การลดอัตราการเสียของเครื่องล้างจาน โดยการวิเคราะห์อายุการใช้งานของอะไหล่ด้วยการคำนวณจากค่าความน่าเชื่อถือของระบบ

โดย
นางสาวจิรนันท์ กาญจนกุลานุรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การลดอัตราการเสียของเครื่องล้างจาน โดยการวิเคราะห์อายุการใช้งานของอะไหล่ด้วยการคำนวณจากค่าความน่าเชื่อถือของระบบ

โดย
นางสาวจิรนันท์ กาญจนกุลานุรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

ANALYSIS AGE OF SPARE PART WITH RELIABILITY FOR REDUCE FAILURE OF DISHWASHER

By

MISS Jiranan KANJANAKULANURAK

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 2022

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การลดอัตราการเสียของเครื่องล้างจาน โดยการวิเคราะห์อายุการใช้งานของอะไหล่ ด้วยการคำนวณจากค่าความน่าเชื่อถือของระบบ
โดย	นางสาวจิรนันท์ กาญจนกุลานุรักษ์
สาขาวิชา	การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย (ผู้รักษาการแทน)
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต นิรัติศัย)

พิจารณาเห็นชอบโดย

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

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

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

630920057 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 1 ปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : ค่าความน่าเชื่อถือ, เวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหาย, การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน, การลดอัตราการเสียของเครื่องจักร

นางสาว จิรนันท์ กาญจนกุลานุรักษ์: การลดอัตราการเสียของเครื่องล้างจาน โดยการวิเคราะห์อายุการใช้งานของอะไหล่ด้วยการคำนวณจากค่าความน่าเชื่อถือของระบบ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและลดอัตราการเสียของเครื่องล้างจาน พบว่าเครื่องล้างจานรุ่น A ในบริษัทกรณีศึกษา มีความถี่ในการซ่อมสูงสุด เมื่อนำมาวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ปัญหา ดังนี้ รวบรวมข้อมูลสาเหตุการขัดข้องของเครื่องจักรและจัดลำดับความสำคัญผ่านแผนภูมิพาเรโต วิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักรโดยแผนภูมิก้างปลา หลักการค่าความน่าเชื่อถือในการกำหนดระยะเวลาการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อนำไปใช้งานต่อไป จากการดำเนินการวิจัยเครื่องล้างจานรุ่น A พบว่าค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องล้างจานเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 36 เป็นร้อยละ 78 และปริมาณงานซ่อมลดลงจากเดิม 80 ครั้งต่อเดือนเป็น 47 ครั้งต่อเดือนส่งผลให้เกิดค่าความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้น

630920057 : Major ENGINEERING MANAGEMENT
Keyword : Reliability, Mean Time between Failures, Preventive Maintenance, Reduce Failure of Machine

MISS JIRANAN KANJANAKULANURAK : ANALYSIS AGE OF SPARE PART WITH RELIABILITYFOR REDUCE FAILURE OF DISHWASHER THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR PRACHUAB KLOMJIT, Ph.D.

This research aim to reduce and analyses failure of dishwashers machine model A which has the highest frequency of being repaired. Methods to analyses are Pareto chart to priority and analyze breakdown root cause of machine. Fishbone Diagram is applied in finding relatives between problem and root cause. Reliability is used for defining maintenance tasks. The preventive maintenance is implied. From this research, it is found that the dishwasher machine model A has increased reliability from 36% to 78% and frequencies of failure reduce from 80 times per month to 47 times per month.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยคำแนะนำจากรองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้ความช่วยเหลือและแนะแนวทางอย่างดี ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.สิทธิชัย แซ่เหล่ม และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพี กาญจนะ ที่ให้เกียรติเป็นกรรมการและให้คำแนะนำต่างๆ ขอขอบคุณบริษัทตัวอย่างที่คอยช่วยเหลือด้านข้อมูลและคำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ช่วยให้ข้อมูลตลอดการทำการศึกษา ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศิลปากรและสำนักงานนโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ โดย หน่วยบริหารและจัดการทุน ด้านการพัฒนากำลังคนและทุนด้านการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษา การวิจัยและการสร้างนวัตกรรม และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนสำหรับการทำงานวิจัย

ท้ายที่สุดขอขอบคุณครอบครัวที่คอยช่วยเหลือและสนับสนุนในทุกๆ ด้าน ขอขอบคุณเพื่อนๆ โครงการ RDI และเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ช่วยเหลือสนับสนุนและให้คำแนะนำ อีกทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนมา ณ ที่นี้ด้วย

หวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจหรือผู้ที่ศึกษาหาความรู้ในเรื่องดังกล่าว อีกทั้งเป็นแนวทางศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต

นางสาว จิรนันท์ กาญจนกุลานุรักษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

บทที่ 1 บทนำ 1

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
3. ขอบเขตของการวิจัย 2
4. ประโยชน์ที่ได้รับ 2
5. Timeline 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

1. เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด 4
2. ทฤษฎีการบำรุงรักษา 9
   - 2.1 ประเภทของงานบำรุงรักษา 9
   - วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา 12
3. ความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability) 16
   - 3.1 ความน่าเชื่อถือ (Reliability) 16
   - 3.2 การประเมินค่าความน่าเชื่อถือของกระบวนการผลิต 18
4. การบำรุงรักษาเครื่องจักรกลบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือ 19
   - 4.1 บทบาทของวิศวกรรมความน่าเชื่อถือที่มีต่อแผนการบำรุงรักษา 19
   - 4.2 ความน่าเชื่อถือ (Reliability) และ อัตราความเสียหาย (Failure Rate) 20

4.3 ความน่าเชื่อถือ (Reliability) และความพร้อม (Availability) 22
5. การคำนวณหาค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure : MTBF) 23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 28
1. ศึกษาข้อมูลปริมาณเครื่องล้างจาน 28
2. ศึกษาวิธีการทำงานของเครื่องล้างจาน 30
3. เก็บข้อมูลปัญหาการเสียของเครื่องล้างจาน 33
4. วิเคราะห์หาสาเหตุการเสียของเครื่องล้างจาน 34
5. วิเคราะห์อะไหล่ที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุการเสีย 37
6. ค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอะไหล่ 39
7. การสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 44
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 48
1. ความถี่ในการซ่อมเครื่องล้างจานหลังจากปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา 49
2. ค่าความน่าเชื่อถือหลังแผนการบำรุงรักษา 50
3. เปรียบเทียบค่าความน่าเชื่อถือก่อนและหลังปรับใช้แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 52
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 55
1. สรุปผลการทดลอง 55
2. ข้อเสนอแนะ 57
รายการอ้างอิง 62
ประวัติผู้เขียน 64

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน 3

ตารางที่ 2 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

ตารางที่ 3 สรุปการวิเคราะห์สาเหตุการเสียเครื่องล้างจาน 36

ตารางที่ 4 จำนวนครั้งของเครื่องจักรที่เกิดการเสีย 38

ตารางที่ 5 MTBF and Failure rate of machine parts 39

ตารางที่ 6 แสดงค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอะไหล่แต่ละชนิด 41

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์และกำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 45

ตารางที่ 8 ความถี่การซ่อมเครื่องล้างจานรุ่น A 49

ตารางที่ 9 ความถี่ในการชำรุดของชิ้นส่วนอะไหล่ระหว่างเดือนมีนาคม 2564 ถึงกุมภาพันธ์ 2565 50

ตารางที่ 10 ค่า MTBF และ Failure rate ของอะไหล่หลังการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา 51

ตารางที่ 11 ค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่ก่อนและหลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา 52

ตารางที่ 12 ค่าความน่าเชื่อถือก่อนและหลังการปรับใช้แผนบำรุงรักษา 55

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญกราฟ

กราฟที่ 1 แสดงจำนวนเครื่องล้างจานแต่ละรุ่น 29

กราฟที่ 2 แสดงจำนวนการเสียของเครื่องล้างจานแต่ละรุ่น 29

กราฟที่ 3 แผนภูมิพาเรโตแสดงปัญหาของเครื่องล้างจาน 33

กราฟที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการซ่อมและชิ้นส่วนอะไหล่แต่ละชนิด 39

กราฟที่ 5 กราฟแสดงค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอะไหล่ 42

กราฟที่ 6 กราฟแสดงความถี่ในการซ่อมเครื่องล้างจานก่อนและหลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา ...49

กราฟที่ 7 กราฟเปรียบเทียบค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่ก่อนและหลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา 53

กราฟที่ 8 กราฟเปรียบเทียบค่าความน่าเชื่อถือระหว่างก่อนและหลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 56

กราฟที่ 9 กราฟเปรียบเทียบความถี่การซ่อมเครื่องล้างจานระหว่างก่อนและหลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 56

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 ลักษณะการกระจายของฮิสโตแกรม แบบการกระจายอยู่ภายใต้ข้อกำหนดเฉพาะ 5

ภาพที่ 2 ลักษณะการกระจายของฮิสโตแกรม แบบการกระจายอยู่นอกข้อกำหนดเฉพาะ 6

ภาพที่ 3 ลักษณะของแผนภูมิพาเรโต 6

ภาพที่ 4 ลักษณะแผนภาพก้างปลา 7

ภาพที่ 5 ลักษณะของแผนภาพการกระจาย 8

ภาพที่ 6 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม 9

ภาพที่ 7 แสดงความน่าเชื่อถือทั้งหมดของระบบกับจำนวนส่วนประกอบและความน่าเชื่อถือ 16

ภาพที่ 8 ขั้นตอนการผลิตที่มีความน่าเชื่อถือ 17

ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ของความน่าเชื่อถือและแผนการบำรุงรักษา 19

ภาพที่ 10 เส้นโค้งอ่างน้ำ (Bath-tub Curve).....20

ภาพที่ 11 เส้นกราฟอ่างอาบน้ำแสดงอัตราการเกิดความบกพร่องของอุปกรณ์ในแต่ละช่วงอายุ 22

ภาพที่ 12 หลักการทำงานของเครื่องล้างจาน 30

ภาพที่ 13 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องล้างจาน 31

ภาพที่ 14 Schematic Diagram กระบวนการทำงานของเครื่องล้างจาน 32

ภาพที่ 15 Schematic Diagram แต่ละขั้นตอนการทำงาน 33

ภาพที่ 16 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาเครื่องไม่ทำงาน 34

ภาพที่ 17แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาน้ำไม่ร้อน 35

ภาพที่ 18 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาภาชนะไม่สะอาด 35

ภาพที่ 19 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาน้ำรั่ว 36

ภาพที่ 20 Schematic Diagram แสดงค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่ก่อนปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา.....43

ภาพที่ 21 แม่เหล็กสวิตซ์ประตู 46

ภาพที่ 22 แม่เหล็กสวิตซ์ประตูเสื่อมสภาพ.....46

ภาพที่ 23 แม่เหล็กสวิตซ์ประตู (1).....47

ภาพที่ 24 Heater Tank 47

ภาพที่ 25 Schematic Diagram และค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอะไหล่หลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา.....53

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันธุรกิจกลุ่มขายหรือให้เช่าเครื่องจักรสำหรับอุตสาหกรรมร้านอาหารหรือครัวเรือนเกิดขึ้นมากมาย ตัวอย่างเช่น เครื่องล้างจาน โดยการแข่งขันของธุรกิจดังกล่าวจะมุ่งเน้นไปที่การบริการหลังการขายหรือการรับประกันเครื่องจักรเป็นสำคัญ ซึ่งหมายความว่า หากบริษัทใดสามารถนำเสนอรูปแบบการบริการดังกล่าวที่สามารถตอบสนองลูกค้าได้ ก็จะได้ส่วนแบ่งทางการตลาดไป

การบริการหลังการขายและการรับประกันเครื่องเมื่อเกิดการชำรุดเสียหาย ไม่ว่าจะเป็นการเข้าบริการภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากเครื่องชำรุด การเข้ารับการตรวจเช็คสภาพเครื่องจักรตามรอบระยะการบริการ การเปลี่ยนอะไหล่ให้ฟรีเมื่อเกิดการเสียหาย หรือการที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้ตลอดไม่เกิดการชำรุดเสียหาย โดยบ่อยครั้งถ้าหากเครื่องจักรมีการชำรุดหรือใช้งานไม่ได้บ่อยครั้ง ลูกค้าจะมีการเปลี่ยนไปใช้บริการของบริษัทคู่แข่งแทน เหตุผลคือการบริการหรือสภาพเครื่องจักรที่ดีกว่าและไม่เสียเวลาในการรอคอยระหว่างเครื่องจักรชำรุด ผู้ใช้งานเครื่องจักรทุกชนิดล้วนต้องการเวลาในการเดินเครื่อง 100% คือไม่มีการ Breakdown ระหว่างการใช้งานเครื่องจักร ซึ่งหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวจะส่งผลต่อความเสียหายหลายประการ เช่น ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการซ่อม ค่าเสียเวลาในการเดินทางไปซ่อม ค่าเสียเวลารอคอย และความเชื่อมั่นต่ออุปกรณ์เครื่องจักรของลูกค้าที่มีต่อบริษัท

เนื่องด้วยบริษัทกรณีศึกษาในครั้งนี้ ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการทำความสะอาด ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ซักรีด กลุ่มผลิตภัณฑ์สระว่ายน้ำ กลุ่มผลิตภัณฑ์ครัวเรือน หรือกลุ่มผลิตภัณฑ์ครัว เป็นต้น โดยจะเป็นการจำหน่ายและให้เช่าเครื่องจักรสำหรับการทำความสะอาดร่วมกับน้ำยาทำความสะอาดต่างๆ ซึ่งเครื่องจักรภายในบริษัทมีหลากหลายประเภท อาทิเช่น เครื่องล้างจาน เครื่องป้อนน้ำยาล้างจาน เครื่องขัดพื้น เครื่องป้อนน้ำยาซักผ้า เครื่องทำน้ำร้อนประหยัดพลังงาน เป็นต้น โดยเครื่องจักรดังกล่าวเป็นเครื่องจักรที่จำหน่ายให้แก่ลูกค้าและติดตั้งอยู่ในสถานที่ ไม่ว่าจะเป็นโรงอาหารหรือโรงแรมต่างๆ เป็นต้น โดยปัจจุบันเครื่องล้างจานถือเป็นเครื่องจักรที่มีมากที่สุดและมีการซ่อมเยอะที่สุด

จากบทความข้างต้น ลูกค้าต้องการการบริการหลังการขายและเครื่องจักรที่มีคุณภาพ อัตราการชำรุดเสียหายระหว่างการใช้งานต่ำหรือไม่เกิดขึ้นเลย และเครื่องล้างจานของบริษัทกรณีศึกษาในครั้งนี้ มีการชำรุดเสียหายบ่อยครั้ง ผู้วิจัยจึงต้องการลดอัตราการเสียของเครื่องล้างจานดังกล่าว

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อลดอัตราการเสียของเครื่องล้างจาน และเพิ่มความน่าเชื่อถือของเครื่องล้างจานรุ่น DW50
- เพื่อวิเคราะห์อายุการใช้งาน ของอะไหล่แต่ละชนิดในเครื่องล้างจาน ด้วยการคำนวณจากค่าความน่าเชื่อถือของระบบ

3. ขอบเขตของการวิจัย

- วิเคราะห์อายุการใช้งานอะไหล่ที่มีผลต่อการหยุดการทำงานของระบบมากที่สุด
- วิเคราะห์โดยการใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม 2563
- ข้อมูลที่นำมาเป็นข้อมูลการแจ้งซ่อมของเครื่องล้างจาน จากโปรแกรม CMMS

4. ประโยชน์ที่ได้รับ

- ทราบอายุการใช้งานของอะไหล่ภายในเครื่องล้างจาน
- ลดอัตราการเสียของเครื่องล้างจาน
- ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมเครื่องล้างจาน
- สามารถบริหารจัดการ Spare parts ได้ง่ายยิ่งขึ้น

5. Timeline

ตารางที่ 1 แผนการดำเนินงาน

กระบวนการดำเนินงาน	ก.ย. 2564	ต.ค. 2564	พ.ย. 2564	ธ.ค. 2564	ม.ค. 2565	ก.พ. 2565	มี.ค. 2565	เม.ย. 2565	พ.ค. 2565	มิ.ย. 2565
ส่วนที่ 1 ศึกษาและออกแบบวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน										
ศึกษาวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรวิธีการคำนวณค่าความน่าเชื่อถือ										
ออกแบบนำเสนอหัวข้องานวิจัย										
ส่วนที่ 2 รวบรวมข้อมูล										
เก็บรวบรวมข้อมูลขั้นตอนการทำงานของเครื่องล้างจาน										
คำนวณค่าความน่าเชื่อถือของแต่ละอุปกรณ์ของเครื่องล้างจาน										
เก็บรวบรวมข้อมูลการเสียของเครื่องล้างจาน										
ส่วนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูล										
วิเคราะห์ข้อมูลอาการเสียของเครื่องล้างจาน										
วิเคราะห์สาเหตุของอาการเสีย										
วิเคราะห์อะไหล่ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาอาการเสีย										
วิเคราะห์อายุการใช้งานของอะไหล่										
ทบทวนข้อมูล										
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล										

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการการแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพของกระบวนการผลิต เป็นตัวช่วยที่สำคัญในการวิเคราะห์ รวบรวมข้อมูล ซึ่งช่วยมองสภาพทั่วไปของปัญหา ไม่ว่าจะเรียงลำดับความสำคัญหรือคัดเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง เพื่อให้สามารถแก้ไขได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ ไม่แก้ไขผิดจุด ซึ่งเกิดการสูญเสียเวลาและอีกหลายประการ รวมทั้งใช้เพื่อการติดตามผลอย่างต่อเนื่องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพที่สำคัญมี 7 ชนิด (เรืองลักษณ์,2562) โดยเครื่องมือแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบ เป็นแบบฟอร์มที่อยู่ในรูปตารางหรือรูปภาพ ใช้สำหรับกรอกรายละเอียดของข้อมูล เพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุและติดตามผลการดำเนินงาน ซึ่งลักษณะของใบตรวจสอบต้องคำนึงถึงคือการกำหนดรายละเอียดที่ชัดเจน มีการจัดรูปแบบของแบบฟอร์มให้สะดวกต่อการบันทึกข้อมูล ง่ายต่อการจำแนกข้อมูล และวิเคราะห์ผล และ ที่สำคัญ ควรกำหนดและใช้ใบตรวจสอบให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการตรวจสอบ (เรืองลักษณ์,2562)

1.2 กราฟ (Graph)

(เรืองลักษณ์,2562) กราฟ เป็นแผนภาพที่อธิบายความแตกต่างของข้อมูลจากการเก็บบันทึก กราฟใช้สำหรับนำเสนอข้อมูลที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจโดยอาศัยการพิจารณาด้วยตาเปล่าได้ สามารถให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าการนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีอื่น กราฟที่สำคัญได้แก่ กราฟเส้น กราฟแท่ง และกราฟวงกลม โดยรายละเอียดของกราฟแต่ละชนิดมีดังนี้

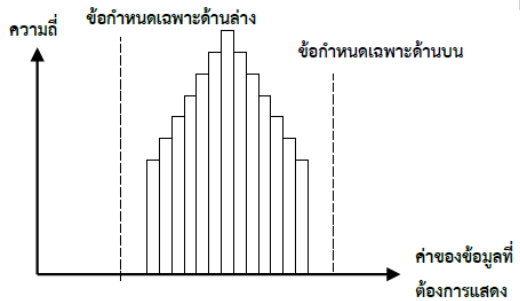
กราฟเส้น เป็นเส้นกราฟที่ใช้แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะของกราฟเส้นจะมีแกนตั้งเป็นค่าข้อมูล และแกนนอนเป็นช่วงเวลา กราฟเส้นใช้สำหรับการนำเสนอข้อมูลในกรณีที่ต้องการทราบแนวโน้มของข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา หรือใช้สำหรับการดูการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป

กราฟแท่ง เป็นกราฟรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความกว้างเท่ากัน โดยจะใช้ขนาดความยาวหรือความสูงของแท่งกราฟเปรียบเทียบจำนวนข้อมูล การนำเสนอข้อมูลคล้ายกับกราฟเส้น โดยที่กราฟแท่งสามารถนำเสนอได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

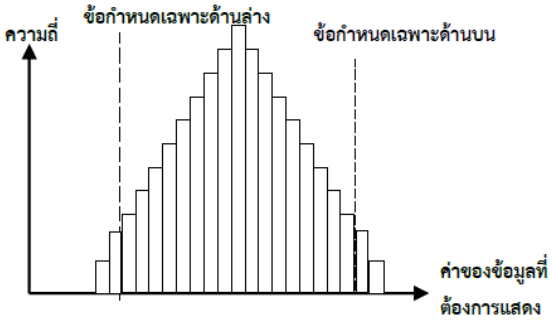
กราฟวงกลม มีลักษณะเป็นวงกลมที่มีการแบ่งส่วนของข้อมูลจากจุดศูนย์กลางของวงกลมออกเป็นกลุ่ม ๆ ใช้สาหรับเปรียบเทียบสัดส่วนของข้อมูลชนิดเดียวกันในรูปแบบร้อยละ ซึ่งการนำเสนอข้อมูลคล้ายกับกราฟเส้นและกราฟแท่ง

1.3 ฮิสโตแกรม (Histogram)

(เรืองลักษณ์,2562) ฮิสโตแกรม เป็นแผนภูมิใช้ในการเปรียบเทียบลักษณะการกระจายของข้อมูลกับข้อกำหนดเฉพาะ เพื่อตรวจสอบความผิดปกติหรือติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต ฮิสโตแกรมมีลักษณะเป็นกราฟแท่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างเท่ากัน และในแต่ละแท่งจะเรียงชิดติดกัน โดยแกนตั้งเป็นความถี่ และแกนนอนเป็นค่าของข้อมูลที่ต้องการแสดง เมื่อพิจารณาระหว่างฮิสโตแกรมกับข้อกำหนดเฉพาะ หากพบว่า ฮิสโตแกรมมีการกระจายของข้อมูลอยู่ภายใต้ข้อกำหนดเฉพาะ แสดงว่ากระบวนการผลิตดำเนินไปด้วยดี ไม่ต้องมีการแก้ไขกระบวนการผลิต ดังภาพที่ 1 แต่ถ้าการกระจายอยู่นอกภายใต้ข้อกำหนดเฉพาะจะต้องปรับให้ค่าความแปรปรวนของข้อมูลการผลิตต่ำลง เพื่อให้การกระจายของข้อมูลนั้นแคบลงอยู่ภายใต้ข้อกำหนดเฉพาะ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ลักษณะการกระจายของฮิสโตแกรม แบบการกระจายอยู่ภายใต้ข้อกำหนดเฉพาะ

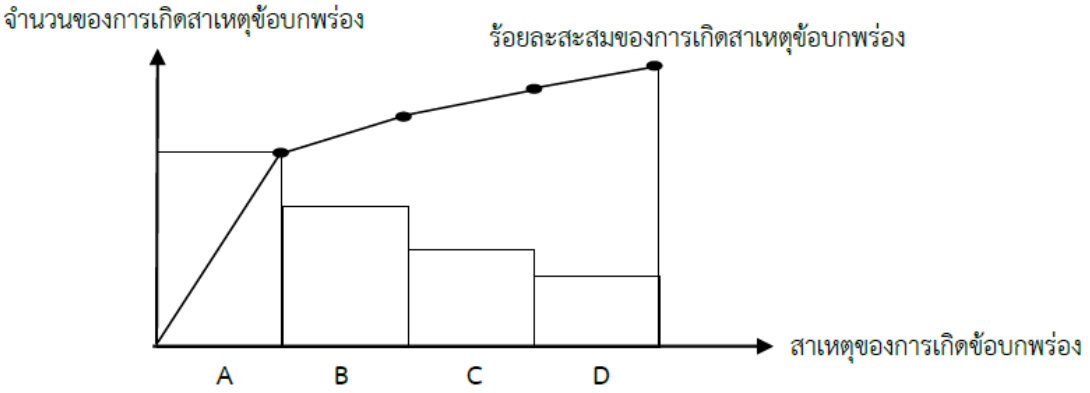


(ข) การกระจายอยู่นอกข้อกำหนดเฉพาะ

ภาพที่ 2 ลักษณะการกระจายของฮิสโตแกรม แบบการกระจายอยู่นอกข้อกำหนดเฉพาะ

1.4 แผนภูมิพาเรโต้ (Pareto Diagram)

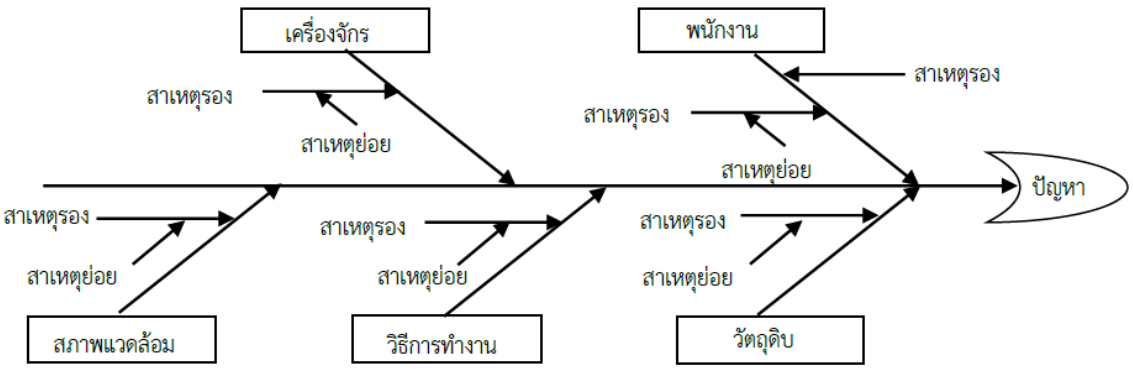
แผนภูมิพาเรโต เป็นแผนภูมิใช้แสดงสาเหตุของปัญหาที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดข้อบกพร่อง โดยแสดงสาเหตุหลักและสาเหตุรองตามลำดับ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจว่าควรปรับปรุงสาเหตุใดก่อนและใช้ตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ไขปรับปรุง แผนภูมิพาเรโต มีลักษณะเป็นกราฟแท่งรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างเท่ากัน และในแต่ละแท่งจะเรียงชิดติดกัน โดยแบ่งแยกข้อมูลเป็นช่วงๆ จากมากไปหาน้อย และจากซ้ายไปขวา แผนภูมิพาเรโตจะประกอบด้วยแกนตั้ง 2 แกนและแกนนอน 1 แกน คือ แกนตั้งด้านซ้ายเป็นจำนวนของการเกิดสาเหตุข้อบกพร่อง (ความถี่) แกนตั้งด้านขวาเป็นร้อยละสะสมของการเกิดสาเหตุข้อบกพร่อง (เปอร์เซ็นต์) ส่วนแกนนอนเป็นสาเหตุของการเกิดข้อบกพร่องโดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย และมีเส้นแสดงร้อยละสะสม (เรืองลักษณ์,2562) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะของแผนภูมิพาเรโต

1.5 แผนภาพก้างปลา (Fish-bone Diagram)

แผนผังก้างปลา หรือเรียกว่า แผนผังอิชิกาวา (ishikawa diagram) หรือแผนผังแสดงเหตุและผล (cause-and-effect diagram) พัฒนาโดยคาโอรุ อิชิกาวา ในปี พ.ศ.2496 เนื่องจากเขาต้องการพัฒนาเครื่องมือช่วยกลุ่มกิจกรรมคุณภาพ (quality circles) ในโรงงาน เพื่อรับมือกับสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพของกระบวนการผลิต แผนภาพก้างปลาเป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาที่ต้องการแก้ไขกับสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา ซึ่งผู้วิเคราะห์สามารถมองภาพรวมของปัญหาและสาเหตุทั้งหมดได้ง่ายขึ้น แผนภาพก้างปลา มีลักษณะคล้ายกับก้างปลา โดยส่วนหัวของก้างปลาจะแสดงปัญหาที่เกิดขึ้น ส่วนก้างปลาหลักจะแสดงสาเหตุ หลัก และก้างปลาย่อยแสดงสาเหตุย่อย ซึ่งการหาสาเหตุหลักของปัญหาจะใช้หลักการของ 4M 1E ได้แก่ พนักงาน (Man), เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ (Machine), วัตถุดิบ (Material), วิธีการทางาน (Method) และสภาพแวดล้อม (Environment) ดังภาพที่ 4

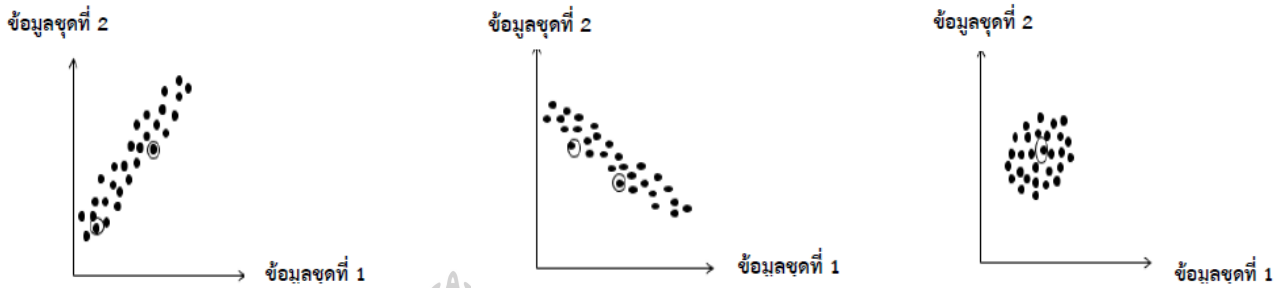


ภาพที่ 4 ลักษณะแผนภาพก้างปลา

1.6 แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram)

(เรืองลักษณ์,2562) แผนภาพการกระจาย เป็นแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด ที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณโดยแกนตั้งเป็นค่าของข้อมูลชุดที่ 1 และแกนนอนเป็นค่าของข้อมูลชุดที่ 2 โดยลักษณะความสัมพันธ์และทิศทางของความสัมพันธ์จะพิจารณาได้จากแนวของจุดที่พล็อตลงในแผนภาพ ถ้าจุดมีลักษณะเป็นแนวโน้มขึ้นตลอดหรือลงตลอดด้วยอัตราคงที่ แสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุด น่าจะมีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง ถ้ามีลักษณะชันขึ้นแสดงว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

และค่าความชันจะเป็นบวก ดังภาพที่ 5 (ก) แต่ถ้ามีลักษณะชันลงแสดงว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามและค่าความชันจะเป็นลบ ดังภาพที่ 5 (ข) ถ้าจุดมีลักษณะกระจัดกระจายไม่เป็นรูปแบบ แสดงว่าข้อมูลทั้ง 2 ชุดไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังภาพที่ 5 (ค)

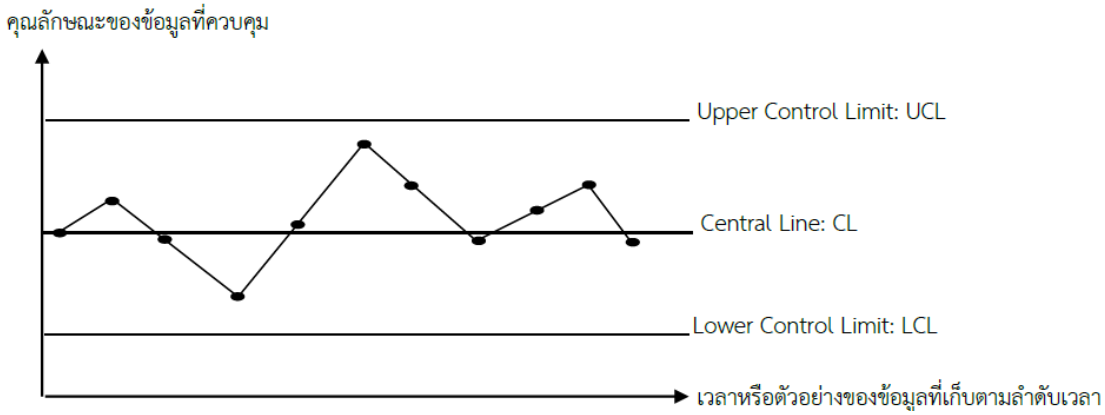


ภาพที่ 5 ลักษณะของแผนภาพการกระจาย

(ก) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน (ข) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้าม (ค) ไม่มีความสัมพันธ์กัน

1.7 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

(เรืองลักษณ์,2562) แผนภูมิควบคุม เป็นแผนภูมิที่ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการผลิตติดตามการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิตได้อย่างรวดเร็ว และปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับเข้าสู่สภาพปกติ โดยลักษณะของแผนภูมิจะเป็นกราฟ โดยมีแกนตั้งเป็นคุณลักษณะของข้อมูลที่ควบคุม และแกนนอนเป็นเวลาหรือตัวอย่างของข้อมูลที่เก็บมาตามลำดับเวลา แผนภูมิควบคุมจะประกอบด้วยเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ เส้นควบคุมบน(Upper Control Limit: UCL) เส้นควบคุมล่าง (Lower Control Limit: LCL) และเส้นกลาง (Central Line: CL) โดย CL จะอยู่ที่ค่าเฉลี่ย และมีระยะห่างของ CL ถึง UCL และ LCL เท่ากับ 3 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังภาพที่ 6 แผนภูมิควบคุมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ แผนภูมิควบคุมเชิงปริมาณและแผนภูมิควบคุมเชิงคุณลักษณะ



ภาพที่ 6 ลักษณะของแผนภูมิควบคุม

2. ทฤษฎีการบำรุงรักษา

ในอดีตการบำรุงรักษาเครื่องจักรส่งผลกระทบน้อยต่อคุณภาพและการผลิต โดยดำเนินการอย่างง่าย ปัจจุบันอุปกรณ์ชิ้นส่วน รวมถึงเครื่องจักร มีความซับซ้อนมากขึ้นและรวมไปถึงอุปกรณ์ต่างๆที่ผลิตเพื่อใช้เป็นชิ้นส่วนของเครื่องจักร ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตและคุณภาพของสินค้า ความสำคัญของการบำรุงรักษาจึงเพิ่มสูงขึ้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณและคุณภาพ ของผลผลิตเป็นผลมาจากการบำรุงรักษา และการจัดการที่ดี ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเพิ่มสูงขึ้นและค่าใช้จ่ายในการผลิตลดลง [1]

2.1 ประเภทของงานบำรุงรักษา

ตามปกตินั้น คำว่าการซ่อมแซมหรือการซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุดเสียหายขึ้นมา แต่งานบำรุงรักษาไม่ได้มีเฉพาะการซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรขัดข้องเพียงอย่างเดียวซึ่งสามารถแบ่งประเภทการบำรุงรักษาเครื่องจักร และอุปกรณ์ออกเป็น 6 ประเภท ด้วยกันคือ

1. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance)
2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)
3. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance)
4. การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)
5. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)
6. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Self Maintenance)

สำหรับความหมายของงานบำรุงรักษาในแต่ละเภท สามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ

1. การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance)

การซ่อมบำรุงเกิดขึ้น เมื่อเครื่องจักรขัดข้องหรือชำรุดขณะใช้งานบางครั้งอาจจะต้องซ่อมใหญ่สาเหตุอาจจะมาจากเครื่องจักรนั้นได้รับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันน้อยไป การใช้งานบำรุงรักษาประเภทนี้มักประมาณเวลา และค่าซ่อมยากเพราะขึ้นอยู่กับความเสียหายของเครื่องจักร

2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ยังคงสภาพการใช้งานตามปกติโดยไม่เกิดการขัดข้องหรือชำรุดขณะใช้งาน เพราะฉะนั้นจึงทำการบำรุงรักษาก่อนจะเกิดการขัดข้องโดยข้อมูลจากคู่มือการบำรุงรักษาประจำเครื่องหรือข้อมูลการวิเคราะห์ต่างๆ เช่น อัตราเฉลี่ยการขัดข้อง (Mean Time Between Failure หรือย่อว่า MTBF) เป็นต้น

3. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance)

การปรับปรุง ดัดแปลง แก้ไขเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต เพื่อให้เครื่องจักรมีขีดความสามารถสูงขึ้น หรือผลิตได้มากขึ้น เร็วขึ้น มีคุณภาพขึ้นเป็นต้น เมื่อมีการทำงานของเครื่องจักรไปนานๆ จะทำให้เกิดการสึกหรอเกิดขึ้น แต่หากว่าขึ้นอยู่กับการดูแลรักษาด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อชิ้นส่วนเครื่องจักรเกิดสึกหรอ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงแก้ไขให้มีสภาพหรือประสิทธิภาพดังเดิม หรือ ประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ งานปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพการผลิตสูงกว่าที่เป็นอยู่ และงานดัดแปลงแก้ไขเครื่องจักรให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา

4. การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)

การบำรุงรักษาที่น้อยที่สุดหรือไม่มีงานบำรุงรักษาเพิ่มขึ้น ถือเป็นความต้องการสำหรับเครื่องจักรอุปกรณ์ เป็นแนวคิดที่จะพยายามออกแบบเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีการบำรุงรักษาน้อยที่สุดหรือไม่มีเลยหากจำเป็นต้องทำได้โดยง่ายและสิ้นเปลืองเวลาน้อยลง การซื้อเครื่องจักรใหม่มิใช่แต่คำนึงถึงเรื่องประสิทธิภาพในการผลิต และราคาเป็นสำคัญ ควรพิจารณาความยากง่ายต่อการบำรุงรักษา การหาอะไหล่ และระดับความเชื่อมั่นของเครื่องจักรที่ต้องการจะซื้อ ควรหลีกเลี่ยง

เครื่องจักรที่ออกแบบใหม่ และยังไม่เคยใช้ที่ใดมาก่อนเลย เพราะเครื่องที่ออกแบบใหม่มักมีข้อผิดพลาดเสมอ ผู้ออกแบบจะแก้ไขหลังจากที่มีผู้ซื้อไปใช้

5. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)

โรงงานอุตสาหกรรมใดที่จัดการงานบำรุงรักษาชนิดนี้ เครื่องจักรและอุปกรณ์ จะมีความแม่นยำสูง การคาดการณ์นั้นจะต้องมีข้อมูลสถิติ มีการตัดสินใจวางแผน มีผังงาน มีทีมงานที่ดีจะได้รับความเชื่อมั่นสูง โดยจะทำให้สามารถคำนวณการผลิตและประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Operational Efficiency) ข้อมูลที่นำมาใช้กับการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์จะเป็นข้อมูลดิบ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีต่างๆ หรือ ใช้โปรแกรมมิ่งจะยิ่งทำให้เพิ่มความถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว และทันเวลา ถ้าหากมีข้อมูลครบทุกด้านจะส่งผลให้การวิเคราะห์เป็นไปอย่างถูกต้อง หลังจากนั้นจึงนำมาตัดสินใจลงแผนงานบำรุงรักษาล่วงหน้า ข้อมูลนี้เมื่อมีทำการซ้ำๆ หลายครั้ง หลายช่วงเวลาและหลายปี จะทำให้ข้อมูลยิ่งมีความแม่นยำสูง เกิดความเชื่อมั่นไว้ใจที่จะนำไปใช้เพื่อวางแผนต่อไป

6. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Self Maintenance)

เป็นวิธีหรือความพยายามที่จะเน้นให้ผู้ควบคุมเครื่อง เข้ามามีส่วนร่วมในการดูแลบำรุงรักษาเครื่อง การดำเนินการบำรุงรักษา จะดำเนินไปได้ต้องมีการร่วมมือระหว่างฝ่ายผลิตกับฝ่ายบำรุงรักษา และต้องเป็นนโยบายขององค์กรงานหลักของพนักงานประจำเครื่อง คือ ควบคุมให้เครื่องทำงานตามหน้าที่ ดูแลความสะอาดเครื่องที่รับผิดชอบหล่อลื่นประจำวัน การตรวจสภาพเครื่องจักรและรวมไปถึงการระดมคนทุกคนที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรต่างๆ ให้มามีส่วนร่วมรับผิดชอบในการที่จะรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีผลผลิตตามที่ออกแบบหรือตามที่กำหนด ความสมบูรณ์ของความหมายของการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมประกอบด้วย 5 ส่วน คือ

(1) มีเป้าหมายเพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพโดยรวมสูงสุด

(2) ก่อให้เกิดระบบการบำรุงรักษาตลอดอายุของเครื่องจักร

(3) เป็นกิจกรรมที่ทุกฝ่ายต้องทำ เช่น วิศวกรรม, ผลิต, บำรุงรักษา เป็นต้น

(4) เป็นกิจกรรมที่พนักงานทุกคนนับ ตั้งแต่ระดับบริหารสูงสุดจนถึงพนักงานระดับล่างต้องทำ

(5) เป็นกิจกรรมที่มีพื้นฐานมาจากการส่งเสริมการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ผ่านทางการบริหารแรงจูงใจหรือการทำงานด้วยตนเองของกลุ่มย่อย

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม Total Preventive Maintenance ซึ่งย่อว่า TPM นั้นมีพื้นฐานสำคัญมาจากการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพราะฉะนั้นจึงเน้นและวางรากฐานระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้แข็งแรงเสียก่อน แล้วจึงพัฒนาเป็นการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมต่อไป

การจัดการบำรุงรักษาที่ดีจะต้องเป็นแบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และเป็นงานประจำวันมีการทำต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดชำนาญและพร้อมที่จะเผชิญกับปัญหาเร่งด่วน การบำรุงรักษาควรมุ่งเน้นที่การหลีกเลี่ยงการหยุดของเครื่องจักรโดยไม่เป็นไปตามแผน ทุกครั้งที่เครื่องจักรหยุดการทำงาน แสดงให้เห็นว่าการบำรุงรักษาไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ หน้าที่ของการบำรุงรักษาที่ดีก็เพื่อรักษาเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้เป็นอย่างดี ไม่ใช่ติดขัดหรือเครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้แล้วจึงวางแผนการรักษา ทั้งนี้เพื่อให้ผลผลิตและคุณภาพที่ถูกต้อง จำเป็นต้องจัดหาเครื่องจักรและอะไหล่ที่ถูกต้องและเหมาะสม การบำรุงรักษาไม่ได้เริ่มต้นเมื่อมีการส่งมอบและติดตั้งเครื่องจักร แต่การบำรุงรักษาควรเริ่มต้นในช่วงแรกของโครงการและช่วงการจัดหาเครื่องจักร

วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา สรุปได้ดังนี้

1. รักษาสมรรถนะความพร้อมใช้งาน(Availability Performance), ประสิทธิผลของเครื่องจักร (Equipment Effectiveness) และอายุการใช้งานเทคนิค (Technical Lifetime)ให้เป็นไปตามแผน
2. ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญด้วย คำถามที่มักถามอยู่เสมอ คือ “จะวัดประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาได้อย่างไร” ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดแสดงว่าประสิทธิภาพดีที่สุด คำตอบนี้ถือว่าไม่ถูกต้องเพราะต้องพิจารณาผลผลิตด้วยจึงจะได้การวัดประสิทธิภาพการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง สมรรถนะความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรและค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษามีความเกี่ยวข้องกันอย่างมาก อายุการใช้งานของเครื่องจักรต้องนำมาพิจารณาด้วย เมื่อมีการพูดคุยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา การบำรุงรักษาที่เลวจะทำให้เครื่องจักรมีอายุการใช้งานสั้นกว่าปกติ โดยทั่วไปแล้วเครื่องจักรจะมีช่วงอายุการใช้งาน ตามแผนและในช่วงเวลาดังกล่าวจะต้องวางแผนการบำรุงรักษาที่ดีให้แก่

เครื่องจักร แผนการบำรุงรักษาที่ดีจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับสมรรถนะความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเป็นสำคัญ จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากในระยะยาว

ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษา (Maintenance Costs)

บริษัทและองค์กรต่างๆ ที่มีความสนใจในการลดค่าใช้จ่ายบำรุงรักษา ส่วนมากมักมีความเข้าใจผิดว่า ผลผลิตก่อให้เกิดรายรับ การบำรุงรักษาก่อให้เกิดรายจ่าย แต่ที่จริงแล้ว การไม่ให้ความสำคัญต่อการบำรุงรักษาจะก่อความสูญเสียอย่างมหาศาล

1. การบำรุงรักษาโดยพิจารณาผลลัพธ์เป็นสำคัญ

การควบคุมค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาต้องกระทำอย่างมีความรอบรู้เกี่ยวกับการบำรุงรักษา บางครั้งอาจมีผลเสียเกิดขึ้นเมื่อบริษัทพยายามปรับปรุงหรือลดค่าใช้จ่ายบำรุงรักษา ความประหยัดที่เกิดขึ้นจากการลดค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาอาจทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตเพิ่มขึ้น

การจัดการค่าใช้จ่ายบำรุงรักษามี 2 ทางคือ

ก) การบำรุงรักษาควบคุมด้วยค่าใช้จ่าย (Cost)

ข) การบำรุงรักษาควบคุมด้วยผลลัพธ์ (Result)

การจัดการบำรุงรักษา ที่ควบคุมด้วยค่าใช้จ่ายถือว่าล้าสมัยแล้วในปัจจุบัน การนำค่าใช้จ่ายมาควบคุมการบำรุงรักษาจะทำให้วิศวกร และช่างเทคนิคมีความยากลำบากอย่างยิ่งในการวัดผลลัพธ์ที่เกิดจากการลงทุนในการบำรุงรักษาในรูปของเศรษฐศาสตร์ การหาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นโดยตรงสำหรับการบำรุงรักษานั้นไม่ใช่เรื่องยาก แต่การที่จะมองเห็นผลลัพธ์นั้นอาจจะยาก

ความสำคัญสูงสุดของวัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษา คือ “รักษาสมรรถนะความพร้อมใช้งานตามแผนให้ดำเนินต่อไปด้วยค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้” สิ่งนี้หมายถึง ผลลัพธ์ระยะยาวมีความสำคัญมาก ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาต้องนำมา เกี่ยวพันธ์กับผลลัพธ์ทั้งหมดที่ได้รับจากการบำรุงรักษาในกิจกรรมการผลิต ผู้จัดการฝ่ายบำรุงรักษาและฝ่ายการเงินต้องมีความสามารถในการมองเห็นผลลัพธ์ของกลยุทธ์การบำรุงรักษา

การตัดค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาบางส่วนออกไป อาจมีผลเสียหายต่อผลลัพธ์มากกว่าค่าใช้จ่ายที่ตัดออกไปก็ได้ ดังนั้น ต้องนำค่าใช้จ่าย (Cost) มาพิจารณาพร้อมกับผลลัพธ์ (Result) และพิจารณาดูจุดที่เหมาะสม คือค่าใช้จ่ายต่ำแต่ผลลัพธ์ดีตามต้องการ การบำรุงรักษาและผลลัพธ์สามารถเปรียบเทียบได้กับภูเขาน้ำแข็ง ซึ่งจะมองเห็นเฉพาะส่วนยอดภูเขาที่อยู่เหนือระดับน้ำ แต่ส่วนที่อยู่ใต้น้ำซึ่งมีขนาดใหญ่มากที่มองไม่เห็น ส่วนของภูเขาน้ำแข็งที่มองเห็นสามารถเปรียบเทียบได้กับค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาทางตรง และส่วนที่มองไม่เห็นเปรียบเสมือนค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่มีอิทธิพลมากจากการบำรุงรักษา ข้อมูลเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาทางตรงหาได้ง่ายมากจาก ฝ่ายการเงินของบริษัท แต่ผลกระทบด้านการเงินเนื่องจากการบำรุงรักษาอาจจะหาข้อมูลได้ยาก

2. ปัจจัยที่เห็นได้ชัดเจนว่ามีผลกระทบเนื่องจากการบำรุงรักษา คือ

ก) การสูญเสียคุณภาพ (Quality Losses) คุณภาพของสินค้าจะเลวลงเมื่อ เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาที่ดี ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง สถานการณ์บำรุงรักษา จะต้องคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อคุณภาพเพราะการสูญเสียคุณภาพสามารถเกิดขึ้นได้จากการปรับลดค่าใช้จ่าย ในการบำรุงรักษา

ข) การสูญเสียพลังงาน (Energy Losses) การสิ้นเปลืองพลังงานที่มากขึ้นอาจเกิดจากการบำรุงรักษาที่ไม่เหมาะสม โดยทั่วไปแล้วถ้ามีการบำรุงรักษาที่ดี เครื่องจักรจะใช้พลังงานน้อยลง

ค) ค่าใช้จ่ายต้นทุน (Capital Costs) เมื่อมีการบำรุงรักษาที่เลวจะทำให้เครื่องจักรเสียบ่อยเมื่อเครื่องจักรเสียบ่อยจะนำไปสู่ความเสียหายมาก และต้องสำรองอะไหล่ไว้จำนวนมากขึ้นซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายต้นทุนเพิ่มขึ้น บริษัทจำนวนมากในปัจจุบันได้ใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time ย่อว่า JIT) บริษัทเหล่านี้ต้องมีสมรรถนะความพร้อมใช้งานค่อนข้างสูง ถ้าเครื่องจักรใด ในสายการผลิตมีสมรรถนะความพร้อมใช้งานต่ำ จะนำไปสู่การเพิ่มต้นทุน ดังนั้นการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญมากอย่างหนึ่ง ในการควบคุมต้นทุนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

ง) การสูญเสียผลผลิต (Production Losses) ถ้าการบำรุงรักษาดี การสูญเสียผลผลิตจะลดลง มีปัจจัยที่มองไม่เห็นจำนวนมากที่กระทบต่อผลผลิต กลยุทธ์การบำรุงรักษาที่ถูกต้อง จะช่วยลดการสูญเสียผลผลิต

จ) การสูญเสียกำลังผลิต (Capacity Losses) ในระยะยาวถ้าเครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาที่ดี จะทำให้กำลังผลผลิตหรือความสามารถของเครื่องจักรลดลงเนื่องจากเกิดการสึกหรอและการเสื่อมสภาพ กำลังผลิตลดลงย่อมหมายถึงผลผลิตลดลง

ฉ) สภาวะแวดล้อมการทำงาน (Work Environment) สภาวะแวดล้อมการทำงานที่ดีมีส่วนสร้างบรรยากาศที่ดีต่อการทำงาน และทำให้เกิดความปลอดภัย การบำรุงรักษาที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่ดีต่อการทำงาน เนื่องจากพื้นฐานสำคัญประการหนึ่งของการบำรุงรักษา คือ ความสะอาดและการดูแลให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ปัจจัยของมนุษย์จะมีผลกระทบต่อผลผลิต

ช) การสูญเสียตลาด (Lost Market) การบำรุงรักษาที่ไม่ดีจะนำไปสู่การหยุดการผลิตโดยไม่ได้วางแผนมาก่อน ทำให้ส่งสินค้าแก่ลูกค้าไม่ทันเวลา ลูกค้าอาจมองหาผู้ผลิตรายอื่นและทำให้สูญเสียตลาดไปในที่สุด

ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาทางตรงและทางอ้อม (Direct and Indirect Maintenance Costs)

ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาสามารถแยกออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก) ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาทางตรง

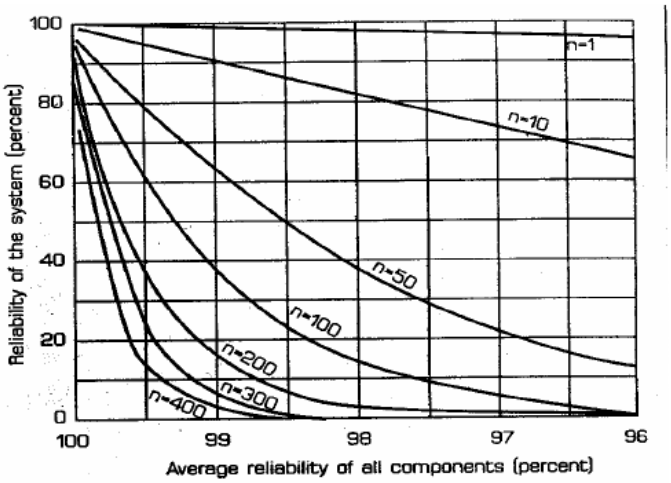
ข) ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาทางอ้อม

ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาทางตรงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับสมรรถนะของงานบำรุงรักษาในขณะที่ค่าใช้จ่ายทางอ้อมเป็นการสูญเสียที่เกิดจากการบำรุงรักษา

3. ความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability)

3.1 ความน่าเชื่อถือ (Reliability)

ระบบการทำงานของเครื่องจักรจะประกอบไปด้วย ชิ้นส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันในหลายๆ ส่วน ซึ่งในแต่ละส่วนทำหน้าที่เฉพาะของแต่ละส่วน หากแต่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดเกิดมีปัญหาในการทำงาน จะด้วยเหตุใดก็แล้วแต่ย่อมจะส่งผลกระทบถึงระบบการทำงานทั้งหมดที่อาจทำให้เกิดความเสียหายได้เช่นกัน ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรจะต้องเข้าใจสาเหตุของสิ่งเกิดขึ้นและเรื่องความน่าเชื่อถือว่าเกี่ยวข้องกับระบบการทำงานอย่างไร ผลกระทบที่ตามมาจากการเกิดความเสียหายจากภาพที่ 7 ระบบที่มีหลายชิ้นส่วนประกอบกัน เมื่อนำมาทำงานต่อกันจะส่งผลให้ความน่าเชื่อถือของระบบลดลงในการประมาณค่าความน่าเชื่อถือของระบบการทำงานนั้น ในแต่ละส่วนประกอบอาจจะมีค่าความน่าเชื่อถือของแต่ละส่วนเองที่ไม่แสดงในกราฟของภาพที่ 7 แต่อย่างไรก็ตามมีวิธีที่จะคำนวณค่าความน่าเชื่อถือ ของระบบการทำงานได้โดยอาศัยตามหลักสถิติ



ภาพที่ 7 แสดงความน่าเชื่อถือทั้งหมดของระบบกับจำนวนส่วนประกอบและความน่าเชื่อถือ

สมการ $R_S = R_1 \times R_2 \times R_3 \times .... \times R_n$ (2-1)

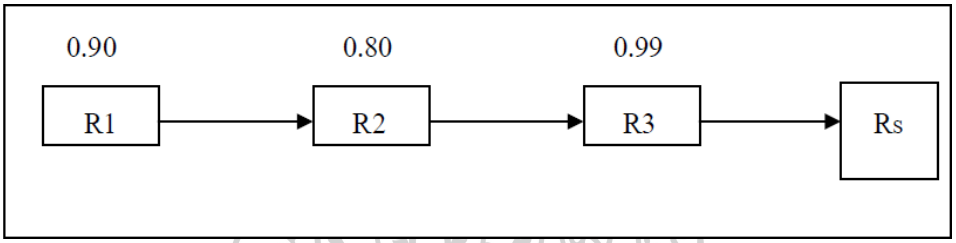
R_1 = ความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนที่ 1

R_2 = ความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนที่ 2

R_n = ความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนที่ n

สมการที่ 2-1 ค่าความน่าเชื่อถือและความน่าจะเป็นของแต่ละส่วนประกอบ (ชิ้นส่วน) ไม่ได้ผูกมัดกัน หมายความว่า ความน่าจะเป็นของชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งเป็นอิสระกับชิ้นส่วนอื่น เช่น ค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอุปกรณ์อยู่ที่ 0.90 หมายความว่า เครื่องจักรนี้มีความสามารถในการทำงานถึง 90% โอกาสที่จะเกิดความเสียหายอยู่ที่ 10% ของเวลา ดังตัวอย่าง

ระบบการผลิตของไลน์ผลิตที่ A ที่ต้องผ่านขั้นตอนการทำงาน 3 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนมีความน่าเชื่อถือ 0.90, 0.80, 0.99 ตามลำดับ ดังภาพที่ 8 [2]



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการผลิตที่มีความน่าเชื่อถือ

ดังนั้นความน่าเชื่อถือของทั้งการผลิตคือ

$$R_S = R_1 \times R_2 \times R_3$$

$$= (0.99) \times (0.80) \times (0.90)$$

$$= 0.713$$

ความน่าเชื่อถือจะขึ้นอยู่กับการดีไซน์หรือรายละเอียดที่ถูกกำหนด คาดว่าจะมีคุณสมบัติในการใช้งานที่ยาวนานเป็นต้นแบบหรือมาตรฐานจากออกแบบทางด้านวิศวกรรมที่รับผิดชอบ หรือการติดต่อกับผู้จัดส่งชิ้นส่วนหรือผู้รับผลิตชิ้นส่วน ที่ได้ผ่านการประเมินคุณสมบัติการทำงานและตรวจสอบหัวข้อความต้องการตามเกณฑ์ของผู้จัดหาแล้ว ให้ทำตามความต้องการชิ้นส่วนที่กำหนดนั้น

โดยทั่วไป อัตราความเสียหายของชิ้นส่วน จะถือเป็นตัวชี้วัดความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร ซึ่งมีการจัดการข้อมูลของอัตราการเสียหายในชิ้นส่วน ตามสมการที่ 2-2 และ 2-3 ที่แสดงการวัดอัตราความเสียหายในรูปแบบร้อยละของความเสียหาย (%) จากจำนวนที่นำมาทดสอบ FR (%) หรือจำนวนความเสียหายระหว่างช่วงเวลาทำงาน FR(N)

เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของเครื่องที่นำมาทดสอบ FR (%)

$$\text{FR (\%)} = \frac{\text{จำนวนความเสียหาย } \mathbf{x}\ \mathbf{100\ \%}}{\text{จำนวนที่ทดสอบ}} \quad (2\text{-}2)$$

จำนวนความเสียหายระหว่างช่วงเวลาทำงาน FR (N)

$$\text{FR (N)} = \frac{\text{จำนวนความเสียหาย}}{\text{จำนวนชั่วโมงการทำงานจริง}} \quad (2\text{-}3)$$

ในการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือนี้สามารถหาค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักร หรือ Mean Time Between Failures (MTBF) ซึ่งเป็นค่าที่กลับตรงข้ามกับค่า FR(N)

$$\mathrm{MTBF} = \frac{1}{\mathrm{FR(N)}} \quad (2\text{-}4)$$

3.2 การประเมินค่าความน่าเชื่อถือของกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตที่มีค่าความน่าเชื่อถือสัมพันธ์กับการลดจำนวนการความบกพร่องต่างๆที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรอุปกรณ์ ค่าความน่าเชื่อถือสามารถเปลี่ยนแปลงตามเวลา และจัดเป็นตัวทำนายสภาพอย่างหนึ่ง ที่ใช้เป็นตัวชี้วัดในการจัดการงานซ่อมบำรุง เพื่อให้สามารถทำนายการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ในอนาคต ที่เวลาและสภาวะที่แตกต่างกัน ดังสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรอุปกรณ์ อยู่รูปแบบของสมการฟังก์ชัน Exponential ต่อไปนี้

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

โดยที่ $R(t)$ คือ ค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรอุปกรณ์

λ คือ ค่าอัตราการเกิดความบกพร่องของเครื่องจักรอุปกรณ์ (Failure Rate)

t คือ ช่วงเวลาที่พิจารณาความน่าเชื่อถือของการทำงานของเครื่องจักร

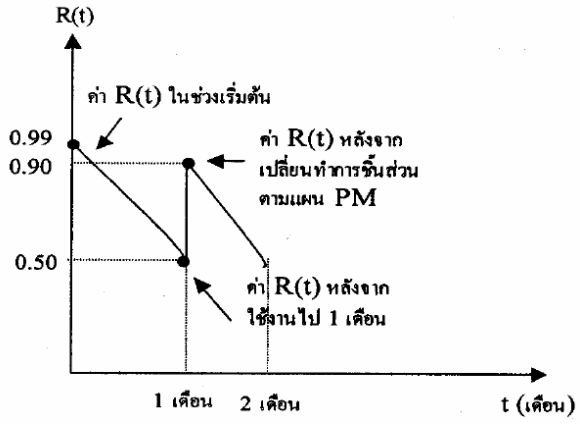
4. การบำรุงรักษาเครื่องจักรกลบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือ

4.1 บทบาทของวิศวกรรมความน่าเชื่อถือที่มีต่อแผนการบำรุงรักษา

ปัญหาหลักอันหนึ่งที่สำคัญต่องานด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล คือ ไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าเครื่องจักรจะหยุดการทำงานลงเมื่อไร หรือส่วนประกอบต่างๆมีอายุการใช้งานได้เป็นเวลานานเท่าไรจึงจะเสื่อมสภาพ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงแก้ไขปัญหานี้โดยทำการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมชิ้นส่วนต่างๆ ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ในคู่มือการใช้งานของเครื่องจักร เพราะว่าเครื่องจักรที่นำเข้ามานั้นจะต้องมีคู่มือการใช้งานเครื่องจักรและอายุการใช้งานชิ้นส่วนต่างๆแนบมาด้วย

เป็นที่ทราบกันดีว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่มักนิยมนำเครื่องจักรจากต่างประเทศ แต่ในปัจจุบัน ผู้ผลิตเครื่องจักรกลและชิ้นส่วนในประเทศทั้งขนาดกลางและขนาดย่อม ได้กลับกลายมาเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกลส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศเป็นจำนวนมากกว่าแต่ก่อน แล้วผู้สร้างเครื่องจักรกลหรือผู้ผลิตชิ้นส่วนดังกล่าวจะทราบได้อย่างไรว่า เครื่องจักรหรือชิ้นส่วนที่ออกแบบและสร้างขึ้น มีอายุการใช้งานนานเท่าไรจึงจะเสื่อมสภาพ โดยจากตัวอย่างต่อไปนี้คือ บริษัทผลิตรถยนต์มีนโยบายการรับประกันการซ่อมฟรีของรถยนต์ที่ใช้งานภายใน 50,000 กิโลเมตรแรกหรือ ภายใน 2 ปีแรกของการใช้งาน เนื่องจากว่าผู้ผลิตรถยนต์เหล่านั้นทราบดีว่าโอกาสที่รถยนต์จะเสียหายน้อยมากภายในระยะ 50,000 กิโลเมตรแรกหรือภายใน2 ปีแรกของการใช้งาน ดังนั้นจึงกล้าที่จะนำมาเป็นการสร้างโอกาสทางการตลาด

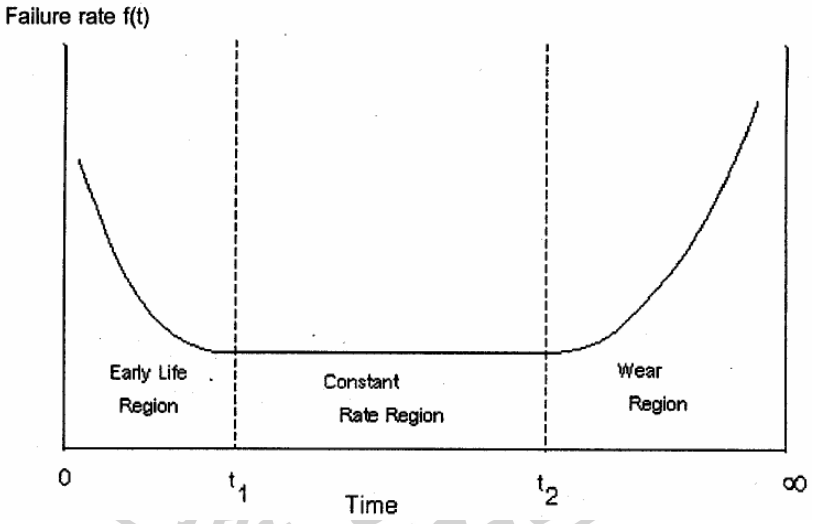
การที่จะหาคำตอบจากทั้งสองตัวอย่างนี้ได้จำเป็นต้องประยุกต์หลักการวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ เริ่มขั้นตอนที่หนึ่ง คือ ขั้นตอนการออกแบบจนถึงขั้นตอนสุดท้าย คือ การทดสอบชิ้นส่วน ทั้งนี้ก็เพื่อนำผลการทดสอบนี้ไปเป็นพื้นฐานในการกำหนดแผนการบำรุงรักษานั่นเอง ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ของความน่าเชื่อถือและแผนการบำรุงรักษา

4.2 ความน่าเชื่อถือ (Reliability) และ อัตราความเสียหาย (Failure Rate)

ความน่าเชื่อถือ คือความน่าจะเป็นที่ชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่เกิดความเสียหายหรือชำรุดภายใต้ช่วงเวลาที่กำหนดไว้ โดยความน่าเชื่อถือจะแปรผกผันกับอัตราความเสียหาย ซึ่งมีความสำคัญมากสำหรับการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล รวมทั้งการบำรุงรักษา เนื่องจากอัตราความเสียหายเกี่ยวข้องกับการประมาณค่าช่วงเวลาการใช้งานก่อนที่ชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรจะเสียหาย (Time To Failure : TTF) หรือค่าความพร้อมของระบบ (Availability) เป็นต้น ดังภาพที่ 10 เส้นโค้งนี้จะมีรูปทรงคล้ายอ่างน้ำ (Bath-Tub Curve) แสดงถึงค่าอัตราความเสียหายที่เกิดขึ้น ในช่วงตลอดอายุการใช้งานของเครื่องจักร สามารถอธิบายได้ดังนี้ {จิตรจุน, 2550}



ภาพที่ 10 เส้นโค้งอ่างน้ำ (Bath-tub Curve)

ช่วงที่ 1 : ช่วงเวลา T = 0 ถึง T = t1

ในช่วงเวลาเริ่มแรก (T = 0) ชิ้นงานเหล่านี้จะมีค่าอัตราความเสียหายในช่วงเริ่มแรกสูง หลังจากนั้นจึงค่อยๆลดลง เรียกช่วงนี้ว่า การเกิดความเสียหายในช่วงแรก (Early Failure Region) ซึ่งความเสียหายในช่วงนี้จะทำให้เกิดความไม่พอใจแก่ผู้ใช้งาน และ ค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นต่อการซ่อมแซมต่อตัวสินค้า ซึ่งชิ้นงานที่เพิ่งจะผลิตและยังไม่ได้ผ่านการใช้งาน ทำไมจึงมีอัตราความเสียหาย สาเหตุที่เป็นไปได้อาจจะมาจาก

1. ความไม่ได้มาตรฐานในการผลิตหรือความผิดพลาดในการควบคุมคุณภาพ (Type I Error)
2. ความผิดพลาดจากการออกแบบ
3. ความผิดพลาดจากการติดตั้ง (Installation) เนื่องจากผู้ใช้งานอาจจะยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจอย่างเต็มที่ในการใช้อุปกรณ์นั้น ๆ
4. ความผิดพลาดจากการใช้งานผิดประเภท

ช่วงที่ 2 : ช่วงเวลา T = t1 ถึง T = t2

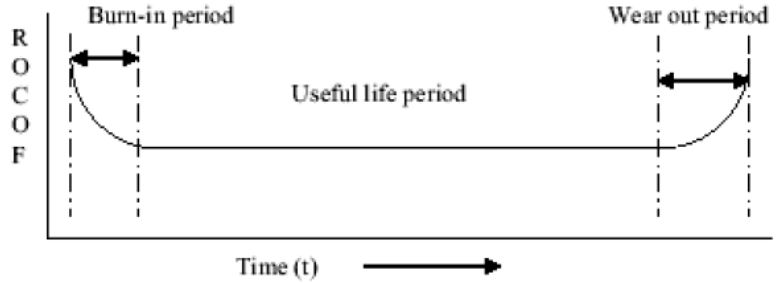
ช่วงเวลานี้เรียกว่าช่วงที่เกิดความเสียหายแบบคงที่ (Constant Failure Rate Region) เนื่องจากอัตราความเสียหายในช่วงนี้จะขึ้นอยู่กับภาระงาน (Load) ที่มากระทำต่อชิ้นงาน ไม่ขึ้นอยู่กับเวลาการใช้งาน เช่นถ้ามีการใช้งานเครื่องจักรสูง อาจจะก่อให้เกิดความเค้นที่มากเกินไปสะสมอยู่ภายในชิ้นส่วน ขณะเดียวกันถ้ามีค่าการใช้งานเครื่องจักรต่ำก็อาจจะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพภายในเนื้อวัสดุของชิ้นส่วน

ช่วงที่ 3 : ช่วงเวลา T = t2 ถึง T = ∞

ช่วงเวลานี้เรียก ช่วงการสึกหรอ (Wear-out Region) ในช่วงเวลานี้อัตราความเสียหายจะไม่ได้เกิดขึ้นแบบสุ่ม แต่มีสาเหตุหลักจาก อายุการใช้งาน และการสึกหรอของชิ้นส่วนต่างๆ โดยในช่วงปลายอายุการใช้งาน ค่าอัตราความเสียหายจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างมาก สามารถป้องกันได้โดยการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หรือการเปลี่ยนชิ้นส่วนเพื่อที่จะลดผลกระทบจากชิ้นส่วนที่จะเกิดความเสียหาย จากภาพที่ 10 ถ้าหากมีการใช้งานเครื่องจักรเกินเวลา TW จะส่งผลให้เครื่องจักรได้รับความเสียหายเนื่องจากการเสื่อมสภาพ (กราฟเส้นทึบที่เพิ่มขึ้น) แต่ถ้าหากว่ามีการบำรุงรักษาหรือการเปลี่ยนชิ้นส่วนก่อนที่เครื่องจักรจะเสื่อมสภาพ อายุการใช้งานก็จะเพิ่มขึ้นเป็น $Tw + \Delta W$ (เส้นประ) และเมื่อมีการทำเช่นนี้อยู่สม่ำเสมอค่าของ ΔW ก็จะกลายมาเป็นคาบเวลาในการวางแผนการบำรุงรักษานั่นเอง (สมภพ, 2550)

อัตราการเกิดความบกพร่องของเครื่องจักรอุปกรณ์ มีการเปลี่ยนแปลงไปตามแต่ละช่วงอายุของการใช้งาน จากภาพที่ 11 จากเส้นกราฟอ่างอาบน้ำ (Bath Tub Curve) แสดงให้เห็นว่า ในช่วงของการใช้งานเครื่องจักร หรือเครื่องจักรสามารถปฏิบัติงานได้ (Useful Life Period) หรืออยู่ในสภาวะอยู่ตัว (Steady State) อัตราการเกิดความบกพร่องของเครื่องจักรอุปกรณ์มีค่าคงที่ ซึ่งคำนวณ

ได้จากส่วนกลับของค่าระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดความบกพร่อง ได้แก่ ค่า MTTF สำหรับอุปกรณ์เครื่องจักรที่สามารถทำการซ่อมบำรุงได้ (Repairable Item) การได้มาซึ่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือนั้นจะต้องทำการให้ความรู้แก่วิศวกรผู้ปฏิบัติงานมีความเข้าใจที่ถูกต้อง เพื่อเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการปรับปรุง และพัฒนาความน่าเชื่อถือของกระบวนการผลิต



ภาพที่ 11 เส้นกราฟอ่างอาบน้ำแสดงอัตราการเกิดความบกพร่องของอุปกรณ์ในแต่ละช่วงอายุ

4.3 ความน่าเชื่อถือ (Reliability) และความพร้อม (Availability)

Reliability เป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับ MTBF (Mean Time Between Failure) ถ้าค่าของ MTBF มากเท่าไหร่ แปลว่าอุปกรณ์นั้นมี Reliability สูงเท่านั้น

Availability หมายถึง โอกาสที่สามารถใช้งานของระบบได้ตามเวลาที่ต้องการ เราสามารถเดินระบบได้ตามเวลาที่เราต้องการ หรือในกรณีที่ระบบมีปัญหา เราต้องสามารถแก้ไขและเดินระบบได้ตามเวลาที่ยอมรับได้ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ Reliability และ MTBF ดังนี้

$$\text{Availability} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR} + \text{MTPM})$$

MTBF (Mean Time Between Failure) หมายถึงอายุการใช้งานเฉลี่ยของอุปกรณ์

MTIR (Mean Time To Repair) หมายถึงเวลาเฉลี่ยในการแก้ไขหรือกู้ระบบให้กลับมาใช้งานได้เหมือนเดิม

MTPM (Mean Time for Preventive Maintenance) หมายถึงระยะเวลาโดยเฉลี่ยในการซ่อมบำรุงต่อช่วงเวลาหนึ่ง

ซึ่งหมายความว่าถ้า MTBF มาก หรือมีค่า Reliability สูง ค่าของ Availability ก็จะสูงขึ้นด้วยเช่นกัน

5. การคำนวณหาค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure : MTBF)

โดยส่วนมากชิ้นส่วนอุปกรณ์จะมีระยะตามกำหนดเพื่อการใช้งาน การที่จะเกิดความเชื่อมั่นว่าอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถทำงานได้ตามกำหนดเวลานั้นจะต้องทำการบำรุงรักษาเพื่อให้ชิ้นส่วนอุปกรณ์หรือเครื่องจักรดังกล่าว อยู่ในสภาพพร้อมทำงานได้ การบำรุงรักษาในขั้นพื้นฐานจะมีหลักปฏิบัติที่สำคัญ ได้แก่ การตรวจสอบ, การทำความสะอาด, การหล่อลื่น, และการปรับแต่งชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักร สำหรับการบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานนั้น จำเป็นที่ต้องหาอายุการใช้งานของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักร เพื่อที่จะให้สามารถแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรได้ การหาอายุการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์ สามารถกำหนดได้จากระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักร ซึ่งเป็นเวลาที่ชิ้นส่วนอุปกรณ์ควรที่จะได้รับการบำรุงรักษาเพื่อลดการเสียของเครื่อง ซึ่งจะทำให้เกิดความมั่นใจว่า ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามระยะเวลาที่กำหนด (โกศล, 2547) [3]

$$MTBF = T/R$$

กำหนดให้ MTBF = ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักร

T = ระยะเวลาปฏิบัติงานของเครื่องทั้งหมด

R = จำนวนครั้งที่เกิดเหตุขัดข้อง

หรือระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักร $= \frac{\text{เวลาในการทำงานของเครื่องจักร}}{\text{จำนวนครั้งที่เกิดเหตุขัดข้อง}}$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ และต้นทุนความไม่น่าเชื่อถือ สำหรับการจัดการงานซ่อมบำรุง กรณีศึกษา กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี: ได้ทำการคัดแยกข้อมูล และเพื่อ

ใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดกรองข้อมูลงานซ่อมบำรุงของโรงงาน เพื่อนำไปใช้คำนวณหาค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต ผู้วิจัยได้นำข้อมูลอัตราการเสียของเครื่องจักร (Failure rate) มีโอกาสเกิดความบกพร่องขึ้นในกระบวนการผลิตมีจำนวน 27.94 ครั้ง ภายในช่วงระยะเวลา 1 ปี คิดเป็นร้อยละ 95.18 ที่หน่วยการผลิตสามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งส่งผลให้ค่าความน่าเชื่อถือในระดับหน่วยการผลิตย่อยของกระบวนการผลิต หน่วยการกลั่นแยกสาร มีค่าเท่ากับ 7.31×10^{-13} สามารถใช้เป็นแนวทางในการคิดคำนวณหา MTBF จากค่าความน่าเชื่อถือของระบบ [4]

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตบูชนำเจาะชิ้นส่วนรถยนต์โดยใช้หลักการควบคุมคุณภาพ: มีจุดประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตบูชเจาะและลดของเสียที่เกิดขึ้นให้เป็นไปตามเป้าหมายการผลิต โดยใช้การควบคุมคุณภาพ โดยวิเคราะห์หาสาเหตุและทำการแก้ไขปัญหาด้วยเครื่องมือคุณภาพ 4 อย่าง ได้แก่ (1) ใบตรวจสอบ (2) แผนภูมิพาเรโต (3) แผนผังก้างปลา (4) แผนภูมิควบคุม พิสัย ใช้หลักของ 5W 1H ให้ความรู้และฝึกอบรมพนักงาน จัดทำแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร วางการวัตถุดิบและวิธีการทำงานเป็นไปตามแผนการผลิต และดำเนินการแก้ไขปัญหาตามวงล้อ P-D-C-A ผลสรุปได้ว่าการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน ทำให้ลดการสูญเสียบูชเจาะไม่ได้มาตรฐานลงได้ร้อยละ 53.25 และผลของการเปรียบเทียบวิเคราะห์ทางสถิติของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตลงได้จริงที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 [5]

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนจักรกล: การวิจัยนี้เป็นแนวทางการเพิ่มอัตราความพร้อมใช้งานและความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยอาศัยหลักการของการบำรุงรักษาบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้ MTBF ของเครื่องจักรยาวนานขึ้น จุดประสงค์ของการวิจัยคือ ทำการปรับปรุงให้อัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรให้มากกว่า 80% ทุกเครื่อง โดยการนำระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรและการวิเคราะห์รูปแบบและผลกระทบของความเสียหาย มาทำการวิเคราะห์ความเสียหายและระดับความเสี่ยง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมของแต่ละเครื่องจักรให้เป็นมาตรฐานในการบำรุงรักษา ซึ่งจะก่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด หลังจากที่ได้นำระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรและการวิเคราะห์รูปแบบและผลกระทบของความเสียหายมาใช้งานในโรงงานตัวอย่าง พบว่าสามารถทำให้อัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 82.73 % ซึ่งมากกว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้คือ 80 % และ

มีค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 63.80 % นอกจากนี้ยังมีจำนวนความถี่ในการเกิดความเสียหายลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 46.44 % และจำนวนชั่วโมงที่เกิดความเสียหายลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 67.47 % [6]

การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเครื่องทอผ้าโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน: เนื่องจากผลผลิตของเครื่องทอไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตผ้าทอโดยวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องทอผ้า เริ่มจากการเก็บข้อมูลการทำงานและข้อมูลการผลิตของเครื่องทอผ้าของบริษัทกรณีศึกษา จากนั้นวิเคราะห์สาเหตุหลักที่ทำให้เครื่องเกิดเหตุขัดข้อง และกำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงป้อง สุดท้ายดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเพื่อลดความสูญเสียจากเหตุขัดข้องและประเมินประสิทธิภาพหลังจากนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ ด้วยตัวชี้วัดค่าความพร้อมใช้งานและประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องทอ เมื่อเทียบก่อนและหลังการปรับใช้แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมเพิ่มขึ้น 2.56 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้การผลิตผ้าทอเพิ่มขึ้น 772.33 หลา/เดือน หรือคิดเป็น 1.5 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทอเพิ่มขึ้น 8.63 เปอร์เซ็นต์ ค่าความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้น 0.56 เปอร์เซ็นต์ [7]

การลดอัตราการสูญเสียจากกระบวนการบรรจุสารละลายโซลเว้นท์โดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ: ผู้วิจัยต้องการลดอัตราการสูญเสียที่เกิดจากกระบวนการบรรจุสารละลายโซลเว้นท์ โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีวิศวกรรมความน่าเชื่อถือนำมาวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับเครื่องจักร โดยมีการใช้แบบบันทึกการผลิต/บรรจุสินค้าประจำวัน ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภาพพาเรโตและแผนผังก้างปลา และใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าความน่าเชื่อถือ ผลที่ได้คือหลังจากการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ อัตราการสูญเสียที่เกิดจากการกระบวนการผลิต ลดลงร้อยละ 99.27 และค่าความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นร้อยละ 41.7 [8]

ตารางที่ 2 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

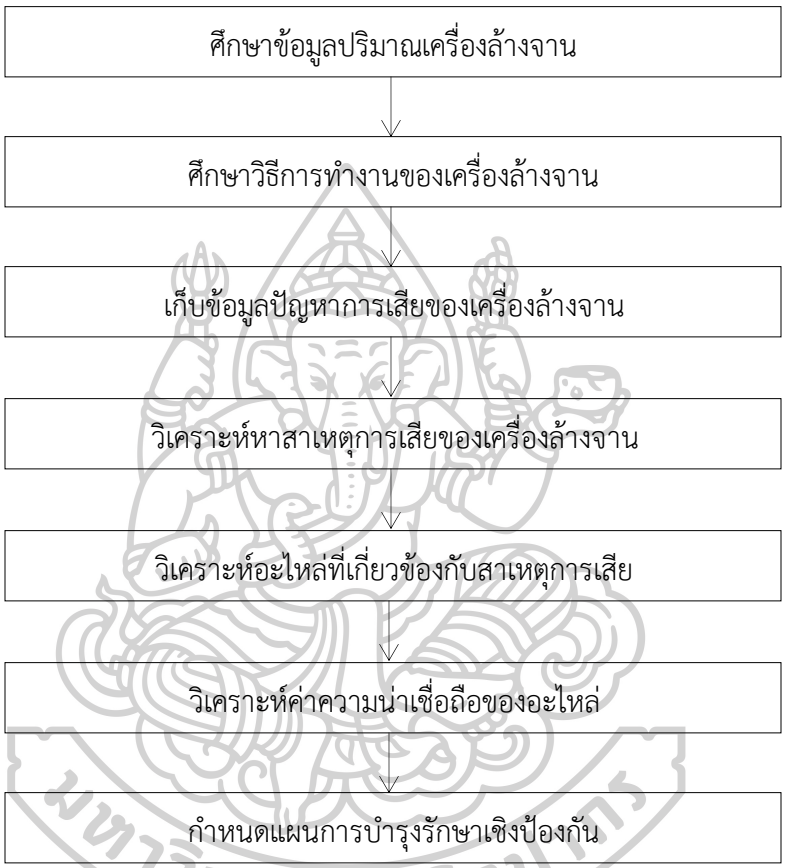
ผู้วิจัย	งานวิจัย	ทฤษฎี/หลักการ			
		การคำนวณค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability)	7 QC tools- แผนภาพก้างปลา	การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	การปรับปรุง/เพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร
เอกชัย (2553)	การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ และต้นทุนความไม่น่าเชื่อถือ สำหรับการจัดการงานซ่อมบำรุง กรณีศึกษา กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี	●			●
บัณฑิต (2556)	การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตบูชนำเจาะชิ้นส่วนรถยนต์โดยใช้หลักการควบคุมคุณภาพ		●		●
กาญจนา (2550)	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษา โรงงานผลิตชิ้นส่วนจักรกล	●	●		●
ศักดา (2550)	การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเครื่องทอผ้าโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน		●	●	●

ผู้วิจัย	งานวิจัย	ทฤษฎี/หลักการ			
		การคำนวณค่าความน่าเชื่อถือ (Reliability)	7 QC tools- แผนภาพก้างปลา	การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	การปรับปรุง/เพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร
ชัยยะเนตร (2560)	การลดอัตราการสูญเสียจากกระบวนการบรรจุสารละลายโซลเว้นท์โดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ	●	●	●	●

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

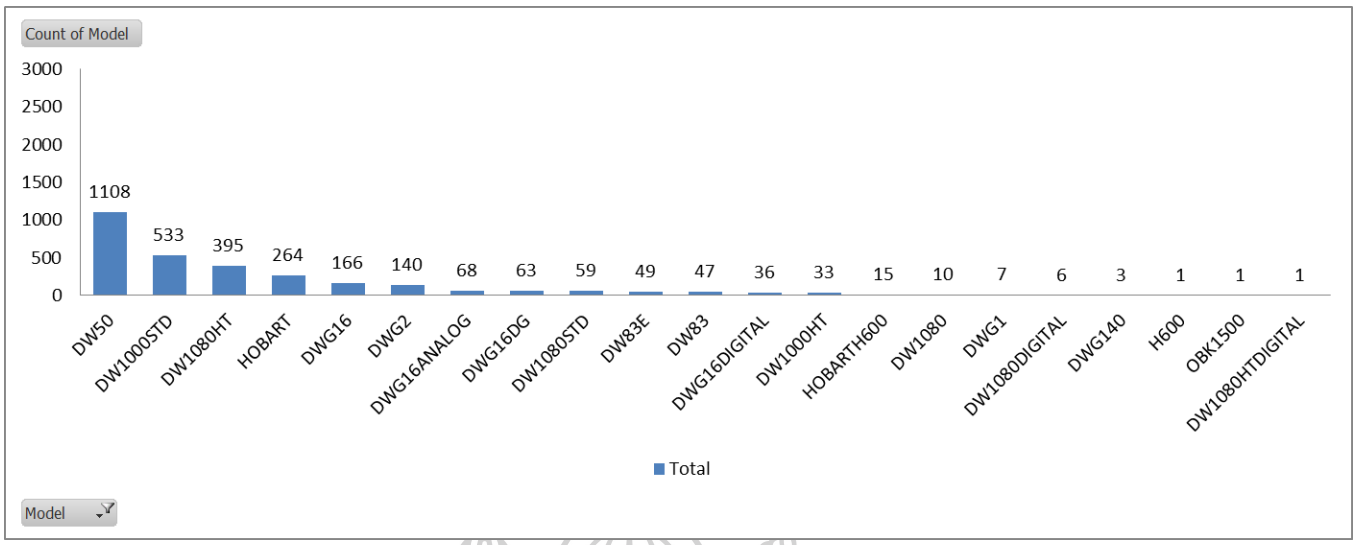
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้



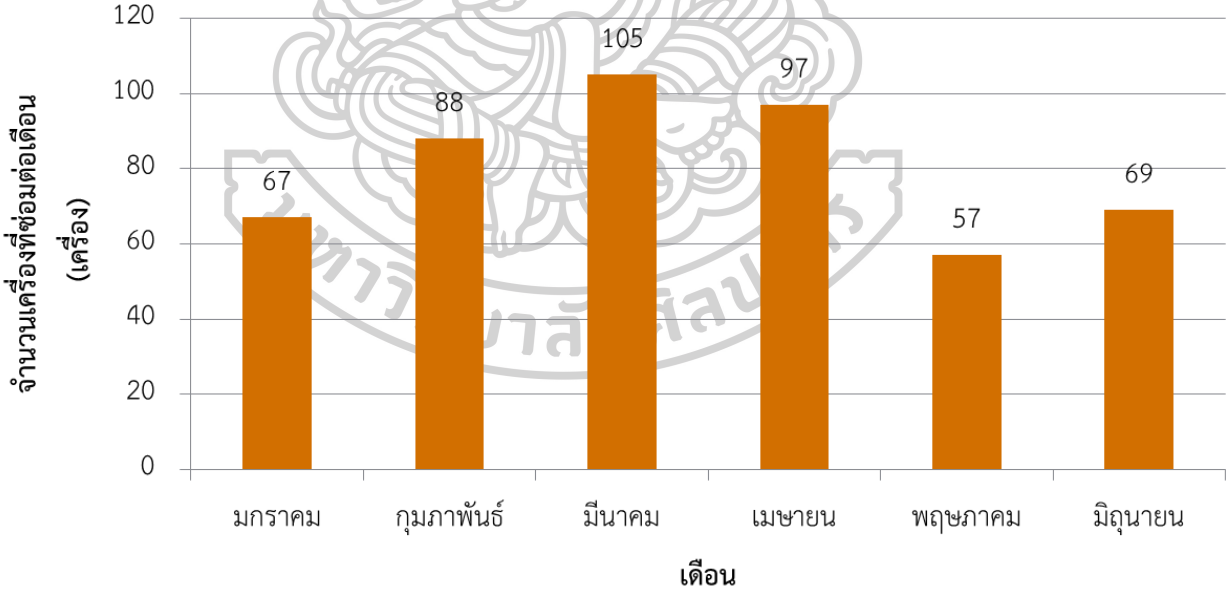
1. ศึกษาข้อมูลปริมาณเครื่องล้างจาน

จำนวนเครื่องล้างจานมีปริมาณสูงที่สุดเป็นอันดับแรก จากปริมาณเครื่องจักรดังกล่าว ทำให้ทราบปริมาณเครื่องจักรที่มีอยู่เยอะที่สุดในขณะนี้ โดยเครื่องล้างจานนั้นมีการกระจายอยู่ตามสถานที่ต่างๆของลูกค้า โดยเครื่องล้างจานมีมากมายหลากหลายรุ่น ซึ่งจำนวนรุ่นที่มีปริมาณเยอะที่สุดได้แก่ รุ่น DW50 รองลงมาคือ รุ่น DW1000STD และ DW1080HT ตามลำดับ ดังกราฟที่ 1 และส่งผลให้ปริมาณการซ่อมเครื่องจักรมีจำนวนที่สูงในแต่ละเดือน ดังกราฟที่ 2

จากกราฟแสดงปริมาณเครื่องล้างจาน กราฟที่ 1 ผู้วิจัยจึงเลือกเครื่องล้างจานรุ่น DW50 มาเป็นเครื่องจักรกรณีศึกษา



กราฟที่ 1 แสดงจำนวนเครื่องล้างจานแต่ละรุ่น

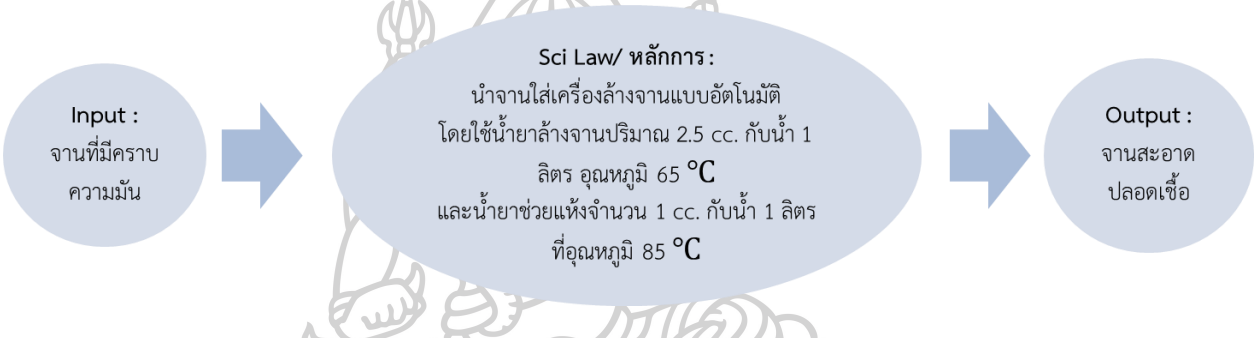


กราฟที่ 2 แสดงจำนวนการเสียของเครื่องล้างจานแต่ละรุ่น

2. ศึกษาวิธีการทำงานของเครื่องล้างจาน

2.1 วิธีการทำงานของเครื่องล้างจาน

หลักการทำงานของเครื่องล้างจานอย่างง่ายคือ นำจานที่ต้องการล้างเข้าภายในเครื่องล้างจาน โดยจานที่ต้องการล้างนั้นจะต้องมีเพียงคราบความมันหรือไขมัน กล่าวคือจะต้องนำเศษอาหารออกให้หมดเกลี้ยง ไม่มีเศษอาหารหลงเหลืออยู่ หลังจากนั้นเครื่องล้างจานจะทำการล้างจานโดยอัตโนมัติ โดยวัสดุที่ใช้จะมีเพียงน้ำร้อนอุณหภูมิ 65 และ 85 องศาเซลเซียส น้ำยาล้างจาน และน้ำยาช่วยแห้ง หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการ จะได้จานที่ออกมาสะอาดพร้อมกับปลอดเชื้อโรค โดยสามารถอธิบายหลักการดังกล่าวเป็นรูปภาพอย่างง่ายใน ภาพที่ 12



ภาพที่ 12 หลักการทำงานของเครื่องล้างจาน

กระบวนการและหลักการทำงานของเครื่องล้างจานที่มีรายละเอียด สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) การเติมน้ำเข้าภายในเครื่องล้างจาน

การเติมน้ำเข้าภายในเครื่องล้างจาน มีจุดประสงค์เพื่อนำน้ำที่เติมเข้าไป ไปใช้ในการทำความสะอาดจานด้วยน้ำยาทำความสะอาด

2) การทำความร้อนให้แก่น้ำ

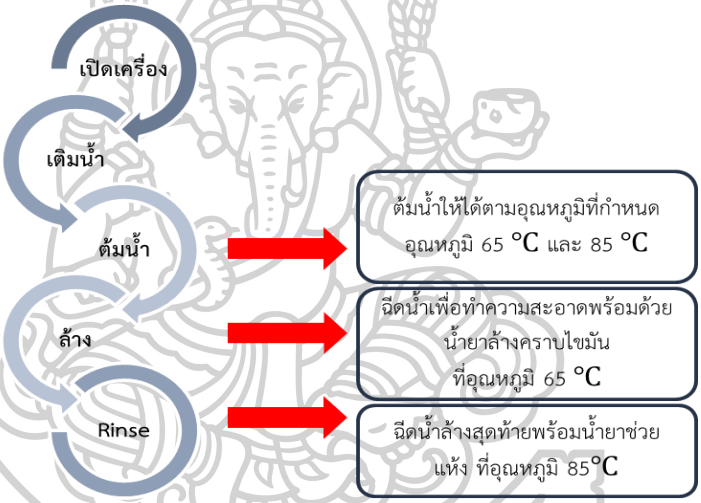
หลังจากขั้นตอนการเติมน้ำ จะต้องมีการทำความร้อนให้แก่น้ำ โดยสามารถแบ่งวิธีการทำความร้อนออกเป็น 2 วิธีการ คือ ทำความร้อนด้วย Heater และ ทำความร้อนด้วย Boiler ทั้งสองวิธีจะให้ความร้อนที่แตกต่างกัน โดยการทำความร้อนด้วย Heater จะให้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส และการทำความร้อนด้วย Boiler จะให้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส

3) การล้างจาน

ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำน้ำที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส มาผสมร่วมกับน้ำยาทำความสะอาดจาน เพื่อที่จะทำความสะอาด ผ่านการฉีดน้ำผ่านจานด้วยแขนฉีดสำหรับทำความสะอาด

4) การทำจานให้แห้ง

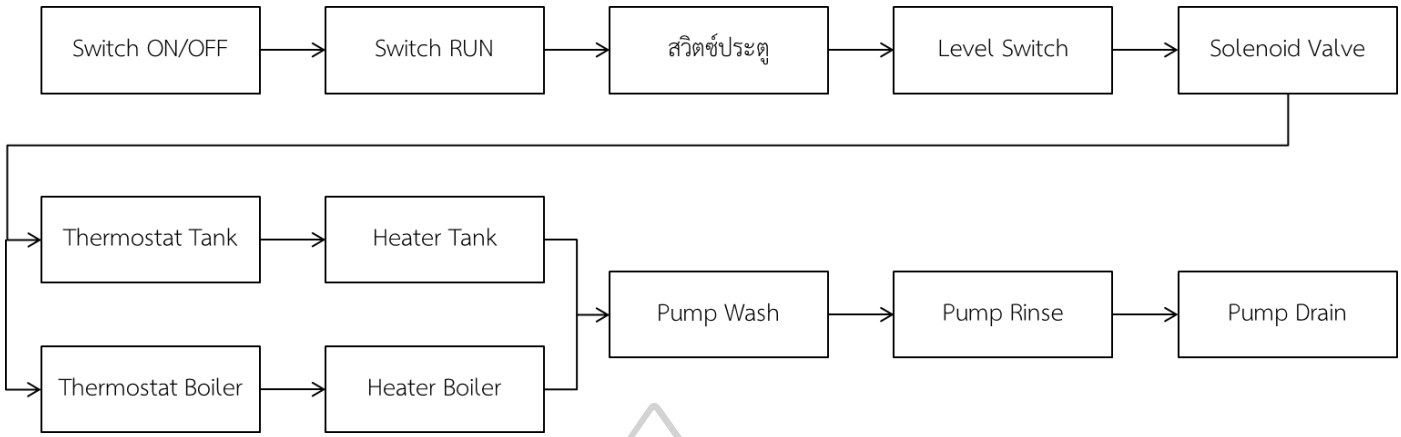
หลังจากขั้นตอนการล้างทำความสะอาด เพื่อขจัดคราบไขมันและสิ่งสกปรก จะต้องมีการล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสร่วมกับน้ำยาเคลือบแห้ง เพื่อให้จานนั้นแห้งหลังจากเสร็จขั้นตอนกระบวนการทำความสะอาดจานทั้งหมด



ภาพที่ 13 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องล้างจาน

2.2 แผนผัง Schematic Diagram

เครื่องล้างจาน ประกอบด้วยอะไหล่หลายชนิดประกอบรวมกัน เพื่อให้สามารถทำงานครบขั้นตอนกรบวนการได้ โดยการทำงานของอะไหล่แต่ละชนิด จะประกอบต่อกันเป็นแบบอนุกรม ซึ่งหากอุปกรณ์ชนิดใดเสีย จะทำให้ไม่สามารถทำงานในขั้นตอนกระบวนการต่อไปได้ ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 Schematic Diagram กระบวนการทำงานของเครื่องล้างจาน

จากภาพที่ 14 สามารถอธิบายได้ดังนี้ เนื่องจากเครื่องล้างจานแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนการทำงาน แสดงดังภาพที่ 15

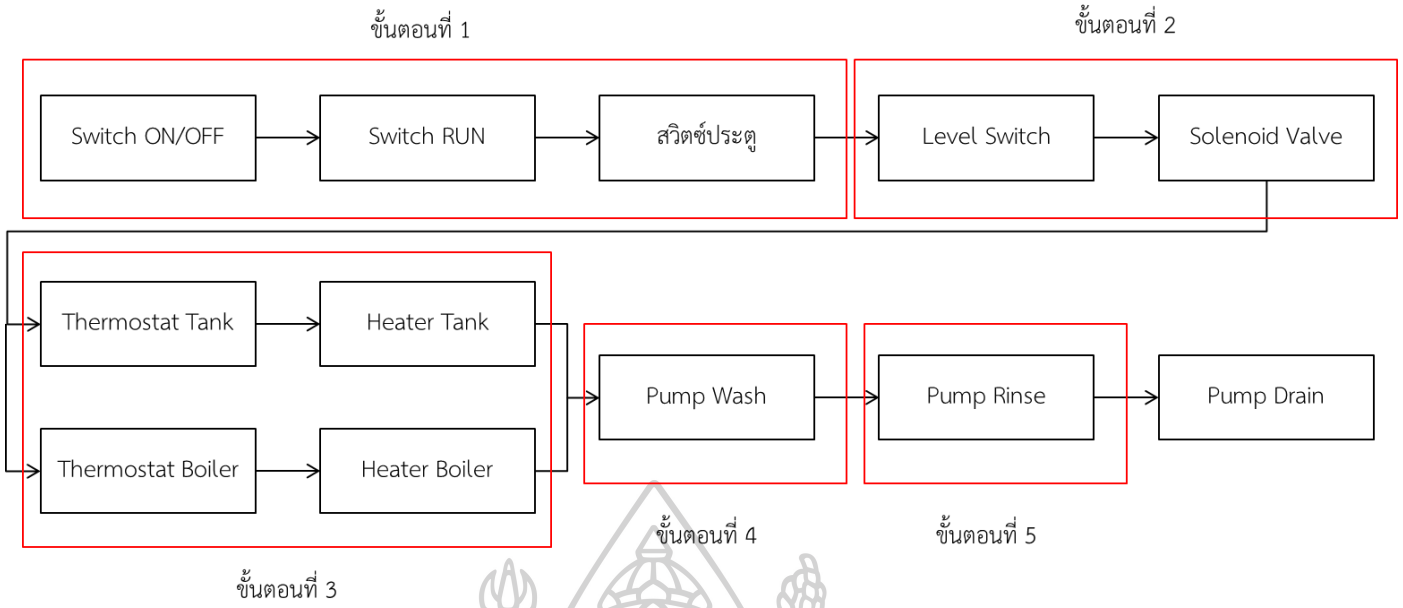
ขั้นตอนที่ 1 เปิดเครื่อง อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง คือ Switch ON/OFF, Switch RUN, สวิตช์ประตู อุปกรณ์มีการทำงานแบบอนุกรมต่อกัน

ขั้นตอนที่ 2 เติมน้ำ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง คือ Level switch, Solenoid valve อุปกรณ์มีการทำงานแบบอนุกรมต่อกัน

ขั้นตอนที่ 3 ต้มน้ำ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง คือ Thermostat Tank, Heater Tank, Thermostat Boiler, Heater Boiler อุปกรณ์มีการทำงานแบบขนานกัน

ขั้นตอนที่ 4 ล้าง อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง คือ Pump Wash

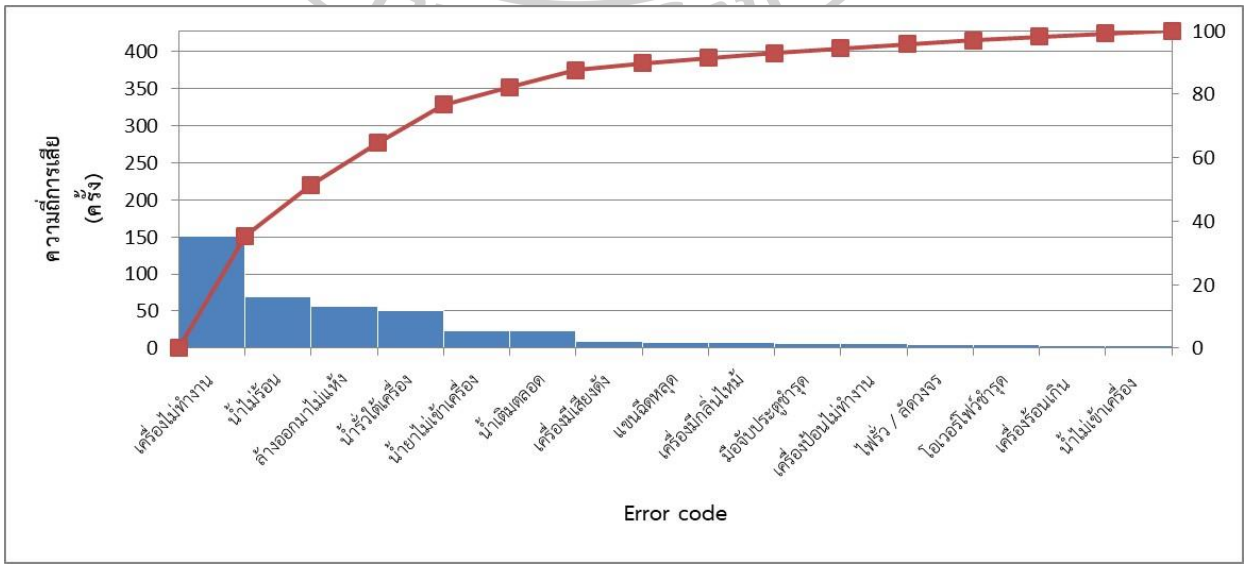
ขั้นตอนที่ 5 Rinse อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง คือ Pump Rinse



ภาพที่ 15 Schematic Diagram แต่ละขั้นตอนการทำงาน

3. **เก็บข้อมูลปัญหาการเสียของเครื่องล้างจาน**

ในปัจจุบันอัตราการเสียของเครื่องล้างจานต่อจำนวนเครื่องล้างจานทั้งหมดที่มีอยู่ คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 10 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาการเสียของเครื่องล้างจานที่ลูกค้าได้มีการแจ้งเข้ามา ผ่านทางโปรแกรม Factorium และได้นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยการใช้หนึ่งในเครื่องมือควบคุมคุณภาพหรือ 7 QC tools ที่ชื่อว่า แผนภูมิพาเรโต ผลปรากฏว่า ปัญหาของเครื่องล้างจานที่ส่งผลต่อการหยุดการทำงานของเครื่องมีหลักๆ 4 ปัญหา ดังกราฟที่ 3



กราฟที่ 3 แผนภูมิพาเรโตแสดงปัญหาของเครื่องล้างจาน

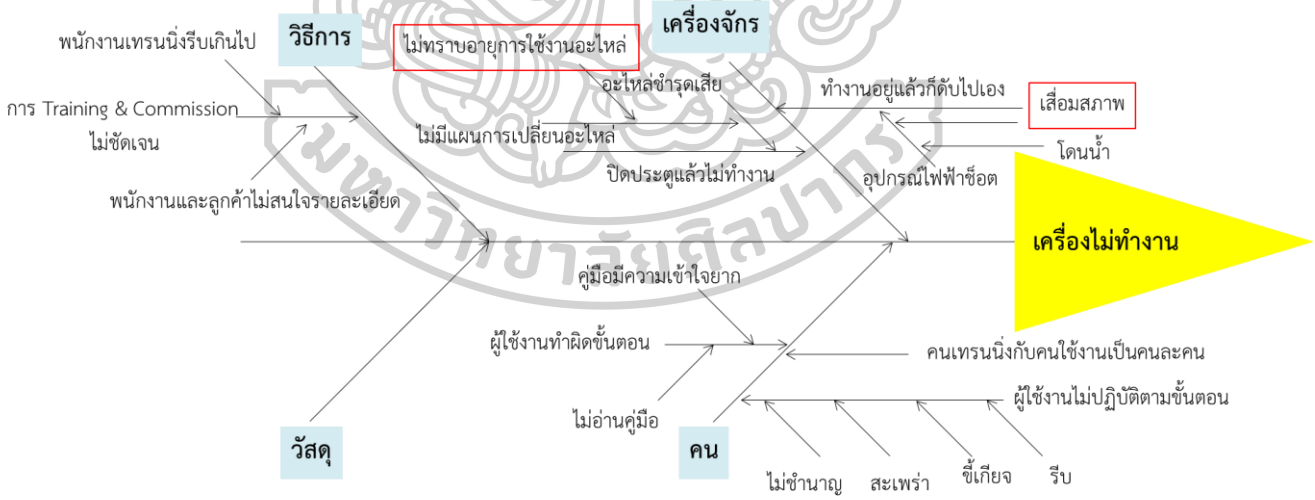
จากแผนภูมิพาเรโตข้างต้น สามารถสรุปปัญหาที่ทำให้เครื่องล้างจานเกิดการเสียได้ ดังนี้

- เครื่องไม่ทำงาน
- อุณหภูมิน้ำของเครื่องล้างจานไม่ถึงจุดที่ตั้งไว้
- ภาชนะที่ล้างออกมาไม่สะอาด
- น้ำรั่วออกมาจากใต้เครื่อง

4. วิเคราะห์หาสาเหตุการเสียของเครื่องล้างจาน

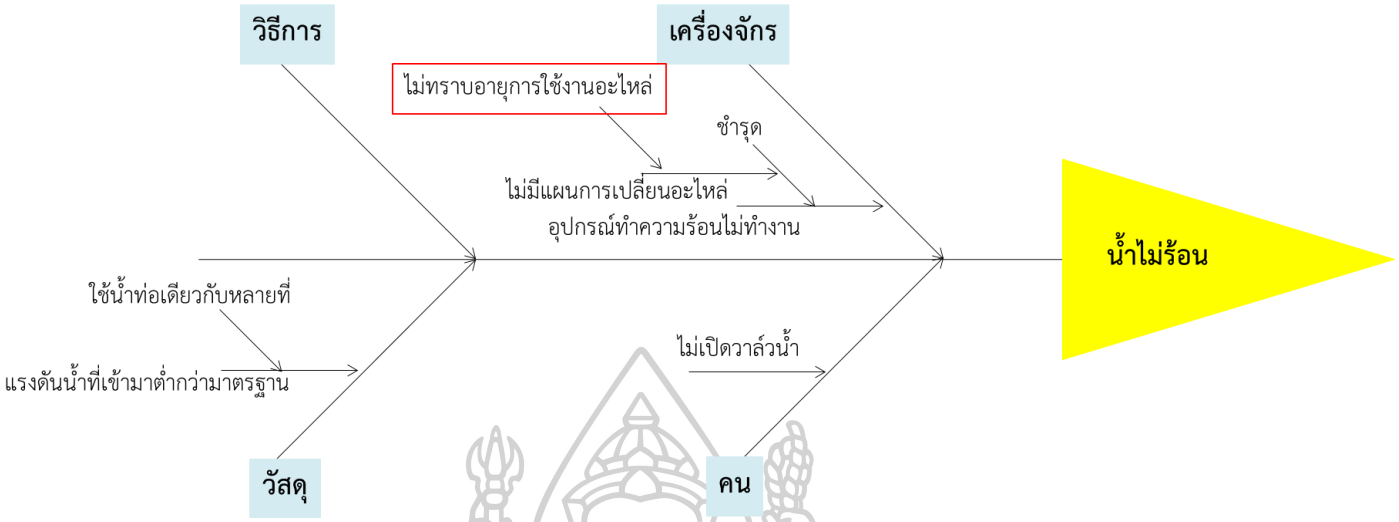
ในทุกๆปัญหาการเสียของเครื่องล้างจานจะต้องมีสาเหตุหลักหรือสาเหตุย่อยที่ทำให้เครื่องล้างจานเกิดการเสีย ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยการใช้หนึ่งในเครื่องมือควบคุมคุณภาพหรือ 7 QC tools ที่มีชื่อว่า แผนภูมิก้างปลา โดยสามารถแสดงสาเหตุการเสียของปัญหาต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

- เครื่องไม่ทำงาน



ภาพที่ 16 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาเครื่องไม่ทำงาน

- อุณหภูมิน้ำของเครื่องล้างจานไม่ถึงจุดที่ตั้งไว้ หรือ น้ำไม่ร้อน



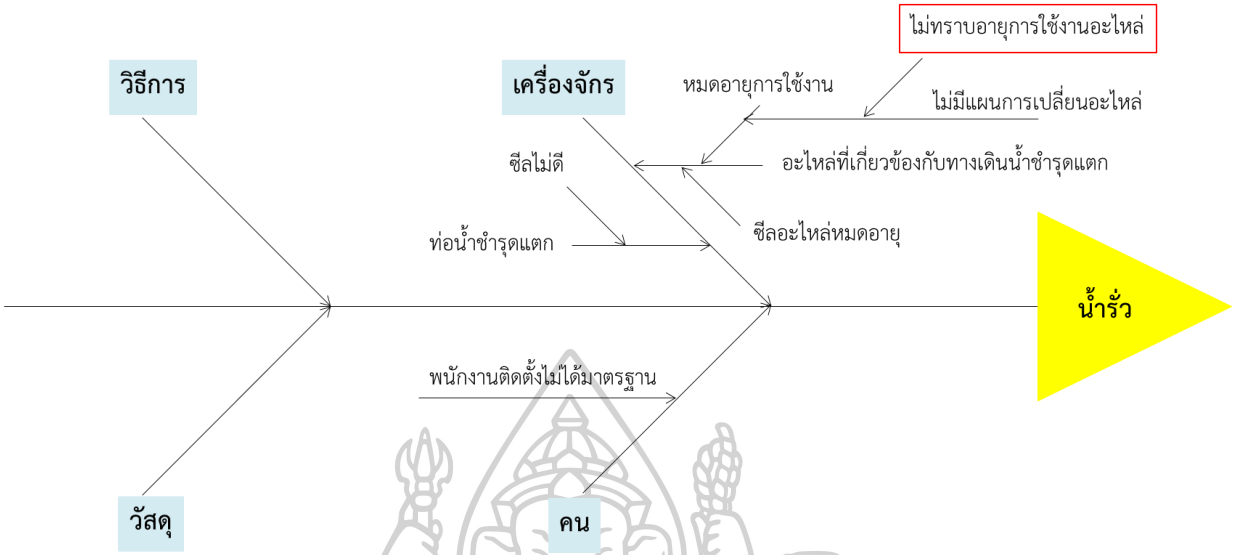
ภาพที่ 17แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาน้ำไม่ร้อน

- ภาชนะที่ล้างออกมาไม่สะอาด

ภาพที่ 22

ภาพที่ 18 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาภาชนะไม่สะอาด

- น้ำรั่วออกมาจากใต้เครื่อง



ภาพที่ 19 แผนภูมิก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาน้ำรั่ว

จากแผนภูมิก้างปลาข้างต้น การวิเคราะห์สาเหตุและปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักร คน วิธีการ และวัสดุ สามารถสรุปปัญหา สาเหตุและการแก้ไขของการหยุดเดินเครื่องจักรได้ดังตารางที่ 3 [9]

ตารางที่ 3 สรุปการวิเคราะห์สาเหตุการเสียเครื่องล้างจาน

ปัญหา	5M	สาเหตุการเสีย	การแก้ไข
เครื่องไม่ทำงาน	เครื่องจักร	อะไหล่ชำรุดเสื่อมสภาพง่าย ไม่ทนทานต่อการเกิดสนิม ทำให้เครื่องจักรไม่สามารถใช้งานได้ และไม่ทราบอายุการใช้งานของอะไหล่จึงไม่สามารถเปลี่ยนอะไหล่ได้ทันก่อนจะเสีย	วิเคราะห์อายุการใช้งานของอะไหล่ เพื่อทำแผนการ Preventive Maintenance
	คน	ผู้ใช้งาน ปฏิบัติงานผิดขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร เนื่องจากไม่อ่านคู่มือหรือไม่เข้าใจการใช้งานเครื่องจักรอย่างแท้จริง	จัดทำ Work instruction ให้เข้าใจง่ายและละเอียด
	วัสดุ	วัสดุของอะไหล่ ไม่ทนทานต่อการเกิดสนิม เมื่อโดนน้ำจึงทำให้เสียได้ง่าย	ปรับเปลี่ยนวัสดุหรือคุณสมบัติของอะไหล่ให้ทนทานมากกว่าเดิม

น้ำไม่ร้อน	เครื่องจักร	อุปกรณ์เกี่ยวกับการทำความร้อนไม่ทำงาน เสื่อมสภาพ ไม่สามารถเปลี่ยนอะไหล่ก่อนที่จะเสีย ได้ เนื่องจากไม่ทราบอายุการใช้งานและแผน PM	วิเคราะห์อายุการใช้งานของอะไหล่ เพื่อทำแผนการ Preventive Maintenance
	คน	ผู้ใช้งาน ปฏิบัติงานผิดขั้นตอน	จัดทำ Work instruction ให้เข้าใจง่ายและละเอียด
ภาชนะไม่สะอาด	เครื่องจักร	ปริมาณน้ำยาไม่เพียงพอต่อการใช้งานเนื่องจากน้ำยาหมด หรืออุปกรณ์ดูดน้ำยาเสีย	วิเคราะห์อายุการใช้งานของอะไหล่, เทคโนโลยีที่สามารถตรวจจับปริมาณคงเหลือของน้ำยาล้างจาน
	คน	ผู้ใช้งานไม่ปฏิบัติงานตามขั้นตอนหรือผิดขั้นตอน ทำให้เครื่องเกิดเศษอาหารตกค้าง	จัดทำ Work instruction ให้เข้าใจง่ายและละเอียด
	วัสดุ	ปริมาณค่าน้ำไม่ได้มาตรฐาน , จานที่นำเข้าเครื่องมีเศษอาหาร	น้ำยาเพื่อปรับคุณภาพน้ำหรือเครื่องกรองน้ำ
น้ำรั่ว	เครื่องจักร	อะไหล่ชำรุด เสื่อมสภาพง่าย ซีลยางไม่ดี ทำให้น้ำเกิดรั่วได้ และไม่ทราบอายุการใช้งานของอะไหล่ จึงไม่สามารถเปลี่ยนอะไหล่ได้ทันก่อนจะเสีย	วิเคราะห์อายุการใช้งานของอะไหล่ เพื่อทำแผนการ Preventive Maintenance

จากตารางข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าสาเหตุของการเสียเกิดจากเครื่องจักรที่มีอะไหล่ชำรุดเสียหาย ไม่มีแผนการบำรุงรักษาเพื่อตรวจเช็คสภาพอะไหล่ คนหรือผู้ใช้งานที่ไม่ปฏิบัติงานตามขั้นตอนการทำงานและวัสดุของเครื่องจักรที่มีความไม่ทนทานต่อสภาพการทำงาน โดยวิธีการแก้ไขแนวทางการแก้ไขปัญหาส่วนใหญ่ คือ การเปลี่ยนอะไหล่ก่อนหมดอายุการใช้งานเพื่อป้องกันการหยุดทำงานของเครื่องล้างจาน การปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของอะไหล่ และการจัดทำ Work instruction สำหรับผู้ใช้งาน

5. วิเคราะห์อะไหล่ที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุการเสีย

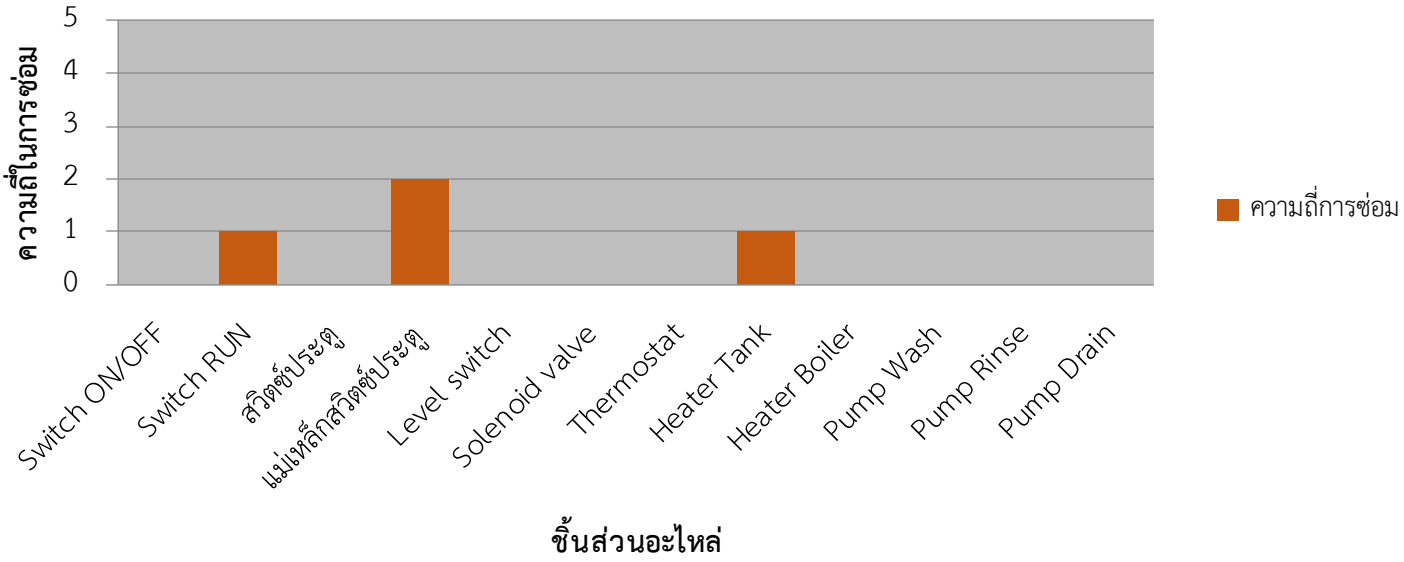
ในขั้นตอนถัดไปจึงต้องทำการวิเคราะห์อะไหล่ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานของแต่ละอาการเสียและสาเหตุ จากนั้นจัดทำแผนการบำรุงรักษาของเครื่องจักรโดยมุ่งเน้นไปที่อะไหล่ของเครื่องล้างจานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่เป็นสาเหตุหลักให้เครื่องเกิดชำรุดเสียหายโดยใช้ความน่าเชื่อถือ (Reliability) ช่วยในการวิเคราะห์การสร้างแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อให้แผนบำรุงรักษาเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บและคัดกรองข้อมูลการซ่อมและบำรุงรักษาของเครื่องล้างจานรุ่น A หมายเลขเครื่อง A1 จากบริษัทกรณีศึกษาโดยการเก็บข้อมูลผ่านระบบจัดการข้อมูลงานซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Maintenance Management System, CMMS) ระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ.2563

ตารางที่ 4 จำนวนครั้งของเครื่องจักรที่เกิดการเสีย

อะไหล่	ความถี่ในการซ่อม (ดัชนีวัดผล 1 ปี)	รวม (ครั้ง)
	2563	
Switch ON/OFF	0	0
Switch RUN	1	1
สวิตซ์ประตู	0	0
แม่เหล็กสวิตซ์ประตู	2	2
Level switch	0	0
Solenoid valve	0	0
Thermostat	0	0
Heater Tank	1	1
Heater Boiler	0	0
Pump Wash	0	0
Pump Rinse	0	0
Pump Drain	0	0
รวม		4

จากตารางที่ 4 ความถี่ในการซ่อมของเครื่องล้างจานเนื่องจากอะไหล่ชำรุดเสื่อมสภาพภายในระยะเวลา 1 ปีพบว่าอะไหล่ชำรุดทั้งหมด 4 ครั้ง โดยแม่เหล็กสวิตช์ประตูมีความถี่ในการซ่อมสูงสุด 2 ครั้ง ถัดมาคือ Switch RUN และ Heater Tank จำนวนการซ่อมชนิดละ 2 ครั้ง ส่วนอะไหล่ชนิดอื่นๆ ไม่มีการเสียและการซ่อม สามารถแสดงความถี่ในการซ่อมและชิ้นส่วนอะไหล่ได้ดังกราฟที่ 4



กราฟที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ในการซ่อมและชิ้นส่วนอะไหล่แต่ละชนิด

6. ค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอะไหล่

6.1 ค่า MTBF และ Failure rate

โดยพิจารณาจากระยะเวลาในการทำงานวันละ 8 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 1 ปี ซึ่งรวมวันทำงานตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์ จึงได้เวลาการทำงานของเครื่องทั้งหมด (365 วัน x 8 ชั่วโมง x 1 ปี) = 2,920 ชั่วโมง สามารถคำนวณค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหาย (Mean Time between Failures, MTBF) และอัตราการเกิดความบกพร่อง (Failure Rate, λ) ของชิ้นส่วนอะไหล่ [4] ของเครื่องล้างจานตามวิธีการคำนวณและสมการ 2-4 ข้างต้น ดังนี้

ตารางที่ 5 MTBF and Failure rate of machine parts

อะไหล่	MTBF (Hr.)	Failure rate (ครั้ง/ชม.)
Switch ON/OFF	-	-
Switch RUN	2,920	$3.4x10^{-4}$
สวิตซ์ประตู	-	-
แม่เหล็กสวิตซ์ประตู	1,460	$6.8x10^{-4}$
Level switch	-	-
Solenoid valve	-	-
Thermostat	-	-
Heater Tank	2,920	$3.4x10^{-4}$
Heater Boiler	-	-
Pump Wash	-	
Pump Rinse	-	-
Pump Drain	-	-

ในตารางที่ 5 ค่า MTBF มีค่าระหว่าง 1,460 ถึง 2,920 ชั่วโมง โดยแม่เหล็กสวิตซ์ประตูมีค่า MTBF ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับอะไหล่ชนิดอื่นๆและอัตราการเกิดความบกพร่องมีค่าสูงที่สุด เนื่องจากค่า MTBF เป็นความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและความถี่ในการเสียของอะไหล่แต่ละชนิด และอัตราการเกิดความบกพร่องเป็นการแปรผกผันกันระหว่าง MTBF อะไหล่ที่มีการเสียและเกิดการซ่อมจะมีค่า MTBF ที่ต่ำกว่าอะไหล่ที่ไม่มีการเสียหรือการซ่อม ยิ่งความถี่ในการเสียสูงจะส่งผลให้ค่า MTBF ต่ำ สังเกตได้ว่า Switch ON/OFF, สวิตซ์ประตู, Level switch, Solenoid valve, Thermostat,

Heater Boiler, Pump wash, Pump Rinse, Pump Drain จากตารางที่ 4 ไม่มีความถี่ในการเสีย กล่าวคือความถี่ในการซ่อมเป็นศูนย์ส่งผลให้ไม่สามารถหาค่า MTBF และ Failure rate ได้ [10]

6.2 การประเมินค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร

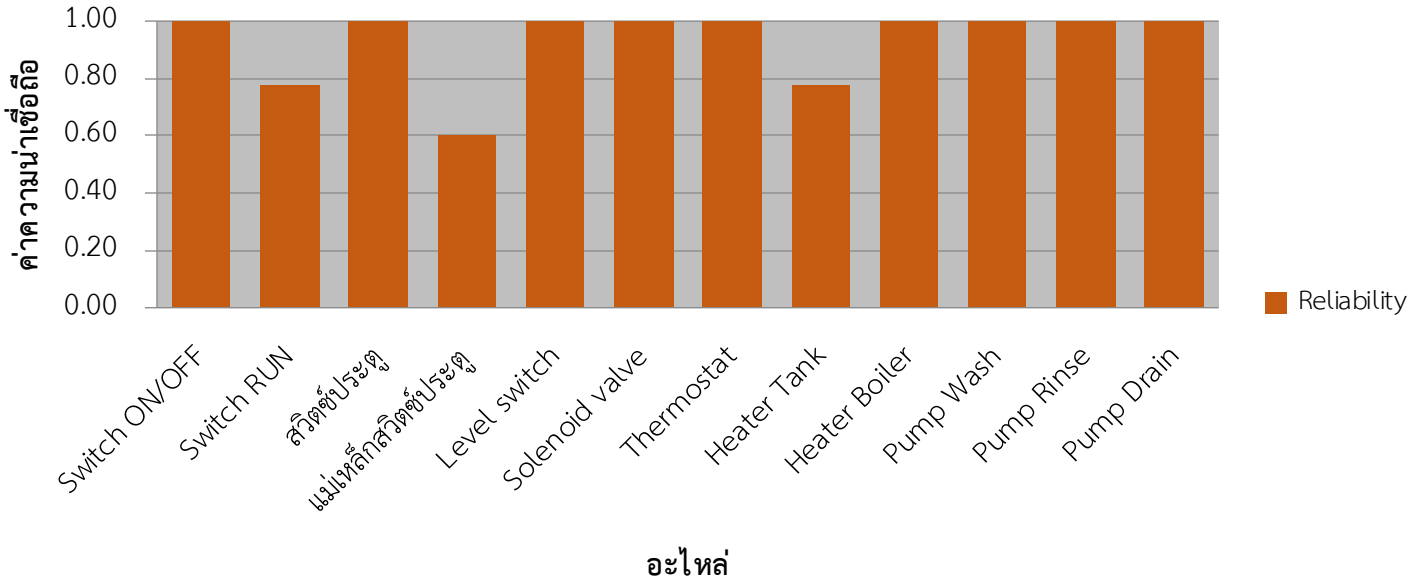
การหาค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอะไหล่สามารถคำนวณได้ดังวิธีการและสมการ 2-1 ข้างต้น โดยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดความบกพร่องและเวลาที่ต้องการ ค่าความน่าเชื่อถือที่ระยะเวลาการทำงาน 736 ชั่วโมงหรือระยะเวลาการทำงานของเครื่องจักร 92 วัน เครื่องจักรทำงานวันละ 8 ชั่วโมงแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอะไหล่แต่ละชนิด

อะไหล่	ค่าความน่าเชื่อถือ
Switch ON/OFF	1.00000
Switch RUN	0.77720
สวิตซ์ประตู	1.00000
แม่เหล็กสวิตซ์ประตู	0.60404
Level switch	1.00000
Solenoid valve	1.00000
Thermostat	1.00000
Heater Tank	0.77720
Heater Boiler	1.00000
Pump Wash	1.00000
Pump Rinse	1.00000

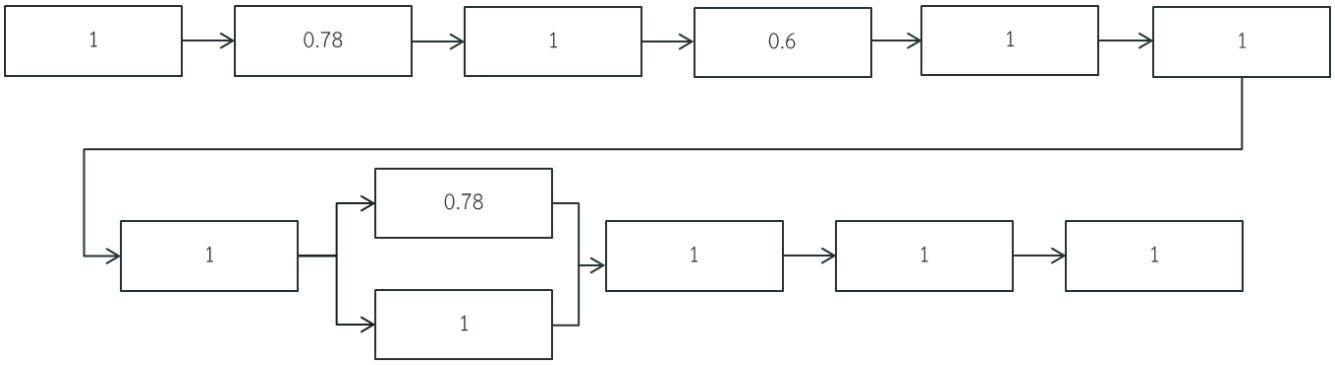
Pump Drain	1.00000

และสามารถแสดงการเปรียบเทียบค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่ทุกชนิดได้ดังกราฟที่ 5



กราฟที่ 5 กราฟแสดงค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอะไหล่

การเก็บข้อมูลการเสียของเครื่องจักรและนำมาคิดค่าความน่าเชื่อสามารถแสดงได้ดังตารางและกราฟข้างต้น ค่าความน่าเชื่อมีค่าตั้งแต่ 0.60404 ถึง 1 โดยแม่เหล็กสวิตช์ประตูมีค่าความน่าเชื่อเพียง 0.60404 สูงขึ้นมาคือ Switch RUN และ Heater Tank มีค่าความน่าเชื่อถือ 0.77720 ต่อมา Switch ON/OFF, สวิตช์ประตู, Level switch, Solenoid valve, Thermostat, Heater Boiler, Pump Wash, Pump Rinse และ Pump Drain มีค่าความน่าเชื่อถือถึง 1 สามารถแสดงรูปภาพ Schematic Diagram อย่างง่ายได้ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 Schematic Diagram แสดงค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่ก่อนปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา

จากค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอะไหล่แต่ละชนิดสามารถนำมาคำนวณค่าความน่าเชื่อถือของระบบเครื่องล้างจานทั้งหมด ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันของแต่ละชิ้นส่วนอะไหล่แบบระบบขนานและอนุกรมแสดงดังรูปข้างต้น โดยค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอะไหล่อ้างอิงได้จากตารางที่ 6 และสมการการคำนวณที่ 2-1 ดังอธิบายไว้ข้างต้น ดังนี้

$$\prod_{j=1}^{12} R_j = R_1 \times R_2 \times \cdots \times R_{12}$$

$$R\,(t) = 1 \times 0.77720 \times 1 \times 0.60404 \times 1 \times 1 \times 1 \times (1 - [(1 - 0.77720) + (1 - 1)]) \times 1 \times 1 \times 1$$

$$R\,(t) = 1 \times 0.77720 \times 1 \times 0.60404 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0.77720 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$R\,(t) = 0.36487$$

ค่าความน่าเชื่อถือของระบบเครื่องล้างจาน คือ 0.36487 หรือ 36.487% ซึ่งถือเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำหมายความว่ามีโอกาสเพียง 36.487% ที่เครื่องจะสามารถทำงานได้โดยไม่เกิดการเสียหาย ดังนั้นวิธีการแก้ไขหรือการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยมีค่าความน่าเชื่อถือเป็นตัวชี้วัดสามารถทำได้โดยการลดอัตราการบกพร่องของเครื่องจักรลง กล่าวคือการสร้างหรือปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดการหยุดการทำงานของเครื่องจักรขณะเครื่องจักรอยู่ในกระบวนการทำงาน

7. การสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถทำได้โดยใช้การวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบของความชำรุดเสียหาย (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA) [11] เพื่อที่จะได้กำหนดแนวทางในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอย่างถูกต้องและตรงจุดมากที่สุด ซึ่งการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสามารถกำหนดได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นการบำรุงรักษาตามรอบเวลา (Time-Based Maintenance, TBM) การบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition-Based Maintenance, CBM) หรือการซ่อมเมื่อเสียหาย (Run to Failure, RTF) [12] [13]

อะไหล่ที่นำมาสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน คืออะไหล่ที่มีการคิดคำนวณค่าความน่าเชื่อถือและต่ำกว่า 1 เนื่องจากอะไหล่ดังกล่าวทำให้เครื่องจักรเกิดการบกพร่องและหยุดการทำงานมากที่สุดจึงต้องสร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแก่อะไหล่เหล่านั้น แสดงดังตารางที่ 7

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์และกำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

Unit	อะไหล่	หน้าที่	รูปแบบความเสียหาย	ผลกระทบความเสียหาย	สาเหตุของความเสียหาย	ภารกิจบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	รูปแบบ	ความถี่
Switch RUN	Switch RUN	เริ่มกระบวนการล้างของเครื่องล้างจาน	ไม่ทำงาน	เครื่องจักรไม่สามารถเริ่มทำงาน	เสื่อมสภาพจากการใช้งาน	กำหนด MTBF	TBM	1 ครั้ง/ปี
แม่เหล็กสวิตซ์ประตู	แม่เหล็กสวิตซ์ประตู	ตรวจสอบความปลอดภัยก่อนเริ่มกระบวนการทำงาน	ไม่ทำงาน	เครื่องจักรหยุดการทำงานและไม่สามารถใช้งานได้	เสื่อมสภาพจากการใช้งาน	กำหนด MTBF	TBM	3 ครั้ง/ปี
Heater Tank	Heater Tank	ทำความร้อนให้แก่น้ำ 55 องศาเซลเซียส	น้ำสำหรับทำงานในกระบวนไม่ถึงจุดที่ต้องทำงาน	ไม่สามารถทำความร้อน	เกิดตะกรันบริเวณอุปกรณ์	ตรวจเช็คตะกรันบริเวณ Heater	CBM	1 ครั้ง/ปี
	สายไฟ	จ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์	ช็อตไหม้หรือขาด	อุปกรณ์ไม่ทำงาน	เสื่อมสภาพจากการใช้งาน	ตรวจเช็คกระแส	RTF	-

แผนการบำรุงรักษาดังรายละเอียดตารางที่ 7 สามารถอธิบายอย่างละเอียดได้ดังนี้

1. แผนการบำรุงรักษาของแม่เหล็กสวิตซ์ประตู

แม่เหล็กสวิตซ์ประตูมีหน้าที่เพื่อตรวจสอบความปลอดภัยก่อนเริ่มกระบวนการทำงานของเครื่องล้างจานเป็นการตรวจเช็คว่าประตูของเครื่องจักรได้ปิดแล้วเรียบร้อย เกิดความเสียหายจากการเสื่อมสภาพจากการใช้งาน สภาพแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นอากาศ น้ำอุณหภูมิ ล้วนส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของแม่เหล็กสวิตซ์ประตูทั้งสิ้น

ภาพที่ 21 แม่เหล็กสวิตซ์ประตู

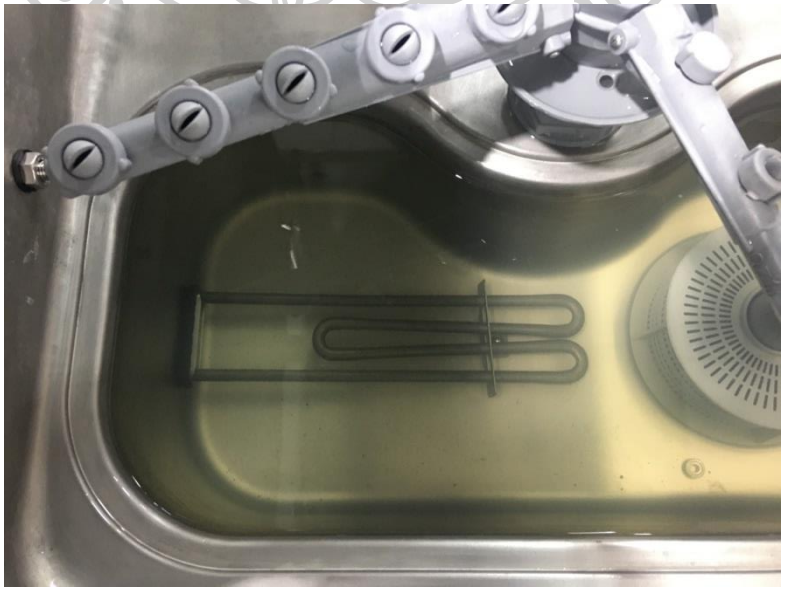
ภาพที่ 21 แสดงอะไหล่แม่เหล็กสวิตซ์ประตูก่อนเริ่มนำมาใช้งาน และจากภาพที่ 22 สังเกตได้ว่าหลังจากเริ่มใช้งานแล้วมีการเสื่อมสภาพจากการเกิดสนิมเนื่องจากสภาพแวดล้อม และนำไปสู่การแตกหักได้ในที่สุด

ภาพที่ 22 แม่เหล็กสวิตซ์ประตูเสื่อมสภาพ

ภาพที่ 23 แม่เหล็กสวิตซ์ประตู (1)

2. แผนการบำรุงรักษา Heater Tank

Heater Tank ทำหน้าที่ให้ความร้อนแก่น้ำเพื่อใช้สำหรับกระบวนการล้างจาน อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส หากอะไหล่ชิ้นนี้ไม่ทำงานจะส่งผลให้ไม่เกิดความร้อนในกระบวนการทำงานและเอ้าพุทที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพ สาเหตุที่ Heater Tank ไม่ทำงานเนื่องจากมีตะกรันบริเวณจุดสร้างความร้อนจึงไม่สามารถทำงานได้หรือทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ



ภาพที่ 24 Heater Tank

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

จากเครื่องล้างจานที่มีความถี่ในการหยุดทำงานและซ่อมบ่อยครั้งจากบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลปัญหาและอาการที่เกิดขึ้นผ่านระบบ CMMS วิเคราะห์สาเหตุและชิ้นส่วนอะไหล่ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงได้จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยอาศัยค่าความน่าเชื่อถือในการกำหนดช่วงระยะเวลาของการบำรุงรักษารูปแบบ Time-Based Maintenance, Condition-Based Maintenance อ้างอิงจากรายละเอียดเนื้อหาของบทที่ 3 ตารางที่ 7 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความถี่ในการหยุดการทำงานของเครื่องล้างจาน และเพิ่มความน่าเชื่อถือให้แก่ระบบของเครื่องจักรของบริษัทกรณีศึกษา โดยมีขั้นตอนในการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามขั้นตอนดังนี้

1. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลชิ้นส่วนอะไหล่เครื่องจักร
2. เลือกอะไหล่ที่มีค่าความน่าเชื่อถือต่ำหรือน้อยกว่า 1
3. วิเคราะห์และสรุปสาเหตุการเสียของเครื่องจักร
4. กำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยทฤษฎีค่าความน่าเชื่อถือ
5. นำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องจักร

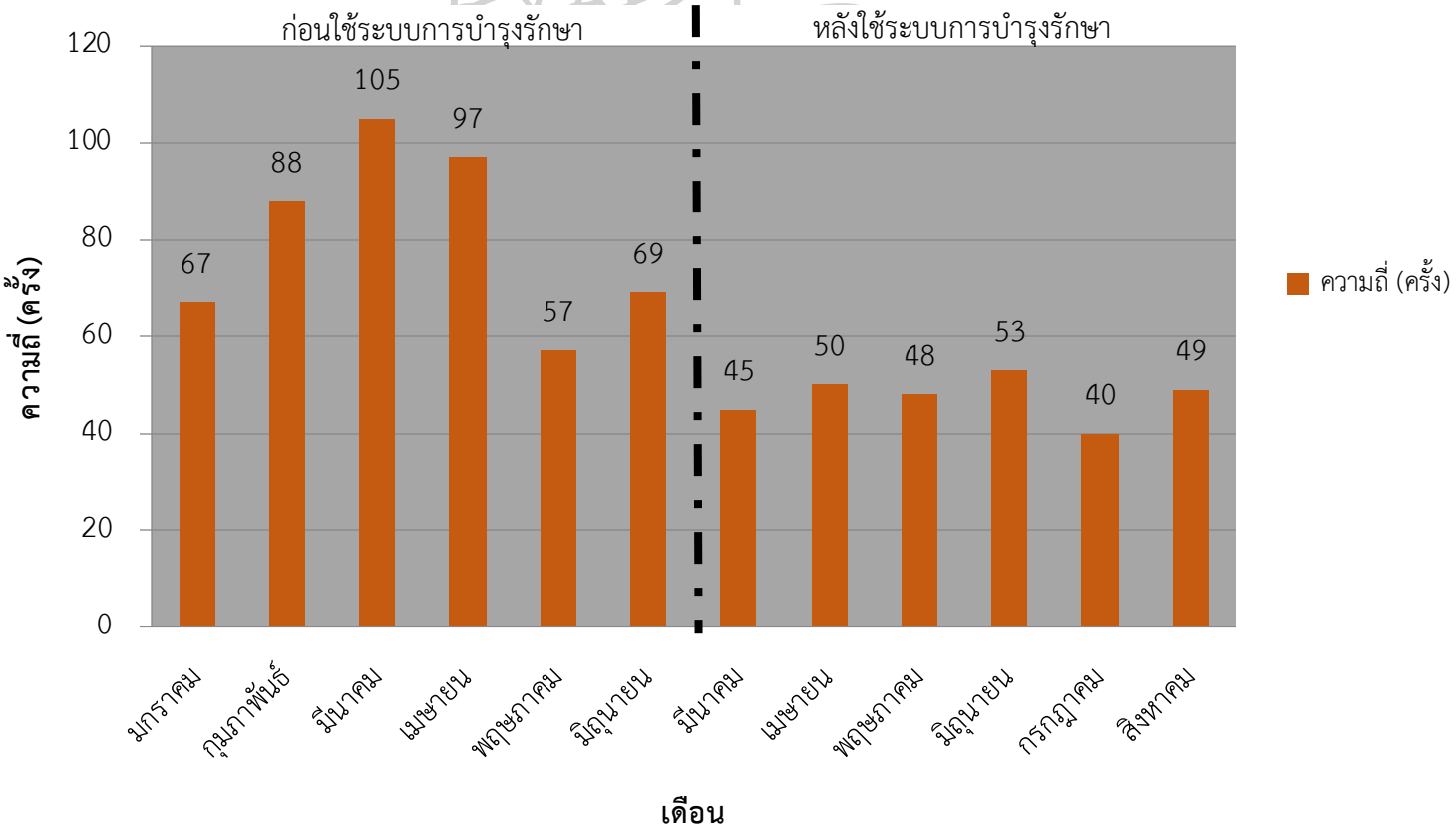
จากขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย การจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยใช้วิธีการวิเคราะห์อายุการใช้งานของอะไหล่ที่มีอัตราการก่อให้เกิดการหยุดทำงานของเครื่องจักรสูงด้วยการคำนวณค่าความน่าเชื่อถือ และได้นำแผนการบำรุงรักษาดังกล่าวปรับใช้กับเครื่องล้างจานรุ่น A และทำการเก็บผลการดำเนินงาน โดยผลการดำเนินงานที่ได้แบ่งเป็นสองส่วน คือ ความถี่ในการซ่อมรักษาเครื่องล้างจานและความถี่ในการเสียของชิ้นส่วนอะไหล่ของเครื่องล้างจานรุ่น A หมายเลขเครื่อง A1 ดังนี้

1. ความถี่ในการซ่อมเครื่องล้างจานหลังจากปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา

หลังจากปรับใช้แผนการบำรุงรักษากับเครื่องล้างจานรุ่น A ได้ทำการเก็บข้อมูลการแจ้งซ่อมของเครื่องล้างจานซึ่งแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความถี่การซ่อมเครื่องล้างจานรุ่น A

	ก่อนการปรับปรุง						หลังการปรับปรุง					
	ม.ค.-63	ก.พ.-63	มี.ค.-63	เม.ย.-63	พ.ค.-63	มิ.ย.-63	มี.ค.-64	เม.ย.-64	พ.ค.-64	มิ.ย.-64	ก.ค.-64	ส.ค.-64
ความถี่ (ครั้ง)	67	88	105	97	57	69	45	50	48	53	40	49
เฉลี่ย	80						47					



กราฟที่ 6 กราฟแสดงความถี่ในการซ่อมเครื่องล้างจานก่อนและหลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา

2. ค่าความน่าเชื่อถือหลังแผนการบำรุงรักษา

หลังจากปรับใช้แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ความถี่ในการซ่อมชิ้นส่วนอะไหล่แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความถี่ในการชำรุดของชิ้นส่วนอะไหล่ระหว่างเดือนมีนาคม 2564 ถึงกุมภาพันธ์ 2565

อะไหล่	ความถี่ในการซ่อม (ดัชนีวัดผล 1 ปี)												รวม (ครั้ง)
	มี.ค.-64	เม.ย.-64	พ.ค.-64	มิ.ย.-64	ก.ค.-64	ส.ค.-64	ก.ย.-64	ต.ค.-64	พ.ย.-64	ธ.ค.-64	ม.ค.-65	ก.พ.-65	
Switch ON/OFF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Switch RUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
สวิตซ์ประตู	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
แม่เหล็กสวิตซ์ประตู	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Level switch	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solenoid valve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thermostat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heater Tank	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heater Boiler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pump Wash	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pump Rinse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pump Drain	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

จากตารางข้างต้นแสดงความถี่ในการชำรุดของชิ้นส่วนอะไหล่ระหว่างเดือนมีนาคม 2564 ถึง กุมภาพันธ์ 2565 หลังจากปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สังเกตได้ว่าจำนวนครั้งโดยรวมของการชำรุดหลังจากปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร อะไหล่ส่วนใหญ่มีการชำรุดเป็นศูนย์ มีเพียงแม่เหล็กสวิตซ์ประตูมีจำนวนครั้งในการชำรุด 1 ครั้งในเดือนพฤษภาคม 2564 ทำให้เครื่องล้างจานรุ่น A หมายเลขเครื่อง A1 มีการชำรุดรวม 1 ครั้งส่งผลให้ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายมีระยะเวลาแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่า MTBF และ Failure rate ของอะไหล่หลังการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา

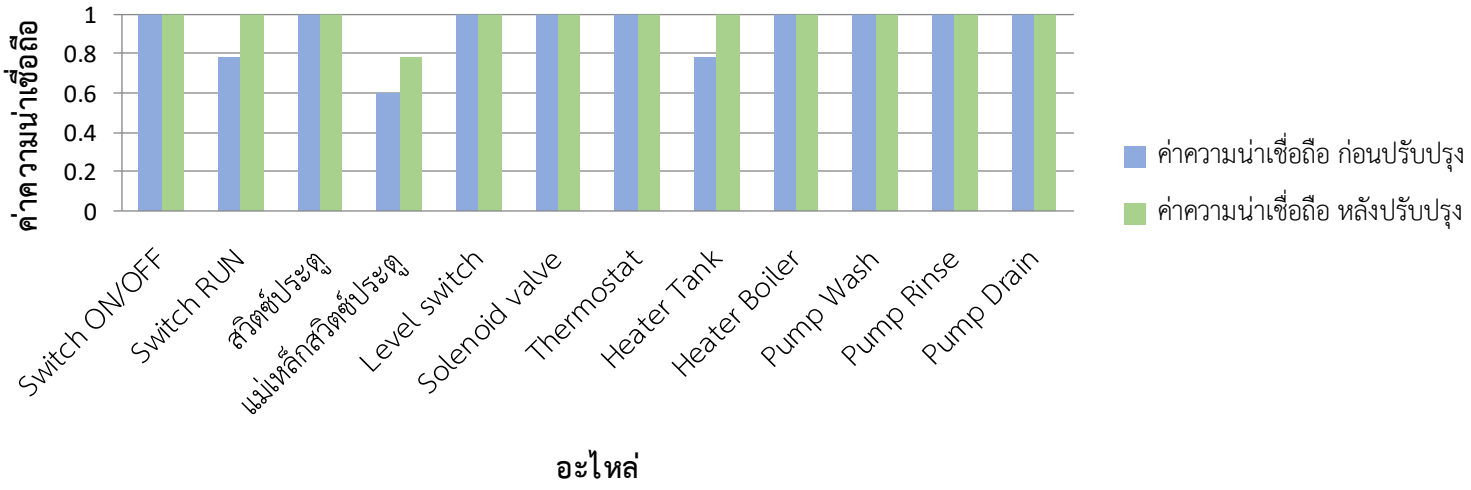
อะไหล่	MTBF (Hr.)	Failure rate (ครั้ง/ชม.)
Switch ON/OFF	-	-
Switch RUN	-	-
สวิตซ์ประตู	-	-
แม่เหล็กสวิตซ์ประตู	2,920	$3.4x10^{-4}$
Level switch	-	-
Solenoid valve	-	-
Thermostat	-	-
Heater Tank	-	-
Heater Boiler	-	-
Pump Wash	-	
Pump Rinse	-	-
Pump Drain	-	-

3. เปรียบเทียบค่าความน่าเชื่อถือก่อนและหลังปรับใช้แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

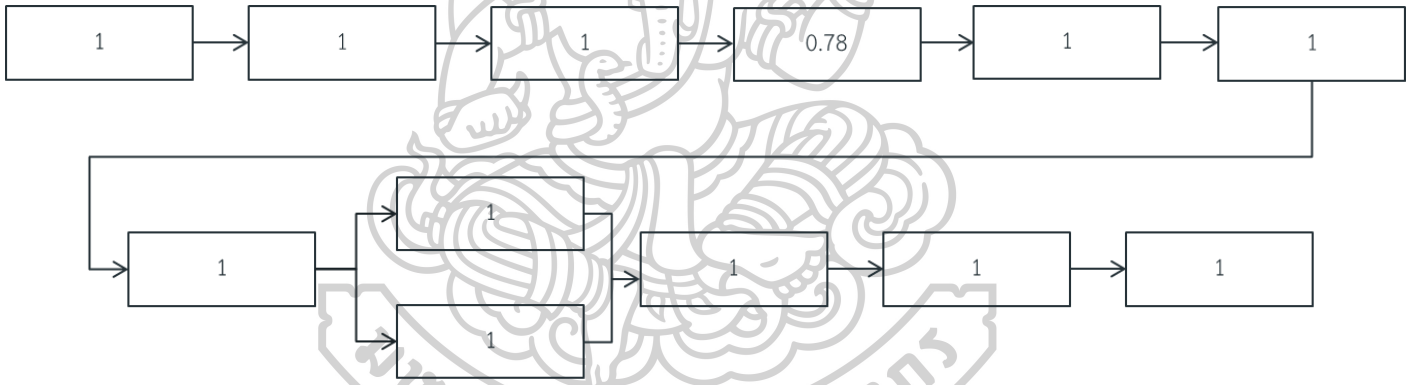
จากตารางข้างต้น MTBF และ Failure rate มีความสัมพันธ์กันกับความถี่ในการเสียของอะไหล่ มีเพียงแม่เหล็กสวิตซ์ประตูเท่านั้นที่ MTBF 2,920 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังสามารถนำมาคิดค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่หลังจากปรับใช้แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่ก่อนและหลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา

อะไหล่	Reliability	
	ก่อน	หลัง
Switch ON/OFF	1.00000	1.00000
Switch RUN	0.77720	1.00000
สวิตซ์ประตู	1.00000	1.00000
แม่เหล็กสวิตซ์ประตู	0.60404	0.77720
Level switch	1.00000	1.00000
Solenoid valve	1.00000	1.00000
Thermostat	1.00000	1.00000
Heater Tank	0.77720	1.00000
Heater Boiler	1.00000	1.00000
Pump Wash	1.00000	1.00000
Pump Rinse	1.00000	1.00000
Pump Drain	1.00000	1.00000



กราฟที่ 7 กราฟเปรียบเทียบค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่ก่อนและหลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา



ภาพที่ 25 Schematic Diagram และค่าความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนอะไหล่หลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา

จากตารางข้างต้นเป็นการเปรียบเทียบค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่แต่ละชนิดก่อนและหลังการปรับใช้แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันกับเครื่องล้างจานรุ่น A สังเกตได้ว่าค่าความน่าเชื่อถือหลังจากทำการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาของอะไหล่ทุกชนิดมีค่าความน่าเชื่อถือที่สูงขึ้น โดยค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่ทุกชนิดมีค่าเท่ากับ 1 ยกเว้นแม่เหล็กสวิตช์ประตูที่มีค่าเท่ากับ 0.77720 เนื่องจากอะไหล่ดังกล่าวมีการเสียและการซ่อมทำให้ความน่าเชื่อถือลดลง หลังจากทราบค่าความ

น่าเชื่อถือของอะไหล่แต่ละชิ้นส่วนแล้ว ค่าความน่าเชื่อถือของระบบเครื่องล้างจานสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\prod_{j=1}^{12} R_j = R_1 \times R_2 \times \cdots \times R_{12}$$

$$R(t) = 1 \times 1 \times 1 \times 0.77720 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$R(t) = 0.77720$$

หลังจากปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันค่าที่ได้เท่ากับ 77.72 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีเพียงอะไหล่ชนิดเดียวที่เกิดการชำรุด 1 ครั้ง จึงไม่ส่งผลต่อค่าความน่าเชื่อถือโดยรวมของระบบมากนัก ระบบจึงมีค่าความน่าเชื่อถือมีค่าเปอร์เซ็นต์ที่สูงขึ้นกว่าก่อนการปรับแผนการบำรุงรักษาจากเดิม 36.487 เปอร์เซ็นต์เป็น 77.72 เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการทดลอง

จากเครื่องล้างจานที่มีความถี่ในการซ่อมต่อเดือนค่อนข้างสูงจึงได้เลือกเครื่องล้างจานรุ่น A เพื่อทำการศึกษาวิจัยการลดอัตราการเสียของเครื่องล้างจานรุ่นดังกล่าว จากนั้นใช้แผนภูมิพาเรโตในการจัดลำดับการเสียของเครื่องล้างจานและแผนภูมิก้างปลาในการวิเคราะห์สาเหตุการเสียของเครื่องล้างจานรุ่น A ทั้งนี้มีบางส่วนที่เนื่องจากผู้ใช้งานไม่ทราบขั้นตอนการทำงานจึงทำให้ไม่สามารถทำงานได้ตามกระบวนการทำงานของเครื่องจักร สาเหตุการเสียส่วนใหญ่เกิดจากอะไหล่ที่ชำรุดเสื่อมสภาพทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน จึงได้วิเคราะห์ด้วยค่าความน่าเชื่อถือเพื่อวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จากนั้นจึงเก็บข้อมูลการทดลองและวิจัยสามารถสรุปออกมาดังตารางที่ 12

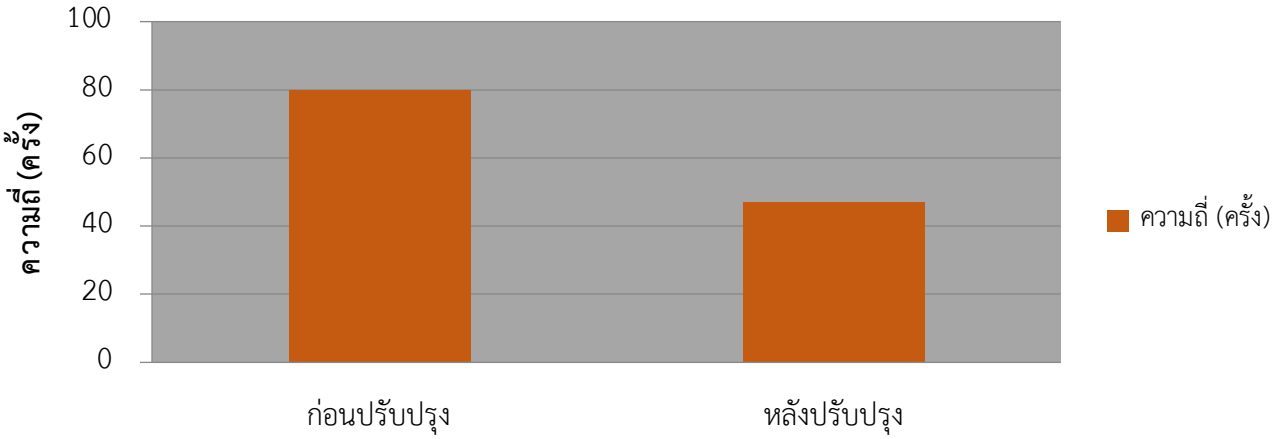
ตารางที่ 12 ค่าความน่าเชื่อถือก่อนและหลังการปรับใช้แผนบำรุงรักษา

ดัชนีวัดผล	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Reliability	0.36487	0.77720
ความถี่การซ่อม (ครั้ง)	80	47

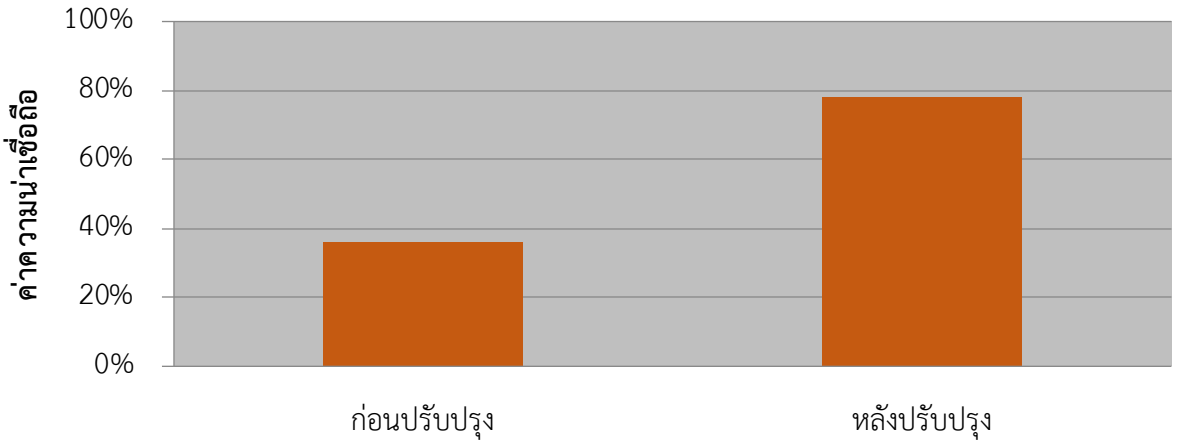
จากการวิเคราะห์ค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่แต่ละชิ้น พบว่าก่อนปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาค่าความน่าเชื่อถือของ Switch RUN, แม่เหล็กสวิตช์ประตู, และ Heater Tank มีค่าความน่าเชื่อถือที่ต่ำกว่า 1 และเป็นระบบการทำงานแบบอนุกรมจึงทำให้ค่าความน่าเชื่อถือของระบบต่ำลงเหลือเพียง 0.36487 โดยที่ค่าความน่าเชื่อถือของ Switch ON/OFF, สวิตช์ประตู, Level switch, Solenoid valve, Thermostat, Heater Boiler, Pump Wash, Pump Rinse และ Pump Drain มีค่าเป็น 1 จึงไม่ได้ส่งผลต่อค่าความน่าเชื่อถือโดยรวมของระบบ หลังจากนั้นจึงได้วิเคราะห์และกำหนดช่วงระยะเวลาของแผนการบำรุงรักษาของอะไหล่แต่ละชนิดและปรับใช้เข้ากับเครื่องล้างจานรุ่น A พบว่าค่าความน่าเชื่อถือโดยรวมมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากค่าความน่าเชื่อถือของอะไหล่ทุกชนิดมีค่าที่สูงขึ้น กล่าวคืออะไหล่ทุกชนิดมีค่าความน่าเชื่อถือเป็น 1 ยกเว้นแม่เหล็กสวิตช์ประตูมีค่าความ

น่าเชื่อถือ 0.56 เนื่องจากอะไหล่ดังกล่าวมีการชำรุดและ Breakdown จึงส่งผลให้ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักร (MTBF) และค่าความน่าเชื่อถือต่ำลง

ค่าความน่าเชื่อถือของระบบเครื่องจักรมีค่าความน่าเชื่อถือที่สูงขึ้นจากเดิม 36.487 เปอร์เซ็นต์เป็น 77.72 เปอร์เซ็นต์ และความถี่ในการซ่อมลดลงจาก 80 ครั้ง/เดือน เหลือเพียง 47 ครั้ง/เดือน เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับใช้แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันกับเครื่องล้างจานรุ่น A แสดงได้ดังกราฟที่ 8 และกราฟที่ 9



กราฟที่ 8 กราฟเปรียบเทียบค่าความน่าเชื่อถือระหว่างก่อนและหลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน



กราฟที่ 9 กราฟเปรียบเทียบความถี่การซ่อมเครื่องล้างจานระหว่างก่อนและหลังปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2. ข้อเสนอแนะ

1. การแก้ไขปัญหาอาจแก้ไขที่การปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของอะไหล่แต่ละชนิด
2. ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลการซ่อมเครื่องจักรควรมีระยะเวลาที่ยาวกว่านี้

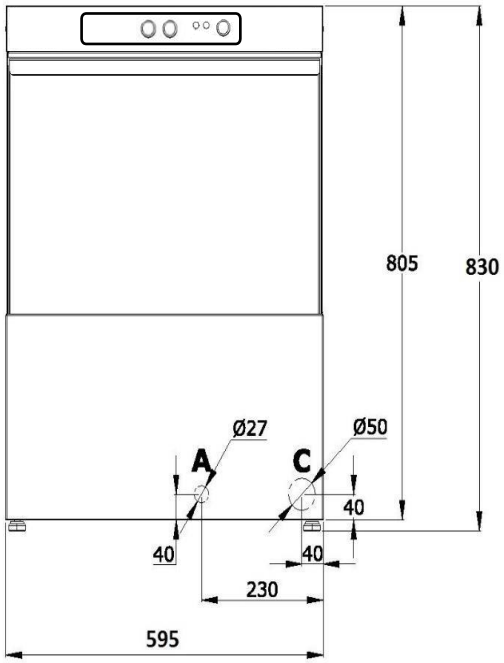
ภาคผนวก ก

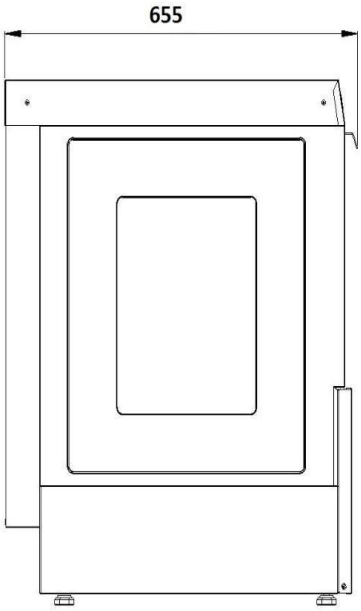
Specification เครื่องล้างจาน

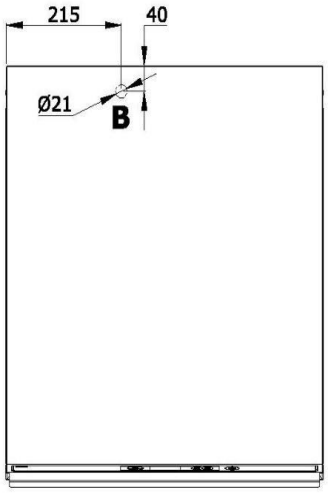
TECHNICAL DATA

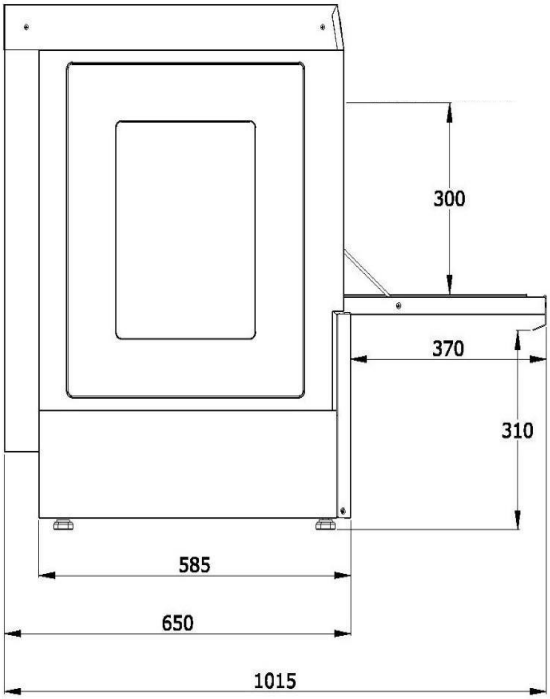
MODEL	A	B	C	D	E	F
Total Rating	220-240 V ~ NPE / 50 Hz	220-240 V ~ NPE / 50 Hz	220-240 V ~ NPE / 50 Hz	220-240 V ~ NPE / 50 Hz	220-240 V ~ NPE / 50 Hz	220-240 V ~ NPE / 50 Hz
Total Rating(kW)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Washing Capacity (Plate/Hour)	560	560	560	560	560	560
Washing Capacity (Basket/Hour)	35/18	35/18	35/18	35/18	35/18	35/18
Washing/Boiler Tank Capacity	30 / 6 lt.	30 / 6 lt.	30 / 6 lt.	30 / 6 lt.	30 / 6 lt.	30 / 6 lt.
Washing Program Number	2	2	2	2	2	2
Program Times (Sec.)	102/192	102/192	102/192	102/192	102/192	102/192
Washing Water Temp. (°C)	55-60	55-60	55-60	55-60	55-60	55-60
Rinsing Water Temp. (°C) max.	80-85	80-85	80-85	80-85	80-85	80-85
Water Inlet Connection	3/4 "	3/4 "	3/4 "	3/4 "	3/4 "	3/4 "
Water Inlet Pressure (Bar)/Temp.	2-4 Bar / 50 °C	2-4 Bar / 50 °C	2-4 Bar / 50 °C	2-4 Bar / 50 °C	2-4 Bar / 50 °C	2-4 Bar / 50 °C
Heat Power (Washing/Rinsing)	2 / 5 kW	2 / 5 kW	2 / 5 kW	2 / 5 kW	2 / 5 kW	2 / 5 kW
Dirty Water Discharge Connection	1 1/4" (Ø 42 mm)	1 1/4" (Ø 42 mm)	3/4" (Ø 28 mm)	3/4" (Ø 28 mm)	1 1/4" (Ø 42 mm)	1 1/4" (Ø 42 mm)
Gross Weight	70 (±5) kg	70 (±5) kg	70 (±5) kg	70 (±5) kg	70 (±5) kg	70 (±5) kg
Dimensions (WxDxH) (mm.)	595x655x830	595x655x830	595x655x830	595x655x830	595x655x830	595x655x830
Protection Class	IPX5	IPX5	IPX5	IPX5	IPX5	IPX5
Rack Dimension (cm.)	50x50	50x50	50x50	50x50	50x50	50x50
Loading Height	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm
Inclination	6°	6°	6°	6°	6°	6°

Device Dimensions









A : Fresh Water Inlet
B : Electrical Connection
C : Drain Hose Outlet

REQUIRED ESTABLISHMENT OF THE MACHINE

1- **Fuse Box**

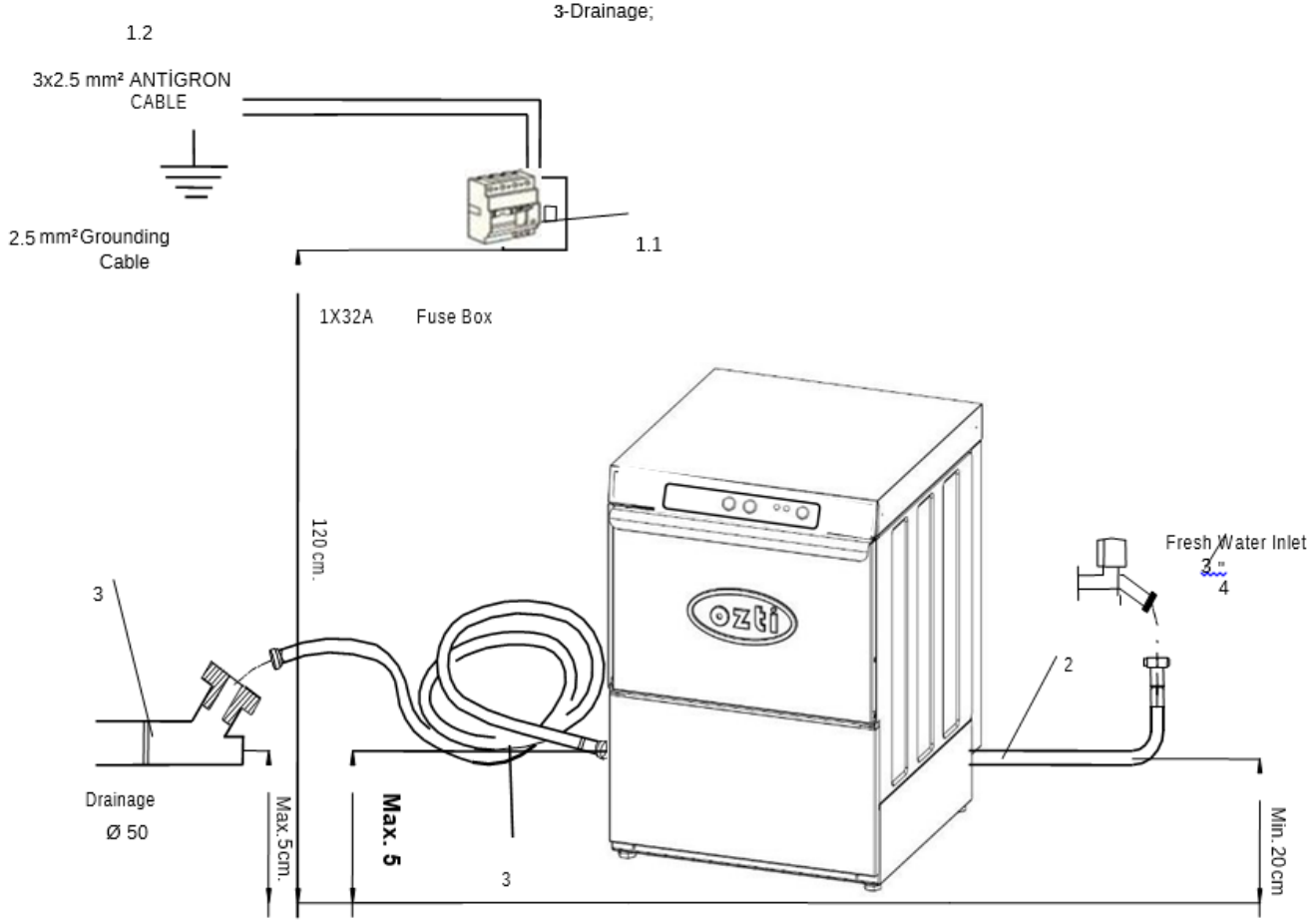
1.1-1x32A

Fuse 1.2-

3x2.50 cable

2- Fresh water inlet;

3-Drainage;



รายการอ้างอิง

[1] ต. หิรัญโญภาส, "การปรับปรุงการวางแผนและควบคุมการบำรุงรักษาในโรงงานผลิตบล็อคคอนกรีตปูถนน," วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

[2] ย. ห. แ. ว. ว. ณัฐกร วิเศษศิริกุล, "กรณีศึกษา การจัดทำแผนบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม ของ บริษัท แพคซีส โกล์บอล (ประเทศไทย) จำกัด," ปริญญานิพนธ์เทคโนโลยีบัณฑิต กลุ่มวิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2554.

[3] D. A. S. Hilma Raimona Zadry, etc., "Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) for evaluation of a sugarcane machine failure," *MATEC Web of Conferences,* vol. 204.

[4] เ. คงบุญโสด, "การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ และต้นทุนความไม่น่าเชื่อถือสำหรับการจัดการงานซ่อมบำรุง กรณีศึกษา กระบวนการผลิตแบบต่อเนื่องในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี," วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2553.

[5] บ. เลี่ยมสวรรค์, "การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตบูชนำเจาะชิ้นส่วนรถยนต์ โดยใช้หลักการควบคุมคุณภาพ กรณีศึกษา: บริษัท อาร์แอนด์ ดี พรีซิชั่น จำกัด," วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์, 2556.

[6] ก. จิตรจุน, "การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล," วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[7] ศ. ปรีชาวัฒนสกุล, "การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเครื่องทอผ้าโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน," สารนิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[8] ช. ถาพินนา, "การลดอัตราการสูญเสียจากกระบวนการบรรจุสารละลายโซลเว้นท์ โดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ," วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์, 2560.

[9] ศ. ร. แ. พ. ศ. ธวัชชัย บัวระภา, "การเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักรในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องดื่ม," วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.สุวรรณภูมิ, vol. 5, pp. 23-33.

[10] อ. เ. แ. ส. ต. สมศักดิ์ สัมฤทธิ์, "การลดเวลาสูญเสียในการผลิตโดยวิธีบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมคอนกรีต," วารสารวิจัย มข., vol. 16, 2 (กุมภาพันธ์ 2554), pp. 145-158.

[11] อ. ไสวอมร, "การวิเคราะห์ความเสี่ยงของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบ," วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2559.

[12] ส. ต. แ. ก. ก. ระพี กาญจนา, "การระบุแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องนวดเกี่ยวข้าว โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ," วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี, pp. 35-45.

[13] ภ. แ. แ. จ. รู้กิจการพานิช, "การปรับปรุงรอบระยะเวลาของการบำรุงรักษาเครื่องจักรสำหรับการผลิตมาสเตอร์แบตช์," วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ., vol. 40, 3 (กรกฎาคม-กันยายน 2560), pp. 427-445.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	จิรนันท์ กาญจนกุลานุรักษ์
วัน เดือน ปี เกิด	06 May 1997
สถานที่เกิด	Phuket, Thailand
วุฒิการศึกษา	Automation Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi