บทที่ 2

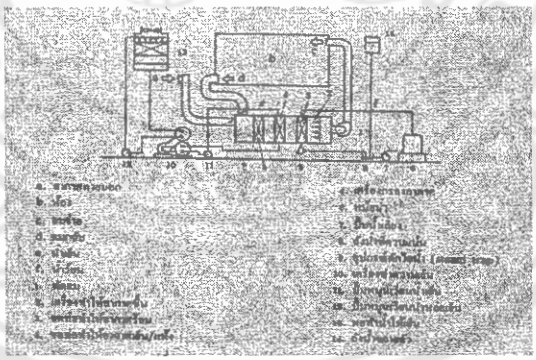
หลักการและทฤษฎี

2.1 เครื่องปรับอากาศ (Air Condition)

2.1.1 ส่วนประกอบเบื้องต้นของระบบปรับอากาศ ที่สำคัญคือ

1. ระบบผลิตความร้อน มีเครื่องจักรทำความเย็น หอทำน้ำเย็น และหม้อน้ำ
2. ระบบท่อ มีท่อน้ำ ท่อไอน้ำ สารทำความเย็น และปั๊ม
3. เครื่องปรับอากาศ มีเครื่องกรองอากาศ เครื่องทำให้อากาศเย็น เครื่องทำให้อากาศร้อน และเครื่องทำให้อากาศชื้น
4. ระบบท่อลม มีพัดลม ท่อลม และหัวจ่ายลม

ในรูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบเบื้องต้นของระบบปรับอากาศส่วนกลาง (central air conditioning system) อากาศภายนอกสำหรับชดเชยอากาศที่ระบายออกไป และอากาศภายในที่ดูดกลับเพื่อประหยัด จะเข้ามาผสมรวมกันแล้วจ่ายผ่านเครื่องกรองอากาศภายในเครื่องปรับอากาศเพื่อกรองเอาฝุ่นละอองในอากาศออกไป



รูปที่ 2.1 แสดงระบบการปรับอากาศ

(ที่มา : ดร.ไพบูลย์ หังสพฤกษ์, การปรับอากาศ)

2.1.2 การจำแนกระบบการปรับอากาศ ระบบปรับอากาศแบบพื้นฐานเป็นระบบปรับอากาศส่วนกลางดังแสดงในรูปที่ 2.1 เพื่อการควบคุมภาวะอากาศในห้องให้ดีขึ้น และเนื่องจากผลการปรับปรุงเทคนิคในการปรับอากาศจึงได้มีการพัฒนาระบบปรับอากาศแบบต่างๆ ขึ้นมามากมายโดยเฉพาะเกี่ยวกับด้านอุปกรณ์ทำความเย็น

ในปัจจุบันมีระบบเครื่องปรับอากาศที่ใช้กันอยู่ดังนี้

2.1.2.1 ระบบอากาศทั้งหมด

1. ท่อลมเดียว
   - ปริมาตรคงที่
   - ปริมาตรเปลี่ยนแปรได้
   - การให้ความร้อนซ้ำ
2. ท่อลมคู่
   - ปริมาตรคงที่
   - ปริมาตรเปลี่ยนแปรได้
   - อุปกรณ์หลายขอบเขต

2.1.2.2 ระบบน้ำและอากาศ

1. ท่อน้ำ
   - สองท่อ – สับเปลี่ยน และไม่สับเปลี่ยน
   - สามท่อ
   - สี่ท่อ
2. อุปกรณ์
   - เครื่องขดท่อและพัดลม
   - เครื่องดูดลม

2.1.2.3 ระบบน้ำทั้งหมด

1. เครื่องขดท่อ – พัดลม

2.1.2.4 ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว

1. เครื่องปรับอากาศแบบชุด
2. เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง

2.1.3 การใช้ การบำรุงรักษา และการแก้ไขข้อขัดข้องของเครื่องปรับอากาศ

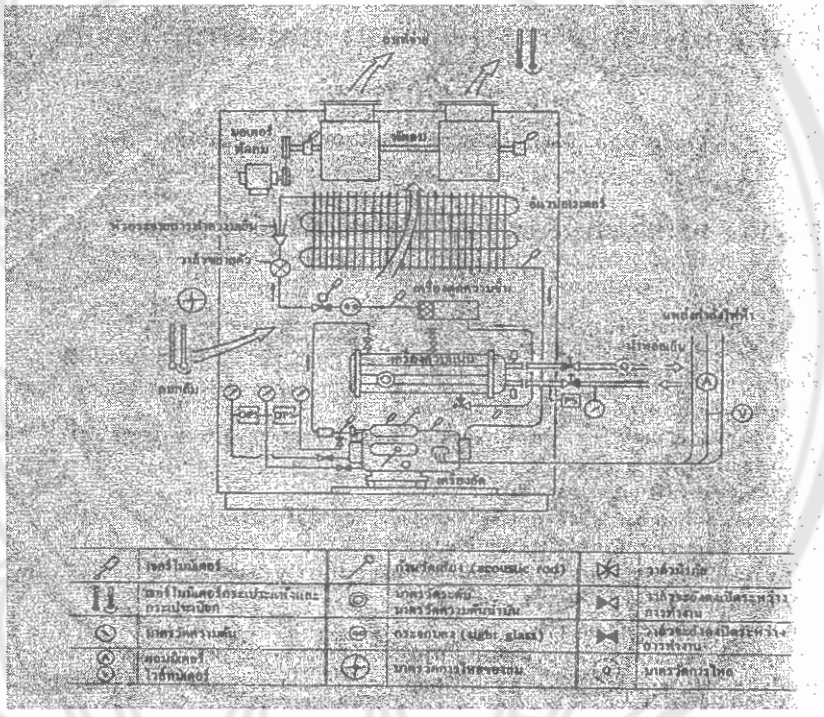
เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งเสร็จหรือซ่อมเสร็จใหม่ๆ จะต้องทดลองเดินเครื่อง และปรับแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ก่อนการใช้งานปกติ ในระหว่างการใช้งานปกติประจำวันจะต้องตรวจการทำงานของเครื่องปรับอากาศในเรื่องต่อไปนี้

1. อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น หรือของอากาศหล่อเย็น
2. **อุณหภูมิของส่วนต่างๆ ของเครื่องปรับอากาศ เสื้อสูบ และกระบอกสูบของเครื่องอัด (เครื่องควบแน่น ลูกปืนฯ)**
3. **เสียงจาการทำงานและการสั่นสะเทือน**
4. **แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของเครื่องทำความเย็น หอทำน้ำเย็น ปั๊มน้ำ ฯ**
5. **ความดันและอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องอัด**
6. **ความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ไหลในวัฏจักรทำความเย็น**

7. องศาในการเปิดของวาล์วขยายตัว

8. ความสะอาดของน้ำมันหล่อลื่น

การทำงานของวัฏจักรการทำความเย็นจะเป็นไปด้วยดีถ้าการระเหยและการควบแน่นของสารทำความเย็นเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับการแปรเปลี่ยนของตัวประกอบเหล่านี้จะช่วยให้ความสามารถทราบความผิดปกติต่างๆ ของระบบได้รวดเร็ว สามารถค้นหาสาเหตุและวิธีการแก้ไขได้อย่างถูกต้อง ดังรูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งที่จะต้องตรวจสอบเมื่อเครื่องปรับอากาศกำลังทำงาน และตารางที่ 2.1 แสดงตำแหน่งที่จะต้องทำการตรวจสอบการทำงานปกติของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งที่ตรวจสอบเมื่อใช้งานเครื่องปรับอากาศ

(**ที่มา** : ดร.ไพบูลย์ หังสพฤกษ์, การปรับอากาศ)

ตารางที่ 2.1 แสดงตำแหน่งที่จะต้องตรวจสอบการทำงานปกติของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องจักร	**อุปกรณ์**	**กิจกรรม**	**มาตรฐานการตรวจสอบ**
คอยร้อน	แผ่นกรองอากาศ	การทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ (filter)	ตรวจสอบด้วยตาเปล่าปราศจากสิ่งสกปรกไม่มีฝุ่นเกาะสีดำ
	สายไฟ	ตรวจสอบดูข้อต่อของระบบไฟฟ้า	ไฟที่ไขควงต้องสว่าง
	มอเตอร์	ตรวจสอบดูสายพาน	สายพานมีความตึงที่พอดี ไม่หย่อนลงเกิน 1 นิ้ว
	น็อต,สลักเกลียว	การตรวจดูการหลุดหลวมของสลักเกลียว	เมื่อขันดูต้องแน่นสนิทกัน
	ท่อส่งน้ำมันหล่อลื่น	สวิท์ป้องกันความดันน้ำมันหล่อลื่น	ความดันของน้ำมันหล่อลื่นปกติจะสูงกว่าความดันไอทางดูด 1.2 – 3.0 kg/cm^2
	ท่อส่งน้ำยา	การตรวจสอบรอยรั่ว	เมื่อใช้เกจวัดได้ค่าที่พอดีกับที่กำหนด หรือสังเกตุด้วยตาเปล่าไม่มีหยดน้ำที่พื้นมากเกินไป
คอยเย็น	ท่อระบายน้ำ	การทำความสะอาดท่อระบายน้ำทิ้งและถาดน้ำทิ้ง	ตรวจสอบด้วยตาเปล่าปราศจากสิ่งสกปรก
	แผ่นกรองอากาศ	การทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ (filter)	ตรวจสอบด้วยตาเปล่าปราศจากสิ่งสกปรกไม่มีฝุ่นเกาะสีดำ
เครื่องอัด	ประกับรับเพลา	ตรวจอุณหภูมิของ BEARING	อยู่ในอุณหภูมิปกติ
	ห้องข้อเหวี่ยง	**ฟังเสียง**	**จะต้องปราศจากเสียงผิดปกติหรือเสียงเคาะ**
		ตรวจอุณหภูมิของห้องข้อเหวี่ยง	เกิดการอัดเปียกถ้าต่ำถึง 50°C

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)แสดงตำแหน่งที่จะต้องตรวจสอบการทำงานปกติของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องจักร	**อุปกรณ์**	**กิจกรรม**	**มาตรฐานการตรวจสอบ**
มอเตอร์ไฟฟ้า	**แอมมิเตอร์**	**การตรวจกระแสไฟฟ้า**	**อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (ภายใน** ค่าที่กำหนดให้ มอเตอร์ใช้งาน)
	ประกับรับเพลา	ตรวจอุณหูมิ	เมื่อเอามือจับด้านนอกของประกับเพลาจะรู้สึกอุ่น
	เปลือกหุ้ม	วัดอุณหูมิ	อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (ภายใน ± 10%)
	ขดลวด	วัดอุณหูมิเพิ่ม	อุณหภูมิที่เพิ่มจะต้องอยู่ในเกณฑ์ขึ้นอยู่กับ ชนิดของฉนวน (ชั้น E 80°C)
พัดลม หัวจ่ายสาร ทำความเย็น	ประกับรับเพลา	วัดอุณหภูมิ	จะต้องมีอุณหภูมิเมื่อเอามือจับด้านนอกของประกับรับเพลาจะรู้สึกอุ่น
	สายพาน ช่องทางออกของเครื่องสารดูดความชื้น	วัดความตึงของสายพาน	ความตึงพอเหมาะเมื่อเอานิ้วกดจะยุบเล็กน้อย
		วัดอุณหภูมิของสารทำความเย็นเหลว	จะต้องไม่มีการลดต่ำของอุณหภูมิมากผิดปกติ
	ขดลวดของวาล์วโซลินอยด์	ตรวจดูการเพิ่มอุณหภูมิ	จะต้องอยู่ในเกณฑ์การเพิ่มที่ยอมรับได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของฉนวน

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)แสดงตำแหน่งที่จะต้องตรวจสอบการทำงานปกติของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องจักร	อุปกรณ์	กิจกรรม	มาตรฐานการตรวจสอบ
อีแวปอเรเตอร์	ท่อทางเข้า - ออกของอากาศ	วัดอุณหภูมิที่ช่องทางเข้า วัดอุณหภูมิที่ช่องทางออก	การคำนวณความสามารถในการทำความเย็นควรทำจากความแตกต่างของอุณหภูมิและปริมาตรอากาศ แล้วจึงตรวจสอบกับค่าในการออกแบบปริมาตรอากาศ
	ขดท่อทำความเย็น	ดูการควบแน่น	การควบแน่นจะต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

(ที่มา : ดร.ไพบูลย์ หังสพฤกษ์, การปรับอากาศ)

2.1.4 **การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ**

ปัจจุบัน มลภาวะทางอากาศเช่น ฝุ่นละออง ควันพิษ เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ๆ เช่น เมืองหลวงของเราเป็นต้น แน่นอนมลภาวะเหล่านี้ไม่เป็นผลดีทั้งต่อมนุษย์และเครื่องใช้ โดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศที่ทุกบ้านใช้กันอยู่หลายๆ สาเหตุของแอร์เกิดจากเพียงแค่แอร์สกปรกหรือแอร์ตันจากการสะสมของฝุ่นละอองเท่านั้นซึ่งเป็นเพียงแค่ปัญหาเล็กๆแต่ถ้าปล่อยไว้นานปัญหาเล็กๆ ก็จะกลายเป็น ปัญหาใหญ่หรือเป็นจุดเริ่มต้นของแอร์เสียนี่ก็คือเหตุผลว่าทำไมเราต้องล้างแอร์ นั่นก็คือเราจะเสียเงินค่าบำรุงรักษาแอร์น้อยกว่าการเสียเงินเพื่อซ่อมแซมแอรนั่นเองบ้านเรือนทั่วไปที่มีเครื่องปรับอากาศควรจะบำรุงรักษาโดยการล้างแอร์เต็มระบบเป็นประจำอย่างน้อยปีละ 1-2 ครั้ง หรือ ปีละ 3-4 ครั้ง สำหรับบ้านเรือนที่อยู่ติดถนนหรืออาคาร สำนักงานที่มีการใช้ เครื่องปรับอากาศ เต็มที่เป็นเวลานานๆ

การบำรุงรักษาที่ถูกต้องและสม่ำเสมอทำให้เครื่องปรับอากาศมีอายุการใช้งานได้ยาวนานมีประสิทธิภาพสูง ประหยัดพลังงานไฟฟ้าตลอดเวลา ซึ่งควรปฏิบัติดังนี้

1. หมั่นทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศทุกๆ 2 สัปดาห์ เพื่อให้เครื่องสามารถจ่ายความเย็นได้เต็มที่ตลอดเวลา

2. หมั่นทำความสะอาดแผงท่อทำความเย็นด้วยแปรงนิ่มๆ และน้ำผสมสบู่เหลวอย่างอ่อนทุก 6 เดือน เพื่อให้เครื่องทำความเย็นได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

3. ทำความสะอาดพัดลมส่งลมเย็นด้วยแปรงขนาดเล็ก เพื่อขจัดฝุ่นละอองที่จับกันเป็นแผ่นแข็งและติดกันอยู่ตามซี่ใบพัดทุก 6 เดือน จะทำให้พัดลมส่งลมได้เต็มสมรรถนะตลอดเวลา

4. ทำความสะอาดแผงท่อระบายความร้อน โดยการใช้แปรงนิ่มๆ และน้ำฉีด ล้างทุกๆ 6 เดือนเพื่อให้เครื่องสามารถนำความร้อนภายในห้องออกไปทิ้งให้แก่อากาศภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. หากปรากฏว่าเครื่องไม่เย็นเพราะสารทำความเย็นรั่วต้องรีบตรวจหารอยรั่วแล้วทำการแก้ไขพร้อมเติมให้เต็มโดยเร็ว มิฉะนั้นเครื่องจะใช้พลังงานไฟฟ้าโดยไม่ทำให้เกิดความเย็นแต่อย่างไร

6. ตรวจสอบฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็นอย่างสม่ำเสมอ อย่าให้เกิดฉีกขาด

(ที่มา : http://www.rung-ruengair.com/service/SetUpClean1.html)

2.1.5 การตรวจและบำรุงรักษาประจำวัน

1. การทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ

ขั้นแรกให้ตรวจดูแผ่นกรองอากาศ แผ่นกรองอากาศจะต้องดูแลให้สะอาดอยู่ตลอดเวลา

2. การขันข้อต่อของระบบไฟฟ้าให้แน่น

จุดที่จะต้องคอยดูแลเอาใจใส่ตรวจดูและขันให้แน่นอยู่เสมอคือ

2.1 ขั้วต่อของสวิทช์ความดัน

2.2 ขั้วต่อของสวิทช์แม่เหล็ก

2.3 ขั้วต่อของสายไฟฟ้ากำลัง

ในการทำงานจะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่

3. การปรับสายพานให้ตึง

สายพานของพัดลมจะต้องตึงพอเหมาะ เมื่อสายพานหย่อนสายพานก็จะลื่นส่งผลให้ปริมาตรการไหลลดลง มีความร้อนเกิดขึ้นจากการเสียดสีและการสึกหรอ การสั้นสะบัดของสายพานและทำให้เกิดเสียงรบกวน

สายพานใหม่ๆ เมื่อใช้ไปนานเข้ามักจะยืดออกและทำให้หย่อนได้ จึงต้องคอยตรวจดูและปรับให้ตึงเป็นประจำ

4. สวิทช์ป้องกันความดันน้ำมันหล่อลื่น

ความดันของน้ำมันหล่อลื่นปกติจะสูงกว่าความดันไอทางดูด 1.2 – 3.0 kg/ cm^2

ฉะนั้นจึงควรปรับสวิทช์ให้ทำงานเมื่อความดันน้ำมันหล่อลื่นต่ำจนสูงกว่าความดันไอทางดูด 1kg/cm^2 ทั้งนี้จะต้องเป็นตามข้อแนะนำของบริษัทผู้ผลิตด้วย

5. การตรวจดูการหลุดหลวมของสลักเกลียว

เมื่อเครื่องปรับอากาศถูกใช้งานไปสักระยะหนึ่งแล้ว สลักเกลียวที่ยึดชิ้นส่วนต่างๆ อาจหลุดหลวมได้ จึงต้องคอยตรวจขันให้แน่นอยู่เสมอ

6. การตรวจสอบรอยรั่ว

การหลุดหลวมของข้อต่อและสลักเกลียวจะเป็นสาเหตุการทำให้สารทำความเย็นรั่วและเกิดเสียงดังขึ้นได้ จึงต้องคอยหมั่นตรวจให้แน่นสนิทอยู่เสมอ และจะต้องตรวจหารอยรั่วเป็นระยะๆ

7. การทำความสะอาดท่อระบายน้ำทิ้งและถาดน้ำทิ้ง

ฝุ่นละอองที่เกาะสะสมบนแผ่นกรองอากาศอาจจะหลุดหล่นลงในถาดน้ำทิ้งและเข้าไปอุดตันท่อระบายน้ำทิ้งได้ จึงต้องคอยหมั่นตรวจดูและทำความสะอาดเป็นประจำ

2.2 **การซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance)**

ในอดีตเป็นเรื่องธรรมดาที่ผู้ใช้งานอุปกรณ์เครื่องจักรใดจะเป็นผู้ซ่อมบำรุงอุปกรณ์เครื่องจักรนั้น แต่ในภายหลังอุปกรณ์เครื่องจักรมีการยกระดับสูงขึ้นมีความซับซ้อนมากขึ้นนอกจากนั้นยังมีการนำระบบ PM แบบอเมริกามาใช้ จึงทำให้เกิดผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในด้านการซ่อมบำรุงเท่านั้นที่จะเป็นผู้ดำเนินการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในลักษณะแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจน แต่ด้วยการทำให้เกิดประสิทธิภาพ การใช้อุปกรณ์เครื่องจักรอย่างเต็มกำลังความสามารถให้ได้นั้น จะทำได้ยากมากหากอาศัยเฉพาะกำลังของฝ่ายซ่อมบำรุงเท่านั้น เพราะฉะนั้นจึงก่อให้เกิดกิจกรรมซ่อมบำรุงด้วยตนเองซึ่งเป็นการรวมตัวกันของกิจกรรมกลุ่มย่อย และซ่อมบำรุงเครื่องจักรเข้าด้วยกัน ซึ่งสามารถแบ่งกิจกรรมออกได้ดังนี้

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

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

2.2.2 **การซ่อมบำรุงเพื่อป้องกัน** (Preventive maintenance) หมายถึง การซ่อมบำรุงที่จะเกิดขึ้นก่อนหน้าที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์การผลิตจะขัดข้อง เป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรนั้นมีอายุการใช้งานยาวนานที่สุดหรือไม่ขัดข้องก่อนเวลาอันควร ซึ่งการซ่อมบำรุงประเภทนี้จะต้องมีการวางแผนล่วงหน้าแล้วจัดทำเป็นคู่มือประกอบการใช้งานและสามารถทำได้โดยการตรวจสภาพ ทำความสะอาด หล่อลื่นหรือปรับแต่งให้เป็นไปตามคู่มือ ณ จุดปฏิบัติงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์นั้นเอง ทั้งนี้รวมถึงการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนชิ้นส่วน อะไหล่ ตามกำหนดเวลาที่คู่มือให้คำแนะนำไว้ด้วย โดยอาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. การบำรุงรักษาประจำวัน ซึ่งปฏิบัติโดยพนักงานผู้ใช้เครื่องจักรเอง
2. การซ่อมบำรุงตามกำหนดเวลาโดยช่างซ่อมบำรุง

2.2.3 **การซ่อมบำรุงเพื่อปรับปรุง** (Corrective maintenance) หมายถึง การดัดแปลงปรับปรุง แก้ไข เครื่องจักรหรืออุปกรณ์การผลิตให้มีสมรรถภาพในการผลิตสูงขึ้นหรือเป็นการซ่อมบำรุงเพื่อขจัดอาการขัดข้องเรื้อรังของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์การผลิตให้หมดสิ้นไป

2.2.4 **การป้องกันโดยการซ่อมบำรุง** (Maintenance prevention) หมายถึง กิจกรรมที่ดำเนินการก่อนจะมีการใช้เครื่องจักรเพื่อให้เครื่องจักรนั้นอยู่ในสภาพมั่นคงพร้อมใช้งานไม่ชำรุดหรือเสียได้ง่ายรวมถึง ถ้าหากมีการชำรุดหรือขัดข้องแล้วยังจะสามารถทำการซ่อมแซมได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งได้แก่ การออกแบบและติดตั้งเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ให้ความแข็งแรงทนทาน ต้องการให้มีการซ่อมบำรุงให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ หากถึงคราวจำเป็นที่จะต้องซ่อมบำรุงต้องให้สามารถทำได้โดยง่ายที่สุด สูญเสียทรัพยากรน้อยที่สุด

2.3 กลยุทธ์การบำรุงรักษา

เนื่องจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงาน แบ่งออกได้เป็น 4 จำพวก ตามแนวความคิดเกี่ยวกับการเสื่อมสภาพ ดังนั้นการบำรุงรักษาเกี่ยวกับสิ่งของแต่ละชนิดจึงต้องใช้วิธีการหรือกลยุทธ์การบำรุงรักษา (Maintenance Strategy) ที่เหมาะสม

กลยุทธ์การบำรุงรักษา (Maintenance Strategy)

แบ่งออกได้เป็น 4 วิธีด้วยกัน คือ

1. **ใช้งานจนกว่าจะชำรุดจึงค่อยซ่อมหรือเปลี่ยน** (Operate to Failure) การบำรุงรักษาด้วยวิธีนี้เหมาะกับสิ่งของซึ่งมีโอกาสชำรุดที่ไม่แน่นอน 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 หรือไม่ก็เป็นการออกแบบที่ไม้ต้องบำรุงรักษาเลย (Maintenance Free) วิธีการนี้เหมาะสมกับสิ่งของที่มีโอกาสชำรุดที่ไม่แน่นอน และมีลักษณะเสื่อมสภาพแบบทันทีทันใด การชำรุดของสิ่งของนั้นๆ จะมีผลกระทบที่รุนแรงต่อการดำเนินงาน

2.4 ข้อมูลการซ่อมบำรุง (Data Maintenance)

ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นเราจำเป็นที่จะต้องมีข้อพื้นฐานต่างๆ ที่ได้เก็บรวบรวมเป็นเวลาที่แตกต่างกันไปเพื่อให้ได้ความเที่ยงตรงของข้อมูลซึ่งมาตรฐานในการเก็บข้อมูลได้

2.4.1 ข้อมูลซ่อมบำรุงที่ควรเก็บ

ข้อมูลที่ควรเก็บจะมีความสำคัญแตกต่างกันไปบางอย่างใช้เพื่อแบ่งแยกข้อมูล ส่วนบางข้อมูลอาจจะบ่งบอกถึงสาเหตุของอาการเสียที่เกิดขึ้น หรือเวลาที่สูญเสียไปในกรณีนั้นๆ ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้น 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

2.4.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลซ่อมบำรุง

นอกจากวิธีการดำเนินงานแล้ว วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลก็มีความสำคัญ เพราะถ้าหาเก็บข้อมูลด้วยวิธีที่ต่างกันหรือรูปแบบต่างกัน ลักษณะของชุดข้อมูลก็จะแตกต่างกันไปด้วย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังตารางที่ 2.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมและข้อมูลที่ควรเก็บให้เป็นลักษณะมาตรฐานอีกด้วย มีขั้นตอนดังนี้

1. รายละเอียดของเครื่องจักรแต่ละเครื่องในโรงงาน,หรือผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่าย, ราคาของเครื่องจักรที่ซื้อมา,รุ่นหรือ Model,ชนิด,ปีที่ผลิต และข้อมูลจำเพาะอื่นๆ ที่จำเป็น,วันที่ติดตั้ง,เริ่มใช้งาน,ข้อควรระวังในการใช้งาน และความถี่ในการหล่อลื่น

2. ประวัติการซ่อมบำรุง ต้องบันทึกการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันและเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง รวมทั้งการดัดแปลงแก้ไขเครื่องจักรนั้นด้วยทุกครั้ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ครั้งที่ทำการซ่อม เช่น ครั้งที่ 1, 2, 3, ...

2.2 วัน/เดือน/ปี ที่เครื่องเสีย หรือวันที่ซ่อมเสร็จจนใช้งานได้ตลอดจนจำนวนชั่วโมง Production Downtime และ Machine Downtime สำหรับการซ่อมแต่ละครั้งด้วย

2.3 สาเหตุการเสียหรือขัดข้อง หรือเหตุผลที่ต้องซ่อมบำรุง

2.4 รายละเอียดของการซ่อมหรือการแก้ไข ตลอดจนชิ้นส่วนอะไหล่ที่เปลี่ยน

2.5 ประเภทของการซ่อม BM, CM และ PM

2.6 ประเภทของช่างที่ซ่อมว่าเป็นช่างอะไร รวมทั้งจำนวนชั่วโมงของช่างแต่ลคน

2.7 จำนวนเงินค่าซ่อมบำรุงแต่ละครั้งที่ซ่อม แยกเป็นค่าอะไหล่และค่าแรง

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

4. ข้อมูลการหล่อลื่นของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ซึ่งผู้ผลิตเครื่องจะแนะนำกำหนดชนิดของน้ำมันหล่อลื่นและความถี่ในการหล่อลื่น อาจจะทำเช่นเดียวกับข้อ 3 หรือรวบรวมเป็นแผนการหล่อลื่น ประสานงานการบำรุงรักษาระหว่างฝ่ายผลิตกับแผนการซ่อมบำรุงตามวาระก็ได้

ตารางที่ 2.2 แสดงตัวอย่างการเก็บข้อมูลและความผิดปกติของเครื่องจักร อุปกรณ์

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

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

2.5 **การวางแผนการบำรุงรักษา** (Maintenance planning)

การวางแผนงานในการบำรุงรักษานั้น ควรพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญ เช่น เวลาในการหยุดเครื่องจักร แผนงานการผลิตสินค้า จำนวนคนที่เข้าปฏิบัติงานและค่าใช้จ่ายต่างๆที่จะเกิดขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม การวางแผนส่วนใหญ่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. วางแผนงานบำรุงรักษาประจำปี (Annual maintenance plans) ซึ่งแผนนี้จะรับประกันความน่าเชื่อถือได้ของเครื่องจักรตลอดอายุการใช้งาน โดยเริ่มจากการติดตั้งเป็นต้นไป ในการวางแผนฝ่ายซ่อมบำรุงจะต้องประสานงานกับฝ่ายผลิต ฝ่ายรับเหมา รวมทั้งจัดเตรียมงานเอกสารที่จะนำไปใช้ในด้านอะไหล่และค่าใช้จ่าย

2. วางแผนงานบำรุงรักษาประจำเดือน (Monthly maintenance plans) คือแผนย่อยของแผนงานบำรุงรักษาประจำปี โดยรวมถึงงานปรับปรุงและป้องกันเครื่องจักรเสียหาย

3. วางแผนงานบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ (Weekly maintenance plans) จะช่วยในการจัดการหางานแต่ละส่วนของฝ่ายซ่อมบำรุงนั้นเอง

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

2.5.1 การเตรียมการแผนงานบำรุงรักษาประจำปี (Preparing annual maintenance plans)

แผนกงานบำรุงรักษาประจำปีมีรายละเอียดของการเตรียมแผนงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

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

1.1 งานตามกฎข้อ (Statutory regulations เช่น งานความปลอดภัย และงานควบคุมมลภาวะ เป็นต้น

1.2 งานบำรุงรักษาตามมาตรฐานเครื่องจักร (Equipment maintenance standards) โดยงานนี้ได้มาจากผลการวัดและการตรวจสอบตามมาตรฐานของเครื่องจักรนั้นๆ ตามผู้ผลิต

1.3 งานบันทึกความขัดข้องเครื่องจักร (Breakdown records) เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นซ้ำอีก

1.4 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) โดยพิจารณาจากแผนการผลิตประจำปีและเป้าหมายของบริษัท เพื่อกำหนดระยะเวลา และค่าใช้จ่ายเพื่อแจ้งเป็นข้อมูลสำหรับฝ่ายบริหาร

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

2.5.2 การเตรียมการแผนงานบำรุงรักษาประจำเดือน (Preparing monthly maintenance plans)

โดยมีรายละเอียดของการเตรียมแผนงานตามขั้นตอนดังนี้

1. จัดลำดับความสำคัญของงาน (Prioritize work) **โดยพิจารณาจาก**

1.1 งานย่อยของรายงานประจำปี (Sub-annual plans)

1.2 งานจากการตรวจสอบการวิเคราะห์เครื่องจักรขัดข้อง

1.3 งานที่ระบุจากการตรวจสอบประจำวัน หรืองานปรับปรุง

1.4 งานเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและคุณภาพของสินค้า (Safety and quality) โดยต้องมีการประชุมประจำเดือนกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อแจ้งแผนงานก่อนดำเนินการ

2. การประเมินจำนวนแรงงานและค่าใช้จ่าย (Estimate workloads)

3. จัดความสมดุลระหว่างงาน (Balance workloads)

4. เตรียมกำหนดแผนงาน (Prepare schedule)

2.5.3 การเตรียมแผนงานบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ (Preparing weekly maintenance plans)

โดยพิจารณาจากจำนวนทีมงานในฝ่ายซ่อมบำรุง จำนวนคนงาน การควบคุม และการหยุดเครื่องจักร ซึ่งงานจะไม่ใหญ่หรือใช้ค่าใช้จ่ายไม่สูงนัก หรืออีกนัยหนึ่งเป็นงานย่อยของงานประจำเดือนบางครั้งอาจรวมงานฉุกเฉิน สินค้าที่มีตำหนิหรือคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน งานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยมาร่วมด้วยเป็นต้น ซึ่งจะมีแผนงานการบำรุงรักษาดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 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)

2.6 ขั้นตอนการจัดทำรายการมาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักร อุปกรณ์

ที่มาของรายการจัดทำมาตรฐานบำรุงรักษา เราสามารถนำมาจัดทำมาตรฐานบำรุงรักษาได้โดยมีขั้นตอน ดังรูปที่ 2.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้

รูปที่ 2.3 แสดงผังการไหลขั้นตอนการจัดทำข้อมูลการบำรุงรักษาเครื่องจักร
(**ที่มา** : วินัย เวชวิทยาขลัง. ระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงปฏิบัติ : เอ็มแอนด์อี, 2550, น.70)

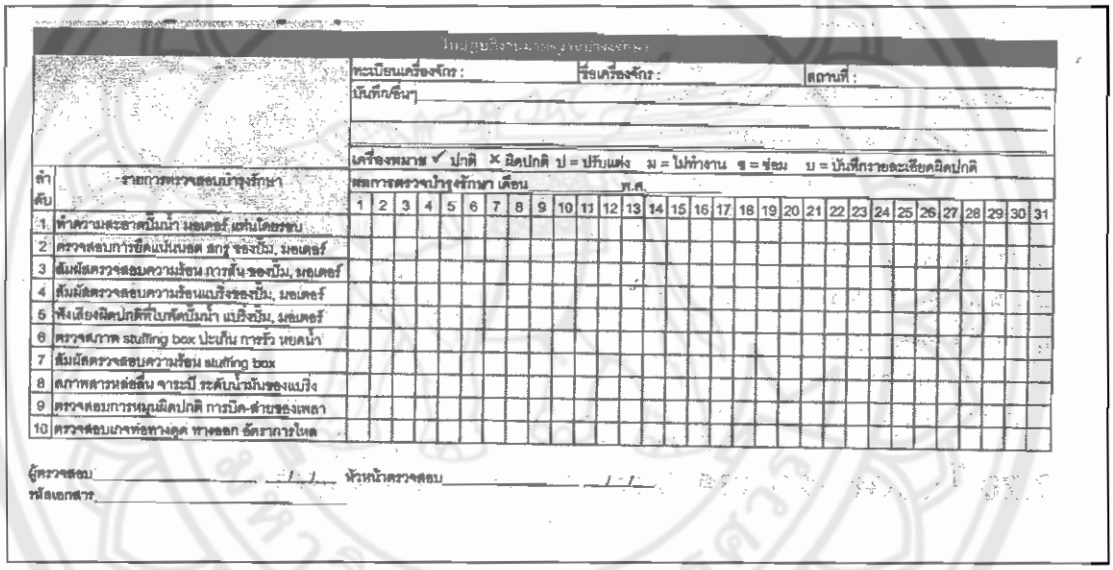
1. สำรวจรายการ เครื่องจักรเข้าระบบบำรุงรักษาจัดทำเป็นข้อมูลโรงงาน

2. จากข้อมูลโรงงาน ให้จัดกลุ่มเครื่องจักรเป็นประเภทเดียวกัน จุดประสงค์ที่เราจัดกลุ่มเครื่องจักรเป็นประเภทเดียวกันเหมือนกัน หรือเครื่องจักรอุปกรณ์ที่คล้ายกันเข้าด้วยกัน เพราะเรามีแนวคิดว่า เครื่องจักรประเภทเดียวกัน คล้ายกัน หรือเหมือนกันรายการมาตรฐานบำรุงรักษาย่อมเหมือนกัน จะแตกต่างกันบ้างก็ สามารถแก้ไขเพิ่มเติมบางรายการได้

ข้อดี ของการจัดกลุ่มตามประเภท แล้วจัดทำเป็นรายการมาตรฐาน จะทำให้ได้รายการมาตรฐานเดียวกัน สามารถคัดลอก นำไปใช้กับเครื่องเดียวกันได้ทั้งโรงงาน ทำให้สะดวกรวดเร็ว วิธีการก็คือ การกำหนดหมายเลยงานมาตรฐานแต่ละกลุ่ม แต่ทำเพียงเครื่องใดเครื่องหนึ่งแล้ว คัดลอกไปใช้ยังเครื่องจักรอื่น ที่เหมือนกันคล้ายกัน

3. จัดทำรายการบำรุงรักษา นำรายการงานบำรุงรักษามาจัดทำรายการบำรุงรักษาเครื่องจักรในใบจัดทำมาตรฐาน ดังรูปที่ 2.4 ได้แก่

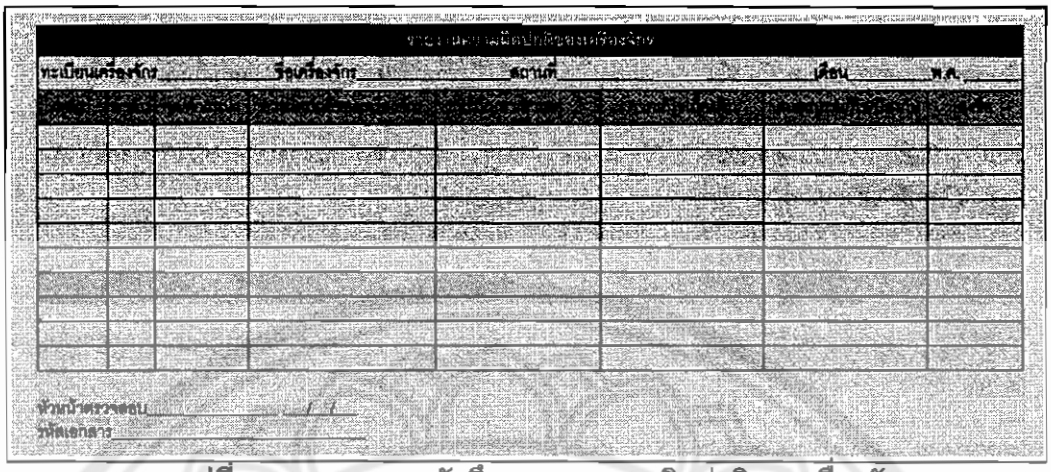
1. งานทำความสะอาด
2. งานหล่อลื่น
3. งานตรวจสภาพ และปรับแต่ง
4. งานใช้เครื่องมือตรวจสภาพ
5. งานทดสอบสมรรถนะ
6. งานซ่อมเปลี่ยน


ทะเบียนเครื่องจักร : รื่องเครื่องจักร : สถานที่ :
บันทึกอื่นๆ
เครื่องหมาย ✓ ปกติ × ผิดปกติ ป = ปรับแต่ง ม = ไม่ทำงาน ซ = ซ่อม บ = บันทึกรายละเอียดผิดปกติ
ลำดับ | รายการตรวจสอบบำรุงรักษา | ผลการตรวจบำรุงรักษา เดือน พ.ศ. | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
1 ทำความสะอาดปั๊มน้ำ มอเตอร์ แท่นโดยรอบ
2 ตรวจสอบการยึดแน่นของ สกรู ของปั๊ม, มอเตอร์
3 สัมผัสตรวจสอบความร้อน การสั่น ของปั๊ม, มอเตอร์
4 สัมผัสตรวจสอบความร้อนแบริ่งของปั๊ม, มอเตอร์
5 ฟังเสียงผิดปกติที่ใบพัดปั๊มน้ำ แบริ่งปั๊ม, มอเตอร์
6 ตรวจสภาพ sealing box ปะเก็น การรั่ว หยดน้ำ
7 สัมผัสตรวจสอบความร้อน sealing box
8 สภาพสารหล่อลื่น จาระบี ระดับน้ำมันของแบริ่ง
9 ตรวจสอบการหยุดผิดปกติ การบิด-ส่ายของเพลา
10 ตรวจสอบเกจ์ท่อทางดูด ทางออก อัตราการไหล
ผู้ตรวจสอบ ___/___/___ หัวหน้าตรวจสอบ ___/___/___
หมายเหตุ

รูปที่ 2.4 แสดงตารางใบปฏิบัติงานมาตรฐานบำรุงรักษา

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

หลังการทำการตรวจเช็คแล้วถ้ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นต้องทำการบันทึกความผิดปกติของเครื่องจักรลงในใบบันทึกรายงานความผิดปกติของเครื่องจักร ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงตารางบันทึกรายงานความผิดปกติของเครื่องจักร

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

2.7 การวัดประสิทธิผลการบำรุงรักษา

ในการประสิทธิผลของการบำรุงรักษานั้น สิ่งที่สำคัญคือ จะต้องพิจารณาทั้งด้านวัตถุประสงค์และวิธีการทำงาน ถ้าประสิทธิของอุปกรณ์อยู่ในสภาวะที่สูงสุดแต่ค่าใช้จ่ายในการรักษาให้สูงสุด เช่นนั้นมีค่าสูงแล้วจะไม่มีประโยชน์แต่อย่างใด ดังนั้นประสิทธิผลของการบำรุงรักษานั้น จะมี 2 ด้านคือ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์และประสิทธิภาพของกิจกรรมการบำรุงรักษา การที่จะใช้ดัชนีใดวัดประสิทธิภาพใดนั้น จะต้องทำการวิจัยเพื่อเลือกดัชนีที่ดีที่สุดซึ่งขึ้นกับลักษณะและส่วนประกอบของอุปกรณ์แต่ละชนิด

ดัชนีสภาพความเชื่อถือและดัชนีของสภาพการบำรุงรักษาเป็นดัชนีที่แสดงวัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษาได้ดีที่สุด ดัชนีสภาพความเชื่อถือ และดัชนีของสภาพการบำรุงรักษานั้นเป็นที่นิยมใช้กันมาก

การวัดประสิทธิผลแต่ละหน่วยที่ใช้บ่อย

1. ดัชนีความถี่ของการชำรุดฉุกเฉิน

$$= \frac{\text{จำนวนครั้งการเกิดการชำรุดฉุกเฉิน}}{\text{จำนวนเวลาการทำงาน}}$$

2. ดัชนีขนาดความรุนแรงของการชำรุดฉุกเฉิน

$$= \frac{\text{จำนวนเวลาการชำรุดฉุกเฉิน}}{\text{จำนวนเวลาการทำงาน}}$$

3. อัตราส่วนเวลาหยุดพักงาน

$$= \frac{\text{จำนวนเวลาหยุดพักงาน}}{\text{จำนวนเวลาเดินเครื่องตามกำหนด}}$$

4. ดัชนีเหตุขัดข้องจากปัญหาที่เกิดขึ้น

$$= \frac{\text{จำนวนครั้งของเหตุขัดข้องของปัญหา}}{\text{จำนวนครั้งทั้งหมดของเหตุขัดข้องที่เกิด}}$$

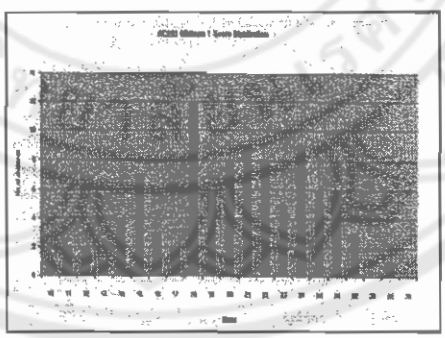
5. ดัชนีความคืบหน้าของแผนการปฏิบัติ

$$= \frac{\text{จำนวนงานที่ปฏิบัติแล้วเสร็จตามแผน}}{\text{จำนวนงานที่วางแผนไว้}}$$

2.8 แผ่นภูมิแท่ง (Bar graph)

แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลที่มีมากกว่าหนึ่งประเภท มีแถบเป็นตัวที่กำหนดสำหรับการวัดค่าจากทั้งแนวตั้งและแนวนอน แต่ละแถบต่างแสดงค่าปริมาณที่แยกออกจากกัน แผนภูมิแท่งมีหลายชนิด ดังนั้นจึงได้ยกตัวอย่างมา 4 แผนภูมิ

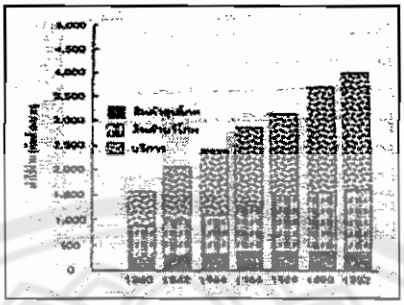
1. แผนภูมิแท่งธรรมดา (Simple bar graph) เป็นแผนภูมิที่มีแถบแสดงข้อมูลชนิดเดียวกัน ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งธรรมดา

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

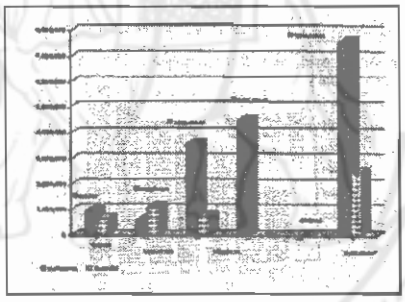
2. แผนภูมิแท่งแบ่งย่อย (Subdivided bar graph) แต่ละแถบแสดงขนาดที่แตกต่างกัน ในส่วนที่ต่างกันจะมีสีที่แตกต่างหรือเส้นตัดให้ทราบ และแต่ละจำนวนแถบสามารถเปรียบเทียบได้ ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งแบ่งย่อย

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

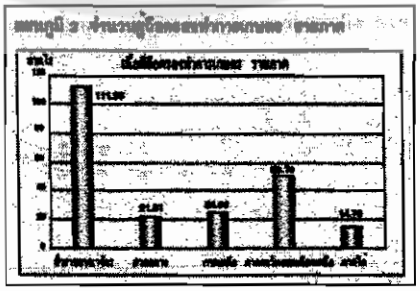
3. แผนภูมิแท่งแบบซ้อน (Multiple bar graph) เป็นกลุ่มของแถบที่มีแถบมากกว่าสองแถบ และมีความเปลี่ยนแปลงได้ ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งแบบซ้อน

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

4. แผนภูมิแท่งแบบลอย (Floating bar graph) แถบที่ลอยเหนือแกนหรือต่ำกว่าแกน มีค่าทั้งบวกและลบ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างแผนภูมิแท่งแบบลอย

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

2.9 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet)

คือ แบบฟอร์มที่มีการออกแบบช่องว่างต่างๆ ไว้เรียบร้อย เพื่อจะใช้ในการบันทึกข้อมูลได้ ง่ายและสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยาก ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน **ดัง** ตารางที่ 2.4

วัตถุประสงค์ของการออกแบบฟอร์มในการเก็บข้อมูล

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

ตารางที่ 2.4 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)

- 3 ก.ย. 2552
415159
ปี
TH
7687
พ135ก
2551.
สำนักหอสมุด

2.9.1 ขั้นตอนการออกแบบแผ่นตรวจสอบ

ในการออกแบบแผ่นตรวจสอบจะต้องมีรายละเอียดดังนี้ ดังตารางที่ 2.5

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

ตารางที่ 2.5 แสดงใบตรวจสอบเครื่องจักร อุปกรณ์

ใบตรวจสภาพเครื่องจักร

ชื่อเครื่องจักร.....หน้าที่การทำงาน.....หมายเลขเครื่องจักร.....

ตำแหน่ง.....เครื่องจักร.....แผนประจำ.....

เครื่องจักร/อุปกรณ์	มาตรฐานการตรวจสอบ	หมายเลขรูป	ว...../ ด...../ ป.....		ว...../ ด...../ ป.....	
			สภานภาพเครื่องจักร	หมายเหตุ	สภานภาพเครื่องจักร	หมายเหตุ
1 2 3 4						

√ แทน ปกติ X แทน ไม่ปกติ D แทน แก้ไขด่วน

C แทน ปรับเปลี่ยนเท่านั้น S แทน แก้ไขแล้ว

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

2.9.2 ข้อควรจำในการออกแบบแผ่นตรวจสอบ

1. ต้องมีวัตถุประสงค์ในการใช้แผ่นตรวจสอบ
2. กรอกข้อมูลสะดวก ง่ายต่อการบันทึก

3. ยิ่งมีการเขียนหรือคัดลอกมากเท่าใด โอกาสผิดย่อมมากเท่านั้น

4. สะดวกต่อการอ่านค่าหรือใช้ในการวิเคราะห์

5. ต้องพอสรุปผลได้ทันทีที่กรอกข้อมูลเสร็จ

6. ก่อนใช้แผ่นตรวจสอบจริง ผู้ออกควรทดลองเก็บข้อมูลก่อนใช้จริง

7. มีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.10 การจัดทำระบบฐานข้อมูล (Database System)

2.10.1. ฐานข้อมูล

ฐานข้อมูล หมายถึง แหล่งที่ใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection) หรือแฟ้มข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ โดยที่ข้อมูลเหล่านั้นต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันสามารถสืบค้นได้ (Retrieval) สามารถแก้ไขข้อมูลได้ (Modified) สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูลได้ (Update) หรือจัดเรียงได้ (Sort) โดยมีโปรแกรมที่ใช้ในการจัดระบบฐานข้อมูลเป็นส่วนที่รับผิดชอบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS)

2.10.2. ระบบฐานข้อมูล

หมายถึง การพัฒนาแฟ้มข้อมูล โดยการรวบรวมแฟ้มข้อมูลหลายๆ แฟ้มข้อมูลเข้าด้วยกัน มีการขจัดความซ้ำซ้อนของข้อมูลออก และเก็บแฟ้มข้อมูลเหล่านี้ไว้ที่ศูนย์กลาง เพื่อการใช้งานและควบคุมดูแลรักษาร่วมกัน เมื่อต้องการใช้งานและเป็นผู้มีสิทธิที่จะใช้ข้อมูลเท่านั้น ที่สามารถดึงข้อมูลที่ต้องการออกไปใช้ได้ ข้อมูลบางส่วนอาจใช้ร่วมกันผู้อื่นได้ แต่บางส่วนผู้มีสิทธิเท่านั้นจึงจะสามารถใช้ได้

2.10.3. หลักการจัดทำฐานข้อมูล

1. ต้องมีระเบียบและง่ายต่อการจัดการ ส่วนการนำคอมพิวเตอร์มาใช้กับฐานข้อมูล ช่วยทำให้เพิ่มความเร็วในการค้นหาข้อมูล และจัดเก็บข้อมูลได้มาก

2. ต้องมีการวางแผนที่ดีและต้องทราบวัตถุประสงค์ของการใช้งาน มีข้อมูลอะไรบ้างที่ต้องการบันทึกเอาไว้ในระบบคอมพิวเตอร์

2.10.4 แนวทางการวิเคราะห์ระบบก่อนจัดทำฐานข้อมูล

ควรวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยอาจทดลองถามคำถามกับตัวเองดังนี้ คือ

1. ข้อมูลอะไรที่เราต้องการเรียกใช้จากฐานข้อมูล

2. หัวเรื่องอะไรที่เราต้องการใส่ลงในฐานข้อมูล

3. แต่ละหัวเรื่องมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

4. ข้อมูลประเภทใดที่จะใส่ลงในแต่ละหัวเรื่อง

2.10.5 ส่วนประกอบของตารางข้อมูลในฐานข้อมูล

โดยทั่วไปแล้วตารางข้อมูลที่ใช้งานกันจะประกอบด้วย แถว (Row) และคอลัมน์ (Column) ต่างๆ แต่ถ้ามองกันในรูปแบบของฐานข้อมูลแล้ว เราจะเรียกรายละเอียดในแถวว่า **เร-**คอร์ด (Record) และเรียกรายละเอียดในแนวคอลัมน์ว่า ฟิลด์ (Field)

ในฐานข้อมูล 1 ระบบ อาจประกอบด้วยตารางข้อมูลมากกว่า 1 ตาราง ฐานข้อมูลที่มีตารางข้อมูลมากกว่า 1 ตาราง และมีตารางตั้งแต่ 1 คู่ขึ้นไปที่มีความสัมพันธ์กันด้วยฟิลด์**ใด**ฟิลด์หนึ่ง เราเรียกฐานข้อมูลประเภทนี้ว่า "ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์" หรือ Relational Database

2.10.6 องค์ประกอบของระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลโดยส่วนใหญ่แล้ว เป็นระบบที่มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วย**ใน**กระบวนการจัดเก็บข้อมูล ค้นหาข้อมูล ประมวลผลข้อมูล เพื่อให้ได้สารสนเทศที่ต้องการ**แล้ว**นำไปใช้ในการปฏิบัติงานและบริหารงานของผู้บริหาร โดยอาศัยโปรแกรมเข้ามาช่วยจัดการข้อ**มูล**จากกระบวนการดังกล่าวนี้

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) ผู้เขียนโปรแกรมประยุกต์ใช้**งาน** (Programmer) และผู้บริหารฐานข้อมูล (Database Administrator: DBA)

5. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Procedure) เป็นขั้นตอนและวิธีการต่างๆ ในการ**ปฏิบัติงาน เพื่อการทำงานที่ถูกต้องและเป็นไปตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ จึงควรทำเอกสารที่ระบุขั้นตอนการทำงานของหน้าที่ต่างๆ ในระบบฐานข้อมูล ทั้งขั้นตอนปกติ และขั้นตอนในสภาวะที่ระบบเกิดปัญหา** (Failure)

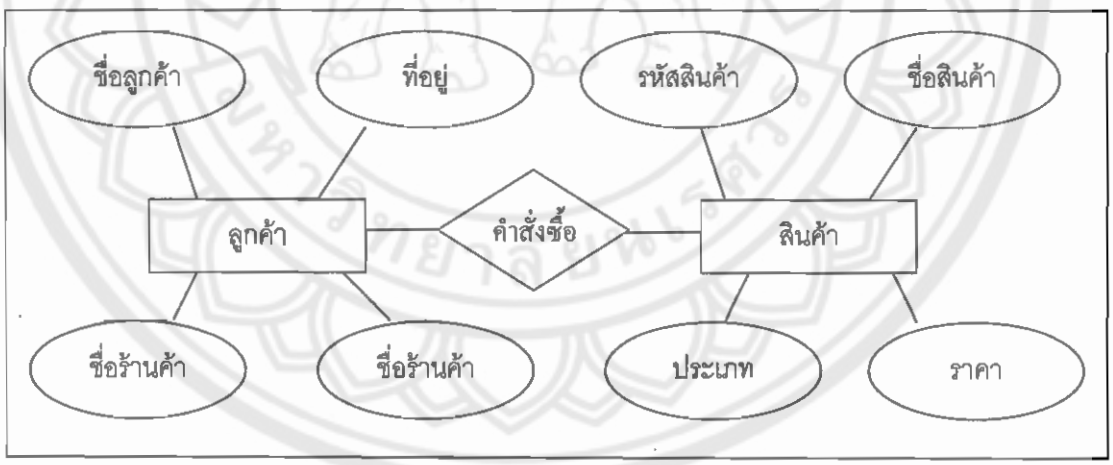
2.11 การออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูล (Database Programming Design)

หลังจากพอจะทราบแนวคิดของฐานข้อมูล ในการที่จะใช้งานฐานข้อมูลได้นั้น เราจะต้องเข้าใจการออกแบบฐานข้อมูล (Database Design) เสียก่อน ซึ่งนอกจากจะต้องเข้าใจหลักการวิธีการในการออกแบบแล้ว เรายังต้องเข้าใจตัวข้อมูลที่ใช้งานอยู่ด้วยว่าเป็นเช่นไร และมีขอบเขตอย่างไร

ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูลมีดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูล ก่อนอื่นเราต้องกำหนดให้ได้ก่อนว่าจะสร้างฐานข้อมูลเพื่อใช้งานอะไรซึ่งนั่น
หมายถึง เราจะสามารถกำหนดขอบเขตของข้อมูลและเริ่มมองเห็นตัวข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ อย่างคร่าวๆ เอาไว้แล้ว

2. กำหนด Entity และ Relation ในฐานข้อมูล หลังจากที่ทราบวัตถุประสงค์ของการใช้งานและทราบความต้องการของผู้ใช้งานไปแล้ว ขั้นต่อไปคือ การกำหนดว่าในฐานข้อมูลนั้นจะต้องมีตารางอะไรบ้าง ซึ่งก่อนที่จะสามารถบอกได้ว่าจะมีตารางอะไรบ้างนั้น เราจะต้องกำหนดให้ได้ก่อนว่าในฐานข้อมูลของเราจะมี Entity และ Relation อะไรบ้าง ดังรูปที่ 2.10



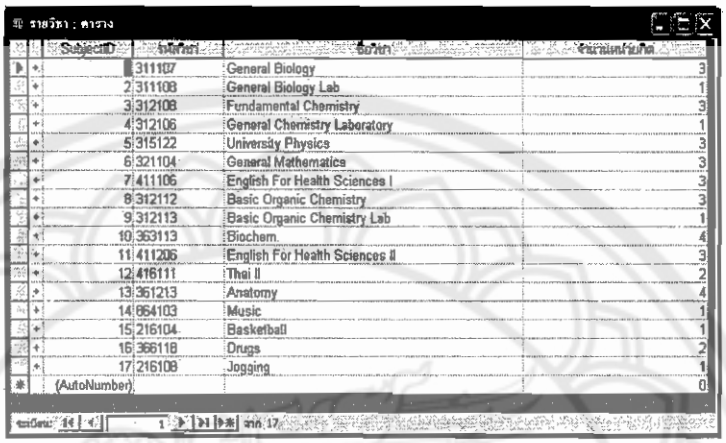
รูปที่ 2.10 แสดง Entity และ Attribute

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

3. กำหนดจะให้มีตารางอะไรบ้าง และแต่ละตารางจะให้มีฟิลด์อะไร

แต่ละตารางจะเก็บข้อมูลไว้หลายหัวข้อ ซึ่งแต่ละหัวข้อก็จะกลายเป็นฟิลด์ต่างๆ ในตาราง ปกติเรามักจะใช้ Attribute ของ Entity หรือ Relation มาดัดแปลงเป็นชื่อฟิลด์ต่างๆ ของตารางนั้นเองดังรูปที่ 2.11 มีสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการกำหนดฟิลด์ให้กับตารางดังนี้

1. ชื่อฟิลด์ในตารางต้องมีความสัมพันธ์กับชื่อตาราง
2. ต้องสร้างฟิลด์ขึ้นมาให้ครอบคลุมข้อมูลที่ต้องการ
3. ควรทำให้ฟิลด์เก็บข้อมูลในหน่วยที่เล็กที่สุดที่จะทำได้

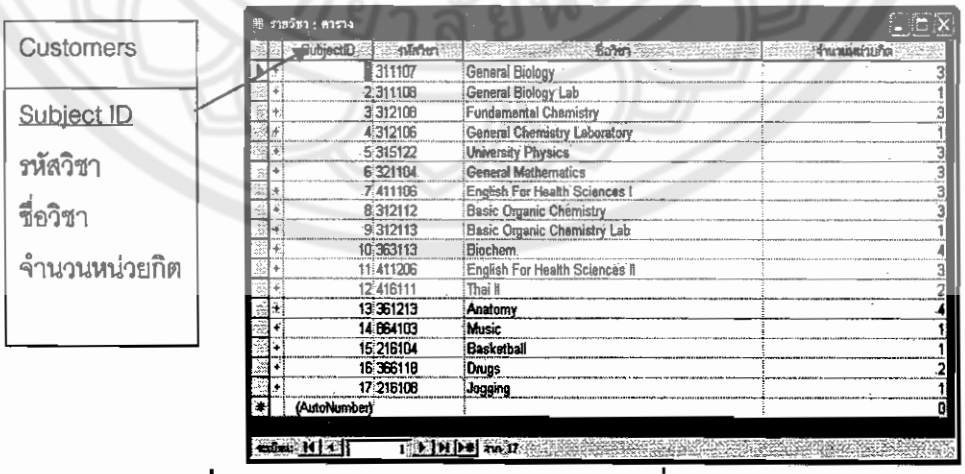


SubjectID	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	จำนวนหน่วยกิต
1	311107	General Biology	3
2	311108	General Biology Lab	1
3	312108	Fundamental Chemistry	3
4	312106	General Chemistry Laboratory	1
5	315122	University Physics	3
6	321104	General Mathematics	3
7	411106	English For Health Sciences I	3
8	312112	Basic Organic Chemistry	3
9	312113	Basic Organic Chemistry Lab	1
10	363113	Biochem	4
11	411206	English For Health Sciences II	3
12	416111	Thai II	2
13	361213	Anatomy	4
14	664103	Music	1
15	216104	Basketball	1
16	366118	Drugs	2
17	216108	Jogging	1
(AutoNumber)			0

รูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างฟิลด์กับตารางข้อมูล

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

4. กำหนดว่าฟิลด์ใดจะทำหน้าที่เป็นฟิลด์หลัก สำหรับข้อมูลในแต่ละเร็คคอร์ดของตาราง (แต่ละแถว) จะต้องมีฟิลด์ใดฟิลด์หนึ่ง (หรือมีฟิลด์อยู่จำนวนหนึ่ง) ที่มีข้อมูลในฟิลด์นั้น (หรือข้อมูลในฟิลด์ชุดนั้น) ทั้งตารางไม่ซ้ำกันเลย โดยเราจะเรียกฟิลด์นั้น (หรือฟิลด์ชุดนั้น) ว่าคีย์หลัก (Primary Key) ดังรูปที่ 2.12



SubjectID	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	จำนวนหน่วยกิต
1	311107	General Biology	3
2	311108	General Biology Lab	1
3	312108	Fundamental Chemistry	3
4	312106	General Chemistry Laboratory	1
5	315122	University Physics	3
6	321104	General Mathematics	3
7	411106	English For Health Sciences I	3
8	312112	Basic Organic Chemistry	3
9	312113	Basic Organic Chemistry Lab	1
10	363113	Biochem	4
11	411206	English For Health Sciences II	3
12	416111	Thai II	2
13	361213	Anatomy	4
14	664103	Music	1
15	216104	Basketball	1
16	366118	Drugs	2
17	216108	Jogging	1
(AutoNumber)			0

รูปที่ 2.12 แสดงตัวอย่างฟิลด์ใดจะทำหน้าที่เป็นฟิลด์หลัก

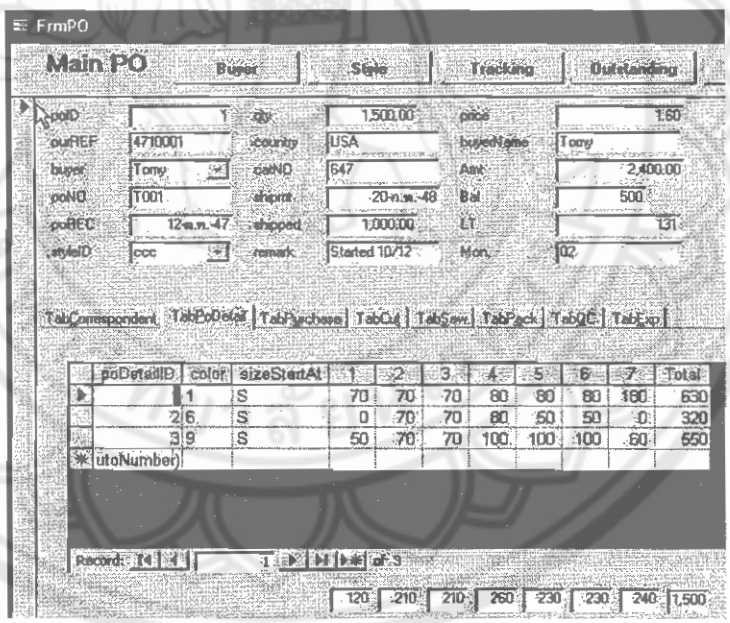
(ที่มา : สุรัสวดี วงศ์จันทร์สุท, คู่มือใช้งาน Access 2003 ฉบับสมบูรณ์, น.38)

5. กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตารางต่างๆ ในฐานข้อมูลเราสามารถกำหนดได้ชัดเจนว่าฟิลด์เป็นคีย์หลักของตาราง แต่ต้องไม่ลืมว่านี่คือ ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ดังนั้น ข้อมูลที่มีในตารางจึงสัมพันธ์กันอยู่ ทำให้เราต้องระบุความสัมพันธ์ระหว่างตารางให้ชัดเจน ดังรูปที่ 2.13

1. ความสัมพันธ์แบบ 1 ต่อ 1 (One to One Relationship) เป็นความสัมพันธ์ที่ 1 เร็คคอร์ดใดๆ ของตารางหนึ่งสามารถจับคู่กับเร็คคอร์ดของอีกตารางได้เพียงเดียวเท่านั้น

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

3. ความสัมพันธ์แบบกลุ่มต่อกลุ่ม (Many to Many Relationship)เป็นความสัมพันธ์ที่มีหลายๆ เร็คคอร์ด ของตารางหนึ่งสามารถจับคู่ได้กับหลายๆ เร็คคอร์ดของอีกตารางหนึ่ง



รูปที่ 2.13 แสดงตัวอย่างโปรแกรมฐานข้อมูล

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