บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ก่อนที่จะจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ ได้ศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร ซึ่งผู้ทำวิจัยนั้นๆ ได้ศึกษาและจัดทำไว้ เพื่อนำมาเรียบเรียงเขียนเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้ในการศึกษาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยได้นำมาจากผู้ทำวิจัยดังรายนามต่อไปนี้

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุพงษ์ บุณยเกียรติ (2527) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรกลของกรมชลประทาน เพื่อให้เครื่องจักรเหล่านั้นอยู่ในสภาพที่พร้อมต่อการนำออกไปปฏิบัติงาน โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาทางด้านเกี่ยวกับการขัดข้องของเครื่องจักรกลรถขุด, ค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุง และนโยบายในการดำเนินงานของกรมชลประทาน และทำการวิเคราะห์เพื่อจัดวางระบบซ่อมบำรุงใหม่ในลักษณะของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พร้อมกับการจัดวางระบบข้อมูลที่มีการป้อนกลับของข้อมูล เพื่อใช้ในการติดตามผลการปฏิบัติงานและวิธีการทำงานให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งจากการศึกษาโดยใช้เครื่องจักรกลรถขุดจำนวน 163 คัน พบว่าหลังจากที่ได้จัดระบบใหม่แล้วทำให้สามารถลดการสูญเสียในรูปของปริมาณงานดินได้ประมาณ 6.2 ล้านลูกบาศก์เมตร

อลงกฎ ชุตินันท์ (2527) ได้บรรยายถึงการวางแผนระบบการซ่อมบำรุงโดยอาศัยความรู้ทางเทคนิคและประสบการณ์หลายๆ ด้านมารวมกัน ซึ่งมีการกำหนดการปฏิบัติงานในรูปของแผนการอยู่เป็น 3 ระดับ ได้แก่ แผนการซ่อมบำรุงระยะสั้น และการกำหนดเวลาทำงาน โดยใช้ระบบการสั่งงานเป็นเครื่องมือในการแจกจ่ายงานแก่พนักงาน สำหรับแผนการซ่อมบำรุงระยะยาวจะกำหนดแนวทางและหลักการปฏิบัติของงานซ่อมบำรุง เพื่อให้ดำเนินการไปได้อย่างสอดคล้องกัน ส่วนแผนสุดท้ายได้แก่แผนพัฒนางานซ่อมบำรุง โดยการประเมินค่าแนวโน้มความต้องการด้านทรัพยากรและเทคนิคในงานซ่อมบำรุง ซึ่งแผนสุดท้ายนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากทางฝ่ายบริหารประกอบกันด้วย

ฟูคุนางะ อิจิโระ (2530) ได้บรรยายถึงสาเหตุของการขัดข้องของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ข้อต่อแบริ่ง, เครื่องอัด, มอเตอร์, ระบบไฮโดรลิค, การหล่อลื่น และอื่นๆ โดยได้กล่าวถึงการปฏิบัติในการตรวจวัด ปรับแต่ง และซ่อมแซมอุปกรณ์ ประกอบกับการใช้มาตรการแก้ไขให้ใช้ชิ้นงานต่อ

ไปได้อย่างปกติ นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างกรณีศึกษาเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงของโรงงานอุตสาหกรรมในญี่ปุ่น โดยได้แยกแยะตามประเภทของเครื่องจักรและอุปกรณ์ และยังได้เสนอแนวความคิดเบื้องต้นในการซ่อมบำรุง โดยเน้นระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ชัยยศ วัชรอยู่ (2533) ได้ทำการศึกษาและปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงของโรงงานทอผ้าขนาดกลางเพื่อเพิ่มผลผลิตโดยการปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงของโรงงาน จากการศึกษาระบบเดิมของโรงงานพบว่าระบบการซ่อมบำรุงส่วนใหญ่ดำเนินไปอย่างขาดมาตรฐานและการวางแผนงานที่ดี จะทำการซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุดเท่านั้น ผู้ศึกษาจึงได้จัดวางระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันจากการวางแผนและกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงานที่เหมาะสม รวมทั้งจัดระบบข้อมูลและนำมาตรฐานนี้ไปใช้ในโรงงานตัวอย่าง ผลที่ได้คือสามารถลดอัตราค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่อหน่วยผลผลิตลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

คณิต เสรีตระกูล (2534) ได้ทำการศึกษาและปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงโดยใช้โปรแกรมการบำรุงรักษา เพื่อป้องกันการหยุดการทำงานของเครื่องจักร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตในโรงงานอาหารกระป๋องขนาดใหญ่ซึ่งทำการผลิตปลาทูน่ากระป๋อง จากผลการศึกษาของวิทยานิพนธ์นี้ สามารถลดอัตราความผิดพลาดในการปฏิบัติงานของเครื่องปิดฝากระป๋องได้ 3.54% และลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาได้ 0.26 บาทต่อคาร์ตัน

เอกชัย ตั้งบุญธินา (2534) ได้ทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงของโรงงานผลิตแผ่นพื้นรองเท้าประเภทโฟม EVA โดยมีการจัดองค์กรในหน่วยงาน และมีการสร้างระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ประกอบกับสร้างระบบสารสนเทศ ซึ่งจะมุ่งเน้นในด้านความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักร ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านต้นทุนการผลิต หลังจากทำการปรับปรุงแล้วผลที่ได้พบว่า เครื่องจักรมีค่าความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.9 และ 6.8 มีสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการซ่อมบำรุงต่อค่าใช้จ่ายโรงงานลดลงร้อยละ 3.0 และมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงต่อหน่วยการผลิตลดลง 1.20 บาทต่อครั้งการผลิต

ศิริวรรณ ฉันทวิทิตพงษ์ (2535) ได้ศึกษาการปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องขนาดเล็ก โดยการจัดหน่วยงานซ่อมบำรุงในโครงสร้างขององค์กร, สร้างระบบการซ่อมบำรุง และระบบสารสนเทศ โดยมุ่งเน้นในการเพิ่มความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร หลังจากทำการปรับปรุงแล้วพบว่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น และในขณะเดียวกัน การขัดข้องของเครื่องจักรก็ลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 11.63 ส่วนอัตราการผลิตกระป๋องเพิ่มขึ้น 873 ใบต่อชั่วโมง หรือร้อยละ 16.30

ฐิตินันท์ ชัยพัฒนาการ (2536) ได้ศึกษาถึงการออกแบบระบบการวางแผนงานบำรุงรักษาในโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก โดยจัดโครงสร้างองค์กรการซ่อมบำรุง, การจัดแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบของพนักงานซ่อมบำรุงและพนักงานฝ่ายผลิต จัดวางแผนการบำรุง

รักษาเชิงป้องกัน, การจัดวางระบบเอกสารงานบำรุงรักษาและการจัดรายการอะไหล่สำรอง กาย หลังการปรับปรุงพบว่าเครื่องทำลอนกระดาษลูกฟูกและเครื่องพิมพ์เซาะร่อง มีระยะเวลาในการชำรุดใช้งานไม่ได้ลดลงเฉลี่ยเดือนละ 247 และ 540 นาที ตามลำดับ นอกจากนี้อัตราของจำนวนการเกิดเหตุขัดข้องของทั้ง 2 เครื่อง ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.02 และ 0.07 ตามลำดับ

ศิริรัตน์ ศิลปพิพัฒน์ (2537) ได้ศึกษาและออกแบบแผนงานบำรุงรักษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะเวลาการชำรุดใช้งานไม่ได้ของเครื่องผสมคอนกรีต การศึกษานี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลระยะเวลาการชำรุดใช้งานไม่ได้ของเครื่องผสมคอนกรีตต่อเดือน และอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรที่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เป็นระยะเวลา 3 เดือน ก่อนการเปลี่ยนแปลง และได้ออกแบบแผนงานบำรุงรักษา ซึ่งประกอบด้วยแผนการบำรุงรักษาหลัก 5 ปี, แผนการบำรุงรักษาประจำปี และแผนการบำรุงรักษารายสัปดาห์ รวมทั้งได้เสนอแนะโครงสร้างองค์กรทางด้านงานบำรุงรักษาที่มีการกำหนดอำนาจหน้าที่, ความรับผิดชอบของพนักงานที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง, การจัดระบบเอกสาร และการจัดระบบอะไหล่สำรองขึ้นมาด้วย จากการนำแผนงานบำรุงรักษาที่จัดทำขึ้นเข้าไปปฏิบัติเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่าระยะเวลาการใช้งานไม่ได้ของเครื่อง ELBA 1 ลูกบาศก์เมตร,เครื่องELBA 1/2 ลูกบาศก์เมตร, เครื่องKABAG 1 ลูกบาศก์เมตร, เครื่องKABAG 1/2 ลูกบาศก์เมตร ลดลง 216, 444, 369, 807 นาทีต่อเดือนตามลำดับ และอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรลดลง 1.47 %, 7.85 %, 11.86 % และ 7.89 % ตามลำดับ

Benjamin D Ramires Garcia (1988) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบการบำรุงรักษาของโรงงานเยื่อกระดาษ โดยในการศึกษานี้ได้รวบรวมสาเหตุหลักของความบกพร่องที่เกิดขึ้นและวิธีการป้องกันที่สามารถกระทำได้ การศึกษานี้ได้นำระบบซ่อมบำรุงตามลำดับความสำคัญมาใช้ เพื่อกำหนดดัชนีความวิกฤตของเครื่องจักรแต่ละเครื่องในกระบวนการผลิต และได้นำเสนอนโยบายการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 3 แนวทาง บนพื้นฐานของขอบเขตที่จำกัดและต้นทุนต่อหน่วยในระยะยาว เพื่อคัดเลือกนโยบายการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมกับกลุ่มเครื่องจักรซึ่งแบ่งไว้ทั้งหมด 6 กลุ่ม

2.2 การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis, FMEA)

2.2.1 จุดมุ่งหมายของการทำ FMEA

2.2.1.1 เพื่อหยิบยกข้อผิดพลาดและผลกระทบที่เกิดขึ้นในระบบงานขึ้นมาพิจารณาและทำการวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งหาสาเหตุที่เกี่ยวข้อง

2.2.1.2 เพื่อหาแนวทางในการลดค่าความน่าจะเป็นของโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดให้น้อยลง

2.2.1.3 เพื่อเป็นบันทึกทางเอกสารในระบบการทำงาน

2.2.2 <u>การดำเนินงานในการทำ FMEA</u>

การทำ FMEA เป็นการดำเนินงานแบบกลุ่ม ซึ่งควรจะประกอบด้วยผู้ปฏิบัติงานที่มีความรู้ความสามารถในด้านต่างๆหรือในขั้นตอนต่างๆของงานนั้น เพื่อที่จะได้นำความรู้และความคิดต่างๆเข้ามาใช้ในการวิเคราะห์ประกอบกัน โดยจะมีจำนวนมากน้อยเพียงใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของข้อผิดพลาดที่หยิบยกขึ้นมาวิเคราะห์ ข้อควรพิจารณาอีกประการหนึ่งคือ การทำ FMEA ควรกระทำในช่วงก่อนหน้าที่จะเกิดปัญหา มากกว่าการกระทำหลังจากที่ข้อผิดพลาดเกิดขึ้นแล้ว เพื่อให้ได้รับประโยชน์สูงสุดจากการทำ ซึ่งเป็นเทคนิคของการป้องกันหรือสัญญาณเตือนภัยล่วงหน้า อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าข้อผิดพลาดบางอย่างได้เกิดขึ้นแล้วกับในระบบงานหรือในกระบวนการ ก็ควรที่จะได้รับการพิจารณาและบันทึกลงในแบบฟอร์มของ FMEA ด้วย เพื่อเป็นการเตือนความจำและเก็บบันทึกประวัติการดำเนินงานแก้ไขข้อผิดพลาดที่ผ่านมา ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

ในการทำ FMEA นี้ ควรมีการทบทวนและปรับปรุงระบบเอกสารให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบงานเสมอ เช่นอาจเกี่ยวข้องกับการนำเครื่องจักรใหม่ๆเข้ามาใช้, การเปลี่ยนแปลงสภาพการทำงาน หรือการเปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทำงาน เป็นต้น เพื่อใช้เป็นเอกสารอ้างอิงและมีการเผยแพร่ให้กับผู้เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานต่อไป

2.2.3 <u>ประโยชน์ของการทำ FMEA</u>

2.2.3.1 เป็นการประกันว่าได้มีการพิจารณาถึงข้อผิดพลาดต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับระบบงานนั้น

2.2.3.2 เป็นการแยกแยะและลำดับความสำคัญของข้อผิดพลาด รวมทั้งผลกระทบที่เกิดขึ้น

2.2.3.3 เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ไขล่วงหน้า เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้น หรือลดข้อผิดพลาดลง

2.2.3.4 เป็นการเก็บหลักฐานเชิงประวัติศาสตร์ไว้เพื่อสำหรับการอ้างอิงในอนาคต เมื่อมีความต้องการที่จะปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงระบบงาน

2.2.3.5 สร้างความมั่นใจให้กับทีมผู้ปฏิบัติงานที่มีส่วนร่วมในการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบงาน

2.2.3.6 เป็นการเสนอผลงานที่มีระบบระเบียบและขั้นตอนที่ดีให้ฝ่ายบริหารได้รับทราบเพื่อได้พิจารณาดำเนินการในขั้นต่อไป

2.2.4 <u>การเตรียมเอกสารในการทำ FMEA</u>

การเตรียมเอกสารเพื่อทำ FMEA เริ่มจากการเขียนแผนผังการไหลของกระบวนการ และนำมาพิจารณาแยกแยะคุณลักษณะต่างๆของงาน หรือขั้นตอนต่างๆในระบบงาน หรือกระบวนการ

หรือวัสดุเครื่องจักรที่ใช้ในระบบงานเป็นต้น จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับกระบวนการทำงานในแต่ละขั้นตอน

สิ่งที่สำคัญคือต้องมีการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในทุกๆทาง ที่อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ แล้วทำการประเมินถึงโอกาสของการเกิดข้อผิดพลาด (Probability of Occurrences), ความรุนแรงของข้อผิดพลาด (Severity of Failures) และโอกาสที่จะสามารถสืบค้นหรือตรวจสอบข้อผิดพลาดได้ก่อนที่จะเกิดความเสียหายแก่ระบบงาน หรือกระบวนการทำงานนั้น

หลังจากนั้นจึงนำผลรวมจากค่าประเมิน (Risk Priority Number) มาทำการลำดับความสำคัญของข้อผิดพลาด และหาแนวทางการแก้ไขข้อผิดพลาดแต่ละข้อ เพื่อเป็นการป้องกันล่วงหน้าก่อนที่จะเกิดข้อผิดพลาดขึ้นจริง เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อขั้นตอนหรือหน่วยงานถัดไป หรือกับลูกค้าที่ปลายทาง และเป็นการสร้างความเชื่อมั่นในด้านคุณภาพของระบบงาน หรือผลิตภัณฑ์หรือเครื่องจักรอุปกรณ์ในที่สุด

2.2.5 <u>การเขียนแบบฟอร์มของการทำ FMEA</u>

2.2.5.1 ข้อมูลเบื้องต้น

1. ชื่อหัวข้อหรือกระบวนการ
   - เขียนชื่อและหมายเลขรหัสของผลิตภัณฑ์/เครื่องจักร/ระบบการผลิตที่นำมาพิจารณา
2. หน่วยงานที่รับผิดชอบ
   - เขียนชื่อของหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง เกี่ยวกับหัวข้อที่นำมาพิจารณา
3. ส่วนเกี่ยวข้องอื่นๆ
   - เขียนชื่อของส่วนที่เกี่ยวข้องอื่นๆกับหัวข้อกระบวนการนั้น
4. จัดเตรียมโดย
   - เขียนชื่อผู้ที่รับผิดชอบในการเรียบเรียง, จัดเตรียมเอกสาร (เลขานุการ)
5. วันที่ดำเนินการ
   - เขียนวันที่ที่เตรียม FMEA เสร็จเรียบร้อย
6. วันที่ที่ปรับปรุง
   - เขียนวันที่ที่ปรับปรุงครั้งล่าสุด

2.2.5.2 รายละเอียดภายในแบบฟอร์ม

1. รายละเอียดและจุดมุ่งหมายของกระบวนการ
   - เขียนชื่อของกระบวนการ/การปฏิบัติ/ส่วนประกอบ ที่ได้นำมาพิจารณาจากแต่ละลำดับของแผนผังการไหลของกระบวนการ
   - อธิบายหน้าที่, วัตถุประสงค์ของกระบวนการ/การปฏิบัติ/ส่วนประกอบ นั้น

2. ศักยภาพของข้อผิดพลาด
   - ลำดับหัวข้อผิดพลาดและอธิบายในแต่ละข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่งข้อผิดพลาดนั้นอาจมีผลต่อการปฏิบัติงาน/กระบวนการที่ต่อเนื่องภายหลังหรือเกิดขึ้นเนื่องจากได้รับผลกระทบจากการปฏิบัติงาน/กระบวนการที่กระทำก่อนหน้านั้น
   - เขียนอธิบายลักษณะของข้อผิดพลาดโดยยึดสมมติฐานว่า ข้อผิดพลาดดังกล่าวนั้นมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้ แต่ไม่จำเป็นว่าจะต้องเกิดขึ้นจริง
3. ศักยภาพของผลกระทบที่เกิดจากข้อผิดพลาดนั้น
   - อธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแต่ละข้อผิดพลาดที่มีต่อลูกค้าทั้งภายในและภายนอก
4. ความรุนแรง
   - ประเมินคะแนนความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากข้อผิดพลาด ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 : การประเมินค่าคะแนนความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากข้อผิดพลาด

ผลกระทบ	ค่าประเมิน	เกณฑ์การพิจารณา
ไม่มีผลกระทบ	1	ไม่มีผลกระทบ ต่อเครื่องมือ, การดำเนินงานของระบบ หรือกระบวนการ, ขั้นตอนหน่วยงานถัดไป
ผลกระทบน้อยมาก	2	มีผลกระทบน้อยมาก
ผลกระทบเล็กน้อย	3	มีผลกระทบเล็กน้อย
ผลกระทบน้อย	4	มีผลกระทบน้อย ลูกค้าจะไม่สังเกตเห็นข้อผิดพลาด
ผลกระทบปานกลาง	5	มีผลกระทบปานกลาง ก่อให้เกิดความรำคาญเล็กน้อย
ผลกระทบสำคัญ	6	มีผลกระทบสำคัญ อาจเป็นสาเหตุทำให้งานเกิดความเสียหาย ต้องทำใหม่หรือซ่อมแซม การทำงานของเครื่องมือแย่ลงแต่ยังคงทำงานได้และปลอดภัย ลูกค้าจะสังเกตเห็นข้อผิดพลาดในระบบงาน, เครื่องมือ หรือผลที่ได้ออกมาเล็กน้อย

ตารางที่ 2.1 : การประเมินค่าคะแนนความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากข้อผิดพลาด (ต่อ)

ผลกระทบ	ค่าประเมิน	เกณฑ์การพิจารณา
ผลกระทบมาก	7	มีผลกระทบมาก ต้องทำใหม่หรือซ่อมแซม มีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องมือมาก แต่ยังคงทำงานได้และปลอดภัย ลูกค้าเกิดความไม่พอใจบ้าง
ผลกระทบหนักมาก	8	มีผลกระทบหนักมาก เครื่องจักรเสียหาย, เครื่องมือไม่ทำงาน แต่ปลอดภัย ลูกค้าเกิดความไม่พอใจ
ผลกระทบรุนแรง	9	อาจมีผลกระทบที่อันตราย ลูกค้าเกิดความไม่พอใจมาก
ผลกระทบอันตราย	10	มีผลกระทบที่อันตราย ลูกค้าเกิดความไม่พอใจมาก

ที่มา : FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA), NS Electronics (Bangkok) Ltd., Bangkok, 1994.

5. ศักยภาพของสาเหตุที่ทำให้ข้อผิดพลาดนั้น
   - อธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาด โดยเขียนถึงสิ่งที่สามารถแก้ไขหรือควบคุมได้ ซึ่งบ่อยครั้งที่มีสาเหตุที่อาจเป็นไปได้หลากหลาย ต้องมีการวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริงด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การวิเคราะห์โดยการออกแบบการทดลอง เป็นต้น
6. การเกิดเหตุการณ์ข้อผิดพลาด
   - ประเมินค่าคะแนนความน่าจะเป็นของโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดขึ้นจากสาเหตุที่ได้ทำการวิเคราะห์มาแล้ว
   - ถ้ากระบวนการถูกควบคุมอยู่ภายใต้การวิเคราะห์เชิงสถิติ หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับกระบวนการก่อนหน้านี้ ซึ่งได้รับการควบคุมด้วยสถิติ ให้กำหนดค่าคะแนนโอกาสในการเกิดข้อผิดพลาดด้วยข้อมูลทางสถิติด้วย แต่ถ้าเป็นกรณีทั่วไป ให้ตีความหมาย
   - จากคำอธิบายที่อยู่ทางด้านซ้ายของตาราง ควบคู่ไปกับข้อมูลในอดีตของกระบวนการนั้น หรือกระบวนการที่ใกล้เคียงกัน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 : การประเมินค่าคะแนนความน่าจะเป็นของโอกาสในการเกิดข้อผิดพลาดจากสาเหตุที่ได้วิเคราะห์มาแล้ว

การเกิดเหตุการณ์	ค่าประเมิน	เกณฑ์การพิจารณา
เกือบจะไม่เคยเกิดเหตุการณ์	1	ข้อผิดพลาดไม่น่าเป็นไปได้ ข้อมูลเก่าของกระบวนการที่คล้ายคลึงกันไม่เกิดข้อผิดพลาดนี้
เกิดเหตุการณ์ห่างๆ	2	ข้อผิดพลาดนี้น่าจะเกิดน้อยมาก และเกิดในช่วงเวลาที่ห่างกัน
เกิดน้อยมาก	3	ข้อผิดพลาดนี้น่าจะเกิดน้อยมาก
เกิดขึ้นน้อย	4	ข้อผิดพลาดนี้น่าจะเกิดน้อย
เกิดขึ้นต่ำ	5	ข้อผิดพลาดนี้น่าจะเกิดเป็นบางครั้งบางคราว
เกิดขึ้นปานกลาง	6	ข้อผิดพลาดนี้น่าจะเกิดขึ้นปานกลาง
เกิดขึ้นปานกลางค่อนมาทางมาก	7	ข้อผิดพลาดนี้น่าจะเกิดบ่อย
เกิดขึ้นมาก	8	ข้อผิดพลาดนี้เกิดมาก
เกิดขึ้นสูง	9	ข้อผิดพลาดนี้เกิดสูงมาก
เกิดขึ้นเกือบจะแน่นอน	10	ข้อผิดพลาดนี้เกิดขึ้นเกือบจะแน่นอน ข้อมูลเก่าของกระบวนการที่คล้ายคลึงกันพบข้อผิดพลาดนี้มาก

ที่มา : FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA), NS Electronics (Bangkok) Ltd., Bangkok, 1994.

7. การควบคุมการเกิดข้อผิดพลาด

- อธิบายถึงสภาพของวิธีการควบคุมการเกิดข้อผิดพลาด ณ ขณะเวลานั้น โดยตีความว่าเป็นทั้งการควบคุมไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด และเป็นการตรวจจับเมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้น สามารถอธิบายด้วยวิธีการที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการ เช่น มีการใช้เครื่องมือช่วยในการป้องกันข้อผิดพลาดที่เกิดจากการประมาทเลินเล่อของพนักงาน , การตรวจสอบท้ายกระบวนการหรือตรวจสอบกระบวนการต่อเนื่องถัดไป

8. การตรวจจับการเกิดข้อผิดพลาด

- ประเมินค่าคะแนนความน่าจะเป็นที่แนวทางควบคุมกระบวนการ ณ ปัจจุบัน ซึ่งอธิบายในหัวข้อของการควบคุมการเกิดข้อผิดพลาด โดยจะสามารถตรวจจับการเกิดข้อผิดพลาดได้จริง ก่อนที่ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเสียจะถูกส่งผ่านออกจากกระบวนการนั้น
- ไม่จำเป็นเสมอไปว่า ถ้าค่าความน่าจะเป็นในการเกิดข้อผิดพลาดนั้นมีค่าน้อยแล้ว ค่าความน่าจะเป็นในการควบคุม และการตรวจจับข้อผิดพลาดนั้นก็ต้องมีค่าต่ำด้วย คือควบคุมได้ดี แต่ให้พิจารณาว่าจริงๆแล้ววิธีการที่ใช้อยู่นั้น มีประสิทธิภาพในการทำให้ค่าความถี่ของข้อผิดพลาดลดลงได้จริง หรือกลั่นกรองของเสียออกจากกระบวนการได้จริง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 : ประเมินค่าคะแนนความน่าจะเป็นที่แนวทางควบคุมกระบวนการ ณ ในขณะปัจจุบัน

การป้องกัน	ค่าประเมิน	เกณฑ์การพิจารณา
ป้องกันเกือบจะแน่นอน	1	การควบคุมปัจจุบัน ป้องกันข้อผิดพลาดได้เกือบจะแน่นอน การป้องกันที่เชื่อถือได้สามารถเรียนรู้ได้จากกระบวนการที่คล้ายคลึงกัน
ป้องกันได้สูงมาก	2	การควบคุมปัจจุบัน มีความน่าจะเป็นสูงมากในการป้องกันข้อผิดพลาด
ป้องกันได้สูง	3	การควบคุมปัจจุบัน มีความน่าจะเป็นสูงในการป้องกันข้อผิดพลาด
ป้องกันได้ปานกลางค่อนมาทางสูง	4	การควบคุมปัจจุบัน มีความน่าจะเป็นปานกลางค่อนมาทางสูงในการป้องกันข้อผิดพลาด

ตารางที่ 2.3 : ประเมินค่าคะแนนความน่าจะเป็นที่แนวทางควบคุมกระบวนการ ณ ในขณะปัจจุบัน (ต่อ)

การป้องกัน	ค่าประเมิน	เกณฑ์การพิจารณา
ป้องกันได้ปานกลาง	5	การควบคุมปัจจุบัน มีความน่าจะเป็นปานกลางในการป้องกันข้อผิดพลาด
ป้องกันได้ต่ำ	6	การควบคุมปัจจุบัน มีความน่าจะเป็นต่ำในการป้องกันข้อผิดพลาด
ป้องกันได้ค่อนข้างต่ำ	7	การควบคุมปัจจุบัน มีความน่าจะเป็นค่อนข้างต่ำในการป้องกัน ข้อผิดพลาด
ป้องกันได้ต่ำมาก	8	การควบคุมปัจจุบัน มีความน่าจะเป็นต่ำมากในการป้องกันข้อผิดพลาด
ป้องกันเกือบไม่ได้	9	การควบคุมปัจจุบัน เกือบไม่มีค่าความน่าจะเป็นในการป้องกันข้อผิดพลาด
ป้องกันไม่ได้	10	ไม่มีระบบการควบคุมเพื่อป้องกันข้อผิดพลาด

ที่มา : FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA). NS Electronics (Bangkok) Ltd., Bangkok, 1994.

9. จำนวนค่าลำดับความเสี่ยง (RPN)

- เขียนค่าผลรวมที่เกิดจากผลคูณของค่าคะแนนที่ประเมินจากหัวข้อการเกิดเหตุการณ์ข้อผิดพลาด, การควบคุมการเกิดข้อผิดพลาด และการตรวจจับการเกิดข้อผิดพลาด เพื่อเป็นการลำดับความสำคัญของความเสี่ยงของข้อผิดพลาดนั้น

2.3 การบำรุงรักษาเครื่องจักร

การบำรุงรักษาเครื่องจักร เป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานในการรักษาชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ของเครื่องจักรนั้นได้อย่างน่าเชื่อถือ แต่เดิมนั้นการบำรุงรักษาเครื่องจักรจะกระทำต่อเมื่อเครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง ซึ่งเรียกการบำรุงรักษาลักษณะนี้ว่า *การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance)* ซึ่งวิธีการบำรุงรักษานี้กระทำโดยการหาสาเหตุของเหตุขัดข้อง มีการจัดหาชิ้นส่วนอะไหล่ และซ่อมแซม ตลอดจนการทดสอบการเดินเครื่องหลังจากการบำรุงรักษา ทำให้สายการผลิตต้องหยุดชะงักและเสียเวลามาก จะเห็นว่าการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้องนั้น ก่อให้เกิดการสูญเสียต้นทุนและเวลาเป็นอย่างมาก

จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2494 ได้มีการนำ *การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)* มาใช้เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือ ในการปฏิบัติงานของเครื่องจักรเพื่อป้องกันเหตุขัดข้องที่เกิดขึ้นอย่างฉุกเฉิน ซึ่งทำให้การสูญเสียต้นทุนและเวลาในการผลิตลดต่ำลงได้ในระดับหนึ่ง โดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนี้ คือการบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อป้องกันการหยุดของเครื่องจักรที่เกิดโดยเหตุฉุกเฉิน สามารถกระทำได้โดยการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร การทำความสะอาดหล่อลื่นโดยถูกวิธี การปรับแต่งเครื่องจักรทำงานที่จุดทำงานตามคำแนะนำของคู่มือ รวมทั้งการบำรุงรักษาและเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามกำหนดเวลา

จากนั้นได้มีวิวัฒนาการด้านการบำรุงรักษาเป็นอย่างมาก โดยได้มาจากความคิดและทัศนคติที่ว่างานบำรุงรักษานั้นไม่สามารถแบ่งแยกออกจากงานการผลิต ซึ่งงานทั้งสองประเภทดังกล่าวจะต้องร่วมกันกระทำอย่างสอดคล้องและเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นแนวความคิดแบบญี่ปุ่น และจากแนวความคิดนี้ทำให้ในปี พ.ศ. 2497 การบำรุงรักษาชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆของเครื่องจักรได้พัฒนามาเป็น *การบำรุงรักษาแบบทวีผล (Productive Maintenance)* ซึ่งคือการบำรุงรักษาที่อาศัยวิธีการหลายวิธีการประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดอาการทวีผล และมีประสิทธิภาพสูงสุด

ต่อมาประมาณปี พ.ศ. 2500 การบำรุงรักษาแบบทวีผลได้เปลี่ยนไปเป็น *การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance)* ซึ่งเป็นการดำเนินการเพื่อการดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรหรือส่วนของเครื่องจักร เพื่อขจัดเหตุขัดข้องเรื้อรังของเครื่องจักรให้หมดไปโดยสิ้นเชิง และเพื่อปรับปรุงสมรรถภาพของเครื่องจักรให้สามารถผลิตได้ด้วยคุณภาพหรือปริมาณที่สูงขึ้น

และต่อมาในปี พ.ศ. 2506 ได้เริ่มมีวิธีการที่จะหลีกเลี่ยงการบำรุงรักษา คือการดำเนินการใดๆ ก็ตามที่จะให้ได้มาซึ่งเครื่องจักรที่ไม่ต้องการบำรุงรักษา หรือต้องการแต่น้อยที่สุด จึงทำให้เกิดเป็น *การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention)* ซึ่งดำเนินการโดยใช้ 3 ขั้นตอน คือ 1. การออกแบบเครื่องจักรให้มีความแข็งแรงทนทาน บำรุงรักษาง่าย 2. ใช้เทคนิคและวัสดุซึ่ง

จะทำให้เครื่องจักรมีความน่าเชื่อถือสูง และ 3. รู้จักเลือกซื้อเครื่องจักรที่ดี, ทนทาน, ซ่อมง่าย และมีราคาที่เหมาะสม

จากการป้องกันการบำรุงรักษา ทำให้เกิดมีแนวความคิดใหม่ในงานบำรุงรักษาโดยการนำเรื่องวิศวกรรมความเชื่อถือ (Reliability Engineering) มาประยุกต์ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ซึ่งต่อมาได้วิวัฒนาการมาเป็น *การบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance)* ซึ่งผลจากการบำรุงรักษาแบบนี้ ถือได้ว่าเป็นระบบการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพ สามารถลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างมาก และยังเสริมสร้างความสัมพันธ์ของพนักงานได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ยังได้มีการวิวัฒนาการต่างๆ เกิดขึ้นต่อมาอีกในปี พ.ศ. 2518 ได้มีวิธีการที่เกิดจากการอาศัยประสบการณ์, ข้อมูล หรือจากการตรวจสอบที่ผ่านมา เพื่อกำหนดและเตรียมการบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้า ซึ่งวิธีนี้เรียกว่า *การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance)*

และต่อมาในปี พ.ศ. 2525 ได้เกิดวิธีการใหม่ที่พัฒนาขึ้นมาอีกคือ *การบำรุงรักษาอย่างมีระบบ (Systematic Maintenance)* ซึ่งมีวิธีการบำรุงรักษาในรูปแบบต่างๆ ประกอบขึ้นเป็นระบบเพื่อใช้ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรกล โดยระบบในที่นี้หมายถึงกลุ่มรวมซึ่งนำองค์ประกอบ (Factor) ที่เกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กันตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปมาจัดรวมเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อจัดการเกี่ยวกับการไหล (Flow) ของข้อมูลพลังงาน, วัสดุ และบุคลากร เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง

การบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบ (SM) มีการบำรุงรักษาด้วยวิธีการต่างๆ เป็นองค์ประกอบ มีจุดมุ่งหมายเพื่อระวังรักษาเครื่องจักรกล การบำรุงรักษาแบบเป็นระบบมีจุดเด่น 5 ประการคือ

1. เป็นระบบโดยรวมของการระวังรักษาอุปกรณ์ ซึ่งพัฒนาจากพื้นฐานประสบการณ์ในระยะเวลา 35 ปีที่ผ่านมา
2. เป็นวิธีการคิดวางแผนการบำรุงรักษาและนำมาใช้
3. เป็นวิธีการรวมเอาการบำรุงรักษาฉุกเฉินเข้าไว้ด้วยกัน
4. เน้นในเรื่องที่ว่า การเตรียมการบำรุงรักษาที่จะกระทำต่อไปนี้ จะต้องอาศัยการคาดคะเนการบำรุงรักษา
5. เน้นการใช้การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (CM) โดยที่คิดว่าการซ่อมบำรุงรักษาไม่เพียงแต่จะทำให้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลกลับสู่สภาพเดิมเท่านั้น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นแนวความคิดที่ต้องการ "ป้องกัน" การหยุดของเครื่องจักรเนื่องจากเครื่องจักรเสีย (Brcakdown) ที่ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ การที่ต้องหยุดเครื่องจักรไม่ว่ากรณีใดๆเป็นการสร้างความเสียหายให้แก่วงการอุตสาหกรรมอย่างร้ายแรง ดังนั้นจึงมีระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้น เพื่อทำการตรวจสอบสภาพเครื่องจักร, การเติมน้ำมัน, การหล่อลื่น, การถอดเปลี่ยนชิ้นส่วน, การซ่อมแซม, การจดบันทึกผลการดำเนินงานเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนการบำรุงรักษา, การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ เพื่อค้นหาจุดที่เป็นปัญหาเพื่อสร้างมาตรการแก้ไข โดยที่การดำเนินงานทั้งหมดจะเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีก ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงแผนบำรุงรักษาให้สอดคล้องกับสภาพเครื่องจักรที่เปลี่ยนไปตามเวลา โดยให้เกิดความเหมาะสม, แม่นยำเชื่อถือได้ และทันสมัยอยู่เสมอ

การปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

1. การทำความสะอาดเครื่องจักรและบริเวณโรงงาน (Cleaning)
2. การหล่อลื่น (Lubrication)
3. การตรวจสภาพ (Inspection)
4. การปรับแต่งและการเปลี่ยนชิ้นส่วน (Adjustment and Part Replacement)

โดยมีรายละเอียดดังนี้คือ

2.4.1 การทำความสะอาดเครื่องจักรและบริเวณโรงงาน (Cleaning)

การทำความสะอาดเครื่องจักรและบริเวณโรงงานถือเป็นงานแม่บทของการซ่อมบำรุง ซึ่งนอกจากจะเป็นกระจกสะท้อนให้เห็นภาพของการจัดการในโรงงานแล้ว ยังให้ผลสะท้อนต่อความรู้สึกของพนักงานอีกด้วย งานทำความสะอาดเครื่องจักรนับเป็นก้าวแรกของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันเนื่องจาก

- ขณะทำความสะอาดพนักงานจะได้เห็นส่วนต่างๆของเครื่องจักรเป็นประจำจนสามารถทราบได้อย่างแน่ชัดว่า สภาพปกติของเครื่องจักรภายนอก, สภาพเสียงที่เกิดขึ้น, ความสั่นสะเทือน, ความร้อนที่เกิดขึ้น และอื่นๆ ขณะที่เดินเครื่องจักรในสภาวะปกติเป็นอย่างไร และเมื่อสังเกตเห็นสภาพผิดปกติพื้นฐานก่อน ก็จะสามารถทำการแก้ปัญหาเครื่องจักรได้ทันการก่อนที่จะลุกลามไปมากกว่าที่เป็นอยู่
- การขจัดฝุ่นละอองหรือความสกปรกต่างๆ บนเครื่องจักร หรือบริเวณโรงงานเป็นการช่วยลดความสึกหรอของเครื่องจักร และความผิดพลาดในการใช้งานเครื่องจักร
- ช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุในโรงงานลงได้ เนื่องจากต้นเหตุของอุบัติเหตุ เช่น

วัสดุหล่อลื่นหกเรี่ยราดบนพื้น, ชิ้นส่วนหรือสิ่งเกะกะต่างๆ จะถูกขจัดออกไป อุบัติเหตุที่เกิดจากสิ่งเหล่านี้จึงไม่เกิดขึ้น

โดยทั่วไป ปัญหาในเรื่องความสะอาดมักจะเกิดจากเหตุต่างๆ เช่น

- ผู้บริหารโรงงานไม่ให้ความสนใจ และเคร่งครัดในเรื่องความสะอาด
- ไม่มีการจูงใจพนักงานให้มีความร่วมมือในเรื่องความสะอาด
- พนักงานเกี่ยงกันในเรื่องหน้าที่ และขอบเขตความรับผิดชอบในการทำความสะอาด

ซึ่งทางแก้สำหรับปัญหาเหล่านี้สามารถกระทำได้โดยการดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้

- กำหนดนโยบายในการทำความสะอาดที่ชัดเจน และเป็นที่รับรู้ของพนักงานในทุกระดับ เช่นนโยบายกิจกรรม 5 ส
- สร้างสิ่งจูงใจในการรักษาความสะอาดที่ไม่อยู่ในรูปของตัวเงิน เพื่อให้พนักงานมีส่วนร่วม
- แบ่งหน้าที่และขอบเขตความรับผิดชอบในการรักษาความสะอาดอย่างชัดเจน

2.4.2 <u>การหล่อลื่น (Lubrication)</u>

การหล่อลื่นเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับเครื่องจักร เนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำหน้าที่ป้องกันมิให้ส่วนที่เคลื่อนไหวสัมผัสกันโดยตรง (Metal to Metal Contact) นอกจากจะป้องกันความเสียหายของเครื่องจักรจากการสึกหรอ และความร้อนแล้ว ยังช่วยให้ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรสูงขึ้น เนื่องจากการหมุนการเคลื่อนไหวเป็นไปได้อย่างราบรื่น มีความฝืดน้อยที่สุด การดำเนินการเพื่อการหล่อลื่นเครื่องจักร ดูเหมือนเป็นสิ่งที่ง่าย และไม่น่าจะมีวิธีการที่ซับซ้อน การบำรุงรักษาส่วนใหญ่จึงมักจะไม่เน้นในเรื่องการหล่อลื่นมากนัก และทำให้มองข้ามความจำเป็นในการที่จะต้องมีระบบงานหล่อลื่นที่มีประสิทธิภาพไปโดยสิ้นเชิง ซึ่งการจัดให้มีระบบและแผนงานหล่อลื่นที่ดีนั้น ทำให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ คือ

- ลดความสูญเสียเนื่องจากชำรุดเสียหายของเครื่องจักร ทำให้การผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- ลดความสูญเสียทางทรัพยากรการผลิต และการบำรุงรักษา ซึ่งได้แก่ แรงงาน, วัสดุและพลังงานที่ใช้ในการผลิตและซ่อมบำรุงต่างๆ
- ลดความผิดพลาดอันเกิดจากการใช้วัสดุหล่อลื่นผิดประเภท ซึ่งบางครั้งก่อให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องจักรอย่างร้ายแรง
- ประหยัดวัสดุหล่อลื่นลงได้ในบางส่วน เนื่องจากสามารถลดความสูญเสียอันเกิดจากการหกเรี่ยราด หรือการที่พนักงานนำวัสดุหล่อลื่นไปหลงลืมไว้ในที่ต่างๆ และไม่ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์

ในการดำเนินงานระบบงานหล่อลื่นให้มีประสิทธิภาพ ต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ดังนี้

- ศึกษาในด้าน ความต้องการ, ประเภท, ชนิด, ปริมาณ ของวัสดุหล่อลื่น สำหรับเครื่องจักรทั้งหมด ซึ่งข้อมูลที่ต้องการเหล่านี้จะหาได้จากคู่มือการใช้งานของเครื่องจักร หรือคำแนะนำจากบริษัทน้ำมันที่เชื่อถือได้
- พยายามเทียบเคียงประเภทและชนิดของวัสดุหล่อลื่นที่ใช้จากหลายๆ ผู้ผลิต เพื่อลดจำนวนผู้ผลิต, ประเภท และวัสดุหล่อลื่นให้น้อยที่สุด ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการสั่งซื้อ, จัดเก็บ และรักษาระดับวัสดุคงคลังที่เหมาะสม
- จัดให้มีการเก็บวัสดุหล่อลื่นแยกจากวัสดุอื่นประเภทน้ำมันเพื่อประกันความถูกต้องในการจ่ายประเภทและชนิดของวัสดุหล่อลื่นให้แก่พนักงานซ่อมบำรุง
- ปรับปรุงวิธีการหล่อลื่นให้สะดวก และปลอดภัยในการทำงาน โดยเฉพาะสำหรับเครื่องจักรที่ต้องมีการเติมวัสดุหล่อลื่นขณะเดินเครื่องจักร เช่น ต่อท่อเข้าไปยังจุดที่เข้าถึงยาก หรือใช้ระบบเติมสารหล่อลื่นอัตโนมัติเป็นต้น
- จัดทำระบบบันทึกการหล่อลื่นที่เหมาะสม เพื่อให้แน่ใจว่าการปฏิบัติงานหล่อลื่นจะไม่มีสิ่งผิดพลาด รวมทั้งสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่ออ้างอิงสำหรับงานบำรุงรักษาในโอกาสต่อไป
- วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการหล่อลื่น หาข้อบกพร่องและแนวทางแก้ไขให้ทันต่อเหตุการณ์ รวมทั้งการศึกษาถึงวัสดุและวิธีการหล่อลื่นเพื่อปรับปรุงระบบงานให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

2.4.3 <u>การตรวจสภาพ (Inspection)</u>

การตรวจสภาพในงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อค้นหาข้อบกพร่อง (Defect) ขั้นต้น หรือสิ่งผิดปกติอื่นๆ ซึ่งอาจนำไปสู่การขัดข้อง (Failure) ของเครื่องจักร จนถึงต้องหยุดเครื่องจักรในระยะต่อไปได้

ความบกพร่อง (Defect) หมายถึง สภาพการณ์ที่มีคุณลักษณะของอุปกรณ์ของเครื่องจักรเปลี่ยนไปถึงขั้นที่ไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามที่ควรจะเป็น

การขัดข้อง (Failure) หมายถึง สภาพการณ์ที่อุปกรณ์ของเครื่องจักรเสื่อมสภาพลงจนเป็นเหตุให้เครื่องจักรไม่สามารถทำงานตามข้อกำหนดที่วางไว้ หรือต้องหยุดการทำงานโดยสิ้นเชิง

ในทางปฏิบัติย่อมเป็นที่ทราบดีว่า ความบกพร่องและอาการขัดข้องไม่มีคุณลักษณะที่แน่นอน อาการบางชนิดเป็นไปอย่างช้าๆ และเหตุเสีย (Breakdown) ที่เกิดจากอาการประเภทนี้จะต้องใช้เวลา"รอ"ที่จะให้เกิดอาการปรากฏขึ้นภายนอก แต่อาการบางชนิดจะใช้เวลาเพียงสั้นๆ เพื่อลุกลามกลายเป็นเหตุเสียได้อย่างรวดเร็ว และอาการเหล่านี้ก็มีทั้งที่สามารถค้นหา หรือตรวจพบได้ในระยะเริ่มต้น หรือไม่สามารถตรวจค้นได้เลยก็ได้ ดังนั้นในการปฏิบัติงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จึงเป็นความจำเป็นที่ต้องรู้และเข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงสาเหตุของการชำรุดและขัดข้องของชิ้นส่วนต่างๆ ที่เรียกว่า กลไกการขัดข้อง ซึ่งได้แก่

- สาเหตุการชำรุดและขัดข้องของชิ้นส่วนและอุปกรณ์ของเครื่องจักร
- ผลกระทบจากการชำรุด และการขัดข้องของชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่มีต่อเครื่องจักรรวมทั้งระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นด้วย
- วิธีตรวจพบ (Defect) อาการผิดปกติ (Deviating Condition) ของชิ้นส่วน และอุปกรณ์เครื่องจักร

สภาะแวดล้อมก็เป็นปัจจัยประการสำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อการชำรุดและการขัดข้องของชิ้นส่วนต่างๆ เป็นอย่างมาก ได้แก่

- สภาวะบรรยากาศ ซึ่งหมายถึง ความร้อน, ความชื้น, เสียงดัง, ฝุ่นผง, ไอจากน้ำทะเล หรือสารเคมี เป็นต้น
- สภาวะการทำงาน หมายถึง ภาระของเครื่องจักร, วิธีใช้งานเครื่องจักร และวิธีการซ่อมบำรุง

ดังนั้น พื้นฐานของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จึงขึ้นอยู่กับความรู้ในเรื่องกลไกการขัดข้อง และภาวะแวดล้อมที่จะต้องได้รับการตรวจสอบแก้ไข เพื่อให้เข้าสู่สภาวะในการทำงานปกติของเครื่องจักร

2.4.4 <u>การปรับแต่งและเปลี่ยนชิ้นส่วน (Adiustment and Part Replacement)</u>

ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร แม้ว่าจะมีการรักษาความสะอาด และหล่อลื่นดีเพียงใด ความสึกหรอของชิ้นส่วนย่อมเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้น การปรับแต่งและการเปลี่ยนชิ้นส่วนจึงเป็นเรื่องจำเป็นที่จะช่วยให้เครื่องจักรกลับสู่สภาพปกติ พร้อมที่จะทำงานภายในขอบเขตที่กำหนดของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง การปรับแต่งและเปลี่ยนชิ้นส่วน สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.4.4.1. การปรับแต่ง

เป็นกรรมวิธีที่จะช่วยให้เครื่องจักรกลับเข้าสู่สภาพปกติ ที่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามข้อกำหนด โดยจะต้องดำเนินการในกรณีต่อไปนี้

- เมื่อเกิดการสึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องจักร และการสึกหรอยังคงอยู่ในขีดจำกัดของการใช้งาน
- เมื่อวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนเกิดความล้า (Fatigue) แต่ยังคงอยู่ในขีดจำกัดของการใช้งาน
- เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนใหม่ โดยเฉพาะส่วนที่ต้องมีการตั้งศูนย์ (Alignment) และระยะห่าง (Clearance)

ดังนั้น การเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ในบางกรณีจึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับแต่ง เพื่อให้เครื่องจักรทำงานอยู่ในขอบเขตที่กำหนดในเรื่องความดัน, อุณหภูมิ, ความสั่นสะเทือน ฯลฯ

2.4.4.2. การเปลี่ยนชิ้นส่วน

เป็นกรรมวิธีที่ช่วยให้เครื่องจักรกลับเข้าสู่สภาพที่จะทำงานได้ถูกต้องตามข้อกำหนด ซึ่งต้องดำเนินการในกรณีต่อไปนี้

- เมื่อชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ของเครื่องจักรเกิดการสึกหรอ ผุกร่อน จนเกินขีดจำกัดของการใช้งาน
- เมื่อชิ้นส่วนมีอายุการใช้งานเกินกำหนด ไม่ว่าการสึกหรอจะเกินขีดจำกัดหรือไม่ก็ตาม
- เมื่อชิ้นส่วนมีอายุการใช้งานใกล้เคียงกับที่กำหนดเวลาในการใช้งาน แต่เมื่อทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนอื่นไปแล้ว ก็ควรทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนดังกล่าวไปด้วย

การเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักรจะดำเนินการในโอกาสต่อไปนี้คือ

- เครื่องจักรเกิดเหตุเสียขัดข้องและต้องหยุดโดยทันที (Breakdown)
- ทำการซ่อมใหญ่ (Overbaul)

เนื่องจากการเปลี่ยนชิ้นส่วนให้กับเครื่องจักร จะเกิดผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงมากที่สุด ถึงแม้ว่าการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ของเครื่องจักรบ่อยครั้งจะทำให้การเสียของเครื่องจักรลดน้อยลงไป แต่ก็ทำให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูงขึ้นไปด้วย แต่การประหยัดในเรื่องการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่เกินไป จะมีผลให้ค่าสูญเสียต่างๆ อันเกิดจากการหยุดของเครื่องจักรสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาว่าจุดที่เหมาะสมของการเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องจักรอยู่ที่ใด ซึ่งสามารถทราบโดยการเก็บข้อมูลเป็นสถิติในการเปลี่ยนชิ้นส่วน และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น และทำการวิเคราะห์อย่างรอบคอบ

แนวความคิดของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นแนวความคิดที่ดี และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป ดังนั้นอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงมีนโยบายที่จะนำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ในกิจการของตน แต่หลายกิจการก็จำเป็นที่จะต้องยกเลิกงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันไป เพราะประสบกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ เช่นต้นทุนเพิ่มสูงเกินกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นการนำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ จึงต้องอยู่ในลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ไม่วางโครงการใหญ่โตจนเกินขีดความสามารถของหน่วยงาน แล้วจึงทำการขยายออกไปตามความจำเป็นเมื่อการดำเนินงานในขั้นต้นได้ผลดี

2.5 การวางแผนการบำรุงรักษา

แผนการบำรุงรักษา คือสิ่งที่เป็นพื้นฐานที่ทำให้กิจกรรมการผลิตดำเนินไปด้วยดี โดยการติดตามสภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์อยู่เป็นประจำ ซึ่งจะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา,บุคลากร และวัสดุ (ชิ้นส่วนสึกหรอ) เข้ากับเครื่องจักรอุปกรณ์ และทำการวางแผนกิจกรรมการบำรุงรักษา, วางมาตรฐาน และเพิ่มประสิทธิภาพ ความดีและไม่ดีของแผนการบำรุงรักษาจะเป็นสิ่งกำหนดระดับของกิจกรรมการบำรุงรักษา โดยการวางแผนการบำรุงรักษานี้ถูกกำหนดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องจักร

2.5.1 ข้อควรคำนึงในการวางแผนการบำรุงรักษา

2.5.1.1 แบ่งแยกเครื่องจักรตามลำดับความสำคัญ คือการแบ่งแยกลำดับความสำคัญของเครื่องจักรทั้งหมดในโรงงาน โดยดูว่าเครื่องจักรแต่ละชนิดจะมีผลกระทบต่อการผลิต (จำนวนผลิต, คุณภาพ) มากน้อยเพียงไร โดยใช้หลักการตามทฤษฎี FMEA ดังได้กล่าวมาแล้ว หรือการให้น้ำหนักความสำคัญโดยวิธีอื่นๆ

2.5.1.2 การกำหนดและการเปลี่ยนแปลงความถี่ของการบำรุงรักษา โดยทั่วไปความถี่ของการบำรุงรักษาจะยึดถือเวลาเดินเครื่องของโรงงาน, ปริมาณการผลิต หรือปริมาณผลผลิตที่ออกมา เป็นแนวทางในการกำหนด

2.5.1.3 การกำหนดรูปแบบของการบำรุงรักษา โดยรูปแบบของการบำรุงรักษานี้ กำหนดขึ้นโดยดูจากลักษณะคุณสมบัติ (เงื่อนไขภาระงาน, ความเสื่อมสภาพของสมรรถนะ) ของเครื่องจักรอุปกรณ์ และลำดับความสำคัญของเครื่องจักรอุปกรณ์ โดยมีรูปแบบการบำรุงรักษาดังนี้

รูปแบบการบำรุงรักษา
- การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
- การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ
- การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง เป็นมาตรการเพื่อยืดอายุแก้ไขส่วนเสีย และลดเวลาในการซ่อม

2.5.2 ชนิดของแผนการบำรุงรักษา ใช้หลักต่างๆ ในการแบ่งได้ดังนี้

2.5.2.1 การแบ่งชนิดของแผนตามระยะเวลา แบ่งได้เป็น

- แผนการบำรุงรักษาระยะยาวและรายปี เป็นการวางแผนในระยะยาวของเครื่องจักรอุปกรณ์ (โดยมีการประสานแผนการผลิต, แผนเครื่องจักรอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา)

- แผนการบำรุงรักษารายคาบหกเดือน (ครึ่งปี) เป็นการวางแผนการบำรุงรักษาตามแนวของการบำรุงรักษารายปี (กำหนดวัน, เดือน ของการซื้ออุปกรณ์และการซ่อม)

- แผนการบำรุงรักษารายเดือน โดยดูผลสะท้อนที่ได้จากการตรวจซ่อมของแผนปฏิบัติการบำรุงรักษา (สภาพของจำนวนช่างซ่อม, การจัดหาอะไหล่ เป็นต้น)

- แผนงานรายสัปดาห์ คือการควบคุมดูแลความก้าวหน้าแผนปฏิบัติการ

- แผนงานพิเศษ เป็นแผนงานขนาดใหญ่ ซึ่งต้องวางแผนประจำวันเป็นพิเศษเช่นเดียวกันกับการซ่อมประจำ และการซ่อมใหญ่

2.5.2.2 การแบ่งชนิดของแผนตามลักษณะเฉพาะ แบ่งได้เป็น

- ตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะชนิดของเครื่องจักรอุปกรณ์ นิยมใช้เป็นแผนสำหรับเครื่องจักรที่ใช้ร่วมกัน เช่น เครน, คอมเพรสเซอร์ และระบบท่อทาง สามารถวางแผนการบำรุงรักษาเป็นระบบตามกลุ่มชนิดของเครื่องจักรอุปกรณ์ได้

- ตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะวัสดุ เป็นตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะวัสดุ (เฉพาะชิ้นส่วน) เช่น ลวดสลิง โดยทั่วไปเป็นตารางแผนการบำรุงรักษาของวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้แทนกันได้

- ตารางแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์พิเศษ ต้องทำรวมถึงการควบคุมดูแลประวัติของแต่ละอุปกรณ์ด้วย โดยทั่วไปนิยมใช้ในแผนการบำรุงรักษาของอะไหล่สำคัญที่ซ่อมแซมใหม่ได้

2.5.3 <u>สิ่งที่จำเป็นสำหรับแผนการบำรุงรักษา</u>

การวางแผนการบำรุงรักษาและการปฏิบัตินั้น พิจารณาได้จากการตรวจและการตรวจซ่อมเครื่องจักรอุปกรณ์และมาตรฐานการบำรุงรักษาทุกชนิด ดังนั้นแผนการตรวจ, การตรวจซ่อม และมาตรฐานการเปลี่ยนชิ้นส่วน จึงจำเป็นและสำคัญควบคู่กันไปกับแผนการบำรุงรักษา โดยสิ่งที่จำเป็นสำหรับแผนการบำรุงรักษามีดังนี้คือ

2.5.3.1 แผนการตรวจ, การตรวจซ่อม เนื่องจากแผนการบำรุงรักษาเป็นรากฐานสำคัญของกิจกรรมการบำรุงรักษา แต่ถ้าไม่สามารถติดตามข้อมูลการบำรุงรักษาอย่างแน่นอนโดยการตรวจ, การตรวจซ่อม เพื่อนำไปทบทวนแผนการบำรุงรักษาได้แล้ว ก็ไม่สามารถวางแผนการบำรุงรักษาที่ดีได้ และสิ่งที่สำคัญสำหรับแผนการตรวจสอบสภาพ คือ

- มีการกำหนดวิธีการตรวจ, การตรวจซ่อม
- สามารถรับทราบถึงการเสื่อมสภาพเชิงปริมาณ และคาดคะเนการเสื่อมสภาพในอนาคตได้
- มีมาตรฐานการควบคุมดูแลรายละเอียด และมาตรฐานการเปลี่ยนชิ้นส่วนเพื่อสามารถพิจารณาดำเนินการได้ง่าย

2.5.3.2 มาตรฐานเทคนิคการบำรุงรักษา เพื่อโยงผลการตรวจ และการตรวจซ่อมเข้ากับแผนการบำรุงรักษาจำเป็นต้องมีมาตรฐานเทคนิคการบำรุงรักษาเช่น มาตรฐานการควบคุม

ความละเอียด, มาตรฐานขอบเขตการใช้ชิ้นส่วน, มาตรฐานเทคนิคการบำรุงรักษา แบ่งมาตรฐานเทคนิคร่วมกันที่สามารถใช้ร่วมกันได้ และมาตรฐานเทคนิคการบำรุงรักษาเฉพาะของเครื่องจักรอุปกรณ์ชิ้นส่วนแต่ละชนิด

2.5.3.3 การควบคุมเหตุขัดข้อง

- เวลาขัดข้องของเครื่องจักรอุปกรณ์ เป็นหัวข้อการควบคุมที่สำคัญในการวางแผนการบำรุงรักษา เพื่อให้เวลาการขัดข้องน้อยลง โดยทั่วไปแล้วแผนการบำรุงรักษา จึงมักมีแนวโน้มที่ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากต้องเตรียมอะไหล่เพิ่มมากขึ้น และการซ่อมต้องเร็วขึ้น
- วิเคราะห์รายละเอียดของการป้องกันมิให้เกิดเหตุขัดข้องซ้ำ ให้ทราบถึงต้นตอของสาเหตุ แล้วทำการแก้ไขปรับปรุง เพื่อป้องกันมิให้เกิดเหตุขัดข้อง ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญในกิจกรรมการบำรุงรักษา (ไม่ก่อให้เกิดเหตุขัดข้องแบบเดียวกันเป็นครั้งที่สอง)
- ถ้าแผนการบำรุงรักษาดี ระดับการบำรุงรักษาจะสูงขึ้น เหตุขัดข้องจากการสึกหรอจะน้อยลง จะกลายเป็นเหตุขัดข้องระยะแรกเมื่อเริ่มใช้งานเครื่องจักร และเหตุขัดข้องโดยบังเอิญเท่านั้น

2.5.3.4 การควบคุมอะไหล่

- นอกจากการจัดหาอะไหล่ให้สอดคล้องกับแผนงานแล้ว ยังมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมอะไหล่ไว้จำนวนหนึ่งเพื่อการซ่อมอย่างกระทันหันเมื่อเครื่องจักรอุปกรณ์เกิดเหตุขัดข้องอย่างฉับพลัน (โดยทั่วไปเรียกว่าอะไหล่ฉุกเฉิน)
- หน่วยของอะไหล่ มีแนวโน้มจากหน่วยชิ้นส่วนขึ้นไปเป็นชุดอะไหล่ (เช่นเครื่องปรับความเร็ว, ปั๊ม) และชุดอะไหล่เป็นส่วนๆ (เช่น โรเตอร์ของมอเตอร์, คาทริดจ์ภายในปั๊ม) มากขึ้น

2.5.4 <u>การปรับแผนการบำรุงรักษา</u>

ในการจัดเตรียมแผนการบำรุงรักษานั้น จะหวังให้ได้แผนที่ดีที่สุดตั้งแต่แรกเลยคงไม่ได้ และในการรับมือกับความเปลี่ยนแปลงของการผลิต แผนการบำรุงรักษาจำเป็นจะต้องมีการยืดหยุ่น ดังนั้นต้องมีการจัด “ข้อมูลผลที่ได้จริง” ที่สำคัญให้เป็นระเบียบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลการบำรุงรักษา พร้อมทั้งดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และมีความจำเป็นที่จะต้องจัดให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในหน่วยงานที่รับผิดชอบ และกับหน่วยงานบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยวางจุดหมายไว้ประมาณ 1 ครั้ง ใน 1 ปี โดยเฉพาะช่วงความถี่ที่ผู้บำรุงรักษากำหนด

ขึ้นในระยะแรก มักจะกำหนดเป็นช่วงสั้น (ทำบ่อยๆ) เมื่อมีการส่งเสริมยกระดับด้านเทคนิคและทักษะของพนักงานก็จะสามารถยืดความถี่ในการบำรุงรักษาออกไปได้

2.6 การวัดผลการปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การวัดผลการปรับปรุงระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ ได้เลือกใช้วิธีการวัดผล 2 วิธีคือ

2.6.1 การวัดผลโดยใช้ค่าระยะเวลาโดยเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure, MTBF) ซึ่งค่า MTBF นี้ หาได้จากสูตร

$$\text{MTBF} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรทำงานโดยเกิดผลผลิต (Productive Time)}}{\text{จำนวนครั้งที่เกิดเหตุขัดข้องในช่วงเวลานั้น}}$$

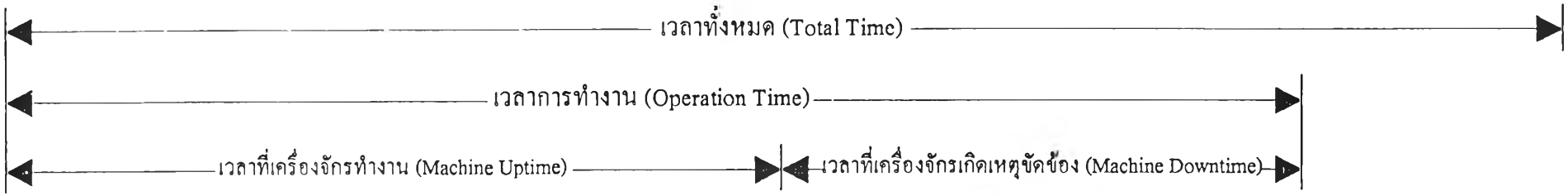
ซึ่งการวัดผลโดยใช้ค่า MTBF นี้ มีความหมายว่า ถ้าปรับปรุงแล้วคำนวณได้ค่า MTBF มีค่า *มากขึ้น* กว่าช่วงก่อนการปรับปรุง หมายถึงการปรับปรุงนี้ทำให้ *ได้ผลดีขึ้น*

2.6.2 การวัดผลโดยใช้ค่าเปอร์เซนต์ของเวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง (% Machine Downtime) ซึ่งค่า % Machine Downtime นี้หาได้จากสูตร

$$\text{\% Machine Downtime} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง (Machine Downtime)}}{\text{เวลาการทำงานของเครื่องจักร(Operation Time)}} \times 100$$

ซึ่งการวัดผลโดยใช้ค่า % Machine Downtime นี้ มีความหมายว่าถ้าทำการปรับปรุงแล้วคำนวณได้ค่า % Machine Downtime มีค่า *น้อยลง* กว่าช่วงก่อนการปรับปรุง หมายถึงการปรับปรุงนี้ทำให้ *ได้ผลดีขึ้น*

และเนื่องจากสูตรการคำนวณทั้ง 2 หัวข้อนี้ ต้องเกี่ยวข้องกับเวลาหรือสภาวะต่างๆ ของเครื่องจักร (Machine State) คือ เวลาที่เครื่องจักรทำงานโดยเกิดผลผลิต (Productive Time), เวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง (Machine Downtime) และ เวลาการทำงานของเครื่องจักร (Operation Time) จึงขออธิบายรายละเอียดของช่วงเวลาต่างๆ ของเครื่องจักร ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 2.1



เวลาที่เครื่องจักรทำงานโดยเกิดผลผลิต (Productive Time)	เวลาหยุดเครื่องจักรเพื่อดำเนินการทางด้านวิศวกรรม (Engineering Time)	เวลาที่เครื่องจักรถูกจัดสำรองไว้ (Standby Time)	เวลาที่เครื่องจักรขัดข้องตามกำหนดการ (Scheduled Downtime)	เวลาที่เครื่องจักรขัดข้องไม่ตามกำหนดการ (Unscheduled Downtime)	เวลาอื่นๆ นอกตารางทำงาน (Non-Scheduled)
- เวลาที่เครื่องจักรทำงานในสภาวะปกติ - การทดสอบผลิตภัณฑ์ - การซ่อมงาน, แก้ไขงาน	- การปรับปรุงกระบวนการ - การประเมินเครื่องจักร - อื่นๆ ที่มีปัจจัยงานทางด้านวิศวกรรมเข้าไปเกี่ยวข้อง	- เวลาที่เครื่องจักรถูกจัดไว้เพื่อเตรียมรอคอยการทำงานหรือสำรองการทำงาน	- เวลาที่ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร - เวลาล่าช้าที่เกิดขึ้นในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เช่น การรอคอยอะไหล่, คอยเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน - การเปลี่ยนวัสดุสิ้นเปลือง, สารเคมี หรืออื่นๆ ตามกำหนดเวลา - การตั้งเครื่อง	- การซ่อมแก้ไขเครื่องจักรที่ขัดข้องโดยกระทันหัน - เวลาล่าช้าที่เกิดขึ้นในการซ่อมแก้ไขเครื่องจักร เช่น การรอคอยอะไหล่, คอยเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน - การเปลี่ยนวัสดุสิ้นเปลือง, สารเคมี หรืออื่นๆ ที่หมดอย่างกระทันหัน - เวลาที่เครื่องทำงานไม่ตรงสเปคอันเนื่องมาจากการขัดข้องที่เกิดขึ้นโดยกระทันหันนั้น	- เวลาหยุดงาน (Weekends, Holidays) - เวลา Shutdown เครื่องจักร

ที่มา: GUIDELINE FOR DEFINITION AND MEASUREMENT OF EQUIPMENT RELIABILITY, AVAILABILITY AND MAINTAINABILITY (RAM). SEMI E10-92, SEMI 1986,199

รูปที่ 2.1 : แสดงการอธิบายสภาวะต่างๆ ของเครื่องจักร