสี

หัวข้อ	สาเหตุ/ปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหา
MAN	1 พนักงานไม่เข้าใจวิธีการทำความสะอาดเครื่องจักร	จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การทำความสะอาดเครื่องจักร
MACHINE	1 แปรงปัดทำความสะอาดไม่ทำงานเนื่องจากสีฝุ่นเข้าไปติดมอเตอร์	ทำการ์ดป้องกันไม่ให้สีฝุ่นเข้าไปติดที่มอเตอร์
	2 แปรงปัดทำความสะอาดไม่ทำงานเนื่องจากตำแหน่งของมอเตอร์ไม่เหมาะสม	ย้ายตำแหน่งของมอเตอร์ให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้สีฝุ่นเข้าไปติด
	3 สายพานไม่ทำงานเนื่องจากสีติดลูกกลิ้งสายพาน	กำหนดรอบการทำความสะอาดลูกกลิ้งสายพานให้เป็นมาตรฐาน
	4 สายพานไม่ทำงานเนื่องจากสายพาน Timing ขาดบ่อย	ออกแบบสายพานใหม่เพื่อลดภาระการทำงานของสายพาน Timing
	5 สายพานไม่ทำงานเนื่องจากรูปแบบสายพานไม่เหมาะสมกับการทำงาน	ออกแบบสายพานใหม่ให้เหมาะสมกับการทำงาน

ตารางที่ 8 สรุปปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาการ Break down เครื่องพ่นสี (ต่อ)

หัวข้อ	สาเหตุ/ปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหา
METHOD	1 วิธีการตรวจเช็คเครื่องจักรไม่ครอบคลุม	พิจารณาวิธีการตรวจเช็คเครื่องจักรใหม่พร้อมทั้งจัดทำแผนการบำรุงรักษา
	2 ขาดมาตรฐานการปฏิบัติงาน	จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การปฏิบัติงาน
	3 ขาดวิธีการทำความสะอาดที่เป็นมาตรฐานทำให้กรองดูดอากาศตัน	จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การทำความสะอาดเครื่องจักร
	4 ขาดวิธีการทำความสะอาดที่เป็นมาตรฐานทำให้ไฟฟ้าสถิตขณะทำความสะอาด	จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การทำความสะอาดเครื่องจักร
METERIAL	1 ส่วนผสมของสีฝุ่นไม่ตรงตาม Spec ทำให้สีฝุ่นทนอุณหภูมิได้ต่ำส่งผลให้เกิดสีชิ้นงานไหม้/เกิดของเสีย	ตรวจสอบ Spec ของสีฝุ่นก่อนรับวัตถุดิบเข้า
ENVOIRMENT	1 พื้นที่ทำงานแคบ	ขยายพื้นที่การทำงานให้เหมาะสม
	2 สภาพอากาศร้อน	ปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงานให้เหมาะสม

3.4 กำหนดแนวทางและออกแบบการบำรุงรักษาเครื่องจักร

กำหนดแนวทางและออกแบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรขั้นตอนการดำเนินงานตามเสาหลักของ TPM มีดังนี้

ตารางที่ 9 การดำเนินงาน 8 เสาหลักตามหลักของ TPM

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ผู้รับผิดชอบ	เป้าหมาย	บทบาทและหน้าที่
1. การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Individual Improvement)	ผู้จัดการและหัวหน้างานในสายการผลิต	- ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตให้อยู่ระดับสูงสุดอยู่เสมอ - เครื่องจักรเสียเป็นศูนย์และของเสียเป็นศูนย์	- กำจัดความสูญเสีย - คำนวณค่า OEE ของแต่ละสายการผลิตหรือของแต่ละผลิตภัณฑ์พร้อมทั้งทำการตั้งเป้าหมาย - วิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้ OEE ต่ำ - ทำการวิเคราะห์ด้วยหลัก P-M เพื่อกำจัดความเสียหายแบบเรื้อรัง - เฝ้าติดตามว่า แต่ละช่วงเวลาเครื่องจักรควรจะได้รับการ ปรับปรุงอย่างไร
2. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)	ผู้ใช้เครื่องและหัวหน้างานในสายการผลิต	- ผู้ใช้เครื่องมีความรู้และความเข้าใจในกลไกของเครื่อง - ผู้ใช้เครื่องสามารถบำรุงรักษาเครื่องจักรได้ด้วยตนเอง	ปฏิบัติตาม 7 ขั้นตอนของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง 1. การทำความสะอาดแบบตรวจสอบ 2. กำจัดจุดยากลำบากและแหล่งกำเนิดปัญหา 3. การเตรียมมาตรฐานการบำรุงรักษาด้วยตนเอง 4. การตรวจสอบโดยรวม 5. การตรวจสอบด้วยตนเอง 6. การจัดทำเป็นมาตรฐาน 7. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง
3. การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance)	ผู้จัดการและหัวหน้างานในฝ่ายซ่อมบำรุง	- เพิ่มประสิทธิภาพของงานซ่อมบำรุงเพื่อไม่ให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต	- จัดทำแผนการบำรุงรักษาประจำวัน - จัดทำแผนการบำรุงรักษาตามระยะเวลา - จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน - ยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร - ควบคุมการเปลี่ยนชิ้นส่วนตามเวลาที่กำหนด - วิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นและหาทางป้องกัน - ควบคุมการหล่อลื่น

ตารางที่ 9 การดำเนินงานตามเสาหลักของ TPM (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน 8 เสาหลัก	ผู้รับผิดชอบ	เป้าหมาย	บทบาทและหน้าที่
4. การศึกษาและฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะการทำงานและการบำรุงรักษา (Operation and Maintenance Development)	ผู้ใช้เครื่องและพนักงานซ่อมบำรุง	- ยกระดับความสามารถในทางเทคนิคของทั้งผู้ใช้เครื่องและช่างซ่อมบำรุง	ฝึกอบรมในหัวข้อต่อไปนี้ - การบำรุงรักษาเบื้องต้น - การขันแน่นและการปรับแต่ง - การใช้งานของเครื่อง - การบำรุงรักษาแบริ่ง - การบำรุงรักษาระบบส่งกำลัง - การบำรุงรักษาระบบไฮดรอลิกส์และระบบนิวเมติกซ์ - การบำรุงรักษาระบบควบคุมด้วยไฟฟ้า
5. การคำนึงถึงการบำรุงรักษาตั้งแต่ขั้นการออกแบบ (Initial Phase Management)	- ผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนา - วิศวกรการผลิต - วิศวกรซ่อมบำรุง	- พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ดีขึ้น - ออกแบบอุปกรณ์เครื่องไม้เครื่องมือให้ใช้งานได้เร็วขึ้น - ผลิตภัณฑ์ใหม่และเครื่องจักรใหม่ต้องบำรุงรักษาได้ง่าย	- ตั้งเป้าหมายของการออกแบบและพัฒนา - ออกแบบโดยการคำนึงถึงเครื่องจักรที่ต้องทำการผลิตได้ง่าย คุณภาพคงที่ใช้ง่าย บำรุงรักษาได้ง่าย มีความน่าเชื่อถือ - ศึกษาค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของเครื่อง - ทบทวนแบบของผลิตภัณฑ์และเครื่องจักรอยู่เสมอ
6. ระบบการบำรุงรักษาเพื่อคุณภาพ (Quality Maintenance)	- ผู้จัดการฝ่ายประกันคุณภาพ - วิศวกรการผลิต - หัวหน้าสายการผลิต	- เครื่องจักรต้องไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย หรือ "การผลิตของเสียเป็นศูนย์"	- ทบทวนมาตรฐานคุณภาพและข้อกำหนดทางเทคนิคที่ทำไว้กับลูกค้า - ประกันคุณภาพทุกขั้นตอนไม่ว่าจะเป็นกระบวนการ วัตถุดิบ พลังงาน อุปกรณ์หรือวิธีการ - หาสาเหตุที่ทำให้คุณภาพเกิดความผิดปกติ - จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบในจุดต่างๆ ของเครื่องที่มีผลต่อคุณภาพ

ตารางที่ 9 การดำเนินงานตามเสาหลักของ TPM (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน 8 เสาหลัก	ผู้รับผิดชอบ	เป้าหมาย	บทบาทและหน้าที่
7. ระบบการทำงานของฝ่ายบริหารที่ตระหนักถึงประสิทธิภาพการผลิต หรือเรียกว่า TPM ในสำนักงาน (TPM in Office)	- ผู้จัดการและพนักงานในฝ่ายขายและฝ่ายบริหาร	- กำจัดความสูญเสียที่เกิดจากการประสานงานระหว่างฝ่าย - จัดทำงานบริการด้านธุรการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด - สนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้กับฝ่ายผลิต	การบำรุงรักษาด้วยตนเองในสำนักงาน 1. ทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงาน 2. พัฒนากระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพ 3. จัดทำเป็นมาตรฐาน 4. ปรับทัศนคติว่า "ต้องทำทุกอย่างที่ฝ่ายผลิตต้องการ" การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง 1. ลดเวลางานด้านบัญชี 2. ปรับปรุงระบบการจัดส่ง 3. ปรับปรุงระบบจัดซื้อและจัดจ้าง
8. ระบบชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อมภายในโรงงาน (Safety, Hygiene and Working Environment)	-คณะกรรมการมาตรฐานแรงงานของโรงงาน - เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย	- อุบัติเหตุเป็นศูนย์ - พัฒนาคุณภาพชีวิตในการทำงานและความปลอดภัยในโรงงาน	- เก็บข้อมูลและจัดทำสถิติการเกิดอุบัติเหตุ - วิเคราะห์การปฏิบัติงานเพื่อหาขั้นตอนที่อาจเกิดอันตราย - ขจัดมลภาวะในสถานที่ทำงาน - วัดอัตราการอนุรักษ์พลังงาน - ส่งเสริมให้พนักงานมีสุขภาพที่ดีด้วยกิจกรรมต่าง ๆ - สร้างบรรยากาศที่น่าทำงาน

จากแผนภูมิเหตุและผลสามรถเลือกหัวข้อในการปรับปรุงโดยคัดเลือกจากหัวข้อที่มีผลกระทบมากที่สุดและมีความเป็นไปได้ในการนำมาปรับปรุงโดยพิจารณาระดับความพร้อมของแนวทางการแก้ปัญหาจาก 3 หัวข้อ ได้แก่

1) ด้านผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นหลังจากปรับปรุงแก้ไขปัญหา (Impact)

2) ด้านงบประมาณที่ใช้ในการดำเนินการ (Economics)

3) ด้านเทคนิคที่นำมาใช้มีความเป็นไปได้สำหรับแก้ไขปรับปรุง (Technique)

ซึ่งจากการพิจารณาดังกล่าวจะได้คัดเลือกหัวข้อปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาเหตุ/ปัญหา	แนวทางการแก้ไขปัญหา
1. สายพานไม่ทำงานเนื่องจากรูปแบบสายพานไม่เหมาะสมกับการทำงาน	1. ออกแบบสายพานใหม่ให้เหมาะสมกับการทำงาน
2. แปรงปัดทำความสะอาดไม่ทำงานเนื่องจากตำแหน่งของมอเตอร์ไม่เหมาะสม	2. ย้ายตำแหน่งของมอเตอร์ให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้สีฝุ่นเข้าไปติด
3. ไม่มีอะไหล่/อุปกรณ์เนื่องจากไม่มีการสำรองอะไหล่	3. สำรวจอะไหล่ที่จำเป็นและสำรองอะไหล่
4. วิธีการตรวจเช็คเครื่องจักรไม่ครอบคลุม	4. พิจารณาวิธีการตรวจเช็คเครื่องจักรใหม่พร้อมทั้งจัดทำแผนการบำรุงรักษา
5. พนักงานไม่เข้าใจวิธีการทำความสะอาดเครื่องจักร	5. จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การทำความสะอาดเครื่องจักร
6. ขาดวิธีการทำความสะอาดที่เป็นมาตรฐานทำให้กรองดูดอากาศตัน	6. จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การทำความสะอาดเครื่องจักร
7. ช่างขาดทักษะ/ความชำนาญในการซ่อมบำรุง	7. อบรมให้ความรู้เพื่อเพิ่มทักษะในการซ่อมบำรุง
8. วิธีการซ่อมแซมไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้	8. ระดมสมองเพื่อวิเคราะห์อาการขัดข้องร่วมกันก่อนการซ่อม
9. ไม่มีการวิเคราะห์อาการขัดข้องของเครื่องจักรก่อนการซ่อม	9. ระดมสมองเพื่อวิเคราะห์อาการขัดข้องร่วมกันก่อนการซ่อม
10. ขาดมาตรฐานการปฏิบัติงาน	10. จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การปฏิบัติงาน

จากนั้นนำแนวทางการแก้ไขปัญหามาพิจารณาระดับความพร้อมของแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหาเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็นดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การพิจารณาระดับความพร้อมของแนวทางการแก้ปัญหา

แนวทางการแก้ไขปัญหา	ระดับความพร้อมของแนวทางในการแก้ไขปัญหา				
	Impact (1)	Economic (2)	Technique (3)	รวมคะแนน (4)=(1)*(2)*(3)	%
แนวทางที่ 1	3	3	3	27	18%
แนวทางที่ 2	3	2	3	18	12%
แนวทางที่ 3	3	3	3	27	20%
แนวทางที่ 4	3	2	3	18	12%
แนวทางที่ 5	3	1	3	9	6%
แนวทางที่ 6	3	1	3	9	6%
แนวทางที่ 7	3	1	3	9	7%
แนวทางที่ 8	3	1	3	9	7%
แนวทางที่ 9	3	1	3	9	7%
แนวทางที่ 10	3	1	3	9	6%

หมายเหตุ การพิจารณาระดับความพร้อมของแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยให้คะแนน มาก =3 กลาง = 2 และน้อย = 1 ในแต่ละหัวข้อ

จากนั้นจัดกลุ่มของแนวทางการแก้ไขปัญหาโดยนำหลักการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมมาพิจารณาซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ 4 เสาหลัก ได้แก่

เสาหลักที่ 1 การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Specific Improvement)

เสาหลักที่ 2 การดูแลรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)

เสาหลักที่ 3 การบำรุงรักษาตามแผนงาน (Planned Maintenance)

เสาหลักที่ 4 การให้การศึกษาและฝึกอบรม (Education and Training)

โดยการจัดกลุ่มของแนวทางการแก้ไขปัญหาแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การจัดกลุ่มของปัญหาตามหลักของ TPM

แนวทางการแก้ไขปัญหา	ประเภท
แนวทางที่ 1	การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง
แนวทางที่ 2	
แนวทางที่ 3	การบำรุงรักษาตามแผน
แนวทางที่ 4	
แนวทางที่ 5	การบำรุงรักษาด้วยตนเอง
แนวทางที่ 6	
แนวทางที่ 7	การศึกษาและฝึกอบรม
แนวทางที่ 8	
แนวทางที่ 9	
แนวทางที่ 10	

จากนั้นกำหนดขั้นตอนและแผนการดำเนินงานในแต่ละหัวข้อเพื่อกำหนดระยะเวลาในการปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 28 29 30 และ 31

ลำดับ	รายละเอียด	P/A	มิ.ย. -62	ก.ค.-62	ส.ค.-62	ก.ย.-62	ต.ค.-62	พ.ย.-62
1	เลือกเครื่องจักรตัวอย่าง (เครื่องอบพ่นสีดิสก์เบรก)	↔	↔					
2	แต่งตั้งทีมงาน	↔	↔					
3	ศึกษาข้อมูลของเครื่องอบพ่นสีดิสก์เบรก	↔		↔				
4	กำหนดหัวข้อเรื่อง "การปรับปรุง-KAIZEN" และการกำหนดเป้าหมาย 4.1 การย้ายตำแหน่งมอเตอร์แปรงปัดสี 4.2 ออกแบบสายพานใหม่ให้เหมาะสมกับการทำงาน	↔		↔				
5	การวิเคราะห์และออกแบบเพื่อหารูปแบบที่เหมาะสม	↔		↔				
6	การนำการปรับปรุง-KAIZEN มาลงมือดำเนินการ	↔			↔	↔		
7	การยืนยันรับรองผลที่ได้	↔				↔		
8	การทำมาตรการเพื่อป้องกันการกลับคืนสู่สภาวะสภาวะก่อนการปรับปรุง	↔					↔	
9	สรุปผลและการขยายกิจกรรมลักษณะเดียวกันนี้ไปสู่เครื่องจักรอุปกรณ์อื่น	↔						↔

รูปที่ 28 แผนการดำเนินงานการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Specific Improvement)

ลำดับ	รายละเอียด	P/A	มิ.ย. -62	ก.ค.-62	ส.ค.-62	ก.ย.-62	ต.ค.-62	พ.ย.-62
1	เลือกเครื่องจักรตัวอย่าง (เครื่องอบพ่นสีดิสก์เบรก)	↔	↔					
2	แต่งตั้งทีมงาน	↔	↔					
3	กำหนดหัวข้อเรื่อง การปรับปรุงและการกำหนดเป้าหมาย 3.1 จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การทำความสะอาดตู้พ่นสีดิสก์เบรก 3.2 จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การทำความสะอาดหัวพ่นสี 3.3 จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การทำความสะอาดถังพ่นสี	↔		↔				
4	การวิเคราะห์และออกแบบเพื่อหารูปแบบการจัดทำเอกสารที่เหมาะสม	↔		↔				
5	จัดทำเอกสารและอบรม Work Instructions (WI)	↔			↔	↔		
6	พนักงานหน้าเครื่องนำWork Instructions (WI) ไปใช้งาน	↔				↔		
7	การทำมาตรฐานเพื่อป้องกันการกลับคืนสู่สภาวะก่อนการปรับปรุง	↔					↔	
8	สรุปผลและการขยายกิจกรรมลักษณะเดียวกันนี้ไปสู่เครื่องจักร อุปกรณ์อื่น	↔						↔

รูปที่ 29 แผนการดำเนินงานการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)

ลำดับ	รายละเอียด	P/A	มิ.ย. -62	ก.ค.-62	ส.ค.-62	ก.ย.-62	ต.ค.-62	พ.ย.-62
1	เลือกเครื่องจักรตัวอย่าง (เครื่องอบพ่นสีดิสก์เบรก)	↔	↔					
2	แต่งตั้งทีมงาน	↔	↔					
3	กำหนดหัวข้อเรื่อง การปรับปรุงและการกำหนดเป้าหมาย 3.1 การตรวจเช็คและการบำรุงรักษาเครื่องจักร 3.2 การทวนสอบอุณหภูมิเพื่อกำหนดเป็นมาตรฐาน 3.3 การกำหนดค่าควบคุมโปรแกรมเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก 3.4 สำรวจอะไหล่ที่จำเป็นและสำรองอะไหล่	↔		↔				
4	การวิเคราะห์เพื่อกำหนดวิธีการดำเนินงานให้บรรลุตามเป้าหมาย	↔		↔				
5	ดำเนินการปรับปรุง	↔			↔	↔		
6	ตรวจสอบผลหลังการปรับปรุง	↔				↔		
7	การทำมาตรฐานเพื่อป้องกันการกลับคืนสู่สภาวะก่อนการปรับปรุง	↔					↔	
8	สรุปผลและการขยายกิจกรรมลักษณะเดียวกันนี้ไปสู่เครื่องจักร อุปกรณ์อื่น	↔						↔

รูปที่ 30 แผนการดำเนินงานการบำรุงรักษาตามแบบแผน (Planned Maintenance)

ลำดับ	รายละเอียด	P/A	มิ.ย. -62	ก.ค.-62	ส.ค.-62	ก.ย.-62	ต.ค.-62	พ.ย.-62
1	เลือกเครื่องจักรตัวอย่าง (เครื่องอบพ่นสีดิสก์เบรก)	↔	↔					
2	แต่งตั้งทีมงาน	↔	↔					
3	กำหนดหัวข้อเรื่อง การปรับปรุงและการกำหนดเป้าหมาย 3.1 จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การปฏิบัติงาน 3.2 อบรมให้ความรู้เพื่อเพิ่มทักษะในการซ่อมบำรุง	↔		↔				
4	จัดทำเอกสารและเตรียมเนื้อหาเพื่ออบรมให้ความรู้	↔		↔				
5	ดำเนินการอบรม Work Instructions (WI) การปฏิบัติงานและให้ความรู้เพื่อเพิ่มทักษะในการซ่อมบำรุง	↔			↔	↔		
6	ประเมินผลการฝึกอบรม	↔					↔	
7	สรุปผลและการขยายกิจกรรมลักษณะเดียวกันนี้ไปสู่เครื่องจักร อุปกรณ์อื่น	↔						↔

รูปที่ 31 แผนการดำเนินงานการศึกษาและฝึกอบรม (Education/Training)

3.5 **ดำเนินการทดลอง**

ทำการทดลองตามแผนงานและขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละแผนงาน ทั้ง 4 หัวข้อได้แก่ การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Specific Improvement) การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) การบำรุงรักษาตามแบบแผน (Planned Maintenance) และการศึกษาและฝึกอบรม (Education/Training) พร้อมทั้งเก็บบันทึกผลข้อมูลต่าง ๆ จากการทดลอง

3.6 **เปรียบเทียบผลการดำเนินก่อนและหลังปรับปรุง**

หลังจากดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลตามแผนการดำเนินงานทั้ง 4 แผน จากนั้นนำผลที่ได้ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงนำมาเปรียบเทียบเพื่อวัดผลการดำเนินงานวิจัย เพื่อนำมาประเมินผลประสิทธิภาพของการจัดทำแผนการบำรุงรักษาทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วมหรือ TPM (Total Productive Maintenance) ของงานวิจัย

3.7 **สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ**

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย เสนอแนะข้อมูลและวิจารณ์ผลงานวิจัย เพื่อวัดผลของงานวิจัย และเสนอแนวทางในการพัฒนาการจัดทำแผนการบำรุงรักษาทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม หรือ TPM (Total Productive Maintenance) ไปยังเครื่องจักรอื่น ๆ ที่มีความสำคัญกับกระบวนการผลิต

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4

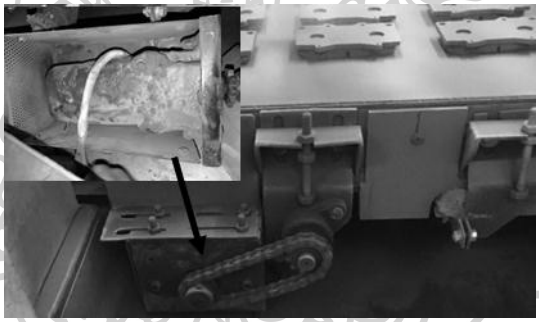
ผลการทดลอง

หลังจากคัดเลือกปัญหาและกำหนดแนวทางแก้ไขปัญหาจากนั้นได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาโดยผลการศึกษาสรุปตามหัวข้อได้ดังนี้

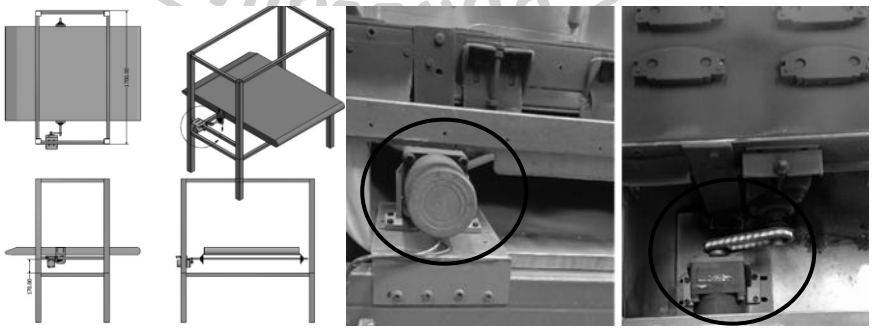
4.1 ผลการดำเนินงานการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Specific Improvement)

กำหนดหัวข้อการปรับปรุง 2 หัวข้อได้แก่

4.1.1 ย้ายตำแหน่งของมอเตอร์ให้เหมาะสมเพื่อไม่ให้สีฝุ่นเข้าไปติด จากการสำรวจพบปัญหามอเตอร์แปรงปัดทำความสะอาดสายพานมีสีเกาะจำนวนมาก ส่งผลให้มอเตอร์ระบายความร้อนไม่ได้นำไปสู่การเสียหายของมอเตอร์จึงออกแบบได้ย้ายตำแหน่งมอเตอร์ออกมานอกบริเวณห้องพ่น เพื่อป้องกันสีเกาะและสามารถระบายความร้อนได้ดีขึ้น ดังรูปที่ 32 และรูปที่ 33

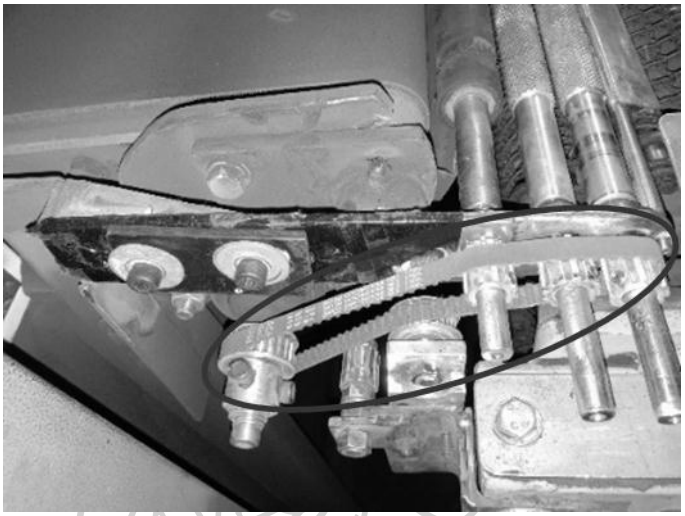


รูปที่ 32 มอเตอร์ก่อนปรับปรุง

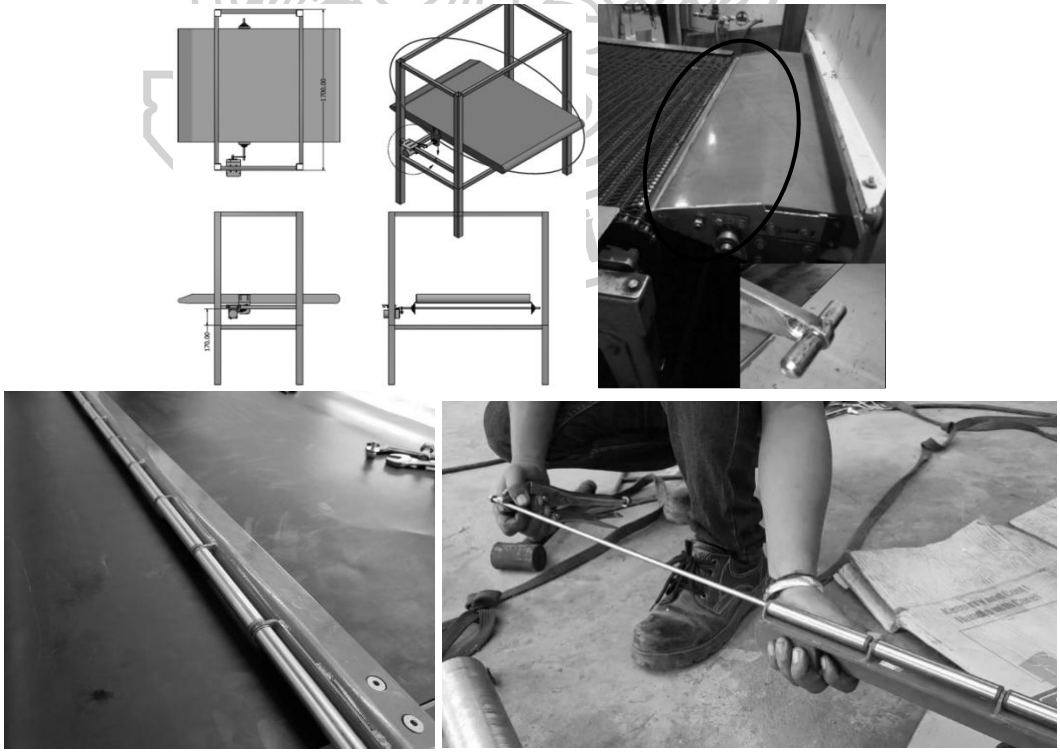


รูปที่ 33 มอเตอร์หลังปรับปรุง

4.1.2 ออกแบบสายพานใหม่ให้เหมาะสมกับการทำงาน จากการสำรวจปัญหาพบสายพานไทร์มิ่งรับภาระหนักทำให้สายพานขาดบ่อย จึงได้ออกแบบสายพานใหม่ให้เหมาะสมกับการทำงาน หลังการปรับปรุงปัญหาที่พบคือ น้ำหนักชิ้นงานที่มากทำให้ลูกปืนเพลาแตก ส่งผลให้เพลาเสียดสีโครงสร้างจนชำรุด จึงแก้ปัญหาโดยการเพิ่มความแข็งแรงของเพลาซึ่งปัจจุบันสามารถใช้งานได้ปกติ ดังรูปที่ 34 และรูปที่ 35

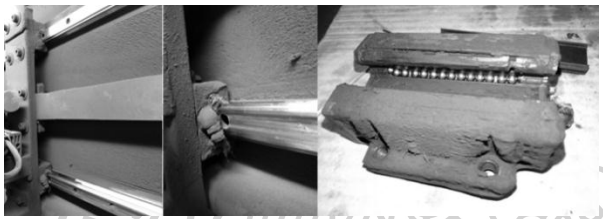
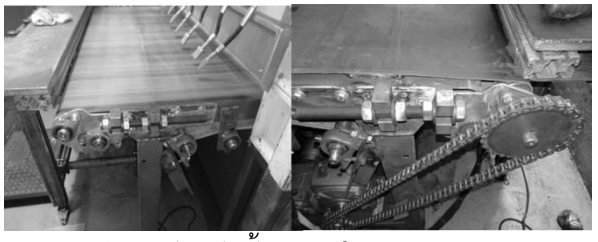


รูปที่ 34 สายพานก่อนปรับปรุง

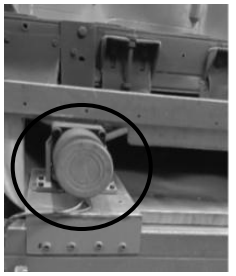


รูปที่ 35 สายพานหลังปรับปรุง

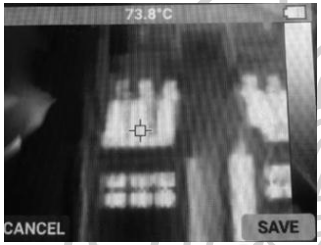
ตารางที่ 13 หัวข้อการปรับปรุงเฉพาะเรื่องอื่น ๆ เพิ่มเติม

ลำดับ	รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	ลูกปืนลิเนี่ย	 ปัญหาที่พบ เศษฝุ่นสีเกาะสะสมที่รางและลูกปืน	ทำความสะอาดชุดลูกปืนลิเนี่ย
2	มอเตอร์ขับชุดไลด์ปืนพ่นสี	ปัญหาที่พบ เศษฝุ่นสีเกาะสะสมที่มอเตอร์และเกียร์ทดรอบ	ทำความสะอาดชุดมอเตอร์เกียร์ทดรอบ
3	ตัวปรับตั้งความตึงสายพาน	ปัญหาที่พบตัวตั้งความตึงสายพานที่มีไม่รองรับการยืดตัวที่เพิ่มขึ้นของสายพาน	 ทำชุดตัวปรับตั้งความตึงของสายพาน

ตารางที่ 13 หัวข้อการปรับปรุงเฉพาะเรื่องอื่น ๆ เพิ่มเติม (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
4	ชุดมอเตอร์ขับแปรง ปัดสีใต้สายพาน	 ปัญหาที่พบ ฝุ่นสีเคลือบตัวมอเตอร์ ทำให้ไม่สามารถระบายความร้อนได้	 ออกแบบตำแหน่งของมอเตอร์ใหม่
5	ฮีทเตอร์	 ปัญหาที่พบ หลอด IR ฮีทเตอร์ บางหลอดขาดส่งผลต่อคุณภาพสีที่พ่นเคลือบชิ้นงาน	 เปลี่ยนชุด IR ฮีทเตอร์ตัวใหม่

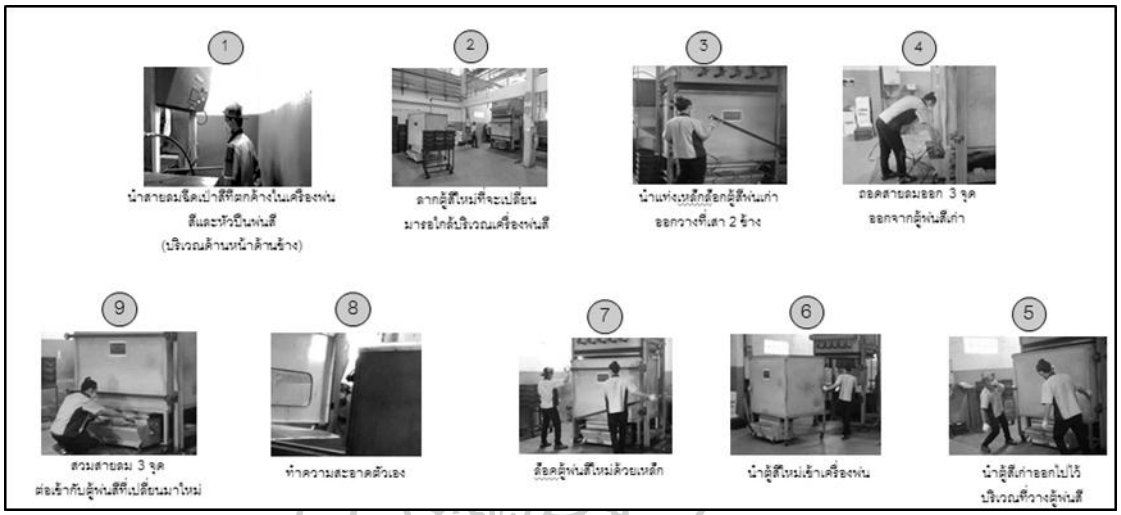
ตารางที่ 13 หัวข้อการปรับปรุงเฉพาะเรื่องอื่น ๆ เพิ่มเติม (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
6	ตัวควบคุมอุณหภูมิ	 ปัญหาที่พบ ฟิวส์ขาดและอุณหภูมิของตู้คอนโทรลสูง 1.)SCR zone 1 มีอุณหภูมิ 73.8 oC 2.) SCR zone 2 มีอุณหภูมิ 73.3 oC 3.) รีเลย์ มีอุณหภูมิ 74.9 oC	 1.) SCR zone 1 จากเดิม 73.8 oC ปัจจุบัน 60.8 oC ลดลง 13.8 oC 2.) SCR zone 2 จากเดิม 73.3 oC ปัจจุบัน 43.8 oC ลดลง 29.5 oC 3.) รีเลย์ จากเดิม 74.9 oC ปัจจุบัน 57.1 oC ลดลง 17.8 oC
7	การ์ดป้องกันสีฝุ่นฟุ้งกระจายขึ้นด้านบน	 ปัญหาที่พบ สีฝุ่นฟุ้งกระจายขึ้นด้านบนจับตัวเป็นก้อน ทำให้อะไหล่/ชิ้นส่วนเครื่องจักรชำรุด	 ติดตั้งการ์ดป้องกันสีฝุ่นฟุ้งกระจายขึ้นด้านบน

4.2 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)

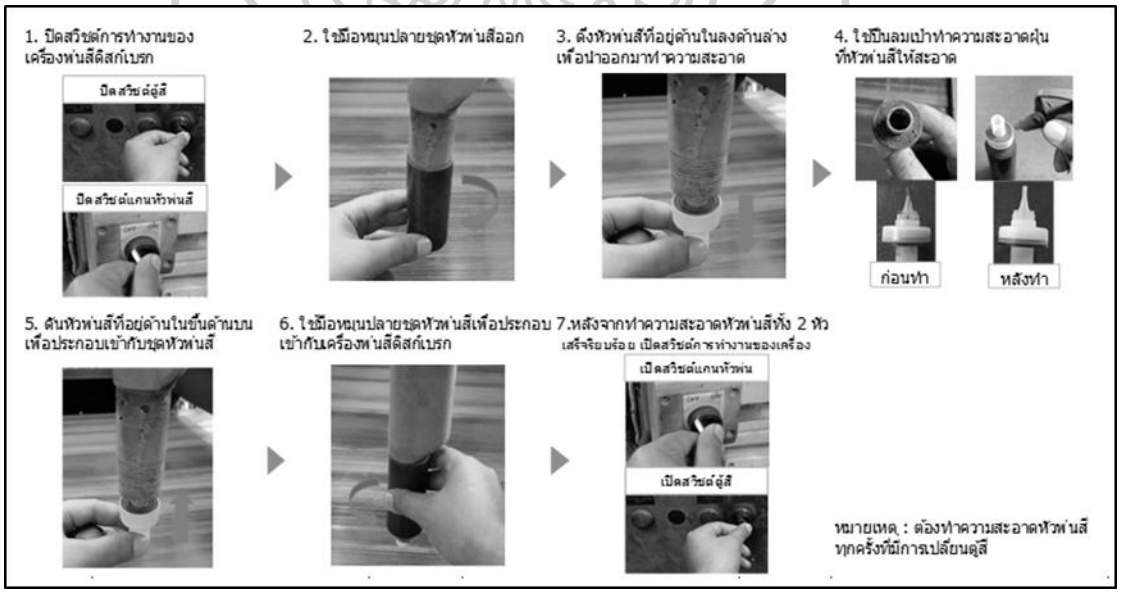
กำหนดหัวข้อการปรับปรุง 3 หัวข้อได้แก่

4.2.1 จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การทำความสะอาดตู้พ่นสีดิสก์เบรกดังรูปที่ 36



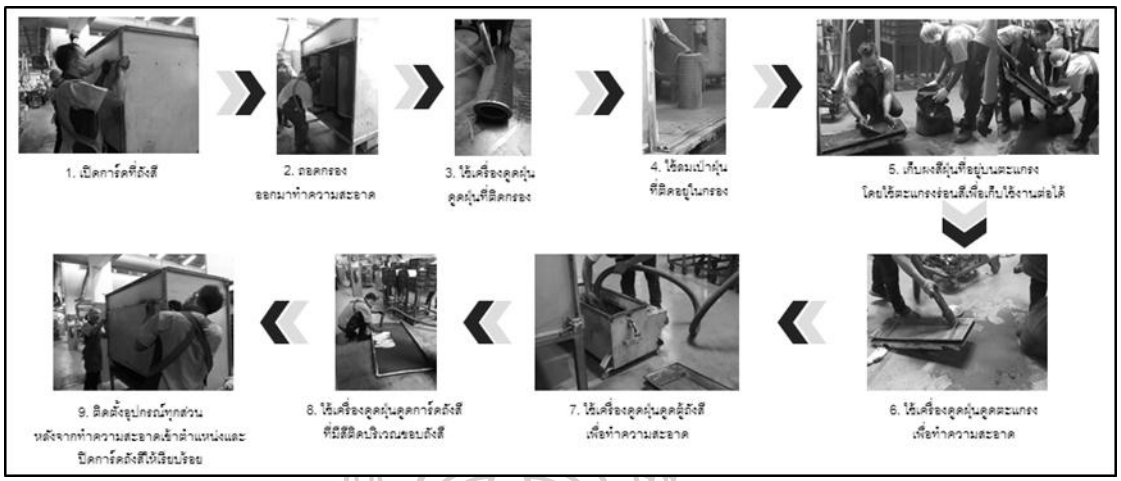
รูปที่ 36 Work Instructions (WI) การทำความสะอาดตู้พ่นสีดิสก์เบรก

4.2.2 จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การทำความสะอาดหัวพ่นสีดังรูปที่ 37



รูปที่ 37 Work Instructions (WI) การทำความสะอาดหัวพ่นสี

4.2.3 จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การทำความสะอาดถังพ่นสีดังรูปที่ 38



รูปที่ 38 Work Instructions (WI) การทำความสะอาดถังพ่นสี

หลังการจัดทำและอบรมคู่มือการปฏิบัติงานพบว่าพนักงานมีความเข้าใจในการทำงานกับเครื่องจักรและสามารถดูแลรักษาเครื่องพ่นสีเบื้องต้นได้

4.3 การบำรุงรักษาตามแบบแผน (Planned Maintenance)

กำหนดหัวข้อการปรับปรุง 4 หัวข้อได้แก่

4.3.1 การตรวจเช็คและการบำรุงรักษาเครื่องจักร ได้ประชุมและวิเคราะห์ร่วมกันในทีมเพื่อจัดทำข้อมูลการตรวจเช็คเครื่องจักร ออกแบบใบตรวจเช็คเครื่องจักรและดำเนินการตรวจเช็คเครื่องจักรดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การตรวจเช็คและการบำรุงรักษาเครื่องจักร

ลำดับ	รายการการบำรุงรักษา	ระยะเวลาการตรวจสอบ						
		1 วัน	7 วัน	1 เดือน	3 เดือน	6 เดือน	1 ปี	3 ปี
1	ตรวจเช็คน้ำมันหล่อลื่นโซ่ลำเลียงตู้อบสีดิสเบรก(น้ำมันทนความร้อน)		/					
2	ตรวจเช็คสภาพกวดขันน็อตข้อต่อสายฮีตเตอร์และวัดค่าความต้านทาน		/					

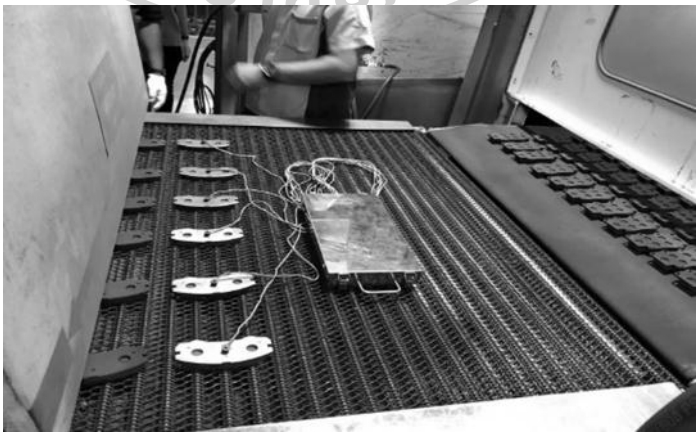
ตารางที่ 14 การตรวจเช็คและการบำรุงรักษาเครื่องจักร (ต่อ)

ลำดับ	รายการการบำรุงรักษา	ระยะเวลาการตรวจสอบ						
		1 วัน	7 วัน	1 เดือน	3 เดือน	6 เดือน	1 ปี	3 ปี
3	ทำความสะอาดแผ่นกรองบริเวณระบบระบายความร้อน		/					
4	ตรวจเช็คสภาพและความตึงของสายพานลำเลียงห้องพ่นสี			/				
5	ตรวจเช็คสภาพและความตึงของสายพานขับปืนพ่นสี			/				
6	ตรวจเช็คสภาพและความตึงของสายพานอบสี			/				
7	ตรวจเช็คสภาพและความตึงของสายพานลำเลียงหลังตู้อบสี			/				
8	ตรวจเช็คสภาพมอเตอร์ลำเลียงห้องพ่นสี			/				
9	ตรวจเช็คสภาพมอเตอร์ขับปืนพ่นสี			/				
10	ตรวจเช็คสภาพมอเตอร์สายพานอบสี			/				
11	ตรวจเช็คสภาพมอเตอร์ทำความเย็นตู้อบสี			/				
12	ตรวจเช็คสภาพมอเตอร์ลำเลียงหลังตู้อบสี			/				
13	ตรวจเช็คสภาพและการติดตั้งสายดิน			/				

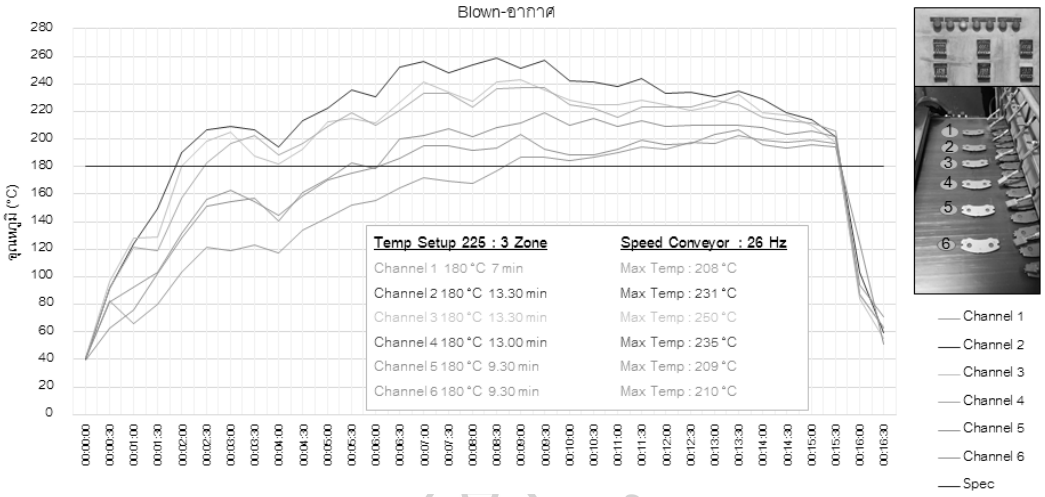
ตารางที่ 14 การตรวจเช็คและการบำรุงรักษาเครื่องจักร (ต่อ)

ลำดับ	รายการการบำรุงรักษา	ระยะเวลาการตรวจสอบ						
		1 วัน	7 วัน	1 เดือน	3 เดือน	6 เดือน	1 ปี	3 ปี
14	ตรวจเช็คสภาพและความตึงของโซ่และสายพานลำเลียงชิ้นงาน			/				
15	ตรวจเช็คสภาพคานรองรับสายพาน			/				
16	อัดจารบีลูกปืนและสกรูปรับตั้งสายพาน				/			
17	เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเฟืองทดรอบ						/	
18	เปลี่ยนกรองสี						/	
19	ตรวจเช็คกระแสของมอเตอร์และขันน็อตข้อต่อสายไฟ						/	

4.3.2 การทวนสอบอุณหภูมิเพื่อกำหนดเป็นมาตรฐาน ได้ทวนสอบอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดและเก็บข้อมูลอุณหภูมิ (Temperature Data Logger) จากนั้นนำมาวิเคราะห์และจัดทำรายงานเพื่อเป็นมาตรฐานในการสวนสอบอุณหภูมิดังรูปที่ 39 และรูปที่ 40

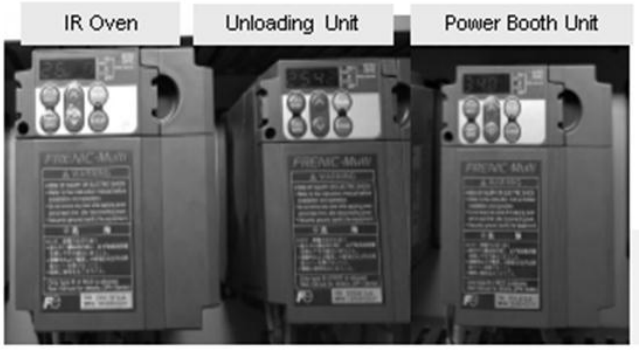


รูปที่ 39 การทดสอบอุณหภูมิ



รูปที่ 40 ผลการทดสอบอุณหภูมิ

4.3.3 การกำหนดค่าควบคุมโปรแกรมเครื่องพ่นสีดิสก์เบรก เพื่อให้เครื่องจักรมีมาตรฐานในการทำงานและเพื่อตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องจักรหากไม่สามารถทำได้ตามโปรแกรมการทำงานที่ตั้งค่าไว้ดังรูปที่ 41 และรูปที่ 42



รูปที่ 41 อุปกรณ์อ่านค่าความเร็วสายพานในตู้ควบคุม

รูปที่ 42 หน้าจอแสดงค่าโปรแกรมการพ่นสี

4.3.4 สำรวจอะไหล่ที่จำเป็นและสำรองอะไหล่ เพื่อเตรียมความพร้อมของอะไหล่หากมีเหตุขัดข้องของเครื่องจักรเพื่อลดความล่าช้าเนื่องจากไม่มีอะไหล่สำรองทำให้เครื่องจักรพร้อมสำหรับการผลิต โดยพิจารณาสำรองอะไหล่จากสาเหตุอาการขัดข้องที่พบปัญหาบ่อยครั้งและอายุการใช้งานของอะไหล่รวมถึงระยะเวลาในการสั่งซื้อเผื่อให้มีอะไหล่สำรองพร้อมสำหรับการซ่อมแซมเครื่องจักร

ตารางที่ 15 รายละเอียดการสำรองอะไหล่เครื่องอบพ่นสีดิสก์เบรก

ลำดับ	รายการ	จำนวน	Min	Max	หน่วย/บาท	รวมจำนวน (บาท)
1	SCR power controllers J&D	1 Set	0	1	13,500.00	13,500.00
2	SCR power controllers J&D	1 Set	0	1	24,500.00	24,500.00
3	SCR power controllers J&D	1 Set	0	1	20,500.00	20,500.00
4	Main IR Heater For 8.6 KW	1 Set	9	18	2,100.00	37,800.00
5	Main IR Heater For 15.2 KW	1 Set	9	18	2,100.00	37,800.00
6	Sub IR Heater For 8.6 KW	1 Set	2	4	850.00	3,400.00
7	Sub IR Heater For 15.2 KW	1 Set	2	4	850.00	3,400.00
8	หางปลาสแตนเลส (หนา) #6-5.5	100 ตัว	20	100	25.00	2,500.00
9	Conveying air connection	1 Pcs.	0	1	1,656.00	1,656.00
10	Supplementary air connection	1 Pcs.	0	1	1,656.00	1,656.00
11	O-ring	2 Pcs.	0	2	42.00	84.00

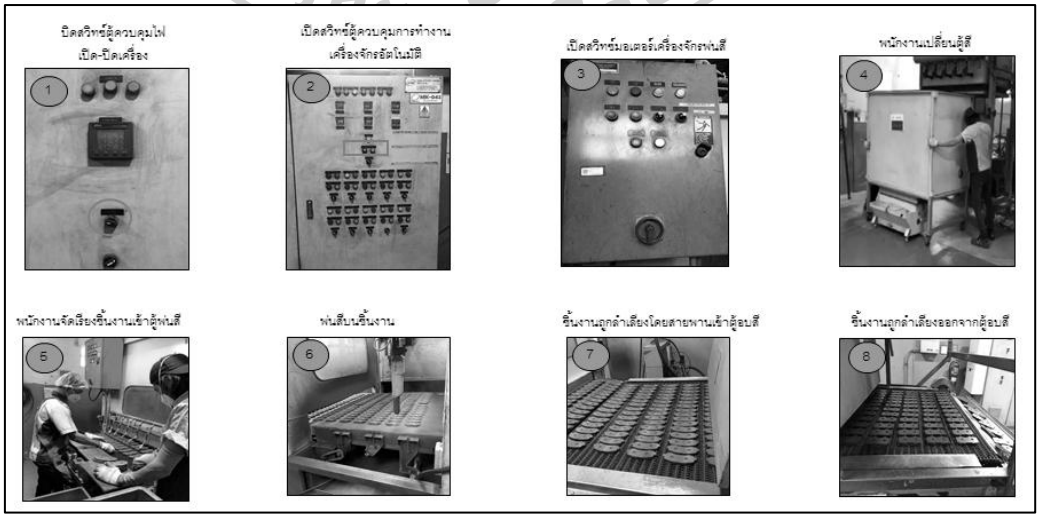
ตารางที่ 15 รายละเอียดการสำรองอะไหล่ (ต่อ)

ลำดับ	รายการ	จำนวน	Min	Max	หน่วย/บาท	รวมจำนวน (บาท)
12	Filter Element D9/4x27 mm.	2 Pcs.	0	2	258.00	516.00
13	Filter Body NW 5.5 RED	1 Pcs.	0	1	2,172.00	2,172.00
14	Filter Body NW 5.5 BLACK	1 Pcs.	0	1	2,172.00	2,172.00
15	BODY INJECTOR	2 Pcs.	0	2	6,960.00	13,920.00
16	O-RING D.16x2 MM.	4 Pcs.	0	4	36.00	144.00
17	สายพานไทมิ่ง L กว้าง 1.1/2นิ้ว (PU ไส้ลวด)	4 เมตร	0	4	1,500	6,000.00

4.4 ผลการศึกษาและฝึกอบรม (Education/Training)

กำหนดหัวข้อการปรับปรุง 2 หัวข้อได้แก่

4.4.1 จัดทำและอบรม Work Instructions (WI) การปฏิบัติงาน ดังรูปที่ 43



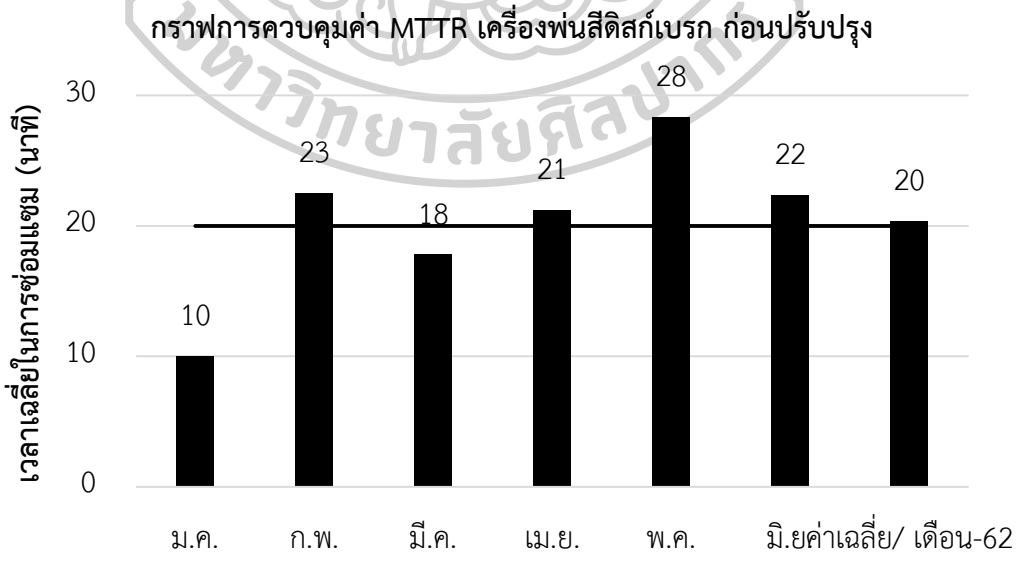
รูปที่ 43 Work Instructions (WI) การปฏิบัติงาน

4.4.2 อบรมให้ความรู้เพื่อเพิ่มทักษะในการซ่อมบำรุง ได้จัดทำคู่มือในการปฏิบัติงานและอบรมให้ความรู้กับช่างซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มทักษะในการซ่อมแซมเครื่องจักรเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักรได้อย่างรวดเร็วดังรูปที่ 44

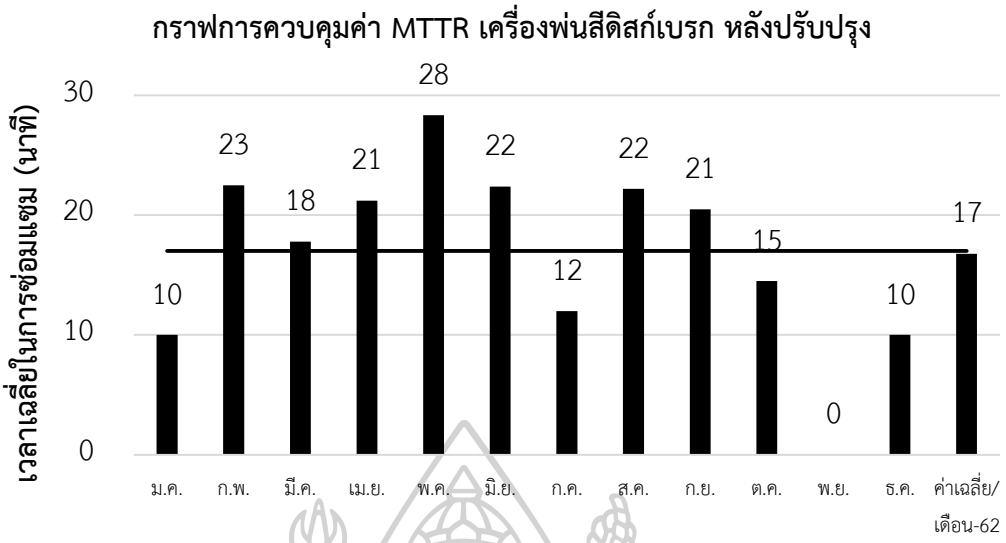
รูปที่ 44 อบรมให้ความรู้ช่างซ่อมบำรุง

4.5 ผลค่าควบคุม MTTR

ผลการควบคุมค่า MTTR (Mean Time to Repair) หรือเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซมต่อครั้ง มีแนวโน้มลดลงในเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม ในปี 2562 แสดงดังรูปที่ 45 และรูปที่ 46



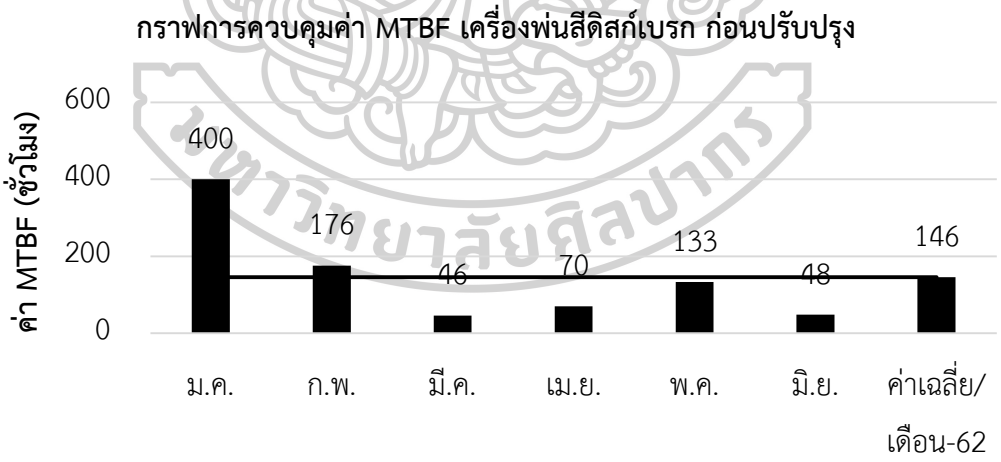
รูปที่ 45 กราฟการควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ก่อนปรับปรุง



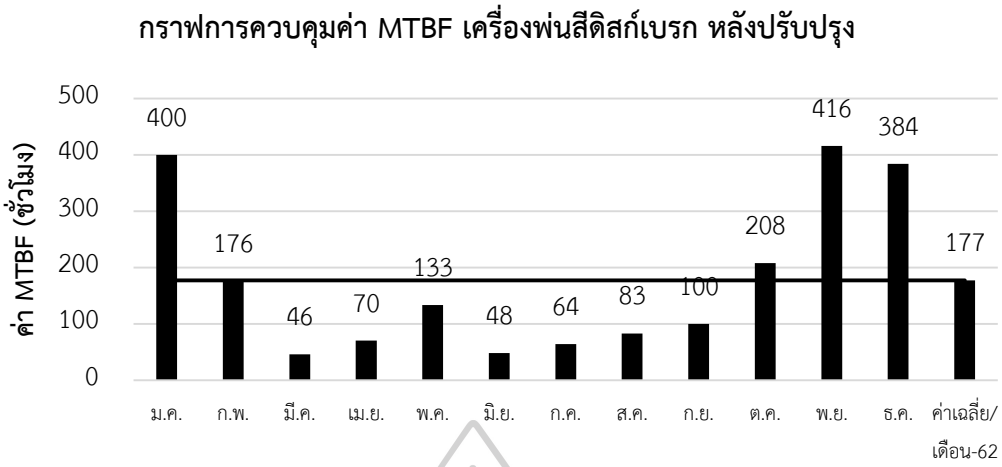
รูปที่ 46 กราฟการควบคุมค่า MTTR เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก หลังปรับปรุง

4.6 ผลค่าควบคุม MTBF

ผลการควบคุมค่า MTBF (Mean time between failures) หรือค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม ในปี 2562 แสดงดังรูปที่ 47 และรูปที่ 48



รูปที่ 47 กราฟการควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก ก่อนปรับปรุง



รูปที่ 48 กราฟการควบคุมค่า MTBF เครื่องพ่นสีดิสก์เบรก หลังปรับปรุง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษากระบวนการพ่นสีฝุ่นในโรงงานผลิตดิสก์เบรกโดยใช้ หลัก TPM หรือการบำรุงรักษาเชิงทวีผลโดยรวม (Total Productive Maintenance) เพื่อแก้ไขปัญหาอาการขัดข้องต่าง ๆ โดยหลังจากการปรับปรุงพบว่า ค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม หรือ MTTR (Mean Time to Repair) มีแนวโน้มลดลงในเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม ในปี 2562 ก่อนปรับปรุงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20 นาที/ครั้ง หลังปรับปรุงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17 นาที/ครั้ง หรือลดลง 15 % และค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย หรือ MTBF (Mean time between failures) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม ในปี 2562 ทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้ ก่อนปรับปรุงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 146 ชั่วโมง/เดือน หลังปรับปรุงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 177 ชั่วโมง/เดือน หรือเพิ่มขึ้น 21 %

5.2 วิจารณ์ผลการศึกษา

ค่า MTTR (Mean Time to Repair) หลังการปรับปรุงที่สามารถควบคุมให้ลดเวลาลงมาได้ และค่า MTBF ((Mean time between failures) หลังการปรับปรุงที่สามารถเพิ่มเวลาการทำงานของเครื่องจักรและลดการหยุดชะงักได้ เนื่องจากการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงทวีผลโดยรวมหรือ TPM (Total Productive Maintenance) โดยมีการแก้ไขปัญหาเฉพาะจุดที่เครื่องจักรเกิดการขัดข้องบ่อยครั้ง การจัดทำแผนการบำรุงรักษาและการตรวจเช็คเครื่องจักรตามแผนการตรวจเช็คเมื่อพบอุปกรณ์หรืออะไหล่ของเครื่องจักรชำรุดจะเข้าดำเนินการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมในช่วงที่ไม่มีการผลิตของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกซึ่งจะเป็นช่วงเวลาที่พนักงานพักเที่ยงเวลา 12.00 – 13.00 น. หรือช่วงหลังเลิก การบำรุงรักษาด้วยตนเองได้มีการจัดทำมาตรฐานการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องพ่นสีดิสก์เบรกเพื่อให้พนักงานที่มีหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรสามารถดูแลรักษาเครื่องจักรเบื้องต้นได้ และส่วนสุดท้ายการศึกษาและฝึกอบรม (Education/Training) ได้มีการอบรมให้ความรู้พนักงานและช่างซ่อมบำรุงให้มีความรู้ความเข้าใจและทักษะในการดูแลรักษาและซ่อมแซมเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษากระบวนการพ่นสีฝุ่นในโรงงานผลิตดิสก์เบรกโดยใช้หลัก TPM หรือการบำรุงรักษาเชิงทวีผลโดยรวม (Total Productive Maintenance) สามารถขยายผลการทำกิจกรรม TPM ไปยังเครื่องจักรอื่นในกระบวนการผลิตเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตต่าง ๆ ในบริษัท เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาอาการขัดข้องของเครื่องจักร การลดค่า MTTR และเพิ่มค่า MTBF ส่งผลให้เพิ่มเวลาการทำงานของเครื่องจักรให้พร้อมสำหรับการผลิตอยู่เสมอ อีกทั้งบริษัทสามารถเพิ่มกำลังการผลิตและเพิ่มโอกาสในการผลิตสินค้าเพื่อเพิ่มยอดขายของบริษัท

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

BUSINESS BULLETIN SERVICE COMPANY LIMITED. (2559). เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools). Retrieved from http://econs.co.th/index.php/2016/07/29/7-qc-tools/

Kittikorn Chantarasenar. (2561). MTBF , MTTR คืออะไร. Retrieved from https://leantpm.co/2018/09/29/mtbf-mttr-คืออะไร/

เกษม รุ่งเรือง. (2552). การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรในอุตสาหกรรมรีเลย์. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

คำนาย อภิปรัชญาสกุล. (2537). การจัดการสินค้าคงคลัง, (1 Ed.). กรุงเทพฯ: บริษัท โฟกัสมีเดีย แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด.

จันทร์ฑา นาควชิรตระกูล, & มาโนช จันทร์ครุฑ. (2558). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำเย็นด้วยระบบการบำรุงรักษาที่มุ่งเน้นความน่าเชื่อถือได้เป็นสำคัญ : กรณีศึกษระบบผลิตน้ำเย็นสำหรับการขึ้นรูปพลาสติก. วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย, *1*(2), 32-42. Retrieved from https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/ienj/article/view/180365

ญาณาธิป จิตร์หาญ. (2553). การศึกษาปัจจัยความสำเร็จที่มีผลต่อการประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (*TPM)* ขององค์กร ในประเทศที่ได้รับรางวัล *TPM* จาก *JIPM.* (วิศวกรรมศาสตรมหาบัญฑิต), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เทคนิคคาร์ดอทคอม. (2554). ระบบดิสเบรก [Disk Brake System]. Retrieved from http://www.techniccar.com/disk-brake-system/

ธีรพงษ์ ขันทอง. (2558). การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร กรณีศึกษาสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ธีระศักดิ์ พรหมเสน. (2556). การบำรุงรักษาตามสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องดื่ม. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บริษัท สำโรงผ้าเบรก จำกัด. (2562). ระบบและส่วนประกอบของระบบเบรค. Retrieved from http://www.samrongbrakepad.com/index.php/2009-09-21-14-45-26/13

ประจวบ กล่อมจิตร. (2557). เทคนิคการเพิ่มผลผลิตภายในองค์กร : หลักการและตัวอย่างการปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ภาคินัย มนปราณีต, & เกรียงไกร ไวกาญน์. (2555). การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรที่สำคัญในกระบวนการผลิตอาหารทะเลแปรรูปที่บรรจุในภาชนะปิดสนิท. *2555*, 2101-2108.

ภีม พรประเสริฐ, สุทธิดา การะเวก, กิ่งกาญจน์ กิตติสุนทโรภาส, & ปวิณญดา บุญรมย์. (2560). การใช้หลักการบารุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดระยะเวลาการหยุดฉุกเฉินของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตกระเป๋าถือกรณีศึกษา

บริษัท อุสาหกรรมไหมไทย จำกัด. วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย, *3*(2), 15-21. Retrieved from https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/ienj/article/view/178868

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2560). SME ไทยก้าวทันกระแสยานยนต์ยุค 4.0 แล้วหรือยัง. Retrieved from https://kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Pages/Thai-Automotive_4-0.aspx

สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น). (2562). TPM (Total Productive Maintenance). Retrieved from http://tpm.tpa.or.th/

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายประเสริฐ บุญรอด
วัน เดือน ปี เกิด	14 ตุลาคม 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
วุฒิการศึกษา	ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท. บ.) สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 33 หมู่ที่ 6 ตำบลดอนทราย อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี 70140