การบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือสำหรับเครื่องจักรด้านสิ่งทอ
กรณีศึกษา : เครื่องสเต็นเตอร์ (Stenter)

โดย

นายทวิช คำสัตย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2555

การบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือสำหรับเครื่องจักรด้านสิ่งทอ
กรณีศึกษา : เครื่องสเต็นเตอร์ (Stenter)

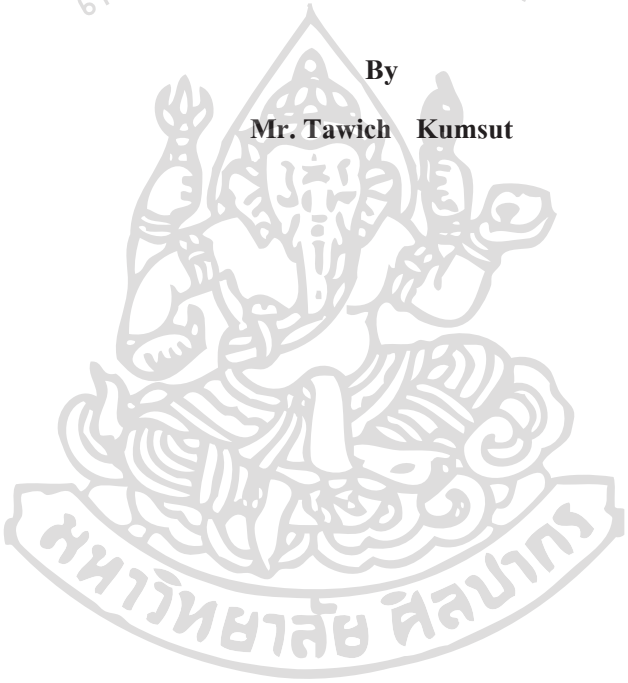
โดย
นายทวิช คำสัตย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2555

RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE FOR TEXTILE MACHINERY A CASE STUDY : STENTER MACHINE

By

Mr. Tawich Kumsut



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

Master of Engineering Program in Engineering Management

Department of Industrial Engineering and Management

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2012

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “การบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือสำหรับเครื่องจักรด้านสิ่งทอ กรณีศึกษา: เครื่องสเต็นเตอร์ (Stenter)” เสนอโดย นายทวิช คำสัตย์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม

……..
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ. .....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. ณัฐพล ศิริสว่าง)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ ศิริโอพาร)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร)
...../...../.....

53405306: สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม
คำสำคัญ: การบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ / การวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย และผลกระทบ / เครื่องจักรทางด้านสิ่งทอ

ทวิช คำสัตย์: การบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือสำหรับเครื่องจักรด้านสิ่งทอ กรณีศึกษา: เครื่องสเต็นเตอร์ (Stenter). อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผศ.ดร.ประจวบ กล่อมจิตร. 115 หน้า.

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้หลักของการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จะทำการแสดงให้เห็นว่า แนวทางตามหลักการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ สามารถประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ขั้นตอนตามหลักการบำรุงรักษานี้เริ่มจาก การเลือกเครื่องจักรที่มีความสำคัญซึ่งกระทบต่อกระบวนการผลิตในอุตสหกรรมสิ่งทอกรณีศึกษา ระบุระบบการทำงานย่อยและหน้าที่การใช้งาน ระบุความล้มเหลวและจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ วิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย สาเหตุ และกระทบที่เกิดขึ้น จากนั้นเลือกเทคนิคการบำรุงรักษาที่เหมาะสมกับชิ้นส่วนอุปกรณ์ด้วย RCM Logic tree สร้างแผนการบำรุงรักษาและนำไปใช้งาน จากผลการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เครื่องสเต็นเตอร์ถูกเลือกมาใช้เป็นเครื่องจักรกรณีศึกษา และภายหลังการประยุกต์ใช้แผนการบำรุงรักษาพบว่า อัตราความเสียหายของเครื่องจักรโดยเฉลี่ยลดลงจาก 9.22% เหลือ 2.11% อัตราความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 5.77% คิดเป็น 81.64% และอายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF) เฉลี่ยเพิ่มขึ้น จาก 6,284.50 นาที/เครื่อง เป็น 10,031.10 นาที/เครื่อง

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ลายมือชื่อนักศึกษา..... ปีการศึกษา 2555
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์.....

53405306: MAJOR: ENGINEERING MANAGEMENT
KEY WORDS: RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE / FAILRE MODE AND EFFECT ANNALYSIS / TEXTILE MACHINERY
TAWICH KUMSUT: RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE FOR TEXTILE MACHINERY A CASE STUDY: STENTER MACHINE. THESIS ADVISOR: ASST.PROF.PRACHUAB KLOMJIT, D.Eng., 115 pp.

This research was focused on the application of Reliability Centered Maintenance (RCM) in textile industry. The objective of this study was to show that the RCM approach enabled to apply for improving machine reliability in textile factory. The RCM approach is a structured process that improves and optimizes maintenance activities programmed. The RCM approach is initiated from selecting machine criticality that impact textile process significantly, defining sub-systems or functions and functional failures, categorizing critical components in each sub-system, analyzing failure modes and causes, identifying effects and consequence, evaluating components with RCM Logic tree, selecting proper preventive maintenance tasks. Finally, implement the preventive maintenance plan. The Stenter machines in a case textile factory were selected as critical machine as a pilot study. After applying the preventive maintenance plan the result shown that Failure Rate was reduced from 9.22% to 2.11%, Availability Rate was increased 5.77% to be 81.64% and Mean Time To Failure (MTTF) was increased from 6,284.50 min to 10,031.10 min.

Department of Industrial Engineering and Management Graduate School, Silpakorn University

Student's signature..... Academic Year 2012

Thesis Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความกรุณาในการให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร ที่กรุณาให้แนวคิด คำแนะนำ และข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยมาโดยตลอด รวมถึงคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ ศิริโอพาร และอาจารย์ ดร.ณัฐพล ศิริสว่าง ที่ช่วยให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นในการทำวิจัย จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทีมงานโรงงานตัวอย่าง อันได้แก่ รองผู้จัดการโรงงาน ผู้จัดการแผนก CI ผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุง หัวหน้าแผนกย้อมผ้า หัวหน้าหน่วยตกแต่งสำเร็จ รวมถึงพนักงานจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องของโรงงานตัวอย่างทุกท่านที่ได้เอื้อเฟื้อให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในทุกๆ ด้านในการทำวิจัย

สารบัญ

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ หน้า

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

บทที่ 1

บทนำ

1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตสินค้ามีการแข่งขันที่สูงมาก องค์กรต่างๆ มีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาสินค้า เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันกับคู่แข่งในตลาด และที่สำคัญเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าในด้านคุณภาพ ปริมาณ และการส่งมอบ เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด ในขณะเดียวกันองค์กรผู้ผลิตก็จะต้องไม่ละเลยในการให้ความสำคัญทางด้านต้นทุนการผลิตสินค้า การดำเนินการผลิตให้บรรลุเป้าหมายนั้น องค์กรผู้ผลิตจะต้องจัดหาทรัพยากรและปัจจัยที่สำคัญ คือ วัตถุดิบ แรงงาน เครื่องจักร และเงินลงทุน มาใช้ในการผลิตสินค้า โดยเฉพาะเครื่องจักรถือว่าเป็นหัวใจสำคัญในการผลิตสินค้ามีหน้าที่หลักในการผลิตสินค้า

การดำเนินงานขององค์กรการผลิต ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้านั้น จะต้องเกิดจากเครื่องจักรผลิตสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุณภาพ หากเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตมีปัญหา เกิดเหตุขัดข้องและเสียหาย (Breakdown) ในขณะทำการผลิต ส่งผลให้สายการผลิตหยุดชะงัก เกิดงานค้างในการบวนการ (Work In Process) หรือเกิดการรองานในกระบวนการผลิตถัดไป เป็นผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตลดลง หรือเครื่องจักรมีการใช้งานมายาวนานมีการเสื่อมสภาพ จะมีผลทำให้สินค้าที่ผลิตออกมาไม่ได้คุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ และหากมีการดูแลและใช้งานที่ไม่ถูกวิธีอาจจะเกิดอันตรายต่อบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการผลิต เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้น หรือแม้แต่จะส่งกระทบที่ไม่ดีต่อสภาพแวดล้อม การให้ความสำคัญและใส่ใจต่อการจัดการการดูแลและรักษาเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุณภาพถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก

เครื่องจักรมีอุปกรณ์และชิ้นส่วนที่มีความซับซ้อนมากมายหลายชั้นจึงต้องมีการจัดการและวางแผนด้านบำรุงรักษาที่ถูกต้องและเหมาะสม แต่การบำรุงรักษาเครื่องจักรในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นการแก้ไขเฉพาะหน้า จะซ่อมเมื่อเครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องหรือชำรุดขณะทำการผลิต ด้วยเหตุที่เครื่องจักรมีการผลิตอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ จึงไม่ต้องการหยุดเครื่องจักรเพื่อซ่อมบำรุงนานเป็นเหตุให้เครื่องจักรเกิดการชำรุดเสียหายมากขึ้น ประสิทธิภาพลดต่ำลง

การบำรุงรักษาบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือ (Reliability Centered Maintenance) เป็นหลักการจัดการด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักร ที่จะมาช่วยลดการขัดข้องและเสียหายของเครื่องจักร ลดกิจกรรมการบำรุงรักษาที่ไม่จำเป็น ให้กิจกรรมการบำรุงรักษาที่กำหนดขึ้นถูกต้องและเหมาะสมกับหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนอุปกรณ์มากที่สุด ให้การบำรุงรักษามีประสิทธิภาพสูงสุด ในขณะที่ต้นทุนด้านการบำรุงรักษาต่ำสุด ซึ่งหลักการจะทำการวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายของอุปกรณ์และชิ้นส่วน ตามหลัก FMEA : Failure Mode and Effect Analysis (ข้อบกพร่องและผลกระทบ) แล้วทำการเลือกรูปแบบการบำรุงรักษาที่เหมาะสมกับอุปกรณ์และชิ้นส่วน ซึ่งประกอบไปด้วย การบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition-Based Maintenance: CBM) การบำรุงรักษาตามรอบเวลา (Time-Based Maintenance: TBM) การเปลี่ยนชิ้นส่วนตามรอบเวลา (Time-Based Discard: TBD) และการซ่อมเมื่อเสียหาย (Run to Failure: RTF)

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา เป็นโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอ ผลิตภัณฑ์ของโรงงานเป็นกลุ่มผ้าใยสังเคราะห์ พอลิเอสเตอร์ ไนลอน ซีดี แสปนเด็กซ์ ไมโครไฟเบอร์พอลิเอสเตอร์ และไมโครไฟเบอร์ไนลอน เป็นต้น กำลังการผลิตประมาณ 500 ตันต่อเดือนเปิดทำการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง โดยการผลิตของโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอกรณีศึกษามีกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรดังนี้

1. นำผ้าดิบมาเข้าสู่กระบวนการเตรียมผ้า ด้วยเครื่องคลายผ้า (Releasing Machine) เพื่อจัดชุดย้อม

2. นำผ้าที่จัดชุดย้อมแล้วเข้าสู่กระบวนการฟอกย้อม ด้วยเครื่องย้อมผ้า (Dyeing Machine) เพื่อย้อมสีแก่ผ้า

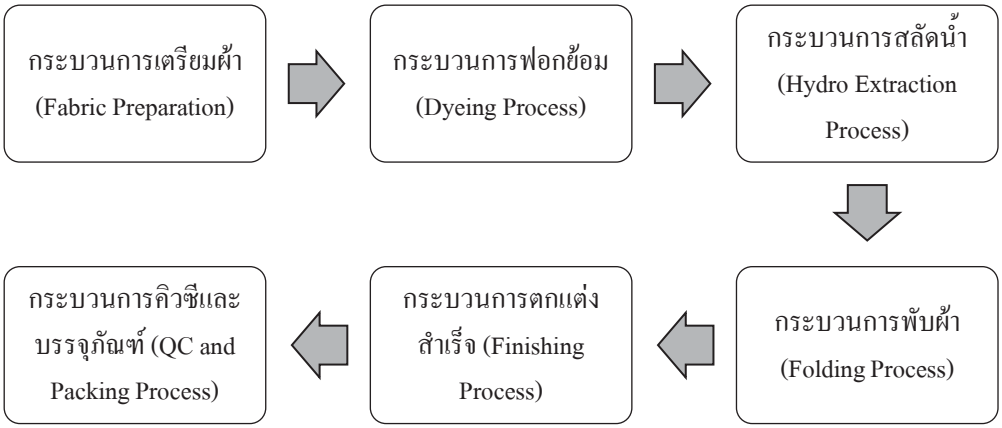
3. นำผ้าที่ผ่านการฟอกย้อม มาเข้าเครื่องสลัดน้ำ เพื่อปั่นผ้าให้แห้งหมาด

4. นำผ้าที่ผ่านกระบวนการสลัดน้ำ เข้าเครื่องพับผ้า (Folding Machine) เพื่อจัดเรียงผ้าให้พร้อมสู่กระบวนการถัดไป

5. นำผ้าเข้าสู่กระบวนการตกแต่งสำเร็จ (Finishing Process) เพื่อลงน้ำยาเคมีตกแต่งด้วยเครื่องสเต็นเตอร์ (Stenter) เช่น Softener, Anti-bacteria หรือ Anti-Wrinkle และเซ็ตผ้าให้อยู่ตัว

6. หลังจากนั้นนำผ้าที่ผ่านกระบวนตกแต่งสำเร็จ มาทำการตรวจสอบคุณภาพและบรรจุและส่งมอบลูกค้าต่อไป ซึ่งสามารถแสดงกระบวนการผลิต ดังภาพที่ 2

ภาพที่ 1 แผนผังของโรงงานฟอกย้อมกรณีศึกษา



ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตของโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอกรณีศึกษา

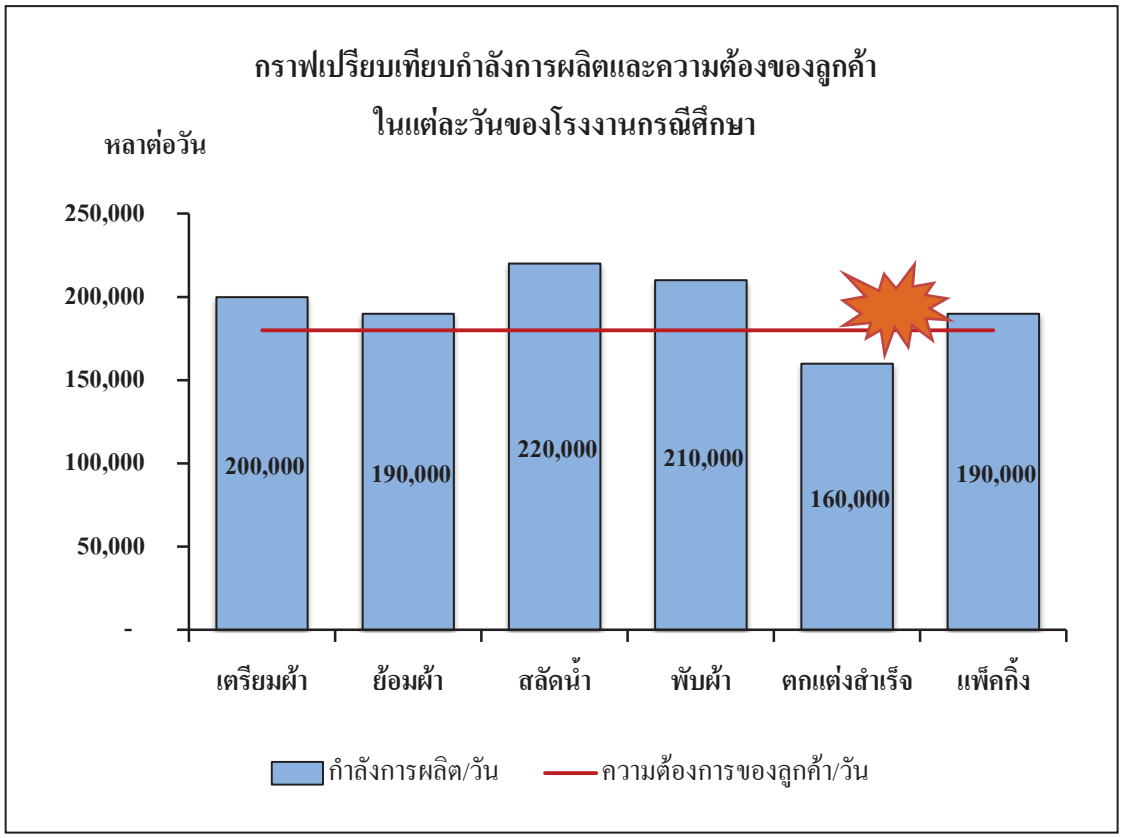
ตารางที่ 1 เครื่องจักรในโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอตัวอย่าง

ลำดับที่	เครื่องจักร	จำนวน (เครื่อง)	หน้าที่การใช้งาน
1	เครื่องคลายผ้า	5	ทำการคลายผ้าเพื่อส่งกระบวนการย้อมผ้า
2	เครื่องย้อมผ้า	30	ฟอกย้อมผ้า
3	เครื่องสลัดน้ำ	7	สลัดน้ำออกจากผ้าให้แห้งหมาด
4	เครื่องพับผ้า	6	คลี่และพับเรียงตัวเป็นผืนยาว
5	เครื่องสเต็นเตอร์	4	ลงเคมี เซ็ตหน้าผ้า น้ำหนัก อบผ้าอยู่ตัว ไม่หด
6	เครื่องแพ็คกิ้ง	15	ตรวจสอบคุณภาพ และห่อม้วนผ้า

จากการศึกษากระบวนการผลิตของโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอกรณีศึกษา พบว่าทุกกระบวนการผลิตใช้เครื่องจักรเป็นหลัก เครื่องสเต็นเตอร์ในกระบวนการตกแต่งสำเร็จ ซึ่งเป็นรุ่น (Model) เดียวกันทั้ง 4 เครื่อง ก็เป็นเครื่องจักรที่มีสำคัญเช่นเดียวกับเครื่องย้อมและเครื่องจักรอื่นๆ ในโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอ สินค้าที่ผ่านกระบวนการตกแต่งสำเร็จก็เพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งเป็นที่ต้องการของลูกค้าในปัจจุบัน

เมื่อศึกษาถึงกำลังการผลิตของทุกกระบวนการผลิตในโรงงานกรณีศึกษาดังภาพที่ 3 พบว่า กำลังการผลิตของกระบวนการตกแต่งสำเร็จมีค่าต่ำที่สุด คือมีเพียง 160,000 หลาต่อวัน และยังมีค่าต่ำกว่าความต้องการของลูกค้าซึ่งมีค่าโดยเฉลี่ย 180,000 หลาต่อวัน เป็นผลให้กระบวนตกแต่งสำเร็จ เป็นจุดคอขวด (Bottle Neck) ของกระบวนการผลิตผ้า ในขณะเดียวกันเครื่อง

สเต็นเตอร์ มีลักษณะการผลิตเป็นระบบสายพานลำเลียงรางเข้มคู่ เมื่อเครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องและเสียหาย ในขณะทำการผลิต ก็จะส่งผลให้สายการผลิต หยุดชะงัก ผลผลิตไม่ได้ตามเป้าหมาย เกิดความเสียหายแก่บริษัท ซึ่งพอจะสรุปปัญหาที่พบดังนี้ คือ



ภาพที่ 3 กราฟเปรียบเทียบกำลังการผลิตในแต่ละกระบวนการ

1. แผนการบำรุงรักษาในปัจจุบันยังขาดประสิทธิภาพ ไม่ครอบคลุมจุดที่ต้องทำการบำรุงรักษา ในปัจุบันยังคงเกิดปัญหาการขัดข้องและเสียหายกับเครื่องอย่างกระทันหัน ทำให้การบำรุงรักษาส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง มีอุปกรณ์เสียหรือชำรุด ซึ่งแสดงความถี่ของชั้นส่วนอุปกรณ์ที่เกิดการเสียหาย ดังตารางที่ 2

2. ใช้เวลาในการซ่อมแซมเมื่อเครื่องจักรขัดข้องหรือเสียหายนาน

3. ขาดข้อมูลที่เป็นส่วนสำคัญในการกำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เช่น คู่มือการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักร และระเบียบวิธีการซ่อมบำรุง เป็นต้น

4. เครื่องจักรเกิดการขัดข้องและเสียหายในระหว่างทำการผลิตเป็นประจำ ดังแสดงเวลาสูญเสียของเครื่องสเต็นเตอร์ ทั้ง 4 เครื่อง ในตารางที่ 3

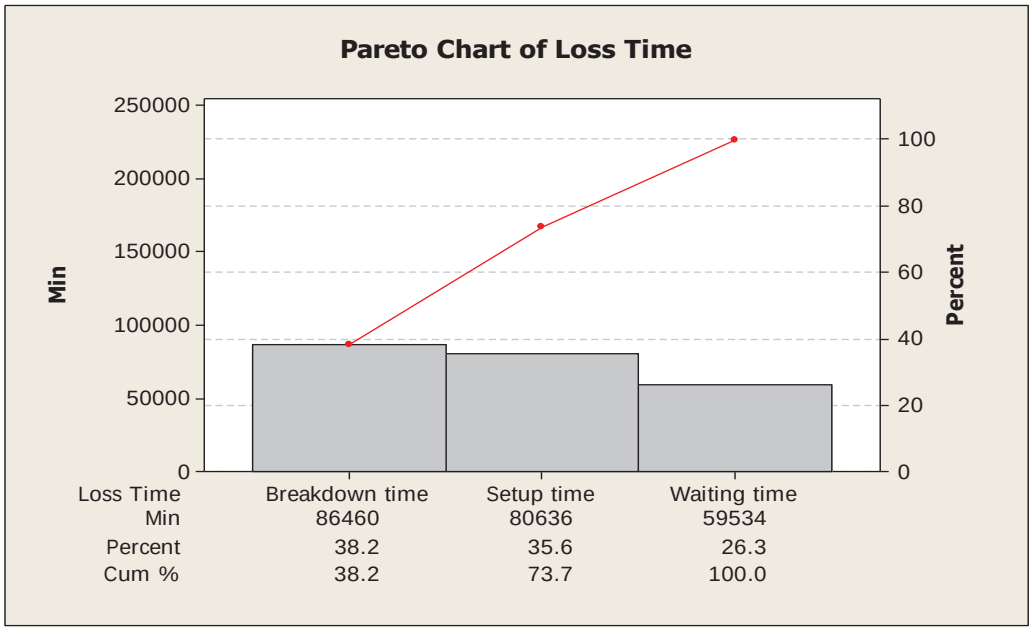
ตารางที่ 2 ความถี่ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เกิดการเสียหาย ช่วง ธันวาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2554

ชิ้นส่วนอุปกรณ์	เครื่อง Stenter				รวม
	ST1	ST2	ST3	ST4	
ชุดสกูขยายรางเข็ม	8	9	5	5	**27**
IR Sensor	3	6	1	7	**17**
Sensor ชุดเข้าผ้า	1	3	4	1	**9**
สายลม	2	1	2	2	**7**
Inverter มอเตอร์พัดลม	1	3		3	**7**
ลูกกลิ้ง	2	1	2		**5**
สายพาน	1	2		2	**5**
ชุดลูกกลิ้งปรับลายผ้า			1	2	**3**
มอนิเตอร์อุณหภูมิ	1		2		**3**
สายไฟฟ้าสถิตย์		2			**2**
ระบบจ่ายไฟ	2				**2**
Pinning Roller			1	1	**2**
ไฟส่องสว่าง	1		1		**2**
ลูกปืน	1			1	**2**
สานลมเป่าริมผ้า	1				**1**
ลูกกลิ้งโอเวอร์ฟีด	1				**1**
Remote		1			**1**
แปลงกดริมผ้า			1		**1**
โซ่ขับ	1				**1**
ชุดโบกผ้า		1			**1**
มอเตอร์เกียร์ชุดสกรูขยายรางเข็ม				1	**1**
ลูกกลิ้งแพดเดอร์	1				**1**
Regulator				1	**1**
ลูกกลิ้งไกด์			1		**1**
มอเตอร์เป่าริมผ้า	1				**1**
สเตนเนอร์	1				**1**
มอเตอร์พัดลม			1		**1**
Limit Switch		1			**1**
ชุดเฟืองส่งกำลัง			1		**1**
ถาดรองรับผ้า			1		**1**
สายลมเป่าริมผ้า			1		**1**
ท่อน้ำร้อน				1	**1**
ตะแกรงกรองฝุ่น		1			**1**
ท่อส่งน้ำมันร้อน			1		**1**
ปะเก็นฝาตู้		1			**1**
รวม	**29**	**32**	**26**	**27**	**114**

ตารางที่ 3 เวลาสูญเสียของเครื่องสเต็นเตอร์ เดือน ธันวาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2554

เครื่องสเต็น-เตอร์	เวลารับภาระงาน (นาที)	เวลาสูญเสียในการผลิต (นาที)	จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเกิดการเสีย	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร (เปอร์เซนต์)	อัตราความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซนต์)	อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ : MTTF (นาที)
ST1	224,940	52,199	29	9.53%	76.79%	5,956.59
ST2	239,960	60,916	32	9.41%	74.61%	5,595.13
ST3	237,000	59,004	26	9.83%	75.10%	6,845.62
ST4	236,500	54,511	27	8.10%	76.95%	6,740.48
เฉลี่ย	234,600	56,658	29	9.22%	75.87%	6,284.45

เมื่อวิเคราะห์เวลาสูญเสีย (Loss time) ช่วงเดือนธันวาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2554 ด้วยแผนภูมิพาเรโต ดังภาพที่ 4 พบว่าเวลาสูญเสียในกระบวนการตกแต่งสำเร็จส่วนใหญ่ คือเวลาสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักรขัดข้องและเสียหาย (Breakdown time) สูญเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องจักรและความเสียหายแก่ผลิตภัณฑ์โดยเฉลี่ย 650,000 บาทต่อเดือน ซึ่งเวลาสูญเสียนี้ เกิดค่าใช้จ่ายสูงกว่าการสูญเสียเวลาด้านการปรับตั้งเครื่องจักร (Setup time) และเวลารอคอย (Waiting time) มาก



ภาพที่ 4 แผนภูมิพาเรโตแสดงเวลาสูญเสียต่างๆ ในกระบวนการผลิตของเครื่องสเต็นเตอร์

ดังนั้น เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้น วิทยานิพนธ์นี้จึงมีความสนใจที่จะดำเนินกิจกรรมด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้กับโรงงานกรณีศึกษา โดยการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือ ให้การบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดอัตราความเสียหายของเครื่องจักร ส่งผลให้เครื่องจักรมีความพร้อมในการใช้งานให้สูงขึ้น

2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้ Reliability Centered Maintenance: RCM ในเครื่องจักรทางด้านอุตสาหกรรมฟอกย้อม

2.2 เพื่อจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนต่างๆ ให้กับโรงงานกรณีศึกษา

2.3 เพื่อลดเวลาที่เครื่องจักรเกิดการเสียหายที่เกิดจากการขัดข้องและเสียหายอย่างกะทันหันในระหว่างการผลิต

3 ขอบเขตของการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาวิจัยนี้ทำการศึกษาข้อมูลและวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือ ให้กับโรงงานกรณีศึกษาในส่วนของเครื่อง สเต็นเตอร์ ทั้ง 4 เครื่อง

3.2 ใช้อัตราความเสียหายของเครื่องจักร (Failure Rate) ค่าความพร้อมในการใช้งาน (Availability) และอายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (Mean Time to Failure: MTTF) เป็นตัวชี้วัด

4 วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินงานสามารถแบ่งออกได้เป็นขั้นตอนหลักๆ 10 ขั้นตอน ตามหลักทฤษฎีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือ ดังนี้

4.1 ศึกษาสภาพการดำเนินงานของโรงงานกรณีศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

4.2 ศึกษาทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา

4.3 ทำการเลือกเครื่องจักรที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น

4.4 จำแนกส่วนประกอบของเครื่องจักรออกเป็นระบบย่อยและระบุหน้าที่การใช้งาน

4.5 ระบุความความล้มเหลวในแต่ละระบบย่อยและจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญ

4.6 วิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและสาเหตุ

4.7 วิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหายที่เกิดขึ้น

4.8 เลือกเทคนิคการบำรุงรักษาโดยการใช้ RCM Logic

4.9 สร้างแผนบำรุงรักษา ปรับปรุงให้เหมาะสม และนำไปใช้กับเครื่องจักร

4.10 สรุปผลการดำเนินการวิจัยและนำเสนอผลงานวิจัย

5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

5.1 สามารถลดเวลาสูญเสีย เนื่องมาจากเครื่องจักรขัดข้องและเสียหายอย่างกระทันหัน ขณะทำการผลิต เพิ่มอายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ และค่าความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักร

5.2 สามารถปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับเครื่องจักร

5.3 สามารถนำแนวทาง Reliability Centered Maintenance: RCM ไปประยุกต์ใช้กับการวางแผนและบริหารจัดการ การบำรุงรักษาเครื่องจักรอื่นๆ ที่มีในโรงงานกรณีศึกษา

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ (Reliability Centered Maintenance: RCM) กับเครื่องจักรทางด้านสิ่งทอ ให้เวลาสูญเสีย (Downtime) ที่เกิดจากการขัดข้องและเสียหายอย่างกระทันหัน (Break down) ของเครื่องจักรลดลง ให้งานบำรุงรักษาและรอบเวลาในการบำรุงรักษาตามแผนมีประสิทธิภาพสูงสุด (Optimize PM Interval) เหมาะสมกับอุปกรณ์และชิ้นส่วน นอกจากนี้ยังได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาถึงแนวทางที่ผู้วิจัยท่านอื่น ได้ทำการศึกษาไว้ดังนี้

1 ความก้าวหน้าของการบำรุงรักษา

แนวความคิดในการเกิดวิวัฒนาการในการบำรุงรักษามีบ่อเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในการผลิตและคอมพิวเตอร์ซึ่งทำให้มีการผลักดันให้มีการเปลี่ยนแปลงไปของวิธีการบำรุงรักษา ความก้าวหน้าของวิธีการของการบำรุงรักษาแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การบำรุงรักษาแบบซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance)
2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)
3. การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance)
4. การบำรุงรักษาเชิงปรับปรุงแก้ไข (Corrective Maintenance)
5. การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)
6. วิศวกรรมความน่าเชื่อถือ (Reliability Engineering)
7. ทีโรเทคโนโลยี (Tero technology)
8. การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance)
9. การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)
10. การบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

แนวความคิดในการบำรุงรักษาแผนใหม่ถูกเริ่มนำมาใช้ในงานการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมในต่างประเทศเป็นระยะเวลานานแล้ว เช่น ประเทศต่างๆ ในทวีปยุโรป ประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น อย่างไรก็ตามศาสตร์ดังกล่าวในบ้านเรายังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจาก

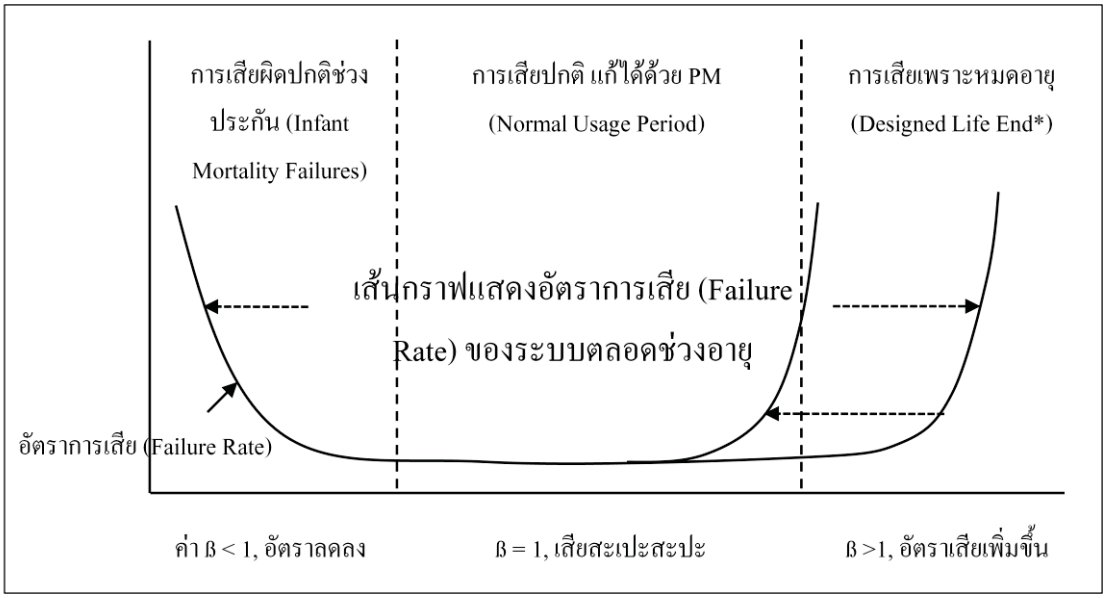
1. ขาดการสนับสนุนทางด้านเงินทุน
2. ขาดบุคลากรที่มีความรู้ในด้านนี้
3. เครื่องมือมีราคาแพง (ในปัจจุบันมีแนวโน้มว่าจะถูกลง)
4. ขาดแนวความคิดรวบยอดสำหรับงานการบำรุงรักษา
5. มองไม่เห็นประโยชน์หรือความสำคัญของการบำรุงรักษา
6. ขาดรากฐานการศึกษาด้านวิศวกรรมการบำรุงรักษาของช่างเทคนิค และวิศวกร
7. มักมีการเชื่อกันว่าผู้ซ่อมแซมเครื่องจักรสำคัญมากกว่าผู้บำรุงรักษาเครื่องจักร

ก่อนที่เราจะทำความรู้จักกับวิวัฒนาการของการบำรุงรักษาแผนใหม่จะกล่าวทบทวนถึงศาสตร์การบำรุงรักษาที่ถูกนำมาใช้ในการดูแลรักษาเครื่องจักรกลในโรงงานและ/หรือเครื่องยนต์ต้นกำลังต่างๆ เช่น เครื่องยนต์สันดาปภายใน (ดีเซล หรือเบนซิน) ในอดีตกาลครั้งที่มนุษย์เริ่มสร้างเครื่องกลผ่อนแรงขึ้นมาใช้งาน การดูแลรักษาเครื่องกลดังกล่าวให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง และทำงานให้เต็มประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่ต้องการของทุกๆ องค์การ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตยิ่งในระยะหลังสงครามโลกครั้งที่สองด้วยแล้ว เครื่องจักรกลประเภทที่มีความสลับซับซ้อนถูกนำมาใช้ทดแทนเครื่องมือกลผ่อนแรงแบบเก่า จะพบว่าในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ได้นำเครื่องจักรกลแบบดังกล่าวมาใช้ในงานการผลิตเป็นหลัก ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถใช้งานเครื่องจักรเหล่านี้ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องทำให้เครื่องจักรเหล่านี้หยุดทำงานเนื่องจากการชำรุดให้น้อยที่สุด (อาจจะเกิดการชำรุดทางด้านกลไก (Mechanical Failures) หรือทางด้านไฟฟ้า (Electrical Failures)) จะเห็นได้ว่าวัตถุประสงค์ของงานการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลคือ การลดจำนวนครั้งของการชำรุดของเครื่องจักรให้น้อยที่สุด ลดค่าใช้จ่ายงานซ่อมทั้งค่าใช้จ่ายทางตรง และทางอ้อม (Both Direct and Indirect Breakdown Maintenance Costs) เพิ่มช่วงเวลาความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Machine Availability Period) เพิ่มระดับความปลอดภัยให้กับผู้ควบคุมเครื่องจักร (ในกรณีของโรงงานอุตสาหกรรม) หรือผู้โดยสาร (ในกรณีของยานพาหนะโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอากาศยาน) โดยหลักการแล้วงานการบำรุงรักษาสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ ซ่อมเมื่อเสีย (Breakdown Maintenance: BM) การบำรุงรักษาตามแผน (Planned/Preventive Maintenance: PM) การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์หรือโดยการคาดคะเน (Predictive Maintenance: PdM) และการบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive Maintenance)

2 วงจรชีวิตของเครื่องจักรและการเสื่อมสภาพ

การชำรุดของเครื่องจักร และการสิ้นสุดอายุขัยของเครื่องจักร โดยทั่วไปเป็นที่ยอมรับกันในวงการวิศวกรรมบำรุงรักษาว่า กราฟ “เส้นโค้งรูปอ่างน้ำ” (Bathtub curve) เป็นกราฟที่ใช้อธิบายลักษณะเฉพาะที่มักจะเกิดขึ้นโดยทั่วไปกับเครื่องจักรกล โดยสามารถจัดแบ่งช่วงในวงจร

ชีวิตเครื่องจักรเป็น 3 ช่วงใหญ่ๆ คือ ช่วงระยะเริ่มต้นใช้งาน (Run-in) ช่วงใช้งานปกติ (Useful life) และช่วงระยะสึกหรอ (Wear out) ความเข้าใจเกี่ยวกับเส้นกราฟรูปอ่างอาบน้ำ (Bathtub Curve) ดังแสดงในภาพที่ 5 เป็นที่รู้จักกันดีในงานบำรุงรักษา กราฟประกอบด้วยแกนนอน คือ เวลาในการใช้งาน และแกนตั้งคือ อัตราการเสีย (Failure Rate) รูปอ่างน้ำใช้แทนอัตราการเสียของเครื่องจักรตั้งแต่มันเริ่มถูกนำเข้าใช้งานไปจนหมดอายุ



ภาพที่ 5 กราฟ “เส้นโค้งรูปอ่างน้ำ” (Bathtub curve)

2.1 การเสียในช่วงแรก (Run-in)

ในช่วงแรกตอนเริ่มใช้ อัตราการเสีย (Failure Rate) จะสูง เพราะอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆ เพิ่งจะนำมาประกอบเข้าด้วยกัน การเสียอาจจะเกิดจาก

1. เสียผิดปกติที่ตัวชิ้นส่วนที่ผิดปกติด้วยตัวของมันเอง (คือ มีชิ้นส่วนที่ไม่ได้มาตรฐานปนมาด้วย

2. เสียผิดปกติจากการประกอบเข้าด้วยกันที่ไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด ซึ่งเป็นเรื่องของสายงานผลิตเครื่องจักร หรือคนงาน

3. ทุกอย่างถูกต้องแต่ผู้ใช้งานไม่ถูกต้องตามที่มันถูกออกแบบ หรือข้อกำหนด ข้อจำกัดของมัน

ทั้งหมดเป็นการเสียผิดปกติที่มีชื่อเรียกว่า Infant Mortality คือ เสียก่อนกำหนด ถึงแม้มันจะอยู่ในช่วงรับประกันแต่ก็มักมีเงื่อนไข ผู้ผลิตมีเงื่อนไขในการรับประกันที่เราทราบดีคือ

ต้องเป็นความผิดปกติของผู้ผลิตเอง ไม่รับประกันถ้าเสียเพราะมันถูกใช้ผิดประเภท หรือผิดจากที่กำหนด ฯลฯ ถ้าเครื่องจักรสามารถผ่าน Infant Mortality ไปได้ ก็จะสามารถใช้งานได้ราบรื่น

2.2 การเสียในช่วงใช้งานปกติ (Useful life)

หลังจากผ่านช่วงแรกไปได้ซึ่งเป็นช่วงที่เรามักเรียกว่า ช่วงอยู่ในอายุใช้งาน มีการเสียบ้างแต่ไม่มาก จนได้ระยะเวลานานจึงจะเริ่มมีการเสียถี่ขึ้น หรือ Failure Rate สูงขึ้น จนเราเรียกว่าช่วงเข้าสู่การหมดอายุที่ออกแบบมา ช่วงที่อยู่ในอายุใช้งาน (Usage Period) เราไม่ต้องบำรุงรักษาอะไรเลย ไม่มีอะไรเสีย ความจริงไม่ได้เป็นเช่นนั้น เพราะเครื่องจักรประกอบด้วยชิ้นส่วนมากมาย แต่ละชิ้นก็มีลักษณะมันเป็นการเสียได้หลายแบบ โดยที่บางชิ้นส่วนที่เสียอาจจะสามารถจบชีวิตของเครื่องจักรทั้งเครื่องได้หรือไม่ แล้วแต่ว่ามันเป็นส่วนประกอบที่สำคัญหรือไม่ คือ ถ้ามันเสียที่ชิ้นส่วนนั้นแล้วส่งผลกระทบต่อไปข้างบนถึงระดับอุปกรณ์ ระบบ ทั้งโรงงาน ด้วยตัวมันเองโดยลำพัง หรือผสมโรงกับการเสียของชิ้นส่วนอื่นหรือไม่

2.3 การเสียในช่วงหมดอายุใช้งาน (Wear out)

การเสียที่เรียกว่าหมดอายุใช้งานคือ การเสียของชิ้นส่วนที่สามารถหยุดการทำงานของเครื่องจักรได้อย่างถาวร ชิ้นส่วนที่มีความสำคัญจะสามารถทำให้เครื่องจักรใช้งานไม่ได้ก็จริง แต่เครื่องจักรก็ยังสามารถถูกซ่อมให้กลับมาใช้งานได้ถ้าชิ้นส่วนนั้นสามารถเปลี่ยนใหม่ได้ อย่างไรก็ตาม เครื่องจักรก็อาจจะไม่สามารถมีอายุใช้งานได้ตลอดไปไม่จบสิ้นได้เพราะมีบางชิ้นบางระบบไม่สามารถซ่อมกลับมาให้เหมือนเดิมได้ ถึงทำได้ก็ไม่คุ้มกับค่าใช้จ่าย หรือซื้อใหม่ถูกกว่า คุ้มกว่า

3 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

งานบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับไทรโบโลยีในงานบำรุงรักษา และวิศวกรรมการหล่อลื่นนั้น (สุรพล, 2545: 61) โดยแท้จริงแล้วมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เข้าถึงการทำการชะลอการเสื่อมสภาพ หรือชะลอการสึกหรอ (Wear and Degradation Retardation) โดยการใช้สารหล่อลื่นซึ่งน่าจะเป็นส่วนที่วิศวกรบำรุงรักษาต้องตระหนัก โดยในวงจรชีวิตเครื่องจักรสิ่งที่ควรปฏิบัติมี 3 ลักษณะใหญ่คือ

1. การป้องกันการเสื่อมสภาพ เช่น
   - 1.1 การหล่อลื่น
   - 1.2 การขันแน่นสลักเกลียว
   - 1.3 การทำความสะอาด
   - 1.4 การใช้งานให้ถูกต้อง
   - 1.5 การควบคุมสภาพแวดล้อม ความร้อน ความชื้น ไอกรด หรือฝุ่นละออง

2. การตรวจวัดการเสื่อมสภาพ เช่น
    2.1 การตรวจเช็คความดึงสายพาน
    2.2 การตรวจเช็คค่าทอร์คของสลักเกลียวยึดฐานเครื่องจักรและมอเตอร์
    2.3 การตรวจเช็คค่าความเป็นฉนวนมอเตอร์ไฟฟ้า
    2.4 การตรวจเช็คค่าระดับสัญญาณความสั่นสะเทือน
    2.5 การตรวจเช็คอุณหภูมิใช้งานของน้ำมันไฮดรอลิก อุณหภูมิของแบริ่ง
    2.6 การตรวจสอบคุณสมบัติของสารหล่อลื่น ฯลฯ
3. การซ่อมปรับคืนสภาพ เช่น
    3.1 การโอเวอร์ฮอลปั๊มไฮดรอลิกทุก 5 ปี
    3.2 การโอเวอร์ฮอลเครื่องยนต์ใหม่ทุก 100,000 กม
    3.3 การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่สึกหรอตามระยะเวลา ฯลฯ

กิจกรรมในขั้นตอนที่หนึ่ง นั้นนับได้ว่าต้องดำเนินการโดยผู้ที่อยู่ใกล้ชิดกับเครื่องจักรมากที่สุดเฉกเช่นเดียวกันกับการป้องกันการเสื่อมสภาพของมนุษย์คือ ทุกคนจำเป็นต้องดูแลเงื่อนไขเบื้องต้นของการดำรงชีวิต เช่น แปรงฟัน อาบน้ำ สระผม รับประทานอาหารครบ 5 หมู่ เครื่องนุ่งห่มสะอาด สภาพที่อยู่อาศัยดี เป็นต้น ดังนั้น แนวความคิดเช่นนี้จึงเป็นหลักที่มาของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขั้นต้น (Basic Preventive Maintenance) ซึ่งมักจะถูกเรียกกันว่า “การบำรุงรักษาด้วยตนเอง” (Self Maintenance หรือ Operator Maintenance หรือ Autonomous Maintenance) โดยหลักการแล้วก็เป็นวิธีการอย่างง่ายๆ ในการป้องกันการเสื่อมสภาพโดยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เครื่องมือตรวจวัด เช่น การหยอดน้ำมันหล่อลื่น อัดจาระบี การทำความสะอาดเครื่องจักร และรวมไปถึงการใช้สามัญสำนึก 4 ประการ คือ ตาดู หูฟัง มือสัมผัส จมูกดม (Sight, Sound, Smell & Touch) เพื่อช่วยแยกแยะอาการที่ผิดปกติ ออกจากอาการที่ปกติ โดยเริ่มที่ผู้ใกล้ชิดเพื่อค้นหาอาการที่จะนำไปสู่การชำรุดได้ตั้งแต่เนิ่นๆ (Early Failure Detection) ซึ่งตรงกับคำพังเพยภาษาไทยที่ว่า “ตัดไฟเสียแต่ต้นลม” ดังนั้นหากโอเปอเรเตอร์สามารถค้นพบอาการผิดปกติได้ตั้งแต่เนิ่นๆ จะสามารถแจ้งให้กับฝ่ายบำรุงรักษาให้มาดำเนินการก่อนที่เหตุการณ์ชำรุดจะบานปลาย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วนั้นหากเครื่องจักรหรือตัวบุคคลได้รับการดูแลรักษาดี เครื่องจักรสะอาด ใช้งานถูกต้อง โอกาสที่จะเกิดการชำรุดจะมีน้อยกว่า หรือหากจะชำรุดความรุนแรงของการชำรุดจะต่ำกว่าเครื่องจักร หรือบุคคลที่ไม่มีการดูแลรักษาขั้นต้น

กิจกรรมในขั้นตอนที่ 2 เป็นกิจกรรมที่พึงรับผิดชอบ โดยพนักงานในส่วนของแผนกซ่อมบำรุง ทั้งนี้เนื่องจากว่าจำเป็นต้องใช้พนักงานที่มีความรู้ความชำนาญทางด้านช่าง รวมไปถึงต้องใช้เครื่องมือวัดทำการตรวจวัดค่าเชิงตัวเลข เพื่อช่วยในการประเมินถึงอัตราของการเสื่อมสภาพ

อาทิ การใช้ไดอัลเกจวัดการโยนตัว ฟีลเลอร์เกจ เพื่อวัดการเสื่อมสภาพของฟันเฟืองกับแบริ่ง มัลติมิเตอร์เพื่อตรวจสอบค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้าเข้ามอเตอร์ ใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ เพื่อวัดความหนาของแผ่นผ้าเบรกที่เหลืออยู่ เป็นต้น ค่าวัดเหล่านี้มีประโยชน์ 2 อย่างคือ

1. ทำให้ทราบอัตราการสึกหรอหรือการเสื่อมสภาพเป็นระยะๆ และทำนายช่วงเวลาการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนได้อย่างมีเหตุมีผล

2. ใช้สำหรับเป็นแนวทางในการตัดสินใจให้กับพนักงานระดับปฏิบัติการ เช่น ถ้าความหนาผ้าเบรกลดลงไปเหลือแค่ 1/3 ของความหนาเดิม ควรเปลี่ยนผ้าเบรกใหม่ หรือหากดอกยางรถยนต์มีความสึกเหลือเพียง 3 มิลลิเมตร ควรเปลี่ยนยางใหม่ อัตราการลดขนาดลงของลวดสลิงโดยการใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์วัด ก็จะบ่งบอกได้ถึงช่วงเวลาที่ควรเปลี่ยนเป็นสลิงเส้นใหม่ หรือเช่นค่าความเป็นฉนวนของมอเตอร์แต่ละเฟสเมื่อเทียบกับสายดินควรมีค่าเกินกว่า 5 เมกกะโอห์ม หากต่ำกว่านี้ควรทำการอบมอเตอร์หรือสายไฟเพื่อไล่ความชื้น เป็นต้น

ในขั้นตอนสุดท้ายคือ การซ่อมปรับคืนสภาพจะเป็นหน้าที่ของแผนกซ่อมบำรุงในการถอดถอนระบบใดๆ ที่เมื่อพิจารณาค่าวัดความเสื่อมหรือการสึกหรอในขั้นตอนที่ 2 แล้ว เห็นว่าไม่สมควรใช้งานต่อไป ด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น ไม่คุ้มกับค่าซ่อมเมื่อเกิดการชำรุด ทำให้ผลผลิตตกต่ำ ทำให้มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุ เช่น ในอากาศยาน หม้อไอน้ำ ก็ควรดำเนินการซ่อมเปลี่ยนหรือโอเวอร์ฮอล เพื่อให้คืนสภาพใหม่ดังเดิม

จากหลักการดังกล่าวข้างต้น สิ่งที่ควรพิจารณาดำเนินการให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) คือ การชะลอการเสื่อมสภาพหรือชะลอการสึกหรอ นั่นคือจากการเรียนรู้กลไกเบื้องต้น 6 กลไกของการสึกหรอคือ การสึกหรอแบบยึดติด (Adhesive Wear) การสึกหรอแบบขูดขีด (Abrasive Wear) การสึกหรอแบบล้าตัว (Fatigue Wear) การสึกหรอแบบปฏิกิริยาไทรโบเคมี (Tribochemical Reaction) การสึกหรอแบบพ่นปะทะ (Erosive Wear) หรือการสึกหรอแบบโพรงอากาศในระบบไฮดรอลิก (Cavitation Wear) ดังนั้น กิจกรรมต่างๆ ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่กระทำนั้นมักจะสื่อความหมายเพื่อลดโอกาสหรือตัดโอกาสการเกิดกลไกการสึกหรอดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น หากสามารถดำเนินการลดโอกาสการเกิดหรือชะลอการเกิดการสึกหรอดังกล่าวได้ก็จะเป็นส่วนหนึ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้ ดังตารางที่ 4

นอกเหนือไปจากแนวความคิดในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันการเสื่อมสภาพหรือการสึกหรอข้างต้นแล้ว อีกแนวความคิดหนึ่งก็คือปรัชญาของการบำรุงรักษาแบบนี้คือ “Fix It Before It Broke” หรืออีกนัยหนึ่งว่า ดำเนินการบำรุงรักษาก่อนที่ชิ้นส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์จะชำรุดแตกหักเสียหาย หนทางที่จะดำเนินการเพื่อระบุถึงช่วงเวลาดังกล่าวมี 2 แนวทาง

1. การตรวจสอบถึงการเสื่อมสภาพ หรือหาอัตราการเสื่อมสภาพ โดยเครื่องมือวัด ซึ่งส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (PdM : Predictive Maintenance)

2. การหาค่าโอกาสความน่าจะเป็นหรือค่าเฉลี่ยโดยทั่วไปว่าชิ้นส่วนดังกล่าวน่าจะชำรุดที่ช่วงเวลาโดยเฉลี่ยเท่าใด ซึ่งก็คือการหาค่า “ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการชำรุดแต่ละครั้ง” (MTBF: Mean-Time-Between-Failure)

ตารางที่ 4 ตัวอย่างกิจกรรมต่างๆ ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

กิจกรรมการบำรุงรักษา	**ป้องกันกลไกการสึกหรอแบบ**
- การตรวจเช็คระดับน้ำมันไฮดรอลิก	- ยึดติด/โพรงอากาศ
- การทำการหล่อลื่นโดยใช้สารหล่อลื่นที่สะอาด	- ขูดขีด
- การเปลี่ยนไส้กรองน้ำมันไฮดรอลิกตามระยะเวลา	- ขูดขีด/พ่นปะทะ
- การเปลี่ยนไส้กรองอากาศตามระยะเวลา	- พ่นปะทะ/ขูดขีด
- การตรวจสอบท่อน้ำมันรั่ว	- ยึดติด/โพรสอากาศ/พ่นปะทะ
- การทำความสะอาด	- ขูดขีด
- การใช้งานตามภาระกำหนด	- ยึดติด/ ล้าตัว
- การประกอบแบริ่งด้วยการอัด (Press Fit) ตามกำหนด	- ไทรโบเคมี
- การหล่อลื่นข้อต่อโซ่	- ยึดติด/ไทรโบเคมี

Fix It Before It Broke คือ ความพยายามที่จะดำเนินการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นก่อนที่ชิ้นส่วนดังกล่าวจะมีอายุการใช้งานถึงค่า MTBF ซึ่งวิธีการแบบนี้เป็นหลักเกณฑ์ที่ใช้วิชาสถิติเข้ามาช่วย ในวิชาสถิตินั้นเป็นวิชาที่ว่าด้วยความไม่แน่นอน จะเห็นได้ว่ามีโอกาสความน่าจะเป็นที่ว่าอุปกรณ์ดังกล่าวอาจจะชำรุดก่อนถึงค่า MTBF หรือ เมื่อถอดชิ้นส่วนออกมาก็อาจจะพบว่ายังมีสภาพดีอยู่ก็เป็นไปได้ วิธีการนี้ไม่เหมาะสำหรับโรงงานหรือองค์กรที่ขาดแคลนทรัพยากรที่เพียงพอในการจัดซื้อหรือจัดหาอุปกรณ์วิเคราะห์การเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนอุปกรณ์ เช่น เครื่องมือวิเคราะห์สัญญาณความสั่นสะเทือน (Vibration Meter) ชุดทดสอบสารหล่อลื่น (Used Lubricant Analysis) กล้องถ่ายภาพความร้อน (Thermography) เป็นต้น

โดยทั่วไปผู้ผลิตเครื่องจักรก็จะระบุถึงวิธีการ ช่วงเวลา และขั้นตอนในการบำรุงรักษามาในคู่มือเครื่องจักร เช่น อาจจะมีคำที่ระบุไว้ในคู่มือเครื่องจักรว่าต้องทำการบำรุงรักษาในช่วงเวลาใดๆ เช่น Daily, Weekly, Monthly, Quarterly, Semi-Annually, Annually ฯลฯ ซึ่งก็

หมายถึงว่า เป็นรายการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ควรต้องดำเนินการ ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ทุก 3 เดือน ทุก 6 เดือน หรือทุกปี ในความเป็นจริงแล้วค่าเวลาดังกล่าวก็คือ ค่า MTBF คือเป็นค่าที่ทางบริษัทผู้ผลิตประมาณว่าชิ้นส่วนอุปกรณ์หรือสารหล่อลื่น เริ่มมีความเสื่อมสภาพและต้องทำการบำรุงรักษา เช่น ต้องอัดจาระบีใหม่ ต้องเปลี่ยนน้ำมันเกียร์ใหม่ ต้องขันดึงสลักเกลียว ต้องเปลี่ยนไส้กรอง น้ำมันหล่อลื่น ฯลฯ

สำหรับข้อแนะนำของการจัดทำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอย่างง่ายควรดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ควรมีทะเบียนเครื่องจักรกล และทำการแบ่งระดับความสำคัญของเครื่องจักร เป็นหมวดหมู่
2. ควรรวบรวมคู่มือเครื่องจักรเท่าที่มีให้ได้มากที่สุด
3. ควรนำประวัติเครื่องจักรในแง่ประวัติการใช้ การซ่อม การบำรุงรักษามาใช้ประโยชน์
4. ควรรวบรวม/สัมภาษณ์ จากผู้ซ่อม/ผู้บำรุงรักษา/ผู้ใช้งาน/ผู้ควบคุมเครื่อง เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์
5. จากขั้นตอน 1 ถึง 4 ทำให้สามารถจัดแบ่งกลุ่มเครื่องจักรที่สำคัญ-ไม่สำคัญ และในทรัพยากรที่จำกัด ระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันควรถูกดำเนินการให้กับเครื่องจักรที่สำคัญๆ ก่อน โดยต้องดำเนินการ

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

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

ในหัวข้อ 5.1 และ 5.2 เครื่องจักรแต่ละเครื่องควรได้รับการกำหนดระบบที่จะต้องทำการบำรุงรักษาเป็น 3 ระบบใหญ่คือ

1. ระบบการหล่อลื่น
2. ระบบทางกล
3. ระบบทางไฟฟ้า

สำหรับระบบทางการหล่อลื่นจุดที่สำคัญที่ควรครอบคลุมมี 5 ส่วน

1. ชนิดของสารหล่อลื่น
2. ปริมาณของสารหล่อลื่น
3. ช่วงเวลาในการเปลี่ยน/ถ่าย/เติม

4. ตำแหน่งที่ต้องไปดำเนินการ
5. วิธีการในการหล่อลื่น

ในส่วนของระบบทางกลจุดที่ควรสนใจได้แก่

1. ความตึงของสายพาน
2. การเปลี่ยนแผ่นกวาดน้ำมันตามระยะเวลา
3. การตรวจเช็คการขันแน่นของสลักเกลียว
4. การตรวจสอบการเยื้องศูนย์ของคับปลิ้ง
5. การตรวจเช็คขนาดที่เปลี่ยนไปของชิ้นส่วน ฯลฯ

ระบบทางไฟฟ้าในส่วนของชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า และขั้วต่อไฟฟ้าควรดำเนินการได้แก่

1. ขันแน่นขั้วต่อทุกๆ ขั้วต่อในตู้ควบคุม
2. ขจัดขี้เกลือที่ขั้วต่อต่างๆ
3. ขจัดฝุ่นละอองในตู้ควบคุม โดยการใช้เครื่องดูดฝุ่น (Vacuum Cleaner) ไม่แนะนำให้ใช้เครื่องเป่า (Blower) ทั้งนี้เพราะจะทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจาย และเข้าไปในอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เข้าไปในหน้าคอนแทกเตอร์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีโอกาสไปเกิดการสึกหรอแบบพ่นปะทะ (Erosive Wear) สำหรับชิ้นส่วนละเอียดอ่อนด้านอิเล็กทรอนิกส์-คอมพิวเตอร์ ฯลฯ

จากเครื่องจักรเมื่อแยกแยะสู่ระบบสำคัญๆ และกำหนดรายการบำรุงรักษา (ข้อมูลควรได้มาจากคู่มือเครื่องจักร ประสบการณ์ หนังสือบำรุงรักษา ประวัติเครื่องจักร ฯลฯ) แล้วก็จะสามารถนำมาเขียนเป็นใบรายการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งใบรายการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ดีควรประกอบด้วย

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

10. ภาพแสดงตำแหน่งของจุดที่ต้องการการบำรุงรักษา

11. ใบบันทึกประวัติแนบท้ายใบรายการการบำรุงรักษา

6. เมื่อสามารถเขียนใบรายการบำรุงรักษาได้ครบทุกเครื่องจักรแล้วก็จะสามารถนำมาประเมินหาทรัพยากรในการบำรุงรักษา เพื่อกำหนดวางแผนการใช้ทรัพยากรดังนี้

6.1 แรงงานที่ต้องการ (ได้จากการรวบรวมแรงงานคน-ชั่วโมง จากทุกใบรายการบำรุงรักษา)

6.2 เครื่องมือช่างที่ต้องใช้

6.3 อะไหล่ และสารหล่อลื่น

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

7. ขั้นตอนนี้คือขั้นตอนในการนำใบรายการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาทำการวางแผน (Plan: P) จัดเฉลี่ยให้แรงงานที่มีอยู่ได้มีงานทำอย่างสม่ำเสมอในช่วงเวลาแต่ละช่วง

8. เมื่อมีแผนงานที่จัดเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว ต่อไปเป็นขั้นตอนการนำไปปฏิบัติ (Execution/Do: D) หรือแจกจ่ายใบรายการบำรุงรักษาให้กับพนักงานฝ่ายบำรุงรักษาไปดำเนินงานตามแผน

9. ควรมีระบบควบคุม หรือตรวจสอบ (Check: C) ว่าเกิดกรณีเหล่านี้ขึ้นหรือไม่ เช่น ทำไม่ได้ ไม่ได้ทำ และทั้งสองส่วนควรระบุเหตุผลว่าไม่สามารถดำเนินการได้เพราะเหตุใด เพื่อจะนำไปสู่ขั้นตอนต่อไป

10. ควรมีการปรับปรุงแก้ไข (Action: A) หลังจากที่มีปัญหาไม่สามารถดำเนินการได้ตามแผนที่วางไว้

จะเห็นได้ว่า ขั้นตอนที่ 7 ถึง 10 ก็คือ วิธีการโดยทั่วไปในการบริหารจัดการอย่างมีระบบ ซึ่งมีชื่อเรียกกันว่า “วงจรของเดมมิ่ง” (Deming’s Circle)

4 การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์เบื้องต้น (Predictive Maintenance)

งานบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ เป็นเทคโนโลยีการบำรุงรักษาแบบใหม่ ซึ่งจะช่วยลดความถี่การชำรุดของเครื่องจักร และระดับความรุนแรงในการชำรุด ดังนั้นจึงน่าจะพูดได้ว่าการที่จะทำให้ PM มีประสิทธิภาพสูงสุด จึงน่าจะใช้คำว่า PM ที่ย่อมาจากคำว่า “Predictive Maintenance” และสุดท้ายก็คือบรรลุลงไปในโปรแกรมของ Planned Maintenance โดยที่การทำโปรแกรม Predictive Maintenance ที่ดีควรจะสามารถ (สุรพล, 2545: 93)

1. คาดคะเนและวางแผนการได้ล่วงหน้าเป็นเวลานานก่อนที่เครื่องจักรจะชำรุด

2. ลดโอกาสความน่าจะเป็นที่จะเกิดการชำรุด ให้ต่ำที่สุด

3. มีการนำเทคนิคโปรแกรม “การประกันคุณภาพ” ในส่วนของระบบที่ทำการบำรุงรักษามาประยุกต์ใช้

โดยทั่วไปแล้วการตรวจวิเคราะห์สัญญาณความสั่นสะเทือน (Vibration Analysis) เป็นเครื่องมือที่ใช้กันโดยทั่วไปในโปรแกรมการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ โดยที่อาจจะเปรียบได้กับการที่คนไข้ไปหาหมอ ซึ่งหมอใช้เฉพาะผลการเอกซ์เรย์ (X-Ray) เพียงอย่างเดียว มาทำการวินิจโรคโดยที่ไม่เชื่อผลจากหูฟัง (Stethoscope) ผลของการวิเคราะห์คลื่นการเต้นหัวใจ (EKG) เครื่องเอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์ CAT (Computer-Aided Tomography) ผลของการวิเคราะห์โลหิต และเทคนิคอื่นๆ ที่มีอยู่ทั่วไปในทำนองเดียวกัน

5 การบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง (Reliability Centered Maintenance: RCM)

โดยทั่วไปองค์กรส่วนใหญ่มุ่งการป้องกันปัญหาการขัดข้องโดยไม่คำนึงถึงการวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องอย่างเป็นระบบจึงส่งผลต่อประสิทธิผลของการบำรุงรักษา ด้วยเหตุดังกล่าว RCM จึงได้ถูกนำมาใช้สนับสนุนในการระบุกลไกที่ส่งผลต่อการชำรุดเสียหายของชิ้นส่วนและสามารถระบุกิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสามารถนำไปสู่ความมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการบำรุงรักษาได้ (วีระศักดิ์, 2545 และโกศล, 2551) คำจำกัดความของการบำรุงรักษาโดยมุ่งความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง (Reliability Centered Maintenance) หรือ RCM ถูกกำหนดโดยนักวิจัยไว้หลายท่านดังนี้

RCM คือ กระบวนการในการกำหนดแผนงานล่วงหน้าของการบำรุงรักษาโดยตระหนักถึงความน่าเชื่อถือและขีดความสามารถของอุปกรณ์ (Nowlan และ Heap, 1978)

RCM คือ กระบวนการที่ถูกใช้เพื่อกำหนดความต้องการในการบำรุงรักษาของทรัพย์สินทางกายภาพใดๆ ตามความต้องการในการใช้งานของผู้ใช้งาน (สุชญาน, 2543)

RCM คือ กรรมวิธีที่ใช้ในการกำหนดความต้องการ หรือแผนการบำรุงรักษาของเครื่องจักรและส่วนประกอบโดยคำนึงถึงความน่าเชื่อถือได้ของเครื่องจักรและส่วนประกอบด้วยค่าใช้จ่ายน้อยสุด (วีระศักดิ์, 2545)

RCM คือ แนวทางอย่างเป็นระบบเพื่อทำให้เข้าใจถึงแนวทางความชำรุดของเครื่องจักรและการระบุงานบำรุงรักษา ที่สามารถลดความชำรุดเสียหายให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยมุ่งความน่าเชื่อถือสูงสุด และลดหรือขจัดงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เกินความจำเป็น (โกศล, 2546)

จากคำจำกัดความต่างๆ ข้างต้นของ RCM สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า RCM ถือเป็นแนวทางอย่างเป็นระบบ เพื่อศึกษาและเข้าใจถึงรูปแบบความชำรุดเสียหายของเครื่องจักร รวมทั้ง

การระบุกิจกรรมงานบำรุงรักษาที่สามารถลดความชำรุดเสียหายให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด และการระบุงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันอย่างมีประสิทธิผล และประสิทธิภาพในอุปกรณ์หลัก โดยมุ่งระดับความน่าเชื่อถือของระบบ และมีค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาที่เหมาะสม ดังนั้น RCM จึงเป็นแนวทางสำหรับการประเมินเพื่อกำหนดกลยุทธ์สำหรับจัดการเครื่องจักรอย่างเหมาะสมที่สุด ด้วยการระบุหน้าที่การทำงาน และรูปแบบหรือสาเหตุการชำรุด โดย RCM สามารถนิยามในรูปของโครงสร้าง และกระบวนการทางตรรกะ (Logical Process) โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงระดับความน่าเชื่อถือ และความปลอดภัยสูงสุด ซึ่ง RCM จะมีองค์ประกอบและแนวทางดังนี้ (โกศล, 2547)

1. นิยามขอบเขตของระบบ
2. นิยามหน้าที่การใช้งานที่สำคัญของระบบ
3. การจำแนกรูปแบบความชำรุดเสียหาย (Failure Modes) และผลกระทบที่เกิดขึ้น
4. ประเมินความสูญเสียที่เกิดจากความชำรุดของชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบ
5. ดำเนินการแก้ไข และป้องกันไม่ให้ปัญหาการชำรุดเสียหายเกิดขึ้นในองค์ประกอบที่สำคัญ

5.1 เป้าหมายทั่วไปของ RCM

ประสิทธิผลของระบบการบำรุงรักษาจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อความถี่ของการเกิดปัญหาความขัดข้องลดลง ซึ่งความถี่ของการเกิดความขัดข้องจะเป็นตัวชี้วัดสำคัญของความน่าเชื่อถือ และความพร้อมในการใช้งานของระบบ โดย RCM จะมีบทบาทต่อการแก้ไขปัญหาความบกพร่องด้วยการใช้เทคนิคการวินิจฉัย (Diagnostic Techniques) และการตรวจติดตาม เพื่อระบุกำหนดการกิจกรรมบำรุงรักษา (Maintenance Scheduling) ที่จำเป็นซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มความน่าเชื่อถือ และยังลดกิจกรรมบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ซ้ำซ้อน

ภาพที่ 6 กระบวนการทำ RCM

ที่มา: Jardaine, Andrew K.S., and Albert H.C. Tsang., Maintenance Replacement and Reliability Theory and Application (Boca Raton Florida: Taylor & Francis Group, 2006), 9.

5.2 กรอบการดำเนินงานของ RCM

ดังที่ได้กล่าวมาตอนต้นแล้วว่า เป้าหมายของ RCM คือ การกำหนดกิจกรรมการบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม ซึ่ง RCM สามารถดำเนินการตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. เมื่อดำเนินการวิเคราะห์ระบบที่มีความซับซ้อน และประกอบด้วยหน้าที่การทำงานขององค์ประกอบที่หลากหลาย (Numerous Functions) ให้ดำเนินการจัดแบ่งออกเป็นระบบย่อย (Sub-Systems) เพื่อให้ผู้วิเคราะห์สามารถมุ่งให้ความสำคัญ (Concentrate) ในเฉพาะส่วนของระบบที่ศึกษา และหลีกเลี่ยงความสับสนกับองค์ประกอบ หรือระบบย่อยอื่นๆ ซึ่งในกระบวนการดังกล่าวนี้จะต้องมีการจัดทำเอกสารในการระบุขอบเขต และหน้าที่การใช้งานอย่างชัดเจน

2. องค์ประกอบวิกฤต (Critical Components) จะต้องถูกระบุในแต่ละระบบย่อย โดยใช้ข้อมูลประวัติการขัดข้องและการซ่อม เนื่องจากปัญหาการชำรุดดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุการชำรุดของระบบย่อย

3. รูปแบบความชำรุดเสียหาย (Failure Mode) ของแต่ละชิ้นส่วนจะถูกระบุขึ้น และมีการวัดประเมินความเสี่ยง โดยจะมีการลำดับตามค่าวิกฤตของความชำรุดเสียหาย (Functional Failure) แต่ละองค์ประกอบที่พิจารณา

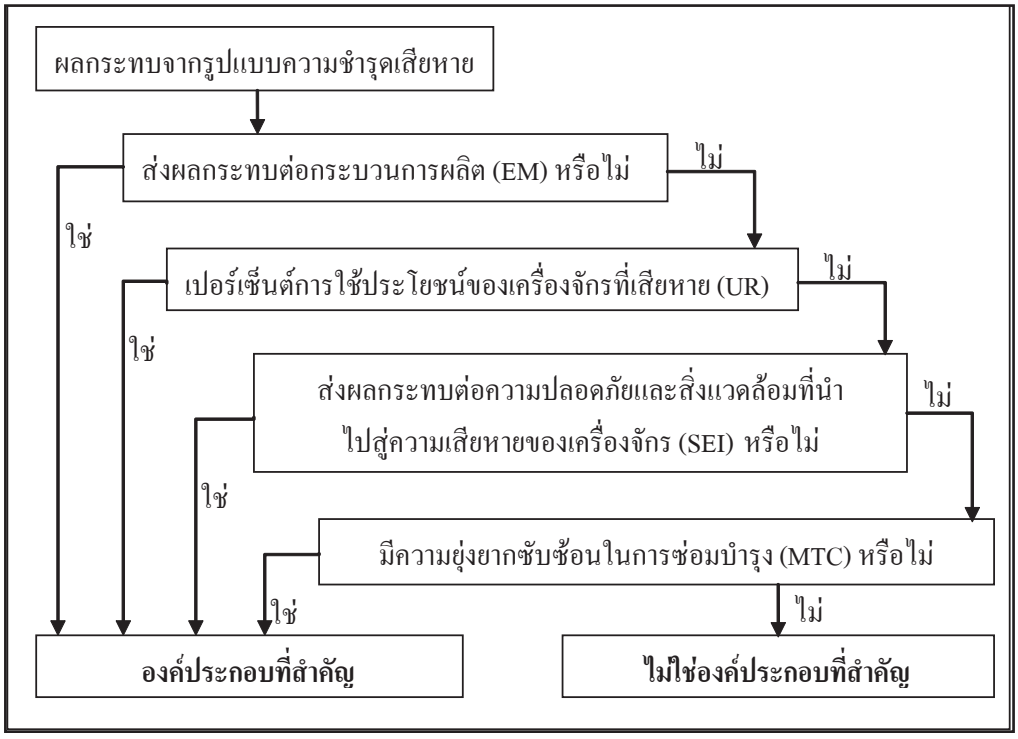
4. เลือกนโยบายการบำรุงรักษา (Maintenance Policies) สำหรับแต่ละรูปแบบความชำรุดเสียหายขององค์ประกอบตามข้อมูลประวัติที่ถูกบันทึก (Failure Records) หรือการสนทนาพูดคุยกับผู้ปฏิบัติงาน โดยข้อมูลประวัติการชำรุดควรมีความชัดเจนถูกต้องเพื่อนำไปใช้สำหรับตัดสินใจว่าจะใช้กลยุทธ์บำรุงรักษาแบบใดในแต่ละองค์ประกอบ

5.3 การประเมินและคัดเลือกวิเคราะห์เครื่องจักรตามความวิกฤติและวิเคราะห์หน้าที่

กระบวนการการคัดเลือกและวิเคราะห์เครื่องจักรตามความวิกฤติ พิจารณาตามหน้าที่ที่กระบวนการผลิต (ระบบ) ต้องการ ซึ่งมีความสำคัญก่อนหลังตามความวิกฤติของหน้าที่นั้นและเครื่องจักรทำได้ดีหรือไม่ได้อยู่ที่ภาระที่มันรับอยู่ (Operating Context)

แนวทางการเลือกองค์ประกอบที่สำคัญ (Critical Component) โดยพิจารณาจากระบบย่อยที่มีรูปแบบความเสียหายวิกฤต (Critical Failure Mode) ซึ่งมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ความปลอดภัย เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรที่เสียหาย หรือการบำรุงรักษาโดยแนวทางหรือกระบวนการเลือกองค์ประกอบวิกฤตนี้จะแสดงด้วยแผนภาพทางโลจิก (Logic Diagram) ดังแสดงในภาพที่ 6 โดยการคำนวณค่าความสำคัญของเครื่องจักร (Machine Criticality: MC) พิจารณาจากเกณฑ์ 4 ด้าน (Abdulnour, 1998: 591) คือ 1) EM (Effect of the machine) ผลกระทบต่อกระบวนการผลิต 2) UR (Utilization rate of the machine) อัตราการใช้ประโยชน์ของ

เครื่องจักรที่เสียหาย 3) SEI (Safety and environmental incidence of machine) ผลกระทบต่อความปลอดภัยและสภาพสิ่งแวดล้อมที่นำไปสู่ความเสียหายของเครื่องจักร 4) MTC (Technical complexity of the machine) ความยุ่งยากซับซ้อนในการซ่อมบำรุงและจำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรจากภายนอก



ภาพที่ 7 กระบวนการการคัดเลือกและวิเคราะห์เครื่องจักรตามความวิกฤติ
ที่มา : โกศล ดีศีลธรรม, “วิศวกรรมความน่าเชื่อสำหรับงานบำรุงรักษา,” เทคนิคไฟฟ้าเครื่องกลอุตสาหการ (มีนาคม 2554): 108.

กำหนดน้ำหนักของความสำคัญของแต่ละปัจจัย คือ คะแนน 0 หมายถึง ไม่มีผลกระทบจากปัจจัยนั้น คะแนน 1 หมายถึง ผลกระทบจากปัจจัยนั้นมีน้อยมาก คะแนน 2 หมายถึง ผลกระทบจากปัจจัยนั้นมีปานกลาง คะแนน 3 หมายถึง ผลกระทบจากปัจจัยนั้นมีมากที่สุด จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณค่าความสำคัญของเครื่องจักร (MC) จากสมการ (1) ดังนี้

$$MC = 3*EM + 2*UR + 3*SEI + 1*MTC \quad (1)$$

การจัดแสดงคะแนนความวิกฤติโดยให้เห็นแยกกัน ช่วยให้สามารถเห็นภาพทั้งหมดได้ในคราวเดียวกัน นอกจากนั้นยังสามารถจัดลำดับ (Sort) ตามประเด็นเพื่อดำเนินการต่างๆ ได้ง่าย ดังแสดงในตารางที่ 5 ดังนี้

เพื่อให้สามารถใช้งานคะแนนความวิกฤติได้ง่ายและได้ผล จึงควรจัดความวิกฤติที่คำนวณได้เป็นช่วงคะแนน 3 ช่วง ซึ่งหมายถึง วิกฤติสูง กลาง และต่ำ ตามลำดับ หรือเรียกว่า A, B และ C ดังนี้

A : 20 ถึง 27 เครื่องจักรนั้นสำคัญมาก

B : 12 ถึง 19 เครื่องจักรนั้นสำคัญปานกลาง

C : 0 ถึง 11 เครื่องจักรนั้นสำคัญน้อย

ตารางที่ 5 ตัวอย่างการคำนวณค่าความสำคัญของเครื่องจักร (Machine Criticality: MC)

Weight	3	3	2	1		
Machine Code	SEI	EM	UR	MCT	MC	Criticality Code
04120BE00	1	2	2	0	13	B
0410FE008	2	2	2	1	17	B
0410PP001	3	3	3	1	25	A
.	.					
.	.					
.	.					

5.4 การดำเนินการของ RCM

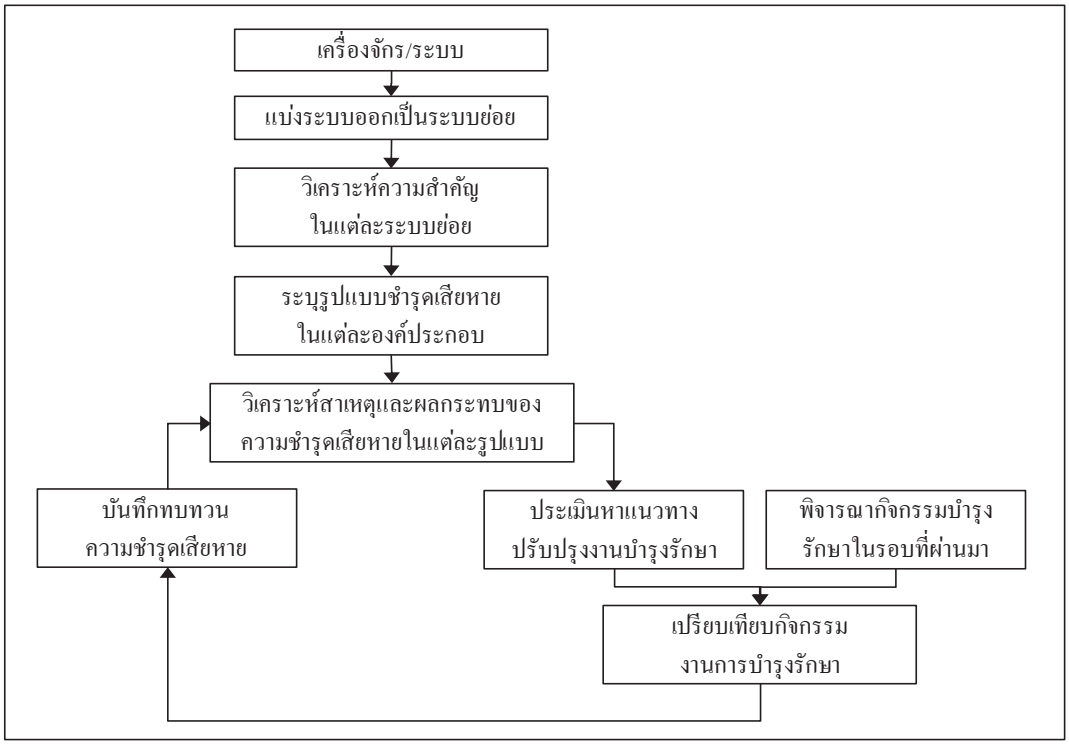
การดำเนินการ RCM จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ช่วง โดยในช่วงแรกจะดำเนินการทบทวนบันทึกประวัติการบำรุงรักษา (Maintenance History Records) ของระบบ ในช่วงที่ 2 จะมีการวิเคราะห์ความชำรุดเสียหาย (Functional Failure Analysis) และในช่วงที่ 3 จะดำเนินการเลือกกลยุทธ์บำรุงรักษาหลังจากได้สนทนา หรือพูดคุยกับผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งการดำเนินการจะมีแนวทางที่สำคัญ จากภาพที่ 8 (โกศล, 2547) แสดงถึงรายละเอียดการวิเคราะห์ตามแนวทางของ RCM เพื่อกำหนดนโยบายการบำรุงรักษาที่เหมาะสม โดยมีองค์ประกอบและแนวทางที่สำคัญ คือ

5.4.1 แนวทางเลือกระบบย่อย (Sub-System) ในทุกระบบย่อยจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ (Components) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบจะมีคุณสมบัติเฉพาะ และอัตราความชำรุดเสียหาย (Failure Rate) โดยที่บางองค์ประกอบอาจจะมีผลกระทบต่อระบบย่อย ดังนั้นสารสนเทศที่จำเป็นสำหรับการเลือกระบบย่อยมีดังนี้

1. ประวัติการบำรุงรักษา
2. รายงานความชำรุดเสียหายในแต่ละองค์ประกอบ

3. ข้อมูลจากผู้ผลิต เช่น วิธีการปฏิบัติการ (Operation Procedures) และข้อกำหนดทางเทคนิค เป็นต้น

5.4.2 แนวทางการวิเคราะห์ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญในแต่ละระบบย่อย (Critical Component) โดยพิจารณาจากชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีรูปแบบความเสียหายสำคัญ (Critical



ภาพที่ 8 แผนผังแสดงลำดับขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

Failure Mode) ซึ่งมีผลกระทบต่อความมากน้อยในการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์ ราคาของชิ้นส่วนอุปกรณ์ ระยะเวลาในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ และผลกระทบต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่นๆ (ศิริรัตน์, 2537) สำหรับกระบวนการวิเคราะห์ระบบย่อยที่สำคัญได้แสดงดังภาพที่ 8

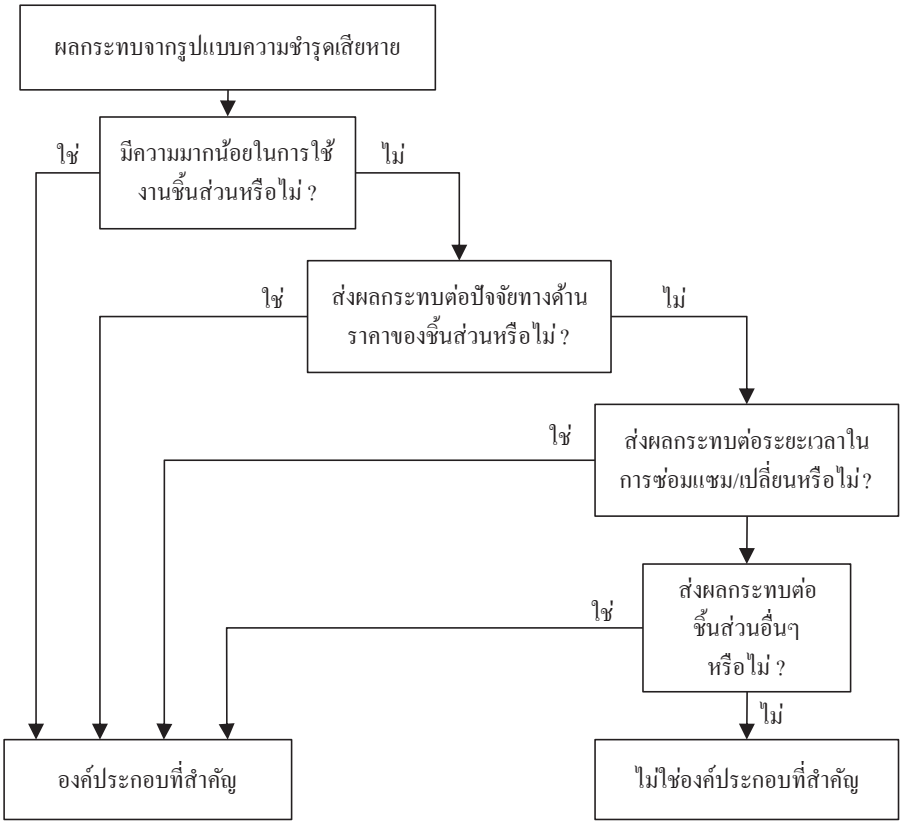
5.4.3 แนวทางเลือกรูปแบบความชำรุดเสียหายแต่ละองค์ประกอบ ได้เลือกใช้การวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมทั่วไปที่ใช้เพื่อวิเคราะห์รูปแบบความชำรุดอย่างเป็นระบบ (Systematically Analyze) และใช้ผลลัพธ์ดังกล่าวสำหรับประเมินผลกระทบจากความชำรุดเสียหาย

5.4.4 แนวทางการปรับปรุงงานบำรุงรักษา หลังจากได้ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ทำการวิเคราะห์ผลกระทบและรูปแบบความเสียหายเรียบร้อยแล้ว ลำดับต่อไปเราจะใช้หลักการวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ เพื่อดำเนินการหาอายุการใช้งานของชิ้นส่วนอุปกรณ์ดังกล่าว โดยผลลัพธ์ของการ

หาความน่าเชื่อถือที่ได้ เราจะนำไปใช้ในการพิจารณาในการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อไป

6 การจัดงานบำรุงรักษาด้วยทฤษฎีความน่าเชื่อถือ (Reliability Based Maintenance Selection)

กระบวนการในการทำงานเรื่องคัดเลือกงานบำรุงรักษาป้องกันที่เหมาะสม (PM Selection) และการจัดคาบเวลาของการทำงานบำรุงรักษาป้องกันที่เลือกนั้นเหมาะสมหรือให้ประโยชน์สูงสุด (PM Optimization) กระบวนการคัดเลือกงานบำรุงรักษาป้องกันที่เหมาะสมคือการคัดเลือกงานที่สำคัญสำหรับเครื่องจักรที่วิกฤติสูง การคัดเลือกทำโดยใช้ค่าความน่าเชื่อถือได้ (Reliability) เป็นหลักกระบวนการคัดเลือกและจัดงานบำรุงรักษาป้องกันมี 5 ขั้นตอน คือ



ภาพที่ 9 แผนภาพการวิเคราะห์ชิ้นส่วนอุปกรณ์ในแต่ละระบบย่อยที่สำคัญ

1. การประเมินและเลือกเครื่องจักรที่จะวิเคราะห์ตามความวิกฤติ
2. ทำกระบวนการ FMECA (Failure Mode Effect Criticality Analysis) เพื่อพิจารณาการเสียที่สาเหตุต่างๆ (Failure Mode)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลการเสีย (Failure Data Analysis) โดยใช้ประวัติการเสีย และการทำงานตามแผนที่เป็นอยู่ถึงปัจจุบันเป็นข้อมูล เพื่อหาตัวแปรทางสถิติที่สามารถอธิบายพฤติกรรมการเสียแยกตาม Failure Mode

4. เลือกประเภทงานบำรุงรักษาป้องกัน ซึ่งหลักๆ แล้วมี 4 ประเภทให้เลือกคือ

4.1 งานเปลี่ยนชิ้นส่วนหรือซ่อมใหญ่ตามแผน (Scheduled Part Replacement / Overhaul)

4.2 งานตรวจสอบสภาพตามกำหนด (Scheduled Condition Monitoring / Inspection)

4.3 งานตรวจสอบอาการเสียซ่อนเร้น (Scheduled Hidden Failure Finding)

4.4 งานซ่อมเมื่อเสีย (Run to Failure)

5. การจัดคาบในการทำงานตามแผนที่คัดเลือกแล้ว และการปรับคาบการทำงานตามแผนให้ได้ประโยชน์สูงสุด (Scheduled PM Interval and Optimization)

ผลที่ได้จากการทำกิจกรรมกลุ่มนี้คือ รายงานการบำรุงรักษาป้องกันตามแผนพร้อมคาบเวลาในการทำที่ให้ประโยชน์สูงสุด (Optimized Scheduled PM Task List) ที่ครอบคลุมการเสียทุกสาเหตุ (Failure Mode) ซึ่งเป็นงานที่ได้ผ่านการคัดเลือกอย่างถี่ถ้วนแล้วว่าต้องทำ ไม่ทำไม่ได้ มีความเสี่ยงสูงที่ระบบจะไม่สามารถทำภารกิจที่กำหนดได้โดยมีความเสียหายสูงมาก

การคัดเลือกและจัดงานบำรุงรักษาป้องกันโดยใช้หลักการของความน่าเชื่อถือได้ของเครื่องจักรหรือระบบเป็นเกณฑ์ เป็นที่รู้จักกันในชื่อ Reliability Centered Maintenance หรือ RCM มีต้นกำเนิดมาตั้งแต่ปี 1978 ภายใต้ข้อจำกัดเรื่องความสามารถในการคำนวณทางสถิติด้วยมือ หรือเครื่องคิดเลข ถึงปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแพร่หลายและมีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการวิเคราะห์ทางสถิติได้ง่ายขึ้น

7 การบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition Based Maintenance)

Condition Based Maintenance (CBM) หมายถึงการบำรุงรักษาตามสภาพ โดยต้องมีการตรวจติดตามสภาพของเครื่องจักร (condition monitoring) เพื่อให้ทราบสภาพการทำงานของเครื่องจักรอยู่เสมอและทำให้เห็นแนวโน้มของปัญหาก่อนที่จะเริ่มเกิดขึ้นจริง

จากแนวคิดในการบำรุงรักษาสมัยใหม่คือ “อย่าแตะต้องเครื่องจักรที่ทำงานดีอยู่แล้ว” แต่ใช้การบำรุงรักษาตามสภาพแทนซึ่งจะดีกว่าเพราะไม่มีใครอยากถูกผ่าตัดทั้งๆ ที่สุขภาพยังดีอยู่ แต่ขอตรวจสุขภาพร่างกายเป็นประจำจะดีกว่าหรือที่เรียกกันว่า “Condition Based Maintenance: CBM” นั่นเอง (ธนกร, 2552: 27)

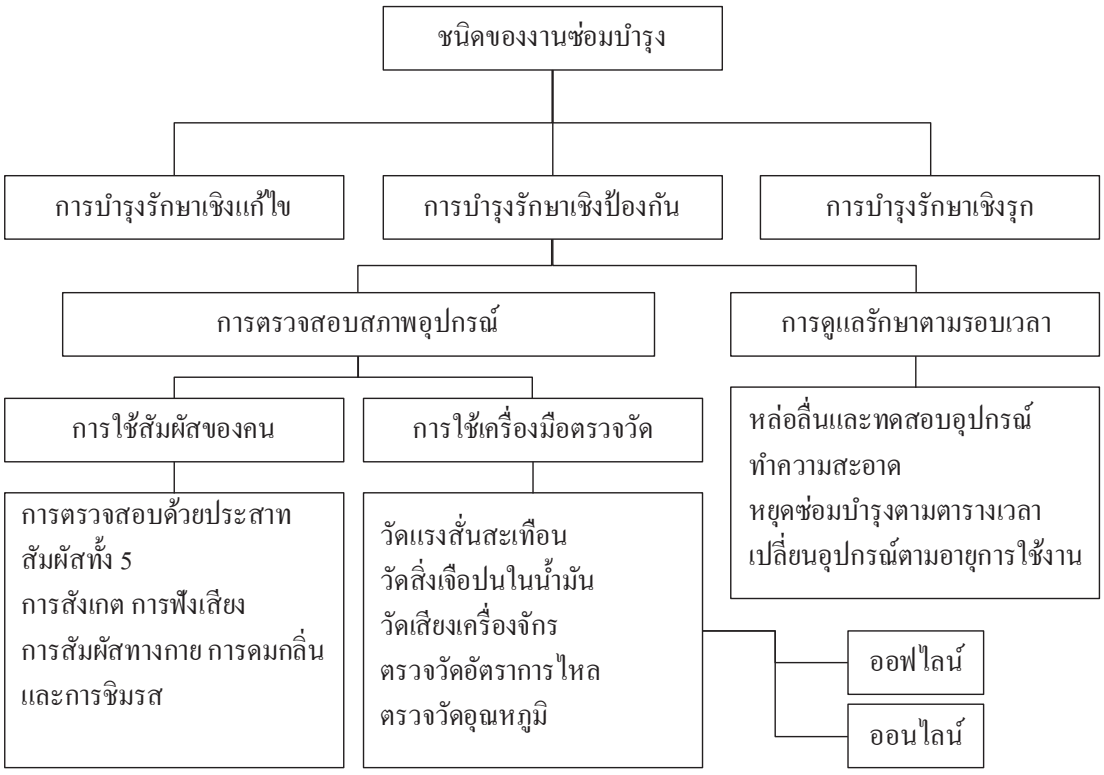
7.1 รูปแบบการซ่อมบำรุง

ชนิดของงานบำรุงรักษามีหลายรูปแบบซึ่งแสดงในรูปที่ 1 ได้แก่

7.1.1 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance) คือ ใช้งานจนเสียหาย ต้องหยุดเดินเครื่อง แล้วจึงแก้ไข

7.1.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) คือ แก้ไขในโอกาสที่เหมาะสม ก่อนที่จะเสียหายรุนแรง

7.1.3 การบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive /Improvement Maintenance) คือ การแก้ไขและปรับปรุงสภาพในโอกาสที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้มีโอกาสเกิดความบกพร่องได้เลย



ภาพที่ 10 ชนิดของงานบำรุงรักษา

7.2 การตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ (condition monitoring)

เป็นการดำเนินการติดตามตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอุปกรณ์ในด้านต่างๆ แล้วนำมาประเมินถึงสภาพอุปกรณ์ว่าเหมาะสมที่จะดำเนินการบำรุงรักษาหรือตรวจซ่อมแล้วหรือยัง ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในการกำหนดช่วงเวลาการบำรุงรักษาที่เหมาะสม

การตรวจสอบสภาพอุปกรณ์จะประกอบด้วย การใช้สัมผัสของคน (Subjective Method) การใช้เครื่องมือตรวจวัด (Objective Method) และ การติดตั้งอุปกรณ์เฝ้าติดตามสภาพการเดินเครื่อง (Continuous Monitoring) ดังแสดงในภาพที่ 11

ภาพที่ 11 ผังองค์ประกอบของการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์

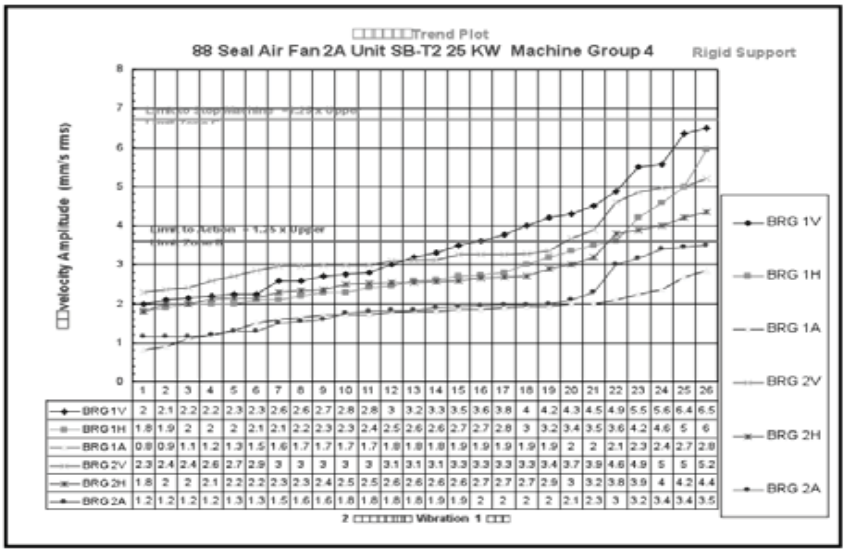
7.2.1 การใช้สัมผัสของคน เป็นวิธีการใช้สัมผัสของคนตรวจติดตามสภาพเครื่องจักรเพื่อค้นหา Failure หรือแนวโน้มของการเกิด Failure ด้วย Five Sense Inspection ได้แก่ Visual Inspection เช่น การสังเกตขนาด รูปร่าง ระดับ การไหลแสง สี Sound Inspection เช่น เสียงดัง เสียงค่อย เสียงกระทบกระแทก ผิดปกติ การสัมผัส เช่นความร้อน ความสั่นสะเทือน ความแข็งอ่อน ผิวหยาบละเอียด การสูดดมกลิ่นที่ผิดปกติ เช่น กลิ่นไหม้ กลิ่นสารระเหย การชิมรสต่างๆ ซึ่งที่กล่าวมาทั้งหมดเรียกว่า Subjective เนื่องจากเป็นการตรวจสอบที่ให้ผลขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละบุคคล ไม่ถือเป็นมาตรฐานแต่เป็นวิธีการที่ให้ผลรวดเร็วและประหยัดที่สุด โดยวิธีการทำ Subjective Condition Monitoring ได้แก่

1. การสังเกตด้วยสายตา (Looking) คือ การสังเกตสภาพภายนอกและความผิดปกติทั่วไป ได้แก่ การรั่วซึม ระดับหรือการไหลใน Sight Glass ขนาดและรูปร่างเป็นต้น
2. การฟังเสียง (Listening) คือ การฟังเสียงที่ผิดปกติเช่น เสียงการรั่วไหล เสียงการสั่น การกระแทก เสียงที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากๆ
3. การดมกลิ่น (Smelling) คือ การดมกลิ่นที่ผิดปกติเช่น กลิ่นไหม้ เป็นต้น
4. การชิมรส (Testing) ไม่มีใช้ในงานบำรุงรักษาเครื่องกล
5. การสัมผัสทางกาย (Feeling) คือ การใช้มือแตะเพื่อสังเกตการสั่นสะเทือนหรือความร้อนเนื่องจากของไหลภายในท่อ แสดงถึงการรั่วไหล ความตึงของสายพาน เป็นต้น

7.2.2 การใช้เครื่องมือตรวจวัด เป็นวิธีการใช้อุปกรณ์เครื่องมือตรวจวัดต่างๆ (Instruments) เช่น Thermometer, VibroMeter, Tachometer, Shock Pulse Meter, Ultrasonic Flow Meter เป็นต้น ในการติดตามตรวจสอบสภาพเครื่องจักรซึ่งมีมาตรฐานสม่ำเสมอตลอดตั้งแต่เริ่มตรวจสอบครั้งแรกโดยไม่ต้องใช้ความรู้สึกของคนมาเกี่ยวข้อง จึงทำให้สามารถจัดทำเป็นข้อมูลเชิงสถิติได้ซึ่งการทำ Objective Condition Monitoring ด้วยวิธีดังนี้

1. Vibration Analysis เช่น ตรวจวัดการสั่นสะเทือนที่แบริ่งตามระยะเวลาที่กำหนดแล้วนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟเพื่อดูแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าการสั่นสะเทือนตามภาพที่ 12 และภาพที่ 13

ภาพที่ 12 การวัดการสั่นสะเทือน



ภาพที่ 13 กราฟแนวโน้มการสั่นสะเทือน

2. การวัดเสียงเครื่องจักร (Sound Analysis, Shock Pulse Meter)

ภาพที่ 14 การวัดเสียงจากเครื่องจักรโดย Stethoscope

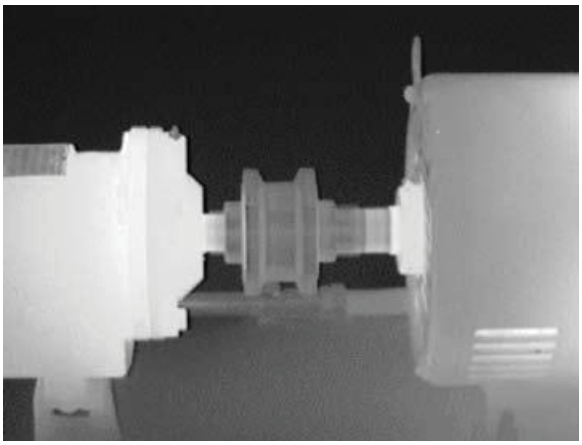
3. การตรวจวัดสิ่งปนเปื้อนในน้ำมันหล่อลื่น (Lube Oil Sampling & Oil Analysis)

ภาพที่ 15 เครื่องใช้วัดสิ่งปนเปื้อนในน้ำมันหล่อลื่น

4. การตรวจวัดอัตราการไหลของของเหลวที่อยู่ในท่อ (Fluid Flow & Pressure Analysis)

ภาพที่ 16 Flow meter ตรวจวัดอัตราการไหล

5. การตรวจวัดสภาพเครื่องจักรเพื่อตรวจสอบความผิดปกติในเรื่องของความร้อนในขณะเครื่องจักรทำงาน (Temperature Analysis, Thermography)



ภาพที่ 17 การใช้งาน Thermography ตรวจสภาพเครื่องจักร

7.2.3 การติดตั้งอุปกรณ์เฝ้าติดตามสภาพการเดินเครื่อง เป็นการติดตั้งอุปกรณ์ที่คอยเฝ้าติดตามสภาพการเดินเครื่อง (supervisory) หลายอย่างไว้กับเครื่องจักรตลอดเวลา ทั้งยังสามารถกำหนดให้มีการบันทึกข้อมูลได้เช่น ระบบ DCIS ทำให้สามารถรู้ถึงสภาวะการทำงานของเครื่องจักรได้ทุกขณะที่เดินเครื่องอยู่ (real time) และสามารถเห็นแนวโน้มของการเสื่อมสภาพได้ทันทีหรือเรียกดูข้อมูลย้อนหลังเพื่อสืบค้นจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงได้

7.3 การประเมินสภาพ (Condition evaluation)

คือการนำข้อมูลจากการตรวจติดตามสภาพทั้งหมดมาแปลผลโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยการวิเคราะห์เทียบกับข้อมูลเริ่มต้น (Erection record) ประวัติการเดินเครื่อง (Operation Data) ประวัติการตรวจซ่อม (history record) รายงานการตรวจซ่อม (Maintenance report) การบำรุงรักษาประจำ (Routine maintenance) และบันทึกเหตุการณ์ (Event record) หรือ Black Log ที่เกิดขึ้นทั้งหมดมาประมวลผลและสรุปสภาพเครื่องจักรมีสภาพผิดปกติหรือไม่อย่างไรหรือมีอาการใดที่เป็นสัญญาณที่บ่งบอกถึงการเสื่อมสภาพ หรือแนวโน้มของการเกิดปัญหาและจะเกิดผลกระทบกับชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ใดบ้าง เพื่อนำผลที่ได้นี้ไปปรับแผนการบำรุงรักษาให้เหมาะสม (Work optimization) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบำรุงรักษาตามสภาพ และเพื่อให้สามารถบอกได้ว่าสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันควรจะดำเนินการอย่างไรต่อไปเพื่อรักษา Reliability, Availability& Safety ให้สูงที่สุดในขณะที่มี Cost Effective มากที่สุดด้วย

7.4 เหตุผลในการทำ การบำรุงรักษาตามสภาพ

ในงานซ่อมแต่ละครั้งนั้น (ซึ่งเป็นการซ่อมบำรุงตามกำหนดเวลา) จะมี Rotating Machine ส่วนหนึ่งถูกกำหนดให้เปิดงานซ่อมซึ่งเป็นไปตามแผนที่วางไว้ล่วงหน้า แต่ข้อเท็จจริงคือ Rotating Machine บางส่วนยังอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ ยังไม่มีความจำเป็นต้องซ่อมบำรุง

การบำรุงรักษาตามสภาพ หรือ Condition Based Maintenance: CBM ต้องมีการตรวจติดตามสภาพของเครื่องจักร เพื่อให้ทราบสภาพการทำงานของเครื่องจักรอยู่เสมอ และทำให้เห็นแนวโน้มของปัญหา ก่อนที่จะเริ่มเกิดขึ้นจริง (Lead time to failure) เพื่อให้มีเวลาแก้ไขก่อนที่มันจะลุกลามไปจนเป็นความเสียหายรุนแรง

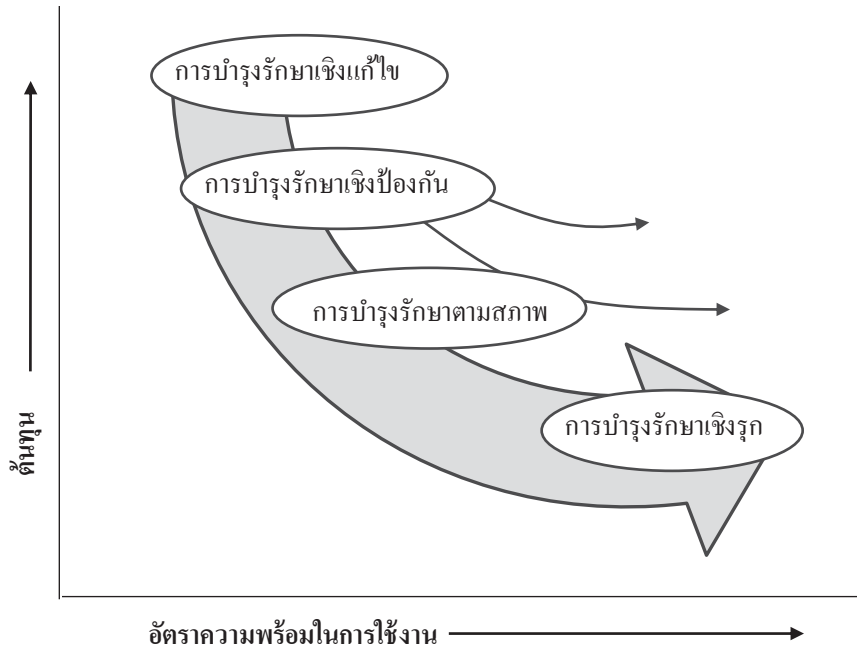
การซ่อมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรจะขึ้นอยู่กับสภาพจริงของชิ้นส่วนนั้นๆ อย่างไรก็ตามการตรวจวัดสภาพก็จะทำตามกำหนดเวลาเพื่อให้ทราบสภาพของเครื่องจักรในขณะนั้นเป็นระยะๆ หรือติดตามอย่างต่อเนื่องชนิดของงานบำรุงรักษา ดังนั้นการทำ CBM นั้นจะทำให้ค่าใช้จ่ายลดลงและทำให้Availability เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 18

7.5 องค์ประกอบในการทำ การบำรุงรักษาตามสภาพ

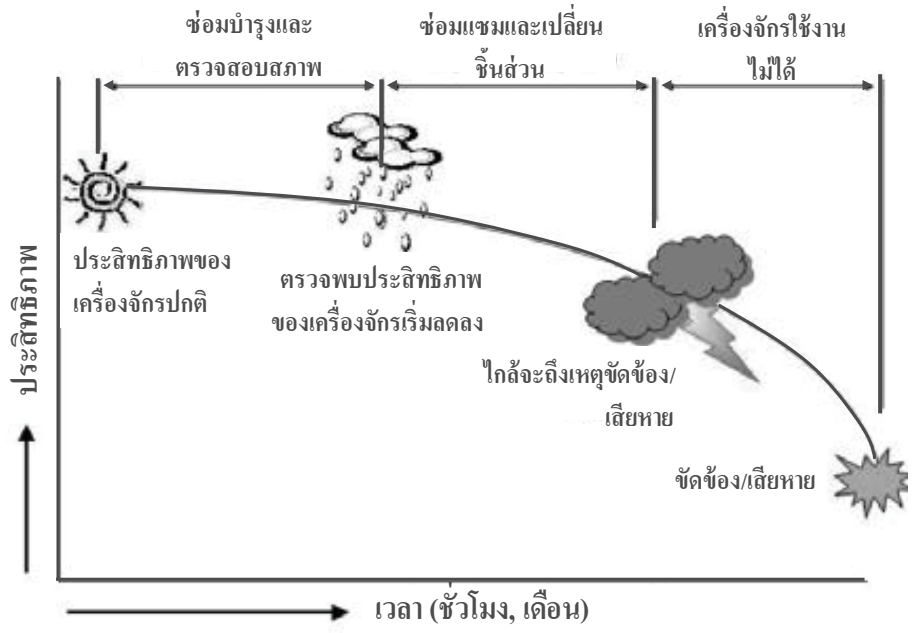
7.5.1 การตรวจวัดข้อมูลหรือสัญญาณจากการทำงานของเครื่องจักร (Condition Measurement)

7.5.2 การนำข้อมูล/ สัญญาณมาทำ Trend Plot เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่สามารถบ่งบอกถึงสภาพของเครื่องจักร (Condition Monitoring/ Health Assessment) ดังแสดงในรูปที่ 19

7.5.3 ดำเนินการซ่อมและบำรุงรักษาตามสภาพที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายงานซ่อมกับความพร้อมของเครื่องจักรสำหรับการบำรุงรักษาแบบต่างๆ



ภาพที่ 19 กระบวนการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร (Equipment Degradation Process)

7.6 ขั้นตอนของการ การบำรุงรักษาตามสภาพ

7.6.1 เริ่มจากมีการบันทึกข้อมูลสภาพเครื่องจักรตั้งแต่เริ่มต้นไว้

7.6.2 กำหนดระยะคาบเวลาในการตรวจติดตามสภาพเครื่องจักรเพื่อให้ทราบสภาพเครื่องจักรในขณะนั้นเป็นระยะๆ

7.6.3 นำข้อมูลจำนวนมากที่ได้จากการตรวจติดตามจัดทำเป็นข้อมูลเชิงสถิติซึ่งแสดงในรูปกราฟแนวโน้มและวิเคราะห์ด้วยหลักสถิติ

7.6.4 กำหนดมาตรฐานขอบเขตหรือขีดจำกัดของค่าสัญญาณต่างๆ ที่ได้จากการตรวจวัดโดยอุปกรณ์เครื่องมือ เช่น Upper Limit, Lower Limit, Limit to Action & Limit to Stop Machine

7.6.5 ทำการประเมินสภาพจากการตรวจติดตามทั้งหมดมาแปลผลโดยวิเคราะห์เทียบกับข้อมูลเริ่มต้นหรือบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด

7.6.6 กำหนดแผนการบำรุงรักษาหรือเวลาที่ลงมือซ่อมบำรุงนั้น

7.6.7 สุดท้ายดำเนินการซ่อมและบำรุงรักษาตามสภาพที่เกิดขึ้นนั้น

7.7 ประโยชน์ที่ได้จาก การบำรุงรักษาตามสภาพ

7.7.1 หน่วยงานซ่อมบำรุงสามารถลดขอบเขตของงานซ่อมลงเหลือเท่าที่จำเป็น ลดการ Over Maintenance ช่วยลด Outage Duration และสนับสนุน Work Optimization

7.7.2 รู้จุดขัดข้องที่เพิ่งจะเริ่มเกิดขึ้นในเครื่องจักรก่อนที่จะลุกลามไปจนเป็นความเสียหายอย่างใหญ่หลวง

7.7.3 ลดเวลาในการหยุดเครื่องจักรหรืออุปกรณ์

7.7.4 ยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์เครื่องจักร

7.7.5 ยืดอายุการใช้งานของอะไหล่ให้นานขึ้นทำให้ใช้งานคุ้มค่าและลดจำนวนอะไหล่ที่ต้องเก็บสต็อกไว้

การทำ Condition Base Maintenance นั้นเป็นแนวทางใหม่ในงานซ่อมบำรุงโดยทำการซ่อมบำรุงตามสภาพจาก Condition Monitoring ซึ่งจะช่วยให้ขยายระยะเวลาออกไปได้ เพิ่ม Availability ลด Work Load ลงลด Maintenance Cost ลง ปรับปรุงการวางแผนบำรุงรักษาและช่วยในการวางแผนจัดการ Spare Part ที่ดีขึ้น

8 การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA)

ตามที่กล่าวในเบื้องต้นว่าการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) คือ ส่วนหนึ่งในการดำเนินการของ RCM ดังนั้นในหัวข้อนี้อธิบายถึงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ FMEA และการนำ FMEA ไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

อรรถกร เก่งพล (2548: 157) ได้ให้นิยามของ FMEA หมายถึง เทคนิคเพื่อหาจุดอ่อนในการออกแบบก่อนที่การออกแบบนั้นจะถูกนำออกมาใช้จริง

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2547: 26) อธิบายโดยจัดทำเป็นกลุ่มของกิจกรรมที่มีจุดมุ่งหมายรับรู้และประเมินถึงแนวโน้มของข้อบกพร่องและผลกระทบของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ ทำการบ่งชี้ถึงความสามารถกำจัดทิ้งหรือลดโอกาสข้อบกพร่อง และจัดทำกระบวนการทั้งหมดในรูปเอกสาร

8.1 ประโยชน์ของ FMEA

8.1.1 เพื่อนำข้อมูลการซ่อมมาใช้ประโยชน์ในการบำรุงรักษาให้เหมาะสม เช่น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การพัฒนาวิธีการแก้ไขปัญหา และการสร้างอุปกรณ์ตรวจสอบเพื่อค้นหาข้อบกพร่อง

8.1.2 ช่วยสนับสนุนการออกแบบที่ผิดพลาดให้ถูกต้องยิ่งขึ้น และสนับสนุนการทำแผนในการทำงานเมื่อต้องอยู่กับวิธีการทำงานที่แตกต่างกัน

8.1.3 ทำให้เกิดการคล่องตัวในการสื่อสาร ระหว่างพนักงานที่ทำงานร่วมกัน

8.1.4 ทำให้เข้าใจพฤติกรรมการทำงานของชิ้นส่วนอุปกรณ์ และมีความรู้จากการวิเคราะห์ความเสียหาย

8.2 ขอบเขตการทำงานของ FMEA

โดยทั่วไปแล้ว FMEA ใช้ได้ดีในการวิเคราะห์เกี่ยวกับความเสียหายของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ที่ส่งผลให้ระบบไม่สามารถทำงานต่อไปได้ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าหากระบบนั้นมีการทำงานที่ซับซ้อน และมีหลายหน้าที่การทำงานรวมถึงมีอุปกรณ์ย่อยๆ ประกอบขึ้นมามาก ก็จะทำให้เกิดความยากในการใช้ FMEA ทั้งนี้เพราะมีรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องพิจารณา ข้อจำกัดอีกอย่างหนึ่งที่ไม่ควรนำมาพิจารณาถ้าหากใช้ FMEA คือความผิดพลาดในการทำงานอันเนื่องมาจากตัวบุคคลเพราะโดยปกติแล้วความผิดพลาดอันนี้มักเกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงานซึ่งวิธีการที่จะใช้ในการวิเคราะห์ควรใช้การวิเคราะห์แบบ Cause-consequence Analysis นอกจากนี้ ความเสียหายที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ไม่ควรนำมาพิจารณาในการทำ FMEA

8.3 ข้อมูลที่จำเป็นในการทำ FMEA ในการใช้ FMEA เพื่อวิเคราะห์การทำงานของระบบนั้น จำเป็นต้องทราบโครงสร้างของระบบก่อนซึ่งโครงสร้างของระบบนั้นประกอบไปด้วย

8.3.1 ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบและลักษณะเฉพาะของส่วนประกอบนั้นๆ รวมถึงสมรรถนะในการทำงาน บทบาทและหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนอุปกรณ์เหล่านั้น

8.3.2 ตัวเชื่อมโยงระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ

8.4.3 ตำแหน่งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ

8.4.4 ต้องทราบถึงความเป็นไปของระบบ

การวิเคราะห์ FMEA จำเป็นต้องทราบรูปแบบของระบบ (System Modeling) และมีข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้และเกี่ยวข้องกับระบบการทำงานอย่างเพียงพอ

8.4 ขั้นตอนในการวิเคราะห์การออกแบบ FMEA (อรรถกร, 2548 : 160) การวิเคราะห์ FMEA ที่ครบถ้วนจะต้องมีการสร้างตารางเพื่อการวิเคราะห์โอกาสเกิดความผิดพลาดและผลลัพธ์ภายหลัง (Potential Failure and Consequences) ซึ่งจะถูกเติมข้อมูลตามขั้นตอนการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

8.4.1 ข้อมูลการบริหาร (Administrative Data) เช่น ตัวเลขของชื่องาน FMEA ชื่อผู้วิเคราะห์ชนิดของผลิตภัณฑ์ จำนวนของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะต้องถูกจัดเก็บเพื่อการสืบค้นต่อไป

8.4.2 ชื่อชิ้นงาน และตัวเลขกำกับชิ้นงาน (Part Name and Part Number) เป็นข้อมูลเพื่อใช้แสดงชื่อ และรายละเอียดต่างๆ เฉพาะของชิ้นส่วนนั้น

8.4.3 หน้าที่ของชิ้นส่วน (Function of the Part) เป็นข้อมูลหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนนั้นข้อมูลนี้อาจจะมีหลายแบบ หากหน้าที่ของชิ้นส่วนมีหลายหน้าที่ และแต่ละหน้าที่มีโอกาสเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นจำเป็นต้องลงรายการแยกจากกัน เพื่อความสามารถในการวิเคราะห์และจัดเก็บข้อมูล

8.4.4 โอกาสเกิดภาวะความผิดพลาด (Potential Failure Mode) ต้องมีการลงรายการแยกแต่ละโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดของแต่ละหน้าที่โดยความหมายของโอกาสเกิดภาวะความผิดพลาดคือ โอกาสที่ชิ้นส่วนจะทำงานผิดพลาดขึ้นหรือโอกาสที่ชิ้นส่วนจะไม่สามารถทำงานได้ตรงตามการออกแบบ โดยความหมายนี้รวมถึงชิ้นส่วนอื่นๆ หรือชิ้นส่วนที่กำลังพิจารณาอยู่ ส่งผลให้โอกาสเกิดภาระความผิดพลาดเกิดขึ้นในส่วนที่กำลังพิจารณาหรือชิ้นส่วนอื่นๆ

การตั้งสมมติฐานนั้นต้องมีการสมมติว่าความผิดพลาดอาจเกิดขึ้น แต่ในทางปฏิบัติอาจไม่เกิดขึ้นจริง สิ่งที่สำคัญคือ ภาระความผิดพลาดควรมีการอธิบายความหมายของเทคนิคมากกว่าใช้การอธิบายแบบทั่วไป เพื่อมิให้ผู้บริโภคเข้าใจผิดว่าผลิตภัณฑ์มีจุดด้อย ตัวอย่างของภาวะความผิดพลาด มีดังต่อไปนี้ รอยแตก สีเพี้ยน การผิดรูป การสั่น การหลวม กระแสไฟลัดวงจร รอยรั่วรอยร้าว การติดกัน เป็นต้น

8.4.5 ผลกระทบของการผิดพลาด (Effect of Failure) ผลกระทบอันเกิดจากภาวะความผิดพลาดในหน้าที่ที่ถูกออกแบบให้ผู้บริโภคใช้ ดังนั้น ผลกระทบแต่ละชนิดจึงควรถูกบันทึกและอธิบายสิ่งที่ผู้บริโภคได้รับผลกระทบหรือมีประสบการณ์อันเกิดจากความผิดพลาด ผลกระทบเหล่านี้บางครั้งมิได้มีผลเพียงความผิดพลาดเฉพาะชิ้นส่วน แต่มักจะมีผลกระทบต่อเนื่อง

อื่นอีกด้วยตัวอย่างของผลกระทบ มีดังต่อไปนี้เสียงรบกวน กินผิดปกติ มองเห็นการทำงานไม่ชัด ทำงานไม่เสถียร ทำงานไม่สม่ำเสมอ เป็นต้น

8.4.6 ผลกระทบของระดับความรุนแรง (Severity Level) จะต้องถูกตรวจสอบ และจะต้องมีการให้ลำดับความรุนแรง (Severity Ranking) รวมทั้งจะต้องมีการวางเกณฑ์ (Criteria) ในการให้ระดับขั้นความรุนแรงโดยผู้ออกแบบหรือกลุ่มผู้ตรวจสอบ ควรจะมีการวางเกณฑ์อยู่บนพื้นฐานของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด แต่โดยรวมควรจะต้องมีความสม่ำเสมอและยุติธรรมต่อทุกผลิตภัณฑ์ การปรับปรุงแก้ไขการออกแบบหรือกระบวนการเท่านั้น จะสามารถลดลำดับขั้นความรุนแรงลงได้

8.4.7 สาเหตุหรือกลไกที่สร้างโอกาสเกิดความผิดพลาด (Potential Causes or Mechanisms of Failure) ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นทุกชนิดจะต้องมีสาเหตุหรือกลไกการเกิดขึ้น ดังนั้น จะต้องมีการลงรายการสาเหตุหรือกลไกที่สร้างโอกาสเกิดความผิดพลาด เพราะสาเหตุเหล่านี้เป็นตัวชี้วัดความบกพร่องในการออกแบบ ซึ่งต้องการการแก้ไขพัฒนา ตัวอย่างของสาเหตุที่สร้างโอกาสเกิดความผิดพลาด มีดังนี้

1. มีการออกแบบอายุการใช้งานไม่เพียงพอ
2. ชิ้นงานมีความเครียดภายในมากเกินไป
3. มีการกำหนดการซ่อมบำรุงไม่เหมาะสม
4. มีการป้องกันจากสิ่งแวดล้อมอย่างไม่เพียงพอ

ตัวอย่างของกลไกที่สร้างโอกาสเกิดความผิดพลาด เช่น การสึกหรอ การล้า การเลื้อย การกัดกร่อน การยืด วัสดุมีความไม่เสถียร เป็นต้น

หลังจากนั้นต้องมีการหาโอกาสเกิดความผิดพลาดระหว่างการทำงานของชิ้นส่วนนั้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการลดสาเหตุของการเกิดความผิดพลาด ทำได้ด้วยการขจัดหรือควบคุมสาเหตุของข้อบกพร่อง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตจะเป็นสิ่งที่จะสามารถลดลำดับที่ของโอกาสเกิดความผิดพลาดได้

8.4.8 การควบคุมกระบวนการ (Process Controls) การควบคุมกระบวนการเป็นวิธีการเพื่อป้องกันภาวะความผิดพลาดหรือป้องกันไม่ให้มีสาเหตุให้เกิดภาวะความผิดพลาด ดังนั้นจำเป็นต้องมีการควบคุมต่อไปนี้

1. มีการใช้การควบคุมกระบวนการทางสถิติ
2. มีการควบคุมกระบวนการในทุกขั้นตอน

การให้ลำดับที่การตรวจจับ (Detection Ranking) จะทำให้สามารถตรวจจับสาเหตุที่จะทำให้กระบวนการเกิดภาวะความผิดพลาด ก่อนที่จะนำไปผลิตจริง ดังนั้นต้องมีการใช้ลำดับบนพื้นฐานของโอกาสที่จะตรวจพบโดยการควบคุมกระบวนการ

8.4.9 การคำนวณตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number: RPN) เพื่อจัดลำดับกระบวนการในมุมมองทางด้านสภาวะความผิดพลาดและการวิเคราะห์ผลกระทบ ในแต่ละสาเหตุหรือกลไกการเกิดความผิดพลาด ซึ่งประกอบด้วยอัตราผลกระทบของความรุนแรง (Severity: S) ซึ่งดูได้จากตารางที่ 6 ความถี่ที่เกิดขึ้นของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิด (Occurrence: O) ซึ่งดูได้จากดังตารางที่ 7 และความสามารถในการตรวจจับ (Detection: D) ซึ่งดูได้จากดังตารางที่ 8 ตามลำดับ (Chrysler Corporation, Ford Motor Company, and General Motors Corporation, 1995) โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$RPN = (S) \times (O) \times (D) \quad (2)$$

เมื่อได้ค่าตัวเลขลำดับความเสี่ยงแล้ว ควรจะทำการพิจารณากระบวนการของชิ้นส่วนที่มีค่าสูงสุดก่อน เนื่องจากมีความเสี่ยงสูงในการเกิดความผิดพลาดไม่ตรงกับการออกแบบ หลังจากนั้นจึงควรมีการกำหนดแผนการปรับปรุง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากมีองค์ประกอบ 3 อย่างในการคำนวณหากมีองค์ประกอบใดมีค่าสูงกว่าปกติควรจะมีการพิจารณาปรับปรุงเช่นกัน เนื่องจากความผิดพลาดอาจจะเกิดขึ้นได้หากมีจุดอ่อนที่ใดที่หนึ่ง

การประเมินความเสี่ยง (Risk Evaluation) แบ่งออกเป็น 4 ระดับคือ ความเสี่ยงเล็กน้อย (Minor) ไม่ต้องมีปฏิบัติการแก้ไข (RPN < 60), ความเสี่ยงปานกลาง (Moderate) ไม่ต้องมีปฏิบัติการแก้ไข แต่ต้องมีการควบคุมติดตามผลการดำเนินการ (RPN < 80), ความเสี่ยงสูง (High) ต้องมีการควบคุมอย่างจริงจัง พร้อมตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีการที่เหมาะสม (RPN < 100), ความเสี่ยงวิกฤต (Critical) จะต้องมีปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน พร้อมทั้งดำเนินการเปลี่ยนแปลงอย่างจริงจัง (RPN > 100)

8.4.10 แผนการปรับปรุง (Improving Plan) หลังจากได้ค่าตัวเลขลำดับความเสี่ยง (RPN) จะต้องมีการกำหนดแผนการปรับปรุงโดยควรมีการปรับปรุงในจุดที่มีค่าลำดับสูง โดยเฉพาะที่ขั้นความรุนแรง (Severity) ที่มีค่าสูงก่อน เนื่องจากค่าความรุนแรงเป็นจุดสำคัญที่อาจสร้างผลกระทบไปสู่ค่าการเกิดความผิดพลาด และค่าโอกาสที่ตรวจจับ

8.4.11 การเก็บข้อมูลการปฏิบัติ (Record Actions) หลังจากที่แผนการปรับปรุงได้มีการสร้างขึ้นแล้วจะต้องมีการคำนวณค่าตัวเลขลำดับความเสี่ยง (RPN) อีกครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่า

ค่า RPN มีจำนวนลดลง และต้องเก็บข้อมูลจริงในขณะที่มีการผลิตและใช้งานด้วย เพื่อการประเมินในอนาคต

ตารางที่ 6 แสดงเกณฑ์การกำหนดอัตราผลกระทบของความรุนแรง (S)

ผลกระทบ	เกณฑ์ด้านผลิตภัณฑ์ (ผลกระทบต่อลูกค้า)	คะแนน	ผลกระทบ	เกณฑ์ด้านกระบวนผลิต (ผลกระทบต่อการผลิต/ประกอบ)
ล้มเหลวที่จะบรรลุความปลอดภัยและหรือกฎระเบียบที่กำหนดไว้	มีผลกระทบรุนแรง ส่งผลต่อความปลอดภัยในการใช้งาน	10	ล้มเหลวที่จะบรรลุความปลอดภัยและหรือกฎระเบียบที่กำหนดไว้	มีผลกระทบที่มากต่อพนักงานหรือโรงงานและไม่มีการเตือนล่วงหน้า
	มีผลกระทบรุนแรง ส่งผลต่อความปลอดภัยในการใช้งาน	9		มีผลกระทบที่มากต่อพนักงานหรือโรงงานและมีการเตือนล่วงหน้า
สูญเสียหรือถูกลดระดับหน้าที่การทำงานหลัก	สูญเสียหน้าที่การทำงานหลักแต่ไม่กระทบต่อความปลอดภัย	8	Major Disruption	เครื่องจักรหยุดงาน มากกว่า 8 ชม หรือผลิตของเสียมากกว่า 4 ชม
	ลดระดับหน้าที่การทำงานหลักถูกลดสมรรถนะการทำงาน	7	Significant Disruption	เครื่องจักรหยุดงาน ระหว่าง 4 - 8 ชม หรือผลิตของเสียน้อยกว่า 4 ชม
สูญเสียหรือถูกลดระดับหน้าที่การทำงานรอง	สูญเสียหน้าที่การทำงานรองและขาดความสะดวกสบาย	6	Moderate Disruption	เครื่องจักรหยุดงานระหว่าง 1 - 4 ชม หรือผลิตของเสียระหว่าง 1 - 2 ชม
	ลดระดับหน้าที่การทำงานรองแต่ทำงานได้โดยสะดวก	5		เครื่องจักรหยุดงานระหว่าง 1/2 - 1 ชม หรือผลิตของเสียไม่เกิน 1 ชม
ความประกอบพอดี (Fit) และความเรียบร้อยไม่เป็นไปตามต้องการ	ข้อบกพร่องถูกสังเกตพบได้โดยลูกค้ามากกว่า 75%	4	Moderate Disruption	เครื่องจักรหยุดงานระหว่าง 10 - 30 นาที แต่ไม่เกิดการผลิตของเสียเลย
	ข้อบกพร่องถูกสังเกตพบได้โดยลูกค้า 50%	3		เครื่องจักรหยุดงานน้อยกว่า 10 นาที แต่ไม่เกิดการผลิตของเสียเลย
	ข้อบกพร่องถูกสังเกตพบได้โดยลูกค้าน้อยกว่า 25%	2	Minor Disruption	ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญไม่อยู่ในพิกัดที่กำหนด แต่ควรแก้ไขในขณะที่เครื่องจักรทำงาน
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบ	1	No Effect	ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญไม่อยู่ในพิกัดที่กำหนด และการแก้ไขปรับปรุงสามารถรอทำในช่วงเวลาบำรุง รักษาตามปกติ

ตารางที่ 7 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความถี่ที่เกิดขึ้นของข้อบกพร่องที่คาดว่าจะเกิด (O)

ผลกระทบ	โอกาสที่น่าเป็นไปได้	คะแนน	จำนวนครั้งที่เกิดความเสียหายต่อชิ้นส่วน/เครื่องจักร	เกณฑ์การพิจารณา
สูงมาก	ทุกๆ ชั่วโมง	10	1 ใน 1 ชั่วโมง	R(t) < 1% MTBF ประมาณ 10% ของเวลาที่กำหนด
สูง	ทุกๆ กะทำงาน	9	1 ใน 8 ชั่วโมง	R(t) = 5% MTBF ประมาณ 30% ของเวลาที่กำหนด
	ทุกๆ วัน	8	1 ใน 24 ชั่วโมง	R(t) = 20% MTBF ประมาณ 60% ของเวลาที่กำหนด
	ทุกๆ สัปดาห์	7	1 ใน 80 ชั่วโมง	R(t) = 37% MTBF เท่ากับเวลาที่กำหนด
ปานกลาง	ทุกๆ เดือน	6	1 ใน 350 ชั่วโมง	R(t) = 60% MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 2 เท่า
	ทุกๆ 3 เดือน	5	1 ใน 1,000 ชั่วโมง	R(t) = 78% MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 4 เท่า
	ทุกๆ 6 เดือน	4	1 ใน 2,500 ชั่วโมง	R(t) = 85% MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 6 เท่า
ต่ำ	ทุกๆ ปี	3	1 ใน 5,000 ชั่วโมง	R(t) = 90% MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 10 เท่า
	ทุกๆ 2 ปี	2	1 ใน 10,000 ชั่วโมง	R(t) = 95% MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 20 เท่า
ต่ำมาก	ทุกๆ 5 ปี	1	1 ใน 25,000 ชั่วโมง	R(t) = 98% MTBF มากกว่าเวลาที่กำหนดไว้ 50 เท่า

ตารางที่ 8 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการตรวจจับ (D)

การตรวจจับ	เกณฑ์	ชนิดการตรวจสอบ			ขอบเขตของเกณฑ์ในการตรวจสอบ	คะแนน
		A	B	C		
เกือบเป็นไปไม่ได้	ไม่มีการตรวจที่แน่นอน			X	ไม่สามารถตรวจพบได้	10
ห่างไกลมาก	อาจจะไม่สามารถตรวจจับความเสียหายได้			X	ตรวจพบโดยการสุ่มเท่านั้น	9
ห่างไกล	การควบคุมมีโอกาสน้อยที่จะตรวจพบ			X	ตรวจโดยใช้ สายตา การสัมผัส การได้ยิน เท่านั้น	8
ต่ำมาก	การควบคุมมีโอกาสน้อยที่จะตรวจพบ			X	ตรวจโดยใช้ สายตา การสัมผัส การได้ยิน เท่านั้น หรือมีการตรวจแบบนับค่าประเภท ผ่าน ไม่ผ่าน	7
ต่ำ	การควบคุมอาจตรวจพบได้		X	X	เป็นการตรวจโดยพนักงานใช้ CF/CJ ในลักษณะการตรวจแยกชนิดออกมาว่า ผ่าน ไม่ผ่าน	6
ปานกลาง	การควบคุมอาจตรวจพบได้		X		สามารถตรวจจับที่จุดปฏิบัติงานโดยพนักงาน หรือเครื่องมือวัดในลักษณะอัตโนมัติ งานปรับตั้งและชิ้นงานชิ้นแรกของการผลิต	5
ค่อนข้างสูง	การควบคุมมีโอกาสที่จะตรวจพบได้	X	X		สามารถตรวจจับที่จุดปฏิบัติงานหลังเสร็จสิ้นกระบวนการได้โดยอัตโนมัติ และป้องกันไม่ให้ไม่ให้ไปสู่กระบวนการถัดไป	4
สูง	การควบคุมมีโอกาสสูงที่จะตรวจพบได้	X	X		มีเกณฑ์การยอมรับหลายชั้นโดยไม่ยอมรับชิ้นส่วนที่ผิดปกติและป้องกันไม่ให้ไม่ให้ไปสู่กระบวนการถัดไป	3
สูงมาก	การควบคุมมีโอกาสเกือบแน่นอนในการตรวจพบ	X	X		มีการใช้ควบคุมตรวจจับความผิดพลาดและหยุดโดยอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการผลิตชิ้นงาน ที่จุดปฏิบัติงาน	2
เกือบแน่นอน	การควบคุมการตรวจจับได้อย่างแน่นอน	X			ไม่มีชิ้นส่วนที่ผิดปกติ เพราะได้ออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวน การป้องกันความผิดพลาดไว้แล้ว	1

หมายเหตุ: ชนิดการตรวจสอบ

A คือ ระบบป้องกันความผิดพลาด (Error Proofed)

B คือ การตรวจสอบโดยเกจ (Gauging)

C คือ การตรวจสอบโดยใช้สายตา มือ (Manual Inspection)

9 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กาญจนา (2550) ศึกษาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรด้วยการนำหลักการบำรุงรักษาบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือมาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มความพร้อมในการใช้งานและความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร โดยให้มีค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักรยาวนานขึ้น ด้วยการนำระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรและการวิเคราะห์รูปแบบและผลกระทบของความเสียหาย มาทำการวิเคราะห์ความเสียหายและระดับความเสี่ยงเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมในแต่ละเครื่องจักรให้เป็นมาตรฐานในการบำรุงรักษา ภายหลังการศึกษาพบว่าอัตราความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 82.73% ซึ่งได้มากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80% ค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 63.80% จำนวนความถี่ในการเกิดความเสียหายลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 46.44% และจำนวนชั่วโมงที่เกิดความเสียหายลดลง 67.47%

ณัฏฐรินทร์ (2545) ทำการศึกษาข้อมูลที่ได้จากโรงงานฉีดโฟมเพื่อการบรรจุภัณฑ์ พบว่าโรงงานมีปัญหาในการด้านขาดมาตรฐานในการบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างมีระบบโดยการบำรุงรักษาส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง มีอุปกรณ์เสียหรือชำรุด เวลาสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักรหยุดการผลิตสูง ความถี่ที่เครื่องจักรการเกิดเหตุขัดข้องและเสียหายเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ทางผู้วิจัยจึงได้นำเสนอการจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันให้แก่โรงงานกรณีศึกษา เริ่มตั้งแต่ศึกษาสภาพปัญหาโรงงานกรณีศึกษา ประวัติการซ่อมบำรุงและวิเคราะห์หาสาเหตุที่เครื่องจักรเสียหายและการขัดข้องด้วยแผนภูมิก้างปลา หลังจากนั้นจัดทำระบบเอกสารและคู่มือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้งาน ผลภายหลังการปรับปรุงพบว่า ความถี่ที่เครื่องจักรการเกิดเหตุขัดข้องและเสียหายลดลงจาก 25.63 ครั้งต่อเครื่อง เหลือ 10 ครั้งต่อเครื่อง (ลดลง 60.98%) เวลาที่ต้องสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักรหยุดผลิตลดลง จาก 176.19 ชั่วโมงต่อเครื่อง เหลือ 12.81ชั่วโมงต่อเครื่อง (ลดลง 95.73%) ระยะเวลาเฉลี่ยที่เครื่องจักรเสียหายในแต่ละครั้งเพิ่มขึ้นจากเดิม 73.36 ชั่วโมง เป็น 196.08 ชั่วโมง (เพิ่มขึ้น 167.61%) และอัตราความพร้อมในการใช้งานเพิ่มจาก 76.48% เป็น 95.08% (เพิ่มขึ้น 24.32%)

ดนัย (2543) ศึกษาและสร้างขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุขัดข้องของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โรงงานงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ โดยการนำประวัติการขัดข้อง ของเครื่องจักรมาทำการวิเคระห์ จัดระเบียบข้อมูลการขัดข้อง นำเสนอวิธีการปรับปรุงหัวข้อและช่วงเวลาการปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จนได้มาซึ่งแผนปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่แบ่งออกเป็นช่วงเวลาตามชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร การศึกษาได้ทำการปรับปรุงแผนกผลิตชิ้นส่วนเพลาข้อเหวี่ยง ในสายการผลิต A และ B ซึ่งเครื่องจักรที่งานวิจัยนี้

สนใจเป็นเครื่องเจียรนัยผิวนอกและเจียรนัยผิวในอัตโนมัติ หลังการศึกษาพบว่า เครื่องเจียรนัยผิวนอกอัตโนมัติ มีค่า MTBF เพิ่มขึ้น 10,610.33 นาที และ 6,469 นาที ตามลำดับ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความพร้อมทำงานเพิ่มขึ้น 1.62% และ 3.07% ตามลำดับ ส่วนเครื่องเครื่องเจียรนัยผิวในอัตโนมัติ มีค่า MTBF เพิ่มขึ้น 8,452,50 นาที และ 6,585.38 นาที ตามลำดับ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความพร้อมทำงานเพิ่มขึ้น 2.59% และ 0.97% ตามลำดับ

สรัณญา (2551) ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรด้วยการนำหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มอัตราความพร้อมในการใช้งาน ให้มีค่าเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักรยาวนานขึ้น โดยการนำโปรแกรมระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันมาทำการวิเคราะห์อาการที่ผิดปกติและผลกระทบของความเสียหาย เพื่อหาระดับความเสี่ยงของเครื่องจักร และนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาทำการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมและให้เป็นมาตรฐานในการบำรุงรักษา หลังจากที่นำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไปใช้กับโรงงานกรณีศึกษา พบว่าอัตราความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 7.74% และค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างความเสียหายของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 13.88% ในขณะเดียวกันความถี่ในการเกิดความเสียหายลดลงเฉลี่ยเท่ากับ 45.39 %

สมศักดิ์ (2552) ลดเวลาสูญเสียที่เกิดจากปัญหาการขัดข้องและการเสียหายที่เกิดอย่างกระทันหันในระหว่างการผลิต โดยการนำหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือมาใช้กับชิ้นส่วนอุปกรณ์ของโรงงานกรณีศึกษา การศึกษาเริ่มจากจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องผสมคอนกรีต และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์คุณลักณะความเสียหายและผลกระทบเพื่อหาระดับความเสี่ยง คำนวณรอบการเปลี่ยนทดแทนที่เหมาะสมต่อการใช้งานด้วยการประมาณค่าความน่าเชื่อถือ และจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หลังจากการศึกษาพบว่าเวลาสูญเสียที่เกิดจากการขัดข้องและเสียหายของเครื่องจักรลดลงจาก 865.33 นาทีต่อเดือน เหลือ 301.67 นาทีต่อเดือน หรืออัตราความพร้อมในการใช้งานเพิ่มขึ้น 7.34%

อนุวัฒน์ (2547) ได้กล่าวถึงการเพิ่มความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรในแผนกกรอด้าย ด้วยการนำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาประยุกต์ใช้ ให้แผนกกรอสามารถตอบสนองต่อความต้องการของแผนกทอผ้าได้ทันเวลา งานวิจัยได้จัดลำดับในการแก้ไข โดยการทำการปรับปรุงสภาพเครื่องจักรให้กลับสู่สภาพที่พร้อมใช้งาน และวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องจักรกรอด้าย หลังจากการนำวิธีการปรับปรุงเชิงป้องกันไปปฏิบัติ สามารถความสูญเสียโอกาสในการผลิตได้ ประสิทธิภาพของแผนกกรอด้ายเพิ่มขึ้นจาก 48.30% เป็น 58.33% และค่าความพร้อมในงานเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจาก 45.31% เป็น 56.61%

F.T.S. Chan (2548) ได้ทำการวิจัยการสร้างระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) ให้กับโรงงานผลิตแผงวงจรไฟฟ้า เป้าหมายของงานวิจัยนี้ก็เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและแนวทางการสร้างระบบ TPM กับบริษัทผู้ผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิค ด้วยเหตุที่ว่าอุตสาหกรรมผลิตแผงวงจรไฟฟ้า มีการเปลี่ยนแปลงไปมาก การแข่งขันเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ลูกค้าจะให้ความสนใจในเรื่องของคุณภาพ การส่งมอบ และในราคาของสินค้า จึงเป็นเหตุให้มีการนำ TPM มาใช้เพื่อปรับปรุงระบบทั้งทางด้านคุณภาพและผลิตภาพในเวลาเดียวกัน TPM มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความพร้อมในการใช้งาน (Availability) ของเครื่องจักรที่มีอยู่ ลดการลงทุนด้านเครื่องจักรที่จะเกิดขึ้นในอนาคต การลงทุนด้านทรัพยากรมนุษย์จะให้ผลที่ดีกว่าการลงทุนด้านเครื่องจักร ข้อมูลเบื้องต้นของบริษัทกรณีศึกษา การปฏิบัติตามทฤษฎีพื้นฐานของ TPM 12 ขั้นตอน ความยากในการนำ TPM มาประยุกต์ใช้ และปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการสร้างระบบ จะถูกนำมาวิเคราะห์และพิจารณา โดยปัจจัยชี้วัดความสำเร็จในการนำระบบ TPM มาใช้ คือผลของการปฏิบัติที่ได้รับจากดำเนินงาน ผลการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรให้ผลที่ดี ผลิตภาพของเครื่องจักรตัวอย่างเพิ่มขึ้น 83% แต่ก็จะได้รับผลการตอบสนองที่ไม่ดีจากพนักงานซึ่งต้องชี้แนะทำความเข้าใจถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำ TPM มาใช้

Seok-Heun Baek (2552) ได้กล่าวถึงหัวรถจักรของรถไฟเมื่อมีชั่วโมงการใช้งานที่มากขึ้น การเสื่อมสภาพของเครื่องจักร การสึกหรอ แตกชำรุด เสียหาย ก็จะเกิดขึ้น และต้นทุนในการบำรุงรักษาตลอดอายุการใช้งาน มีค่ามากกว่าต้นทุนในการผลิตถึง 3 เท่า และ Seok-Heun Baek ยังพบอีกว่าการบำรุงรักษาโบกี้ขบวนรถไฟนี้ไม่มีการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข ซึ่งเป็นการซ่อมแซมชิ้นส่วนที่ชำรุด (Bad part) ภายหลังเครื่องจักรเกิดการเสียหาย ภายหลังมีการดำเนินการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน คือซ่อมแซมชิ้นส่วนที่ชำรุด (Bad part) ก่อนที่เครื่องจักรเกิดการเสียหายแทน ดังนั้นการสร้างระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และการกำหนดรอบในการบำรุงรักษา ให้มีความคุ่มค่า และมีประสิทธิภาพสูงสุดจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างมาก

Stanley Fore (2553) มุ่งทำการวิจัยเพื่อแสดงแนวทางการประยุกต์ใช้ การบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยการใช้ความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง (Reliability Centered Maintenance: RCM) กับอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ ซึ่งหลักการของ RCM เป็นขั้นตอนที่จะนำมาใช้เพื่อพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการบำรุงรักษาตามแผน (Preventive Maintenance: PM) ที่จำเป็นต่อเครื่องจักรให้ปฏิบัติงานด้วยความน่าเชื่อถือ ด้วยการนำกิจกรรมการบำรุงรักษาคือ Reactive Maintenance, Preventive Maintenance, Condition-based Maintenance and Proactive maintenance มาประกอบรวมเข้าด้วยกันให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด การศึกษาแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการบำรุงรักษาที่เฉพาะเจาะจงทำให้โปรแกรมการบำรุงรักษามีประสิทธิภาพ ทำให้เวลาสูญเสียจากเครื่องหยุดเดิน

(Downtime) ลดลง และยังเปิดเผยให้เป็นว่าโปรแกรมการบำรุงรักษาส่วนใหญ่ที่บอกว่าเป็นการบำรุงรักษาเชิงรุก (Proactive maintenance) แท้ที่จริงแล้วเป็นการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Reactive Maintenance) และงานวิจัยนี้ยังกล่าวอีกว่า หลักการของ RCM สามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุกอุตสาหกรรม แม้แต่ประเทศที่ส่วนใหญ่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

จากการศึกษาและทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรทางด้านอุตสาหกรรมฟอกย้อม ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือลดเวลาที่เครื่องจักรเกิดการเสียหายที่เกิดจากการขัดข้องและเสียหายอย่างกะทันหันในระหว่างการผลิต จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนต่างๆ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด แนวทางในการประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือมีดังนี้

1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 10 ขั้นตอน ตามแนวทางของการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือของ Andrew ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 ศึกษาสภาพการดำเนินงานของโรงงานกรณีศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

1.2 ศึกษาทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา

1.3 การจัดตั้งทีมงาน RCM

1.4 ทำการเลือกเครื่องจักรที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น

1.5 จำแนกส่วนประกอบของเครื่องจักรออกเป็นระบบย่อยและระบุหน้าที่การใช้งาน

1.6 ระบุความความล้มเหลวในแต่ละระบบย่อยและจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญ

1.7 วิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและสาเหตุ

1.8 วิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหายที่เกิดขึ้น

1.9 เลือกเทคนิคการบำรุงรักษาโดยการใช้ RCM Logic

1.10 สร้างแผนบำรุงรักษาและปรับปรุงให้เหมาะสม

1.11 จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและนำไปใช้กับเครื่องจักรโรงงานกรณีศึกษา

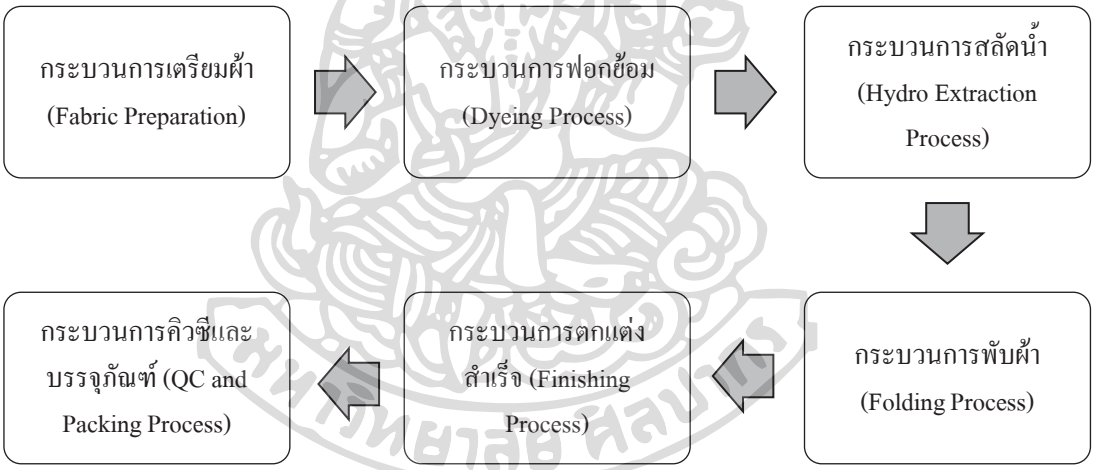
2 การศึกษาสภาพการดำเนินการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาและการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

โรงงานกรณีศึกษาที่จะนำหลักการบำรุงรักษาบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง (Reliability Centered Maintenance: RCM) มาประยุกต์ใช้ เป็นโรงงานที่ดำเนินธุรกิจทางด้านอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอที่ผลิตสินค้าตามคำสั่งซื้อของลูกค้า

ผลิตภัณฑ์ของโรงงานเป็นผ้าย้อมสี กลุ่มผ้าใยสังเคราะห์ พอลิเอสเตอร์ ไนลอน ซีดี แส-ปนเด็กซ์ ไมโครไฟเบอร์พอลิเอสเตอร์ และไมโครไฟเบอร์ไนลอน เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ของบริษัทจะถูกส่งขายให้กับบริษัท ตัดเย็บเสื้อผ้ากีฬาทั้งในและต่างประเทศ โรงงานกรณีศึกษานี้ มีกำลังการผลิตประมาณ 600 ตันต่อเดือน เปิดทำการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง

2.1 กระบวนการผลิตของโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอกรณีศึกษา

มีกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักร ทั้งหมด 6 ขั้นตอน คือ กระบวนการเตรียมผ้า กระบวนการฟอกย้อม กระบวนการสลัดน้ำ กระบวนการพับผ้า กระบวนการตกแต่งสำเร็จ และกระบวนการคิวซีและบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 20 กระบวนการผลิตของโรงงานฟอกย้อมกรณีศึกษา

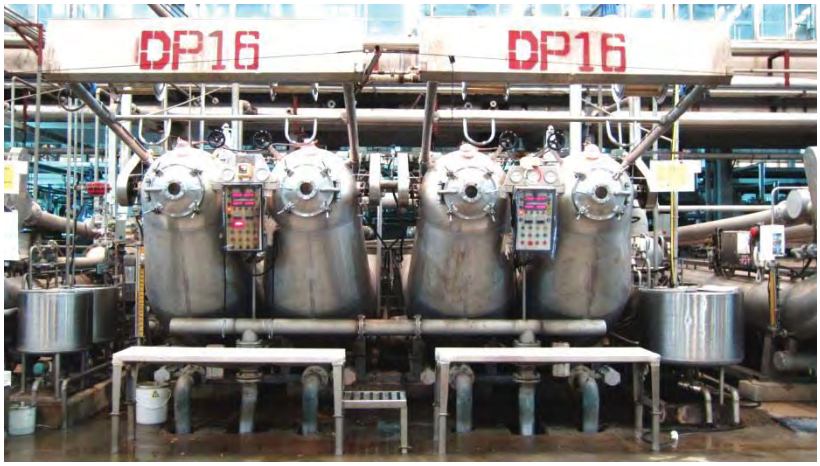
2.1.1 กระบวนการเตรียมผ้า (Fabric Preparation)

เริ่มต้นจากนำผ้าดิบที่เตรียมไว้มาทำการตรอบสอบความถูกต้องของผ้าดิบให้ตรงกับใบสั่งผลิต จากนั้นนำผ้าเข้าเครื่องคลายผ้า (Releasing Machine) ในขณะเดียวกันจะมีการตรวจสอบตำหนิบนผืนผ้า เมื่อผ้าดิบได้รับการคลายแล้วจะถูกบรรจุลงในรถบรรทุกผ้า เพื่อเตรียมส่งไปยังกระบวนการถัดไป

ภาพที่ 21 เครื่องคลายผ้า

2.1.2 กระบวนการฟอกย้อม (Dyeing Process)

เมื่อผ้าดิบผ่านการคลายผ้าแล้ว ผ้าจะถูกโหลด (Load) เข้าสู่เครื่องย้อม (Dyeing Machine) เพื่อทำการฟอกกำจัดสิ่งสกปรก เช่นน้ำมัน และฝุ่น ออก จากนั้นผ้าจะถูกย้อมสีด้วย สีและเคมีที่ใส่เข้าไปในเครื่องย้อม ภายใต้การควบคุมสภาวะการย้อมด้วยโปรแกรมฟอกย้อมอัตโนมัติ



ภาพที่ 22 เครื่องย้อมผ้า

2.1.3 กระบวนการสลัดน้ำ (Hydro-Extraction)

หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการฟอกย้อม ผ้าจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการสลัดน้ำด้วยเครื่องสลัดน้ำ เพื่อสลัดน้ำออกจากผ้าให้แห้งหมาด

ภาพที่ 23 เครื่องสลัดน้ำ

2.1.4 กระบวนการพับผ้า (Folding Process)

หลังจากผ้าที่ผ่านกระบวนการฟอกย้อมและสลัดน้ำ ผ้าจะมีการจับตัวเป็นก้อนเป็นเกลียวตามความยาวผ้า ดังนั้นก่อนที่ผ้าจะถูกส่งไปยังกระบวนการตกแต่งสำเร็จ ผ้าจะต้องถูกคลี่แยกออกและพับเรียงตัวเป็นผืนยาว เพื่อให้ง่ายต่อกระบวนการถัดไป ทั้งนี้กระบวนการพับผ้าก็จะมีการตรวจสอบผ้าหลังย้อมไปในขณะเดียวกัน

ภาพที่ 24 เครื่องพับผ้า

2.1.5 กระบวนการตกแต่งสำเร็จ

ผ้าที่ได้รับการพับเรียบร้อยแล้ว ผ้าจะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องสเต็นเตอร์ เพื่อลงเคมีตกแต่งสำเร็จเช่น Softener, Anti-bacteria, Anti-yellowing หรือ Anti-Wrinkle เป็นต้น แล้วเซ็ตความกว้างหน้าผ้าและน้ำหนัก (g/m3) ให้ได้ตามที่ลูกค้าต้องการ จากนั้นก็ทำการอบด้วยลมร้อนให้โครงสร้างผ้าอยู่ตัว ไม่หดตัว

ภาพที่ 25 เครื่องสเต็นเตอร์

2.1.6 กระบวนการคิวซีและบรรจุภัณฑ์

เมื่อผ้าผ่านกระบวนการตกแต่งสำเร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำผ้ามาตรวจสอบคุณภาพของสินค้า และบรรจุภัณฑ์ส่งลูกค้า

ภาพที่ 26 เครื่องตรวจผ้าและผ้าที่บรรจุเสร็จ

2.2 สภาพปัจจุบันของงานด้านการบำรุงรักษา

โรงงานกรณีศึกษามีแผนกซ่อมบำรุงเป็นผู้ที่มีทำหน้าที่รับผิดชอบ งานด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยโครงสร้างบริหารงานจะมีหัวหน้าแผนกซ่อม หัวหน้าหน่วยช่างและทีมช่างซ่อมบำรุง ทำหน้าที่ซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักรภายในโรงงาน

ในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีวิธีการบำรุงรักษา 2 แบบ ได้แก่ การบำรุงรักษาแบบฉุกเฉิน (Breakdown Maintenance) และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

2.2.1 การบำรุงรักษาแบบฉุกเฉิน (Breakdown Maintenance) การซ่อมบำรุงวิธีนี้เกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรเกิดการเสียหายอย่างฉับพลันโดยไม่ทราบล่วงหน้า พนักงานหน่วยงานผลิตจะทำการแจ้งมายังแผนกซ่อมบำรุง พร้อมทั้งจดบันทึกอาการเสียหายที่เกิดขึ้น เมื่อหน่วยงานซ่อมบำรุงรับทราบแล้วก็จะส่งช่างเข้าไปประเมินสภาพเครื่องจักรและหาแนวทางในการซ่อมต่อไป

2.2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) พนักงานแผนกซ่อมบำรุงจะดำเนินการตรวจเช็ค PM ตามแผนงานรอบเวลาที่กำหนดไว้ในแผนงานบำรุงรักษาเครื่องจักร เช่น การตรวจเช็คสภาพเครื่องจักร การหล่อลื่นชิ้นส่วนเครื่องจักร การซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุด และการเปลี่ยนอะไหล่ตามกำหนดเวลา

2.3 การวิเคราะห์สภาพปัญหาที่พบในโรงงานกรณีศึกษา

จากการศึกษาสภาพโรงงานกรณีศึกษาเบื้องต้นพบว่า โรงงานกรณีศึกษามีการดำเนินงานด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักร แต่การวางแผนงานบำรุงรักษายังขาดประสิทธิภาพ มาตรฐานในการบำรุงรักษายังไม่ดีพอ งานบำรุงรักษาที่จำเป็นไม่ได้รับการปฏิบัติ หรือมีงานบำรุงรักษาที่เกินความจำเป็น การจัดการด้านการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันความเสียหายอันเนื่องมาจากเครื่องจักรเสียอย่างกระทันหันยังไม่ดีเท่าที่ควร ส่งผลให้เครื่องจักรบางประเภทชำรุดเสียหายอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งมีสาเหตุหลักๆ คือ

2.3.1 เครื่องจักรส่วนใหญ่มีอายุการใช้งานมากกว่า 5 ปี ทำให้เครื่องจักรเริ่มมีอัตราการเสียที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องมาจากอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆ เริ่มมีการเสื่อมสภาพ

2.3.2 เครื่องจักรส่วนมากมีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง ทุกวัน เป็นผลให้เครื่องจักรเกิดการสึกหรอและเสื่อมสภาพได้เร็วยิ่งขึ้น

2.3.3 เครื่องจักรมีความหลากหลายทั้งในด้าน ขนาดและความซับซ้อนของระบบการทำงาน การออกแบบ อุปกรณ์ที่ใช้และวิธีการใช้งาน ทำให้การบำรุงรักษาเป็นไปได้ยากลำบาก

2.3.4 เครื่องจักรขาดการดูแลรักษาอย่างทั่วถึง เนื่องจากทีมช่างซ่อมบำรุงมีไม่เพียงพอ รวมทั้งพนักงานที่ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาน้อย

2.3.5 ขาดมาตรฐานในการบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยการบำรุงรักษาส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรเกิดขัดข้อง มีอุปกรณ์เสียหรือชำรุด (Breakdown Maintenance)

2.3.6 ขาดระบบการเก็บข้อมูลการทำงานและข้อมูลการบำรุงรักษาจึงทำให้ขาดข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

2.3.7 ขาดมาตรฐาน คู่มือในการปฏิบัติงานและการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร

3 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวทางทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาด้วย Reliability Centered Maintenance การวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) การเลือกงานบำรุงรักษาชิ้นส่วนอุปกรณ์และการวางแผนงานบำรุงรักษา เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรทางด้านสิ่งทอที่เกิดอาการขัดข้องและเสียหายให้เหมาะสม และเพื่อให้สามารถลดเวลาสูญเสียและอาการขัดจังหวะในการผลิตอันเนื่องมาจากเครื่องจักรขัดข้องและเสียหายของโรงงานตัวอย่างลงได้

4 การจัดตั้งทีมงาน RCM

หลังจากศึกษาสภาพการดำเนินงานของโรงงานกรณีศึกษา ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มผลิตภาพการผลิต (Productivity) ด้วยการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา ให้เครื่องจักรทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทางผู้วิจัยจึงได้กำหนดทีมงาน RCM ขึ้น เพื่อเป็นแกนนำหลักในการดำเนินงานวิจัยนี้ โดยเป็นบุคคลที่เป็นตัวแทนมาจากหน่วยงานฝ่ายผลิต ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายบริหาร และฝ่ายโครงการปรับปรุง รวม 11 คน ซึ่งประกอบไปด้วย หัวหน้าแผนกย้อมผ้า หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง หัวหน้าฝ่ายผลิต พนักงานควบคุมเครื่องจักร และเจ้าหน้าที่โครงการปรับปรุง

ภาพที่ 27 ทีมงานปรับปรุงแผนบำรุงรักษาด้วย RCM

5 การเลือกเครื่องจักรที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น

แนวทางเลือกองค์ประกอบที่สำคัญ (Critical Component) โดยพิจารณาจากระบบย่อยที่มีรูปแบบความเสียหายที่สำคัญ (Critical Failure Mode) ซึ่งมีผลกระทบต่อการปฏิบัติการ ความปลอดภัย เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรที่เสียหายหรือการบำรุงรักษา สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าความสำคัญของเครื่องจักร (Machine Criticality, MC)

5.1 จัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรด้วย Machine Criticality (MC) ซึ่งพิจารณาจากเกณฑ์ 4 ด้าน พร้อมทั้งกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ดังนี้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่มีผลกระทบจากปัจจัยนั้น

คะแนน 1 หมายถึง ผลกระทบจากปัจจัยนั้นมีน้อยมาก

คะแนน 2 หมายถึง ผลกระทบจากปัจจัยนั้นมีปานกลาง

คะแนน 3 หมายถึง ผลกระทบจากปัจจัยนั้นมีมากที่สุด

5.2 จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณค่า Machine Criticality (MC) จากสมการ (1)

5.3 การแบ่งกลุ่มความวิกฤติ (Criticality Code) ที่คำนวณได้เป็นช่วงคะแนน 3 ช่วง ซึ่งหมายถึง วิกฤติสูง กลาง และต่ำ ตามลำดับ หรือเรียกว่า A, B และ C ได้แก่

A คะแนน 20 ถึง 27 เครื่องจักรนั้นสำคัญมาก

B คะแนน 12 ถึง 19 เครื่องจักรนั้นสำคัญปานกลาง

C คะแนน 0 ถึง 11 เครื่องจักรนั้นสำคัญน้อย

ภาพที่ 28 บรรยากาศในการดำเนินงานของทีมงาน RCM

ตารางที่ 9 ผลการคำนวณค่าความสำคัญของเครื่องจักร (Machine Criticality, MC)

No.	Weight	3	3	2	1	MC	Criticality
	Machine Code	SEI	EM	UR	MCT		Code
1	RL01	1	2	2	1	14	B
2	RL02	1	2	2	1	14	B
3	RL03	1	2	2	1	14	B
4	RL04	1	2	2	1	14	B
5	RL05	1	2	2	1	14	B
6	DY01	2	2	2	2	18	B
7	DY02	2	2	2	2	18	B
8	DY03	2	2	2	2	18	B
9	DY04	2	2	2	2	18	B
10	DY05	2	2	2	2	18	B
11	DY06	2	2	2	2	18	B
12	DY07	2	2	2	2	18	B
13	DY08	2	2	2	2	18	B
14	DY09	2	2	2	2	18	B
15	DY10	2	2	2	2	18	B
16	DY11	2	2	2	2	18	B
17	DY12	2	2	2	2	18	B
18	DY13	2	2	2	2	18	B
19	DY14	2	2	2	2	18	B
20	DY15	2	2	2	2	18	B
21	DY16	2	2	2	2	18	B
22	DY17	2	2	2	2	18	B
23	DY18	2	2	2	2	18	B
24	DY19	2	2	2	2	18	B
25	DY20	2	2	2	2	18	B
26	DY21	2	2	2	2	18	B
27	DY22	2	2	2	2	18	B
28	DY23	2	2	2	2	18	B
29	DY24	2	2	2	2	18	B
30	DY25	2	2	2	2	18	B
31	DY26	2	2	2	2	18	B
32	DY27	2	2	2	2	18	B
33	DY28	2	2	2	2	18	B

หมายเหตุ RL = เครื่องคลายผ้า DY = เครื่องย้อมผ้า

ตารางที่ 10 ผลการคำนวณค่าความสำคัญของเครื่องจักร (Machine Criticality, MC) (ต่อ)

No.	Weight	3	3	2	1	MC	Criticality
	Machine Code	SEI	EM	UR	MCT		Code
34	DY29	2	2	2	2	18	B
35	DY30	2	2	2	2	18	B
36	HE01	1	1	2	1	11	C
37	HE02	1	1	2	1	11	C
38	HE03	1	1	2	1	11	C
39	HE04	1	1	2	1	11	C
40	HE05	1	1	2	1	11	C
41	HE06	1	1	2	1	11	C
42	HE07	1	1	2	1	11	C
43	SC01	1	2	2	2	15	B
44	SC02	1	2	2	2	15	B
45	SC03	1	2	2	2	15	B
46	SC04	1	2	2	2	15	B
47	SC05	1	2	2	2	15	B
48	SC06	1	2	2	2	15	B
49	ST01	3	3	3	2	26	A
50	ST02	3	3	3	2	26	A
51	ST03	3	3	3	2	26	A
52	ST04	3	3	3	2	26	A
53	PK01	1	3	3	1	19	B
54	PK02	1	3	3	1	19	B
55	PK03	1	3	3	1	19	B
56	PK04	1	3	3	1	19	B
57	PK05	1	3	3	1	19	B
58	PK06	1	3	3	1	19	B
59	PK07	1	3	3	1	19	B
60	PK08	1	3	3	1	19	B
61	PK09	1	3	3	1	19	B
62	PK10	1	3	3	1	19	B
63	PK11	1	3	3	1	19	B
64	PK12	1	3	3	1	19	B
65	PK13	1	3	3	1	19	B
66	PK14	1	3	3	1	19	B
67	PK15	1	3	3	1	19	B

หมายเหตุ DY = เครื่องย้อมผ้า HE = เครื่องสลัดน้ำ SC = เครื่องพับผ้า ST = สเต็นเตอร์ PK = แพ็คกิ้ง

โดยคะแนน ผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ความปลอดภัยและสภาพแวดล้อม เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ของเครื่องจักรที่เสียหายหรือการบำรุงรักษา และความยุ่งยากในการซ่อมบำรุง นำมาจากการรวบรวมข้อมูลจากการระดมสมองผู้บริหาร หัวหน้าฝ่ายการผลิต หัวหน้าฝ่ายซ่อมบำรุง และคำนวณค่าความสำคัญของเครื่องจักร (Machine Criticality, MC) ของเครื่องจักรทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 9 และตารางที่ 10

จากการคำนวณค่าความสำคัญของเครื่องจักร (Machine Criticality, MC) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักรในโรงงานกรณีศึกษา สรุปได้ตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 สรุปผลการจัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักร

ระดับความสำคัญ	**เครื่องจักร**
A ความสำคัญมาก	เครื่องสเต็นเตอร์
B ความสำคัญปานกลาง	เครื่องคลายผ้า เครื่องย้อมผ้า เครื่องพับผ้า และเครื่องแพ็คกิ้ง
C ความสำคัญน้อย	เครื่องสลัดน้ำ

ดังนั้นงานวิจัยนี้เลือก เครื่องสเต็นเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่มีความสำคัญมาก มาประยุกต์ใช้หลักการการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ เพื่อลดเวลาสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรมีอาการขัดข้องหรือเสียหายอย่างกระทันหัน และการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือของชิ้นส่วนต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

6 จำแนกส่วนประกอบของเครื่องจักรออกเป็นระบบย่อยและระบุหน้าที่การใช้งาน

ผลจากการศึกษาในหัวข้อ 4 พบว่า เครื่องสเต็นเตอร์ ในที่ใช้ในกระบวนการตกแต่งสำเร็จมีความสำคัญต่อโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอกรณีศึกษาสูงที่สุด สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 คือ เครื่องสเต็นเตอร์ เป็นคอขวด (Bottle Neck) ของกระบวนการผลิต ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเลือกเครื่องจักรดังกล่าวมาศึกษาวิจัยการประยุกต์ใช้ RCM ในโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอ

เครื่องสเต็นเตอร์ มีด้วยกัน 4 เครื่อง เป็นรุ่นเดียวกัน มีอายุการใช้งานเท่ากัน 5 ปี ประกอบไปด้วยระบบย่อยต่างๆ ซึ่งแต่ละระบบย่อยจะมีชิ้นส่วนจำนวนมาก ประกอบเข้าด้วยกัน โดยสามารถจำแนกระบบย่อยๆ ออกมาได้ดังนี้

ภาพที่ 29 เครื่องสเต็นเตอร์ ของโรงงานกรณีศึกษา

6.1 ชุดเข้าผ้า (Inlet Unit)

ทำหน้าที่ดึงผ้าออกจากรถบรรจุผ้าแล้วส่งผ้าเข้าสู่เข้าเครื่องสเต็นเตอร์ ผ้าจะวิ่งผ่านลูกกลิ้ง Centering ซึ่งจะควบคุมการวิ่งของผ้าให้อยู่ตรงกลางหน้าผ้าวิ่งผ่านลูกกลิ้งไกด์ เพื่อส่งผ้าเข้าสู่ชุดอ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์ต่อไป การทำงานของชุดเข้าผ้าจะประกอบไปด้วย

6.1.1 มอเตอร์เกียร์ขับลูกกลิ้ง centering เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่สร้างกำลังขับให้กับลูกกลิ้ง centering

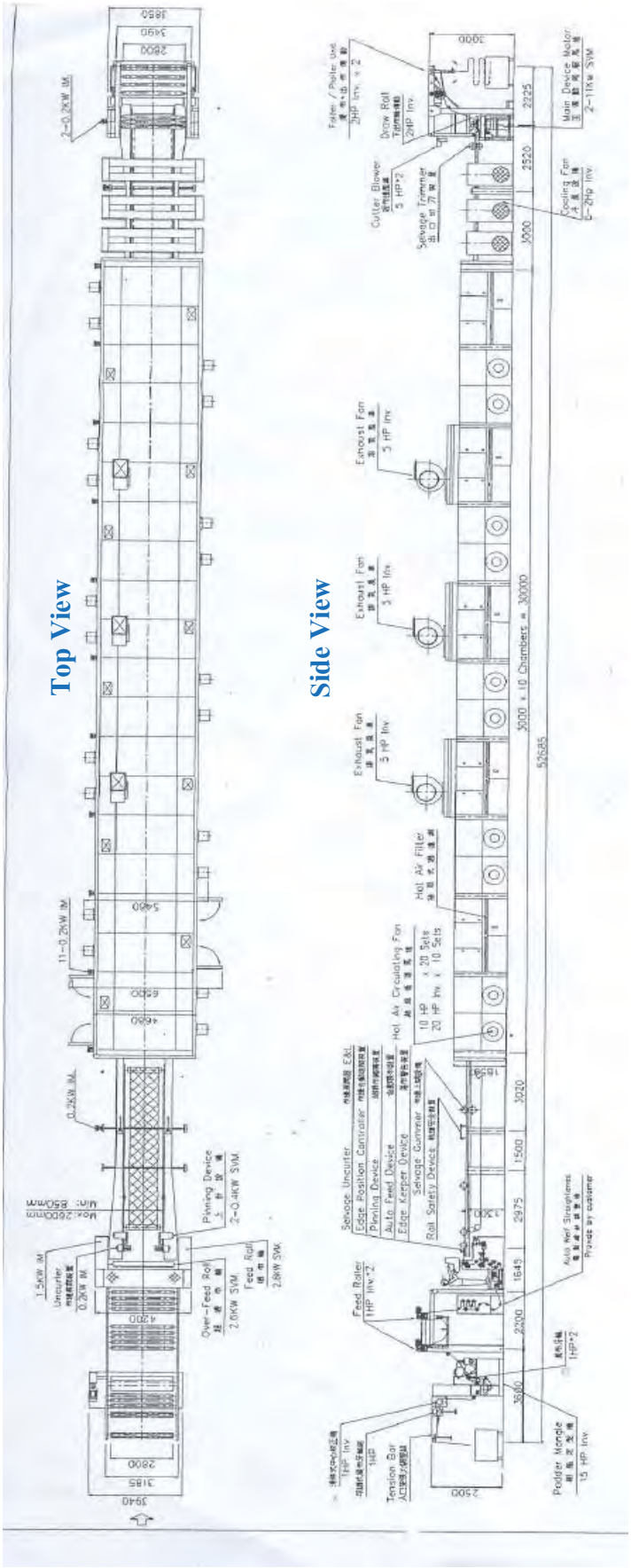
6.1.2 ลูกปืน ทำหน้าที่รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง

6.1.3 Centering Roller ทำหน้าที่ควบคุมหน้าผ้าให้อยู่ต้องกลางเมื่อผ้าวิ่งเข้าสู่เครื่องจักร

6.1.4 สายพาน ทำหน้าที่ส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้ง

6.1.5 Sensor ทำหน้าที่จับตำแหน่งของริมผ้าทั้ง 2 ข้าง และส่งสัญญาณให้ Centering Roller ทำงาน

6.1.6 ลูกกลิ้งไกด์และลูกกลิ้งเกลียว ทำหน้าที่นำผ้าเข้าสู่เครื่องจักร



ภาพที่ 30 โครงสร้างของเครื่องสเต็นเตอร์

6.2 อ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์ (Bowl Mangle and Padder Set)

ผ้าจะถูกจุ่มลงสู่อ่างน้ำยาเคมีตกแต่งสำเร็จ แล้วบีบน้ำยาเคมีส่วนเกินบนผ้าออกด้วยลูกกลิ้งแพดเดอร์ให้ได้ % Pick up ตามที่มาตรฐานกำหนด การทำงานของอ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์ประกอบไปด้วย

6.2.1 อ่างเคมี ทำหน้าที่เป็นอ่างบรรจุน้ำยาเคมี

6.2.2 ไฮโดรลิคอ่างเคมี ทำหน้าที่เทน้ำยาเคมีตกแต่งสำเร็จออกจากอ่างเคมี ก่อนเปลี่ยนชนิดเคมีหรือทำความสะอาด

6.2.3 Air Pressure Gauge and Valve ทำหน้าที่วัดและควบคุมแรงบีบอัดของลูกกลิ้งแพดเดอร์

6.2.4 ลูกกลิ้งแพดเดอร์ ทำหน้าที่บีดรัดน้ำยาเคมีตกแต่งสำเร็จส่วนเกินออกจากผ้า ให้ได้ % Pickup ตามมาตรฐานที่กำหนด

6.2.5 มอเตอร์เกียร์ ทำหน้าที่สร้างกำลังขับให้กับลูกกลิ้งแพดเดอร์

6.2.6 ลูกกลิ้งไกด์ ทำหน้าที่นำผ้าเข้าสู่เครื่องจักร

6.2.7 ลูกปืน ทำหน้าที่รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง

6.3 ชุดปรับลายผ้า/เกรนผ้าอัตโนมัติ (Auto Welt straightened unit)

ทำหน้าที่ควบคุมและปรับเกรนผ้าให้ตรงตามแนวขวางของหน้าผ้าก่อนที่จะส่งผ้าไปยังชุด Overfeed ต่อไป

6.3.1 ชุดลูกกลิ้งปรับลายผ้า ทำหน้าที่ปรับลายผ้าให้ตรงตามแนวขวางของผ้าไม่ให้เอียงหรือเบี้ยว

6.3.2 ลูกปืน ทำหน้าที่รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง

6.3.3 มอเตอร์ ทำหน้าที่สร้างกำลังขับให้กับลูกกลิ้ง

6.3.4 สายพาน ทำหน้าที่ส่งกำลังขับจากมอเตอร์ไปยังลูกกลิ้ง

6.4 ชุดโอเวอร์ฟีด (Overfeed Unit)

เป็นชุดลูกกลิ้งทำหน้าหน้าที่ป้อนผ้าเข้าสู่ชุด Pinning unit โดยจะควบคุมความตึงหย่อนของผ้าและความเร็วในการป้อนผ้าเข้าสู่ชุด Pinning

6.4.1 ลูกกลิ้งปรับความตึงผ้า ทำหน้าที่ปรับความตึงหย่อนของผ้าก่อนเข้าชุดรางเข็มคู่

6.4.2 ลูกกลิ้งโอเวอร์ฟีด เป็นลูกกลิ้งยางที่ทำหน้าที่ป้อนผ้าเข้าสู่ชุดรางเข็ม ตามความเร็วที่กำหนด

6.4.3 มอเตอร์ขับลูกกลิ้ง ทำหน้าที่สร้างกำลังขับให้กับลูกกลิ้งโอเวอร์ฟีด

6.4.4 สายพาน มีหน้าที่ส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้ง

6.4.5 ลูกปืน ทำหน้าที่รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง

6.5 ชุดพินนิ่ง (Pinning Unit)

ทำหน้าที่นำผ้าเข้าสู่รางเข็ม โดยเมื่อผ้าวิ่งมาถึงชุด Pinning unit ริมผ้าจะถูก Selvage Uncurler คอยคลี่ริมผ้าไม่ให้ม้วนตัว จากนั้น I.R. Sensor จะจับตำแหน่งริมผ้าริมผ้าทั้ง 2 ด้านให้ตรงกับแนวรางเข็มที่มี Pinning roller คอยกดผ้าให้ปักลงบนเข็มของรางเข็ม เมื่อผ้าถูกปักลงบนรางเข็มแล้วจะถูก Brush roll กดผ้าลงบนรางเข็มอีกครั้งก่อนส่งเข้าสู่ชุดตู้อบ

6.5.1 ชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า (Selvage Uncurler) ทำหน้าที่คลี่ริมผ้าไม่ให้ม้วนตัวก่อนวิ่งเข้าสู่รางเข็ม

6.5.2 มอเตอร์ขับชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า ทำหน้าที่สร้างกำลังขับให้กับชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า

6.5.3 I.R. Sensor ทำหน้าที่จับตำแหน่งของริมผ้าทั้งสองข้างแล้วส่งสัญญาณไปยังรางเข็มเพื่อปรับตำแหน่งของรางเข็มให้อยู่แนวเดียวกับริมผ้า

6.5.4 มอเตอร์ปรับตำแหน่งรางเข็ม ทำหน้าที่ปรับระยะของรางเข็มให้ตรงกับแนวริมผ้า เมื่อได้รับสัญญาณ I.R. Sensor Box

6.5.5 Pinning Roller ทำหน้าที่กดริมผ้าให้ถูกตรึงบนรางเข็ม

6.5.6 Brush Roller ทำหน้าที่กดริมผ้าให้ถูกตรึงบนรางเข็มให้ลึกจนสุดความยาวเข็ม (เน้นย้ำให้ผ้าถูกตรึงบนรางเข็มอย่างสมบูรณ์)

6.5.7 ลูกปืนรองรับรางเข็ม ทำหน้าที่รองรับรางเข็มส่วนต้น ซึ่งจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาเพื่อปรับตำแหน่งของรางให้ตรงกับริมผ้า

6.6 ชุดรางเข็ม (Needle rail unit)

เป็นชุดสายพานซึ่งส่วนที่จะลำเลียงผ้าเข้าสู่ชุดตู้อบผ้า โดยริมผ้าทั้งสองข้างจะถูกตรึงด้วยเข็มแล้ววิ่งผ่านตู้อบ

6.6.1 ชุดเข็ม (Pin) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตรึงผ้าให้อยู่บนรางเข็ม ให้เคลื่อนที่เข้าสู่ชุดตู้อบผ้า

6.6.2 รางเข็ม เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ยึดชุดเข็ม เพื่อนำผ้าเข้าสู่ชุดตู้อบผ้า

6.6.3 ปั๊มหยดน้ำมันรางเข็ม ทำหน้าที่ปั๊มน้ำมันให้หยดลงบนรางเข็มเพื่อหล่อลื่นรางเข็ม

6.7 ชุดตู้อบ (Oven unit)

เมื่อผ้าวิ่งเข้าสู่ตู้อบ ผ้าจะถูกอบด้วยอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 100-220 องศาเซลเซียส ที่ไหลเวียนอยู่ในตู้อบ ทำให้ผ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยกัน 2 ด้าน คือ การเปลี่ยนแปลงทางด้าน

เคมี โดยเคมีที่ตกแต่งสำเร็จต่างๆ จะถูกผนึกบนผ้า และการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ คือผ้าจะเซ็ตตัวเป็นโครงสร้างผ้าที่แน่น ไม่หดตัว มีความกว้างของผ้า น้ำหนักต่อตารางเมตร ตามที่ลูกค้าต้องการ

6.7.1 มอเตอร์พัดลม (Motor fan) ทำหน้าที่หมุนเวียนอากาศภายในตู้อบโดยมอเตอร์พัดลมจะทำการดูดอากาศภายในตู้ให้วิ่งผ่านแผงความร้อน เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อน

6.7.2 ประตูตู้อบ เมื่อต้องการที่จะเข้าไปทำความสะอาดภายใน หรือต้องการลดอุณหภูมิของเครื่องสเต็นเตอร์ ลง

6.7.3 Heat Exchanger ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำมันร้อน (Hot Oil) กับ อากาศภายในตู้อบผ้า

6.7.4 ตะแกรงกรองฝุ่น ทำหน้าที่กรองอากาศที่มอเตอร์พัดลมดูดเข้ามา ก่อนไหลเวียนเข้าสู่ชุด Heat Exchanger เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อน

6.7.5 มอเตอร์เกียร์สกรูขยายรางเข็ม ทำหน้าที่สร้างกำลังขับให้กับสกรูขยายรางเข็มหมุน

6.7.6 ชุดสรูขยายรางเข็ม (คานและประกับคาน) ทำหน้าที่ หดและขยายรางเข็มเพื่อกำหนดความกว้างหน้าผ้าตามที่ต้องการ

6.7.7 หัว Nozzle เมื่ออากาศได้รับการแลกเปลี่ยนความร้อนจาก Heat Exchanger อากาศร้อน จะไหลผ่าน หัว Nozzle และเป่าลงบนผิวผ้า

6.7.8 ลูกปืน ทำหน้าที่รองรับการหมุนของชุดสกรูขยายรางเข็ม

6.8 ชุดลดอุณหภูมิผิวผ้า (Cooling Zone)

เป็นส่วนที่จะช่วยลดอุณหูมิบนผิวผ้าลง ด้วยการใช้อากาศอุณหภูมิห้อง ไหลเวียนกระทบลงบนผิวผ้า ทำให้อุณหภูมิบนผิวผ้าลดลง

6.8.1 มอเตอร์พัดลม Cooling ทำหน้าที่ดูดอากาศที่อุณหภูมิห้อง ผ่านชุดรังผึ้งและเป่าลงบนผ้า

6.8.2 ฟิลเตอร์ ทำหน้าที่กรองอากาศ ก่อนเข้าสู่ชุดลดอุณหภูมิผิวผ้า (Cooling Zone)

6.8.3 ชุดรังผึ้ง เป็นอุปกรณ์ที่ให้อากาศที่อุณหภูมิห้อง ไหลผ่านลงสู่ผิวผ้า

6.9 ส่วนออกผ้า (Exit Stand)

หลังผ้าวิ่งผ่าน Cooling Zone ผ้าจะวิ่งเข้าสู่ชุดใบมีดตัดริมผ้า เพื่อตัดริมผ้าให้เรียบต่อมาผ้าจะถูกลูกกลิ้ง De-pining ดึงผ้าออกจากชุดรางเข็มเพื่อส่งผ้าเข้าสู่ลูกกลิ้งเย็น (Cooling Roller) เพื่อลดอุณหภูมิบนผิวผ้าให้เย็นตัวลงจนถึงอุณหภูมิห้อง

6.9.1 มอเตอร์ตัดริมผ้า (Selvage Trimmer) เป็นชุดมอเตอร์ขับใบมีด ทำหน้าตัดขอบริมผ้าออกให้เรียบ

6.9.2 Cutter Trimmer ทำหน้าที่เป็นใบมีดตัดริมผ้าส่วนที่มีรอยเข้มออกไป

6.9.3 Cutter Blower ทำหน้าที่เป่าเศษริมผ้าที่ตัดออกมาลงสู่ถุงบรรจุ

6.9.4 Draw Roller ทำหน้าที่ดึงผ้าออกจากรางเข็ม

6.9.5 มอเตอร์ขับลูกกลิ้งเย็น ทำหน้าที่สร้างกำลังขับให้ลูกกลิ้งเย็น

6.9.6 ลูกกลิ้งเย็น (Cooling Roller) ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิผิวผ้าลง

6.9.7 Main Drive Motor ทำหน้าที่ขับเคลื่อนรางเข็มให้เคลื่อนที่

6.9.8 Air Condition Supply ส่งถ่ายความเย็นจากแอร์ให้ไหลผ่านลูกกลิ้งเย็น เพื่อลดอุณหภูมิของผ้าลง

6.9.9 สายพาน เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้ง

6.10 ชุดโบกผ้าหรือชุดพับผ้า (Plaiter unit)

หน้าที่นำผ้าที่วิ่งผ่าน Cooling Roller มาทำการโรยผ้าลงบนรถบรรจุผ้า โดยผ้าจะได้รับการพับเป็นชั้นๆ ซึ่งมีอุปกรณ์และชิ้นส่วนคือ

6.10.1 มอเตอร์เกียร์ ทำหน้าที่สร้างกำลังขับให้พูลเล่คันชัก

6.10.2 สายพานขับลูกกลิ้ง ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้ง

6.10.3 ชุดโบกผ้า (Plaiter Device) ทำหน้าที่โบกผ้าพับลงในรถบรรจุผ้า

6.10.4 ลูกกลิ้งไกด์ ทำหน้าที่นำผ้าออกสู่เครื่องจักร

6.10.5 ลูกปืน ทำหน้าที่รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง

6.11 ชุดระบายอากาศ (Exhaust Unit)

ทำหน้าที่ระบายอากาศเสียออกจากตู้อบสู่บรรยากาศภายนอก ซึ่งอากาศเสียนี้จะประกอบไปด้วยความชื้น เคมีที่ระเหยออกมาจากผิวผ้า นอกจากนั้นยังเป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในชุดตู้อบอีกด้วย

6.11.1 วาร์วปล่องดูดควัน ทำหน้าที่ควบคุมการระบายอากาศจากเครื่องจักรออกสู่อากาศภายนอก

6.11.2 ปล่องควัน เป็นช่องทางให้อากาศภายในตู้อบไหลออกสู่ภายนอก

6.11.3 มอเตอร์พัดลม Exhaust ทำหน้าที่ดูดอากาศภายในเครื่องจักรออกสู่บรรยากาศภายนอก

6.11.4 สายพาน ทำหน้าที่ส่งกำลังขับจากมอเตอร์ไปยังใบพัดดูดอากาศ

6.12 ชุดจ่ายน้ำมันร้อน (Hot Oil Supply Unit)

เป็นระบบที่ทำหน้าที่จ่ายพลังงานความร้อนเข้าเครื่องจักรซึ่งความร้อนที่ได้นี้เกิดมาจากน้ำมันร้อนที่ผลิตจากเครื่อง Hot Oil น้ำมันร้อนจะถูกป้อนผ่านท่อเข้าสู่ชุด Heat Exchanger และเมื่อมีอากาศไหลเวียนมาผ่านชุด Heat Exchanger ความร้อนจากน้ำมันร้อนจะถูกถ่ายเทสู่อากาศที่ไหลเวียนภายในตู้อบ เพื่อใช้อบผ้าต่อไป

6.12.1 ท่อส่งน้ำมันร้อน ทำหน้าที่ส่งน้ำมันร้อนจากเครื่องบอยเลอร์เข้าสู่เครื่องสเต็นเตอร์

6.12.2 มอเตอร์ริ่งวาล์ว (Motoring valve) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำมันร้อนเข้าสู่ชุด Heat Exchanger

6.12.3 สเตนเนอร์ (Stainer) ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกในน้ำมันร้อน ก่อนส่งเข้าสู่ชุด Heat Exchanger

6.13 ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงาน (Control unit)

เป็นชุดระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงานของเครื่องจักรทั้งหมด

6.13.1 ตู้ไฟควบคุมระบบไฟฟ้า (Control Cabinet) เป็นส่วนที่เก็บและรวบรวมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างไว้ภายในตู้ เช่น แผงไฟฟ้า Inverter เป็นต้น

6.13.2 ชุดควบคุมการทำงาน (Control Panel) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องสเต็นเตอร์ทั้งหมด ด้วยการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิต ซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณกลางเครื่อง

7 ระบุความความล้มเหลวในแต่ละระบบย่อย (Functional Failure)

หลังจากการจำแนกส่วนประกอบของเครื่องจักรออกเป็นระบบย่อยพร้อมทั้งระบุหน้าที่การใช้งาน ตามหัวข้อ 6 ทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อระบุความล้มเหลว (Functional Failure) ที่อาจจะเกิดขึ้น เมื่อชิ้นส่วนอุปกรณ์ในระบบย่อยทำงานตามหน้าที่ (Functions) ที่ได้ออกแบบไว้ ดังสรุปไว้ใน ตารางที่ 12 ถึง ตารางที่ 15

8 วิเคราะห์ความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในแต่ละระบบย่อย

เครื่องสเต็นเตอร์มีขนาดใหญ่และมีชิ้นส่วนอุปกรณ์ย่อยเป็นจำนวนมาก หากกำหนดให้มีการดำเนินการตรวจสอบและซ่อมบำรุงทั้งหมดคงทำได้ยาก และเสียเวลา จุดที่ควรได้รับการดูแลรักษาไม่ได้รับการปฏิบัติ ในขณะเดียวกันอาจจะมีงานบำรุงรักษาบางเรื่องที่เกินความจำเป็น

ตารางที่ 12 สรุปหน้าที่ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่อง สเต็นเตอร์

S No.	ระบบย่อย(Sub-System)	C No.	ชิ้นส่วน (Component)	หน้าที่การใช้งาน (Function)	ความล้มเหลวในหน้าที่การใช้งาน (Function Failure)
1	ชุดเข้าผ้า (Inlet Unit)	1.1	มอเตอร์เกียร์ขับลูกกลิ้ง centering	สร้างกำลังขับให้กับลูกกลิ้ง centering	ลูกกลิ้ง Centering ไม่หมุน
		1.2	ลูกปืน	รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือวิ่งไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ
		1.3	Centering Roller	ควบคุมหน้าผ้าให้อยู่ต้องกลางเมื่อผ้าวิ่งเข้าสู่เครื่องจักร	ผ้าวิ่งชิดขอบลูกกลิ้งทำให้ ริมผ้าเสีย
		1.4	สายพาน	ส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้ง	ไม่สามารถส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้งได้ลูกกลิ้งไม่หมุน
		1.5	Sensor	จับตำแหน่งของริมผ้าทั้ง 2 ข้าง และส่งสัญญาณให้ Centering Roller ทำงาน	ลูกกลิ้ง Centering ไม่ทำงาน ไม่สามารถควบคุมตำแหน่งของผ้าได้
		1.6	ลูกกลิ้งไกด์และลูกกลิ้งเกลียว	นำผ้าเข้าสู่เครื่องจักร	ผ้าไม่วิ่งเข้าสู่เครื่องจักร / ผ้ายับ ไม่คลี่ตัว
2	อ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.1	อ่างเคมี	อ่างบรรจุน้ำยาเคมี	น้ำยาเคมีรั่วไหล
		2.2	ไฮโดรลิคอ่างเคมี	เทน้ำยาเคมีตกแต่งสำเร็จออกจากอ่างเคมี	ไม่สามารถเทน้ำยาทิ้งได้
		2.3	Air Pressure Gauge and Valve	วัดและควบคุมแรงบีบอัดของลูกกลิ้งแพดเดอร์	แรงบับอัดของลูกกลิ้งแพดเดอร์สูงหรือต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด
		2.4	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	บีดรัดน้ำยาเคมีตกแต่งสำเร็จส่วนเกินออกจากผ้า ให้ได้ % Pickup ตามมาตรฐาน	ไม่สามารถบีบน้ำยาเคมีให้ได้ตามมาตรฐาน
		2.5	มอเตอร์เกียร์	สร้างกำลังขับให้กับลูกกลิ้งแพดเดอร์	ลูกกลิ้งแพดเดอร์ไม่หมุน
		2.6	ลูกกลิ้งไกด์	นำผ้าเคลื่อนที่เข้าสู่เครื่องจักร	ผ้าวิ่งชิดขอบลูกกลิ้งทำให้ ริมผ้าเสีย
		2.7	ลูกปืน	รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือวิ่งไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ
3	ชุดปรับลายผ้า/เกรนผ้าอัตโนมัติ	3.1	ชุดลูกกลิ้งปรับลายผ้า	ปรับลายผ้าให้ตรงแนวเกรนของผ้า ไม่ให้เอียงหรือเบี้ยว	เกรนผ้าเอียงหรือเบี้ยว
		3.2	ลูกปืน	รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือวิ่งไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ
		3.3	มอเตอร์	สร้างกำลังขับให้กับลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน
		3.4	สายพาน	ส่งกำลังขับจากมอเตอร์ไปยังลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน

ตารางที่ 13 สรุปหน้าที่ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่อง สเต็นเตอร์ (ต่อ)

S No.	ระบบย่อย(Sub-System)	C No.	ชิ้นส่วน (Component)	หน้าที่การใช้งาน (Function)	ความล้มเหลวในหน้าที่การใช้งาน (Function Failure)
4	ชุดโอเวอร์ฟีด (Overfeed Unit)	4.1	ลูกกลิ้งปรับความตึงผ้า	ปรับความตึงหย่อนของผ้าก่อนเข้าชุดรางเข็มคู่	ผ้าตึงหรือหย่อน เกินมาตรฐานควบคุม
		4.2	ลูกกลิ้งโอเวอร์ฟีด	ป้อนผ้าเข้าสู่ชุดรางเข็ม ตามความเร็วที่กำหนด	ลูกกลิ่งวิ่งเร็วหรือช้าเกินไป ทำให้ผ้าตกเข็ม
		4.3	มอเตอร์ขับลูกกลิ้ง	สร้างกำลังขับให้กับลูกกลิ้งโอเวอร์ฟีด	ลูกกลิ้งโอเวอร์ฟีดไม่หมุน
		4.4	สายพาน	ส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน
		4.5	ลูกปืน	รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือวิ่งไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ
		4.6	ชุดเฟืองส่งกำลัง	ส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน
5	ชุดพินนิ่ง (Pinning Unit)	5.1	ชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า (Selvage Uncurler)	คลี่ริมผ้าไม่ให้ม้วนตัวก่อนวิ่งเข้าสู่รางเข็ม	ริมผ้าม้วนตัว ผ้าตกเข็ม ผ้าเป็นริมเว้า
		5.2	มอเตอร์ขับชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า	สร้างกำลังขับให้กับชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า	ลูกกลิ้งคลี่ผ้าไม่หมุน
		5.3	I.R. Sensor	จับตำแหน่งของริมผ้าทั้งสองข้างแล้วส่งสัญญาณไปยังรางเข็มเพื่อปรับตำแหน่งของรางเข็มให้อยู่แนวเดียวกับริมผ้า	ไม่สามารถควบคุมตำแหน่งของริมผ้าให้ตรงกับรางเข็มได้
		5.4	มอเตอร์ปรับตำแหน่งรางเข็ม	ปรับระยะของรางเข็มให้ตรงกับแนวริมผ้า	ระยะของรางเข็มไม่ตรงแนวริมผ้า เกิดผ้าตกเข็ม
		5.5	Pinning Roller	กดริมผ้าให้ถูกตรึงบนรางเข็ม	ผ้าไม่ถูกตรึงบนเข็ม ผ้าตกเข็ม
		5.6	Brush Roller	กดริมผ้าให้ถูกตรึงบนรางเข็มให้ลึกจนสุดความยาว	ริมผ้าหลุดจากเข็ม ผ้าตกเข็ม ผ้าหย่อน
		5.7	ลูกปืนรองรับรางเข็ม	รองรับรางเข็มส่วนต้น	รางเข็มส่วนต้นเคลื่อนที่ปรับตำแหน่งไม่ได้
6	ชุดรางเข็ม (Needle rail unit)	6.1	ชุดเข็ม (Pin)	ตรึงผ้าให้อยู่บนรางเข็ม ให้เคลื่อนที่เข้าสู่ชุดตู้อบผ้า	ผ้าไม่ถูกตรึงบนเข็ม ผ้าตกเข็ม
		6.2	รางเข็ม	เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ยึดชุดเข็ม เพื่อนำผ้าเข้าสู่ชุดตู้อบผ้า	ไม่สามารถยึดเข็มให้เคลื่อนที่ได้
		6.3	ปั๊มหยดน้ำมันรางเข็ม	ปั๊มน้ำมันให้หยดลงบนรางเข็มเพื่อหล่อลื่นรางเข็ม	รางเข็มฟีด เกิดการเสียดสี รางเข็มเคลื่อนที่ยากลำบาก
7	ชุดตู้อบ (Oven unit)	7.1	มอเตอร์พัดลม (Motor fan)	หมุนเวียนอากาศภายในตู้อบโดย	อากาศภายในตู้อบไม่หมุนเวียน
		7.2	ประตูตู้อบ	เปิดประตูเพื่อลดอุณหภูมิของเครื่อง Stenter ลง และเป็นจุดที่จะเข้าไปทำความสะอาดภายในตู้อบ	ปิดไม่สนิท ความร้อนในตู้อบรั่วไหล

ตารางที่ 14 สรุปหน้าที่ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่อง สเต็นเตอร์ (ต่อ)

S No.	ระบบย่อย(Sub-System)	C No.	ชิ้นส่วน (Component)	หน้าที่การใช้งาน (Function)	ความล้มเหลวในหน้าที่การใช้งาน (Function Failure)
7	ชุดตู้อบ (Oven unit)	7.3	Heat Exchanger	ตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำมันร้อน (Hot Oil) กับ อากาศภายในตู้อบผ้า	อุณหภูมิในตู้อบไม่ได้ตามที่กำหนด
		7.4	ตะแกรงกรองฝุ่น	กรองอากาศที่มอเตอร์พัดลมดูดเข้ามา ก่อนไหลเวียนเข้าสู่ชุด Heat Exchanger	อากาศที่มีฝุ่นละอองไหลเวียนไป เกาะ Heat Exchangerme
		7.5	มอเตอร์เกียร์สกรูขยายรางเข็ม	สร้างกำลังขับให้กับสกรูขยายรางเข็มหมุน	สกรูขยายรางเข็มไม่หมุน
		7.6	ชุดสรูขยายรางขับ	หดและขยายรางเข็มเพื่อกำหนดความกว้างหน้าผ้าตาม	ไม่สามารถตั้งความกว้างหน้าผ้าได้
		7.7	หัว Nozzle	เป็นช่องทางให้อากาศร้อนไหลกระทบลงบนผ้า	อากาศไม่สามารถไหลเวียนผ่านหัว Nozzle
		7.8	ลูกปืน	รองรับการหมุนของชุดสกรูขยายรางเข็ม	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือวิ่งไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ
8	ชุดลดอุณหภูมิผิวผ้า (Cooling Zone)	8.1	มอเตอร์พัดลม cooling	ดูดอากาศที่อุณหภูมิห้อง ผ่านชุดรังผึ้งและเป่าลงบนผ้า	อากาศไม่ไหลเวียนลงบนผ้า
		8.2	ฟิลเตอร์	กรองอากาศ ก่อนไหลเข้าสู่ชุด Cooling Zone	ฝุ่นสกปรกปรกอุดตันชุดรังผึ้ง ตกลงบนผ้า
		8.3	ชุดรังผึ้ง	ช่องทางให้อากาศที่อุณหภูมิห้อง ไหลผ่านลงสู่ผิวผ้า	อากาศไม่ไหลเวียนลงบนผ้า
9	ส่วนออกผ้า (Exit Stand)	9.1	ชุดตัวริมผ้า (Selvage Trimmer)	สร้างกำลังขับให้กับใบมีดตัดริมผ้า	ใบมีดตัดริมผ้าไม่หมุน
		9.2	ใบมีดตัดริมผ้า (Cutter Trimmer)	ตัดขอบริมผ้าออกให้เรียบ	ตัดผ้าไม่ขาด รอยตัดไม่เรียบ
		9.3	Cutter Blower	เป่าเศษริมผ้าที่ตัดออกมาลงสู่ถุงบรรจุ	ไม่สามารถเป่าเศษริมผ้าลงสู่ถุงบรรจุได้
		9.4	Draw Roller	ดึงผ้าออกจากรางเข็ม	ผ้าไม่ถูกดึงออกจากรางเข็ม ผ้าติดเข็มจะสุดรางเข็ม
		9.5	มอเตอร์ขับลูกกลิ้งเย็น	สร้างกำลังขับให้ลูกกลิ้งเย็น	ลูกกลิ้งเย็นไม่หมุน
		9.6	ลูกกลิ้งเย็น (Cooling Roller)	ลดอุณหภูมิผิวผ้าลง	อุณหภูมิผิวผ้าไม่ลดลง
		9.7	Main Drive Motor	ขับเคลื่อนรางเข็มให้เคลื่อนที่	รางเข็มไม่ทำงาน

ตารางที่ 15 สรุปหน้าที่ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่อง สเต็นเตอร์ (ต่อ)

S No.	ระบบย่อย(Sub-System)	C No.	ชิ้นส่วน (Component)	หน้าที่การใช้งาน (Function)	ความล้มเหลวในหน้าที่การใช้งาน (Function Failure)
9	ส่วนออกผ้า (Exit Stand)	9.8	Air Condition Supply	ส่งความเย็นให้ไหลผ่านลูกกลิ้งเย็น	ระบบทำความเย็นของลูกกลิ้งเย็นไม่ทำงาน
		9.9	สายพาน	ส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน
10	ชุดโบกผ้าหรือชุดพับผ้า (Plaiter unit)	10.1	มอเตอร์เกียร์	สร้างกำลังขับให้พูลเล่คันชัก	พูลเล่คันชักไม่หมุน
		10.2	สายพานขับลูกกลิ้ง	เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ส่งกำลังขับไปยังลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน
		10.3	ชุดโบกผ้า (Plaiter Device)	โบกผ้าพับลงในรถบรรจุผ้า	ผ้าไม่พับตัวลงในรถบรรจุผ้า
		10.4	ลูกปืน	รองรับการหมุนของลูกกลิ้ง	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือวิ่งไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ
11	ชุดระบายอากาศ (Exhaust Unit)	11.1	วาร์วปล่องดูดควัน	ควบคุมการระบายอากาศจากเครื่องจักรออกสู่อากาศ	ไม่สามารถควบคุมการไหลเวียนอากาศออกสู่ภายนอกได้
		11.2	ปล่องควัน	ช่องทางให้อากาศภายในตู้อบไหลออกสู่ภายนอก	อากาศไม่ไหลออกสู่ภายนอกตามปล่องควัน
		11.3	มอเตอร์พัดลม Exhaust	ดูดอากาศภายในเครื่องจักรออกสู่บรรยากาศภายนอก	อากาศไม่ไหลเวียนออกสู่ภายนอก
		11.4	สายพาน	ส่งกำลังขับจากมอเตอร์ไปยังใบพัดดูดอากาศ	พัดลมดูดอากาศไม่หมุน
12	ชุดจ่ายน้ำมันร้อน (Hot Oil Supply Unit)	12.1	ท่อส่งน้ำมันร้อน	ส่งน้ำมันร้อนจากเครื่อง Boiler เข้าสู่เครื่องStenter	ท่อน้ำมันเกิดการรั่วไหล อุณหภูมิตก
		12.2	มอเตอร์ริ่งวาล์ว (Motoring valve)	ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำมันร้อนเข้าสู่ชุด Heat Exchanger ให้สัมพันธ์กับ อุณหภูมิ	อุณหภูมิควบคุมไม่ได้ ต่ำหรือสูงเกินไป
		12.3	สเตนเนอร์ (Stainer)	กรองสิ่งสกปรกในน้ำมันร้อน ก่อนส่งเข้าสู่ชุด Heat	น้ำมันสกปรกอุดตัน Heat Exchanger, น้ำมันร้อนไม่ไหล
13	ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงาน (Control unit)	13.1	ตู้ไฟควบคุมระบบไฟฟ้า (Control Cabinet)	ควบคุมการทำงานของระบบไฟฟ้าอุปกรณ์ไฟฟ้า	เครื่องจักรควบคุมไม่ทำงาน
		13.2	ชุดควบคุมการทำงาน (Control Panel)	ควบคุมการทำงานของเครื่อง Stenter	เครื่องจักรควบคุมไม่ได้

ดังนั้น เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงรักษา การจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในแต่ละระบบย่อยของเครื่องสเต็นเตอร์ โดยใช้วิธีการค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average) จากเกณฑ์ทั้ง 4 ด้าน (ศิริรัตน์, 2537) จึงนำมาใช้ในงานวิจัยนี้

เกณฑ์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความมากน้อยในการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์ 2) ราคาชิ้นส่วนอุปกรณ์ 3) ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วนอุปกรณ์ และ 4) ผลกระทบต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่นเมื่อชิ้นส่วนที่พิจารณาเกิดความเสียหาย การพิจารณาความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องสเต็นเตอร์ ซึ่งมีรูปแบบสมการในการคำนวณดังนี้

$$CC = \sum_{n=1}^{4} W_n X_n \; / \sum_{n=1}^{4} W_n \qquad (3)$$

โดยที่ CC คือ ค่าเฉลี่ยชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญ

W_n คือ ผลคูณเชิงน้ำหนักของเกณฑ์ X_n

X_n คือ คะแนนของเกณฑ์ที่ n ในการประเมินชิ้นส่วนอุปกรณ์

สำหรับผลคูณเชิงน้ำหนักของเกณฑ์ในสมการข้างต้น ทางผู้วิจัยได้ให้วิศวกรแผนกซ่อมบำรุงของโรงงานกรณีศึกษาทำการกำหนดโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ให้ความสำคัญกับแต่ละเกณฑ์ ซึ่งมีค่าที่ทำการกำหนดดังนี้

1. W_1 ผลคูณเชิงน้ำหนักของเกณฑ์ความมากน้อยในการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์ (X_1) เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 2

2. W_2 ผลคูณเชิงน้ำหนักของเกณฑ์ราคาของชิ้นส่วนอุปกรณ์ (X_2) เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์หรือเท่ากับ 2.5

3. W_3 ผลคูณเชิงน้ำหนักของเกณฑ์ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ (X_3) เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 2.5

4. W_4 ผลคูณเชิงน้ำหนักของเกณฑ์ผลกระทบต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่นๆ เมื่อชิ้นส่วนที่พิจารณาเกิดความเสียหาย (X_4) เท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 3

และสำหรับรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในแต่ละระบบย่อยของเครื่องสเต็นเตอร์ สามารถอธิบายได้ดังนี้

8.1 เกณฑ์ความมากน้อยในการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดภาระในการใช้งานของแต่ละชิ้นส่วนอุปกรณ์ โดยแสดงรายละเอียดของระดับคะแนนในดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 เกณฑ์ความมากน้อยในการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์

ความมากน้อยในการใช้งาน		คะแนน
1.	แสดงการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์นั้นๆ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเครื่องจักรทำงาน	4
2.	แสดงการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์นั้นๆ 75 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเครื่องจักรทำงาน	3
3.	แสดงการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์นั้นๆ 50 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเครื่องจักรทำงาน	2
4.	แสดงการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์นั้นๆ ไม่เกิน50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเครื่องจักรทำงาน	1

ตัวอย่างวิธีการคำนวณ : เกณฑ์ความมากน้อยในการใช้งาน “มอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์”

1. W_1 เท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 2

2. สมมติให้คะแนนเกณฑ์ความมากน้อยในการใช้งานของ “มอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์” (X_1) เท่ากับ 4 คะแนน ดังนั้น ลำดับความสำคัญของมอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์ในเกณฑ์นี้เท่ากับ 2×4 = 8 คะแนน

8.2 เกณฑ์ราคาของชิ้นส่วนอุปกรณ์ เป็นการกำหนดปัจจัยทางด้านราคาของแต่ละชิ้นส่วนอุปกรณ์ โดยแสดงรายละเอียดของระดับคะแนนในดังตารางที่ 17 ดังนี้

ตารางที่ 17 เกณฑ์ราคาของชิ้นส่วนอุปกรณ์ (ปรับราคาตามข้อเสนอแนะของ สมศักดิ์, 2552)

ราคาของชิ้นส่วนอุปกรณ์		คะแนน
1.	แสดงราคามากกว่า 30,000 บาท	4
2.	แสดงราคาตั้งแต่ 10,001–30,000 บาท	3
3.	แสดงราคาตั้งแต่ 2,001–10,000 บาท	2
4.	แสดงราคาน้อยกว่า 2,000 บาท	1

ตัวอย่างวิธีการคำนวณ : เกณฑ์ราคาของ “มอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์”

1. W_2 เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 2.5

2. สมมติให้คะแนนเกณฑ์ราคาของมอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์ (X_2) เท่ากับ 4 คะแนนดังนั้น ลำดับความสำคัญของมอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์ในเกณฑ์นี้ เท่ากับ 2.5 × 4 = 10 คะแนน

8.3 เกณฑ์ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วนอุปกรณ์ โดยพิจารณาจากชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมแซมก่อน และถ้าซ่อมแซมไม่ได้จะพิจารณาระยะเวลาในการเปลี่ยนทดแทน แสดงรายละเอียดของระดับคะแนนในดังตารางที่ 18 ดังนี้

ตารางที่ 18 เกณฑ์ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วนอุปกรณ์

ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยน		คะแนน
1.	ใช้เวลาในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์มากกว่า 120 นาที	4
2.	ใช้เวลาในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ตั้งแต่ 61-120 นาที	3
3.	ใช้เวลาในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ตั้งแต่ 31-60 นาที	2
4.	ใช้เวลาในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ไม่เกิน 30 นาที	1

ตัวอย่างวิธีการคำนวณ : เกณฑ์ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนทดแทน “มอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์”

1. W_3 เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 2.5

2. สมมติให้คะแนนเกณฑ์ระยะเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนทดแทนมอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์ (X_3) เท่ากับ 3 คะแนนดังนั้น ลำดับความสำคัญของมอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์ ในเกณฑ์นี้ เท่ากับ 2.5×3 = 7.5คะแนน

8.4 เกณฑ์ผลกระทบต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่นๆ เมื่อชิ้นส่วนที่พิจารณาเกิดความเสียหาย โดยแสดงรายละเอียดของระดับคะแนนในดังตารางที่ 19 ดังนี้

ตารางที่ 19 เกณฑ์ผลกระทบต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่นๆ เมื่อชิ้นส่วนที่พิจารณาเกิดความเสียหาย

ผลกระทบชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่นๆ		คะแนน
1.	กระทบต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่น เครื่องจักรไม่สามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้	4
2.	ไม่กระทบต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่นๆ เครื่องจักรไม่สามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้	3
3.	กระทบต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่นๆ เครื่องจักรสามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้	2
4.	ไม่กระทบต่อชิ้นส่วนอุปกรณ์อื่นๆ เครื่องจักรสามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้	1

ตัวอย่างวิธีการคำนวณ : เกณฑ์ผลกระทบต่อชิ้นส่วนอื่นๆ เมื่อ “มอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์”เกิดความเสียหาย

1. W_4 เท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 3

2. สมมติให้คะแนนเกณฑ์ผลกระทบต่อชิ้นส่วนอื่นๆ เมื่อมอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์เกิดความเสียหาย (X_4) เท่ากับ 3 คะแนน ดังนั้น ลำดับความสำคัญของมอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์ในเกณฑ์นี้ เท่ากับ 3×3 = 9 คะแนน

ตารางที่ 20 ผลวิเคราะห์ความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในแต่ละระบบย่อย

ลำดับ	ระบบย่อย	ลำดับ	ชิ้นส่วนอุปกรณ์	น้ำหนัก x คะแนนของ				ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก	ลำดับความสำคัญ
				$2X_1$	$2.5X_2$	$2.5X_3$	$3X_4$		
1	ชุดเข้าผ้า (Inlet Unit)	1.1	มอเตอร์เกียร์ขับลูกกลิ้ง centering	8	7.5	10	12	3.75	A
		1.2	ลูกปืน	8	5	7.5	12	3.25	A
		1.3	Centering Roller	8	7.5	5	3	2.35	B
		1.4	สายพาน	8	5	7.5	12	3.25	A
		1.5	Sensor	8	7.5	7.5	9	3.20	A
		1.6	ลูกกลิ้งไกด์และลูกกลิ้งเกลียว	8	5	7.5	3	2.35	B
2	อ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.1	อ่างเคมี	6	5	7.5	3	2.15	B
		2.2	ไฮโดรลิคอ่างเคมี	4	7.5	7.5	6	2.50	B
		2.3	Air Pressure Gauge and Valve	6	5	7.5	6	2.45	B
		2.4	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	8	7.5	10	3	2.85	A
		2.5	มอเตอร์เกียร์	8	10	10	12	4.00	A
		2.6	ลูกกลิ้งไกด์	8	5	7.5	3	2.35	B
		2.7	ลูกปืน	8	2.5	10	12	3.25	A
3	ชุดปรับลายผ้า/เกรนผ้าอัตโนมัติ	3.1	ชุดลูกกลิ้งปรับลายผ้า	8	10	5	3	2.60	B
		3.2	ลูกปืน	8	5	7.5	12	3.25	A
		3.3	มอเตอร์	8	7.5	10	12	3.75	A
		3.4	สายพาน	8	5	5	12	3.00	A
4	ชุดโอเวอร์ฟีด (Overfeed Unit)	4.1	ลูกกลิ้งปรับความตึงผ้า	6	7.5	7.5	3	2.40	B
		4.2	ลูกกลิ้งโอเวอร์ฟีด	8	7.5	7.5	3	2.60	B
		4.3	มอเตอร์ขับลูกกลิ้ง	8	7.5	10	12	3.75	A
		4.4	สายพาน	8	5	5	12	3.00	A
		4.5	ลูกปืน	8	5	7.5	12	3.25	A
		4.6	ชุดเฟืองส่งกำลัง	8	5	5	12	3.00	A
5	ชุดพินนิ่ง (Pinning Unit)	5.1	ชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า (Selvage Uncurler)	8	5	5	3	2.10	B
		5.2	มอเตอร์ขับชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า	8	7.5	7.5	12	3.50	A
		5.3	I.R. Sensor	8	7.5	10	12	3.75	A
		5.4	มอเตอร์ปรับตำแหน่งรางเข็ม	8	7.5	5	12	3.25	A
		5.5	Pinning Roller	8	5	7.5	9	2.95	A
		5.6	Brush Roller	8	5	5	9	2.70	B
		5.7	ลูกปืนรองรับรางเข็ม	6	5	10	9	3.00	A
6	ชุดรางเข็ม (Needle rail unit)	6.1	ชุดเข็ม (Pin)	8	7.5	5	3	2.35	B
		6.2	รางเข็ม	8	10	7.5	9	3.45	A
		6.3	ปั๊มหยดน้ำมันรางเข็ม	4	7.5	7.5	6	2.50	B

ตารางที่ 21 ผลวิเคราะห์ความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในแต่ละระบบย่อย (ต่อ)

ลำดับ	ระบบย่อย	ลำดับ	ชิ้นส่วนอุปกรณ์	น้ำหนัก x คะแนนของ				ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก	ลำดับความสำคัญ
				$2X_1$	$2.5X_2$	$2.5X_3$	$3X_4$		
7	ชุดตู้อบ (Oven unit)	7.1	มอเตอร์พัดลม (Motor fan)	8	10	10	12	4.00	**A**
		7.2	ประตูตู้อบ	2	5	5	3	1.50	**C**
		7.3	Heat Exchanger	8	10	10	12	4.00	**A**
		7.4	ตะแกรงกรองฝุ่น	8	5	5	6	2.40	**B**
		7.5	มอเตอร์เกียร์สกรูขยายรางเข็ม	4	7.5	7.5	12	3.10	**A**
		7.6	ชุดสรูขยายรางขับ	4	7.5	10	12	3.35	**A**
		7.7	หัว Nozzle	8	5	7.5	3	2.35	**B**
		7.8	ลูกปืน	4	5	7.5	12	2.85	**A**
8	ชุดลดอุณหภูมิผิวผ้า (Cooling Zone)	8.1	มอเตอร์พัดลม cooling	8	7.5	7.5	6	2.90	**A**
		8.2	ฟิลเตอร์	8	5	5	6	2.40	**B**
		8.3	ชุดรังผึ้ง	8	7.5	5	3	2.35	**B**
9	ส่วนออกผ้า (Exit Stand)	9.1	ชุดตัวตัดริมผ้า (Selvage Trimmer)	4	7.5	7.5	6	2.50	**B**
		9.2	ใบมีดตัดริมผ้า (Cutter Trimmer)	4	5	7.5	3	1.95	**C**
		9.3	Cutter Blower	4	5	7.5	3	1.95	**C**
		9.4	Draw Roller	8	5	7.5	12	3.25	**A**
		9.5	มอเตอร์ขับลูกกลิ้งเย็น	8	7.5	7.5	12	3.50	**A**
		9.6	ลูกกลิ้งเย็น (Cooling Roller)	8	7.5	10	9	3.45	**A**
9	ส่วนออกผ้า (Exit Stand)	9.7	Main Drive Motor	8	10	10	12	4.00	**A**
		9.8	Air Condition Supply	6	7.5	7.5	6	2.70	**B**
		9.9	สายพาน	8	5	5	12	3.00	**A**
10	ชุดโบกผ้าหรือชุดพับ	10.1	มอเตอร์เกียร์	8	10	10	12	4.00	**A**
		10.2	สายพานขับลูกกลิ้ง	8	5	7.5	12	3.25	**A**
		10.3	ชุดโบกผ้า (Plaiter Device)	8	7.5	7.5	12	3.50	**A**
		10.4	ลูกปืน	8	5	5	12	3.00	**A**
11	ชุดระบายอากาศ (Exhaust Unit)	11.1	วาร์วปล่องดูดควัน	4	2.5	7.5	6	2.00	**C**
		11.2	ปล่องควัน	4	10	7.5	3	2.45	**B**
		11.3	มอเตอร์พัดลม Exhaust	4	7.5	7.5	9	2.80	**A**
		11.4	สายพาน	4	5	7.5	6	2.25	**B**
12	ชุดจ่ายน้ำมันร้อน (Hot Oil Supply Unit)	12.1	ท่อส่งน้ำมันร้อน	8	7.5	7.5	3	2.60	**B**
		12.2	มอเตอร์ริ่งวาล์ว (Motoring valve)	8	10	10	12	4.00	**A**
		12.3	สเตนเนอร์ (Stainer)	8	7.5	10	9	3.45	**A**
13	ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงาน (Control	13.1	ตู้ไฟควบคุมระบบไฟฟ้า (Control	8	10	5	6	2.90	**A**
		13.2	ชุดควบคุมการทำงาน (Control Panel)	8	10	10	6	3.40	**A**

สรุป การให้คะแนนของลำดับความสำคัญของมอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์เท่ากับ (8+10+7.5+9)/10 = 3.45 คะแนน ดังนั้น มอเตอร์เกียร์ขับแพดเดอร์เป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่อยู่ในกลุ่มต้องได้รับการเอาใจใส่ในการบำรุงรักษาเป็นอย่างดี (สำคัญมาก) เนื่องจากมีคะแนนลำดับความสำคัญ เท่ากับ 3.45 จึงจัดลำดับความสำคัญให้อยู่ในกลุ่ม A ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 เกณฑ์การแบ่งกลุ่มความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์

การแบ่งกลุ่มความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์	**ค่าเฉลี่ย**	**ความสำคัญ**
ได้รับการเอาใจใส่ในการบำรุงรักษาสูง (สำคัญมาก)	≥ 2.75	A
ได้รับการเอาใจใส่ในการบำรุงรักษาพอสมควร (สำคัญปานกลาง)	2.01 – 2.74	B
ได้รับการเอาใจใส่ในการบำรุงรักษาน้อย (สำคัญน้อย)	≤ 2.00	C

ในส่วนของการจัดลำดับความสำคัญโดยใช้ปัจจัยในการวิเคราะห์ทั้ง 4 เกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ข้างตน ผู้วิจัยจึงได้เชิญทีมงาน RCM มาทำการประเมินระดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ร่วมกัน โดยผลการวิเคราะห์และแบ่งกลุ่มความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ในแต่ละระบบย่อยของเครื่องสเต็นเตอร์ แสดงดังตารางที่ 20 และ 21

เมื่อทำการจัดแบ่งระบบการทำงานของเครื่องสเต็นเตอร์ ออกเป็นระบบย่อยและจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ ผู้วิจัยและทางทีมงานสามารถสรุปลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ย่อยของเครื่องสเต็นเตอร์ ได้ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 สรุปลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ย่อยของเครื่องสเต็นเตอร์

ลำดับความสำคัญ	ความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องสเต็นเตอร์	จำนวน (รายการ)
A	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมาก	38
B	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีความสำคัญปานกลาง	23
C	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีความสำคัญน้อย	4

จากผลการสรุปการจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่องสเต็นเตอร์ ทั้ง 3 กลุ่มตามตารางที่ 23 ทางผู้วิจัยและทีมงานของโรงงานกรณีศึกษา ได้เลือกชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากที่สุด (กลุ่ม A) ซึ่งมีทั้งหมด 38 ชิ้นส่วน ไปวิเคราะห์คุณลักษะความเสียหายและสาเหตุ รวมทั้งวิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหายที่เกิดขึ้นเพื่อกำหนดเทคนิคการบำรุงรักษาที่เหมาะสมซึ่งจะกล่าวในบทต่อไป

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

หลังจากดำเนินงานตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ให้ผู้วิจัยทราบถึงขั้นตอนการผลิตที่เป็นจุดวิกฤตและมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตของโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอที่ใช้เป็นกรณีศึกษา มากที่สุดซึ่งก็คือ กระบวนการตกแต่งสำเร็จ โดยเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการนี้คือ เครื่องสเต็นเตอร์ และเมื่อจำแนกระบบการทำงานย่อย ระบุหน้าที่การใช้งานและความล้มเหลวทำให้ทราบว่าชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในระบบย่อยต่างๆ มีทั้งหมด 65 ชิ้นส่วน แต่ด้วยชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีจำนวนมาก การจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์โดยใช้วิธีการค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average) จึงนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นผลให้มีชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีความสำคัญ ทั้งสิ้น 38 ชิ้นส่วน สำหรับในบทนี้จะวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและสาเหตุ วิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหาย และเลือกเทคนิคการบำรุงรักษาที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้งานจริง

1 การวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย ผลกระทบ และสาเหตุของความเสียหาย

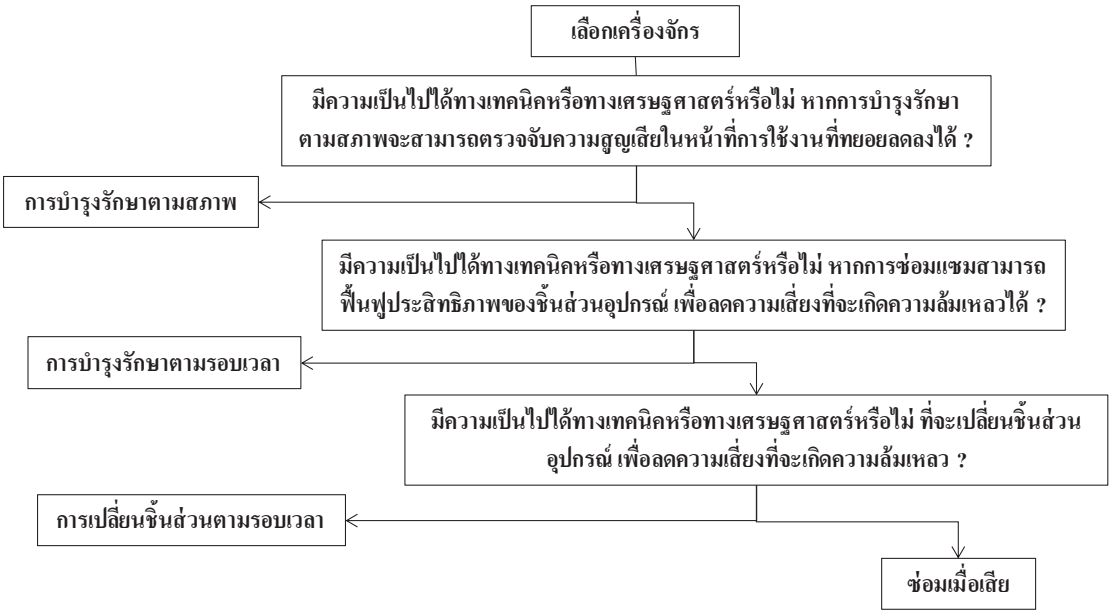
เมื่อจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ของเครื่อง สเต็นเตอร์ แล้วพบว่า ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมาก (กลุ่ม A) มีหมด 38 ชิ้นส่วน ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย ผลกระทบ และสาเหตุของความเสียหาย (Failure Mode and Effective Analysis: FMEA) เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้ชิ้นส่วนอุปกรณ์เกิดการเสียหาย ร่วมกับทีมที่มีประสบการณ์ ซึ่งประกอบไปด้วย หัวหน้าและช่างซ่อมบำรุง หัวหน้า และพนักงานฝ่ายผลิต ผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 24 ถึง ตารางที่ 28

ภาพที่ 31 กระบวนการทำ RCM

2 เลือกเทคนิคการบำรุงรักษาโดยการใช้ RCM Methodology Logic

หลังจากที่ทีม RCM ได้ร่วมกันวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย ผลกระทบ และสาเหตุของความเสียหาย (Failure Mode and Effective Analysis: FMEA) เสร็จสิ้น ในขั้นตอนที่ 6

ดังภาพที่ 31 เป็นขั้นตอนในการเลือกเทคนิคการบำรุงรักษา ทางทีม RCM จึงร่วมกันระดมสมองเลือกเทคนิคในการบำรุงรักษาที่เหมาะสมกับคุณลักษณะความเสียหาย (Failure Mode) ร่วมกับความพร้อมและความสามารถในการดำเนินงานโดยใช้ RCM methodology Logic ของ Andrew K.S. Jardine (2006: 9) ดังภาพที่ 32



ภาพที่ 32 RCM Methodology Logic

ที่มา: Jardaine, Andrew K.S., and Albert H.C. Tsang., Maintenance Replacement and Reliability Theory and Application (Boca Raton Florida: Taylor & Francis Group, 2006), 11.

การเลือกงานบำรุงรักษานี้เป็นการเลือกงานบำรุงรักษาตามเงื่อนไขทางเศรษฐศาสตร์และความเป็นไปได้ทางเทคนิค เทคนิคการบำรุงรักษาที่จะนำมาใช้พิจารณาคือ

1. การบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition-Based Maintenance: CBM)
2. การบำรุงรักษาตามรอบเวลา (Time-Based Maintenance: TBM)
3. การเปลี่ยนชิ้นส่วนตามรอบเวลา (Time-Based Discard: TBD)
4. การซ่อมเมื่อเสียหาย (Run to Failure: RTF)

ผลที่ได้หลังจากการเลือกเทคนิคในการบำรุงรักษาที่เหมาะสมแก่ชิ้นส่วนอุปกรณ์ทั้ง 38 ชิ้นส่วนและวิธีการบำรุงรักษา รวมทั้งรอบเวลาในบำรุงรักษาชิ้นส่วนอุปกรณ์ แสดงดังตารางที่ 29 ถึง ตารางที่ 34

3 การสร้างแผนบำรุงรักษา และการนำไปใช้งาน

ในขั้นตอนที่ 7 ดังภาพที่ 31 เป็นขั้นตอนสร้างและปรับปรุงแผนบำรุงรักษา ทางทีม RCM จึงได้นำแผนการบำรุงรักษาเดิม ซึ่งเป็นเพียงการบำรุงรักษาตามรอบเวลาแต่ละเครื่องจักร และไม่ได้กำหนดวิธีการบำรุงรักษาที่เหมาะสมในแต่และชิ้นส่วน ดังภาพที่ 42 ในภาคผนวก ก มาปรับปรุงและกำหนดแผนการบำรุงรักษาที่เหมาะสมให้กับชิ้นส่วนที่สำคัญและสอดคล้องกับสภาพการทำงานจริง ณ ปัจจุบัน และก่อนนำแผนดังกล่าวไปใช้งาน

3.1 จัดทำแผนบำรุงรักษา โดยแผนบำรุงรักษาแบ่งเป็น แผนบำรุงรักษาประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำ 2 สัปดาห์ ประจำเดือน ประจำ 3 เดือน และประจำ 6 เดือน ดังแสดงตัวอย่างไว้ดังตารางที่ 35 ถึง ตารางที่ 38 ซึ่งแผนบำรุงรักษานี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.1.1 แผนบำรุงรักษาส่วนของพนักงานประจำเครื่อง จากแผนการบำรุงรักษาตามแผน (PM maintenance) เดิม พนักงานมีส่วนร่วมในกิจกรรมบำรุงรักษาน้อยเกินไป ทำให้เครื่องจักรขาดการดูแล เมื่อนำหลัก RCM มาประยุกต์ใช้และให้พนักงานมีส่วนร่วมในกิจกรรมบำรุงรักษามากยิ่งขึ้น เครื่องจักรได้รับการดูแลรักษาที่ดี การขัดข้องและเสียหายลดลง ซึ่งแผนการบำรุงรักษาในส่วนของพนักงานประจำเครื่องจะเน้นด้าน การบำรุงรักษาตามสภาพ ด้วยการใช้สัมผัสของคนตรวจติดตามสภาพเครื่องจักรเพื่อค้นหา Failure หรือแนวโน้มของการเกิด Failure ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งเป็นวิธีการที่ประหยัดและสามารถใช้งานได้ทันที

3.1.1 แผนบำรุงรักษาส่วนของช่างซ่อมบำรุง จากแผน PM เดิมทางทีมช่างจะเข้าบำรุงรักษาเครื่องจักรตามรอบเวลา แต่แผนการบำรุงรักษาเดิมนี้ขาดรายการชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญต่อการทำงานของเครื่องจักรที่ควรได้รับการดูแลรักษา แต่หลังจากนำหลักการ RCM มาประยุกต์ใช้ ทำให้ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีความสำคัญได้รับการดูแลรักษาที่เหมาะสม ซึ่งแผนของทางทีมช่างจะเน้นหนักไปทาง การบำรุงรักษาตามสภาพควบคู่กับการบำรุงรักษาตามรอบเวลา

3.2 ฝึกอบรมพนักงานประจำเครื่องและพนักงานช่างซ่อมบำรุง ให้มีความรู้ความเข้าใจถึงแนวทางและขั้นตอนในการดูแลรักษาเครื่องจักรที่ถูกต้อง โดยทีมงานบำรุงรักษาเป็นผู้ดำเนินการฝึกอบรม หลังจากที่มีการนำแผนบำรุงรักษาไปใช้แล้ว จะมีการติดตามผลการดำเนินงาน รวมทั้งจะมีรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากพนักงานประจำเครื่องและช่างบำรุงรักษามาปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.3 สร้างคู่มือควบคุมปัจจัยเข้าที่สำคัญ หลังจากที่ได้ฝึกอบรมพนักงานประจำเครื่องและช่างบำรุงรักษาแล้วพบว่า มีจุดที่ต้องให้ความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับระบบการทำงานและชิ้นส่วนอุปกรณ์เพิ่มเติม ทางทีมงาน RCM จึงได้ร่วมกัน สร้างคู่มือควบคุมปัจจัยเข้าที่สำคัญขึ้นเพื่อเป็นแหล่งความรู้แก่พนักงานเครื่องและช่างซ่อมบำรุง ซึ่งแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 34

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย ผลกระทบ และสาเหตุของความเสียหาย (FMEA)

C No.	ชิ้นส่วน (Component)	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย (Failure Mode)	สาเหตุของความเสียหาย (Failure Cause)	ผลกระทบต่อระบบ (Failure Effect System)	ผลกระทบต่อโรงงาน (Failure Effect Plant)
1.1	มอเตอร์เกียร์ขับลูกกลิ้ง Centering	1.1.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	ลูกกลิ้งไม่หมุน ไม่สามารถส่งผ้าเข้าเครื่องได้	ผลผลิตลดลง
		1.1.2	ชุดเกียร์ มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	ลูกกลิ้งหมุนได้ไม่เรียบ หมุนสะดุด	คุณภาพลดลง
1.2	ลูกปืน	1.2.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ลูกกลิ้งไม่หมุน ไม่สามารถหมุนได้ตามความเร็วที่กำหนด	ผลผลิตลดลง คุณภาพลดลง
		1.2.1	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือหมุนไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ	ผลผลิตลดลง คุณภาพลดลง
1.4	สายพาน	1.4.1	ขาด	สายพานเสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ไม่สามารถส่งกำลังไปขับลูกกลิ้งได้ (ลูกกลิ้งไม่หมุน)	ผลผลิตลดลง
		1.4.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ	ลูกกลิ้งไม่สามารถได้ตามความเร็วที่กำหนด	คุณภาพลดลง
1.5	Sensor	1.5.1	หัวเซนเซอร์เสีย หัวเซนเซอร์ไม่ทำงาน	มีสิ่งสกปรก เคมี เกาะที่หัวเซนเซอร์	Centering Roller ไม่ทำงานทำให้ไม่สามารถควบคุมตำแหน่งของผ้าได้	ผลผลิตลดลง คุณภาพลดลง
2.4	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.4.1	ไม่หมุน หรือวิ่งสะดุด หรือสั่น	ลูกปืนแตก	ไม่สามารถบีบน้ำยาเคมีส่วนเกินให้ได้ % pickup ตามมาตรฐาน	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
		2.4.2	ผิวลูกกลิ้งเป็นรอยแตก ผิวมีตำหนิ	ผิวลูกกลิ้งเสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ไม่สามารถบีบน้ำยาเคมีส่วนเกินให้ได้ % pickup ตามมาตรฐาน เกิดรอยตำหนิบนผ้า	คุณภาพลดลง
		2.4.3	แรงดันบีบลูกกลิ้งไม่ได้ตามที่กำหนด	ชุดควบคุมแรงดันรั่ว	ไม่สามารถบีบน้ำยาเคมีส่วนเกินให้ได้ % pickup ตามมาตรฐาน	คุณภาพลดลง
		2.4.4	แรงดันบีบลูกกลิ้งไม่ได้ตามที่กำหนด	Gauge ควบคุมแรงดันเสีย	ไม่สามารถบีบน้ำยาเคมีส่วนเกินให้ได้ % pickup ตามมาตรฐาน	คุณภาพลดลง
2.5	มอเตอร์เกียร์	2.5.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	ไม่มีกำลังขับไปขับลูกกลิ้งแพดเดอร์	ผลผลิตลดลง
		2.5.2	ชุดเกียร์ มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	ลูกกลิ้งแพดเดอร์วิ่งสะดุด ชุดเกียร์สึกหรือเร็ว	คุณภาพลดลง ไม่ปลอดภัย

ตารางที่ 25 การวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย ผลกระทบ และสาเหตุของความเสียหาย (FMEA) (ต่อ)

C No.	ชิ้นส่วน (Component)	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย (Failure Mode)	สาเหตุของความเสียหาย (Failure Cause)	ผลกระทบต่อระบบ (Failure Effect System)	ผลกระทบต่อโรงงาน (Failure Effect Plant)
2.7	ลูกปืน	2.7.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ลูกกลิ้งแพดเดอร์ไม่หมุน หรือหมุนให้ได้ความเร็วที่ต้องการ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
		2.7.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ลูกกลิ้งแพดเดอร์หมุนไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
3.2	ลูกปืน	3.2.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ลูกกลิ้งปรับลายผ้าไม่หมุน หรือหมุนไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
		3.2.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือหมุนไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
3.3	มอเตอร์	3.3.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	ไม่มีกำลังขับไปขับลูกกลิ้งแพดเดอร์	ผลผลิตลดลง
		3.3.2	มอเตอร์มีเสียงดัง สั่น	ลูกปืนแตก หรือติดตั้งไม่ดี	ลูกกลิ้งหมุนได้ไม่เรียบ หมุนสะดุด	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
3.4	สายพาน	3.4.1	ขาด	สายพานเสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ไม่สามารถส่งกำลังไปขับลูกกลิ้งได้ (ลูกกลิ้งไม่หมุน)	ผลผลิตลดลง
		3.4.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ	ลูกกลิ้งไม่สามารถได้ตามความเร็วที่กำหนด	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
4.3	มอเตอร์ขับลูกกลิ้ง	4.3.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	ลูกกลิ้งไม่หมุน ไม่สามารถส่งผ้าเข้าเครื่องได้	ผลผลิตลดลง
		4.3.2	มอเตอร์มีเสียงดัง สั่น	ลูกปืนแตก หรือติดตั้งไม่ดี	ลูกกลิ้งหมุนได้ไม่เรียบ หมุนสะดุด	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
4.4	สายพาน	4.4.1	ขาด	สายพานเสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ไม่สามารถส่งกำลังไปขับลูกกลิ้งได้ (ลูกกลิ้งไม่หมุน)	ผลผลิตลดลง
		4.4.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ/ เสื่อมสภาพ	ลูกกลิ้งไม่สามารถได้ตามความเร็วที่กำหนด	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
4.5	ลูกปืน	4.5.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ลูกกลิ้งแพดเดอร์ไม่หมุน หรือหมุนให้ได้ความเร็วที่ต้องการ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
		4.5.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ลูกกลิ้งไม่หมุน หรือหมุนไม่ได้ตามความเร็วที่ต้องการ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
4.6	ชุดเฟืองส่งกำลัง	4.6.1	ฟันเฟือง สึกหรอ	อายุการใช้งานนานเกินไป ขาดการหล่อลื่น	ลูกกลิ้งหมุนไม่ได้ตามความเร็วที่กำหนด	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย ผลกระทบ และสาเหตุของความเสียหาย (FMEA) (ต่อ)

C No.	ชิ้นส่วน (Component)	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย (Failure Mode)	สาเหตุของความเสียหาย (Failure Cause)	ผลกระทบต่อระบบ (Failure Effect System)	ผลกระทบต่อโรงงาน (Failure Effect Plant)
5.2	มอเตอร์ขับชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า	5.2.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	ชุดกลิ้งคลี่ผ้า ไม่หนุน ทำให้ผ้าตกเข็ม ริมผ้า	ผลผลิตลดลง
		5.2.2	มอเตอร์มีเสียงดัง สั่น	ลูกปืนแตก หรือติดตั้งไม่ดี	ลูกกลิ้งหมุนได้ไม่เรียบ หมุนสะดุด	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
5.3	I.R. Sensor	5.3.1	ไม่จับริมผ้า หรือจับริมผ้ามากหรือน้อยเกินไป	มีสารเคมี เกาะติดหรือกัดกร่อนเซนเซอร์	ผ้าตกรางเข็ม เกิดปัญหาริวผ้าเว้า	คุณภาพลดลง
5.4	มอเตอร์ปรับตำแหน่งรางเข็ม	5.4.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	ไม่สามารถปรับตำแหน่งรางเข็มเพื่อกำหนดหน้าผ้าได้	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
		5.4.2	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	รางเข็มวิ่งสะดุด	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
5.5	Pinning Roller	5.5.1	แปรงของ pinning roller สึก	อายุการใช้งานนานเกินไป	ผ้าตกรางเข็ม เกิดปัญหาริวผ้าเว้า	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
		5.5.2	วิ่งสะดุด สั่น	ลูกปืนลูกกลิ้งแตก	ผ้าตกรางเข็ม เกิดปัญหาริวผ้าเว้า	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
5.7	ลูกปืนรองรับรางเข็ม	5.7.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ หมดอายุการใช้งาน	ไม่สามารถปรับตำแหน่งรางเข็มเพื่อกำหนดหน้าผ้าได้	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
		5.7.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ หมดอายุการใช้งาน	ไม่สามารถปรับตำแหน่งรางเข็มเพื่อกำหนดหน้าผ้าได้	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
6.2	รางเข็ม	6.2.1	รางกระตุกและมีเสียงดัง	การหล่อลื่นรางเข็มไม่ดีพอ	ผ้าตกรางเข็ม เกิดปัญหาริวผ้าเว้า ผ้าขาด	คุณภาพลดลง
7.1	มอเตอร์พัดลม (Motor fan)	7.1.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	อากาศร้อนภายในตู้อบไม่หมุนเวียนไปกระทบผ้า	ผลผลิตลดลง
		7.1.2	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	อากาศร้อนภายในตู้อบหมุนเวียนไม่เต็มประสิทธิภาพ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
7.3	Heat Exchanger	7.3.1	น้ำมันร้อนรั่วไหลออก	ท่อ Heat Exchanger ผุกร่อน	ไม่สามารถสร้างความร้อนภายในตู้อบได้	คุณภาพลดลง ไม่ปลอดภัย
		7.3.2	สร้างความร้อนไม่ได้ตามที่กำหนด	ขาดการทำความสะอาด Heat Exchanger	สร้างความร้อนภายในตู้อบได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ	คุณภาพลดลง
		7.3.4	สร้างความร้อนไม่ได้ตามที่กำหนด	ตะแกรงกรองฝุ่นอุดตัน	สร้างความร้อนภายในตู้อบได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ	คุณภาพลดลง

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย ผลกระทบ และสาเหตุของความเสียหาย (FMEA) (ต่อ)

C No.	ชิ้นส่วน (Component)	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย (Failure Mode)	สาเหตุของความเสียหาย (Failure Cause)	ผลกระทบต่อระบบ (Failure Effect System)	ผลกระทบต่อโรงงาน (Failure Effect Plant)
7.5	มอเตอร์เกียร์สกรูขยายรางเข็ม	7.5.1	มอเตอร์เสียไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	ไม่มีกำลังขับไปขับสกรูขยายรางเข็ม	คุณภาพลดลง
		7.5.2	ชุดเกียร์ กระตุก มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	ปรับตั้งความกว้างรางเข็มไม่ถูกต้อง	คุณภาพลดลง
7.6	ชุดสกรูขยายรางเข็ม	7.6.1	ประกับคานแตก หลุด	การหล่อลื่นไม่ดีพอ	ไม่สามารถปรับตั้งความกว้างหน้าผ้าได้	คุณภาพลดลง
		7.6.2	มีเสียงดังเมื่อใช้งาน	การหล่อลื่นไม่ดีพอ	ปรับตั้งความกว้างหน้ายาก ลำบาก	คุณภาพลดลง
7.7	ลูกปืนสกรูขยายรางเข็ม	7.7.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	สกรูขยายรางเข็มไม่หมุน หรือหมุนไม่ได้ตามระยะของรางเข็มที่ต้องการ	คุณภาพลดลง
		7.7.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	สกรูขยายรางเข็มไม่หมุน หรือหมุนไม่ได้ตามระยะของรางเข็มที่ต้องการ	คุณภาพลดลง
8.1	มอเตอร์พัดลม Cooling	8.1.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	อากาศไม่ไหลเวียนกระทบลงบนผิวผ้าทำให้อุณหภูมิผิวผ้าไม่ลดลง	คุณภาพลดลง
		8.12	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	ลมร้อนในตู้อบหมุนเวียนไม่เต็มประสิทธิภาพ	คุณภาพลดลง
9.4	Draw Roller	9.4.1	ลูกปืนลูกกลิ้งแตก	ขาดการหล่อลื่น	ผ้าติดรามเข็ม ทำให้ผ้าขาด	คุณภาพลดลง
9.5	มอเตอร์ขับลูกกลิ้งเย็น	9.5.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	ลูกกลิ้งเย็นไม่หมุน	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
		9.5.2	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	หมุนไม่เต็มประสิทธิภาพ หมุนสะดุด	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
9.6	ลูกกลิ้งเย็น (Cooling Roller)	9.6.1	ลูกกลิ้งไม่หมุน	มอเตอร์ขับไม่ทำงาน	ผ้าหยุดวิ่ง เครื่องจักรหยุดทำงาน	ผลผลิตลดลง
		9.6.2	ลูกกลิ้งไม่เย็น	ระบบทำความเย็นไม่ทำงาน	อุณหภูมิผิวผ้ายังคงสูง ทำให้เกิดผ้ายับ	คุณภาพลดลง
9.7	Main Drive Motor	9.7.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	รางเข็มหยุดวิ่ง	ผลผลิตลดลง
		9.7.2	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	รางเข็มกระตุก วิ่งไม่เต็มประสิทธิภาพ	คุณภาพลดลง
9.9	สายพาน	9.9.1	ขาด	สายพานเสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ไม่สามารถส่งกำลังไปขับลูกกลิ้งได้ (ลูกกลิ้งไม่หมุน)	ผลผลิตลดลง
		9.9.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ/ เสื่อมสภาพ	ลูกกลิ้งไม่สามารถได้ตามความเร็วที่กำหนด	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
10.1	มอเตอร์เกียร์	10.1.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	ชุดโบกผ้าไม่ทำงาน ผ้าตกรถ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
		10.1.2	ชุดเกียร์ กระตุก มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	ชุดโบกผ้าวิ่งไม่เต็มประสิทธิภาพ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหาย ผลกระทบ และสาเหตุของความเสียหาย (FMEA) (ต่อ)

C No.	ชิ้นส่วน (Component)	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย (Failure Mode)	สาเหตุของความเสียหาย (Failure Cause)	ผลกระทบต่อระบบ (Failure Effect System)	ผลกระทบต่อโรงงาน (Failure Effect Plant)
10.2	สายพานขับลูกกลิ้ง	10.2.1	ขาด	สายพานเสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ไม่สามารถส่งกำลังไปขับลูกกลิ้งได้ (ลูกกลิ้งไม่หมุน)	ผลผลิตลดลง
		10.2.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ/เสื่อมสภาพ	ลูกกลิ้งไม่สามารถได้ตามความเร็วที่กำหนด	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
10.3	ชุดโบกผ้า (Plaiter Device)	10.3.1	ลูกปืนคันโยกชุดโบกผ้าแตก	ขาดการหล่อลื่น	ชุดโบกผ้าไม่ทำงาน ผ้าตกรถ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
10.4	ลูกปืนลูกกลิ้งชุดโบกผ้า	10.3.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ชุดโบกผ้าไม่ทำงาน ผ้าตกรถ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
		10.3.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ชุดโบกผ้าไม่ทำงาน ผ้าตกรถ	คุณภาพลดลง ผลผลิตลดลง
11.3	มอเตอร์พัดลม Exhaust	11.3.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	อากาศไม่ไหลเวียนออกสู่ภายนอก ควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบไม่ได้	คุณภาพลดลง
		11.3.2	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	ชุดโบกผ้าวิ่งไม่เต็มประสิทธิภาพ	ผลผลิตลดลง
		11.3.3	พัดลมไม่หมุน Exhaust ไม่หมุน	สายพานขาด	อากาศไม่ไหลเวียนออกสู่ภายนอก ควบคุมอุณหภูมิภายในตู้อบไม่ได้	คุณภาพลดลง
12.2	มอเตอร์ริ่งวาล์ว (Motoring valve)	12.2.1	เปิด-ปิด ไม่สุด	น้ำมันอุดตันวาร์ว	ควบคุมอุณหภูมิไม่ได้	คุณภาพลดลง
		12.2.2	วาร์วไม่ทำงาน	ตัวมอเตอร์เสีย	อุณหภูมิไม่ได้ตามที่กำหนด	คุณภาพลดลง
		12.2.3	รั่วซึม	ซีลรอยต่อเสื่อมสภาพ	ควบคุมอุณหภูมิไม่ได้	คุณภาพลดลง ไม่ปลอดภัย
12.3	สเตนเนอร์ (Stainer)	12.3.1	ฟิลเตอร์ตัน	ไม่มีการล้างฟิลเตอร์	ความร้อนในตู้อบไม่ได้ตามที่กำหนด	คุณภาพลดลง
		12.3.2	น้ำมันรั่วซึมหน้าแปลน	ยางรองหน้าแปลนชำรุด	อุณหภูมิไม่ได้ตามที่กำหนด	คุณภาพลดลง ไม่ปลอดภัย
13.1	ตู้ไฟควบคุมระบบไฟฟ้า (Control	13.1.1	ลัดวงจร	ฝุ่นสกปรกเกาะติดแผงวงจรไฟฟ้า	เครื่องจักรไม่ทำงาน	ผลผลิตลดลง
		13.1.2	อุปกรณ์มีอาการ Over load/มีอาการน็อค	อุณหภูมิภายในตู้อบสูงเกินไป	เครื่องจักรไม่ทำงาน/หยุดทำงานบ่อย	ผลผลิตลดลง
13.2	ชุดควบคุมการทำงาน (Control Panel)	13.2.1	ไฟฟ้าลัดวงจร	เปื้อนฝุ่นละออง	ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรไม่ได้	ผลผลิตลดลง ไม่ปลอดภัย

ตารางที่ 29 ผลการเลือกเทคนิคการบำรุงรักษาโดยการใช้ RCM Methodology Logic

C No.	ชิ้นส่วน	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย	สาเหตุของความเสียหาย	ภารกิจการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	รูปแบบการบำรุงรักษา	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
1.1	มอเตอร์เกียร์ขับลูกกลิ้ง centering	1.1.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดม กลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		1.1.2	ชุดเกียร์ มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	สังเกตุการสั่นไหว ฟังเสียง และเปลี่ยนถ่ายหรือเติมน้ำมันหล่อลื่น	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
1.2	ลูกปืน	1.2.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		1.2.1	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
1.4	สายพาน	1.4.1	ขาด	เสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		1.4.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ	ตรวจสอบความตึง-หย่อน และปรับตั้งให้เหมาะสม	TBM	2 สัปดาห์	ช่างซ่อมบำรุง
1.5	Sensor	1.5.1	หัวเซนเซอร์เสีย หัวเซนเซอร์ไม่ทำงาน	มีสิ่งสกปรก เคมี เกาะที่หัวเซนเซอร์	ทำความสะอาดหัว Sensor	TBM	ทุกวัน	พนักงาน
2.4	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.4.1	ไม่หมุน หรือวิ่งสะดุด หรือสั่น	ลูกปืนแตก	สังเกตุการหมุนด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		2.4.2	ผิวลูกกลิ้งเป็นรอยแตก ผิวมีตำหนิ	ผิวลูกกลิ้งเสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ตรวจสอบผิวลูกกลิ้งด้วยสายตา และใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาด	TBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		2.4.3	แรงดันบีบลูกกลิ้งไม่ได้ตามที่กำหนด	ชุดควบคุมแรงดันรั่ว	ตรวจสอบการรั่วไหลของลมอัด และแรงดันลม	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		2.4.4	แรงดันบีบลูกกลิ้งไม่ได้ตามที่กำหนด	Gauge ควบคุมแรงดันเสีย	ตรวจสอบสภาพการทำงานของเกจจ์วัดแรงดันและแรงดันลม	CBM	ทุกวัน	พนักงาน
2.5	มอเตอร์เกียร์	2.5.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดม กลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		2.5.2	ชุดเกียร์ มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	สังเกตุการสั่นไหว ฟังเสียง และเปลี่ยนถ่ายหรือเติมน้ำมันหล่อลื่น	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง

ตารางที่ 30 ผลการเลือกเทคนิคการบำรุงรักษาโดยการใช้ RCM Methodology Logic (ต่อ)

C No.	ชิ้นส่วน	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย	สาเหตุของความเสียหาย	ภารกิจการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	รูปแบบการบำรุงรักษา	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
2.7	ลูกปืน	2.7.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		2.7.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
3.2	ลูกปืน	3.2.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		3.2.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
3.3	มอเตอร์	3.3.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		3.3.2	มอเตอร์มีเสียงดัง สั่น	ลูกปืนแตก หรือติดตั้งไม่ดี	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
3.4	สายพาน	3.4.1	ขาด	เสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		3.4.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ	ตรวจสอบความตึง-หย่อน และปรับตั้งให้เหมาะสม	TBM	2 สัปดาห์	ช่างซ่อมบำรุง
4.3	มอเตอร์ขับลูกกลิ้ง	4.3.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		4.3.2	มอเตอร์มีเสียงดัง สั่น	ลูกปืนแตก หรือติดตั้งไม่ดี	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
4.4	สายพาน	4.4.1	ขาด	เสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		4.4.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ/ เสื่อมสภาพ	ตรวจสอบความตึง-หย่อน และปรับตั้งให้	TBM	2 สัปดาห์	ช่างซ่อมบำรุง
4.5	ลูกปืน	4.5.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		4.5.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง

ตารางที่ 31 ผลการเลือกเทคนิคการบำรุงรักษาโดยการใช้ RCM Methodology Logic (ต่อ)

C No.	ชิ้นส่วน	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย	สาเหตุของความเสียหาย	ภารกิจการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	รูปแบบการบำรุงรักษา	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
4.6	ชุดเฟืองส่งกำลัง	4.6.1	ฟันเฟือง สึกหรอ	อายุการใช้งานนานเกินไป ขาดการหล่อลื่น	ตรวจสอบด้วยการฟังเสียงและการสังเกตสภาพฟันเฟือง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
5.2	มอเตอร์ขับชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า	5.2.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน คม กลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		5.2.2	มอเตอร์มีเสียงดัง สั่น	ลูกปืนแตก หรือติดตั้งไม่ดี	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วย	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
5.3	I.R. Sensor	5.3.1	ไม่จับริมผ้า หรือจับริมผ้ามาก หรือน้อยเกินไป	มีสารเคมี เกาะติดหรือกัดกร่อนเซนเซอร์	เช็ดทำความสะอาด I.R Sensor	CBM	ทุกวัน	พนักงาน
5.4	มอเตอร์ปรับตำแหน่งรางเข็ม	5.4.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหวคมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		5.4.2	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
5.5	Pinning Roller	5.5.1	แปรงของ pinning roller สึก	อายุการใช้งานนานเกินไป	ตรวจสอบสภาพของแปรง และเปลี่ยนตามอายุการใช้งาน	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		5.5.2	วิ่งสะดุด สั่น	ลูกปืนลูกกลิ้งแตก	ตรวจสอบการวิ่งของ pinning roller และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	2 สัปดาห์	ช่างซ่อมบำรุง
5.7	ลูกปืนรองรับรางเข็ม	5.7.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ หมดอายุการใช้งาน	ตรวจสอบสภาพด้วยการสังเกตุ และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		5.7.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ หมดอายุการใช้งาน	ตรวจสอบด้วยการฟังเสียง และหล่อลื่นลูกปืน	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
6.2	รางเข็ม	6.2.1	รางกระตุกและมีเสียงดัง	การหล่อลื่นรางเข็มไม่ดีพอ	ตรวจสอบระดับน้ำมันของปั๊มน้ำมันหยดรางเข็ม และเติมให้ได้ระดับ	TBM	2 สัปดาห์	ช่างซ่อมบำรุง

ตารางที่ 32 ผลการเลือกเทคนิคการบำรุงรักษาโดยการใช้ RCM Methodology Logic (ต่อ)

C No.	ชิ้นส่วน	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย	สาเหตุของความเสียหาย	ภารกิจการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	รูปแบบการบำรุงรักษา	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
7.1	มอเตอร์พัดลม (Motor fan)	7.1.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		7.1.2	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
7.3	Heat Exchanger	7.3.1	น้ำมันร้อนรั่วไหลออก	ท่อ Heat Exchanger ผุกร่อน	ตรวจสอบการรั่วไหล	CBM	ทุกวัน	พนักงาน
		7.3.2	สร้างความร้อนไม่ได้ตามที่กำหนด	ขาดการทำความสะอาด Heat Exchanger	เป่าฝุ่นทำความสะอาด	TBM	1 เดือน	พนักงาน
		7.3.4	สร้างความร้อนไม่ได้ตามที่กำหนด	ตะแกรงกรองฝุ่นอุดตัน	ถอดตะแกรงกรองฝุ่น เช็ด/ล้างทำความสะอาด	TBM	ทุกวัน	พนักงาน
7.5	มอเตอร์เกียร์สกรูขยายรางเข็ม	7.5.1	มอเตอร์เสียไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
7.5	มอเตอร์เกียร์สกรูขยายรางเข็ม	7.5.2	ชุดเกียร์ กระตุก มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	สังเกตุการสั่นไหว ฟังเสียง และเปลี่ยนถ่ายหรือเติมน้ำมันหล่อลื่น	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
7.6	ชุดสกรูขยายรางเข็ม	7.6.1	ประกับคานแตก หลุด	การหล่อลื่นไม่ดีพอ	หล่อลื่นชุดสกูขยายรางเข็ม	TBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		7.6.2	มีเสียงดังเมื่อใช้งาน	การหล่อลื่นไม่ดีพอ	หล่อลื่นชุดสกูขยายรางเข็ม	TBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
7.7	ลูกปืนสกรูขยายรางเข็ม	7.7.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยการสังเกตุ และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		7.7.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบด้วยการฟังเสียง และหล่อลื่นลูกปืนด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
8.1	มอเตอร์พัดลม cooling	8.1.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		8.12	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง

ตารางที่ 33 ผลการเลือกเทคนิคการบำรุงรักษาโดยการใช้ RCM Methodology Logic (ต่อ)

C No.	ชิ้นส่วน	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย	สาเหตุของความเสียหาย	ภารกิจการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	รูปแบบการบำรุงรักษา	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
9.4	Draw Roller	9.4.1	ลูกปืนลูกกลิ้งแตก	ขาดการหล่อลื่น	ตรวจสอบด้วยการฟังเสียง และหล่อลื่นลูกปืนด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
9.5	มอเตอร์ขับลูกกลิ้งเย็น	9.5.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		9.5.2	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
9.6	ลูกกลิ้งเย็น (Cooling Roller)	9.6.1	ลูกกลิ้งไม่หมุน	มอเตอร์ขับไม่ทำงาน	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		9.6.2	ลูกกลิ้งไม่เย็น	ระบบทำความเย็นไม่ทำงาน	ตรวจสอบการทำงานของระบบทำความเย็น	CBM	ทุกวัน	พนักงาน
9.7	Main Drive Motor	9.7.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		9.7.2	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
9.9	สายพาน	9.9.1	ขาด	เสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		9.9.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ/เสื่อมสภาพ	ตรวจสอบความตึง-หย่อน และปรับตั้งให้เหมาะสม	TBM	2 สัปดาห์	ช่างซ่อมบำรุง
10.1	มอเตอร์เกียร์	10.1.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		10.1.2	ชุดเกียร์ กระตุก มีเสียงดัง	ขาดการหล่อลื่นชุดเกียร์	สังเกตุการสั่นไหว ฟังเสียง และเปลี่ยนถ่ายหรือเติมน้ำมันหล่อลื่น	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
10.2	สายพานขับลูกกลิ้ง	10.2.1	ขาด	เสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		10.2.2	หย่อน	การตั้งความตึงไม่ดีพอ/เสื่อมสภาพ	ตรวจสอบความตึง-หย่อน และปรับตั้งให้เหมาะสม	TBM	2 สัปดาห์	ช่างซ่อมบำรุง
10.3	ชุดโบกผ้า (Plaiter Device)	10.3.1	ลูกปืนคันโยกชุดโบกผ้าแตก	ขาดการหล่อลื่น สึกหรอ	ตรวจสอบด้วยการฟังเสียง และหล่อลื่นลูกปืน	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง

ตารางที่ 34 ผลการเลือกเทคนิคการบำรุงรักษาโดยการใช้ RCM Methodology Logic (ต่อ)

C No.	ชิ้นส่วน	FM No.	คุณลักษณะความเสียหาย	สาเหตุของความเสียหาย	ภารกิจการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	รูปแบบการบำรุงรักษา	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ
10.4	ลูกปืนลูกกลิ้งชุดโบกผ้า	10.3.1	ลูกปืนแตก	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบสภาพด้วยการสังเกตุ และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		10.3.2	ลูกปืนสึกหรอ มีเสียงดังผิดปกติ	การหล่อลื่นไม่ดีพอ การประกอบไม่ดีไม่ตรงศูนย์	ตรวจสอบด้วยการฟังเสียง และหล่อลื่นลูกปืนด้วยจาระบี	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
11.3	มอเตอร์พัดลม Exhaust	11.3.1	มอเตอร์เสีย ไหม้	รับภาระงานมากเกินไป	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		11.3.2	มอเตอร์สั่น มีเสียงดัง	ลูกปืนภายในแตก	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	TBM	6 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		11.3.3	พัดลมไม่หมุน Exhaust ไม่หมุน	สายพานขาด	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา	TBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
12.2	มอเตอร์ริ่งวาล์ว (Motoring valve)	12.2.1	เปิด-ปิด ไม่สุด	น้ำมันอุดตันวาร์ว	สังเกตการทำงานของวาร์ว และอุณหภูมิตู้อบ	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		12.2.2	วาร์วไม่ทำงาน	ตัวมอเตอร์เสีย	สังเกตการทำงานของวาร์ว และอุณหภูมิตู้อบ	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
		12.2.3	รั่วซึม	ซีลรอยต่อเสื่อมสภาพ	ตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำมันร้อนด้วยสายตา	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
12.3	สเตนเนอร์ (Stainer)	12.3.1	ฟิลเตอร์ตัน	ไม่มีการล้างฟิลเตอร์	ตรวจสอบอุณหภูมิจากชุดควบคุมการทำงาน (Control Panel) ถอดและร้างฟิลเตอร์	TBM	3 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		12.3.2	น้ำมันรั่วซึมหน้าแปลน	ยางรองหน้าแปลนชำรุด	ตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำมันร้อนด้วยสายตา	CBM	1 สัปดาห์	พนักงาน
13.1	ตู้ไฟควบคุมระบบไฟฟ้า (Control Cabinet)	13.1.1	ลัดวงจร	ฝุ่นสกปรกเกาะติดแผงวงจรไฟฟ้า	ดูดฝุ่นทำความสะอาดตู้ไฟ/ ทำความสะอาดฟิลเตอร์พัดลมระบายอากาศ	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
		13.1.2	อุปกรณ์มีอาการ Over load/มีอาการน็อค	อุณหภูมิภายในตู้ไฟสูงเกินไป	ดูดฝุ่นทำความสะอาดตู้ไฟ/ ทำความสะอาดฟิลเตอร์พัดลมระบายอากาศ	TBM	1 เดือน	ช่างซ่อมบำรุง
13.2	ชุดควบคุมการทำงาน (Control Panel)	13.2.1	ไฟฟ้าลัดวงจร	เปื้อนฝุ่นละออง	ทำความสะอาดชุดควบคุมการทำงาน ตรวจสอบระบบความร้อนตู้อบผ้า	TBM	1 สัปดาห์	พนักงาน

ตารางที่ 35 ตัวอย่างแผนการบำรุงรักษาเครื่อง สเต็นเตอร์ สำหรับพนักงานคุมเครื่อง

แผนการบำรุงรักษาเครื่อง Stenter สำหรับพนักงานคุมเครื่อง ประจำเดือน : .....เครื่อง Stenter No..... หน้า 1/2

แผนการบำรุงรักษาประจำวัน ✓ = ปกติ ✗ = ผิดปกติ ■ = แก้ไขแล้วเสร็จ

#	ระบบการทำงาน	#	ชิ้นส่วนอุปกรณ์	วิธีการตรวจสอบและการบำรุงรักษา	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	ชุดเข้าผ้า (Inlet Unit)	1.1	Sensor	ทำความสะอาดหัว Sensor																															
2	อ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.1	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	ตรวจสอบสภาพการทำงานของเกจจ์วัดแรงดัน และแรงดันลม																															
3	ชุดพินนิ่ง (Pinning Unit)	5.1	I.R. Sensor	เช็ดทำความสะอาด I.R Sensor																															
4	ชุดตู้อบ (Oven unit)	6.1	Heat Exchanger	ตรวจสอบการรั่วไหล																															
				ถอดตะแกรงกรองฝุ่น เช็ด/ล้างทำความ																															
5	ส่วนออกผ้า (Exit Stand)	8.1	ลูกกลิ้งเย็น (Cooling Roller)	ตรวจสอบการทำงานของระบบทำความเย็น																															

แผนการบำรุงรักษารายสัปดาห์

#	ระบบการทำงาน	#	ชิ้นส่วนอุปกรณ์	วิธีการตรวจสอบและการบำรุงรักษา	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1	ชุดเข้าผ้า (Inlet Unit)	1.2	มอเตอร์เกียร์ขับลูกกลิ้ง centering	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน คมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน				
		1.3	สายพาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา				
2	อ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.1	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	ตรวจสอบผิวลูกกลิ้งด้วยสายตา และใช้ผ้าเช็ดทำความ				
				ตรวจสอบการรั่วไหลของลมอัด และแรงดันลม				
		2.2	มอเตอร์เกียร์	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน คมกลิ่นและ				
3	ชุดปรับลายผ้า/เกรนผ้าอัตโนมัติ	3.1	มอเตอร์	สังเกตุการสั่นไหว คมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด				
		3.2	สายพาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา				
4	ชุดโอเวอร์ฟีด (Overfeed Unit)	4.1	มอเตอร์ขับลูกกลิ้ง	สังเกตุการสั่นไหว คมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด				
		4.2	สายพาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา				
5	ชุดพินนิ่ง (Pinning Unit)	5.1	มอเตอร์ขับชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน คมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน				
		5.2	มอเตอร์ปรับตำแหน่งรางเข็ม	สังเกตุการสั่นไหวคมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน				
		5.3	Pinning Roller	ตรวจสอบสภาพของแปรง และเปลี่ยนตามอายุการใช้งาน				
6	ชุดตู้อบ (Oven unit)	6.1	มอเตอร์พัดลม (Motor fan)	สังเกตุการสั่นไหว คมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด				

ตารางที่ 36 ตัวอย่างแผนการบำรุงรักษาเครื่อง สเต็นเตอร์ สำหรับพนักงานคุมเครื่อง (ต่อ)

แผนการบำรุงรักษาเครื่อง Stenter สำหรับพนักงานคุมเครื่อง ประจำเดือน : .....เครื่อง Stenter No..... หน้า 2/2

แผนการบำรุงรักษารายสัปดาห์ (ต่อ) ✓ = ปกติ ✗ = ผิดปกติ ■ = แก้ไขแล้วเสร็จ

6	ชุดตู้อบ (Oven unit)	6.2	มอเตอร์เกียร์สกรูขยายรางเข็ม	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน				
6	ชุดตู้อบ (Oven unit)	6.3	ชุดสกรูขยายรางเข็ม	หล่อลื่นชุดสกูขยายรางเข็ม				
7	ชุดลดอุณหภูมิผิวผ้า (Cooling Zone)	7.1	มอเตอร์พัดลม cooling	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด				
8	ส่วนออกผ้า (Exit Stand)	8.1	มอเตอร์ขับลูกกลิ้งเย็น	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน				
		8.2	ลูกกลิ้งเย็น (Cooling Roller)	สังเกตุการสั่นไหว เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน				
		8.3	Main Drive Motor	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน				
		8.4	สายพาน	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา				
9	ชุดโบกผ้าหรือชุดพับผ้า (Plaiter unit)	9.1	มอเตอร์เกียร์	สังเกตุการสั่นไหวเมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน				
		9.2	สายพานขับลูกกลิ้ง	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา				
10	ชุดระบายอากาศ (Exhaust Unit)	10.1	มอเตอร์พัดลม Exhaust	สังเกตุการสั่นไหว ดมกลิ่นและฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และเช็ดทำความสาด				
		10.2	มอเตอร์พัดลม Exhaust	ตรวจสอบสภาพของสายพาน ด้วยสายตา				
11	ชุดจ่ายน้ำมันร้อน(Hot Oil Supply Unit)	11.1	มอเตอร์ริ่งวาล์ว (Motoring valve)	สังเกตการทำงานของวาร์ว และอุณหภูมิตู้อบ				
				ตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำมันร้อนด้วยสายตา				
		11.2	สเตนเนอร์ (Stainer)	ตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำมันร้อนด้วยสายตา				
12	ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงาน(Control unit)	12.1	ชุดควบคุมการทำงาน (Control Panel)	ทำความสะอาดชุดควบคุมการทำงาน ตรวจสอบระบบความร้อนตู้อบผ้า				

แผนการบำรุงรักษารายเดือน

#	ระบบการทำงาน	#	ชิ้นส่วนอุปกรณ์	วิธีการตรวจสอบและการบำรุงรักษา	รายเดือน
1	ชุดตู้อบ (Oven unit)	1.1	Heat Exchanger	เป่าฝุ่นทำความสะอาด	

หมายเหตุ :

เครื่อง Stenter No. .....

แผนก .....

พนักงานคุมเครื่อง Stenter 1.....

2.....

ผู้ตรวจสอบ .....

ผู้อนุมัติใช้ .....

ตารางที่ 37 ตัวอย่างแผนการบำรุงรักษาเครื่อง สเต็นเตอร์ สำหรับช่างซ่อมบำรุง

แผนการบำรุงรักษาเครื่อง Stenter สำหรับช่างซ่อมบำรุง			**ประจำปี : .....**	**เครื่อง Stenter No.....**		**หน้า 1/2**
แผนการบำรุงรักษาประจำ 2 สัปดาห์						
#	**ระบบการทำงาน**	**#**	**ชิ้นส่วนอุปกรณ์**	**วิธีการตรวจสอบและการบำรุงรักษา**	**ระยะเวลา**	**สถานะ**
1	ชุดเข้าผ้า (Inlet Unit)	1.1	สายพาน	ตรวจสอบความตึง-หย่อน และปรับตั้งให้เหมาะสม	2 สัปดาห์	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
2	ชุดปรับลายผ้า/เกรนผ้าอัตโนมัติ	2.1	สายพาน	ตรวจสอบความตึง-หย่อน และปรับตั้งให้เหมาะสม	2 สัปดาห์	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
3	ชุดโอเวอร์ฟีด (Overfeed Unit)	3.1	สายพาน	ตรวจสอบความตึง-หย่อน และปรับตั้งให้เหมาะสม	2 สัปดาห์	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
4	ชุดพินนิ่ง (Pinning Unit)	4.1	Pinning Roller	ตรวจสอบการวิ่งของ pinning roller และหล่อลื่นด้วยจาระบี	2 สัปดาห์	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
5	ชุดรางเข็ม (Needle rail unit)	5.1	รางเข็ม	ตรวจสอบระดับน้ำมันของปั๊มน้ำมันหยดรางเข็ม และเติมให้ได้ระดับ	2 สัปดาห์	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
6	ส่วนออกผ้า (Exit Stand)	6.1	สายพาน	ตรวจสอบความตึง-หย่อน และปรับตั้งให้เหมาะสม	2 สัปดาห์	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
7	ชุดโบกผ้าหรือชุดพับผ้า (Plaiter unit)	7.1	สายพานขับลูกกลิ้ง	ตรวจสอบความตึง-หย่อน และปรับตั้งให้เหมาะสม	2 สัปดาห์	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
แผนการบำรุงรักษา ประจำเดือน						
1	ชุดเข้าผ้า (Inlet Unit)	1.1	ลูกปืน	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
2	อ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.1	ลูกกลิ้งแพดเดอร์	สังเกตุการหมุนด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
		2.2	ลูกปืน	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
3	ชุดปรับลายผ้า/เกรนผ้าอัตโนมัติ	3.1	ลูกปืน	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
4	ชุดโอเวอร์ฟีด (Overfeed Unit)	4.1	ลูกปืน	ตรวจสอบสภาพด้วยสายตาและฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
		4.2	ชุดเฟืองส่งกำลัง	ตรวจสอบด้วยการฟังเสียงและการสังเกตสภาพฟันเฟือง	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
5	ชุดพินนิ่ง (Pinning Unit)	5.1	ลูกปืนรองรับรางเข็ม	ตรวจสอบสภาพด้วยการสังเกตุ การฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
6	ชุดตู้อบ (Oven unit)	6.1	ลูกปืนสกรูขยายรางเข็ม	ตรวจสอบสภาพด้วยการสังเกตุ การฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
7	ส่วนออกผ้า (Exit Stand)	7.1	Draw Roller	ตรวจสอบด้วยการฟังเสียง และหล่อลื่นลูกปืนด้วยจาระบี	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
8	ชุดโบกผ้าหรือชุดพับผ้า (Plaiter unit)	8.1	ชุดโบกผ้า (Plaiter Device)	ตรวจสอบด้วยการฟังเสียง และหล่อลื่นลูกปืน	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
		8.2	ลูกปืนลูกกลิ้งชุดโบกผ้า	ตรวจสอบสภาพด้วยการสังเกตุ การฟังเสียง และหล่อลื่นด้วยจาระบี	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
9	ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงาน(Control unit)	9.1	ตู้ไฟควบคุมระบบไฟฟ้า	ดูดฝุ่นทำความสะอาดตู้ไฟ/ ทำความสะอาดฟิลเตอร์พัดลมระบายอากาศ	1 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
หมายเหตุ						

ตารางที่ 38 ตัวอย่างแผนการบำรุงรักษาเครื่อง สเต็นเตอร์ สำหรับช่างซ่อมบำรุง (ต่อ)

แผนการบำรุงรักษาเครื่อง Stenter สำหรับช่างซ่อมบำรุง				**ประจำปี : .....** **เครื่อง Stenter No.....**		**หน้า 2/2**
แผนการบำรุงรักษา ประจำ 3 เดือน						
1	ชุดจ่ายน้ำมันร้อน(Hot Oil Supply Unit)	1.1	สเตนเนอร์ (Stainer)	ตรวจสอบอุณหภูมิจากชุดควบคุมการทำงาน ถอดและร้างฟิลเตอร์	3 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
แผนการบำรุงรักษา ประจำ 6 เดือน						
1	ชุดเข้าผ้า (Inlet Unit)	1.1	มอเตอร์เกียร์ขับลูกกลิ้ง centering	สังเกตุการสั่นไหว ฟังเสียง และเปลี่ยนถ่ายหรือเติมน้ำมันหล่อลื่น	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
2	อ่างเคมีและชุดลูกกลิ้งแพดเดอร์	2.1	มอเตอร์เกียร์	สังเกตุการสั่นไหว ฟังเสียง และเปลี่ยนถ่ายหรือเติมน้ำมันหล่อลื่น	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
3	ชุดปรับลายผ้า/เกรนผ้าอัตโนมัติ	3.1	มอเตอร์	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
4	ชุดโอเวอร์ฟีด (Overfeed Unit)	4.1	มอเตอร์ขับลูกกลิ้ง	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
5	ชุดพินนิ่ง (Pinning Unit)	5.1	มอเตอร์ขับชุดลูกกลิ้งคลี่ผ้า	สังเกตุการสั่นไหวและฟัง เมื่อมอเตอร์เกียร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
		5.2	มอเตอร์ปรับตำแหน่งรางเข็ม	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
6	ชุดตู้อบ (Oven unit)	6.1	มอเตอร์พัดลม (Motor fan)	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
		6.2	มอเตอร์เกียร์สกรูขยายรางเข็ม	สังเกตุการสั่นไหว ฟังเสียง และเปลี่ยนถ่ายหรือเติมน้ำมันหล่อลื่น	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
7	ชุดลดอุณหภูมิผิวผ้า (Cooling Zone)	7.1	มอเตอร์พัดลม cooling	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
8	ส่วนออกผ้า (Exit Stand)	8.1	มอเตอร์ขับลูกกลิ้งเย็น	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
		8.2	Main Drive Motor	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
9	ชุดโบกผ้าหรือชุดพับผ้า (Plaiter unit)	9.1	มอเตอร์เกียร์	สังเกตุการสั่นไหว ฟังเสียง และเปลี่ยนถ่ายหรือเติมน้ำมันหล่อลื่น	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
10	ชุดระบายอากาศ (Exhaust Unit)	10.1	มอเตอร์พัดลม Exhaust	สังเกตุการสั่นไหว และฟังเสียงเมื่อมอเตอร์ทำงาน และหล่อลื่นด้วยจาระบี	6 เดือน	☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ
หมายเหตุ						

เครื่อง Stenter No..... ช่างผู้ตรวจสอบและบำรุงรักษา 1. หัวหน้าหน่วยฟินิชชิ่ง ..../...../.....

แผนก..... 2.. หัวหน้าแผนกย้อมผ้า ..../...../.....

วันที่ตรวจสอบและซ่อมบำรุง ...../...../..... 3. หัวหน้าหน่วยช่าง ..../...../.....

4.. ผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุง ..../...../.....

ภาพที่ 33 บรรยากาศในการฝึกอบรมพนักงานและช่าง

คู่มือควบคุมปัจจัยเข้าที่สำคัญ "กันไว้ ดีกว่าแก้" M/C Code: 4DST0001-0004

KPIV No. 18 : ตะแกรงกรองฝุ่น

To BE "ต้องสะอาด ไม่อุดตัน "

ระยะเวลาบำรุงรักษา

ผ้าปกติ ทุกวัน 7:00 - 10:00 น.

ผ้าขัด-ขูด-ตัดขน สีเดียวกัน รีดต่อเนื่อง ทุก 2 ชม.หรือ 60 พับ

ผ้าขัด-ขูด-ตัดขน ต่างสี หลังจบชุด(ทุกชุด)

ข้อควรปฏิบัติ

1. หยุดเครื่องก่อนทำความสะอาด หรือซ่อมบำรุง
2. สวมผ้าปิดจมูก และถุงมือกันร้อน

ขั้นตอนการบำรุงรักษา

1. ดึงตะแกรงออก
2. กวาดจนสะอาด ด้วยไม้กวาด
3. ดันตะแกรงเข้าที่

ขั้นตอนตอบสนองต่อปัญหา

1. เมื่อพบข้อบกพร่อง ให้ดำเนินแก้ไข/ควบคุม ตาม FMEA ที่กำหนดไว้
2. ต้องปฏิบัติตาม BEC อย่างเคร่งครัด
3. เมื่อเจอปัญหาที่ไม่สามารถตัดสินใจได้ ให้แจ้งหัวหน้า
4. เมื่อแจ้งปัญหาให้คิดตามผลการแก้ไขทุกวันจนกว่าจะเสร็จ

FMEA

ข้อบกพร่อง	ผลกระทบ	วิธีการแก้ไข/ควบคุม
1. ตะแกรงตัน	ผ้าขับ ไม่แห้ง เป็นเชค Spec	กวาดฝุ่นขนผ้าออกให้หมด
2. มีคราบน้ำมัน	ผ้าเปื้อนคราบน้ำมัน	ถอดตะแกรงไปล้าง
3. ตะแกรงขาด ทะลุ	สิทเตอร์ตัน	เปลี่ยนตะแกรงสำรอง
4. ประแก็นหลุด	ความร้อนรั่วไหล	ติดเทป

ผู้ปฏิบัติงาน พนง.ดูแลเครื่องรีด หัวหน้าผู้ปฏิบัติงาน ผช. พน.ตะ / พน.ตะ ผู้ตรวจทวนสอบ พน.หน่วย / พน.เซนต V 4.0 13-9-54

ภาพที่ 34 ตัวอย่างคู่มือควบคุมปัจจัยเข้าที่สำคัญ

4 ผลการศึกษา

ในการดำเนินงานศึกษาได้แบ่งหลักการวัดผลออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลการดำเนินงานก่อนการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาซึ่งมีช่วงเวลาตั้งแต่เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ดังตารางที่ 39, 41, 43, 45 และ 47 เปรียบเทียบกับผลการดำเนินงานหลังจาก

ได้นำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือไปใช้งานจริงกับ เครื่อง ST1 เครื่อง ST2 เครื่อง ST3 และ เครื่อง ST4 ซึ่งมีช่วงเวลาตั้งแต่เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2554 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2554 ดังตารางที่ 40, 42, 44, 46 และ 48

ตารางที่ 39 ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน ก่อนการปรับปรุงของเครื่อง สเต็นเตอร์ No.1

เดือน	เวลารับภาระงาน (นาที)	เวลาสูญเสียในการผลิต (นาที)	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร (เปอร์เซนต์)	อัตราความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซนต์)
ธ.ค. 53	37,800	8,447	9.58%	77.65%
ม.ค. 54	39,150	9,333	8.05%	76.16%
ก.พ. 54	37,130	6,847	10.29%	81.56%
มี.ค. 54	42,620	9,382	11.18%	77.99%
เม.ย. 54	30,680	8,828	9.65%	71.23%
พ.ค. 54	37,560	9,362	8.32%	75.07%
เฉลี่ยต่อเดือน		**8,700**	**9.53%**	**76.79%**

ตารางที่ 40 ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน หลังการปรับปรุงของเครื่อง สเต็นเตอร์ No.1

เดือน	เวลารับภาระงาน (นาที)	เวลาสูญเสียในการผลิต (นาที)	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร (เปอร์เซนต์)	อัตราความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซนต์)
มิ.ย. 54	34,325	7,019	5.68%	79.55%
ก.ค. 54	38,070	6,393	3.11%	83.21%
ส.ค. 54	34,005	4,813	1.72%	85.85%
ก.ย. 54	37,050	4,939	2.02%	86.67%
ต.ค. 54	40,080	5,737	0.71%	85.69%
พ.ย. 54	17,205	2,820	1.92%	83.61%
ธ.ค. 54	40,370	7,599	1.08%	81.18%
เฉลี่ยต่อเดือน		**5,617**	**2.29%**	**83.69%**

ตารางที่ 41 ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน ก่อนการปรับปรุงของเครื่อง สเต็นเตอร์ No.2

เดือน	เวลารับภาระงาน (นาที)	เวลาสูญเสียในการผลิต (นาที)	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร (เปอร์เซนต์)	อัตราความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซนต์)
ธ.ค. 53	38,930	9,600	10.25%	75.34%
ม.ค. 54	40,800	10,268	10.10%	74.83%
ก.พ. 54	37,490	8,604	8.84%	77.05%
มี.ค. 54	44,030	10,114	8.36%	77.03%
เม.ย. 54	35,190	11,424	12.56%	67.54%
พ.ค. 54	43,520	10,906	7.01%	74.94%
เฉลี่ยต่อเดือน		**10,153**	**9.41%**	**74.61%**

ตารางที่ 42 ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน หลังการปรับปรุงของเครื่อง สเต็นเตอร์ No.2

เดือน	เวลารับภาระงาน (นาที)	เวลาสูญเสียในการผลิต (นาที)	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร (เปอร์เซนต์)	อัตราความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซนต์)
มิ.ย. 54	37,310	9,925	6.73%	73.40%
ก.ค. 54	35,030	10,142	4.78%	71.05%
ส.ค. 54	40,750	6,468	0.86%	84.13%
ก.ย. 54	42,750	5,820	0.80%	86.39%
ต.ค. 54	42,340	7,223	3.20%	82.94%
พ.ย. 54	23,900	4,467	1.40%	81.31%
ธ.ค. 54	41,440	7,116	0.66%	82.83%
เฉลี่ยต่อเดือน		**7,309**	**2.60%**	**80.59%**

ตารางที่ 43 ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน ก่อนการปรับปรุงของเครื่อง สเต็นเตอร์ No.3

เดือน	เวลารับภาระงาน (นาที)	เวลาสูญเสียในการผลิต (นาที)	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร (เปอร์เซนต์)	อัตราความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซนต์)
ธ.ค. 53	39,210	8,886	10.72%	77.34%
ม.ค. 54	39,150	10,436	11.56%	73.34%
ก.พ. 54	38,135	8,009	8.33%	79.00%
มี.ค. 54	41,650	11,162	9.24%	73.20%
เม.ย. 54	35,305	10,944	10.27%	69.00%
พ.ค. 54	43,550	9,567	9.00%	78.03%
เฉลี่ยต่อเดือน		**9,834**	**9.83%**	**75.10%**

ตารางที่ 44 ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน หลังการปรับปรุงของเครื่อง สเต็นเตอร์ No.3

เดือน	เวลารับภาระงาน (นาที)	เวลาสูญเสียในการผลิต (นาที)	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร (เปอร์เซนต์)	อัตราความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซนต์)
มิ.ย. 54	37,910	7,311	2.90%	80.71%
ก.ค. 54	34,540	6,875	1.10%	80.10%
ส.ค. 54	39,830	7,345	1.12%	81.56%
ก.ย. 54	42,730	7,368	2.67%	82.76%
ต.ค. 54	41,875	8,368	2.15%	80.02%
พ.ย. 54	26,660	6,470	0.41%	75.73%
ธ.ค. 54	41,740	9,109	2.70%	78.18%
เฉลี่ยต่อเดือน		**7,549**	**1.96%**	**80.08%**

ตารางที่ 45 ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน ก่อนการปรับปรุงของเครื่อง สเต็นเตอร์ No.4

เดือน	เวลารับภาระงาน (นาที)	เวลาสูญเสียในการผลิต (นาที)	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร (เปอร์เซนต์)	อัตราความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซนต์)
ธ.ค. 53	38,360	7,705	8.65%	79.91%
ม.ค. 54	38,350	10,845	11.75%	71.72%
ก.พ. 54	38,030	9,100	10.27%	76.07%
มี.ค. 54	43,180	9,252	6.16%	78.57%
เม.ย. 54	35,190	9,697	8.28%	72.44%
พ.ค. 54	43,390	7,912	4.24%	81.77%
เฉลี่ยต่อเดือน		**9,085**	**8.10%**	**76.95%**

ตารางที่ 46 ดัชนีวัดผลการดำเนินงาน หลังการปรับปรุงของเครื่อง สเต็นเตอร์ No.4

เดือน	เวลารับภาระงาน (นาที)	เวลาสูญเสียในการผลิต (นาที)	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร (เปอร์เซนต์)	อัตราความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซนต์)
มิ.ย. 54	38,240	6,424	2.54%	83.20%
ก.ค. 54	34,090	7,625	1.06%	77.63%
ส.ค. 54	40,360	6,232	1.34%	84.56%
ก.ย. 54	42,900	4,767	1.21%	88.89%
ต.ค. 54	42,190	5,939	1.45%	85.92%
พ.ย. 54	24,680	5,731	0.00%	76.78%
ธ.ค. 54	40,900	10,154	3.02%	75.17%
เฉลี่ยต่อเดือน		**6,696**	**1.61%**	**82.20%**

ตารางที่ 47 ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน ก่อนปรับปรุงของเครื่อง สเต็นเตอร์ (ธันวาคม 2553 – พฤษภาคม 2554

เครื่อง สเต็นเตอร์	เวลาในการปฏิบัติงานของเครื่องจักร (นาที)	จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเสีย	อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (Mean Time to Failure : MTTF)
ST1	172,741	29	5,957
ST2	179,044	32	5,595
ST3	177,986	26	6,846
ST4	181,993	27	6,740
เฉลี่ย	**177,941**	**29**	**6,244**

ตารางที่ 48 ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน หลังปรับปรุงของเครื่อง สเต็นเตอร์ (มิถุนายน 2554 – ธันวาคม 2554)

เครื่อง สเต็นเตอร์	เวลาในการปฏิบัติงานของเครื่องจักร (นาที)	จำนวนครั้งที่เครื่องจักรเสีย	อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (Mean Time to Failure : MTTF)
ST1	201,785	18	11,210
ST2	212,364	27	7,865
ST3	212,428	22	9,656
ST4	216,469	19	11,393
เฉลี่ย	**210,762**	**22**	**9,803**

จากผลการดำเนินงานที่แสดงดังตารางที่ 39 ถึง 48 สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบตามดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน ก่อน-หลัง การปรับปรุงแผนบำรุงรักษา โดยการใช้ อัตราความเสียหายของเครื่องจักร อัตราความพร้อมในการใช้งาน และอายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (Mean Time to Failure: MTTF) เป็นตัวชี้วัดผลการดำเนินงานหลัก แสดงดังตารางที่ 49

ตารางที่ 49 สรุปผลการเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน ก่อน-หลัง

เครื่องจักร	ดัชนีวัดผลการดำเนินงาน	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	เพิ่ม (+) / ลด (-)
ST1	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร	9.53%	2.29%	-7.24%
	อัตราความพร้อมในการใช้งาน	76.79%	83.69%	6.90%
	อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF)	5,957	11,210	5,254
ST2	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร	9.41%	2.60%	-6.81%
	อัตราความพร้อมในการใช้งาน	74.61%	80.59%	5.97%
	อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF)	5,595	7,865	2,270
ST3	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร	9.83%	1.96%	-7.87%
	อัตราความพร้อมในการใช้งาน	75.10%	80.08%	4.98%
	อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF)	6,846	9,656	2,810
ST4	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร	8.10%	1.61%	-6.49%
	อัตราความพร้อมในการใช้งาน	76.95%	82.20%	5.25%
	อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF)	6,740	11,393	4,653
เฉลี่ยรวม	อัตราความเสียหายของเครื่องจักร	**9.22%**	**2.11%**	**-7.10%**
	อัตราความพร้อมในการใช้งาน	**75.87%**	**81.64%**	**5.77%**
	อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF)	**6,284.5**	**10,031.1**	**3746.7**

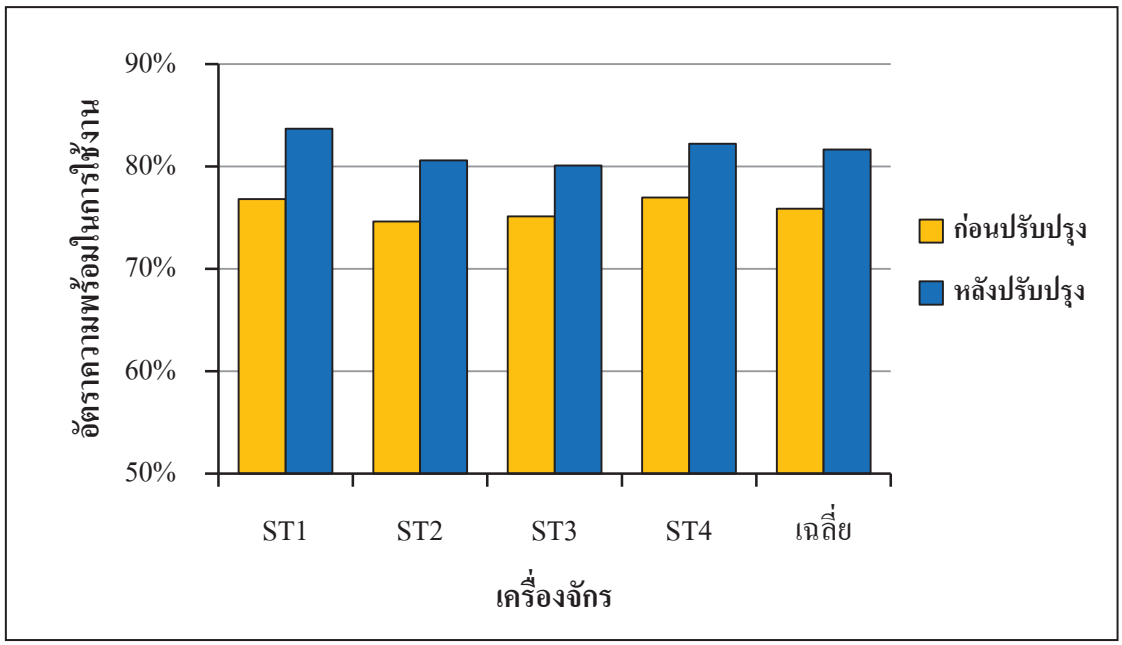
จากตารางที่ 49 เป็นตารางสรุปผลการเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดผลการดำเนินงาน ก่อน-หลังการปรับปรุงแผนบำรุงรักษา ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบได้ดังภาพที่ 22, 23 และ 25 จะพบว่าเมื่อนำแผนการบำรุงรักษาที่ได้ปรับปรุงไปใช้เป็นแนวทางในการบำรุงรักษาเครื่อง สเต็นเตอร์ ทั้ง 4

1. เครื่อง ST1 อัตราความเสียหายของเครื่องจักรลดลง 7.24% อัตราความพร้อมในการใช้งาน เพิ่มขึ้น 6.90% คิดเป็น 83.69% และ อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF) เพิ่มขึ้น 5,254 นาที คิดเป็น 11,210 นาที

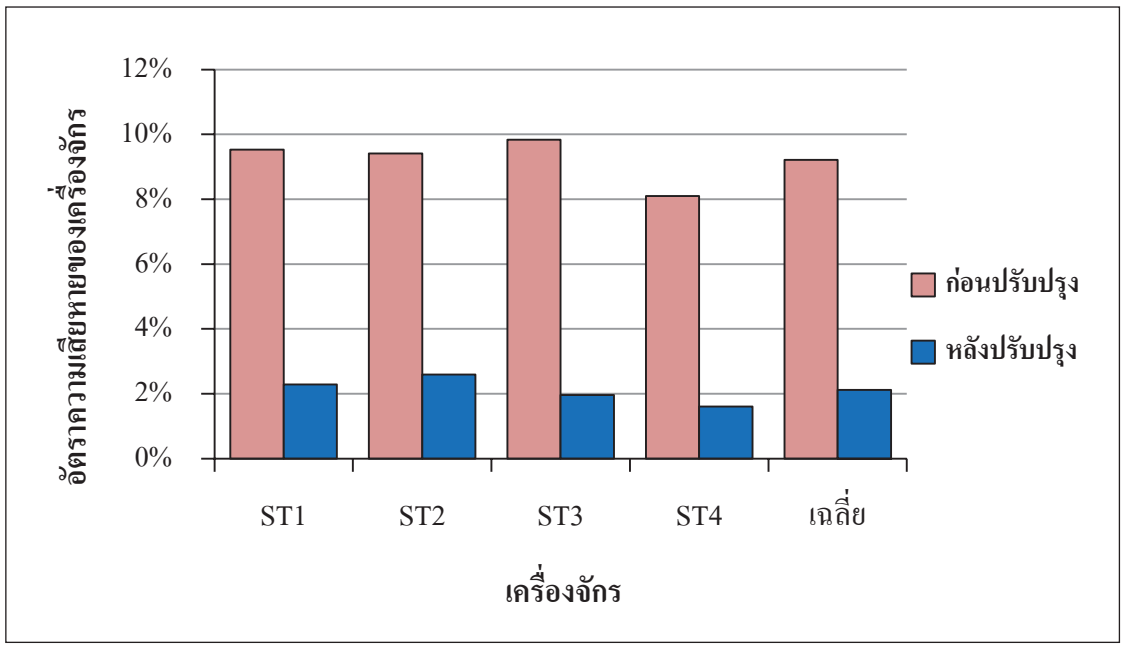
2. เครื่อง ST2 อัตราความเสียหายของเครื่องจักรลดลง 6.81% อัตราความพร้อมในการใช้งาน เพิ่มขึ้น 5.97% คิดเป็น 80.59% และ อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF) เพิ่มขึ้น 2,270 นาที คิดเป็น 7,865 นาที

3. เครื่อง ST3 อัตราความเสียหายของเครื่องจักรลดลง 7.87% อัตราความพร้อมในการใช้งาน เพิ่มขึ้น 4.98% คิดเป็น 80.08% และ อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF) เพิ่มขึ้น 2,810 นาที คิดเป็น 9,656 นาที

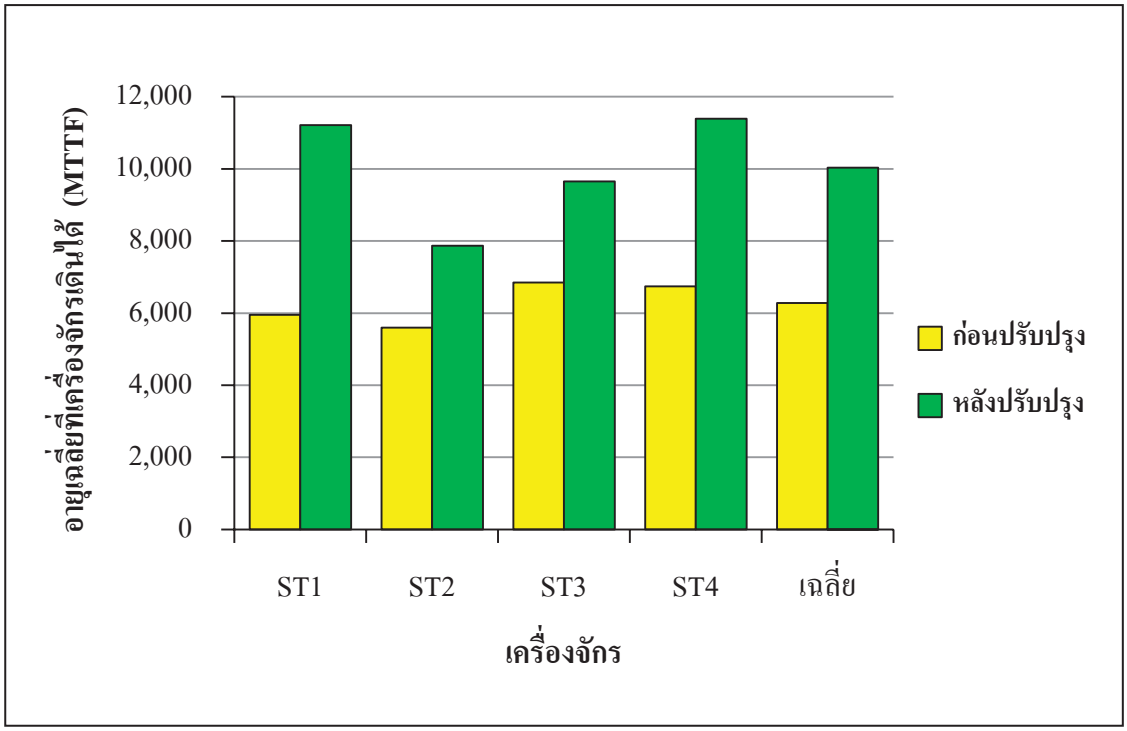
4. เครื่อง ST4 อัตราความเสียหายของเครื่องจักรลดลง 6.49% อัตราความพร้อมในการใช้งาน เพิ่มขึ้น 5.25% คิดเป็น 82.20% และ อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF) เพิ่มขึ้น 4,653 นาที คิดเป็น 11,393 นาที



ภาพที่ 35 เปรียบเทียบอัตราความพร้อมในการใช้งาน ก่อน-หลังการปรับปรุงแผนบำรุงรักษา



ภาพที่ 36 เปรียบเทียบอัตราความเสียหายของเครื่องจักร ก่อน-หลังการปรับปรุงแผนบำรุงรักษา



ภาพที่ 37 เปรียบเทียบอายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF) ก่อน-หลังการปรับปรุงแผนบำรุงรักษา

ทั้งนี้ ทางทีมงานผู้วิจัยยังได้รวบรวมค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effective: OEE) ซึ่งเป็นดัชนีชี้ประสิทธิภาพหลักของเครื่องสเต็นเตอร์ประจำหน่วยงาน เพื่อทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงแผนบำรุงรักษา แสดงไว้ดังตารางที่ 50 ซึ่งสามารถสรุปค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของเครื่องสเต็นเตอร์ ทั้ง 4 เครื่องได้ดังนี้

1. เครื่อง ST1 มีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากเดิม 73.50% เพิ่มขึ้น 7.40% คิดเป็น 80.90%

2. เครื่อง ST2 มีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากเดิม 72.00% เพิ่มขึ้น 5.50% คิดเป็น 77.50%

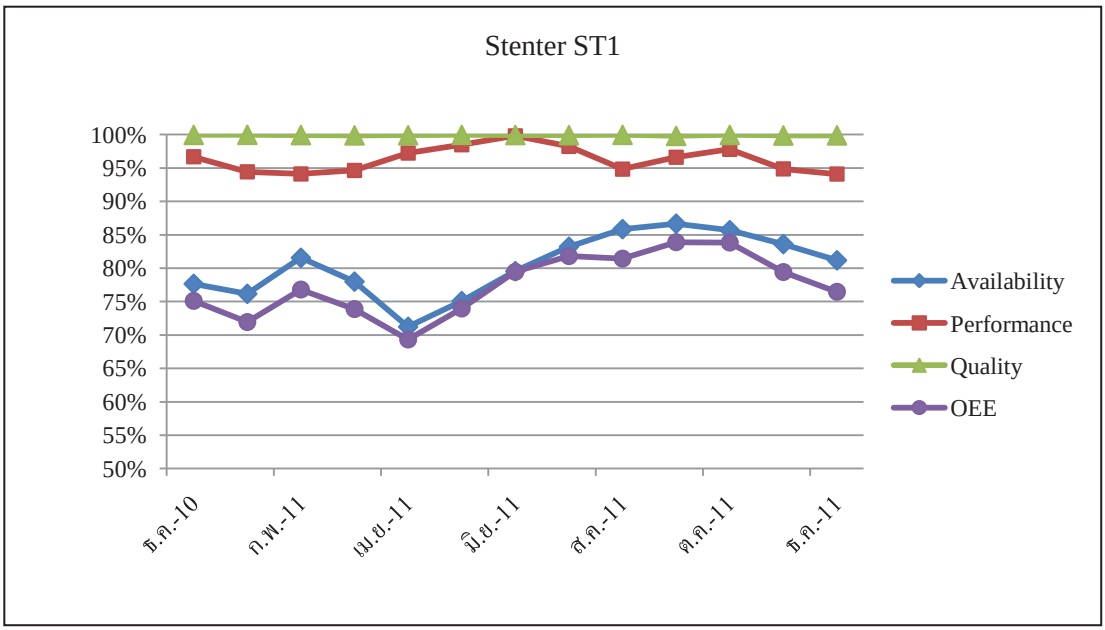
3. เครื่อง ST2 มีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากเดิม 71.40% เพิ่มขึ้น 4.50% คิดเป็น 75.90%

4. เครื่อง ST1 มีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากเดิม 72.20% เพิ่มขึ้น 5.60% คิดเป็น 77.90%

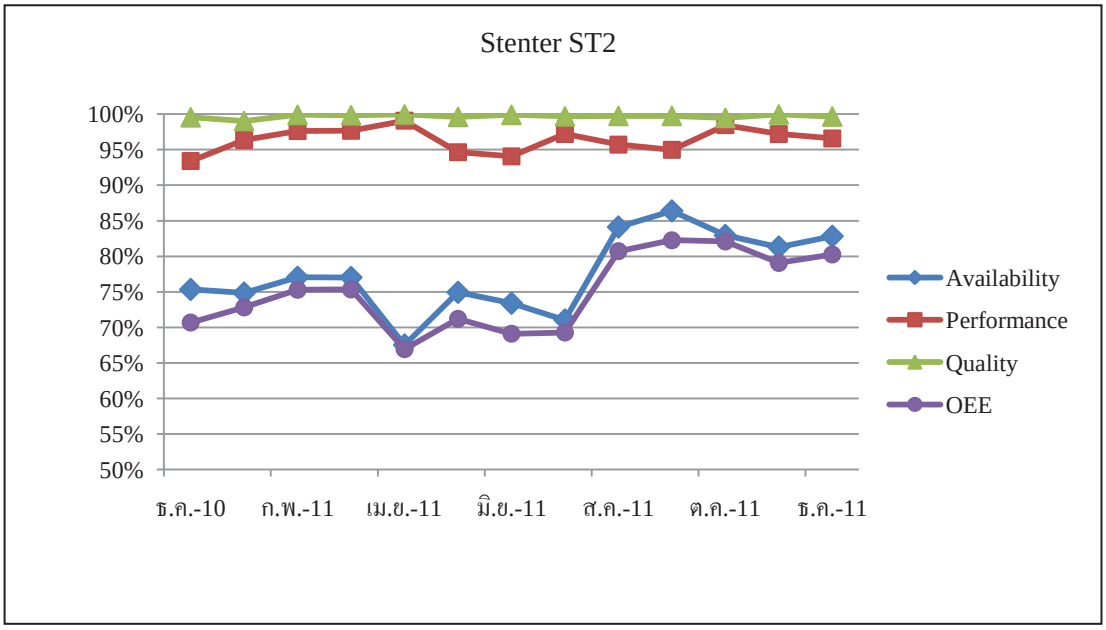
และหากพิจารณาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเฉลี่ยทั้ง 4 เครื่องจะพบว่าก่อนดำเนินการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 72.30% และเมื่อดำเนินการปรับปรุงแผนบำรุงรักษา มีค่าเฉลี่ยรวมเพิ่มขึ้น 5.70% คิดเป็น 78.00%

ตารางที่ 50 สรุปค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ของเตรื่องสเต็นเตอร์ ทั้ง 4 เครื่อง

เดือน	อัตราความพร้อมในการใช้งาน (Availability)					อัตราสมรรถนะ (Performance)					อัตราคุณภาพ (Quality)					ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)				
	ST1	ST2	ST3	ST4	เฉลี่ย	ST1	ST2	ST3	ST4	เฉลี่ย	ST1	ST2	ST3	ST4	เฉลี่ย	ST1	ST2	ST3	ST4	เฉลี่ย
ธ.ค. 53	77.7%	75.3%	77.3%	79.9%	77.6%	96.7%	93.4%	95.7%	93.9%	94.9%	100.0%	99.6%	99.7%	99.7%	99.7%	75.1%	70.7%	74.2%	75.2%	73.8%
ม.ค. 54	76.2%	74.8%	73.3%	71.7%	74.0%	94.4%	96.4%	96.6%	92.2%	94.9%	100.0%	99.0%	99.7%	99.8%	99.6%	71.9%	72.8%	71.0%	66.3%	70.5%
ก.พ. 54	81.6%	77.0%	79.0%	76.1%	78.4%	94.1%	97.6%	92.2%	99.0%	95.7%	99.9%	99.9%	99.6%	99.8%	99.8%	76.8%	75.3%	73.2%	75.4%	75.2%
มี.ค. 54	78.0%	77.0%	73.2%	78.6%	76.7%	94.6%	97.7%	96.4%	96.0%	96.2%	99.9%	99.9%	99.4%	99.1%	99.6%	73.9%	75.3%	71.0%	76.2%	74.1%
เม.ย. 54	71.2%	67.5%	69.0%	72.4%	70.1%	97.2%	99.1%	94.4%	94.7%	96.4%	99.9%	100.0%	99.0%	99.9%	99.7%	69.3%	66.9%	65.8%	68.7%	67.7%
พ.ค. 54	75.1%	74.9%	78.0%	81.8%	77.5%	98.5%	94.6%	93.6%	86.6%	93.3%	100.0%	99.6%	99.4%	99.0%	99.5%	74.0%	71.2%	73.5%	71.6%	72.6%
เฉลี่ย ก่อนปรับปรุง	76.6%	74.5%	75.0%	76.7%	75.7%	95.9%	96.5%	94.8%	93.7%	95.2%	99.9%	99.7%	99.5%	99.6%	99.7%	73.5%	72.0%	71.4%	72.2%	72.3%
มิ.ย. 54	79.6%	73.4%	80.7%	83.2%	79.2%	99.8%	94.0%	93.2%	94.6%	95.4%	99.9%	99.9%	99.8%	99.8%	99.9%	79.4%	69.1%	75.3%	78.9%	75.7%
ก.ค. 54	83.2%	71.0%	80.1%	77.6%	78.0%	98.2%	97.2%	93.4%	97.3%	96.5%	99.9%	99.7%	99.5%	100.0%	99.8%	81.8%	69.3%	75.2%	75.5%	75.5%
ส.ค. 54	85.8%	84.1%	81.6%	84.6%	84.0%	94.8%	95.7%	94.3%	94.0%	94.7%	100.0%	99.8%	99.7%	99.8%	99.8%	81.4%	80.7%	77.2%	79.6%	79.7%
ก.ย. 54	86.7%	86.4%	82.8%	88.9%	86.2%	96.6%	95.0%	97.1%	96.0%	96.2%	99.8%	99.8%	99.9%	99.8%	99.8%	83.9%	82.3%	80.4%	85.6%	83.0%
ต.ค. 54	85.7%	82.9%	80.0%	85.9%	83.6%	97.8%	98.5%	95.4%	94.9%	96.6%	100.0%	99.5%	99.9%	99.9%	99.8%	83.8%	82.1%	76.4%	81.6%	81.0%
พ.ย. 54	83.6%	81.3%	75.7%	76.8%	79.4%	94.9%	97.2%	94.4%	95.3%	95.4%	99.9%	100.0%	99.8%	99.7%	99.8%	79.4%	79.1%	71.6%	73.4%	75.9%
ธ.ค. 54	81.2%	82.8%	78.2%	75.2%	79.3%	94.1%	96.6%	95.7%	93.4%	94.9%	99.9%	99.7%	99.6%	99.7%	99.7%	76.5%	80.3%	75.1%	70.5%	75.6%
เฉลี่ย หลังปรับปรุง	83.7%	80.3%	79.9%	81.7%	81.4%	96.6%	96.3%	94.8%	95.1%	95.7%	99.9%	99.7%	99.7%	99.8%	99.8%	80.9%	77.5%	75.9%	77.9%	78.0%

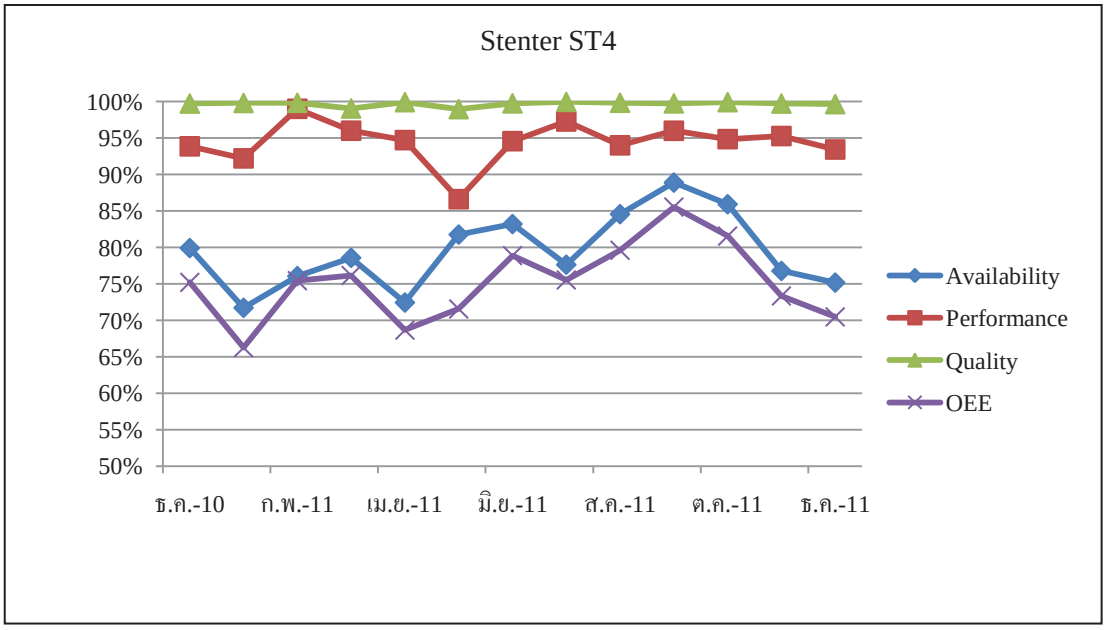


ภาพที่ 38 กราฟประสิทธิผลโดยรวมของจักร (OEE) เครื่อง ST1



ภาพที่ 39 กราฟประสิทธิผลโดยรวมของจักร (OEE) เครื่อง ST2

ภาพที่ 40 กราฟประสิทธิผลโดยรวมของจักร (OEE) เครื่อง ST3



ภาพที่ 41 กราฟประสิทธิผลโดยรวมของจักร (OEE) เครื่อง ST4

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่องการการประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือสำหรับเครื่องจักรด้านสิ่งทอ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้หลักการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ (Reliability Centered Maintenance: RCM) ให้กับเครื่องจักรทางด้านสิ่งทอ ในการลดเวลาที่เครื่องจักรเกิดการเสียหายในระหว่างการผลิต และจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานความน่าเชื่อถือที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริงให้กับโรงงานกรณีศึกษา หลังจากการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรของโรงงานกรณีศึกษาพบว่าแผนการบำรุงรักษาในปัจจุบันยังขาดประสิทธิภาพ ไม่ครอบคลุมจุดที่ต้องทำการบำรุงรักษา เครื่องจักรยังคงเกิดการขัดข้องและเสียหายอย่างกระทันหันในระหว่างการผลิตเป็นประจำ รวมทั้งการบำรุงรักษาส่วนใหญ่กระทำเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง มีชิ้นส่วนอุปกรณ์เสียหายหรือชำรุด เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยการนำหลักการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือมาประยุกต์ใช้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานหลักๆ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาสภาพการดำเนินงานของโรงงานกรณีศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น
2. ศึกษาทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา
3. ทำการเลือกเครื่องจักรที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น
4. จำแนกส่วนประกอบของเครื่องจักรออกเป็นระบบย่อยและระบุหน้าที่การใช้งาน
5. ระบุความความล้มเหลวในแต่ละระบบย่อยและจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่สำคัญ
6. วิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและสาเหตุ
7. วิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหายที่เกิดขึ้น
8. เลือกเทคนิคการบำรุงรักษาโดยการใช้ RCM Logic
9. สร้างแผนบำรุงรักษาและปรับปรุงให้เหมาะสม และนำไปใช้กับเครื่องจักรของโรงงานกรณีศึกษา

10. สรุปผลการดำเนินการวิจัยโดยพิจาณาดัชนี้ชี้วัดผลการดำเนินงาน ได้แก่ อัตราความเสียหาย (%Breakdown) อัตราความพร้อมในการใช้งาน (%Availability) และ อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF)

จากขั้นตอนการดำเนินงานหลักๆ ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการไปนั้น ส่งผลให้สามารถลดเวลาสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักรเกิดการขัดข้องและเสียหายลงได้ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1. สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการดำเนินการวิจัย เครื่อง สเต็นเตอร์ ในกระบวนการตกแต่งสำเร็จทั้ง 4 เครื่อง เป็นเครื่องจักรที่ได้รับเลือกมาทำการวิจัยในครั้งนี้ ต่อมาเครื่อง สเต็นเตอร์ จะถูกจำแนกส่วนประกอบออกเป็นระบบย่อยได้ 13 ระบบย่อย 65 ชั้นส่วนอุปกรณ์ เพื่อนำมาระบุหน้าที่การใช้งานและความความล้มเหลวในแต่ละระบบย่อย และเมื่อจัดลำดับความสำคัญของชิ้นส่วนอุปกรณ์ซึ่งมีทั้งสิ้น 38 ชั้นส่วน จะถูกนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะความเสียหายและสาเหตุ พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหายที่เกิดขึ้น การเลือกเทคนิคการบำรุงรักษาได้ใช้ RCM Logic ในการเลือกเทคนิคการบำรุงรักษาที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นสร้างแผนบำรุงรักษา และนำไปใช้กับครื่องสเต็นเตอร์ ทั้ง 4 เครื่อง

ภายหลังจากการนำแผนการบำรุงรักษาดังกล่าวไปใช้งานจริงกับเครื่อง สเต็นเตอร์ ทั้ง 4 เครื่องและทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน ซึ่งแยกตามการวิเคราะห์ค่าดัชนี้วัดผลการดำเนินงาน ก่อนและหลังการนำหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือมาประยุกต์ใช้ โดยก่อนการดำเนินการ มีค่าอัตราความเสียหายของเครื่องจักรโดยเฉลี่ย 9.22% มีค่าอัตราความพร้อมในการใช้งานโดยเฉลี่ยเท่ากับ 75.87% และค่าอายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF) โดยเฉลี่ยเท่ากับ 6,284.5 นาที และผลลัพธ์ภายหลังการดำเนินการประยุกต์ใช้หลักการบำรุงรักษาดังกล่าวพบว่า

1. อัตราความเสียหายของเครื่องจักรของเครื่อง สเต็นเตอร์ ทั้ง 4 เครื่อง ลดลงเฉลี่ย 7.10% เหลือ 2.11% อันเนื่องมาจากมีการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง พร้อมกับกำหนดแนวทางการบำรุงรักษาที่ถูกต้องและเหมาะสมให้แก่ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีความวิกฤติต่อระบบการทำงานของเครื่องจักรก่อน และการนำแผนการบำรุงรักษาไปปฏิบัติอย่างถูกต้อง ทำให้ยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร และการขัดข้องและเสียหายของเครื่องจักรกระทันหันระหว่างการผลิตลดน้อยลง

2. อัตราความพร้อมในการใช้งานของเครื่อง สเต็นเตอร์ ทั้ง 4 เครื่อง เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 5.77% คิดเป็น 81.64% ซึ่งเวลาสูญเสียส่วนใหญ่ของเครื่อง สเต็นเตอร์ ทั้ง 4 เครื่อง คือเวลาที่เครื่องจักรเกิดความเสียหาย เมื่อเวลาดังกล่าวลดลงและอัตราความเสียหายของเครื่องจักรลดลงส่งผลให้อัตราความพร้อมในการใช้งานและความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

3. อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF) โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 10,031 นาที หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 59.62% เมื่อจำนวนครั้งในการเสียหายลดลงจาก ส่งผลให้อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ยาวนานขึ้น ด้วยเหตุที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องไม่เกิดความเสียหายและขัดข้อง

จากผลการวิจัยข้างต้น หลังจากนำหลัก RCM มาประยุกต์ใช้กับเครื่องสเต็นเตอร์ ทำให้อัตราความเสียหายของเครื่องจักรลดลง ตรงกับงานวิจัยของ สมศักดิ์ (2552) คือ เมื่อนำหลัก RCM มาใช้งานแล้วเวลาขัดข้องและเสียหายของเครื่องจักรลดลง ในส่วนของอัตราความพร้อมในการใช้งานเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ กาญจนา (2550) ที่หลังจากนำ RCM มาใช้แล้วทำให้เครื่องจักรมีความพร้อมในการใช้งานได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ (มากกว่า 80%) ส่งผลให้เครื่องจักรมีความน่าเชื่อถือเพิ่มสูงขึ้น และอายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้มีค่าสูงขึ้นซึ่งเกิดจากการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ถูกต้องและเหมาะสม ตรงตามที่กาญจนา (2550) ได้กล่าวไว้

การนำ RCM มาประยุกต์ใช้ปรับปรุงและพัฒนา แผนการบำรุงรักษาหรือแผน PM เดิมของเครื่องสเต็นเตอร์ พบว่าแผนบำรุงรักษามีประสิทธิภาพและชัดเจนมากยิ่งขึ้น ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีความสำคัญต่อระบบหรือหน้าที่การใช้งานของเครื่องจักร ได้รับการดูแลรักษาอย่างถูกต้องและเหมาะสม ลดงานบำรุงรักษาที่ไม่จำเป็นซึ่งสอดคล้องกับ Stanley Fore (2553) ที่ประยุกต์ใช้หลัก RCM เพื่อกำหนดเทคนิคการบำรุงรักษาหลายๆ เทคนิคมาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด ส่งผลให้เวลาสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องเสียหายลดลง

นอกจากแผนบำรุงรักษาที่มีการปรับปรุงจากแผนเดิมแล้วนั้น การให้ความรู้ความเข้าใจบทบาทหน้าที่ รวมถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการประยุกต์ใช้ RCM แก่ทีมงาน RCM และพนักงานที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างการมีส่วนร่วม ก็ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การดำเนินงานปรับปรุงเครื่องจักรประสบความสำเร็จ ซึ่งเป็นสิ่งที่ F.T.S. Chan (2548) ได้กล่าวไว้ว่าหากขาดการชี้แจงทำความเข้าใจที่ดี ก็จะได้รับผลการตอบสนองที่ไม่ดีจากพนักงาน

ตารางที่ 51 สรุปผลการวิจัย

ดัชนีชี้วัดผลการดำเนินการ	ค่าเฉลี่ยที่ได้		ผลสรุป
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
อัตราความเสียหายของเครื่องจักร (เปอร์เซ็นต์)	9.22%	2.11%	ลดลง 7.11%
อัตราความพร้อมในการใช้งาน (เปอร์เซ็นต์)	75.87%	81.64%	เพิ่มขึ้น 5.77%
อายุเฉลี่ยที่เครื่องจักรเดินได้ (MTTF) (นาที)	6,284.50	10,031.10	เพิ่มขึ้น 59.62%

จากสรุปผลงานวิจัยดังตารางที่ 51 ทำให้กล่าวสรุปได้ว่าหลัก RCM หรือหลักการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ สามารถประยุกต์ใช้ปรับปรุงแผนบำรุงรักษาเครื่องสเต็นเตอร์ซึ่งเป็นเครื่องจักรทางด้านสิ่งทอ ในการลดเวลาเครื่องจักรเกิดการขัดข้องและเสียหายในระหว่างการผลิต ส่งผลให้อัตราความพร้อมในการใช้งานสูงขึ้น เครื่องจักรสามารถเดินเครื่องได้ยาวนานและต่อเนื่อง รวมทั้งความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรเพิ่มสูงขึ้น

2. ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย

1. ข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมมาใช้ในงานวิจัยยังขาดความละเอียด เนื่องจากพนักงานยังขาดความรู้และทักษะในการวิเคราะห์ปัญหา และการบันทึกข้อมูลที่ถูกต้อง

2. ข้อมูลและระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัยมีจำกัด จึงไม่สามารถกำหนดรอบเวลาในการซ่อมแซมหรือการเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริง ทางทีมงานจึงใช้คู่มือบำรุงรักษาของเครื่องจักร ประวัติในการซ่อมบำรุง และประสบการณ์ของทีมช่างซ่อมบำรุงกับทีมงานฝ่ายผลิต ร่วมกันกำหนดรอบเวลาที่เหมาะสมแทน

3. เนื่องจากต้นทุนต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับการผลิตเป็นความลับของทางบริษัททางผู้วิจัยจึงไม่สามารถคำนวณต้นทุนที่ลดลงภายหลังประยุกต์ใช้หลักการซ่อมบำรุงรักษาดังกล่าวได้

3. ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายของเครื่องจักรหลังจากที่ได้นำแนวทางตามหลักการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือมาประยุกต์ใช้ เพื่อปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริง

2. ควรมีการเก็บรวบรวมข้อมูลความเสียหายของชิ้นส่วนอุปกรณ์อย่างต่อเนื่องและเพียงพอ และนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้กำหนดรอบการเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เหมาะสมต่อไป

3. ควรมีการฝึกอบรมพนักงานให้ทราบถึงวิธีการวิเคราะห์หาสาเหตุของความเสียหายของเครื่องจักร ผลกระทบที่เกิดจากความเสียหาย และแนวทางแก้ไขป้องกัน พร้อมทั้งอบรมเพิ่มทักษะและความชำนาญถึงวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อคงรักษาสภาพการใช้งานของเครื่องจักรให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

4. ควรมีการวางแผนระบบอะไหล่สำรอง เมื่อเครื่องจักรเกิดการเสียหายกระทันหันสามารถบำรุงรักษาเครื่องจักรได้ทันที ไม่ต้องเสียเวลาในการรอคอยอะไหล่

5. ควรนำแนวทางตามหลักการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือนี้ขยายผลไปประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรอื่นๆ ที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตภายโรงงาน

รายการอ้างอิง

กาญจนา จิตรจุน. (2550). “การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษาบนพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2551). **การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

โกศล ดีศีลธรรม. (2554). “วิศวกรรมความน่าเชื่อสำหรับงานบำรุงรักษา.” **เทคนิคไฟฟ้าเครื่องกลอุตสาหการ** 28, 324 (มีนาคม): 108.

ดนัย สาหร่ายทอง. (2543). “การวิเคราะห์เหตุขัดข้องของเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานบำรุงรักษา เชิงป้องกัน กรณีศึกษา: โรงงานผลิต ชิ้นส่วนเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนกร ณ พัทลุง. (2552). “CBM การบำรุงรักษาตามสภาพในแนวทางการบำรุงรักษาสมัยใหม่.” **Technology Promotion Magazine** 36, 204 (เมษายน-พฤษภาคม): 27-30.

ณัฏฐรินทร์ อักษรนำ. (2545). “การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการบำรุงรัษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษา โรงงานฉีดโฟมเพื่อการบรรจุภัณฑ์.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วีรศักดิ์ กรัยวิเชียร. (2545). “การบำรุงรักษาเพื่อความเชื่อถือได้.” **Mechanical Technology Magazine**, no. 8 (มิถุนายน): 60-65.

วัฒนา เชียงกูล, เกรียงไกร ดำรงรัตน์ และดลดิษฐ์ เมืองแมน. (2553). **การจัดการงานบำรุงรักษาด้วย Reliability**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

ศิริรัตน์ ศิลปพิพัฒน์. (2537). “การออกแบบแผนงานบำรุงรักษา สำหรับอุตสาหกรรมคอนกรีตผสมเสร็จแบบหลายโรงผสม.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สราวุธ ลิ้มประเสริฐ. (2551). “การปรับปรุงกระบวนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษาเครื่องเชื่อมสายเส้นใยแก้วนำแสง.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สรัณญา ศิลาอาสน์. (2551). “การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรโดยระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมศักดิ์ สัมฤทธิ์. (2552). “การลดเวลาสูญเสียในการผลิตโดยวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุชญาน หรรษสุข. (2543). “เพิ่มประสิทธิภาพงานบำรุงรักษา ด้วยเทคนิค RCM (1).” **เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้า-อุตสาหการ**, no. 183 (เมษายน): 108-116.

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

อนุวัฒน์ ผลวัฒนา. (2547). “การพัฒนาประสิทธิภาพของแผนกกรอด้ายโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อรรถกร เก่งพล. (2547). **วิศวกรรมคอนเคอร์เร็นท์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Abdulnour, G. et al. (1998). “A reliability based maintenance policy; A case study.” **Computers ind. Engng, no.** 35: 591-594.

Baek, Seok-Heum, and others. (2009). “Reliability design of preventive maintenance scheduling for cumulative fatigue damage.” **Journal of Mechanical Science and Technology**, no. 23: 1225-1233.

Chrysler Corporation, Ford Motor Company, and General Motors Corporation. (1995). **Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)**. n.p.

Fore, Stanley. (2011). “Application of RCM for a chipping and sawing mill.” **Journal of Engineering, Design and Technology** 9, 2: 204-226.

International Atomic Energy Agency (IAEA). (2007). **Application of Reliability Centered Maintenance to Optimize Operation and Maintenance in Nuclear Power Plants**. Vienna: Nuclear Power Engineering Section.

Jardaine, Andrew K.S., and Albert H.C. Tsang. (2006). **Maintenance Replacement and Reliability Theory and Application.** Boca Raton Florida: Taylor & Francis Group.

Kobbacy, K.A.H., and Murthy. (2008). **D.N.P. Complex System Maintenance Handbook**. London: Springer.

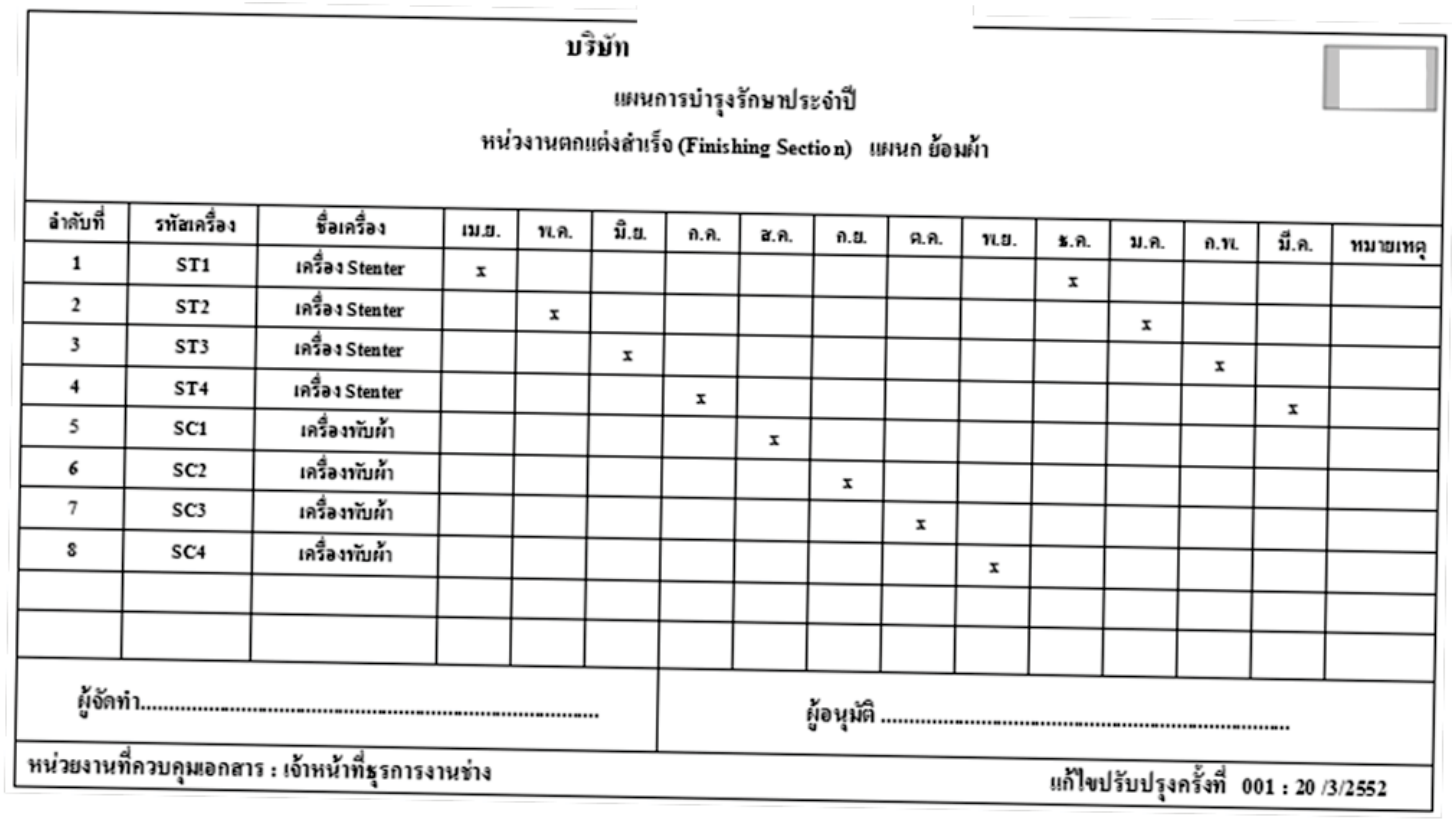
National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2008). **Reliability Centered Maintenance guide for Facilities and Collateral Equipment**. n.p.

Nowlan, F.S. and Heap, H.F. (1978). **Reliability-Centered Maintenance**. n.p.: Braun-Brum field, Inc.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำหน่วยงานตกแต่งสำเร็จ (ก่อนดำเนินการปรับปรุง)



บริษัท

แผนการบำรุงรักษาประจำปี

หน่วยงานตกแต่งสำเร็จ (Finishing Section) แผนก ย้อมผ้า

ลำดับที่	รหัสเครื่อง	ชื่อเครื่อง	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	หมายเหตุ
1	ST1	เครื่อง Stenter	x								x				
2	ST2	เครื่อง Stenter		x								x			
3	ST3	เครื่อง Stenter			x								x		
4	ST4	เครื่อง Stenter				x								x	
5	SC1	เครื่องทับผ้า					x								
6	SC2	เครื่องทับผ้า						x							
7	SC3	เครื่องทับผ้า							x						
8	SC4	เครื่องทับผ้า								x					

ผู้จัดทำ.....

ผู้อนุมัติ .....

หน่วยงานที่ควบคุมเอกสาร : เจ้าหน้าที่ธุรการงานช่าง

แก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 001 : 20 /3/2552

ภาพที่ 42 แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำหน่วยงานตกแต่งสำเร็จ ก่อนดำเนินการปรับปรุง)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายทวิช คำสัตย์
ที่อยู่	เลขที่ 38 หมู่ 6 ตำบลบ้านกุ่ม
	อำเภอบางบาล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รหัสไปรษณีย์ 13250
	E-mail: plapiwit@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2550	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งทอ) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2553	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2550-2549	ตำแหน่ง Lean Engineer
	บริษัท วาย.อาร์.ซี. เท็กซ์ไทล์ จำกัด
	จังหวัดสมุทรสาคร