

บทที่ 2

ระบบซ่อมบำรุงรักษาและระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา ด้วยคอมพิวเตอร์ในอุตสาหกรรม

2.1 ระบบซ่อมบำรุงรักษาในอุตสาหกรรม

2.1.1 การพัฒนาการซ่อมบำรุงรักษาในโรงงานอุตสาหกรรม

การดำเนินธุรกิจทางอุตสาหกรรมเพื่อแสวงหาผลกำไรสูงสุด โดยการทำให้มูลค่าเพิ่มสูงขึ้นนั้นทำได้หลายแนวทาง วิธีการที่เป็นธรรมและเป็นเลิศจะเน้นหัวใจสำคัญของการผลิตหกประการได้แก่ ผลผลิต คุณภาพ การส่งมอบ ต้นทุน ความปลอดภัย และขวัญกำลังใจ ซึ่งการดำเนินการผลิตจำเป็นที่จะต้องใช้ทรัพยากรต่างๆ เช่น วัตถุดิบ พนักงาน เครื่องจักรอุปกรณ์ พลังงาน เป็นต้น ซึ่งความสำเร็จหรือความล้มเหลวของกิจการขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ใช้ในการผลิตเหล่านี้ด้วย โดยเฉพาะเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการผลิตนับได้ว่ามีความสำคัญต่อการผลิตไม่น้อยกว่าปัจจัยอื่นๆ เนื่องจากเครื่องจักรที่ดีทำให้ผลผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น ต้นทุนของการผลิตต่ำ เกิดความปลอดภัยในการทำงาน และสร้างขวัญกำลังใจที่ดีต่อพนักงาน ดังนั้นการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรมจะเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ก็ต่อเมื่อการใช้งานและการซ่อมบำรุงรักษาดำเนินการไปได้ด้วยดี

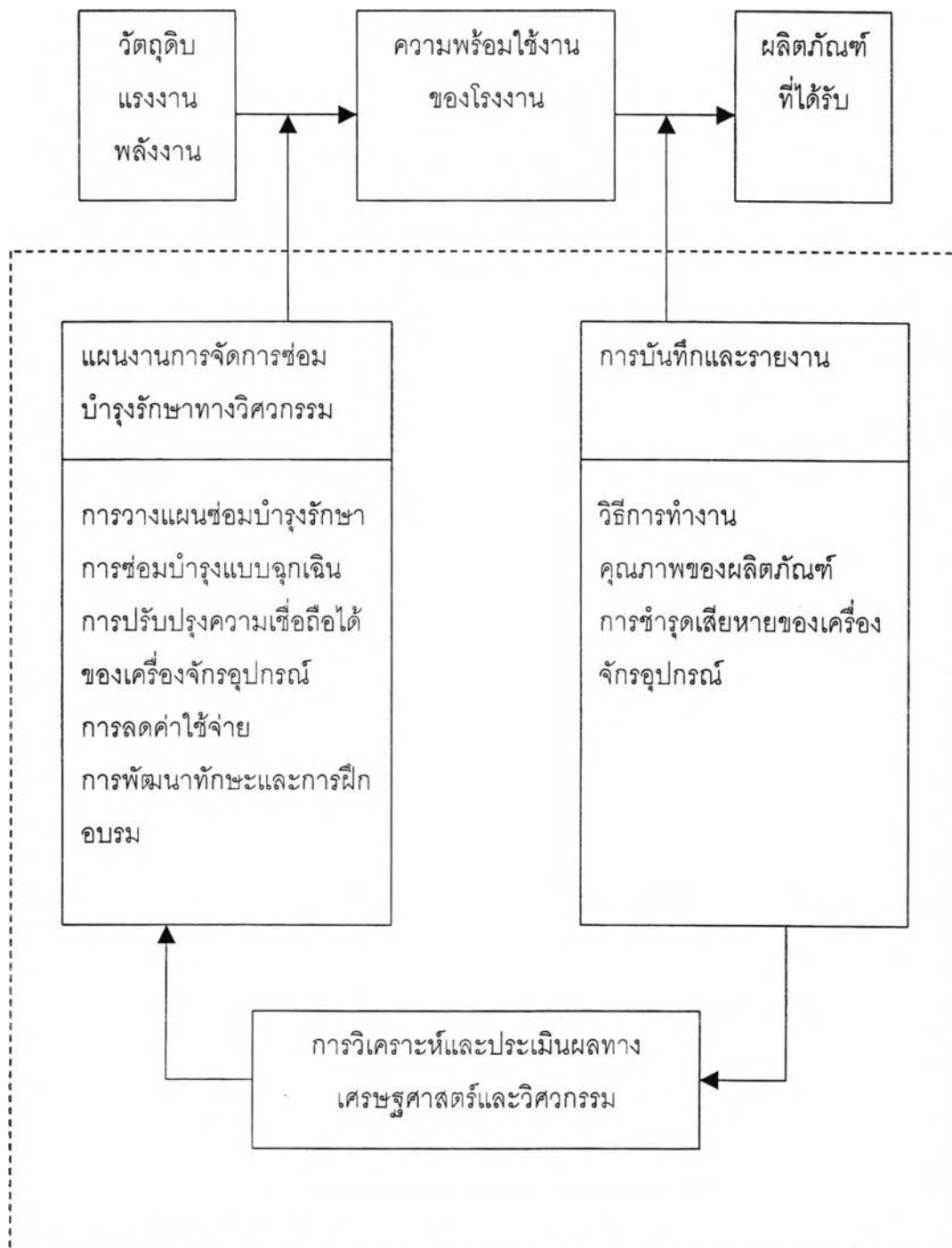
หลายปีที่ผ่านมาการผลิตของอุตสาหกรรมภายในประเทศใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ไม่ยุ่งยากและซับซ้อน จำนวนพนักงานที่ใช้ในกระบวนการผลิตมากกว่าในปัจจุบัน การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรจึงทำอย่างง่ายและมีผลกระทบไม่มากนักต่อคุณภาพและผลิตภาพ แต่ในปัจจุบันเครื่องจักรและอุปกรณ์มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น และมีผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตและคุณภาพของสินค้า ความสำคัญของการบำรุงรักษาจึงเพิ่มสูงขึ้น ผลิตภาพและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากการบำรุงรักษาและการจัดการที่ดี ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเพิ่มสูงขึ้นและมีค่าใช้จ่ายของการผลิตลดลง การบำรุงรักษาที่ถูกต้องจะต้องดำเนินการตรงตามเวลาที่เหมาะสมโดยช่างผู้ชำนาญด้วยอะไหล่ที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายและการซ่อมแซมเร่งด่วนต่างๆ (Urgent repairs) ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญต่อการสูญเสียในกระบวนการผลิต

แนวทางของการซ่อมบำรุงรักษาที่ดีควรจะเป็นแบบเชิงป้องกัน และงานซ่อมบำรุงรักษาประจำวันจะต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดความคล่องตัวและพร้อมที่จะเผชิญกับปัญหาเร่งด่วนต่างๆ และพยายามหลีกเลี่ยงการหยุดของเครื่องจักรโดยไม่เป็นไปตามแผน ทุกครั้งที่

เครื่องจักรหยุดงานโดยไม่เป็นไปตามแผน แสดงให้เห็นว่ากลยุทธ์การบำรุงรักษาไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ หน้าที่ของการซ่อมบำรุงรักษานั้นจะต้องรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ให้สามารถทำงานได้เป็นอย่างดีไม่ใช่รอจนเครื่องจักรเสียหายแล้วจึงซ่อมแซมในภายหลัง ยกเว้นแต่เครื่องจักรอุปกรณ์นั้น อยู่นอกสายการผลิตซึ่งการชำรุดหยุดงานไม่มีผลต่อผลผลิต หรือเป็นเครื่องจักรที่มีการซ่อมแซมสะดวกและรวดเร็ว หรือเป็นเครื่องจักรที่มีค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันสูงกว่าการซ่อมบำรุงเมื่อเสียหายหรือหยุดงาน จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า การซ่อมบำรุงรักษาที่ดีในปัจจุบันไม่ได้มุ่งเน้นที่การซ่อมแซมเครื่องจักรอย่างรวดเร็วเพียงอย่างเดียว การซ่อมบำรุงรักษาที่ดีในปัจจุบันคือการรักษาให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องด้วยกำลังการผลิตและผลผลิตที่มีคุณภาพสูงโดยเสียค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด และคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ

2.1.2 ระบบควบคุมการซ่อมบำรุงรักษา

ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาทั่วไปทุกวันนี้หัวใจสำคัญอยู่ที่ระบบควบคุมที่สามารถบ่งชี้งานซ่อมบำรุงที่จะต้องกระทำ วัสดุใดบ้างที่ต้องการ เมื่อโรงงานซ่อมบำรุงนั้นควรกระทำ ต้องใช้เวลาทำงานซ่อมบำรุงเท่าไร ทักษะอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการทำงานและมีอุปกรณ์พิเศษใด ๆ บ้างที่ต้องการ ระบบควรจะสามารถรายงานการบันทึกข้อมูลต่างๆ ได้อย่างแม่นยำเพื่อรับประกันว่างานการซ่อมบำรุงจะเสร็จตามกำหนดเวลาด้วยคุณภาพของงานซ่อมบำรุงที่ยอมรับได้ ตลอดจนความสามารถของระบบที่ควรจะมีการปรับปรุงหรือบันทึกผลการทำงานซ่อมบำรุงต่างๆ หลังจากที่ทำสำเร็จ ซึ่งแสดงรูปที่ 2.1 แผนภูมิแสดงกิจกรรมของระบบควบคุมการซ่อมบำรุงรักษาที่ได้รวบรวมไว้ โดยมีรายละเอียดแสดงแผนของการทำงานซ่อมบำรุง การบันทึกข้อมูลและการรายงาน และการประเมินผลอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมเส้นประ การบันทึกข้อมูลและการรายงานผลงานซ่อมบำรุงต่างๆ จะแสดงเมื่อเกิดการผลิตขึ้น ซึ่งประกอบด้วยการบันทึกการทำงานซ่อมบำรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ความเสียหายของอุปกรณ์ การตรวจดูประวัติของอุปกรณ์และค่าใช้จ่าย โดยที่ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาวิเคราะห์และประเมินเพื่อการปรับปรุงแผนการจัดการซ่อมบำรุงรักษาให้ดีขึ้น เพื่อเพิ่มความพร้อมใช้งาน (Availability) ของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ระบบควบคุมการซ่อมบำรุงรักษาสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ หรือระบบย่อยดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 แผนภูมิแสดงกิจกรรมต่างๆในระบบควบคุมการซ่อมบำรุงรักษา

2.1.3 การลงทะเบียนเครื่องจักรและอุปกรณ์

การลงทะเบียนเครื่องจักรและอุปกรณ์ คือ ระบบการบันทึกรายละเอียดและคุณลักษณะ อุปกรณ์ชนิดต่างๆ ภายในโรงงาน ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชิ้นจะมีรหัสสำหรับบ่งชี้ถึงลักษณะเฉพาะของเครื่องจักรนั้นๆ ซึ่งจะถูกนำมาใช้งานในขอบเขตต่างๆ ดังนี้

- 1) แสดงทรัพย์สินของบริษัท
- 2) แสดงหน้าที่และสถานที่ตั้งของเครื่องจักรอุปกรณ์ในโรงงาน
- 3) ใช้จัดตั้งระบบวางแผนซ่อมบำรุงรักษา เช่น
 - ก) การจัดทำตารางหยุดซ่อมประจำปี
 - ข) การจัดทำตารางซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
 - ค) การจัดทำตารางหล่อสี
- 4) ใช้จัดหาอะไหล่ในงานซ่อมบำรุงที่ต้องการสำหรับเครื่องจักรต่างๆ ในโรงงาน
- 5) ใช้สำหรับการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาเพื่อสื่อสารกับพนักงานซ่อมบำรุงให้สามารถทำงานกับเครื่องจักรที่ได้กำหนดไว้
- 6) ใช้สำหรับช่วยเป็นรหัสทางบัญชีเพื่อรวบรวมค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์ต่างๆ
- 7) ใช้บ่งชี้การบันทึกข้อมูลข่าวสารในฐานข้อมูลระบบซ่อมบำรุงรักษาเกี่ยวกับการบันทึกการทำงานและค่าใช้จ่าย
- 8) ใช้บ่งชี้ในรายงานการจัดการของอุปกรณ์
- 9) ใช้บ่งชี้และบอกที่ตั้งของชิ้นส่วนอะไหล่ส่วนรวมกัน และอุปกรณ์ต่างๆ ของบริษัทต่างๆ ที่อยู่ภายในองค์กรเดียวกัน
- 10) เพื่อทำให้เกิดเป็นมาตรฐานระหว่างบริษัทต่างๆ ภายในองค์กรเดียวกันและการบันทึกเครื่องจักรและอุปกรณ์ สามารถบันทึกได้หลายวิธี เช่น การบันทึกในการ์ด (Card) ของเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือการบันทึกไว้ในรูปหน่วยความจำในคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2.1.4 ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance work order system)

เรามักใช้คำว่า “การสั่งงาน” เพื่อแสดงถึงความต้องการที่ถูกแยกแยะแล้วจากผู้วางแผน ซึ่งเป็นผู้ตัดสินใจว่างานไหนจำเป็นที่ต้องกระทำ และใครเป็นผู้ทำงาน หมายเลขของคำสั่งงานจึงถูกกำหนดและงานต่างๆ จะถูกจัดเป็นตารางการทำงาน ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้เขียนแบบฟอร์มคำสั่งงานตามความต้องการในการทำงานกับอุปกรณ์ทั้งหมดภายในโรงงาน ซึ่งแบบฟอร์มใบสั่งงานให้คำอธิบายต่างๆ กับพนักงานซ่อมบำรุง เพื่อทำงานให้สำเร็จตามเวลาที่กำหนดและวัสดุ

ต่างๆที่ใช้ในการทำงาน ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาจำเป็นต้องพิจารณาและออกแบบให้เหมาะสมกับธุรกิจและอุตสาหกรรมประเภทนั้นๆ ดังนั้นแบบฟอร์มการสั่งงานจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นแตกต่างกันตามลักษณะของแต่ละโรงงาน ซึ่งมีแนวทางทั่วไปสำหรับระบบต่างๆ ทั้งหมด ดังต่อไปนี้

- 1) แบบฟอร์มใบสั่งงานควรมีหมายเลขกำกับไว้และมีสำเนาอย่างน้อยสามชุดเพื่อใช้สำหรับการติดต่อประสานงานในระบบควบคุมการซ่อมบำรุงรักษา
- 2) การแจ้งทำงานต่างๆสามารถทำได้โดยผู้ที่มีอำนาจดำเนินการเท่านั้น ซึ่งจะมีรายชื่อกำหนดไว้อย่างชัดเจน ในส่วนการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาของแผนกซ่อมบำรุง
- 3) การสั่งงานซ่อมบำรุงจะเริ่มที่แผนกซ่อมบำรุง
- 4) แบบฟอร์มแจ้งงานหรือการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาควรสั่งให้พนักงานที่เกี่ยวข้องรับทราบข้อมูลข่าวสารที่ต้องการนั้นๆ
- 5) การสั่งงานซ่อมบำรุงประกอบด้วยกรายงานเวลาและการเปลี่ยนแปลงวัสดุต่างๆ
- 6) การสั่งงานจะถูกบันทึกประมาณการเวลาและค่าใช้จ่ายกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงเพื่อการปรับปรุงค่าประมาณการที่ได้ตั้งไว้
- 7) การสั่งงานซ่อมบำรุงประกอบด้วยกรายงานคงค้าง (Backlog) เพื่อควบคุมปริมาณงานซ่อมบำรุงรักษาที่ต้องดำเนินการทั้งหมด

2.1.4.1 ส่วนประกอบของระบบคำสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา

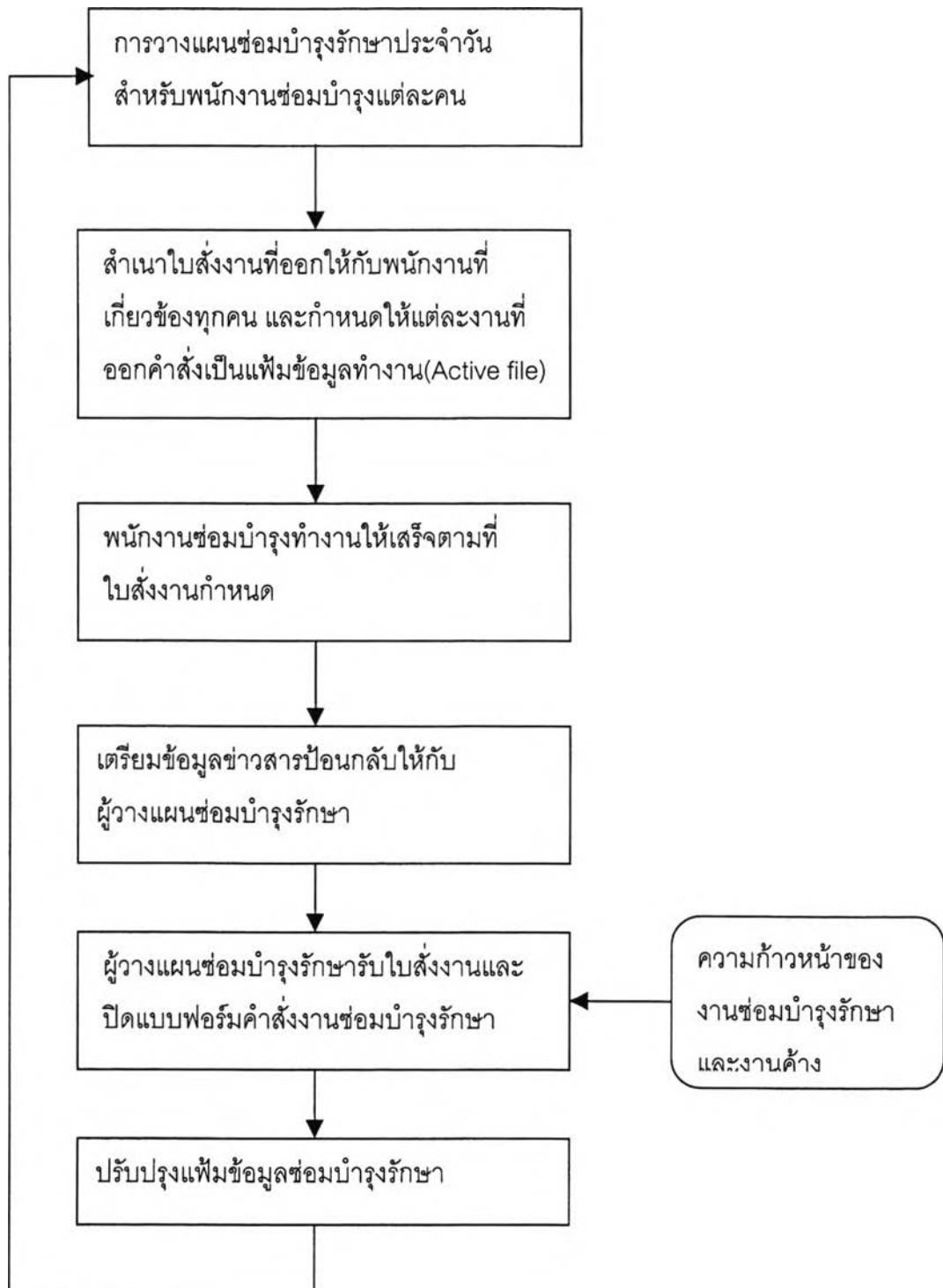
ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้ ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.2 แผนภาพโครงสร้างระบบคำสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา

การสั่งงานซ่อมบำรุงมีวัตถุประสงค์ของคำสั่งงานซ่อมบำรุงดังต่อไปนี้

- ก) เพื่อเป็นคำสั่งให้พนักงานซ่อมบำรุงทำงาน
- ข) ให้ออกรายละเอียดของงานซ่อมบำรุงที่พนักงานต้องทำ
- ค) ใช้บ่งชี้ความสำคัญของงานและวันเวลาที่ต้องทำงานให้เสร็จ
- ง) ใช้เก็บเป็นประวัติการทำงานซ่อมบำรุง
- จ) ใช้กำหนดการทำงานซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

- 1) การวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาประจำวันและคาบเวลา

ผู้วางแผนซ่อมบำรุงควรมีประสบการณ์และข้อมูลในอดีตเพื่อช่วยให้ผู้วางแผนสามารถประมาณการชั่วโมงการทำงาน (Manhours) ที่ต้องการสำหรับงานต่างๆ ซึ่งการประมาณการนี้จะใช้เปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้จริงในการทำงาน เพื่อการปรับปรุงการวางแผนและการกำหนด ตารางเวลาของการทำงานในครั้งต่อไป ใบสั่งงานจะมีหมายเลขหรือรหัสกำหนดไว้



รูปที่ 2.2 แผนภาพโครงสร้างระบบคำสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา

ในแต่ละใบ สั่งงาน โดยที่เลขตัวแรกจะบอกถึงชนิดของงานซ่อมบำรุงที่จะดำเนินการ เช่น 8 หมายถึง การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 7 หมายถึง การซ่อมบำรุงตามแผน หรือ 6 หมายถึง การซ่อมบำรุงแบบฉุกเฉินสามารถติดตามได้จากบันทึกของคำสั่งงานซ่อมบำรุง หรือการรายงาน สถานภาพของงานซ่อมบำรุงที่แสดงสถานะของงานซ่อมบำรุงที่กำลังทำอยู่หรือทำเสร็จแล้ว อย่างรวดเร็ว

2) ไฟล์คำสั่งงานที่กำลังทำอยู่ (Active work order File)

ไฟล์คำสั่งนี้เป็นระบบที่ทำด้วยมือหรือคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงคำสั่งงานต่างๆ ที่ยังไม่ได้รายงานว่าทำงานเสร็จแล้ว วัตถุประสงค์ของไฟล์นี้ คือ จัดเตรียมไว้สำหรับผู้วางแผนซ่อมบำรุงให้สามารถชี้บ่งงานที่ยังทำไม่เสร็จและผู้วางแผนจะใช้ไฟล์เหล่านี้ช่วยจัดตารางเวลาสำหรับพนักงาน มากกว่านั้นไฟล์นี้ยังใช้ติดตามสถานะของคำสั่งงานต่างๆ คำสั่งงานที่ทำเสร็จแล้วจะถูกย้ายจากไฟล์คำสั่งที่กำลังทำอยู่ไปที่ไฟล์ประวัติของอุปกรณ์

3) บัตรบันทึกเวลาประจำวันและตารางกำหนดเวลา

วัตถุประสงค์ของบัตรบันทึกเวลาประจำวันของแผนการซ่อมบำรุง คือ ใช้กำหนดชั่วโมงแรงงานของพนักงานที่เหมาะสมสำหรับหมายเลขหรือรหัสของคำสั่งงาน หรือ ศูนย์ค่าใช้จ่าย (Cost center) บัตรบันทึกเวลาจะถูกบันทึกโดยพนักงานแต่ละคน และแผนกบัญชีจะใช้บัตรบันทึกเวลาประจำวันนี้เพื่อคิดค่าจ้างสำหรับพนักงานแต่ละคนต่อไป ซึ่งวัตถุประสงค์ที่นำไปใช้ก็สามารถติดตามได้จากบัตรบันทึกเวลานี้ได้ด้วย ผู้วางแผนซ่อมบำรุงจะติดตามเวลาการทำงานทั้งหมดที่ใช้สำหรับคำสั่งงานแต่ละใบ เพื่อพิจารณารายละเอียดของงานที่ทำเพื่อใช้ประเมินความสามารถของพนักงานที่จะทำงานต่างๆ ให้สำเร็จ ตารางกำหนดเวลาประกอบด้วยส่วนสำหรับพนักงานซ่อมบำรุงทุกคนใช้แสดงคำสั่งงานปัจจุบันที่ได้รับและส่วนคำสั่งงานที่จะรับในอนาคตและการยกเลิกคำสั่งงานประจำวัน ดังนั้นผู้วางแผนซ่อมบำรุงสามารถติดตามสถานะภาพการทำงานของพนักงาน หรือการหยุดงานต่างๆของพนักงานซ่อมบำรุงโดยที่พนักงานจะรับงานต่อไปจากตารางกำหนดเวลานี้

4) รายงานควบคุม

รายงานควบคุมการทำงานมีข้อมูลที่รวบรวมจากระบบซ่อมบำรุงรักษาและถูกนำไปจัดทำเป็นรายงานควบคุมต่างๆ แล้วส่งต่อให้ผู้วางแผนซ่อมบำรุง ผู้คุมงานหรือหัวหน้างานที่รับผิดชอบ ซึ่งรายงานการควบคุมต่างๆนี้ช่วยในการจัดการเพื่อการตัดสินใจดังหัวข้อต่อไปนี้

- ก) ความต้องการกำลังคนที่เหมาะสมกับงานซ่อมบำรุงต่างๆ
- ข) ปัญหาที่พบในกระบวนการและสภาพแวดล้อมในการผลิต
- ค) ความสามารถในการทำงานของแผนกซ่อมบำรุงรักษา

2.1.4.2 รายงานควบคุมของระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา

รายงานควบคุมของระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาต่างๆ ได้แก่

ก) รายงานควบคุมงานซ่อมบำรุง

รายงานนี้จัดทำขึ้นทุกสัปดาห์หรือ ทุกเดือน เพื่อเป็นสารสนเทศสำหรับการควบคุมการซ่อมบำรุงรักษาซึ่งแสดงถึงการหยุดงานแบบฉุกเฉิน งานซ่อมบำรุงรักษาที่ได้วางแผนและไม่ได้วางแผนซึ่งแสดงตัวอย่างดังตารางที่ 2.1 รายงานซ่อมบำรุงรักษารายสัปดาห์หรือรายเดือน

กลุ่มพนักงาน	โรงงาน	หยุดงาน		หยุดงานไม่ได้วางแผน		หยุดงานตามแผนและ PM		รวมชั่วโมงของพนักงาน
		ชั่วโมง	%	ชั่วโมง	%	ชั่วโมง	%	
เครื่องกลไฟฟ้า								

ตารางที่ 2.1 รายงานซ่อมบำรุงรักษารายสัปดาห์หรือรายเดือน

รายงานนี้จะถูกส่งให้ผู้วางแผนซ่อมบำรุงสำหรับใช้เป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนกำหนดตารางเวลาของพนักงานซ่อมบำรุง เพื่อขจัดปัญหาที่เกิดขึ้นในส่วนต่าง ๆ

ข) รายงานผลการทำงานตามแผน

รายงานนี้จัดทำขึ้นเป็นรายสัปดาห์หรือรายเดือน เพื่อใช้เปรียบเทียบประมาณการเวลาของงานซ่อมบำรุงรักษากับเวลาที่ใช้ทำงานซ่อมบำรุงให้สำเร็จจริง รายงานนี้ถูกทบทวนโดยผู้วางแผนซ่อมบำรุงซึ่งใช้ข้อมูลข่าวสารนี้เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานซ่อมบำรุงและ / หรือ ใช้ปรับปรุงความสามารถในการประมาณชั่วโมงการทำงานตามแผนที่ได้วางไว้

ค) ชี้ตควบคุมงานคงค้าง

รายงานนี้ช่วยให้ผู้วางแผนซ่อมบำรุงติดตามจำนวนชั่วโมงการทำงานที่ค้างอยู่สำหรับงานที่วางแผนไว้ และใช้แสดงงานซ่อมบำรุงรักษาที่ยังไม่ได้จัดให้พนักงานซ่อมบำรุง ดังนั้นผู้วางแผนซ่อมบำรุงอาจจำเป็นต้องจัดตารางแบบล่วงเวลาหรือเพิ่มกำลังคนสำหรับงานที่มีความเร่งด่วน คำสั่งงานที่มีความสำคัญต่ำจะถูกย้ายไปอยู่ในไฟลิ่งงานคงค้างและทุกสัปดาห์ งานคงค้างชั่วโมงคงค้างทั้งหมดจะถูกนำมาพิจารณาจัดเพิ่มเข้าไปในชั่วโมงการทำงานที่วางแผนไว้ ผู้วางแผนสามารถประมาณเวลาทำงานให้สำเร็จของงานคงค้างได้จากรายงานซ่อมบำรุงเพื่อพิจารณางานที่มีอยู่และพนักงานซ่อมบำรุงที่ใช้ได้กำหนดการทำงานตามแผนที่กำหนดต่อไป

ง) รายงานสถานะภาพของคำสั่งงาน

รายงานนี้ถูกจัดทำขึ้นทุกสัปดาห์และแจกจ่ายให้กับผู้วางแผนซ่อมบำรุงและผู้ควบคุมงานการผลิต ผู้วางแผนจะใช้รายงานนี้เพื่อติดตามสถานะของคำสั่งงานที่ทำเสร็จเพื่อนำไปจึงจัดตารางเวลาการทำงานซ่อมบำรุงรักษาสำหรับพนักงาน อย่างไรก็ตามก็ดีการทำงานตามแผนที่กำหนดไว้จะถูกติดตามและควบคุมโดยผู้ควบคุมงานการผลิตจะดำเนินการให้คำสั่งงานส่งไปยังแผนกต่างๆที่กำหนดไว้

จ) รายงานสรุปค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงรักษา

รายงานนี้จัดทำขึ้นทุกสัปดาห์ และส่งให้ผู้วางแผนซ่อมบำรุง ผู้ควบคุมงาน ตลอดจนแผนกบัญชี โดยผู้วางแผนซ่อมบำรุงจะใช้สารสนเทศนี้ติดตามค่าใช้จ่ายของชั่วโมงการทำงานที่ใช้ของเครื่องจักรอุปกรณ์และพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่ใช้กับเครื่องจักรอุปกรณ์ใหม่สำหรับแผนกบัญชีจะใช้ข้อมูลสรุปนี้ เพื่อประมาณค่าใช้จ่ายทางบัญชี

ฉ) รายงานอื่นๆที่จำเป็นนอกเหนือจากรายงานที่กล่าวมาแล้วข้างต้นที่สามารถจัดทำขึ้นด้วยมือหรือระบบคอมพิวเตอร์มีตัวอย่างดังนี้ รายการบัตรบันทึกเวลา รายงานสรุปคำสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา รายงานล่วงเวลา ตารางเวลาของการทำงาน รายการอุปกรณ์ที่มีคำสั่งงานมากกว่าหนึ่งคำสั่งที่ออกในหนึ่งเดือน แผนภูมิเชิงเส้นแสดงแนวโน้มงานซ่อมฉุกเฉินกับการหยุดงานในรูปของเปอร์เซ็นต์ของคำสั่งงานทั้งหมด แผนภูมิเชิงเส้นแสดงแนวโน้มของชั่วโมงล่าช้าในรูปเปอร์เซ็นต์ของชั่วโมงการทำงานที่ทำงานเสร็จ แผนภูมิแสดงค่าใช้จ่ายที่ประมาณการกับค่าใช้จ่ายที่แท้จริง และแผนภูมิแสดงค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่ออุปกรณ์ในงานซ่อมบำรุงตามรายชื่อผู้ผลิตกับการพยากรณ์ภาระงานซ่อมบำรุงรักษาในช่วงเวลาที่กำหนด

2.1.4.3 ขั้นตอนการแจกจ่ายคำสั่งงาน

แม้ว่าจะไม่มีวิธีการแจกจ่ายคำสั่งงานวิธีเดียวที่สามารถใช้ได้ทุกสถานการณ์ แต่พื้นฐานของระบบจัดลำดับจะถูกประสานกับส่วนต่างๆที่สนใจเพื่อการทำงานให้สำเร็จภายในเวลาที่กำหนดเวลา และบันทึกข้อมูลที่ต้องการสำหรับการควบคุมค่าใช้จ่ายและการลดค่าใช้จ่าย หน้าที่และความรับผิดชอบของการแจกจ่ายคำสั่งงานซ่อมบำรุงมีดังต่อไปนี้

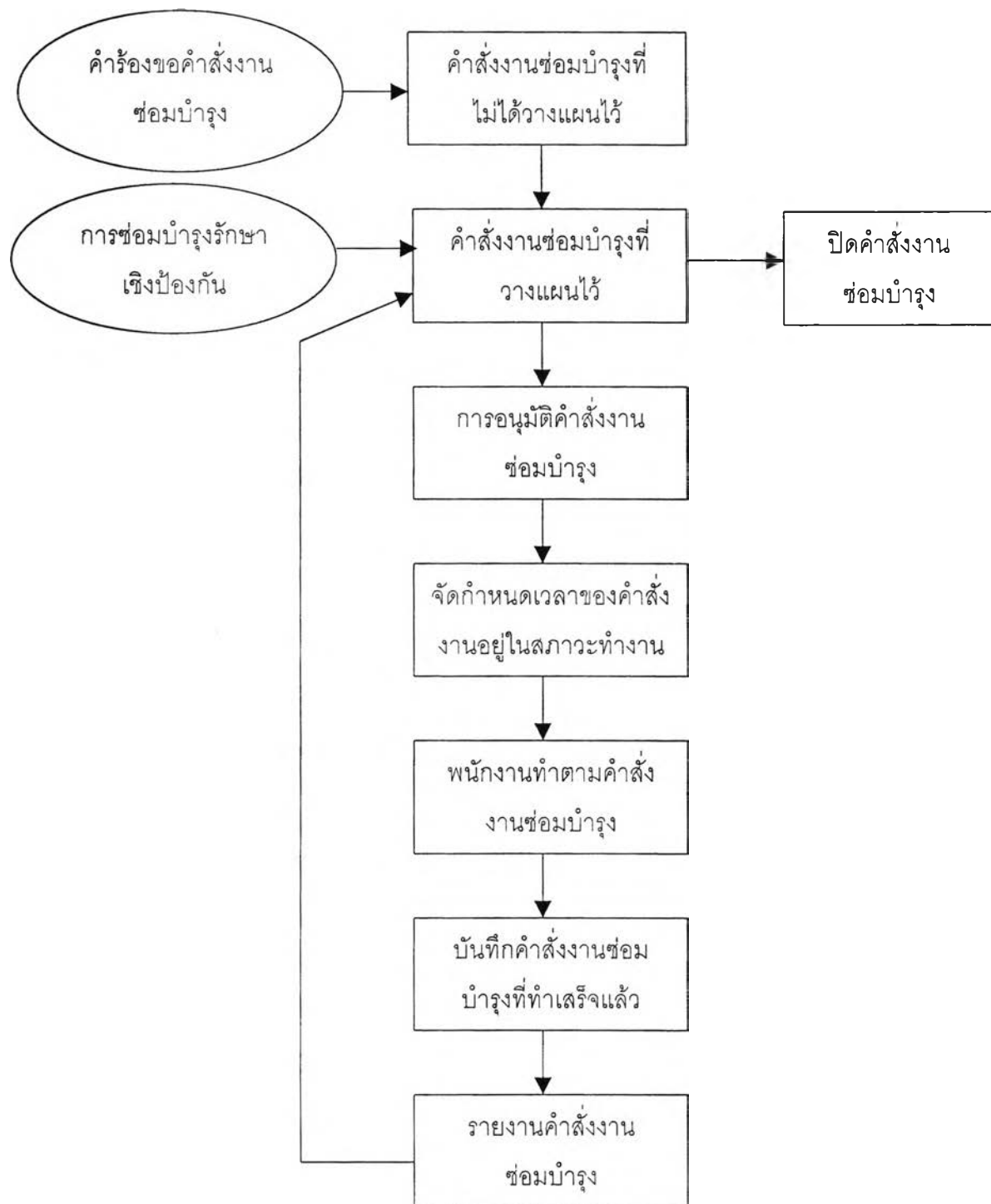
- 1) รับการแจ้งขอคำสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาจากเทอร์มินัลของคอมพิวเตอร์ พนักงานด้วยฟอร์มที่เขียนขึ้น ซึ่งการแจ้งคำสั่งงานซ่อมบำรุงจะถูกจัดทำขึ้นในรูปแบบที่มีข้อมูลดังต่อไปนี้
 - ก) ชื่อผู้แจ้งคำสั่งงาน
 - ข) รหัสแผนกของงานซ่อมบำรุงรักษาที่จะดำเนินการ
 - ค) รหัสอุปกรณ์

- ง) สถานที่ตั้งอุปกรณ์
 - จ) แผนกซ่อมบำรุงหรือแผนกที่รับผิดชอบงาน
 - ฉ) รายละเอียดของการทำงาน
 - ช) เวลาที่ได้รับการแจ้งและเวลาที่ออกคำสั่งงาน
 - ซ) การจัดพนักงานและชั่วโมงการทำงาน
- 2) กำหนดความสำคัญของคำสั่งงานซ่อมบำรุงต่างๆ โดยปกติใช้การแบ่ง 3 ระดับ คือ เร่งด่วน ปกติและตามแผน
 - 3) จัดเตรียมรายการข้อมูลสำหรับแต่ละคำสั่งงานซ่อมบำรุง
 - 4) จัดส่งเอกสารคำสั่งงานไปยังแผนกซ่อมบำรุงที่ใบสั่งงานกำหนด
 - 5) รายงานของคำสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา
 - 6) แผนกที่รับคำสั่งงานซ่อมบำรุงส่งใบสั่งงานที่บันทึกข้อมูลสมบูรณ์แล้วคืนให้แผนกซ่อมบำรุงเพื่อการปิดคำสั่งงานซ่อมบำรุง
- ขั้นตอนการแจกจ่ายคำสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาแสดงดังรูปที่ 2.3

2.1.5 การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นแนวทางการซ่อมบำรุงที่พัฒนาขึ้นจากการสั่งสมประสบการณ์ในงานซ่อมบำรุงรักษาที่ทำให้ตระหนักว่าหากดำเนินงานซ่อมบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรชำรุดหยุดงานแล้วเท่านั้น จะก่อให้เกิดปัญหาต่อการดำเนินกิจการอุตสาหกรรมทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งหลักวิธีการของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันก็คือการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมก่อนการชำรุดขัดข้องล่วงหน้าในช่วงเวลาที่เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

- 1) ลดจำนวนการชำรุดขัดข้องของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่สำคัญ
- 2) ลดความสูญเสียในการผลิตเนื่องจากอุปกรณ์เกิดชำรุดขัดข้อง
- 3) เพิ่มอายุการใช้งานและผลิตภาพของอุปกรณ์ทั้งหมด
- 4) รับข้อมูลที่มีความหมายสัมพันธ์กับประวัติของเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมด เพื่อใช้ในการตัดสินใจซ่อมแซม ยกเครื่อง หรือเปลี่ยนอะไหล่ ซึ่งสามารถช่วยเพิ่ม ROI (Return on capital investment) ด้วย
- 5) ช่วยกำหนดการวางแผนและการจัดตารางเวลาที่ดีสำหรับงานซ่อมบำรุงที่ต้องการ
- 6) สนับสนุนความปลอดภัยและสุขภาพของแรงงาน



รูปที่ 2.3 แผนภาพแสดงขั้นตอนการแจกจ่ายคำสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา

โดยปกติแล้วการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นงานซ่อมบำรุงรักษาที่สร้างขึ้นและจัดตารางเวลาบนพื้นฐานเวลาเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหาย (Mean time between failure - MTBF) และเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (Meantime to Repair - MTTR) และการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ผู้ผลิตกำหนด หรือพิจารณาจากปัจจัยต่างๆดังนี้

- ก) สภาพเครื่องจักรอุปกรณ์
- ข) ความรุนแรงของการใช้งาน
- ค) ความสำคัญด้านความปลอดภัย
- ง) ชั่วโมงการทำงาน
- จ) ความไวต่อการสึกหรอและหลุดหลวม
- ฉ) ประวัติของเครื่องจักรอุปกรณ์
- ช) แนวโน้มของความผิดปกติ

2.1.5.1 กิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การซ่อมบำรุงเชิงป้องกันประกอบด้วย กิจกรรมหลักต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ก) การทำความสะอาด

การทำความสะอาดเครื่องจักรและอุปกรณ์คือการขจัดเศษผง คราบฝุ่น ความสกปรก เศษวัสดุติด สิ่งแปลกปลอมออกจากอุปกรณ์ ซึ่งเป็นการขจัดเหตุขัดข้องที่เกิดจากสาเหตุเล็กน้อยๆต่างๆออกไป การทำความสะอาดไม่ใช่เพียงการทำให้มองแล้วสวยงามเรียบร้อยเพียงอย่างเดียว การทำความสะอาดด้วยมือที่สัมผัสกับมุมต่างๆของเครื่องจักรใช้เพื่อหาจุดบกพร่องและความสั่นสะเทือนที่ผิดปกติด้วย เครื่องจักรที่ปล่อยให้เดินเครื่องนานๆ โดยปราศจากการทำความสะอาดใช้เพียงแต่การล้างและทำความสะอาดเล็กๆน้อยๆเท่านั้น อาจพบจุดบกพร่องเล็กๆน้อยๆได้หลายร้อยรายการ ดังนั้นการทำความสะอาดอุปกรณ์จะก่อให้เกิดประโยชน์ดังต่อไปนี้

- 1) เพิ่มความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ที่ทำความสะอาด
- 2) สังเกตเห็นสิ่งผิดปกติได้ง่าย
- 3) ลดการสึกหรอและฝุ่นร่อน
- 4) ลดอุบัติเหตุ
- 5) เพิ่มความเชื่อถือได้ให้กับอุปกรณ์

ข) การตรวจสอบ

การพิจารณาว่าอะไรควรถูกตรวจสอบในกิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันบ้าง ผู้วิเคราะห์การซ่อมบำรุงควรจัดแบบกลุ่มของข้อมูลซ่อมบำรุงรักษาเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นข้อมูลที่จะได้รับจากผู้ผลิตเครื่องจักรอุปกรณ์ซึ่งจะระบุข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในงานซ่อมบำรุง เช่น

การหล่อลื่น (Lubrication) และตารางเวลายกเครื่อง (overhaul) ของอุปกรณ์ ข้อมูลเหล่านี้ช่วยพิจารณาว่าสิ่งใดควรถูกตรวจสอบบ้าง กลุ่มที่สองคือข้อมูลในอดีตของการหยุดงานและการซ่อมแซมอุปกรณ์ซึ่งใช้เป็นแนวทางพิจารณาในการตรวจสอบ และกลุ่มสุดท้ายคือคำแนะนำจาก ผู้ควบคุมงานหรือผู้ใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีความคุ้นเคยกับการใช้งานและซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์นั้นๆ เมื่อทราบว่สิ่งใดควรถูกตรวจสอบแล้วต่อไปจึงหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการตรวจสอบแบบต่างๆ ซึ่งงานการตรวจสอบนี้ควรได้รับการวางแผนและกำหนดเวลาในการตรวจสอบที่ใช้เป็นมาตรฐานและความถี่ของการตรวจสอบ เช่น รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน เป็นต้น การตรวจสอบควรมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

- 1) เทคนิควิธีการและเครื่องมือที่ใช้
- 2) มาตรฐานและวิธีการตรวจสอบ
- 3) การวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ
- 4) ระบบงานแก้ไขซ่อมแซม

ค) การหล่อลื่น (Lubrication)

แผนการหล่อลื่นที่มีประสิทธิภาพเป็นกุญแจสำคัญของระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน โดยที่การหล่อลื่น มีวัตถุประสงค์หลายประการได้แก่

- 1) ลดแรงเสียดทานระหว่างลูกกลิ้ง และผิวสัมผัสที่อยู่ติดกัน
- 2) ลดการสึกหรอ
- 3) ระบายความร้อน
- 4) ป้องกันการฝุ่นร่อนและสนิม
- 5) ใช้เป็นซีล (Seal) ป้องกันสิ่งสกปรกต่างๆ

การทำการหล่อลื่นจำเป็นต้องบ่งชี้ชนิดของสารหล่อลื่นและความถี่ของการหล่อลื่นที่จะใช้สำหรับเครื่องจักรภายในโรงงาน โดยแต่ละเครื่องจักรอุปกรณ์ควรมีบัตรสำหรับการหล่อลื่นที่ระบุรหัสอุปกรณ์ ชื่ออุปกรณ์ สถานที่ตั้ง ชนิดของสารหล่อลื่นที่จะทำการหล่อลื่นที่จุดต่างๆ ความถี่ของการหล่อลื่นที่จุดต่างๆ จำนวนสารหล่อลื่นที่ต้องการใช้และการเลือกใช้สารหล่อลื่นที่เหมาะสมกับสภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์จะช่วยให้การเก็บรักษาสารหล่อลื่นสำรองมีประสิทธิภาพ

ง) การปรับแต่งตั้งเครื่องและการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่หมดอายุ

การปรับแต่งตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์กระทำเมื่อเกิดการสึกหรอและล้าในขีดจำกัดการหลุดหลวมภายหลังจากการซ่อมและเปลี่ยนอะไหล่ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ต่างๆ มีสภาพที่ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น การเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่กระทำเมื่อเกิดการสึกหรอ ฝุ่นร่อนเกินขีดจำกัดของ

อุปกรณ์ หรือการชำรุดเสียหายโดยสิ้นเชิง หมุดอายุการใช้งาน หรือการเปลี่ยนตามโอกาส ซึ่งการปรับแต่งเครื่องจักรและการเปลี่ยนชิ้นส่วนควรปฏิบัติตามขอแนะนำในคู่มือของเครื่องจักร อุปกรณ์โดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ และพนักงานที่ทำงานควรมีความชำนาญและเพียงพอที่จะทำงานด้วยความปลอดภัย

จ) การยกเครื่อง ฟื้นฟูสภาพ (Overhaul, Recondition)

การยกเครื่องและฟื้นฟูสภาพเครื่องจะทำตามคำแนะนำและตารางกำหนดเวลาของผู้ผลิตเครื่องจักรอุปกรณ์นั้นๆ

2.1.5.2 ส่วนประกอบของระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันโดยทั่วไปมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 4 ส่วนที่เป็นประกอบของกิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่แสดงดังรูปที่ 2.4 ได้แก่

1) ทริกเกอร์ไฟล์ (Tickler File)

ไฟล์นี้จัดทำได้ด้วยวิธีการเขียนมือหรือระบบคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่จัดระบบของการทำงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามตารางปฏิทินหรือเลขมิเตอร์ของอุปกรณ์ ไฟล์เหล่านี้ถูกส่งให้กับผู้ควบคุมงานที่รับผิดชอบในเวลาที่เหมาะสม โดยไฟล์นี้จัดทำขึ้นทุกวันใน 1 เดือนและจัดทำไว้ทั้งหมด 12 เดือน

2) ตารางเวลาที่ใช้

ตารางเวลาที่ใช้สามารถจัดทำด้วยวิธีการเขียนมือหรือด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยจะทำหน้าที่รวบรวมเวลาการทำงานที่ใช้ของแต่ละอุปกรณ์ และบันทึกไว้ในหน่วยความจำ เพื่อการวางแผนซ่อมบำรุงต่อไป

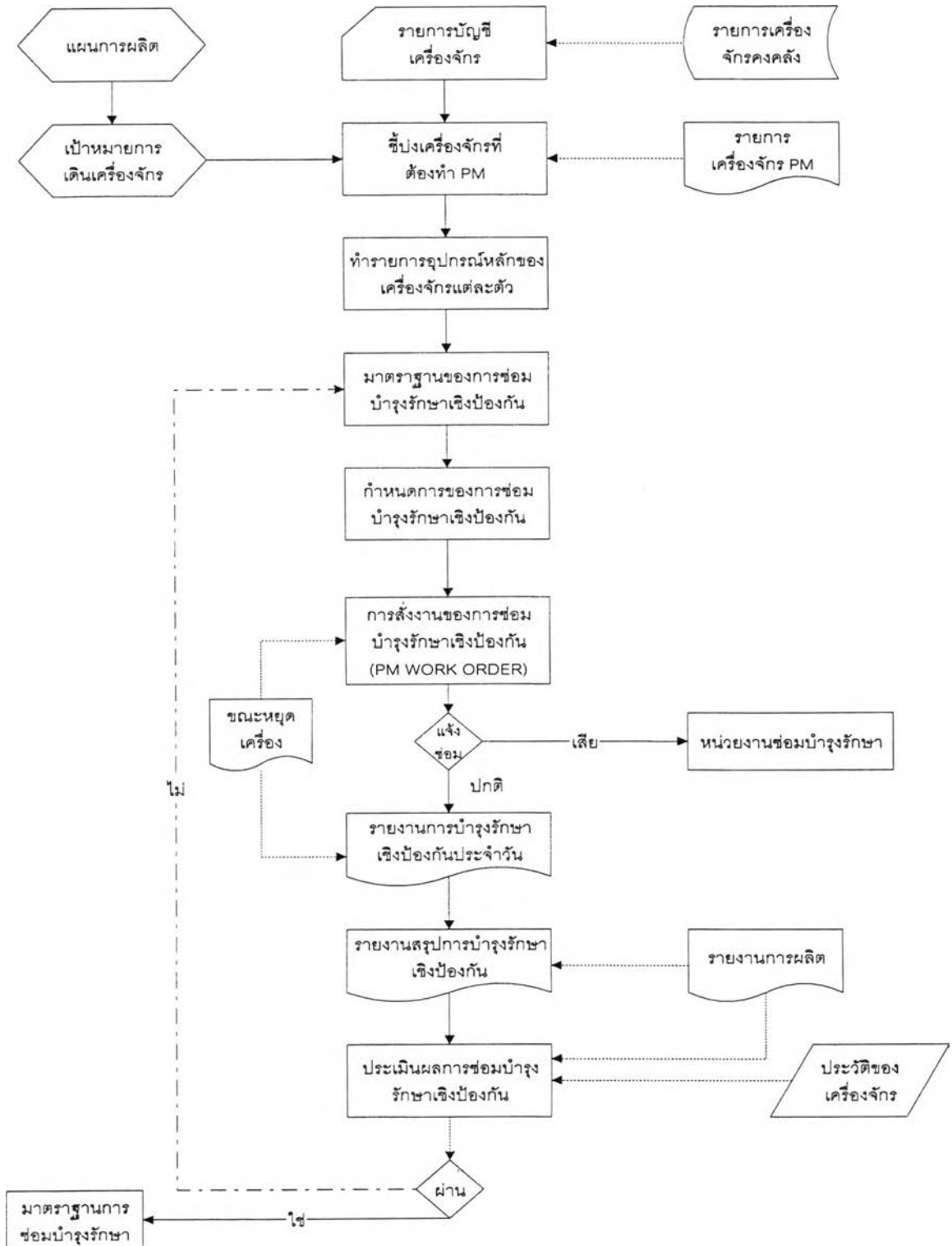
3) งานซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาตรฐาน (PM standard)

งานซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาตรฐานจัดทำขึ้นเพื่อกำหนดกิจกรรมของการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามคาบเวลา หรือปริมาณการใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เหมาะสม โดยงานซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาตรฐานประกอบด้วย วิธีการทำงานซ่อมบำรุง เครื่องมือที่ใช้ และ อะไหล่สำหรับงานซ่อมบำรุงต่างๆ

4) รายงานการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

ก) ตารางเวลาการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันหลัก จะสรุปตารางเวลาของการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามอุปกรณ์ คำสั่งงานหรือวันที่ และ เงื่อนไขอื่นๆ

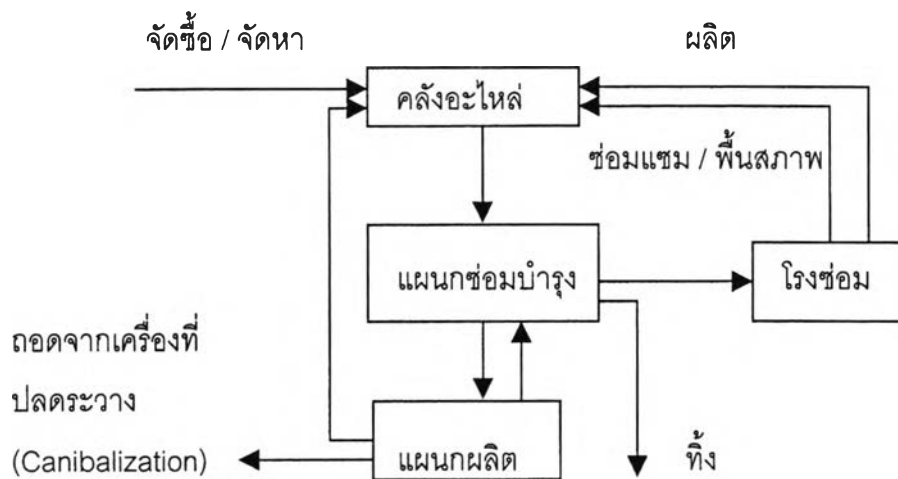
ข) รายงานการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันประจำวัน จะแสดงรายการของงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกันประจำวัน และคำสั่งงานต่างๆ ที่ถูกกำหนดที่ผ่านมาแล้ว



รูปที่ 2.4 แผนภูมิการไหลของกิจกรรมซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.1.6 ระบบควบคุมอะไหล่และคงคลังซ่อมบำรุง

อะไหล่และคงคลังซ่อมบำรุงหมายถึง ชิ้นส่วนอะไหล่สำหรับอุปกรณ์และชิ้นส่วนสำหรับงานซ่อมบำรุงทั่วไป เช่น เครื่องมืออุปกรณ์มาตรฐานต่างๆ เป็นต้น วัตถุประสงค์ของระบบการควบคุมอะไหล่และคงคลังซ่อมบำรุง คือ ช่วยให้ผู้ควบคุมงานซ่อมบำรุงสามารถจัดหาอะไหล่และคงคลังซ่อมบำรุงที่ควบคุมได้ง่าย การเก็บรักษาอะไหล่และคงคลังจำแนกเป็น 2 ระบบใหญ่ๆ ได้แก่ คลังอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงแบบรวมศูนย์ (Centralized) และแบบกระจายศูนย์ (Decentralized) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อดีและข้อเสียต่างๆ ที่มีความเหมาะสมกับสภาพของโรงงานนั้นๆ การจัดคลังและวัสดุซ่อมบำรุงแบบกระจายศูนย์มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้อะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงมีการเคลื่อนย้ายระหว่างแต่ละคลังอะไหล่ต่างๆ (Storerooms) น้อยที่สุดจึงควรจัดให้อะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงของแต่ละคลังอะไหล่เพียงพอกับเครื่องจักรอุปกรณ์ในบริเวณคลังอะไหล่เท่านั้น การเคลื่อนย้ายของอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงภายในโรงงานทั่วๆ ไปแสดงได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แผนภาพแสดงการเคลื่อนย้ายอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงรักษาภายในโรงงาน

ระบบควบคุมอะไหล่และคงคลังซ่อมบำรุงอย่างง่ายประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1.6.1 การแบ่งแยกประเภทอะไหล่และคงคลังซ่อมบำรุง

อะไหล่และคงคลังซ่อมบำรุงสามารถแบ่งแยกประเภทได้หลายแบบ ได้แก่

ก) การจำแนกอะไหล่และคงคลังซ่อมบำรุงตามระบบ ABC

ผู้ควบคุมระบบอะไหล่และคงคลังซ่อมบำรุงควรเข้าใจว่าค่าใช้จ่ายของการเก็บรักษาและค่าใช้จ่ายในการจัดหาอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงขึ้นอยู่กับจำนวนอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงที่

หมุนเวียนในแต่ละปี ค่าใช้จ่ายของการเก็บรักษาอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงลดลงเมื่อจำนวนของอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงลดลงแต่จะทำให้ค่าใช้จ่ายของการจัดหาในแต่ละปีเพิ่มขึ้น ดังนั้นการพิจารณาจำนวนอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงที่จัดเก็บควรพิจารณาค่าใช้จ่ายรวมของการเก็บรักษาและการจัดหาที่ต่ำที่สุด ในระบบจำแนกอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงแบบ ABC นั้น

Class A คือ อะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงที่มีจำนวน 10 – 15 % ของทั้งหมดโดยมีมูลค่าเงินระหว่าง 70 – 85 % ของการลงทุนในคลังทั้งหมด โดยมีการควบคุมสำหรับอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุง Class A ที่มีมูลค่าคลังสูงควรมีการจัดหาด้วยจำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic ordering quantity – EOQ) และรักษาระดับอะไหล่และวัสดุสำรองให้ต่ำที่สุด เป็นต้น ซึ่งต้องมีการควบคุมอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงประเภทนี้อย่างใกล้ชิด

Class B คือ อะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงที่มีอยู่ 20 – 30 % ของทั้งหมดโดยมีมูลค่าประมาณ 25 % ของการลงทุนในคลังทั้งหมด จำนวนอะไหล่และวัสดุสำรอง ควรมีขนาดใหญ่กว่าวัสดุ class A เนื่องจากค่าใช้จ่ายของการเก็บรักษาต่ำกว่า โดยจำนวนของการจัดซื้อในแต่ละครั้งมากกว่าวัสดุ Class A

Class C คือ อะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงที่มีอยู่ 60 – 70 % ของทั้งหมดโดยมีมูลค่าการลงทุนประมาณ 10 % ของการลงทุนในคลังทั้งหมด การควบคุมไม่ต้องใกล้ชิดนัก วิธีการคือควรรักษาระดับของอะไหล่และวัสดุสำรอง ตามระยะเวลาที่เหมาะสม เช่น 10 สัปดาห์หรือตามคาบเวลาที่กำหนดทุก 6 เดือน เป็นต้น

ข) การจำแนกอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงตามความจำเป็นของการทำงานจำแนกเป็น

1) อะไหล่สิ้นเปลือง

ลักษณะของอะไหล่สิ้นเปลืองมีดังต่อไปนี้

- อายุการใช้งานสั้น
- มีการชำรุดขัดข้องในโหมด (Mode) “wear out”
- มีคลังเก็บไว้ใช้งาน
- ควรมี safety stock และจุดสั่งซื้อ
- ควรใช้ระบบ EOQ หรือการวางแผนความต้องการวัสดุ (MRP) เมื่อจำนวนอะไหล่และวัสดุไม่คงที่
- ต้นทุนที่สำคัญ คือ ต้นทุนการจัดหา กับต้นทุนการเก็บรักษา

วิธีการจัดหาวัสดุควรใช้ระบบจำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัดซึ่งแสดงวิธีการคำนวณได้ ดังนี้

$$Q^* = \frac{\sqrt{2C_p \cdot D}}{C_p \cdot i}$$

Q	คือ	จำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด
C_A	คือ	ต้นทุนในการสั่งซื้อแต่ละครั้ง (บาท / ครั้ง)
C_p	คือ	ต้นทุนในการเก็บรักษา (บาท / หน่วย / ปี)
i	คือ	อัตราค่าใช้จ่ายในการจัดให้มีอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงคิดเป็นร้อยละ

ต่อปี

D	คือ	อัตราการใช้อะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงเป็นจำนวนหน่วยต่อปี
-----	-----	---

หมายเหตุ ตัวแบบคงคลังนี้อยู่ให้สภาพการณ์ที่แน่นอน

จุดสั่งซื้อสำหรับอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงแต่ละประเภท

$$G_A = B + UL$$

$$G_{B\&C} = B + U(L+T/2)$$

$$G_A = \text{จุดสั่งซื้อของอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุง ประเภท class A (หน่วย)}$$

$$G_{B\&C} = \text{จุดสั่งซื้อของอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุง ประเภท class B และ C}$$

(หน่วย)

$$B = \text{อะไหล่และวัสดุสำรอง (Buffer stock) (หน่วย)}$$

$$L = \text{เวลานำเฉลี่ยในหน่วยสัปดาห์}$$

$$T = \text{เวลาระหว่างการตรวจนับทางกายภาพ (Physical count) ในหน่วย}$$

สัปดาห์

$$U = \text{คงคลังเฉลี่ยต่อสัปดาห์}$$

2) อะไหล่ประกัน Assurance Spare Part

ลักษณะของอะไหล่ประกันมีดังต่อไปนี้

- อายุการใช้งานยาว
- การชำรุดขัดข้องอยู่ในโหมด ของ "Random"
- มีคงคลังเพื่อใช้งานน้อย
- ต้นทุนที่สำคัญคือ ต้นทุนเนื่องจากการสูญเสียและการมีอะไหล่

2.1.6.2 รายการอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุง

รายการอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงที่จริงแล้วเป็นซัพเซต (Subset) ของระบบลงทะเบียน อุปกรณ์และอีกทั้งยังเป็นข้อมูลนำเข้าของไฟล์ประวัติของอุปกรณ์และการบันทึกข้อมูล อะไหล่ และคงคลัง รายการอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงจัดทำขึ้นเป็นแคตตาล็อก (Catalogue) สำหรับการใช้งานของผู้ควบคุมงานซ่อมบำรุงในรูปแบบของเอกสารหรือไฟล์ข้อมูลในระบบ

คอมพิวเตอร์ซึ่งจัดเรียงตามแผนกซ่อมบำรุง อุปกรณ์ ชื่อผู้ชาย ชื่อชิ้นส่วนอะไหล่ สถานที่ตั้งและสถานที่ใช้งาน โดยมีการควบคุมการสั่งซื้อและการจัดเก็บโดยผู้ซื้อและผู้ใช้งานตามลำดับ

2.1.6.3 ระบบสองถัง

อะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงประเภท B โดยส่วนใหญ่มีจำนวนมากและถูกใช้งานบ่อยครั้ง เราสามารถควบคุมอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงลักษณะนี้ได้โดยใช้แนวความคิดของ “ระบบสองถัง” โดยที่จำนวนสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) ใช้พิจารณากำหนดจำนวนของการสั่งซื้อและรับวัสดุ ซึ่งคงคลังทั้งสองแบ่งออกเป็นสองถังที่มีจำนวนเท่าๆ กัน ในกรณีที่อะไหล่และวัสดุเป็นชิ้นเล็กๆ เช่น สกรูต่างๆ อาจใช้น้ำหนักเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาจำนวนของอะไหล่และวัสดุในถังทั้งสอง เมื่อมีความต้องการใช้อะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุง และชิ้นส่วนอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงถูกนำออกมาใช้จากถังใดถังหนึ่งในสองถังเมื่อถังแรกถูกใช้หมดแล้ว คงคลังในถังที่สองจะเพียงพอต่อความต้องการระหว่างการจัดหาอะไหล่และวัสดุจากผู้ขายเพื่อเติมให้ถังทั้งสองเต็ม

การจัดทำเอกสารการใช้อะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงสำหรับการควบคุมอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงประเภทต่างๆ ที่สำคัญ โดยการจัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปริมาณอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงที่มีอยู่ ปริมาณที่ใช้ และสถานที่เก็บ ซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องจัดทำและการติดตามจำนวนอะไหล่และวัสดุที่ใช้และบันทึกโดยใช้บัตรบันทึกเวลา ใบสั่งงานซ่อมบำรุง หรือแยกเป็นเอกสารอีกประเภทหนึ่ง พนักงานซ่อมบำรุงควรบันทึกข้อมูลทุกครั้งที่มีการใช้อะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุง โดยเฉพาะกับอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงประเภทที่มีความสำคัญ โดยบันทึกในหัวข้อต่างๆ ต่อไปนี้

- รหัสคำสั่งงานหรือศูนย์ค่าใช้จ่ายที่คิดค่าใช้จ่าย
- ชื่ออะไหล่และจำนวนที่ใช้
- สถานที่ของอะไหล่และวัสดุที่เสียที่ไม่สามารถซ่อมได้ (Non repairable) กับ สามารถซ่อมได้ (Repairable) เพื่อใช้ออกคำสั่งงานซ่อมแซมต่อไป

2.1.6.4 ระบบควบคุมอะไหล่และคงคลังซ่อมบำรุง

การควบคุมอะไหล่และคงคลังซ่อมบำรุงรักษาด้วยการจัดเตรียมเอกสารสำหรับคงคลังที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเนื่องจากการใช้งานเพื่อทำให้เอกสารนั้นมีความถูกต้องแม่นยำและใหม่อยู่เสมอ ระบบนี้สามารถทำงานด้วยวิธีการเขียนและเก็บรักษาโดยผู้ควบคุมคงคลังอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุง ข้อมูลจำนวนชิ้นส่วนอะไหล่และวัสดุที่ใช้งานควรได้รับจากรายงานการใช้อะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุง และข้อมูลที่ต้องรายงานที่เกี่ยวกับจำนวนชิ้นส่วนอะไหล่ที่ได้รับและต้องการควรรายงานให้ผู้ซื้อและผู้วางแผนทราบเสมอ ในระบบควบคุมที่ทำงานด้วยคอมพิวเตอร์นั้น ระบบสามารถช่วยตัดสินใจสั่งซื้อชิ้นส่วนอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงโดยใช้ข้อมูลจากรายงาน

การใช้ชิ้นส่วน และการรายงานพารามิเตอร์ในระบบคลังที่ต้องควบคุม ได้แก่ ระดับคลังต่ำ และสูงที่สุด จุดสั่งซื้อ ปริมาณที่สั่งซื้อ และพารามิเตอร์อื่นๆได้รับจากระบบควบคุมที่ทำงานด้วย คอมพิวเตอร์นี้ จะจัดทำรายงานเฉพาะ (Exception reports) เพื่อให้ข้อมูลแก่ผู้ซื้อว่าชิ้นส่วน อะไหล่และวัสดุใดบ้างที่จำเป็นต้องสั่งซื้อแล้วและมีจำนวนสั่งซื้อที่ประหยัดเท่าใด ในระบบ ควบคุมอะไหล่และคลังด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงระบบสามารถสร้างคำสั่งซื้อที่ เชื่อมต่อกับระบบทางบัญชีเพื่อเพิ่มความพึงพอใจกับผู้ใช้งานระบบควบคุมนี้ให้มากที่สุด

2.1.6.5 รายการเครื่องมือ

รายการเครื่องมือเป็นรายการเครื่องมือทั้งหมดที่ควรเก็บไว้ในคลังอะไหล่และวัสดุซ่อม บำรุง เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาหนึ่งผู้ควบคุมที่รับผิดชอบคลังอะไหล่จะนับจำนวนของเครื่องมือต่างๆ ที่มีอยู่

2.1.6.6 รายงานต่าง ๆ

รายงานของระบบอะไหล่และคลังซ่อมบำรุงที่จัดทำขึ้นได้แก่

- ก) รายงานชิ้นส่วนอะไหล่ที่ใช้งานแสดงรายการของวัสดุและอะไหล่ที่ใช้สำหรับการ ซ่อมบำรุง รวมถึง ราคาของวัสดุและอะไหล่ชนิดนั้น ๆ ในช่วงเวลาที่กำหนดโดยที่ รายงานนี้จัดเรียงตามชนิดของวัสดุหรืออะไหล่ หรือ เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ เป็นต้น
- ข) รายงานจุดสั่งซื้อ เป็นรายงานของวัสดุและอะไหล่ซ่อมบำรุงที่มีจำนวนต่ำกว่าจุดสั่ง ซื้อม
- ค) รายงานความเคลื่อนไหว รายงานนี้จะแสดงรายการของคลังซ่อมบำรุงรักษาที่ไม่ มีการเคลื่อนไหวภายในระยะเวลาเวลาที่กำหนด เช่น 6 เดือน เป็นต้น
- ง) รายงานอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุงที่ถูกใช้งานหมดภายในช่วงเวลาที่กำหนด
- จ) รายงานหมุนเวียนอะไหล่และวัสดุซ่อมบำรุง (Turn – over inventory) อยู่ในรูปของ มูลค่าเงินหรือจำนวนอะไหล่และวัสดุที่หมุนเวียนภายในช่วงเวลาที่กำหนด

2.1.7 รายงานของการซ่อมบำรุงรักษา

โดยปกติแล้วการบันทึกและรายงานต่าง ๆ สำหรับการจัดการซ่อมบำรุงรักษาจัดทำขึ้น อย่างสมบูรณ์ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน คุณภาพของผลิตภัณฑ์ การชำรุดเสียหายของ อุปกรณ์ ประวัติของอุปกรณ์ และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในงานซ่อมบำรุง สารสนเทศและผลลัพธ์การ ทำงานซ่อมบำรุงจัดทำขึ้นภายใต้พื้นฐานของระบบควบคุมซ่อมบำรุงรักษาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อวัตถุประสงค์สองอย่างดังนี้

- 1) เพื่อการปรับปรุงความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆโรงงานให้ดีขึ้น
- 2) เพื่อปรับปรุงสถานะของค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงรักษาต่อหน่วยผลผลิตที่ได้ของโรงงานให้ดีขึ้น

การจัดการงานซ่อมบำรุงรักษาควรตระหนักถึงการซ่อมบำรุงที่ดีที่สุดโดยมีค่าใช้จ่ายของงานซ่อมบำรุงที่ต่ำเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้นรายงานที่ช่วยในการจัดการซ่อมบำรุงรักษา ได้แก่

ก) รายงานประวัติของอุปกรณ์

รายงานนี้จะถูกจัดตามชื่อของอุปกรณ์หรือแผนกที่อุปกรณ์ตั้งอยู่ ในรายงานจะประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ คือ คุณลักษณะของอุปกรณ์ตามที่ผู้ผลิตกำหนด วิธีการทำงาน งานซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ทำเสร็จ คำสั่งงานซ่อมบำรุงที่ทำเสร็จ รายงานการผลิตและการหยุดงานของอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกนำมาจัดทำเป็นรายงานต่างๆ ดังนี้

- 1) รายงานการหยุดงานของอุปกรณ์ (Equipment downtime report) จะรวบรวมเวลาหยุดงานของอุปกรณ์แต่ละชนิด
- 2) รายงานประวัติของคำสั่งงานต่างๆ จะแสดงรายละเอียดของประวัติคำสั่งงาน, รายการการประมาณการชั่วโมงทำงานกับเวลาที่ใช้งานจริง แยกตามชนิดของอุปกรณ์ เป็นต้น
- 3) รายงานประวัติการซ่อมแซมอุปกรณ์ แสดงตามชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการและอะไหล่ที่ถูกใช้งาน
- 4) รายงานการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ รายงานนี้แสดงที่มาของสาเหตุของความเสียหายของอุปกรณ์ต่างๆ โดยจัดเรียงตามชื่อ รหัสของอุปกรณ์, ผู้ผลิต, วันที่ เป็นต้น

ข) รายงานการวัดและประเมินผลงานซ่อมบำรุง

รายงานการจัดผลงานซ่อมบำรุงรักษาจะเกี่ยวกับรายงานต่างๆ 3 ลักษณะที่มีประโยชน์ในการรับประกันผลสำเร็จของระบบควบคุมการซ่อมบำรุงรักษา ได้แก่

- 1) รายงานค่าใช้จ่ายของงานซ่อมบำรุงต่อหน่วยผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ

รายงานค่าใช้จ่ายของงานซ่อมบำรุงต่อหน่วยผลิตภัณฑ์หนึ่งๆ สามารถจัดทำได้ตามค่าใช้จ่ายของงานซ่อมบำรุงที่เกิดขึ้นที่แผนกต่างๆ หรือแผนกซ่อมบำรุงรักษาเพียงแผนกเดียว โดยส่วนใหญ่ เราคิดค่าใช้จ่ายของงานซ่อมบำรุงรักษาในรูปร้อยละของค่าใช้จ่ายแรงงานทางตรงโดยแสดงค่าใช้จ่ายในรูปนี้ทุกเดือน เพื่อการเปรียบเทียบและปรับปรุงระบบควบคุมการซ่อมบำรุงรักษาในอนาคตต่อไป

2) รายงานประสิทธิภาพของการซ่อมบำรุงรักษา

รายงานประสิทธิภาพการซ่อมบำรุงรักษาเป็นรายงานที่แสดงถึงความพร้อมใช้งาน (Availability) ของเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆในโรงงาน รายงานนี้แสดงการวัดเป็นเวลาของความสามารถในการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์โดยปราศจากปัญหาภายใต้สภาพการทำงานที่กำหนด และ แสดงถึงกำลังการผลิตของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ถูกใช้ประโยชน์ตามการวางแผน นอกแผนและการหยุดงานต่าง ๆ

2.1.7.1 สมรรถนะความพร้อมใช้งาน (Availability performance)

สมรรถนะความพร้อมใช้งาน คือ ความสามารถของเครื่องจักรอุปกรณ์ในการทำงานอย่างเหมาะสม ถึงแม้ว่าจะมีความเสียหาย มีการขัดจังหวะ หรือมีขีดจำกัดเกิดขึ้นในทรัพยากรการซ่อมบำรุงรักษาก็ตาม ส่วนหนึ่งของสมรรถนะความพร้อมใช้งานขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะของระบบเทคนิคและบางส่วนขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการดำเนินงานและการซ่อมบำรุงรักษา

สมรรถนะความพร้อมใช้งานแยกได้เป็นสามส่วน คือ

- 1) สมรรถนะความเชื่อถือได้ (Reliability performance)
- 2) สมรรถนะสนับสนุนการบำรุงรักษา (Maintenance support performance)
- 3) สมรรถนะการบำรุงรักษาได้ (Maintenability performance)

ก) สมรรถนะความเชื่อถือได้ คือ ความสามารถของเครื่องจักรอุปกรณ์ในการทำงานได้ตามต้องการภายใต้เงื่อนไขและสภาพการทำงานที่กำหนดในช่วงเวลาที่กำหนด สมรรถนะความเชื่อถือได้ของเครื่องจักรอุปกรณ์สามารถวัดได้ในค่าของ Mean Time to Failure – MTTF ค่า MTTF นี้ เป็นเวลาเฉลี่ยที่เครื่องจักรอุปกรณ์สามารถทำงานได้ตามปกติระหว่างจุดหยุดการทำงานสองจุด เนื่องมาจากการซ่อมบำรุงรักษา ในเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีสมรรถนะความเชื่อถือได้สูงจะมีค่า MTTF ที่ยาวนาน สมรรถนะความเชื่อถือได้มีอิทธิพลสูงมากในช่วงเริ่มต้นของการตัดสินใจหรือพิจารณาโครงการสำหรับการเลือกซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์ และมีผลกระทบต่อการผลิตและการบำรุงรักษาในช่วงการดำเนินงาน

ข) สมรรถนะสนับสนุนการบำรุงรักษา คือ ความสามารถของเครื่องจักรอุปกรณ์ ในการทำงานได้ตามต้องการภายใต้เงื่อนไขและสภาพการทำงานที่กำหนดในช่วงเวลาที่กำหนด สามารถวัดได้ในค่าของ Mean Waiting Time – MWT สมรรถนะสนับสนุนการซ่อมบำรุงรักษา วัดได้จากค่าเฉลี่ยของเวลาในการรอคอยทรัพยากรสำหรับการซ่อมบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรอุปกรณ์หยุดงาน ซึ่งองค์การบริหารและกลยุทธ์จากฝ่ายผลิตและฝ่ายบำรุงรักษามีอิทธิพลต่อสมรรถนะสนับสนุนการซ่อมบำรุงรักษา การจัดองค์การที่ไม่เหมาะสมจะเสียเวลารอคอยการซ่อม

บำรุงรักษาที่ยาวนานมาก ถ้าสมรรถนะสนับสนุนการซ่อมบำรุงรักษาสูงจะทำให้ค่าของ MWT ที่สั้นลง

ค) สมรรถนะการซ่อมบำรุงรักษาได้ คือ ความสามารถของเครื่องจักรอุปกรณ์ภายใต้สภาพการใช้งานตามกำหนด สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้หลังจากเริ่มทำการซ่อมบำรุงรักษาด้วยขั้นตอนและทรัพยากรที่กำหนด สามารถวัดได้ในค่าของ Mean Time to Repair – MTTR สมรรถนะการซ่อมบำรุงรักษาได้วัดจากค่าเฉลี่ยของเวลาในการซ่อมแซมเครื่องจักรอุปกรณ์และอิทธิพลอย่างมากจากการออกแบบเครื่องจักรและ MTTR ที่สั้น คือการใช้เวลาในการซ่อมแซมเครื่องจักรสั้นลง

ถ้าต้องการให้สมรรถนะความพร้อมใช้งานสูงขึ้น จำเป็นต้องเพิ่มสมรรถนะความเชื่อถือได้ สมรรถนะสนับสนุนการซ่อมบำรุงรักษา และสมรรถนะการบำรุงรักษาให้สูงขึ้นในทางปฏิบัติ อาจเป็นการยากที่จะแยกแยะได้ชัดเจนระหว่างเวลารอคอยกับเวลาซ่อมแซม ในกรณีเช่นนี้จะใช้เวลาสูญเสียเปล่าเฉลี่ย (Mean downtime – MDT) ที่เป็นค่ารวมของ MWT กับ MTTR เป็นตัวแทนของเวลาทั้งหมดตั้งแต่เครื่องจักรอุปกรณ์เริ่มหยุดทำงานจนกระทั่งเริ่มทำงานได้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง สูตรการคำนวณสมรรถนะความพร้อมใช้งานแสดงดังต่อไปนี้

A = สมรรถนะความพร้อมใช้งาน (Availability performance)

$$A = \frac{\text{MTTF}}{\text{MTTF} + \text{MWT} + \text{MTTR}} \times 100 \%$$

$$= \frac{\text{MTTF}}{\text{MTTF} + \text{MDT}} \times 100 \%$$

MDT = MWT + MTTR

หรือ T_{up} = เวลาที่ใช้งานเครื่องจักรอุปกรณ์สำหรับการผลิต

T_{dm} = เวลาที่เครื่องจักรอุปกรณ์หยุดทำงานเพื่อการซ่อมบำรุงรักษา

$$A = \frac{T_{up}}{T_{up} + T_{dm}} \times 100 \%$$

a = จำนวนครั้งของการหยุดเครื่องจักรอุปกรณ์ (Number of failures)

$$\text{MTTF} = \frac{T_{up}}{a + 1} \text{ hours / failure}$$

ในการปฏิบัติงานจริงอาจเป็นการยากที่จะแยกระหว่าง MWT กับ MTTR ดังนั้น จึงมัก
รวบรวมกันเป็น

$$MDT = \frac{T_{dm}}{a} \text{ hours / failure}$$

2.1.7.2 ประสิทธิภาพผลเครื่องจักรโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness, OEE)

ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพของการซ่อมบำรุงรักษาที่วัดโดยสมรรถนะความพร้อมใช้งาน
เครื่องจักรมีความสำคัญมากก็ตาม แต่ก็ยังเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของเวลาที่เครื่องจักร
ทำงานเมื่อเทียบกับเวลาทั้งหมด สมรรถนะความพร้อมใช้งานอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอที่บ่งชี้ถึง
อัตราผลผลิตทั้งหมดของเครื่องจักร การวัดประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยรวมต้องพิจารณา
ปัจจัยอื่นๆ ด้วย ได้แก่ อัตราเร็วของเครื่องจักร และคุณภาพของผลผลิต

เมื่อพิจารณาเครื่องจักรในอุดมคติซึ่งสามารถผลิตสินค้าได้ 100 % ในช่วงเวลาที่กำหนด
แต่ในทางปฏิบัติแล้วคงเป็นไปได้ที่เครื่องจักรจะทำงานโดยได้ผลผลิตออกมาครบสมบูรณ์

ปัจจัยที่ขัดขวางไม่ให้ผลผลิตเป็นไปตามเป้าหมาย ได้แก่

- 1) การหยุดงานของเครื่องจักร คงเป็นการยากมากที่จะให้เครื่องจักรทำงานตลอด
โดยไม่มีหยุดเลย
- 2) การสูญเสียอัตราเร็วของเครื่องจักร เนื่องจากข้อจำกัดบางอย่างจึงไม่สามารถ
เดินเครื่องจักรให้มีกำลังการผลิตตามพิกัดได้
- 3) การสูญเสียคุณภาพของผลผลิต ผลผลิตบางชิ้นอาจต้องถูกคัดออกเนื่องจากมี
คุณภาพต่ำกว่าที่กำหนด

จากปัจจัยดังกล่าวข้างต้น ประสิทธิภาพของเครื่องจักรโดยรวมสามารถคำนวณได้ดังนี้

ประสิทธิภาพเครื่องจักรรวม = สมรรถนะความพร้อมใช้งาน (Availability performance - A)
ของเครื่องจักร x สมรรถนะอัตราเร็วการผลิต (Production speed performance - P) ของ
เครื่องจักร x สมรรถนะคุณภาพ (Quality performance - Q) ของผลผลิต = A x P x Q

$$P = \frac{\text{รอบเวลาผลิตโดยทฤษฎี (Theoretical cycle time) x จำนวนผลผลิตทั้งหมด}}{\text{เวลางานปกติ}} \times 100\%$$

$$Q = \frac{\text{จำนวนผลผลิตทั้งหมด} - \text{จำนวนของเสียทั้งหมด}}{\text{จำนวนผลผลิตทั้งหมด}} \times 100\%$$

2.1.7.3 ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการชำรุดขัดข้องของอุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ติดตั้งครั้งแรกการชำรุดขัดข้องของอุปกรณ์เกิดขึ้นบ่อยครั้งและเมื่อใช้งานอุปกรณ์ต่อไปการชำรุดขัดข้องของอุปกรณ์แต่ละครั้งจะเกิดขึ้นอย่างคงที่ ซึ่งสามารถสมมุติการชำรุดขัดข้องของอุปกรณ์ในช่วงนี้เป็นแบบสุ่มได้ ซึ่งสามารถคำนวณหาได้ดังนี้

$$\text{อัตราการชำรุดขัดข้องของอุปกรณ์ } (\lambda) = \frac{\text{จำนวนการชำรุดขัดข้องของอุปกรณ์}}{\text{จำนวนชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์}}$$

λ ประมาณจากข้อมูลประวัติการชำรุดขัดข้องของอุปกรณ์ สำหรับการพยากรณ์การซ่อมบำรุงรักษาจำเป็นที่จะต้องรู้ระยะเวลาที่สามารถคาดการณ์การชำรุดขัดข้องของอุปกรณ์ที่ไม่เป็นไปตามแผนแต่ละครั้ง ซึ่งระยะเวลานั้นเรียกว่า ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการชำรุดขัดข้องของอุปกรณ์ (Mean time between failure - MTBF)

$$\text{MTBF} = 1 / \lambda$$

2.1.8 ค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงรักษา

บริษัทและองค์กรต่างๆมีความสนใจต่อการควบคุมค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งต้องกระทำอย่างมีความรอบรู้เกี่ยวกับการซ่อมบำรุงรักษา บางครั้งอาจมีผลเสียเกิดขึ้นเมื่อพยายามปรับหรือลดค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงรักษาซึ่งความประหยัดที่เกิดจากการลดค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงอาจทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตเพิ่มขึ้นได้ การจัดการค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงรักษามีสองแนวทางคือ การซ่อมบำรุงรักษาที่ควบคุมด้วยค่าใช้จ่ายหรือควบคุมด้วยผลลัพธ์ของการผลิต บริษัทจำนวนมากดำเนินการโดยนำค่าใช้จ่ายมาเป็นตัวควบคุมการซ่อมบำรุงรักษา สิ่งนี้หมายถึงพนักงานที่ดูแลการซ่อมบำรุงจะเฝ้ามองแต่ค่าใช้จ่ายเท่านั้นและไม่เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างการซ่อมบำรุงรักษากับการผลิต การซ่อมบำรุงรักษาที่ควบคุมด้วยค่าใช้จ่ายมักทำให้ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงรักษาในระยะยาวเพิ่มสูงขึ้นซึ่งในปัจจุบันการจัดการแนวทางนี้ล้าสมัยแล้ว การนำค่าใช้จ่ายมาควบคุมการซ่อมบำรุงรักษาทำให้วิศวกรและพนักงานซ่อมบำรุงมีความยากลำบากในการวัดผลลัพธ์ที่เกิดจากการลงทุนในการซ่อมบำรุงรักษาในรูปของเศรษฐศาสตร์ การหาค่าใช้จ่ายโดยตรงสำหรับการซ่อมบำรุงรักษานั้นไม่ใช่เรื่องยาก แต่การเห็นผลลัพธ์นั้นอาจจะยาก อาจกล่าวได้ว่าความสำคัญสูงสุดของวัตถุประสงค์ของการซ่อมบำรุงรักษา คือ การรักษาสมรรถนะความพร้อมใช้งานตามแผนให้ดำเนินต่อไปได้ด้วยค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ สิ่งนี้หมายถึงผลลัพธ์ระยะยาวมีความสำคัญมาก ดังนั้นค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงรักษาต้องนำมาเกี่ยวกับผลลัพธ์ทั้งหมดที่ได้รับจากการซ่อมบำรุงรักษาในกิจกรรมการผลิต ค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงรักษาสามารถแบ่งเป็นสองประเภท คือ

- 1) ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงรักษาทางตรง ได้แก่
 - ก. เงินเดือนและค่าจ้าง
 - ข. ค่าอะไหล่และวัสดุ
 - ค. ค่าดำเนินงานธุรการ
 - ง. ค่าใช้จ่ายสำหรับฝึกอบรม
 - จ. ค่าแรงงานผู้รับเหมา
 - ฉ. ค่าตัดแปลง
- 2) ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงรักษาทางอ้อม คือการสูญเสียรายได้หรือการสูญเสียอื่น ๆ ที่มีผลจากการหยุดการผลิตเนื่องจากการซ่อมบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงรักษาทางตรงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับสมรรถนะของงานซ่อมบำรุงรักษา ในขณะที่ค่าใช้จ่ายทางอ้อมเป็นการสูญเสียที่เกิดจากการซ่อมบำรุงรักษา ค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงรักษาหาได้ง่ายจากฝ่ายการเงินของบริษัทหรือองค์กร แต่ผลกระทบด้านการเงินเนื่องจากการซ่อมบำรุงรักษาหรือค่าใช้จ่ายทางอ้อมอาจหาข้อมูลได้ยาก ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงรักษาเนื่องจากงานซ่อมบำรุงรักษา ได้แก่
 - ก) การสูญเสียคุณภาพ (Quality losses) คุณภาพของสินค้าจะลดลงเมื่อเครื่องจักรขาดการซ่อมบำรุงรักษาที่ดี ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงสถานะการซ่อมบำรุงรักษาต้องคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อคุณภาพเพราะการสูญเสียคุณภาพสามารถเกิดขึ้นได้จากการปรับลดค่าใช้จ่ายซ่อมบำรุงรักษา
 - ข) การสูญเสียพลังงาน (Energy losses) การใช้พลังงานสิ้นเปลืองมากขึ้น อาจเกิดจากการซ่อมบำรุงรักษาที่ไม่เหมาะสม โดยทั่วไปแล้วถ้าเครื่องจักรอุปกรณ์มีการซ่อมบำรุงรักษาที่ดีจะทำให้การใช้พลังงานลดลง
 - ค) การสูญเสียผลผลิต (Production losses) ถ้าการซ่อมบำรุงรักษาดี จะทำให้การสูญเสียผลผลิตลดลงโดยปัจจัยที่มองไม่เห็นจำนวนมากที่กระทบต่อผลผลิตจะต้องใช้กลยุทธ์การซ่อมบำรุงรักษาที่เหมาะสมที่ถูกต้อง จึงจะช่วยลดการสูญเสียผลผลิต
 - ง) การสูญเสียกำลังผลิต (Capacity losses) ถ้าเครื่องจักรขาดการซ่อมบำรุงรักษาที่ดี ในระยะยาวจะทำให้กำลังผลิตหรือความสามารถของเครื่องจักรลดลงเนื่องจากการสึกหรอและเสื่อมสภาพ กำลังการผลิตที่ลดลงหมายถึงผลผลิตที่ลดลงด้วย
 - จ) สภาพแวดล้อมการทำงาน (Work environment) สภาพแวดล้อมการทำงานที่ดีมีส่วนช่วยสร้างบรรยากาศที่ดีต่อการทำงานและทำให้เกิดความปลอดภัย การซ่อมบำรุงรักษาที่ดีเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ดีต่อการทำงานเนื่องจากพื้นฐาน

สำคัญประการหนึ่งของการซ่อมบำรุงรักษา คือ การทำความสะอาดและดูแลให้เป็นเป็นระเบียบเรียบร้อย

2.2 ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Maintenance Management System - CMMS)

2.2.1 ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Management System)

ความต้องการด้านผลกำไรและผลผลิตที่มีเพิ่มมากในปัจจุบัน เครื่องมือสำหรับการจัดการการผลิตรูปแบบต่างๆได้ถูกนำมาใช้งาน อย่างเช่น TQM, TPM, JIT เป็นต้น ซึ่งเป็นบางส่วนของเครื่องมือทั้งหมด กิจกรรมของการซ่อมบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญมากสำหรับการรักษาเป้าหมายของบริษัทและองค์กร การจัดการซ่อมบำรุงรักษาที่ดี หมายถึง การวางแผน การควบคุม การจัดองค์กรของการซ่อมบำรุงรักษาที่ดี และในส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง เมื่อพิจารณาถึงการจัดการซ่อมบำรุงรักษาที่เหมาะสมนั้น สารสนเทศต่างๆจำเป็นต้องนำมาวิเคราะห์ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใดและที่ใดบ้าง เพื่อสามารถจัดกิจกรรมการซ่อมบำรุงให้ดำเนินไปในทิศทางที่ถูกต้องเหมาะสม

ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาที่นำมาใช้งานอาจเป็นระบบธรรมดาที่เขียนด้วยมือหรือระบบที่ทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม โดยทั้งสองระบบมีวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อให้ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาสามารถดำเนินการและทำงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม อย่างไรก็ตามการจัดการซ่อมบำรุงรักษาแบบธรรมดาที่ทำงานมักจะใช้เวลาในการทำงานมากกว่าแบบคอมพิวเตอร์และความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลต่างๆได้ช้ากว่าระบบคอมพิวเตอร์ ยกตัวอย่างเช่น ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาแบบคอมพิวเตอร์สามารถใส่และเรียกกลับข้อมูลและสารสนเทศต่างๆได้อย่างรวดเร็ว ทำให้การจัดการซ่อมบำรุงรักษามีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ซึ่งช่วยลดเวลาเครื่องหยุดงาน (Down time) เพิ่มอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน ลดการเก็บอะไหล่และคงคลัง เป็นต้น โดยปรกติแล้วมักจะทำให้ค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงทั้งหมดลดลงด้วย

2.2.2 วัฏจักรการซ่อมบำรุงรักษาพื้นฐาน (Basic maintenance cycle) ของระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาด้วยคอมพิวเตอร์

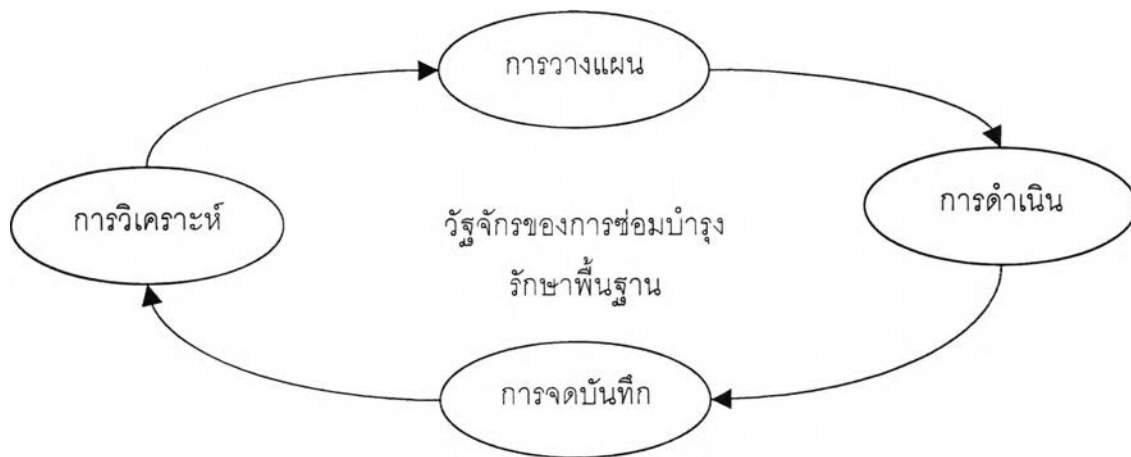
การควบคุมการซ่อมบำรุงรักษาและการพัฒนาสถานะภาพของการผลิตที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น แผนกซ่อมบำรุงควรจะมีการจัดการซ่อมบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพซึ่งอาจเป็นแบบธรรมดาหรือแบบคอมพิวเตอร์ก็ได้ การนำระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาไปใช้งานอย่างถูกต้องและ

เหมาะสมนั้น รายงานประจำวันของการซ่อมบำรุงควรมานำมาวิเคราะห์โดยตลอดอย่างต่อเนื่อง การวางแผนคือหัวใจสำคัญของการซ่อมบำรุงรักษาซึ่งต้องสามารถทำงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้โดยไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อการผลิตซึ่งอาจก่อให้เกิดการสูญเสียการผลิตและคุณภาพของผลผลิต การซ่อมบำรุงรักษาต้องดำเนินการไปอย่างมีแบบแผน ดังนั้นการซ่อมบำรุงรักษาทุกอย่างควรถูกวางแผนโดยไม่ละเลยในส่วนใดส่วนหนึ่งยกตัวอย่างเช่น การวัดผลการซ่อมบำรุงเชิงแก้ไข (Corrective maintenance) และการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ควรจัดให้เป็นไปตามแผนมากที่สุด

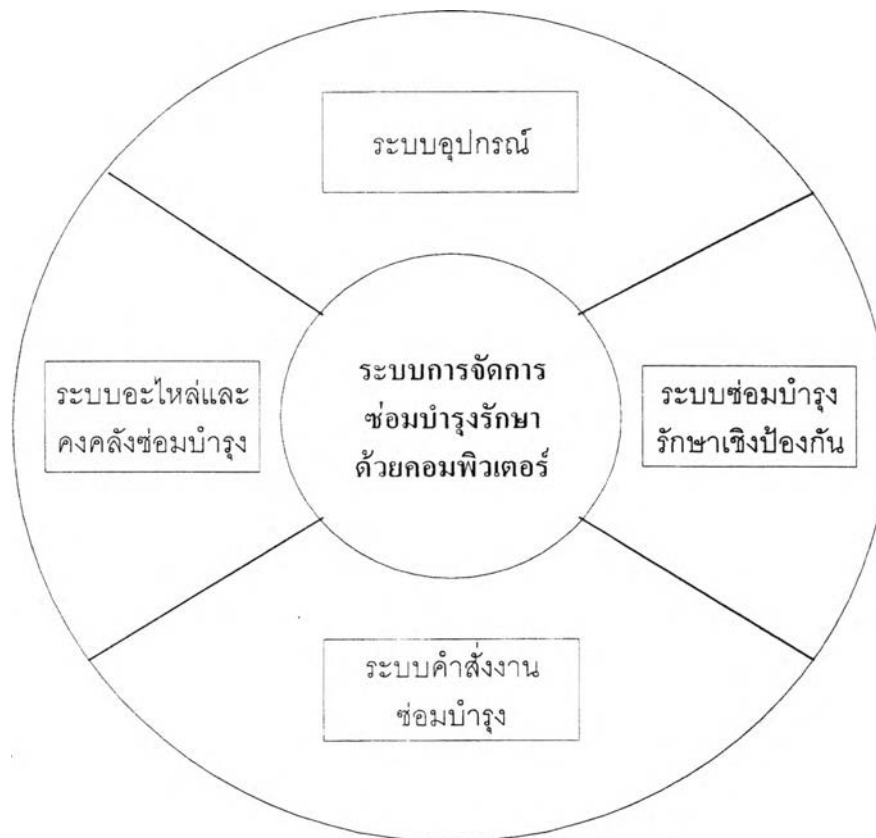
การทำงานของ การซ่อมบำรุงรักษาทั้งหมดต้องดำเนินไปตามวัฏจักรของการซ่อมบำรุงรักษาพื้นฐาน ดังรูปประกอบที่ 2.6 วัฏจักรของการซ่อมบำรุงรักษาพื้นฐาน หมายถึงงานการซ่อมบำรุงทั้งหมดที่ดำเนินไปตามวัฏจักรของการซ่อมบำรุงรักษา โดยที่กิจกรรมการซ่อมบำรุงจะถูกวางแผน และนำไปปฏิบัติงานให้สำเร็จ พร้อมทั้งการจดบันทึก และการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในอนาคตต่อไป บ่อยครั้งเมื่อนำมาปฏิบัติจริงการปฏิบัติงานอาจถูกตัดออกคงเหลือแต่การวางแผน การจดบันทึก และการวิเคราะห์ การจัดองค์ประกอบของการซ่อมบำรุงรักษาที่ดีต้องมีการปฏิบัติงานประจำของการซ่อมบำรุงรักษาที่สามารถให้สารสนเทศสำหรับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องสำหรับอุปกรณ์และพนักงาน ปัญหาทั้งหมดต้องถูกบันทึกเพื่อนำมาชี้แจงและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ซึ่งการดำเนินการต่าง ๆ ต้องกระทำเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตด้วยการจดบันทึกข้อมูลต่างๆ อย่างเช่น ข้อมูลในอดีตมีความจำเป็นพื้นฐานต่อการปรับปรุงการซ่อมบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น

เพื่อให้วัฏจักรของการซ่อมบำรุงรักษาพื้นฐานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาต้องให้ข้อมูลและสารสนเทศที่ถูกต้องและรวดเร็วกับพนักงานที่รับผิดชอบกิจกรรมซ่อมบำรุงรักษานั้นให้สามารถตัดสินใจได้ถูกต้องและรวดเร็ว ในขณะที่เดียวกันระบบควรช่วยสนับสนุนให้พนักงานสามารถจัดเก็บและรักษาข้อมูลข่าวสารพื้นฐานทั้งหมดได้อย่างมีระเบียบ หน้าที่พื้นฐานของระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาได้แก่

1. การซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance)
2. การจดบันทึกข้อมูลของโรงงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์
3. การควบคุมอะไหล่และคงคลัง
4. การจัดเก็บเอกสารต่างๆ
5. การวางแผนสำหรับการซ่อมบำรุงรักษาและการสั่งงาน
6. การวิเคราะห์ทางเทคนิค และเศรษฐศาสตร์ของ ข้อมูลในอดีตของโรงงาน เช่น การทำงานซ่อมบำรุง และความพร้อมของเครื่องจักร (Machine availability) เป็นต้น



รูปที่ 2.6 วัฏจักรของการซ่อมบำรุงรักษาพื้นฐาน



รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของระบบการจัดการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์

2.2.3 ระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาด้วยคอมพิวเตอร์

ระบบการจัดการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์ คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่รวบรวมหน้าที่ต่างๆของการจัดการซ่อมบำรุงรักษา ตามความเหมาะสมกับแผนกซ่อมบำรุงและสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีอยู่ ระบบการจัดการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปมีระบบฐานข้อมูลที่ทำให้ผู้ใช้งานใส่ข้อมูลต่างๆแล้วโปรแกรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์จะสร้างคำสั่งงานและรายงานของข้อมูลข่าวสารที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน รูปแบบของระบบการจัดการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่แบ่งออกเป็นระบบย่อยต่างๆที่นำมาประกอบกันขึ้นเป็นระบบการจัดการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์ โดยในแต่ละระบบย่อยสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ของข้อมูลและสารสนเทศที่โปรแกรมต้องการใช้งานซึ่งทำให้การใช้หน่วยความจำของโปรแกรมลดลงเนื่องจากข้อมูลที่จำเป็นเท่านั้นที่ถูกใช้งานเพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานตามหน้าที่ที่ต้องการอย่างรวดเร็ว ระบบการจัดการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์พื้นฐานโดยทั่วไปประกอบด้วยระบบย่อยต่าง ๆ ได้แก่

- 1) ระบบอุปกรณ์ (Equipment system) ระบบนี้ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของเครื่องจักร อย่างเช่น ชนิด , ผู้ผลิต , หมายเลขอุปกรณ์ , วันที่ติดตั้ง , ระยะเวลาการใช้งาน , ราคา , สถานที่ตั้ง , กำหนดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน , อะไหล่ , ประวัติการซ่อมบำรุง , ผู้รับเหมาซ่อมบำรุง และ ข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวกับอุปกรณ์นั้น ๆ
- 2) ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษา (Work order system) ใช้เพื่อวัตถุประสงค์ต่อไปนี้
 - ก) จัดเตรียมหน้าที่ความรับผิดชอบของ แรงงาน เครื่องมือ และ อะไหล่ สำหรับการ ทำงานซ่อมบำรุงรักษาต่างๆ
 - ข) เตรียมเอกสารที่ใช้บันทึกการทำงานซ่อมบำรุงรักษา และ เอกสารที่ใช้บันทึกข้อมูล ต่าง ๆในการทำงานซ่อมบำรุง เช่น วัสดุอะไหล่ที่ใช้ หรืองานซ่อมบำรุงอื่นๆ
- 3) ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาแบ่งการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาออกเป็น การสั่งงานซ่อมแซม หรือการปรับปรุง และ การสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับการทำงานที่ จำเพาะนั้นๆ ซึ่งระบบจะดำเนินการสร้างคำสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาอัตโนมัติเมื่อถึงเวลา ตามแผนการซ่อมบำรุงที่กำหนดในรูปแบบของกระดาษหรือแฟ้มคอมพิวเตอร์ ในบางระบบอาจมีการประเมินค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงประกอบอยู่ด้วย เมื่อทำงานซ่อมบำรุงรักษาเสร็จข้อมูลการทำงานซ่อมบำรุงรักษาที่เกิดขึ้นจริงจะถูกบันทึกและจัดเก็บใน รูปของไฟล์คอมพิวเตอร์

- 4) ระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance system) ประกอบด้วย การตรวจสอบตามคาบเวลา (Periodic inspection) หรือการตรวจสอบอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มี อยู่เพื่อป้องกันสถานะการที่จะนำไปสู่การหยุดงานของอุปกรณ์แบบฉุกเฉินหรือการแก้ไข สถานะการต่างๆภายใต้การทำงานในสภาวะที่สำคัญ ระบบซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันนี้ เก็บรักษาข้อมูลวิธีการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์เชิงป้องกันตามหมายเลขเครื่อง จักรต่างๆในระบบอุปกรณ์ และความถี่ของการซ่อมบำรุงรักษา วันที่เริ่มทำงานซ่อม บำรุง และหมายเลขงาน เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ระบบมีการแสดงหน้าทีการซ่อมบำรุง รักษาเชิงป้องกันที่ต้องกระทำเป็นรายสัปดาห์ ซึ่งกำหนดจากวันที่เริ่มทำงาน และ ความถี่ของการซ่อมบำรุง เมื่อระบบกำหนดวันที่ต้องทำงานซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ได้แล้ว ระบบการสั่งงานซ่อมบำรุงรักษาจะแสดงคำสั่งงานให้พนักงานผู้ควบคุมงาน ทราบเพื่อแจกจ่ายงานซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่างๆต่อไป
- 5) ระบบควบคุมชิ้นส่วนอะไหล่และคงคลัง (Spare parts inventory control system) ระบบนี้ทำหน้าที่จัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลของวัสดุชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือ ซ่อม บำรุงรักษาต่างๆ เช่น หมายเลขอะไหล่ จำนวนที่มีอยู่ ผู้ขาย วันที่ขาย ราคา ระดับของ การสั่งซื้อและ ระดับวัสดุต่ำที่สุดที่ยอมรับได้ เป็นต้น เมื่อมีการรับหรือเบิกใช้วัสดุและ อะไหล่ต่าง ๆ ระบบจะปรับจำนวนที่มีอยู่ในมือ (on hand) อัตโนมัติซึ่งทำให้ระบบ สามารถเก็บรักษาชิ้นส่วนอะไหล่และเครื่องมือสำหรับการใช้ในการทำงานซ่อมบำรุง รักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนประกอบในระบบการจัดการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.7 การนำ เอาระบบที่ประกอบด้วยหน้าที่ต่างๆรวมอยู่จากระบบหนึ่งไปสู่อีกระบบหนึ่งเป็นสิ่งที่ทำได้ง่าย ยกตัวอย่างเช่น เมื่อหมายเลขของอุปกรณ์ถูกใส่ลงไปในกาเปิดใบสั่งงาน บางระบบสามารถ เรียกตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์และรายงานผ่านทางเครื่องพิมพ์ได้อย่างอัตโนมัติ เป็นต้น ซึ่งใน ระบบอื่นอาจต้องให้ผู้ใช้งานใส่หมายเลขของอุปกรณ์และสถานที่ตั้งก่อน โดยทั่วไปแล้วระบบ การจัดการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็กจะมีการใช้ประโยชน์เพียงพอสำหรับหน้าที่ ต่างๆของระบบย่อยทั้งสี่ชนิดที่กล่าวมาแล้ว แต่สำหรับระบบงานซ่อมบำรุงรักษาที่มีขนาดใหญ่ และซับซ้อนอาจจำเป็นต้องใช้ระบบย่อยแบบพิเศษที่เพิ่มเติมขึ้น ยกตัวอย่างเช่น

- ก) ระบบการจัดองค์กร (Organizational system) ระบบนี้รวบรวมข้อมูลของพนักงาน ซ่อมบำรุงยกตัวอย่างเช่น ทักษะและความสามารถในการทำงาน ค่าจ้างแรงงาน และประวัติการทำงาน
- ข) ระบบคงค้าง (Backlog system) ใช้ติดตามงานซ่อมบำรุงที่ยังทำไม่เสร็จ

- ค) ระบบการจัดลำดับงาน (Scheduling system) ระบบนี้ใช้ข้อมูลเวลาจากคำสั่งงานซ่อมบำรุงต่างๆ เพื่อช่วยในการจัดลำดับการทำงานของพนักงานซ่อมบำรุงในแต่ละวัน อาทิ ตี หรือยาวนานกว่า
- ง) ระบบการเงิน (Financial system) ระบบนี้ประกอบด้วยรายการของงบประมาณต่างๆ การคิดเงินย้อนหลัง การประมาณค่าใช้จ่าย และ ค่าใช้จ่ายจริง
- จ) ระบบจัดซื้อ (Purchasing system) ใช้สร้างใบสั่งซื้อตามคำสั่งหรือแบบอัตโนมัติ โดยการอ่านข้อมูลจากระบบวัสดุและคงคลังหรือสั่งซื้อเมื่อระดับคงคลังต่ำกว่าจุดที่ตั้งไว้
- ฉ) ระบบอรรถประโยชน์ต่างๆ (Utilities system) ระบบนี้ไม่มีความสัมพันธ์กับหน้าที่ของการซ่อมบำรุง แต่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถจัดการระบบโดยการจัดตั้งสิ่งต่างๆ ดังเช่น ใ้ด้รักษาความปลอดภัย และรหัสลับต่างๆ
- ช) ระบบการซ่อมบำรุงเชิงพยากรณ์ (Predictive maintenance system) โดยระบบจะเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการจะตรวจสอบเช่นการวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ใดอุปกรณ์หนึ่ง ระบบจะรับข้อมูลเข้าไปยังซอฟต์แวร์และทำการวัดว่าเมื่อใดอุปกรณ์ควรได้รับการซ่อมบำรุง และ การวิเคราะห์ความเสียหาย (Failure analysis system) ของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้กำหนดแผนการซ่อมบำรุงในอนาคตต่อไป
- ซ) ระบบการจัดการพลังงาน (Energy management system) ระบบนี้ทำให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามการใช้พลังงานในสถานที่ต่าง ๆ ที่ขาดประสิทธิภาพ
- ฌ) ระบบประมาณค่าใช้จ่าย (Cost estimating system) ระบบนี้ทำหน้าที่รวบรวมใช้จ่ายงานซ่อมบำรุงต่างๆ ที่เกิดขึ้นจริงและประมาณค่าใช้จ่ายสำหรับงานซ่อมบำรุงต่างๆ ที่เกิดขึ้น
- ฎ) ระบบจัดการโครงการ (Project management system) ระบบนี้ช่วยวางแผนงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงโครงการใหม่ โดยเชื่อมคำสั่งงาน 2,000 คำสั่งที่แยกจากกันจนกระทั่งโครงการนั้นสำเร็จและสามารถสร้างคำสั่งงานอื่นๆ ได้ต่อไป
- ฏ) ระบบการฝึกอบรม (Training system) ระบบนี้เสนอการอบรมการซ่อมบำรุงรักษาด้วยตนเองแก่พนักงาน
- ถ) ระบบบาร์โค้ด (Bar coding system) ระบบนี้ทำให้ผู้ใช้งานสามารถถ่ายโอนข้อกำหนดต่างๆ (Specification) ของอุปกรณ์ อะไหล่ และวัสดุไปยังฐานข้อมูล ดังนั้นระบบการจัดการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์จึงสามารถตรวจสอบความต้องการต่างๆ ของวัสดุคงคลังได้

- ฐ) ระบบรายงานผลการปฏิบัติงาน (Performance report) ระบบนี้อนุญาตให้ผู้ใช้งาน นำข้อมูลจากคำสั่งงานที่ปิดแล้วและนำไปใช้ประเมินผลประสิทธิภาพและผลิตภาพ (Productivity) ของเครื่องจักรและอุปกรณ์เพื่อจัดทำเป็นสารสนเทศซ่อมบำรุงรักษา

2.3 การสำรวจงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. เซอิจิ นากาชิมา (พ.ศ. 2527) การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance) มีแนวคิดคือ การซ่อมบำรุงรักษาโรงงานมุ่งให้เกิดผลิตภาพรวม ประสิทธิภาพเชิงรวม และสมรรถภาพในการเดินเครื่องสูงสุด โดยเน้นความร่วมมือจากทุกฝ่ายและทุกระดับที่เกี่ยวข้องด้วยการทำหน้าที่ของแต่ละฝ่ายอย่างสมบูรณ์แบบ รวมถึงพิจารณาด้านทุนวงจรอายุทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องจักรด้วยการบำรุงรักษาที่จำกัด เพื่อให้ได้รับประสิทธิภาพเชิงรวมสูงที่สุดจากการจัดการสูญเสียใหญ่ๆ คือ เวลาหยุดเครื่อง การสูญเสียความเร็วและของเสีย

2. ชัยยศ วัชรอยู่ (พ.ศ. 2533) วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาระบบการซ่อมบำรุงของโรงงานทอผ้าขนาดกลางและทำการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงของโรงงานนี้เพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น จากการศึกษาพบว่า การซ่อมบำรุงส่วนใหญ่ยังขาดการวางแผนและมาตรฐานการซ่อมบำรุงที่ดี โดยใช้เพียงประสบการณ์และทำการซ่อมเครื่องจักรเมื่อชำรุด การวิจัยนี้ได้จัดวางระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน การวางแผนการซ่อมบำรุง และการกำหนดมาตรฐานในการปฏิบัติงานที่เหมาะสม รวมทั้งการจัดระบบข้อมูลของการซ่อมบำรุง หลังจากที่ได้นำมาตราฐานการซ่อมบำรุงไปใช้กับโรงงานตัวอย่างพบว่าสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และความถี่ของการขัดข้องลงได้

3. เบนจามิน ดับเบิลยู นิบเบล (พ.ศ. 2537) กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐาน หลักการ และเทคนิคต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์กับหน้าที่ของการจัดการซ่อมบำรุง เพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพด้านค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุงสูงสุด และส่วนที่สำคัญที่ช่วยสนับสนุนการวางแผนและควบคุมหน้าที่ของการซ่อมบำรุงให้ตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด คือ การจัดการซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญคือ ส่วนควบคุมอุปกรณ์ ส่วนควบคุมงานการซ่อมบำรุง ส่วนควบคุมอะไหล่และคงคลัง รายงานค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงและ การประเมินผล และรายงานของการซ่อมบำรุง

4. ลิดลี อาร์ อิกกิน (พ.ศ. 2538) ได้เสนอวิธีการประเมินค่าใช้จ่ายของการเปลี่ยนอะไหล่และงานการซ่อมบำรุง บุคคลากรที่มีหน้าที่รับผิดชอบ และเทคนิคการประเมินค่าใช้จ่ายด้านแรงงานและวัสดุของงานซ่อมบำรุง ผู้แต่งได้เสนอหลักการการวางแผนและการจัดลำดับงานซ่อมบำรุงด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ระบบควบคุมงานและวางแผนการซ่อมบำรุง การใช้และควบคุมวัสดุคงคลัง รายงานควบคุมงานซ่อมบำรุง และรายงานค่าใช้จ่ายเนื่องจากการซ่อมบำรุง

5. พงศกร แสงผ่องแผ้ว (พ.ศ. 2539) วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางป้องกันการชำรุดของเครื่องจักรของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ โดยศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุการชำรุดของเครื่องจักร การทำงานของพนักงานกับเครื่องจักร และหน้าที่การซ่อมบำรุงรักษาของพนักงานภายในโรงงาน เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการป้องกันการชำรุดขัดข้องของเครื่องจักรที่เหมาะสม และหาสาเหตุความล่าช้าในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่างนี้ โดยจัดโครงสร้างของฝ่ายผลิตและซ่อมบำรุง หน้าที่ความรับผิดชอบของพนักงานและนำโปรแกรมการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้งานเพื่อปรับปรุงระบบการบริหารงานซ่อมบำรุงให้มีประสิทธิภาพ หลังจากการปรับปรุงระบบการบริหารการซ่อมบำรุงพบว่าจำนวนครั้งและอัตราการชำรุดของเครื่องจักรลดลง อัตราการผลิตของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

6. พรพจน์ ดุลยโกเมศ (พ.ศ. 2539) วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาและออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการบำรุงรักษาสำหรับโรงงานผลิตหลอดกระดาษสำหรับพันด้าย ในการศึกษานี้ได้ทำการสร้างระบบสารสนเทศทางด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรและนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานตัวอย่าง โดยการออกแบบเอกสารเพื่อการเก็บข้อมูลสำหรับการบำรุงรักษานี้ได้จัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการบำรุงรักษาซึ่งสามารถจัดทำแผนการบำรุงรักษารายวัน แผนอะไหล่ การเรียกดูระบบเอกสาร การบันทึกข้อมูลประจำวัน และการประมวลผลข้อมูลเพื่อให้ได้รายงานการบำรุงรักษาที่ผู้บริหารต้องการ ซึ่งผลการนำระบบสารสนเทศนี้ไปใช้งานในโรงงานตัวอย่างทำให้จัดทำแผนการบำรุงรักษารายวันง่ายและรวดเร็ว มีแผนอะไหล่คงคลัง และมีการประเมินผลการบำรุงรักษา และทำให้การเก็บข้อมูลง่ายขึ้นและมีข้อมูลไว้เพื่อพัฒนาระบบต่อไป