บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 การซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance)

ในอดีตเป็นเรื่องธรรมดาที่ผู้ใช้งานอุปกรณ์เครื่องจักรใดจะเป็นผู้ซ่อมบำรุงอุปกรณ์เครื่องจักรนั้น แต่ในภายหลังอุปกรณ์เครื่องจักรมีการยกระดับสูงขึ้นมีความซับซ้อนมากขึ้นนอกจากนั้นยังมีการนำระบบ PM แบบอเมริกามาใช้ จึงทำให้เกิดผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในด้านการซ่อมบำรุงเท่านั้นที่จะเป็นผู้ดำเนินการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในลักษณะแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจน แต่ด้วยการทำให้เกิดประสิทธิภาพ การใช้อุปกรณ์เครื่องจักรอย่างเต็มกำลังความสามารถให้ได้นั้น จะทำได้ยากมากหากอาศัยเฉพาะกำลังของฝ่ายซ่อมบำรุงเท่านั้น เพราะฉะนั้นจึงก่อให้เกิดกิจกรรมซ่อมบำรุงด้วยตนเองซึ่งเป็นการรวมตัวกันของกิจกรรมกลุ่มย่อย และซ่อมบำรุงเครื่องจักรเข้าด้วยกัน

1) BM: Breakdown Maintenance = ซ่อมบำรุงเมื่อขัดข้อง
2) PM: Preventive Maintenance = การซ่อมบำรุงเพื่อป้องกัน
3) CM: Corrective Maintenance = การซ่อมบำรุงเพื่อปรับปรุง
4) MP: Maintenance Prevention = การป้องกันโดยการซ่อมบำรุง

2.1.1 **การซ่อมบำรุงเมื่อขัดข้อง** (Breakdown maintenance) หมายถึง การซ่อมบำรุงที่จะเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์การผลิตนั้นขัดข้อง ชำรุด เสียหายจนไม่สามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้ ดังนั้นตราบใดที่ยังไม่มีเหตุขัดข้องดังกล่าวเกิดขึ้น การซ่อมบำรุงแบบนี้จะยังไม่มีความจำเป็นที่จะต้องลงมือกระทำ

2.1.2 **การซ่อมบำรุงเพื่อป้องกัน** (Preventive maintenance) หมายถึง การซ่อมบำรุงที่จะเกิดขึ้นก่อนหน้าที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์การผลิตจะขัดข้อง เป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรนั้นมีอายุการใช้งานยาวนานที่สุดหรือไม่ขัดข้องก่อนเวลาอันควร ซึ่งการซ่อมบำรุงประเภทนี้จะต้องมีการวางแผนล่วงหน้า แล้วจัดทำเป็นคู่มือประกอบการใช้งานและสามารถทำได้โดยการตรวจสภาพ ทำความสะอาด หล่อลื่นหรือปรับแต่งให้เป็นไปตามคู่มือ ณ จุดปฏิบัติงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์นั้นเอง ทั้งนี้รวมถึงการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนชิ้นส่วน อะไหล่ ตามกำหนดเวลาที่คู่มือให้คำแนะนำไว้ด้วย

โดยอาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) การบำรุงรักษาประจำวัน ซึ่งปฏิบัติโดยพนักงานผู้ใช้เครื่องจักรเอง

2) การซ่อมบำรุงตามกำหนดเวลาโดยช่างซ่อมบำรุง

2.1.3 การซ่อมบำรุงเพื่อปรับปรุง (Corrective maintenance) หมายถึง การดัดแปลง ปรับปรุง แก้ไข เครื่องจักรหรืออุปกรณ์การผลิตให้มีสมรรถภาพในการผลิตสูงขึ้นหรือเป็นการซ่อมบำรุงเพื่อขจัดอาการขัดข้องเรื้อรังของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์การผลิตให้หมดสิ้นไป

2.1.4 **การป้องกันโดยการซ่อมบำรุง (Maintenance prevention)** หมายถึง กิจกรรมที่ดำเนินการก่อนจะมีการใช้เครื่องจักร เพื่อให้เครื่องจักรนั้นอยู่ในสภาพมั่นคงพร้อมใช้งานไม่ชำรุดหรือเสียได้ง่ายรวมถึง ถ้าหากมีการชำรุดหรือขัดข้องแล้วยังจะสามารถทำการซ่อมแซมได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งได้แก่ การออกแบบและติดตั้งเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ให้ความแข็งแรงทนทาน ต้องการให้มีการซ่อมบำรุงให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ หากถึงคราวจำเป็นที่จะต้องซ่อมบำรุงต้องให้สามารถทำได้โดยง่ายที่สุด สูญเสียทรัพยากรน้อยที่สุด

2.2 ปั๊มสูบน้ำ

2.2.1 ประเภทปั๊มสูบน้ำ

ปั๊มสูบน้ำสามารถจำแนกประเภทได้หลายวิธี เช่น ตามลักษณะการใช้งาน (เช่น Suction System, Flood Suction System, Siphon System) หรือตามชนิดของตัวขับ (ขับด้วยมือ, ขับด้วยเครื่องยนต์ ฯลฯ) หรือตามลักษณะรูปร่าง (เพลานอนเรือนฝา, เพลาตั้ง) ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อจำกัด ข้อแตกต่างและมีการเหลื่อมล้ำกัน การจำแนกประเภทที่รัดกุม ปราศจากอิทธิพลภายนอก และได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน คือ การจำแนกประเภท โดยพิจารณาหลักการเพิ่มพลังงานแก่ของเหลว โดยวิธีนี้สูบจะแยกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

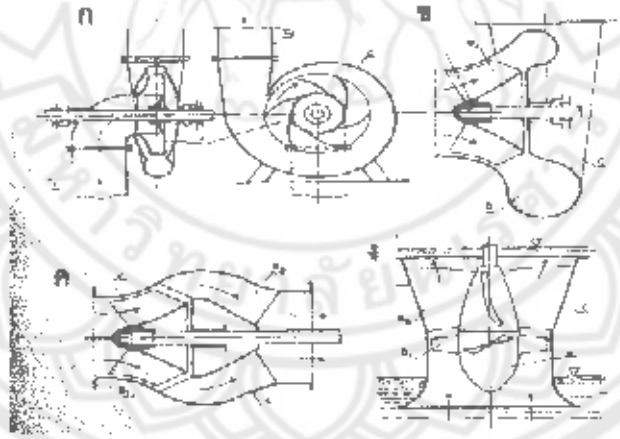
1) สูบแบบของไหลไหลต่อเนื่อง (Dynamic Pump) ได้แก่ สูบที่เพิ่มพลังงานให้ของเหลว โดยการเพิ่มความเร็วให้ของเหลวก่อนแล้วหลังจากนั้นจะลดความเร็วของของเหลวลงเพื่อเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นพลังงานศักย์ หรือพลังงานความดันที่ปากท่อส่ง

2) สูบแบบส่งของไหลทีละก้อน (Positive Displacement Pump) เป็นสูบที่เพิ่มพลังงานให้ของเหลวโดยใช้ส่วนเคลื่อนที่ อัดหรือดันของเหลวภายในปริมาตรปิดให้ความดันสูงขึ้นเพื่อที่จะไหลผ่านลิ้นหรือช่อง (Port) ออกไปสู่ท่อส่งได้โดยตรง

จาก 2 ประเภทใหญ่นี้สูบยังถูกแยกประเภทย่อยลงไปได้อีก สูบน้ำที่ใช้กันในกระบวนการอุตสาหกรรม การชลประทาน และการสุขาภิบาลนั้นเกือบทั้งหมดเป็นสูบ Rotodynamic ดังนั้นในที่นี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเฉพาะสูบดังกล่าวเท่านั้น

2.2.2 สูบกังหัน (Rotodynamic Pump)

สูบกังหัน คือ สูบซึ่งมีชิ้นส่วนเคลื่อนที่ติดอยู่บนเพลาหรือแกนหมุน และมีครีบหรือบานกังหัน (Blade or Vane) ชิ้นส่วนหมุนนี้โดยทั่วไปเรียกว่า Rotor แต่สำหรับสูบกังหัน (Rotodynamic Pump) เรียกว่า ใบพัดหรือใบจักร (Impeller) การหมุนของเพลาทำให้อนุภาคของของเหลวที่เคลื่อนที่ที่อยู่ภายในช่องว่างระหว่างครีบใบพัด หมุนไปกับใบพัด และไหลจากด้านดูดไปสู่ด้านส่ง ทำให้ความดันทางด้านดูดลดลงและของไหลในท่อดูดไหลเข้าสู่ปากทางเข้าของใบพัด การที่ของเหลวถูกบังคับให้หมุนไปกับใบพัดมันจะต้องรับการถ่ายโอนพลังงานจากใบพัดมาสู่ตัวมันในรูปของพลังงานจลน์ พลังงานจลน์ที่เพิ่มขึ้นระหว่างไหลผ่านใบพัดจะถูกแปลงเป็นความดัน โดยการทำช่องทางการไหลให้ผายออกเพื่อลดความเร็ว ซึ่งอาจทำได้ทั้งในตัวใบพัดเองในเรือนสูบกันหอย (Volute Casing) หรือใน Diffuser ด้านหลังใบพัด สูบกังหัน (Rotodynamic Pump) ยังถูกแยกประเภทย่อยลงไปได้อีก ตามลักษณะการไหลผ่านใบพัด ได้แก่



รูปที่ 2.1 แสดงประเภทปั๊มน้ำ

(ที่มา : ธำรง เปรมปรีดิ์, ดำรงศักดิ์ มลิลา. เครื่องสูบน้ำ การออกแบบ การใช้งานและการบำรุงรักษา : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3, พ.ศ. 2537, น.3)

ก) สูบไหลตามรัศมีหรือสูบหอยโข่ง (Radial Flow or centrifugal Pump) ของเหลวไหลเข้าสู่ใบพัดทางรูบริเวณศูนย์กลาง เรียกว่า Impeller Eye แล้วไหลในช่องทางระหว่างครีบใบพัดไปสู่ทางออกที่ขอบนอก โดยอาศัยหลักของแรงหนีศูนย์กลาง หรือประมาณได้ว่าไหลในแนวรัศมี ใบพัดมีหลายลักษณะ ได้แก่ แบบเปิด ซึ่งมีแต่ดุมข้างเดียว แบบปิด ซึ่งมีจานประกับทั้งสองข้าง และแยกเป็นท่อดูดเดี่ยว (Single suction) รูปที่ 1.3 ค และแบบสูบเข้าสองทาง (Double suction) ซึ่งเป็นแบบสามัญที่พบเห็นกันทั่วไป รูปที่ 1.3 จ และงใบพัดพิเศษสำหรับใช้กับของเหลวความหนาแน่นสูง เช่น เยื่อกระดาษ

ข) สูบไหลผสม (Mixed flow pump) ของไหลผ่านใบพัดในทิศทางกึ่งแนวแกนและแนวรัศมี ปากทางเข้าและออกของใบพัดอยู่ในระนาบเอียงทำมุมกับแนวแกนหมุน ของเหลวที่ออกจากใบพัดจะไหลเข้าสู่ Diffuser ซึ่งอาจเป็นเรือนรูปก้นหอย หรืออาจเป็นครีบนำทาง (Guide vane) ติดตรึงอยู่กับเรือนโดยมีช่องทางไหลผายออก ก็ได้

ค) สูบไหลตามแกน (Axial flow or Propeller Pump) ของเหลวไหลผ่านใบพัดซึ่งมีรูปร่างเหมือนใบจักรเรือในแนวขนานกับแกนหมุน แล้วไหลเข้าสู่ Diffuser ซึ่งมีครีบปรับทิศทางการไหลติดตั้งอยู่ด้วย

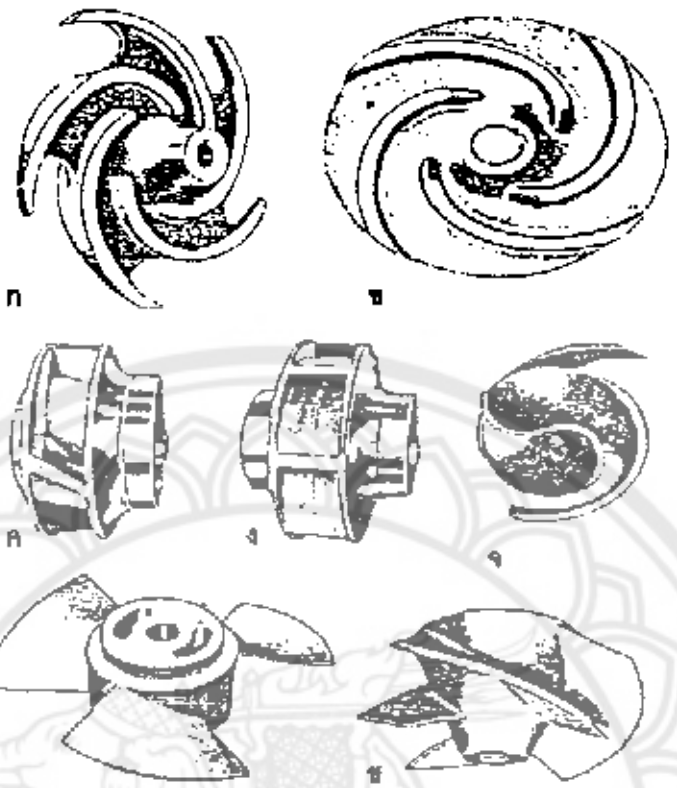
สูบกังหัน Rotodynamic Pump สามารถแบ่งออกตามขนาดของหัวรวมได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

ก) หัวความดันต่ำ ซึ่งมีหัวรวมไม่เกิน 20 เมตรน้ำ

ข) หัวความดันปานกลาง ระหว่าง 20-60 เมตรน้ำ

ค) หัวความดันสูงเมื่อมีหัวรวมสูงกว่า 60 เมตรน้ำ

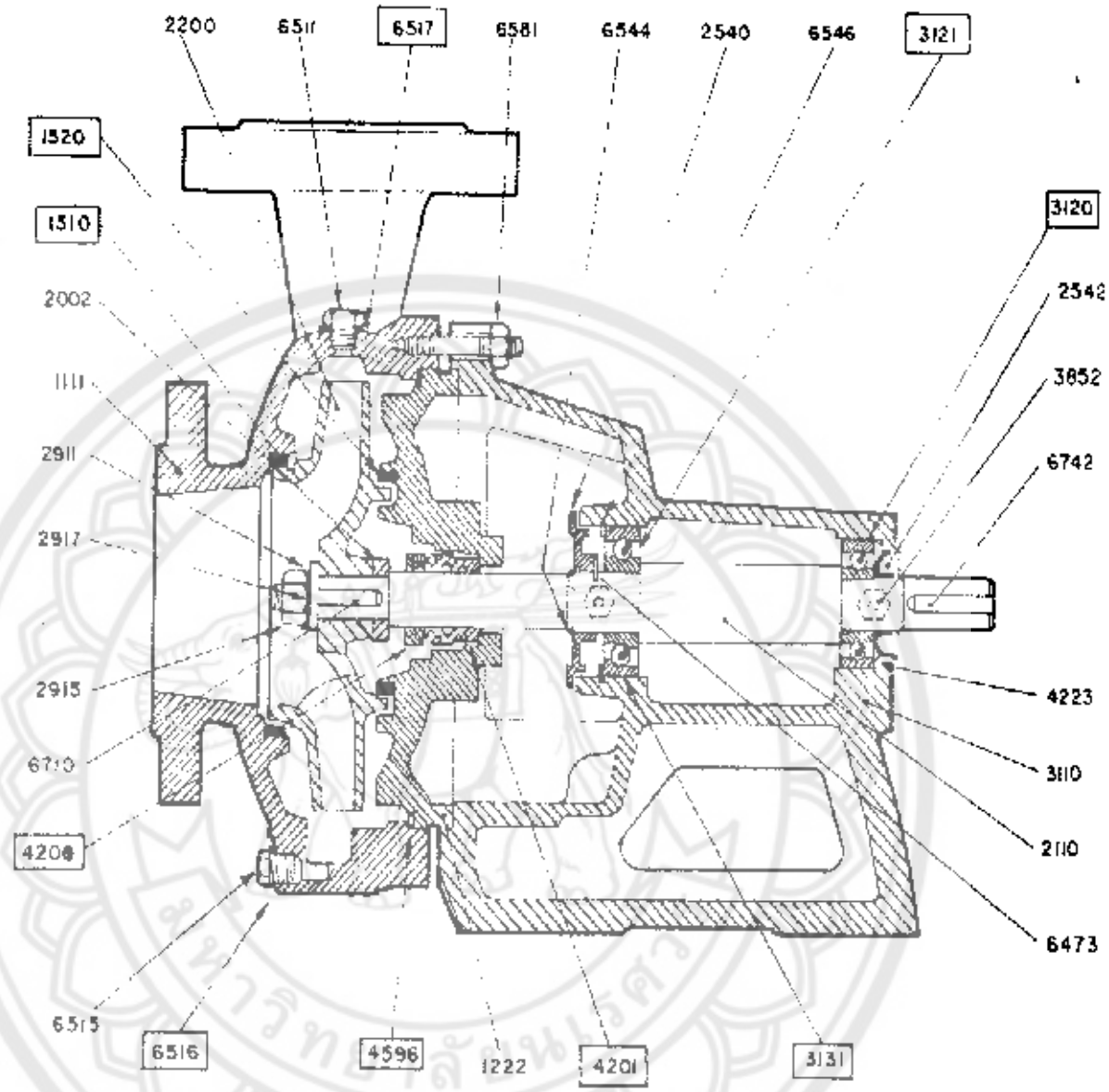
กลุ่มแรกเป็นสูบ Rotodynamic แบบใดก็ได้ทั้ง 3 ประเภท กลุ่มที่สองจะเป็นสูบก้นหอยและสามารถเป็นสูบไหลผสมบางแบบได้ ส่วนกลุ่มที่สามจะเป็นสูบหอยโข่งเพียงอย่างเดียว ถ้าหัวรวมสูงกว่านี้ ก็อาจใช้สูบแบบนี้หลายตัวสูบต่อกัน หรือสูบที่สร้างสำเร็จเป็นหน่วยเดียว เรียกว่า สูบหลายขั้น (Multi-stage Pump) นอกจากนี้ยังอาจติดตั้งสูบกังหัน Rotodynamic แบบขนานกันเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการสูบ (Capacity)



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะของใบพัดสูบแบบต่าง ๆ

(ที่มา : ช้าง เปรมปรีดิ์, ดำรงศักดิ์ มลิลา. เครื่องสูบน้ำ การออกแบบ การใช้งานและการบำรุงรักษา : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3, พ.ศ. 2537, น.4)

(ก) บานท้ายเปิด Open Impeller
(ข) บานท้ายกึ่งเปิด Semi – open
(ค) บานท้ายปิด Closed, Single Suction
(ง) บานท้ายปิด ดูดเข้าสองทาง Closed, Double Suction
(จ) กังหันแบบเบี้ยว Paper Stock
(ฉ) ใบพัด (สูบไหลตามแกน) Propeller
(ช) ใบพัด (สูบไหลผสม) Mixed Flow Impeller



รูปที่ 2.3 แสดงรูปตัดและชิ้นส่วนของเครื่องปั๊มน้ำ

(ที่มา : อำรง เปรมปรีดิ์, ดำรงศักดิ์ มลิลา. เครื่องสูบน้ำ การออกแบบ การใช้งานและการบำรุงรักษา : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3, พ.ศ. 2537, น.6)

ตารางที่ 2.1 ชิ้นส่วนเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งแรงเหวี่ยง

ตามหมายเลข	ชิ้นส่วน
1111	เรือนสูบ/ปลือกนอก
1222	กล่องอัดกันร้า
1510	ปลอก/แหวนทองเหลืองเมื่อสึก (อาจไม่ต้องมีก็ได้)
1520	ปลอก/แหวนทองเหลืองเมื่อสึก (อาจไม่ต้องมีก็ได้)
2002	แหวนรัด
2110	เพลา
2200	ใบพัด/ใบจักร
2540	บล็อก
2911	แหวนรองน็อตยึดรองใบพัด
2915	น็อตยึดใบพัด
2917	แหวนล็อค
3110	แหนรับร่องลิ่น
3210	ลูกปืน
3121	ร่องลิ่นลูกปืน
3131	ร่องลิ่นลูกปืน
3852	จุดเติมจาระบี
4200	แหวนแมุน
4201	แหวนสลิดซ์
4223	แหวนรองยึดหยุ่น
4696	แผ่นรองกันร้า/ประเก็น
6473	เข็ม
6511	น็อตระบายน้ำ
6515	แผนรองน็อตกันน้ำ
6516	แผนรองน็อตกันน้ำร้า
6517	เรือนสูบ
6544	แหวนรัด
6546	คลิปยึด
6581	น็อตแตะก้าน
6710	แท่งยึดใบพัด
6742	แท่งยึดร้อต่อ

(ที่มา : ช้าง เปรมปรีดิ์, ดำรงศักดิ์ มลิลา. เครื่องสูบน้ำ การออกแบบ การใช้งานและการบำรุงรักษา : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3, พ.ศ. 2537, น.7)

2.3 การบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ

การตรวจสอบเป็นครั้งคราว

เพื่อให้สามารถบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำเพื่อรักษาระดับการทำงานของเครื่องสูบให้สม่ำเสมอตลอดชีวิตการทำงาน จึงจำเป็นต้องให้บริการบำรุงรักษาที่เหมาะสม ซึ่งโดยปรกติแล้วควรดำเนินการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาต่างๆ ทั้งนี้เพื่อให้เครื่องมือ และอุปกรณ์ทำงานได้อย่างถูกต้องตลอดเวลา การบำรุงรักษาเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหานี้ ทำได้ทั้งการจัดซ่อมบำรุงตามกำหนดเวลา และการซ่อมบำรุงตามอายุเป็นชั่วโมงการทำงาน สำหรับเครื่องสูบน้ำที่มีต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์ การตรวจสอบเป็นครั้งคราวนั้นจำเป็นมาก แต่ควรเป็นไปตามกำหนดที่ผู้เสนอแนะไว้ การตรวจสอบตามข้อแนะนำของผู้ผลิตนี้ใช้ได้กับอุปกรณ์อื่น เช่น กล่องเกียร์ลดความเร็วรอบ ประตูน้ำที่ปฏิบัติงานด้วยไฟฟ้า ฯลฯ ได้ด้วย

ตารางที่ 2.2 การตรวจดูเครื่องสูบ

ช่วงเวลา	ข้อควรตรวจ	ข้อสังเกต
ทุกวัน	ตรวจน้ำรั่ว เครื่องสูบมีเสียงดังและมีการสั่นเกิดขึ้น ตรวจอุณหภูมิ ที่ร่องลื่นรับเพลา ตรวจเชือกอัดแกลนด์	ยอมให้มีน้ำรั่วได้ 1 หยด ใน 1 วินาที ไม่ควรเกินอุณหภูมิปรกติบวกอีก 40 องศาเซลเซียส
ทุกเดือน	ตรวจน้ำมันหล่อลื่น ร่องลื่นรับเพลา ตรวจเชือกอัดแกลนด์	ระดับน้ำมันต้องได้ระดับ ตรวจการลึกหรอแล้วไปลึกหรอมาก
ทุก 6 เดือน	ตรวจเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นร่องลื่น ตรวจเปลี่ยนผ้าอัดแกลนด์ ขันนิลดให้แน่น ตรวจอุปกรณ์ป้องกันต่าง	ตรวจระดับน้ำมันให้ได้ระดับ ตรวจความแน่นที่ผ้าอัดแกลนด์ อย่าให้แน่นเกินไป
ทุก 1 ปี	ตรวจซ่อมบำรุงใหญ่	ตรวจการลึกหรอของชิ้นส่วนที่เปียดกันได้ และตรวจการผุกร่อนกัดกร่อนของชิ้นส่วนที่เป็นน้ำได้อย่างละเอียด

(ที่มา : ธำรง เปรมปรีดิ์, ดำรงศักดิ์ มลิลา. เครื่องสูบน้ำ การออกแบบ การใช้งานและการบำรุงรักษา : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3, พ.ศ. 2537, น.77)

ตารางที่ 2.3 การตรวจเครื่องมอเตอร์ไฟฟ้า

ช่วงเวลา	ข้อควรตรวจ	ข้อสังเกต
ทุกวัน	ระดับเสียง และการสั่นสะเทือนของเครื่อง ระดับอุณหภูมิของร่องลื่นรับเพลา	ไม่เกินระดับปรกติ ควรเป็นอุณหภูมิอากาศบวกอีก 40 องศาเซลเซียส
ทุกเดือน	การเคลื่อนไหวของแปลงพ่วงแหวนเลื่อน (slip-ring brush movement)	เฉพาะมอเตอร์แบบแกนหมุนฟันด้วยสายไฟเท่านั้น
ทุก 6 เดือน	น้ำมันหล่อลื่นร่องลื่นรับเพลา ความต้านทานของเครื่องป้องกันไฟรั่ว ตรวจสอบเครื่องป้องกันต่างๆ	ตรวจระดับน้ำมัน ควรเป็น 1 m สำหรับ 600 V หรือน้อยกว่า และ 3 m เมื่อมากกว่า 600 V
ทุก 1 ปี	ตรวจและเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นร่องลื่น	ตรวจระดับหลังเปลี่ยน

(ที่มา : อำรง เปรมปรีด์, ดำรงศักดิ์ มลิลา. เครื่องสูบน้ำ การออกแบบ การใช้งานและการบำรุงรักษา : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, พิมพ์ครั้งที่ 3, พ.ศ. 2537, น.78)

2.4 ข้อมูลการซ่อมบำรุง (Data Maintenance)

ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นเราจำเป็นที่จะต้องมีข้อพื้นฐานต่างๆ ที่ได้เก็บรวบรวมเป็นเวลาที่แตกต่างกันไปเพื่อให้ได้ความเที่ยงตรงของข้อมูลซึ่งมาตรฐานในการเก็บข้อมูลได้

2.4.1 ข้อมูลซ่อมบำรุงที่ควรเก็บ

ข้อมูลที่ควรเก็บจะมีความสำคัญแตกต่างกันไปบางอย่างใช้เพื่อแบ่งแยกข้อมูลส่วนบางข้อมูลอาจจะบ่งบอกถึงสาเหตุของอาการเสียที่เกิดขึ้น หรือเวลาที่สูญเสียไปในกรณี ค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกิดขึ้น ดังนั้นเราจึงเก็บรวบรวมข้อมูลให้ครบถ้วนเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.4.2 ข้อมูลซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องการทราบ

1) ตัวเลขค่าซ่อมบำรุงทั้งหมดของโรงงาน
2) ตัวเลขค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ของและแต่ละแผนกในโรงงาน
3) ตัวเลขค่าซ่อมบำรุงของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง
4) ประวัติการซ่อมเครื่องจักรอุปกรณ์แต่ละเครื่อง

5) Production Downtime และ Machine Downtime จากการซ่อมบำรุง

6) สัดส่วนการซ่อมบำรุงของแต่ละประเภท (BM, CM และ PM)

7) Man-Hrs. ของช่างแต่ละประเภท เช่น ช่างไฟฟ้า ช่างแมคคานิค ที่ทำการซ่อมบำรุงจริง พร้อมที่ค่าซ่อมบำรุงที่ช่างได้ทำในแต่ละเดือน

ข้อมูลต่างๆ จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุง พัฒนาในการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งจะส่งรายงานไปยังฝ่ายต่างๆ เป็นต้นว่าผู้จัดการโรงงาน, ผู้จัดการฝ่ายซ่อมบำรุง, วิศวกรซ่อมบำรุง, ฝ่ายบัญชี-ต้นทุน, ฝ่ายวิศวกรรม, หัวหน้าช่าง, หัวหน้าฝ่ายผลิต, รวมทั้งฝ่ายวางแผนการซ่อมบำรุง

2.4.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลซ่อมบำรุง

นอกจากวิธีการดำเนินงานแล้ว วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลก็มีความสำคัญ เพราะถ้าหากเก็บข้อมูลด้วยวิธีที่ต่างกันหรือรูปแบบต่างกัน ลักษณะของชุดข้อมูลก็จะแตกต่างกันไปด้วย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนการเก็บรวบรวมและข้อมูลที่ควรเก็บให้เป็นลักษณะมาตรฐานอีกด้วย ซึ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

1) รายละเอียดของเครื่องจักรแต่ละเครื่องในโรงงาน, หรือผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่าย, ราคาของเครื่องจักรที่ซื้อมา, รุ่นหรือ Model, ชนิด, ปีที่ผลิต และข้อมูลจำเพาะอื่นๆ ที่จำเป็น, วันที่ติดตั้ง, เริ่มใช้งาน, ข้ อควรระวังในการใช้งาน, ชนิดของน้ำมันหล่อลื่น และความถี่ในการหล่อลื่น

2) ประวัติการซ่อมบำรุงต้อง บันทึกการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันและเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง รวมทั้งการดัดแปลงแก้ไขเครื่องจักรนั้นด้วยทุกครั้ง โดยมีระลายเอียดดังนี้

- ครั้งที่ทำการซ่อม เช่น ครั้งที่ 1, 2, 3, ...
- วัน/เดือน/ปี ที่เครื่องเสีย หรือวันที่ซ่อมเสร็จจนใช้งานได้ตลอดจน จำนวนชั่วโมง Production Downtime และ Machine Downtime สำหรับการซ่อม แต่ละครั้งด้วย
- สาเหตุการเสียหรือขัดข้อง หรือเหตุผลที่ต้องซ่อมบำรุง
- รายละเอียดของการซ่อมหรือการแก้ไข ตลอดจนชิ้นส่วนอะไหล่ที่เปลี่ยน
- ประเภทของการซ่อม BM, CM และ PM
- ประเภทของช่างที่ซ่อมว่าเป็นช่างอะไร รวมทั้งจำนวนชั่วโมงของช่าง แต่ละคน
- จำนวนเงินค่าซ่อมบำรุงแต่ละครั้งที่ซ่อม แยกเป็นค่าอะไหล่และค่าแรง

3) ข้อมูลแผนซ่อมบำรุงตามวาระ (Periodic Maintenance Plan) โดยปกติเครื่องจักรแต่ละเครื่องจะมีข้อกำหนดจากผู้ผลิตให้ทำการเช็ค การตรวจสอบ หรือการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามวาระหรือระยะเวลาที่ได้กำหนดมาให้ตามคู่มือ ทางฝ่ายซ่อมบำรุงจะต้องนำข้อกำหนดต่างๆ ของเครื่องจักรแต่ละเครื่องมารวบรวมเป็นแผนปฏิบัติประจำปี หรือประจำเดือน พร้อมทั้งติดตามควบคุมดำเนินการให้เป็นไปตามแผนงาน พร้อมทั้งทำบันทึกข้อมูลการซ่อมบำรุงตามวาระดังกล่าวด้วย

4) ข้อมูลการหล่อลื่นของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ซึ่งผู้ผลิตเครื่องจะแนะนำกำหนดชนิดของน้ำมันหล่อลื่นและความถี่ในการหล่อลื่น อาจจะทำเช่นเดียวกับข้อ 3 หรือรวบรวมเป็นแผนการหล่อลื่น ประสานงานการบำรุงรักษาระหว่างฝ่ายผลิตร่วมกับแผนการซ่อมบำรุงตามวาระก็ได้

ตารางที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลและความผิดปกติของเครื่องจักร อุปกรณ์

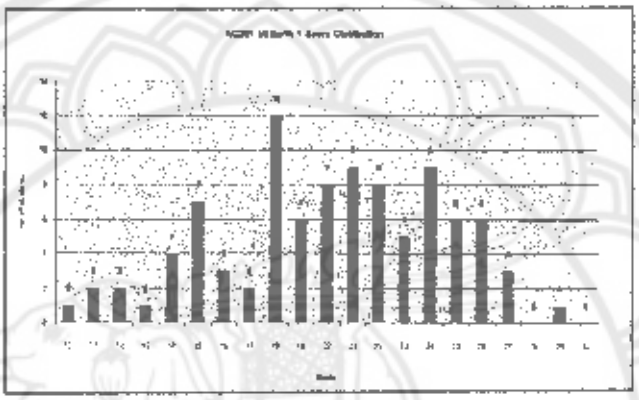
รายงายปัญหา เครื่องจักร อุปกรณ์ หยุดทำงาน							
ชื่อ.....No. .....บริษัทผู้ผลิต.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....หมายเลขสินทรัพย์.....							
ลำดับ	ลักษณะอาการเสีย	วันที่เสีย	สาเหตุของปัญหา	การแก้ไข	การแก้ไขโดย	วันที่แก้ไขเสร็จ	ลงชื่อ

(ที่มา : วินัย เวชวิทยาขลัง. ระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงปฏิบัติ : เอ็มแอนด์อี, 2550, น.72)

2.5 แผ่นภูมิแท่ง (Bar graph)

แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลที่มีมากกว่าหนึ่งประเภท มีแถบเป็นตัวที่กำหนดสำหรับการวัดค่าจากทั้งแนวตั้งและแนวนอน แต่ละแถบต่างแสดงค่าปริมาณที่แยกออกจากกัน แผนภูมิแท่งมีหลายชนิด ดังนั้นจึงได้ยกตัวอย่างมา 4 แผนภูมิ

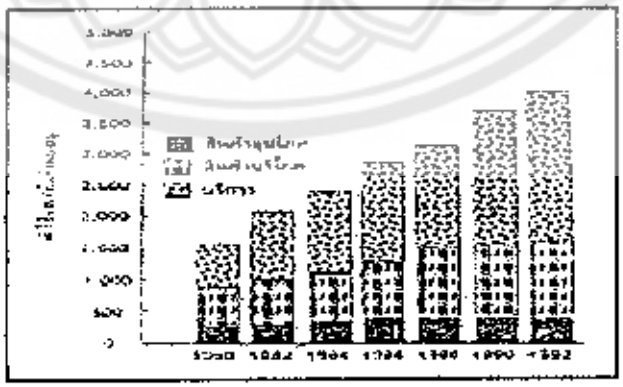
1) **แผนภูมิแท่งธรรมดา** (Simple bar graph) เป็นแผนภูมิที่มีแถบแสดงข้อมูลชนิด



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งธรรมดา

(**ที่มา** : www.nsru.ac.th/e-learning/junrong/b9.htm)

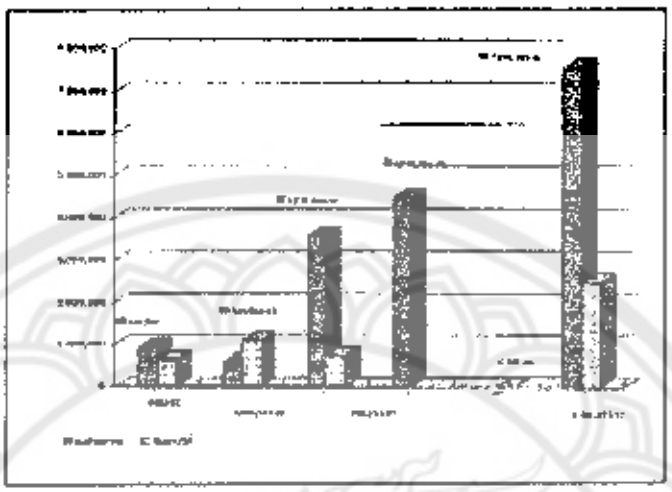
2) แผนภูมิแท่งแบ่งย่อย (Subdivided bar graph) แต่ละแถบแสดงขนาดที่แตกต่างกัน ในส่วนที่ต่างกันจะมีสีที่แตกต่างหรือเส้นตัดให้ทราบ และแต่ละจำนวนแถบสามารถเปรียบเทียบได้



รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งแบ่งย่อย

(**ที่มา** : www.nsru.ac.th/e-learning/junrong/b9.htm)

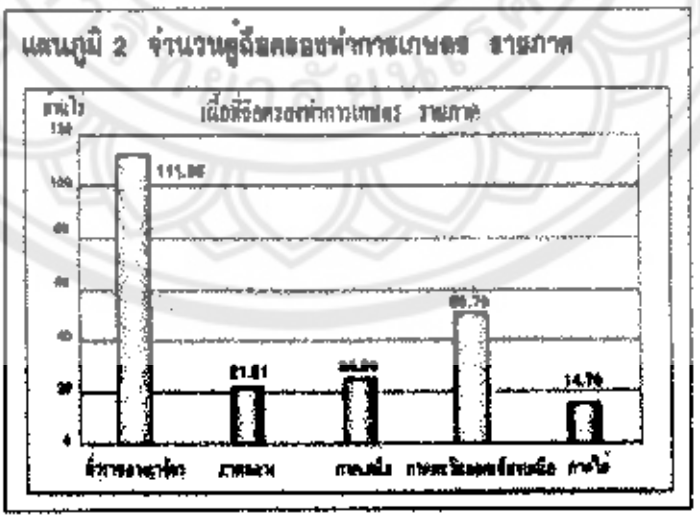
3) แผนภูมิแท่งแบบซ้อน (Multiple bar graph) เป็นกลุ่มของแถบที่มีแถบมากกว่าสองแถบ และมีความเปลี่ยนแปลงได้



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งแบบซ้อน

(**ที่มา** : www.nsru.ac.th/e-learning/junrong/b9.htm)

4) แผนภูมิแท่งแบบลอย (Floating bar graph) แถบที่ลอยเหนือแกนหรือต่ำกว่าแกน มีค่าทั้งบวกและลบ



รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งแบบลอย

(**ที่มา** : www.nsru.ac.th/e-learning/junrong/b9.htm)

2.6 กลยุทธ์การบำรุงรักษา

เนื่องจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงาน แบ่งออกได้เป็น 4 จำพวก ตามแนวความคิดเกี่ยวกับการเสื่อมสภาพ ดังนั้นการบำรุงรักษาเกี่ยวกับสิ่งของแต่ละชนิดจึงต้องใช้วิธีการหรือกลยุทธ์การบำรุงรักษา (Maintenance Strategy) ที่เหมาะสม

กลยุทธ์การบำรุงรักษา (Maintenance Strategy)

แบ่งออกได้เป็น 4 วิธีด้วยกัน คือ

1) ใช้งานจนกว่าจะชำรุดจึงค่อยซ่อมหรือเปลี่ยน (Operate to Failur) การบำรุงรักษาด้วยวิธีนี้เหมาะกับสิ่งของ ซึ่งมีโอกาสชำรุดที่ไม่แน่นอน และมีการเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใด หรือสิ่งของที่ชำรุดแล้วมีผลกระทบน้อย

2) กำหนดเวลาเพื่อบำรุงรักษา (Fixed Time Maintenance) การบำรุงรักษาด้วยวิธีนี้เหมาะกับสิ่งของซึ่งมีโอกาสชำรุดที่แน่นอน และมีลักษณะการเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใด

3) บำรุงรักษาเมื่อเริ่มเสื่อมสภาพ (Condition Based Maintenance) การบำรุงรักษาด้วยวิธีนี้เหมาะกับสิ่งของซึ่งมีโอกาสชำรุดที่แน่นอน หรือไม่แน่นอน และมีการเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใด

4) ออกแบบเพื่อการบำรุงรักษา หรือไม่ต้องบำรุงรักษา (Design for or out of Maintenance) กล่าวคือผู้ที่เกี่ยวข้องด้านการบำรุงรักษามีส่วนเข้าร่วมการพิจารณาในการออกแบบและกำหนด Specification เพื่อให้ได้อุปกรณ์ที่เมื่อต้องทำการซ่อมก็สามารถทำการซ่อมได้ง่าย หรือไม่ก็เป็นการออกแบบที่ไม่ต้องบำรุงรักษาเลย (Maintenance Free) วิธีการนี้เหมาะสมกับสิ่งของที่มีโอกาสชำรุดที่ไม่แน่นอน และมีลักษณะเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใด การชำรุดของสิ่งของนั้น ๆ จะมีผลกระทบที่รุนแรงต่อการดำเนินงาน

2.7 การวางแผนการบำรุงรักษา (Maintenance planning)

การวางแผนงานในการบำรุงรักษานั้น ควรพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น เวลาในการหยุดเครื่องจักร แผนงานการผลิตสินค้า จำนวนคนที่เข้าปฏิบัติงานและค่าใช้จ่ายต่างๆที่จะเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การวางแผนส่วนใหญ่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- **วางแผนงานบำรุงรักษาประจำปี (Annual maintenance plans) ซึ่งแผนนี้จะวางแผนงานบำรุงรักษาประจำเดือน (Monthly maintenance plans) คือแผนย่อยของแผนงานบำรุงรักษาประจำปี โดยรวมถึงงานปรับปรุงและป้องกันเครื่องจักรเสียหาย**

- วางแผนงานบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ (Weekly maintenance plans) จะช่วยในการจัดการหางานแต่ละส่วนของฝ่ายซ่อมบำรุงนั้นเอง

- วางแผนงานบำรุงรักษาเป็นรายโครงการหลัก (Major maintenance project plans) เป็นการแบ่งงานหลักๆออกมา เช่น งานซ่อมใหญ่ (Overhaul) งานย้ายเครื่องจักร (Relocation) โดยรวมถึงการจัดสรรทีมงานจัดหาผู้รับเหมา และงานเอกสารต่างๆเป็นต้น

2.7.1 การเตรียมการแผนงานบำรุงรักษาประจำปี (Preparing annual maintenance plans)

แผนกงานบำรุงรักษาประจำปีมีรายละเอียดของการเตรียมแผนงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) สรุปงานที่ต้องการ (Determine what work is required) โดยทำการจดรายการหลังจากได้ข้อสรุปและทบทวนแล้ว โดยงานที่ต้องการจะทำนั้นจะรวมถึงงานดังต่อไปนี้

- งานตามกฎข้อ (Statutory regulations) เช่น งานความปลอดภัย และงานควบคุมมลภาวะ เป็นต้น

- งานบำรุงรักษาตามมาตรฐานเครื่องจักร (Equipment maintenance) โดยงานนี้ได้มาจากผลการวัดและการตรวจสอบตามมาตรฐานของเครื่องจักรนั้นๆตามผู้ผลิต

- งานบันทึกความขัดข้องเครื่องจักร (Breakdown records) เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นซ้ำอีก

- งานที่ถูกเลื่อนจากปีที่แล้ว (Previous year's annual plan) และงานจาก เป็นงานที่พบปัญหาขึ้นมาในระหว่างปีโดยฝ่ายผลิตหรือฝ่ายซ่อมบำรุงต้องการให้ดำเนินงาน

2) เลือกงานที่ต้องทำ (Select work to be done) โดยให้ลำดับความสำคัญของงานที่จำเป็นต้องดำเนินการ

3) ประเมินเวลาในการบำรุงรักษาคร่าวๆ (Tentatively estimate maintenance intervals) เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติจริง

4) การประเมินตารางเวลา ระยะเวลาและค่าใช้จ่าย (Estimate work schedule and maintenance times and costs) โดยพิจารณาจากแผนการผลิตประจำปีและเป้าหมายของบริษัทเพื่อกำหนดระยะเวลา และค่าใช้จ่ายเพื่อแจ้งเป็นข้อมูลสำหรับฝ่ายบริหาร

5) เช็คเอกสารงานและการเตรียมงาน (Check procurement and work arrangements) โดยยืนยันความพร้อมทั้งหมดรวมถึงจำนวนคน อะไหล่ ผู้รับเหมา และจำนวนงาน เป็นต้น

2.7.2 การเตรียมการแผนงานบำรุงรักษาประจำเดือน (Preparing monthly maintenance plans)

โดยมีรายละเอียดของการเตรียมแผนงานตามขั้นตอนดังนี้

1) จัดลำดับความสำคัญของงาน (Prioritize work) โดยพิจารณาจาก

- งานย่อยของรายงานประจำปี (Sub-annual plans)
- งานจากการตรวจสอบการวิเคราะห์เครื่องจักรขัดข้อง
- งานที่ระบุจากการตรวจสอบประจำวัน หรืองานปรับปรุง
- งานเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและคุณภาพของสินค้า (Safety and quality) โดยต้องมีการประชุมประจำเดือนกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อแจ้งแผนงานก่อนดำเนินการ

2) การประเมินจำนวนแรงงานและค่าใช้จ่าย (Estimate workloads)

3) จัดความสมดุลระหว่างงาน (Balance workloads)

4) เตรียมกำหนดแผนงาน (Prepare schedule)

2.7.3 การเตรียมแผนงานบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ (Preparing weekly maintenance plans)

โดยพิจารณาจากจำนวนทีมงานในฝ่ายซ่อมบำรุง จำนวนคนงาน การควบคุม และการหยุดเครื่องจักร ซึ่งงานจะไม่ใหญ่หรือใช้ค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก หรืออีกนัยหนึ่งเป็นงานย่อยของงานประจำเดือนนั่นเองบางครั้งอาจรวมงานฉุกเฉิน สินค้าที่มีตำหนิหรือคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน งานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยมาร่วมด้วย เป็นต้น

ตารางที่ 2.6 แสดงแผนการบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ เดือน ปี

แผนการบำรุงรักษาประจำ	มกราคม								กุมภาพันธ์							
	สัปดาห์								สัปดาห์							
	1		2		3		4		1		2		3		4	
	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ
สัปดาห์ (W)																
เดือน (M)																
ปี (Y)																

แผนการบำรุงรักษาประจำ	มีนาคม								เมษายน							
	สัปดาห์								สัปดาห์							
	1		2		3		4		1		2		3		4	
	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ	สี	หมาย เหตุ
สัปดาห์ (W)																
เดือน (M)																
ปี (Y)																

■ แทน การบำรุงรักษาทุกวันจันทร์ ของทุกสัปดาห์ □ แทน การบำรุงรักษาทุกวันพุธ ของทุกเดือน

▨ แทน การบำรุงรักษาทุกวันอังคาร ของทุกปี

(ที่มา : นายภาคภูมิ สังข์ทิตย์, นายณัฐพงษ์ ศรีสุธรรม : ปริญญานิพนธ์การจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันในโรงสีข้าวขัยศิริ, 2548)

2.8 การจัดทำระบบฐานข้อมูล (Database System)

2.8.1 ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล หมายถึง แหล่งที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) หรือแฟ้มข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ โดยที่ข้อมูลเหล่านั้นต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันสามารถสืบค้นได้ (Retrieval) สามารถแก้ไขข้อมูลได้ (Modified) สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูลได้ (Update) หรือจัดเรียงได้ (Sort) โดยมีโปรแกรมที่ใช้ในการ

จัดระบบฐานข้อมูลเป็นส่วนที่รับผิดชอบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS)

2.8.2 ระบบฐานข้อมูล

หมายถึง การพัฒนาแฟ้มข้อมูล โดยการรวบรวมแฟ้มข้อมูลหลายๆ แฟ้มข้อมูลเข้าด้วยกัน มีการขจัดความซ้ำซ้อนของข้อมูลออก และเก็บแฟ้มข้อมูลเหล่านี้ไว้ที่ศูนย์กลาง เพื่อการใช้งานและควบคุมดูแลรักษาร่วมกัน เมื่อต้องการใช้งานและเป็นผู้มีสิทธิที่จะใช้ข้อมูลเท่านั้นที่สามารถดึงข้อมูลที่ต้องการออกไปใช้ได้ ข้อมูลบางส่วนอาจใช้ร่วมกับผู้อื่นได้ แต่บางส่วนผู้มีสิทธิเท่านั้นจึงจะสามารถใช้ได้

2.8.3 หลักการจัดทำฐานข้อมูล

การจัดฐานข้อมูลที่ดี

1) ต้องมีระเบียบและง่ายต่อการจัดการ ส่วนการนำคอมพิวเตอร์มาใช้กับฐานข้อมูล ช่วยทำให้เพิ่มความเร็วในการค้นหาข้อมูล และจัดเก็บข้อมูลได้มาก

2) ต้องมีการวางแผนที่ดีและต้องทราบวัตถุประสงค์ของการใช้งาน มีข้อมูลอะไรบ้างที่ต้องการบันทึกเอาไว้ในระบบคอมพิวเตอร์

2.8.4 แนวทางการวิเคราะห์ระบบก่อนจัดทำฐานข้อมูล

ควรวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยอาจทดลองถามคำถามกับตัวเองดังนี้ คือ

1) ข้อมูลอะไรที่เราต้องการเรียกใช้จากฐานข้อมูล

2) หัวเรื่องอะไรที่เราต้องการใส่ลงในฐานข้อมูล

3) แต่ละหัวเรื่องมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

4) ข้อมูลประเภทใดที่จะใส่ลงในแต่ละหัวเรื่อง

2.8.5 ส่วนประกอบของตารางข้อมูลในฐานข้อมูล

โดยทั่วไปแล้วตารางข้อมูลที่ใช้งานกันจะประกอบด้วย แถว (Row) และคอลัมน์ (Column) ต่างๆ แต่ถ้ามองกันในรูปแบบของฐานข้อมูลแล้ว เราจะเรียกรายละเอียดในแถวว่า เรคอร์ด (Record) และเรียกรายละเอียดในแนวคอลัมน์ว่า ฟิลด์ (Field)

ในฐานข้อมูล 1 ระบบ อาจประกอบด้วยตารางข้อมูลมากกว่า 1 ตาราง ฐานข้อมูลที่มีตารางข้อมูลมากกว่า 1 ตาราง และมีตารางตั้งแต่ 1 คู่ขึ้นไปที่มีความสัมพันธ์กันด้วยฟิลด์ไดฟิลด์หนึ่ง เราเรียกฐานข้อมูลประเภทนี้ว่า "ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์" หรือ Relational Database

2.8.6 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลโดยส่วนใหญ่แล้ว เป็นระบบที่มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในกระบวนการจัดเก็บข้อมูล ค้นหาข้อมูล ประมวลผลข้อมูล เพื่อให้ได้สารสนเทศที่ต้องการแล้วนำไปใช้ในการปฏิบัติงานและบริหารงานของผู้บริหาร โดยอาศัยโปรแกรมเข้ามาช่วยจัดการข้อมูลจากกระบวนการดังกล่าวนี้

จากกระบวนการดังกล่าวนี้ระบบฐานข้อมูลจึงมีองค์ประกอบ 5 ประเภท คือ

1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

2) โปรแกรม (Program หรือ Software) ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมดูแลการสร้างฐานข้อมูล การเรียกใช้ข้อมูล และการจัดทำรายงาน เรียกว่า โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS)

3) ข้อมูล (Data)

4) บุคลากร (People ware) คือ ผู้ใช้งาน (User) พนักงานปฏิบัติการ (Operator) นักวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analyst) ผู้เขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน (Programmer) และผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator: DBA)

5) ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Procedure) เป็นขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ในการปฏิบัติงาน เพื่อการทำงานที่ถูกต้องและเป็นไปตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ จึงควรทำเอกสารที่ระบุขั้นตอนการทำงานของหน้าที่ต่างๆ ในระบบฐานข้อมูล ทั้งขั้นตอนปกติ และขั้นตอนในสภาวะที่ระบบเกิดปัญหา (Failure)

2.9 การออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูล (Database Programming Design)

หลังจากพอจะทราบแนวคิดของฐานข้อมูล ในการที่จะใช้งานฐานข้อมูลได้นั้น เราจะต้องเข้าใจการออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) เสียก่อน ซึ่งนอกจากจะต้องเข้าใจหลักการวิธีการในการออกแบบแล้ว เรายังต้องเข้าใจตัวข้อมูลที่ใช้งานอยู่ด้วยว่าเป็นเช่นไร และมีขอบเขตอย่างไร

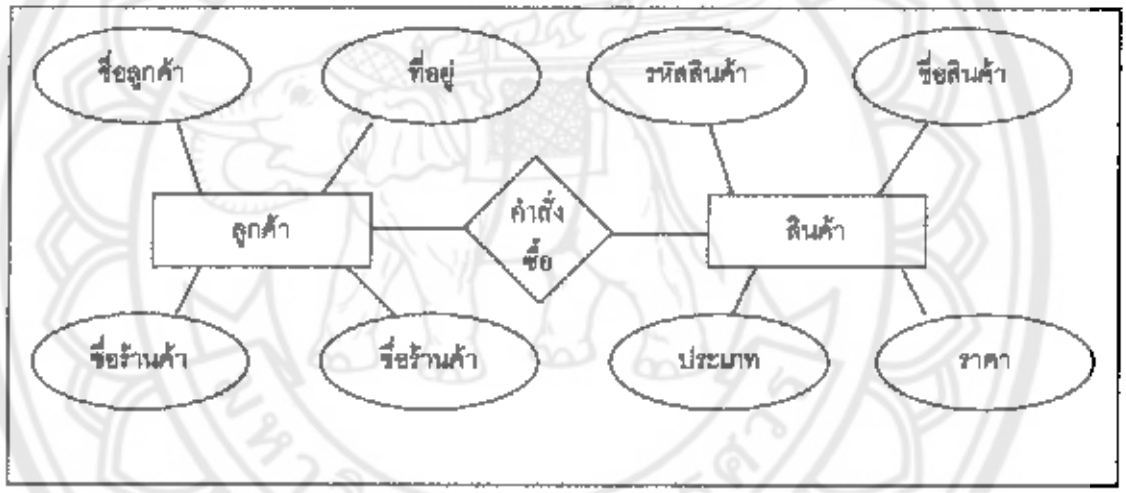
ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมฐานข้อฐานมีดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ในการออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูล

ก่อนอื่นเราต้องกำหนดให้ได้ก่อนว่าจะสร้างฐานข้อมูลเพื่อใช้งานอะไรซึ่งนั่นหมายถึงเราจะสามารถกำหนดขอบเขตของข้อมูลและเริ่มมองเห็นตัวข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ อย่างคร่าวๆ เอาไว้แล้ว

2) กำหนด Entity และ Relation ในฐานข้อมูล

หลังจากที่ทราบวัตถุประสงค์ของการใช้งาน และทราบความต้องการของผู้ใช้งานไปแล้วขั้นต่อไปคือ การกำหนดว่าในฐานข้อมูลนั้นจะต้องมีตารางอะไรบ้าง ซึ่งก่อนที่จะสามารถบอกได้ว่าจะมีตารางอะไรบ้างนั้น เราจะต้องกำหนดให้ได้ก่อนว่าในฐานข้อมูลของเราจะมี Entity และ Relation อะไรบ้าง



รูปที่ 2.8 แสดง Entity และ Attribute

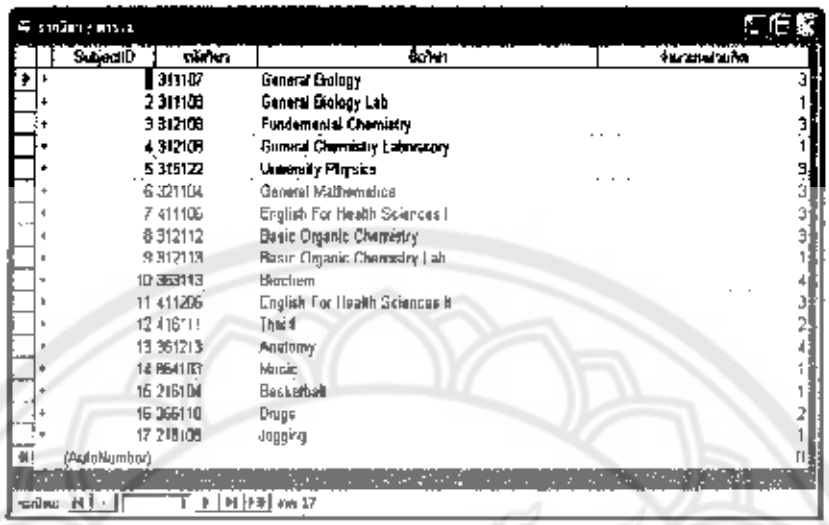
(ที่มา : สุรัสวดี วงศ์จันทร์สุท, คู่มือใช้งาน Access 2003 ฉบับสมบูรณ์, น.36)

2) กำหนดจะให้มีตารางอะไรบ้าง และแต่ละตารางจะให้มีฟิลด์อะไร

แต่ละตารางจะเก็บข้อมูลไว้หลายหัวข้อ ซึ่งแต่ละหัวข้อก็จะกลายเป็นฟิลด์ต่างๆ ในตาราง ปกติเรามักจะใช้ Attribute ของ Entity หรือ Relation มาดัดแปลงเป็นชื่อฟิลด์ต่างๆ ของตารางนั้นเอง มีสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการกำหนดฟิลด์ให้กับตารางดังนี้

- ชื่อฟิลด์ในตารางต้องมีความสัมพันธ์กับชื่อตาราง
- ต้องสร้างฟิลด์ขึ้นมาให้ครอบคลุมข้อมูลที่ต้องการ

- ควรทำให้ฟิลด์เก็บข้อมูลในหน่วยที่เล็กที่สุดที่จะทำได้

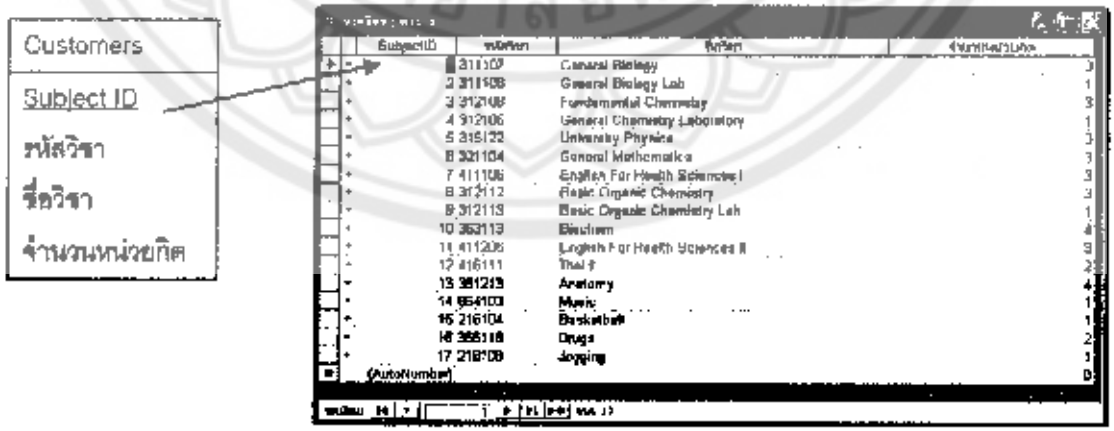


รูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างฟิลด์กับตารางข้อมูล

(ที่มา : สุรัสวดี วงศ์จันทร์สุท, คู่มือใช้งาน Access 2003 ฉบับสมบูรณ์, น.79)

3) กำหนดว่าฟิลด์ใดจะทำหน้าที่เป็นฟิลด์หลัก

สำหรับข้อมูลในแต่ละเร็คคอร์ดของตาราง (แต่ละแถว) จะต้องมีฟิลด์ใดฟิลด์หนึ่ง (หรือมีฟิลด์อยู่จำนวนหนึ่ง) ที่มีข้อมูลในฟิลด์นั้น (หรือข้อมูลในฟิลด์ชุดนั้น) ทั้งตารางไม่ซ้ำกันเลย โดยเราจะเรียกฟิลด์นั้น (หรือฟิลด์ชุดนั้น) ว่า คีย์หลัก (Primary Key)



รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างฟิลด์ใดจะทำหน้าที่เป็นฟิลด์หลัก

(ที่มา : สุรัสวดี วงศ์จันทร์สุท, คู่มือใช้งาน Access 2003 ฉบับสมบูรณ์, น.38)

1 4654043
- 3 ก.ย. 2552
สำนักหอสมุด
TD
345
ม27ฤก
2551

4) กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตารางต่างๆ ในฐานข้อมูล

เราสามารถกำหนดได้ชัดเจนว่าฟิลด์เป็นคีย์หลักของตาราง แต่ต้องไม่ลืมว่านี่คือฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ดังนั้น ข้อมูลที่มีในตารางจึงสัมพันธ์กันอยู่ ทำให้เราต้องระบุความสัมพันธ์ระหว่างตารางให้ชัดเจน

- **ความสัมพันธ์แบบ 1 ต่อ 1 (One to One Relationship)**

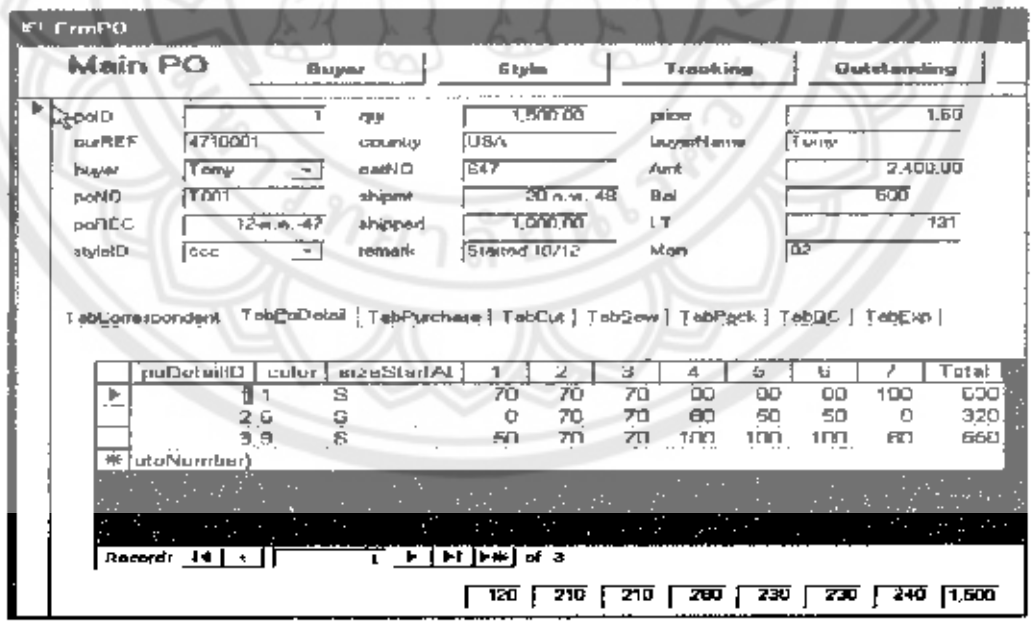
เป็นความสัมพันธ์ที่ 1 เร็คคอร์ดใดๆ ของตารางหนึ่งสามารถจับคู่กับเร็คคอร์ดของอีกตารางได้เพียงเดียวเท่านั้น

- ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่ม (One to Many Relationship)

เป็นความสัมพันธ์ที่ 1 เร็คคอร์ดใดๆ ของตารางหนึ่งสามารถจับคู่กับหลายๆ เร็คคอร์ดของอีกตารางหนึ่ง ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อกลุ่มนี้เราจะกำหนดให้ตัวช่วยที่ใช้บอกความสัมพันธ์นั่นคือ คีย์เพื่อนบ้าน (Foreign Key) เพื่อแสดงว่า 2 ตารางใดๆ มีความสัมพันธ์กัน โดยเรากำหนดให้คีย์เพื่อนบ้านอยู่ในฝั่งของกลุ่ม (Many) โดยจะเชื่อมโยงกับคีย์หลักของอีกฝั่งหนึ่ง (One)

- ความสัมพันธ์แบบกลุ่มต่อกลุ่ม (Many to Many Relationship)

เป็นความสัมพันธ์ที่มีหลายๆ เร็คคอร์ด ของตารางหนึ่งสามารถจับคู่ได้กับหลายๆเร็คคอร์ดของอีกตารางหนึ่ง



รูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างโปรแกรมฐานข้อมูล

(ที่มา : www.geocities.com/jhkinter/mainpage.htm)

2.10 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)

คือ แบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆ ไว้เรียบร้อย เพื่อจะใช้ในการบันทึกข้อมูลได้ง่ายและสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยาก ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน

วัตถุประสงค์ของการออกแบบฟอร์มในการเก็บข้อมูล

1) เพื่อควบคุมและติดตาม (Monitoring) ผลการดำเนินการผลิต
2) เพื่อการตรวจสอบ
3) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง

ตารางที่ 2.7 แสดงประเภทของแผ่นตรวจสอบ

ลักษณะของแผ่นตรวจสอบ	วัตถุประสงค์	การนำไปใช้
1. กระดาษเปล่า	ข้อมูลทั่วไป	ใช้บันทึกเท่านั้น ไม่นำไปวิเคราะห์ต่อ
2. ตารางแสดงความถี่	นับจำนวนตำหนิ	ใช้จำแนกข้อมูลเพื่อนำไปทำแผนผัง/กราฟ
3. ตารางกรอกตัวเลข	นับจำนวนของเสีย/จำนวนคน ข้อมูลจากการวัด/การทดสอบ	ใช้เขียนแผนผังควบคุม ผังการกระจาย ฮิสโตแกรม หรือแผนภูมิกราฟ
4. ตารางการทำเครื่องหมาย	ทำเครื่องหมายแทนการเขียน	ใช้จำแนกข้อมูล ทำผังพาเรโตหรือกราฟ
5. ตารางแบบสอบถาม	สอบถามข้อคิดเห็น	หาความถี่ ทำผังพาเรโต
6. ตารางแบบอื่นๆ	การตรวจสอบเฉพาะเรื่อง	ใช้ตามวัตถุประสงค์เฉพาะเรื่อง เช่น แบบสอบถามสำหรับเลือกเมนูอาหาร

(ที่มา : www.tpmconsulting.org)

2.10.1 ขั้นตอนการออกแบบแผ่นตรวจสอบ

1) กำหนดวัตถุประสงค์และตั้งชื่อแผ่นตรวจสอบ
2) กำหนดปัจจัย (4M)
3) ทดลองออกแบบ กำหนดสัญลักษณ์
4) ทดลองนำไปใช้เก็บข้อมูล
5) ปรับปรุงแก้ไข ทดลองเก็บ
6) กำหนดการใช้แผ่นตรวจสอบ (5W 1H)
7) นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุป
8) แบบฟอร์มข้อมูลดิบ และแบบฟอร์มสรุป

2.10.2 ข้อควรจำในการออกแบบแผ่นตรวจสอบ

1) ต้องมีวัตถุประสงค์ในการใช้แผ่นตรวจสอบ
2) กรอกข้อมูลละดวก ง่ายต่อการบันทึก
3) ยิ่งมีการเขียนหรือคัดลอกมากเท่าใด โอกาสผิดย่อมมากเท่านั้น
4) สะดวกต่อการอ่านค่าหรือใช้ในการวิเคราะห์
5) ต้องพอสรุปผลได้ทันทีที่กรอกข้อมูลเสร็จ
6) ก่อนใช้แผ่นตรวจสอบจริง ผู้ออกควรทดลองเก็บข้อมูลก่อนใช้จริง
7) มีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 2.8 แสดงใบตรวจสอบเครื่องจักร อุปกรณ์

ใบตรวจสภาพเครื่องจักร

ชื่อเครื่องจักร..... **หน้าที่การทำงาน**.....

หมายเลขเครื่องจักร..... **ตำแหน่งเครื่องจักร**.....

แผนประจำ.....

เครื่องจักร/อุปกรณ์	มาตรฐานการตรวจสอบ	หมายเลขรูป	ว...../ด...../ป.....		ว...../ด...../ป.....	
			สภานภาพเครื่องจักร	หมายเหตุ	สภานภาพเครื่องจักร	หมายเหตุ
1						
2						
3						

√ แทน ปกติ X แทน ไม่ปกติ D แทน แก้ไขด่วน C แทน ปรับเปลี่ยนเท่านั้น S แทน แก้ไขแล้ว

(ที่มา : นายภาคภูมิ สังข์ทิตย์, นายณัฐพงษ์ ศรีสุธรรม : ปริญญานิพนธ์การจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันในโรงสีข้าวชัยศิริ, 2548)

2.11 **ขั้นตอนการจัดทำรายการมาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์**

ที่มาของรายการจัดทำมาตรฐานบำรุงรักษา เราสามารถนำมาจัดทำมาตรฐานบำรุงรักษาได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) **สำรวจรายการ เครื่องจักรเข้าระบบบำรุงรักษาจัดทำเป็นข้อมูลโรงงาน**

2) **จากข้อมูลโรงงาน ให้จัดกลุ่มเครื่องจักรเป็นประเภทเดียวกัน เช่น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบบกระแสสลับ แบบกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแบบวงแหวน วงแหวนสปริง**

ปั๊มน้ำ แยกประเภท แบบปั๊มน้ำหอยโข่ง หรือแบบปั๊มแรงดันสูง

เครื่องอัดอากาศ แยกประเภทเป็นแบบลูกสูบแบบเทอร์โบ หรือแบบสกรู

พัดลม แยกประเภทเป็นแบบแรงเหวี่ยงแบบผสม

เกียร์ แยกเป็นประเภท เกียร์ปิด เกียร์เปิด เกียร์มอเตอร์

สายพานส่งกำลัง แยกประเภทเป็นแบบ วี-เบลต์ หรือฟันเฟือง

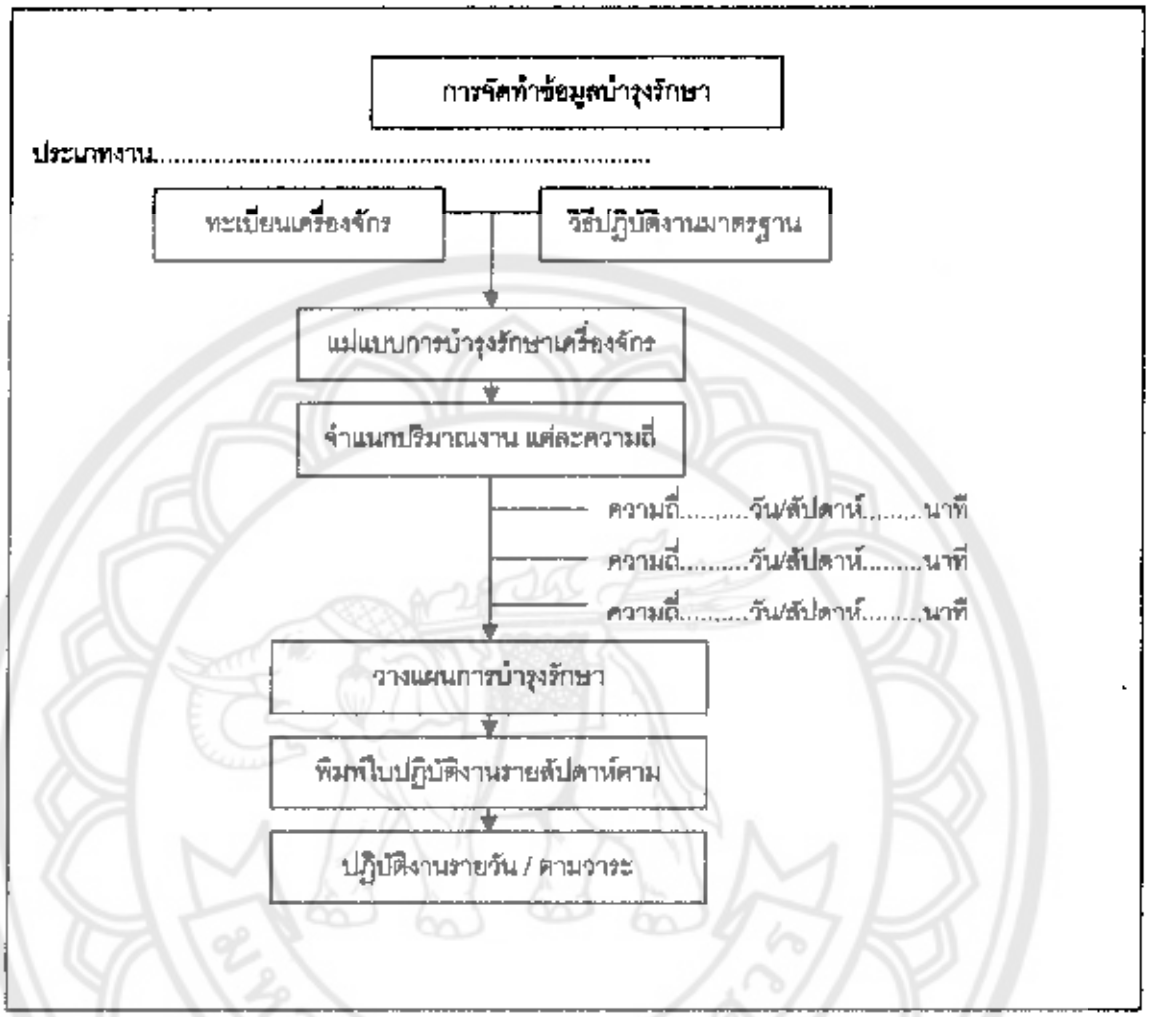
สายพานลำเลียง แบบเร่งความตึงที่ลูกกลิ้งตัวท้าย ลูกกลิ้งตัวกลาง

รวมทั้งประเภทอื่นๆ เช่น ระบบไฮดรอลิก นิวแมติก หม้อไอน้ำ หม้อแปลงไฟฟ้า จุดประสงค์ที่เราจัดกลุ่มเครื่องจักรเป็นประเภทเดียวกันเหมือนกัน หรือเครื่องจักรอุปกรณ์ที่คล้ายกันเข้าด้วยกัน เพราะเรามีแนวคิดว่า เครื่องจักรประเภทเดียวกัน คล้ายกัน หรือเหมือนกันรายการมาตรฐานบำรุงรักษา ย่อมเหมือนกัน จะแตกต่างกันบ้างก็ สามารถแก้ไขเพิ่มเติมบางรายการได้

ข้อดี ของการจัดกลุ่มตามประเภท แล้วจัดทำเป็นรายการมาตรฐาน จะทำให้ได้รายการมาตรฐานเดียวกัน สามารถคัดลอก นำไปใช้กับเครื่องเดียวกันได้ทั้งโรงงาน ทำให้สะดวกรวดเร็ว วิธีการก็คือ การกำหนดหมายเลขงานมาตรฐานแต่ละกลุ่ม แต่ทำเพียงเครื่องใดเครื่องหนึ่งแล้วคัดลอกไปใช้ยังเครื่องจักรอื่น ที่เหมือนกันคล้ายกัน

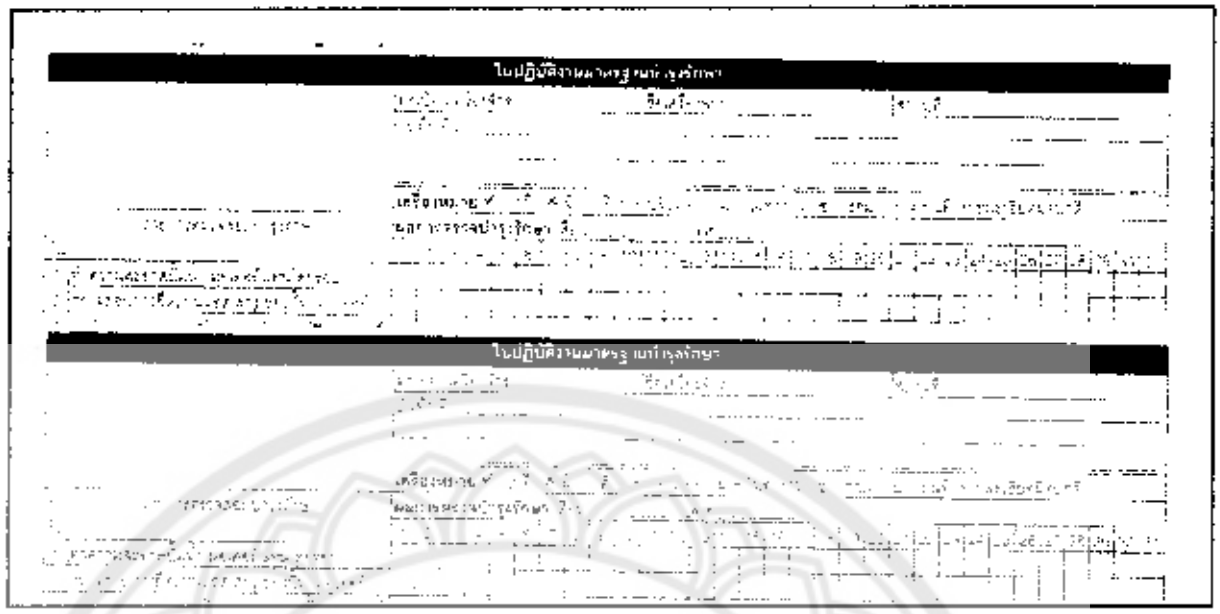
3) จัดทำรายการบำรุงรักษา นำรายการงานบำรุงรักษาทั้งหกงานมาจัดทำรายการบำรุงรักษาเครื่องจักรในใบจัดทำมาตรฐาน ได้แก่

1. งานทำความสะอาด
2. งานหล่อลื่น
3. งานตรวจสภาพ และปรับแต่ง
4. งานใช้เครื่องมือตรวจสภาพ
5. งานทดสอบสมรรถนะ
6. งานซ่อมเปลี่ยน



รูปที่ 2.12 แสดงผังการไหลขั้นตอนการจัดทำข้อมูลการบำรุงรักษาเครื่องจักร

(ที่มา : วินัย เวชวิทยาขลัง. ระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงปฏิบัติ : เอ็มแอนด์อี, 2550, น.70)



ใบปฏิบัติงานมาตรฐานบำรุงรักษา

ใบปฏิบัติงานมาตรฐานบำรุงรักษา

รูปที่ 2.13 แสดงตารางใบปฏิบัติงานมาตรฐานบำรุงรักษา

(ที่มา : วินัย เวชวิทยาขลัง. ระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงปฏิบัติ : เอ็มแอนด์อี, 2550, น.72)

รายงานความผิดปกติของเครื่องจักร

จุดตรวจ	ลำดับ	จุดตำแหน่ง	การผิดปกติของเครื่องจักร	ปัญหาสาเหตุ	การแก้ไขเบื้องต้น	เสนอแนะแก้ไขป้องกัน	ลงชื่อ

รายงานความผิดปกติของเครื่องจักร

จุดตรวจ	ลำดับ	จุดตำแหน่ง	การผิดปกติของเครื่องจักร	ปัญหาสาเหตุ	การแก้ไขเบื้องต้น	เสนอแนะแก้ไขป้องกัน	ลงชื่อ

รูปที่ 2.14 แสดงตารางบันทึกรายงานความผิดปกติของเครื่องจักร

(ที่มา : วินัย เวชวิทยาขลัง. ระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงปฏิบัติ : เอ็มแอนด์อี, 2550, น.72)