หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดและหลักการทำงานของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอยู่ในอาคารธนาคารไทยพาณิชย์ สำนักงานใหญ่ ซึ่งจะได้ทราบถึงรายละเอียดของเครื่องจักรและสามารถวิเคราะห์การขัดข้องของเครื่องจักรได้อย่างถูกต้องซึ่งประกอบไปด้วยเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่พร้อมอำนวนความสะดวกทั้งสร้างความปลอดภัยให้แก่อาคารและบุคคลที่อาศัยอยู่ในอาคารได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาลและบำบัดน้ำเสีย ระบบดับเพลิงและป้องกันอัคคีภัย รวมไปถึงระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ ซึ่งทำให้สามารถควบคุมระบบในอาคารและแจ้งเหตุขัดข้องของเครื่องจักรเมื่อเกิดเหตุ ซึ่งระบบต่างๆจำเป็นต้องมีแผนการบำรุงรักษาเพื่อประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร

2.1 การซ่อมเครื่องจักรในอาคารสูง

อาคารสูงในปัจจุบันจะแตกต่างกับอาคารในสมัยก่อนมาก เนื่องจากในสมัยก่อนคนที่อาศัยอยู่ในอาคารนั้นใช้ประโยชน์จากอาคารเพียงอย่างเดียวคือ การพักเป็นที่อยู่อาศัย โดยใช้พื้นที่ของอาคารเป็นหลักมักจะไม่คำนึงถึงองค์ประกอบอื่น ๆ วิศวกรที่ออกแบบและเกี่ยวข้องกับการสร้างอาคารก็จะเป็นเพียงวิศวกร โยธา หรือสถาปนิก ทางด้านก่อสร้างเท่านั้น โดยเน้นประโยชน์หลักในการพักอาศัยเพียงอย่างเดียว

ในปัจจุบันอาคารสูงไม่ได้คำนึงถึงการพักอาศัยหรือใช้พื้นที่เพียงอย่างเดียว เนื่องจากพื้นที่ในการปลูกสร้างอาคารในเมืองมีจำกัดมากขึ้น ทำให้พื้นที่ที่จะใช้ประโยชน์ไม่สามารถขยายออกในด้านกว้าง จึงต้องขยายออกไปในด้านความสูง จะเห็นได้ว่าอาคารในปัจจุบันมีความสูงมากกว่าอาคารในอดีตค่อนข้างมาก จึงมีผลให้อาคารสูงในปัจจุบันต้องมีสิ่งที่อำนวยความสะดวก หรือป้องกันอันตราย ที่อาจจะเกิดกับอาคาร หรือภายในอาคารได้ ทำให้อาคารในปัจจุบันมีเครื่องจักร และระบบที่อำนวยความสะดวก และป้องกันอันตรายกับบุคคลหรือตัวอาคารติดตั้งอยู่ในอาคารด้วย เช่น ระบบป้องกันอัคคีภัย จะมี ระบบท่อเดินทั่วอาคาร ติดตั้งอยู่บริเวณด้านบนของ ฝ้าเพดาน โดยอัดน้ำให้เต็มท่อ และจะมีหัวสปริงเกอร์(SPRINKER) ซึ่งมีปรอทติดอยู่บริเวณปลายท่อเป็นจุด ๆ ครอบคลุม พื้นที่ทั่วไปของอาคาร เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ จนปรอทแตก ท่อจะดันน้ำออกมาดับเพลิง นี่เป็นตัวอย่างของระบบหนึ่งซึ่งอยู่ในอาคารเป็นต้น ซึ่งยังมีระบบที่อำนวยความสะดวกให้กับอาคารอีกมาก เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล ระบบดับเพลิง และระบบอื่น ๆ ที่มีความจำเป็นของแต่ละอาคาร

2.2 งานระบบที่ติดตั้งอยู่ในอาคารสูง

สำหรับอาคารตัวอย่างซึ่งเป็นอาคารที่เป็นอาคาร ที่มีเทคโนโลยีสมัยใหม่ติดตั้งอยู่ในอาคารอยู่หลายระบบ เช่นเดียวกันกับอาคารสูงอื่น ๆ ที่สร้างในปัจจุบัน โดยอาคารในปัจจุบันมีการคำนึงถึงความปลอดภัยของอาคารรวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวก ซึ่งต้องสอดคล้องกับกฎหมายในประเทศ ซึ่งอาคารสูงในปัจจุบันจะมีระบบสำคัญ ดังต่อไปนี้

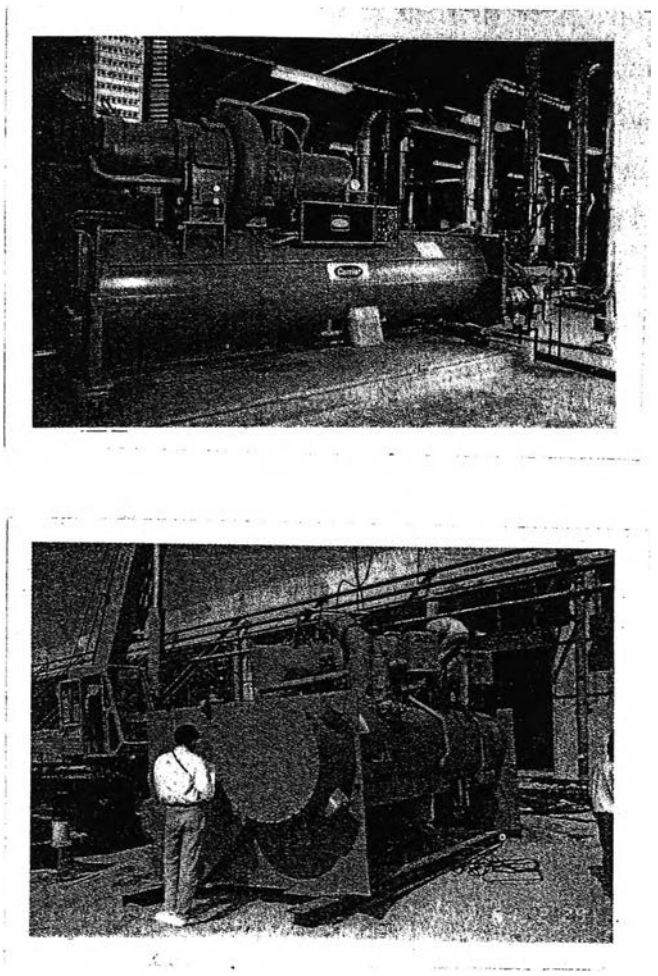
1) ระบบปรับอากาศ (AIR-CONDITION SYSTEM)
2) ระบบไฟฟ้า (ELECTRICAL SYSTEM)
3) ระบบสุขาภิบาล (PLAMBLING SYSTEM)
4) ระบบควบคุมอัตโนมัติ (BUILDING AUTOMATION SYSTEM)
5) ระบบดับเพลิงและป้องกันอัคคีภัย (FIRE PROTECTION SYSTEM)

2.2.1 ระบบปรับอากาศ (AIR-CONDITION SYSTEM)

ระบบปรับอากาศเป็นระบบที่มีความสำคัญ ระบบหนึ่งของอาคาร ซึ่งเป็นระบบที่สร้างความเย็นสบายให้กับบุคคลที่อาศัยหรือปฏิบัติงานอยู่ในอาคาร ซึ่งระบบปรับอากาศของอาคารสูงจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด หลัก ๆ คือ ระบบน้ำยา และระบบน้ำเย็น โดยระบบปรับอากาศ ซึ่งใช้ระบบน้ำยาจะเป็นเครื่องปรับอากาศที่มีความใหญ่ไม่มากนักโดยทั่วไปจะมีความโตไม่เกิน 50 ตันความเย็น โดยในส่วนของเครื่องปรับอากาศแบบน้ำยานี้ โดยส่วนมากจะใช้กับอาคารที่แบ่งพื้นที่การใช้งานออกจากกันโดยสิ้นเชิง เช่น โรงแรม หรือ อาพาร์ตเมนต์ต่าง ๆ ซึ่งจะมีการแบ่งห้องของการใช้งานของแต่ละบุคคลออกกันอย่างชัดเจน ไม่สามารถนำเครื่องปรับอากาศมาใช้ร่วมกันได้

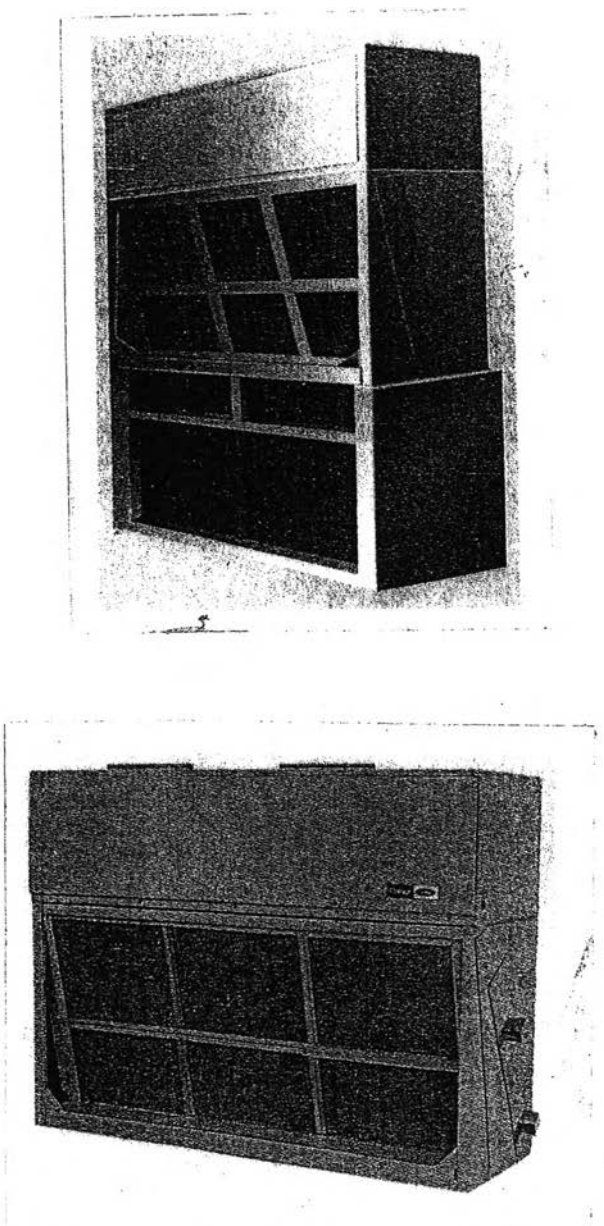
ระบบปรับอากาศอีกประเภทหนึ่งคือ ระบบปรับอากาศแบบน้ำเย็น (CHILLED AIR-CONDITION) ซึ่งเป็นระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ ซึ่งปกติแล้ว ระบบปรับอากาศประเภทนี้จะมีขนาดตั้งแต่ 50 ถึง 3000 ตันความเย็น หรือมากกว่านั้น โดยอาคารสูงในปัจจุบันมากกว่า 60 % จะใช้ระบบปรับอากาศ แบบน้ำเย็นนี้

โดยการทำงานของระบบปรับอากาศแบบน้ำเย็นนี้ จะประกอบไปด้วยเครื่องทำน้ำเย็น (WATER CHILLER) เป็นอุปกรณ์ในการผลิตน้ำเย็น ขึ้นใน COIL ของเครื่องทำความเย็น และหลังจากนั้น น้ำเย็นจะถูกปั๊มจากอุปกรณ์ทำน้ำเย็นซึ่งปกติจะเรียกว่า CHILLER PLANT ขึ้นไปบนอาคาร โดยถ้าเป็นอาคารที่มีความสูงไม่มากนักจะใช้ปั๊มที่ เรียกว่า ปั๊มปฐมภูมิ (PRIMARY CONTRAL PUMP) ในการส่งน้ำเย็นขึ้นไปบนอาคาร แต่ถ้าจำเป็นอาคารที่มีความสูงมาก ๆ การใช้ปั๊มปฐมภูมิเพียงระบบเดียว จะทำให้ปั๊มในระบบมีขนาดใหญ่มาก และทำให้เกิดความสิ้นเปลืองเนื้อที่ในการติดตั้ง และเปลืองค่าพลังงานในการขับเคลื่อน จึงทำให้ต้องมีระบบการดูดน้ำกลับจากอาคาร ซึ่งเป็นการลดขนาดของปั๊มทุติยภูมิ และลดภาระการทำงานด้วย ซึ่งระบบนี้เรียกว่า ระบบย้อนกลับ (RETURN SYSTEM) ซึ่งปั๊มที่ใช้คือปั๊มน้ำทุติยภูมิ (SECONDARY CONTRAL PUMP)

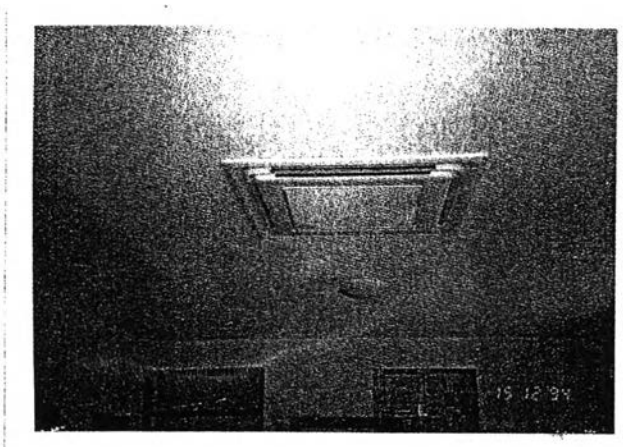


รูปที่ 2.1 เครื่องทำน้ำเย็น (WATER CHILLER)

หลังจากชุดขับดันน้ำได้น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำขึ้นไปบนอาคารแล้ว การจะนำความเย็น ออกมาใช้งานกับอาคารได้ ต้องอาศัยหลักการแลกเปลี่ยนความร้อน (HEAT EXCHANG) โดยผ่านเครื่องเป่าลมเย็นไม่ว่าจะเป็นเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AIR-HANDLING-UNIT) หรือ เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (FAN COIL UNIT) โดยภายในเครื่องจะมี แผง COIL น้ำเย็น และมอเตอร์พัดลม ดูดลมจากภายในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ ผ่านน้ำเย็น เพื่อลดอุณหภูมิของอากาศลงประมาณ 15 องศาเซลเซียส แล้วส่งลมผ่านท่อ DUCT ไปยังหัวจ่ายลม เพื่อทำอุณหภูมิในห้องให้มีอุณหภูมิต่ำลงหรือเรียกว่า การปรับอากาศนั่นเอง



รูปที่ 2.2 เครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่ (AIR HANDLING UNIT)



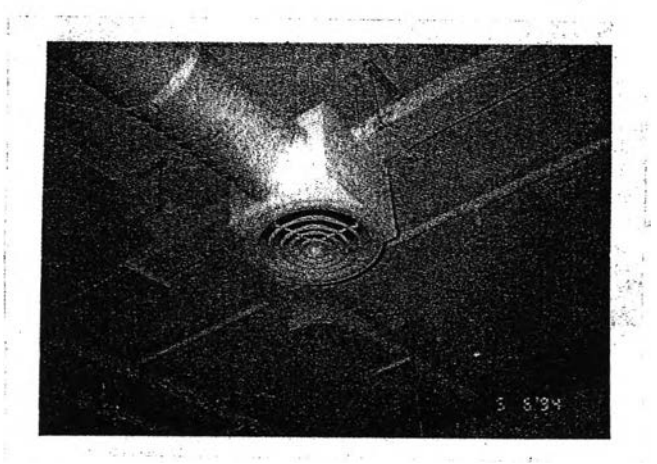
รูปที่ 2.3 เครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็ก (FAN COIL UNIT)

เมื่อเครื่องเป่าลมเย็น ได้แลกเปลี่ยนความร้อนจากห้องที่ทำการปรับอากาศแล้ว ก็จะนำความร้อนนั้นกลับมาสู่เครื่องทำความเย็นอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งความร้อนนี้จะต้องถูกนำไประบายความร้อนที่หอผึ่งน้ำ (COOLING TOWER) โดยน้ำที่นำมา ระบายความร้อนที่หอผึ่งน้ำนี้ จะถูกขับดันน้ำโดยผ่านการขับดันของปั๊มระบายความร้อน (CONDENSOR PUMP) ซึ่งโดยปกติแล้ว หอผึ่งน้ำจะอยู่ไม่ไกลจากห้อง CHILLER PLANT มากนัก เพื่อลดขนาดของปั๊มและมอเตอร์

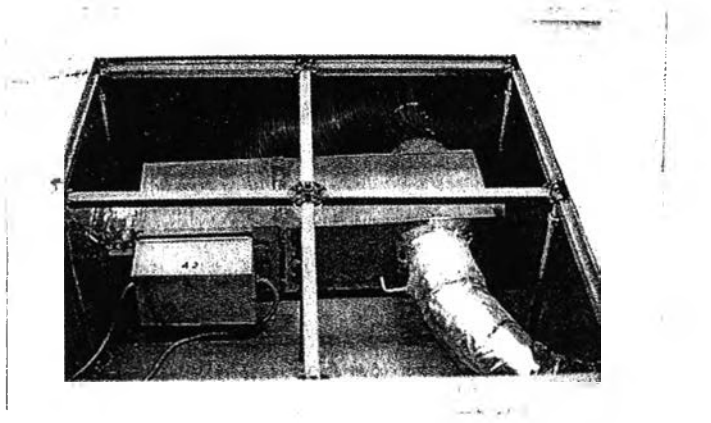
เมื่อเรากล่าวถึงระบบจ่ายลมของอาคารสูงจะแบ่งออกเป็น 2 ระบบใหญ่ ๆ คือระบบการจ่ายลมแบบคงที่ โดยจ่ายลมผ่านหัวจ่ายลมแบบคงที่ (CONSTANCE AIR VOLUME) ซึ่งส่วนใหญ่จะติดตั้งอยู่ในอาคารสูงในอดีต หรือ อาคารในสมัยต้น ค.ศ. 1900 ระบบการจ่ายแอร์จะเป็นแบบคงที่ถึง 90% ซึ่งการทำงานจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในห้องที่ถูกปรับอากาศ ซึ่งโดยปกติแล้ว ถ้าเป็นออฟฟิต สำนักงานจะตั้งอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียล ซึ่งการทำงานของหัวจ่ายลมแบบคงที่จะควบคุม กระแสลมที่จ่ายลมออก หัวจ่ายให้คงที่ตลอดเวลา แต่จะควบคุมอุณหภูมิน้ำเย็นที่ผ่าน COIL ของเครื่องเป่าลมเย็นทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ โดยควบคุมที่วาล์วควบคุมการเปิดปิดน้ำ ซึ่งอีกแบบถึงจะเป็นหัวจ่ายลมแบบแปรผัน (VARIABLE AIR-VOLUME) ซึ่งโดยมากในอาคารสมัยใหม่ เช่น ในอาคารตัวอย่างจะใช้ หัวจ่ายแปรผันถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหลักการทำงานจะตรงกันข้ามกับแบบคงที่คือการจ่ายลมผ่านหัวจ่ายลมจะควบคุมอุณหภูมิโดยเปิด-ปิด ปริมาณลมจากกล่องควบคุม ซึ่งมีวงจรอิเล็กโทรนิคประมวลผล ซึ่งส่งสัญญาณจากเทอร์โมสตรัส ในห้องหรือออฟฟิตที่เซตไว้ (ปกติประมาณ 25 องศาเซลเซียส) ถ้าอุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้น เทอร์โมสตรัส จะทำงาน

และส่งสัญญาณไปยังแผงอิเลคโทรนิคส์ ของกล่องควบคุมเปิดให้ลมผ่านได้มากขึ้น จนถึงอุณหภูมิถึงจุดที่ได้ตั้งค่าไว้จนเทอร์โมสตรัส ส่งสัญญาณไปกล่องควบคุมเพื่อหรี่ตัวจัดปรับลมให้หรี่ลมให้น้อยสลับกันไปอย่างต่อเนื่อง

ในอาคารปัจจุบัน มีการติดตั้งทั้งหัวจ่ายลมแบบคงที่ และหัวจ่ายลมแบบแปรผันไว้ในอาคารเดียวกัน เช่น ในห้องทำงาน หรือในออฟฟิตส่วนใหญ่ จะติดตั้งหัวจ่ายลมแบบแปรผัน แต่ในพื้นที่ส่วนกลาง เช่น โถงลิฟท์ โรงอาหาร ห้องประชุมใหญ่ เคาเตอร์ จะติดตั้งหัวจ่ายแบบคงที่



รูปที่ 2.4 หัวจ่ายลมแบบคงที่



รูปที่ 2.5 ชุดควบคุมกล่อง VAV

2.2.2 ระบบไฟฟ้า (ELECTRICAL SYSTEM)

ระบบไฟฟ้าที่ทางการไฟฟ้านครหลวงจ่ายให้กับอาคาร หรือ บ้านพักอาศัยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 4 ประเภท หลัก ๆ ได้แก่

ก)ระบบ 220 V 1 phase และ 220/380V 3 phase 50 HZ มีขนาดมิเตอร์สูงสุด 400 A

ข)ระบบ 12 KV 3 phase เป็นระบบแรงดันไฟฟ้าแบบเดิมที่ใช้ในปัจจุบัน แต่มีแนวโน้มจะยกเลิกในอนาคต สำหรับลูกค้ารายใหม่ที่ขอใช้ไฟฟ้าในอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาคารขนาดใหญ่จะต้องมีการเตรียมระบบไฟฟ้าให้รองรับได้ทั้ง 12 KV และ 24 KV

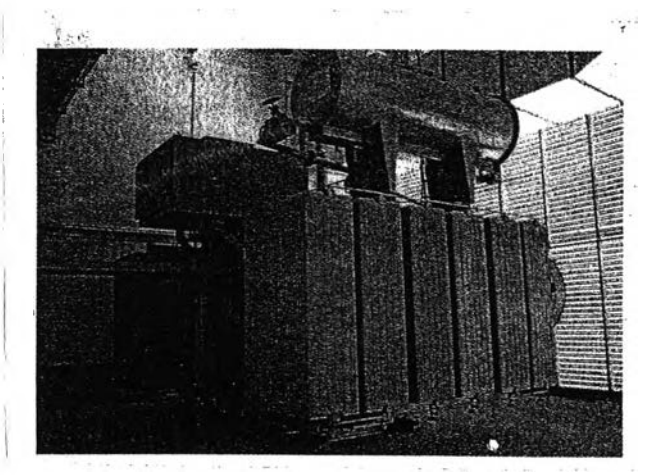
ค)ระบบไฟฟ้า 24 KV 3 phase ซึ่งจะจ่ายจากการไฟฟ้า ผ่านห้อง RING MAIN โดยผู้เป็นเจ้าของอาคารต้องจัดเตรียมห้องนี้ไว้สำหรับการไฟฟ้า สำหรับจ่ายไฟฟ้าขนาด 24 KV และต้องมีความต้องการไฟฟ้าไม่เกิน 15,000 KVA

ง)ระบบไฟฟ้า 69 KV 3 phase จะเป็นระบบที่การไฟฟ้าจะจ่ายให้ลูกค้าที่ต้องการใช้ไฟฟ้าเกินกว่า 15,000 KVA โดยมีทั้งระบบลอยฟ้า และมุดลงใต้ดิน

การทำงานของระบบไฟฟ้าในอาคาร เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับอาคาร เนื่องจากอุปกรณ์หรือเครื่องจักรเกือบทั้งหมด ต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน เช่น มอเตอร์พัดลม มอเตอร์ของ COMPRESSOR , มอเตอร์ COOLING TOWER รวมไปถึงไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ในอาคารด้วย โดยระบบไฟฟ้าในอาคารจะประกอบไปด้วย อุปกรณ์หลัก ต่อไปนี้

2.2.2.1 หม้อแปลงไฟฟ้า (TRANSFORMER)

โดยหม้อแปลงไฟฟ้าจะรับไฟฟ้าแรงสูง (HIGH VOLTAGE) มาจากห้อง RING MAIN ของการไฟฟ้าที่ติดตั้งในอาคาร เพื่อลดแรงดันไฟฟ้า เป็นกระแสต่ำ (LOW VOLTAGE) จ่ายให้กับตู้ MAIN (MDB) เพื่อแยกไปใช้งานในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร เช่น ใช้กับระบบแสงสว่างของอาคาร ใช้กับระบบปรับอาคาร เป็นต้น



รูปที่ 2.6 หม้อแปลงไฟฟ้า

2.2.2.2 อุปกรณ์ตัดตอนไฟฟ้า (SWITCHGEAR)

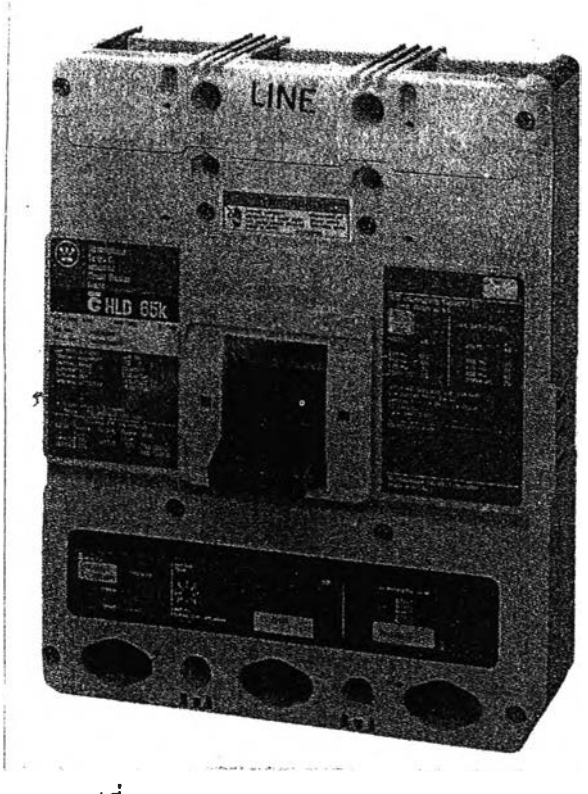
เป็นอุปกรณ์ที่เป็นตัวขั้นกลางระหว่างไฟฟ้าแรงสูง (HIGH VOLTAGE) และไฟฟ้าแรงต่ำ (LOW VOLTAGE) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ป้องกันไฟฟ้าที่มีแรงเคลื่อนสูงเกินกว่า 33,000 VOLT กระทำอันตรายกับอุปกรณ์ไฟฟ้าของอาคาร

2.2.2.3 ฟิวส์ (FUSE)

เป็นอุปกรณ์ที่ป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์หลัก ๆ ของ ชุดควบคุมกระแสไฟฟ้า ไม่ว่าจะเป็น สายไฟ แรงสูง (HIGH VOLTAGE) ของการไฟฟ้าเอง หรือไฟแรงต่ำในอาคาร เช่น ภายในตู้ MDB หรือตู้ควบคุมอุปกรณ์ ต่าง ๆ ซึ่งจะทำงานโดยเมื่อมีกระแสไฟมากเกินกว่าที่ได้กำหนดไฟฟิวส์จะเสียหายและหยุดง่าย กระแสไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เป็นการป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ได้

2.2.2.4 เมนต์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (MAIN CIREUIT BREAKER)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสะพานไฟ เพื่อ เปิด-หรือปิด ไม่ให้ไฟจ่ายเข้ากับอุปกรณ์ซึ่งมีค่าของ CIRCUIT BREAKER หลายขนาดขึ้นอยู่กับ LOAD การใช้งาน โดย MAIN CIRCUIT BREAKER ส่วนมากจะมีขนาดใหญ่กว่า CIRCUIT BREAKER ลูกย่อยประมาณ 10 เท่า



รูปที่ 2.7แสดง CIRCUIT BREAKER

2.2.2.5 แมกเนตริกสวิทซ์ (MEGNATIE SWITCH)

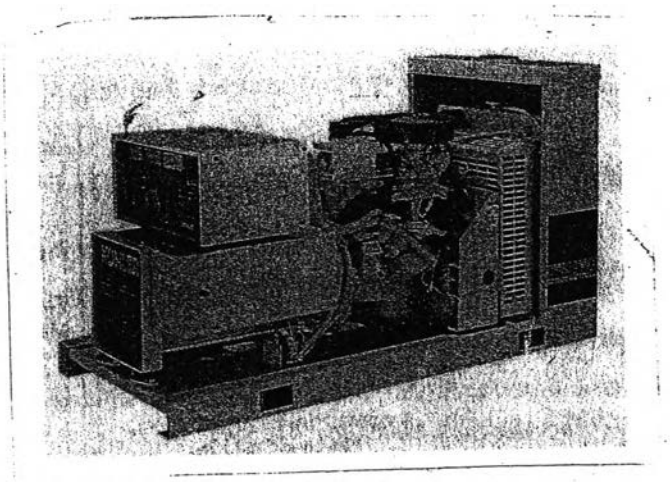
เป็นอุปกรณ์ที่เป็นสะพานไฟ ซึ่งในเวลามีไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันจะสร้างสนามแม่เหล็กดูดตัวมันให้กดลง และทำให้ไฟฟ้าไหลผ่านตัวมันไปยัง LOAD ต่าง ๆ โดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ต้องใช้มือกด SWITCH ค้างไว้ โดยปกติแล้วขนาดของตัว แมกเนตริกสวิทซ์จะขึ้นอยู่กับขนาดของ LOAD ที่ใช้งานด้วยโดยอุปกรณ์ แมกเนตริกสวิทซ์ จะใช้ควบคู่กับ โอเวอร์โหลดสวิทซ์เสมอ (OVERLOAD SWITCH)

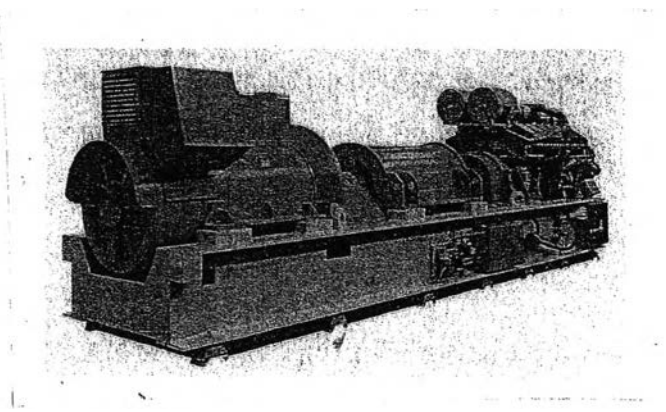
2.2.2.6 โอเวอร์โหลดสวิทซ์ (OVERLOAD SWITCH)

เป็นอุปกรณ์ที่ป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้ามากเกินปกติ เช่น เกิดการขัดตัวมอเตอร์ จนเกิดการ LOCK ตัวใช้กระแสสูงเกิน ตัวโอเวอร์โหลดสวิทซ์ จะทำการตัดวงจรควบคุมไม่ให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ และชุดควบคุม จนเป็นต้นเหตุของเพลิงไหม้ ซึ่งในอดีตมีการใช้กระแสเกิน และไม่มีอุปกรณ์ตัดการควบคุมจนเกิดเพลิงไหม้ตู้ ควบคุมในอาคารสมัยก่อน

2.2.2.7 เครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า (GENERATOR)

มีความเป็นไปได้ที่กระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเกิดเหตุขัดข้อง จนส่งไฟฟ้ามาสู่อาคารไม่ได้ จึงทำให้ไฟฟ้าของอาคารดับ ดังนั้นอุปกรณ์ภายในอาคารที่ใช้ไฟฟ้าเป็นตัวขับดัน รวมไปถึงไฟฟ้าแสงสว่างไม่สามารถใช้งานได้ และอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต่ออาคาร เช่น ลิฟท์ในอาคาร หรือแสงสว่างในจุดที่เป็นบันไดหนีไฟ อาจมีผลกระทบจนเกิดอันตราย แก่บุคคลที่อยู่ในอาคารอย่างยิ่ง ดังนั้นผู้ออกแบบอาคาร จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าในยามฉุกเฉิน เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้า ให้กับอุปกรณ์ที่มีความสำคัญของอาคาร เช่น แสงสว่างในบันไดหนีไฟ ลิฟท์รับส่งผู้โดยสาร หรืออุปกรณ์ที่มีความสำคัญของหน่วยงานในอาคารนั้น เช่น ในอาคารตัวอย่าง ไฟฟ้าฉุกเฉิน จะถูกจ่ายให้กับห้องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อข้อมูลของธนาคารเป็นอย่างยิ่ง โดยการออกแบบระบบไฟฟ้าสำรองนี้จะขึ้นอยู่กับความปลอดภัย และความสำคัญของแต่ละอาคาร





รูปที่ 2.8 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

2.2.3 ระบบสุขาภิบาล (PLUMBLING SYSTEM)

เป็นระบบหลักอีกระบบหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับน้ำโดยหลัก โดยระบบสุขาภิบาลเป็นระบบที่มีความสำคัญกับอาคารเป็นอย่างมาก ซึ่งคนผู้อาศัยจะต้องใช้น้ำในการทำกิจกรรม ต่าง ๆ เช่น ห้องน้ำ ล้างอุปกรณ์ต่าง ๆ ใช้อุปโภคต่าง ๆ รวมไปถึงยังต้องใช้ร่วมกับระบบปรับอากาศในการเติมน้ำระบบความร้อนของน้ำ CONDENSOR ในระบบปรับอากาศ ซึ่งระบบสุขาภิบาลแบ่งเป็น ระบบย่อย ๆ ดังนี้

ก)ระบบประปา (WATER SUPPLY SYSTEM)

ข)ระบบท่อระบายน้ำเสีย (WASTE WATER DRAINAGE SYSTEM)

ค)ระบบบำบัดน้ำเสีย (WASTE WATER TREATRUNT SYSTEM)

2.2.3.1 ระบบประปา (WATER SUPPLY SYSTEM)

น้ำประปาเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับอาคาร โดยทั่วไปแล้วจะเป็นระบบที่ ต้องมีทุกอาคารโดยเฉพาะในอาคารสูงที่มีผู้คนอาศัยอยู่เป็นจำนวนมากเช่น โรงแรม,อาพาร์ตเมนต์,อาคารออฟฟิตต่าง ๆ ซึ่งในระบบน้ำประปาจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ระบบจ่ายขึ้น (UP FAD SYSTEM) ,ระบบจ่ายลง (DOWN FAD SYSTEM) และระบบผสม (UP–DOWN FEED SYSTEM)

2.2.3.2 ระบบจ่ายขึ้น (UP FEED SYSTEM)

ในอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 7 ชั้น หรืออาคารสูงไม่เกิน 30 เมตร จะนิยมใช้ระบบการจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้น โดยจะมี TANK กักเก็บน้ำอยู่ด้านล่างของอาคารและโดยมีปั๊มน้ำขับดันน้ำขึ้นไปบนอาคารโดยท่อที่ติดตั้งอยู่ที่อาคาร ซึ่งโดยปกติปั๊มน้ำที่ใช้จะเป็นปั๊มอัดคู่ (BOOSTER PUMP) โดยมีถังลมควบคุมแรงดันในเส้นท่อ เมื่อมีการเปิดใช้น้ำ ณ จุดใด ๆ ของอาคารทำให้ความดัน ในเส้นท่อตกลง ชุดปั๊มจะทำงานสูบน้ำจนรักษาระดับความดันตามค่าที่ตั้งไว้ โดยระบบนี้มีข้อดี คือ อุปกรณ์ในอาคารจะไม่ซับซ้อน และบำรุงรักษาง่าย ไม่สิ้นเปลืองค่าบำรุงรักษา แต่ระบบนี้จะมีข้อเสีย เมื่อเวลาทำความสะอาด TANK น้ำ หรือ เวลาน้ำประปาไม่ไหลและปริมาณน้ำใน TANK หมด ทำให้ไม่สามารถใช้น้ำได้เลย โดยปกติแล้ว อาคารที่ใช้ระบบการจ่ายน้ำแบบนี้จะออกแบบให้ TANK น้ำมีขนาดใหญ่

2.2.3.3 ระบบจ่ายลง (DOWN FEED SYSTEM)

ในอาคารที่มีความสูงมากกว่า 7-10 ชั้นหรืออาคารที่มีความสูง มากกว่า 30 เมตร มักจะใช้ระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายลง ซึ่งในระบบการจ่ายน้ำประปาแบบนี้จะอาศัยสูบน้ำจาก TANK ด้านล่างของอาคาร เช่นเดียวกันกับระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้น แต่การจ่ายน้ำของชุดปั๊มน้ำจะจ่ายน้ำไปยัง TANK กักเก็บน้ำด้านบนของอาคาร โดยปกติแล้วจะติดตั้งในชั้นสูงสุดของอาคาร หรือชั้นดาดฟ้า ซึ่ง TANK น้ำด้านบนนี้จะเป็น TANK ที่จ่ายน้ำให้กับอาคารทั้งหมด โดยหลักการในการจ่ายน้ำแบบนี้คือ ใช้หลักการของแรงโน้มถ่วงของโลก ให้น้ำไหลลงมาเอง

โดยข้อดีของระบบนี้จะสามารถใช้น้ำได้ เมื่อมีการทำความสะอาด TANK ด้านล่าง เนื่องจากมีน้ำใน TANK ด้านบนอยู่ แต่เมื่อใดที่ล้าง TANK ด้านบน น้ำที่จ่ายในอาคารก็จะไม่มีจ่ายให้กับอาคารเช่นเดียวกัน และข้อดีอีกข้อหนึ่งของระบบการจ่ายน้ำแบบลงนี้ คือ ประหยัด การใช้ปั๊มที่ต้องใช้ขนาดใหญ่มากถ้าต้องใช้ระบบจ่ายน้ำขึ้นในอาคารที่มีความสูงมาก ๆ

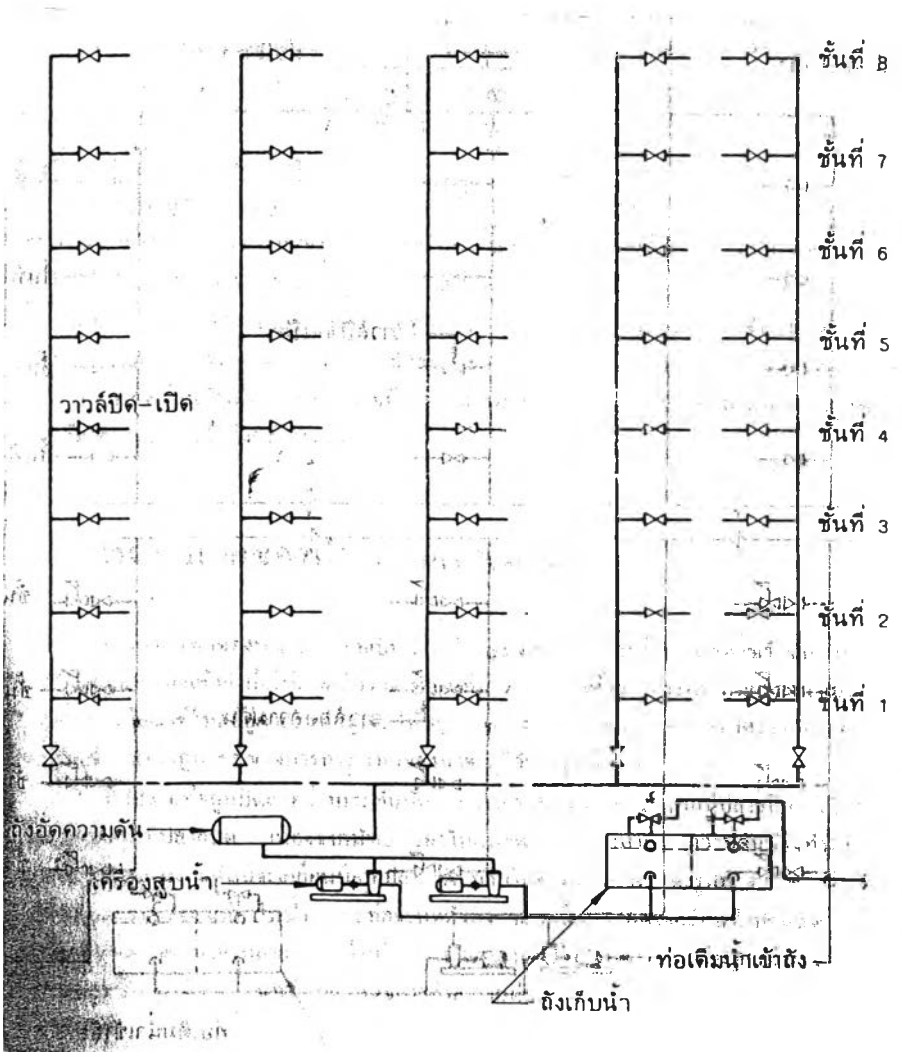
ข้อเสียของระบบการจ่ายน้ำระบบนี้ คือ ต้องมีการบำรุงรักษาอุปกรณ์มากขึ้น และต้องมีการทำ TANK น้ำด้านบนของอาคาร ในกรณีที่ TANK น้ำด้านบนสุดของอาคาร อยู่ใกล้กับชั้นด้านบนของผู้อยู่อาศัยจำเป็นต้องติดตั้งชุดขับดันน้ำจ่ายชั้นที่อยู่ใกล้จาก TANK น้ำ 3-4 ชั้น เนื่องจากระดับความสูงระหว่างชั้นที่อยู่อาศัยกับ TANK น้ำมีน้อย ทำให้แรงดันของน้ำมีน้อยมาก จึงต้องใช้ชุดขับดันน้ำช่วยในการเพิ่มแรงดันน้ำด้วย

2.2.3.4 ระบบจ่ายน้ำแบบผสม (UP DOWN FEED SYSTEM)

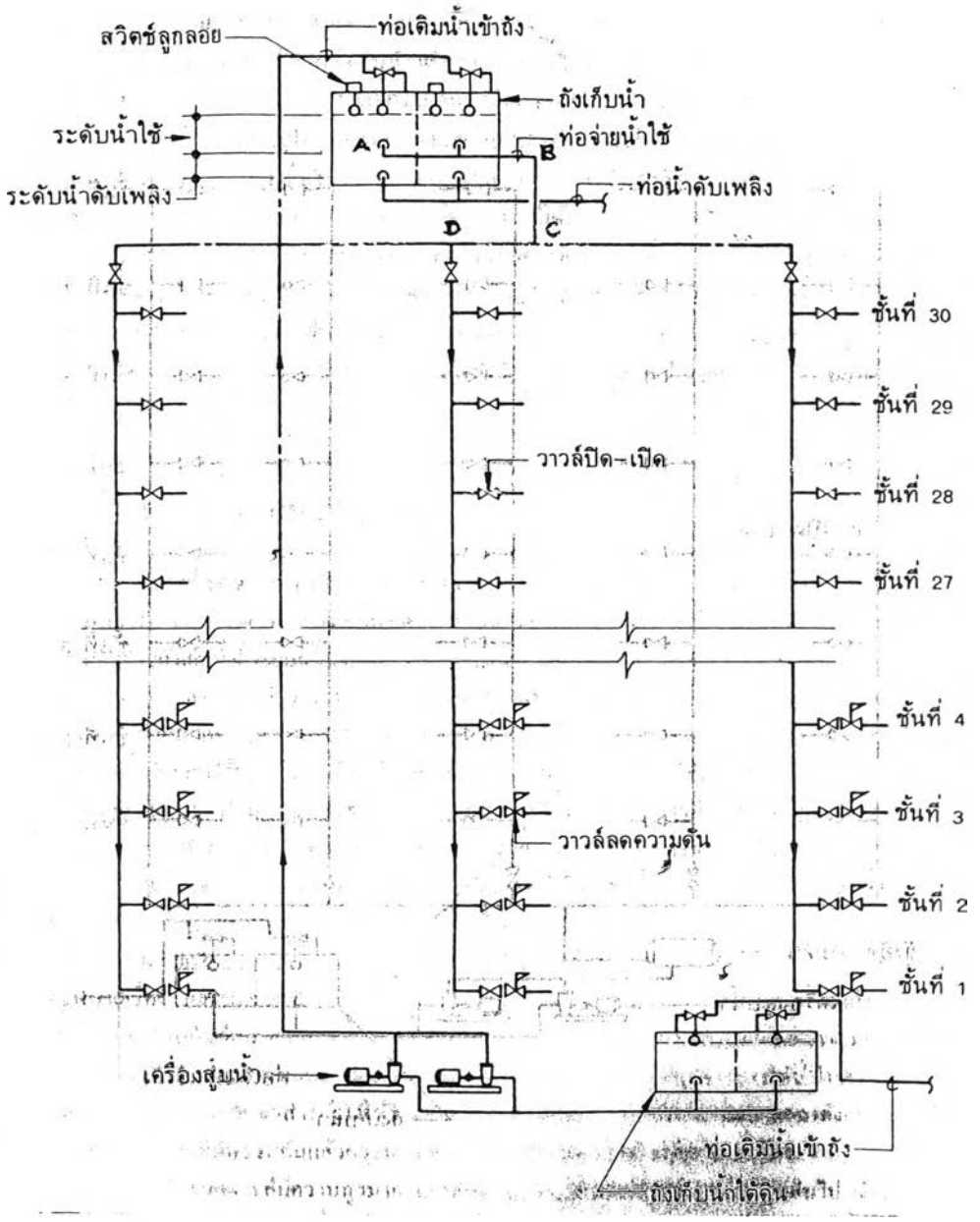
ระบบจ่ายน้ำแบบนี้จะเอาระบบการจ่ายน้ำแบบจ่ายน้ำขึ้น (UP FEED SYSTEM) และการจ่ายน้ำลง (DOWN FEED SYSTEM) มาใช้ร่วมกัน โดยที่ในอาคารจะมีท่อของ 2 ระบบ คือ มีทั้งท่อแบบจ่ายขึ้นและท่อแบบจ่ายลง โดยจะออกแบบให้อาคารมีระบบการจ่ายน้ำขึ้นในชั้นที่มีความสูงไม่เกิน 30 เมตร หรือชั้น 3-4 โดยอาจจะเป็นอาคารที่มีลักษณะซ้อนกันของอาคารต่ำ (LOW ZONE) และอาคารสูง (HIGH ZONE) โดยในส่วนของอาคารต่ำจะใช้การจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้น และใช้ระบบน้ำจ่ายลงในอาคารสูง ซึ่งจะใช้ระบบ TANK น้ำด้านล่างของอาคารร่วมกัน อาคารในลักษณะนี้ ได้แก่ โรงแรมที่มีขนาดใหญ่และมีพื้นที่กว้างหรือ HALL การประชุมขนาดใหญ่ เป็นต้น

ข้อดีของระบบการจ่ายน้ำแบบนี้ คือ สามารถควบคุมการสูบจ่ายน้ำได้อย่างอิสระ เช่น เมื่อต้องการทำความสะอาด TANK น้ำด้านล่าง จะไม่ส่งผลกระทบต่ออาคารสูง แต่จะกระทบต่ออาคารต่ำเพียงอย่างเดียว และ เมื่อเกิดปัญหาขึ้นกับระบบการสูบจ่ายน้ำของอาคารสูง (HIGH ZONE) ก็สามารถใช้น้ำจากอาคารต่ำ (LOW ZONE) ได้

ข้อเสีย ของระบบนี้ คือ อุปกรณ์ในระบบมีค่อนข้างมาก จึงต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและการบำรุงรักษา สูงกว่าระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้น (UP FEED SYSTEM) หรือระบบจ่ายลง (DOWN FEED SYSTEM) เพียงอย่างเดียว



รูปที่ 2.9 การจ่ายน้ำแบบจ่ายขึ้น (UP FEED SYSTEM)



รูปที่ 2.10 การจ่ายน้ำแบบจ่ายลง (DOWN FEED SYSTEM)

2.2.4 ระบบท่อระบายน้ำเสีย (WASTE WATER DRAINAGE SYSTEM)

ทุก ๆ อาคารจะต้องมีน้ำเสียที่เกิดจากอาคารทิ้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นน้ำจากการชำระล้างต่าง ๆ น้ำจากห้องน้ำ,น้ำจากการทำความสะอาดเครื่องจักรหรือจากห้องครัว น้ำเหล่านี้เป็นน้ำที่ไม่ต้องการทิ้งสิ้นโดยในระบบของอาคารจะแบ่งท่อในการรับน้ำเสียของอาคารเป็น 5 ประเภทดังนี้

2.2.4.1 ท่อรับน้ำทิ้ง (WASTE WATER PIPE)

ได้แก่น้ำที่เกิดจากการชำระล้างอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นจากอ่างล้างมือตามห้องสุขา,น้ำจากการล้างพื้น,การทำความสะอาดผนังห้อง โดยน้ำประเภทนี้จะต่อไหลไปรวมกับท่อซึ่งเรียกว่าท่อ WESTE (โดยมากใช้สัญญลักษณ์ "W") โดยที่น้ำประเภทนี้จะไหลไปลงบ่อบำบัดน้ำเสียโดยตรงก่อนปล่อยลงท่อของสาธารณะ

2.2.4.2 ท่อรับสิ่งโสโครก (SOIL WATER PIPE)

น้ำที่จะเข้าสู่ระบบท่อนี้ ได้แก่ น้ำเสียจากห้องน้ำ คือ โถปัสสาวะ และ โถส้วม ซึ่งจะมีสิ่งปฏิกูลไม่ว่าจะเป็นมูลของเสีย กระดาษชำระต่าง ๆ ในบางครั้ง เราอาจตรวจพบ กางเกงใน ถุงยางอนามัย ในท่อของระบบนี้ ซึ่งท่อ SOIL นี้ จะรับน้ำทั้งหมดของอาคารไปยังบ่อเกราะก่อนเพื่อทำให้ (SLAD) หรือสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ตกตะกอน แล้วหลังจากนั้นจึงส่งน้ำที่ตกตะกอนแล้วไปยังบ่อบำบัดน้ำเสียก่อนลงสู่ท่อของสาธารณะ โดยปกติแล้วสัญลักษณ์ของท่อ คือ "S" และทาสีดำหรือน้ำตาล

2.2.4.3 ท่อระบายน้ำฝนของอาคาร (RAIN LADER PIPE)

ท่อน้ำของระบบนี้จะรับน้ำฝนและน้ำจากการระบายลงท่อจากพื้นของอาคาร เช่นในอาคารจอดรถ ซึ่งส่วนใหญ่ ระบบนี้จะต่อท่อโดยตรงจากส่วนที่เป็นหลังคา ลงมาสู่ถังพักรอบ ๆ อาคารแล้วระบายออกสู่ท่อของสาธารณะและโดยไม่ต้องบำบัด เนื่องจากไม่มีสิ่งสกปรกมากนัก โดยในอาคารที่มีขนาดใหญ่ ๆ และมีพื้นที่กว้าง ๆ จะต้องออกแบบ ปั๊มน้ำที่มีขนาดใหญ่เพียงพอในการสูบจ่ายน้ำฝน เมื่อเกิดฝนตกหนัก มิฉะนั้นจะเกิดปัญหาน้ำท่วมบริเวณชั้นล่าง หรือชั้นใต้ดินของอาคารได้ โดยปกติจะใช้สัญญลักษณ์ "V" ติดบริเวณท่อ

2.2.4.4 ระบบท่อระบายอากาศ (AIR-VENT PIPR)

เป็นท่อที่มีความสำคัญมากอีกระบบหนึ่งเนื่องจาก ท่อระบายอากาศนี้จะมีความสัมพันธ์กับท่อระบายน้ำโสโครก SOIL WATER และระบบท่อน้ำทิ้ง (WASTE WATER) เนื่องจากท่อระบายอากาศนี้จะต่อร่วมเข้ากับท่อของระบบดังกล่าวทั้ง 2 ท่อโดยเป็นตัวสร้างแรงดันให้กับท่อน้ำทิ้งและท่อน้ำโสโครกเวลาใช้งาน โดยปกติแล้วท่อระบายอากาศของอาคารควรจะมีขนาดใหญ่พอสมควร "6-8" (นิ้ว) ซึ่งต้องเพียงพอต่อการใช้งาน มิฉะนั้นแล้วจะส่งผลต่อน้ำทิ้งในอาคาร คือ เกิดปัญหาการชำระล้างช้าคล้ายท่อตันเนื่องจากท่อระบายอากาศมีขนาดเล็กเกินไป ผู้ออกแบบจึงควรระมัดระวังไว้เป็นอย่างยิ่ง โดยส่วนปลายของท่อระบายอากาศ จะขึ้นไปอยู่บนจุดสูงสุดของอาคาร และทำข้องอกันสิ่งของตกลงไปในท่อระบายอากาศนี้ด้วย โดยสัญญลักษณ์ที่ใช้แทนท่อระบายอากาศคือ "V"

2.2.4.5 ระบบบำบัดน้ำเสีย (WASTE WATER TREATMENT)

ในทุก ๆ อาคาร จำเป็นต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยน้ำที่ใช้หลังจากอาคารทิ้งออกสู่นอกอาคาร ซึ่งถูกควบคุมโดยกฎหมายคุ้มครองอาคาร โดยในทุกอาคารต้องติดตั้ง ระบบบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการใช้งาน เช่น ท่อน้ำสิ่งปฏิกูล (SOIL WATER) และท่อน้ำจากการชำระล้าง (WASTE WATER) รวมไปถึงน้ำที่เกิดจากการล้างอุปกรณ์จากห้องครัวซึ่งมีไขมันติดค้าง จำเป็นต้องมีการบำบัดมิให้ไขมัน หลุดออกไปสู่ระบบสาธารณะได้

โดยปกติแล้วในอาคารทั่ว ๆ ไป ต้องบำบัดน้ำที่จะทิ้งออกจากอาคารโดยมี ค่าของ PH ไม่ให้เกิน 5-9 , ค่า BOD กำหนดไว้มิให้เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่า SS หรือสารแขวงลอยที่มีอยู่ในน้ำมิให้เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

อาคารโดยทั่ว ๆ ไป นั้น จะใช้กรรมวิธี บำบัดน้ำเสียแบบ ACTIVATED SLUDGE หรือเรียกสั้น ๆ ว่าระบบ "AS" ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงโดยหลักการคือ เลี้ยงจุลชีพไว้ในบ่อบำบัด เพื่อทำการย่อยสลายสิ่งปฏิกูลให้มีขนาดเล็กลงและตกตะกอน ซึ่งหลังจากที่สิ่งปฏิกูลตกตะกอนแล้วในแต่ละอาคารจะมีวิธีนำตะกอนออกต่าง ๆ กัน เช่น อาจใช้รถดูดสิ่งปฏิกูลมาดูดกากออกไปปีละ 1 ครั้ง หรือในบางอาคาร อาจใช้แผ่นกวาดสิ่งปฏิกูลโดยมีอุปกรณ์มาไว้รวมกันแล้วเข้าเครื่องรีดสิ่งปฏิกูลออกมาเป็นแผ่น ๆ แล้วค่อยนำไปทิ้งหรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ และส่วนที่เป็นน้ำ ถ้าจะปล่อยล้น หรือ สูบจ่ายออกไปยังท่อสาธารณะต่อไป โดยขนาดของ PLANT ในการบำบัดของแต่ละอาคาร จะขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้น้ำและสภาพของน้ำที่ใช้ในแต่ละอาคาร

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.5 ระบบป้องกันอัคคีภัยและดับเพลิง (FIRE FIGHTING SYSTEM)

อาคารในปัจจุบันจำเป็นต้องคุ้มครองจากกฎหมายป้องกันอัคคีภัยในอาคาร เนื่องจากมีการเกิดเพลิงไหม้ขึ้นบ่อยครั้งในประเทศไทย โดยภายหลังได้มีกฎหมายคุ้มครองจากกฎหมายโดยให้ทุกอาคารที่สร้างหลังจาก พ.ศ. 2535 ต้องมีอุปกรณ์เตือนและระงับเหตุเพลิงไหม้ในอาคาร เพื่อความปลอดภัยของผู้ที่อยู่ในอาคารโดยในอาคารมีอุปกรณ์หลักในการป้องกัน และระงับเหตุเพลิงไหม้ ดังต่อไปนี้

2.2.5.1 หัวสปริงเกอร์ (SPRINKLER)

เป็นอุปกรณ์ที่อุดอยู่ที่ปลายของท่อดับเพลิงภายในอาคาร โดยท่อ SPRINKLER นี้จะเดินครอบคลุมพื้นที่ของอาคาร โดยที่หัวของ SPRINKLER จะบรรจุปรอทไว้กับหัวกระจายน้ำ SPRINKLER เมื่อ เกิดเพลิงไหม้หรือมีอุณหภูมิสูงถึง 60 ^{0}C จะทำให้ปรอทแตก ทำให้น้ำที่อัดอยู่ในท่อดันน้ำออกมาเพื่อดับเพลิง

2.2.5.2 สายดับเพลิง (HOSE)

จะมีอยู่ 2 ขนาด คือ ขนาด 1 ½ นิ้ว และ ขนาด 2 นิ้ว โดยที่ขนาด 1 ½ นิ้ว จะสามารถใช้งานจากผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคาร โดยระงับเหตุเบื้องต้น ณ จุดเกิดเหตุ โดยท่อที่จ่ายน้ำให้กับท่อหรือสายดับเพลิงนี้จะติดตั้งอยู่ในตู้ดับเพลิง ซึ่งมีวาล์วปิด/เปิดน้ำอยู่ในตู้ ซึ่งท่อขนาด 2 ½ นิ้ว จะใช้โดยผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมหรือตำรวจดับเพลิง เนื่องจากมีแรงดันมากกว่าสายดับเพลิง ขนาด 1 ½ นิ้ว มาก

2.2.5.3 ถังดับเพลิง (PORTABLE FIRE EXTINGUISHER)

เป็นอุปกรณ์ช่วยระงับเหตุช่วงแรกซึ่งเป็นเพลิงขนาดเล็ก ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้งานได้โดยไม่ยากนัก โดยถังดับเพลิงมือถือนี้จะเก็บไว้ในตู้ดับเพลิง ห้องเครื่องจักรต่าง ๆ หรือห้องเก็บสารไวไฟต่าง ๆ

2.2.5.4 อุปกรณ์ตรวจจับเครื่อง (SMOKE DETECTOR)

เป็นอุปกรณ์เตือนในกรณีที่เกิดควันจากเพลิงไหม้ ซึ่งอุปกรณ์นี้จะดักจับควัน เมื่อเกิดควันขึ้นมากกว่า 60 % ของบรรยากาศ 100% ของห้องโดยในหัวของ SMOKE DETECTOR จะประกอบไปด้วย ตัวสะท้อนแสงติดตั้งอยู่ และเมื่อใดที่เกิดควันขึ้นควันจะไปบังการสะท้อนแสงโดยเมื่อเปอร์เซ็นต์ของแสงที่สะท้อนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง SMOKE DETECTOR จะทำงาน และส่งสัญญาณดังขึ้นที่กระดิ่ง

2.2.5.5 อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (HEAT DETECTOR)

เป็นอุปกรณ์ที่ตรวจจับความร้อน เมื่อเกิดเพลิงไหม้ภายในอาคาร ตัวอย่างเช่น เมื่อเกิดเพลิงไหม้ในอาคารความร้อนจากไฟจะทำปฏิกริยา กับ HERT DETETOR ซึ่งใช้หลักการของความต้านทานแปรผันผูกผันกับความร้อน เมื่อความร้อนเพิ่มสูงขึ้น ความต้านทานจะสูงขึ้นด้วย ทำให้ไฟฟ้าไหลผ่านวงจรอีกเส้นทางหนึ่ง ซึ่งมีความต้านทานมากกว่า จนส่งสัญญาณให้กระดิ่งดัง

2.2.5.6 ชุดขับดันน้ำรักษาแรงดัน (JOCKEY PUMP)

เป็นอุปกรณ์ที่รักษาระดับแรงดันในเส้นท่อโดยทำงานจากกำลังขับของมอเตอร์ไฟฟ้า โดย JOCKEY PUMP นี้จะทำงานโดยมี PRESSURE SWITCH เมื่อแรงดันในเส้นท่อลดลงเมื่อมีการใช้น้ำในเส้นท่อ เช่น หัว SPRINKLER แตกหรือมีการเปิดหัวหรือสายดับเพลิง ซึ่งตัว JOCKEY PUMP จะขับดันและสูบน้ำให้น้ำเต็มท่อตลอด จนถึงระดับแรงดันที่ตั้งค่าไว้ที่ PRESSURE SWITCH

2.2.5.7 ชุดขับดันน้ำแบบเครื่องยนต์ (ENGINE FIRE PUMP)

เป็นอุปกรณ์ขับดันน้ำ เช่นเดียวกันกับ JOCKEY PUMP แต่จะทำงานก็ต่อเมื่อมีการใช้ปริมาณของน้ำในเส้นท่อเป็นปริมาณมาก ๆ โดยแรงดันของเส้นท่อลดลงมากกว่า JOCKEY PUMP จะผลิตแรงดันได้ทันตามความต้องการ เช่นมีการแตกของหัว SPRINKLER แตกหลายหัว หรือมีการใช้สายดับเพลิงเป็นจำนวนมาก ซึ่งชุดขับดันน้ำแบบเครื่องยนต์นี้โดยส่วนใหญ่จะใช้เครื่องยนต์ดีเซล (DIESEL ENGINE) เป็นชุดขับเคลื่อน เนื่องจากเป็นไปได้สูงที่เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ถังอาคารแล้วอาจมีการตัดระบบไฟฟ้าของอาคารจน มอเตอร์ไฟฟ้าไม่อาจใช้ได้ จึงต้องใช้เครื่องยนต์ ซึ่งใช้เชื้อเพลิงเป็นตัวขับโดยชุดขับดันน้ำแบบเครื่องยนต์นี้จะทำงานจนกว่ามีคนมาหยุดเครื่องหรือน้ำมันเชื้อเพลิงหมด

2.2.6 ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BUILDING AUTOMATION SYSTEM) ⟹ BAS

ระบบนี้จะเป็นระยะที่ติดตั้งอยู่ในอาคารที่ค่อนข้างใหม่ โดยเฉพาะอาคารตัวอย่างนี้จะใช้ระบบ BAS ควบคู่กับระบบต่าง ๆของอาคารเช่น ระบบปรับอากาศ ระบบการสูบจ่ายน้ำประปา ระบบดับเพลิง และระบบไฟฟ้า โดยระบบ BAS นี้จะมีจุดศูนย์กลางของระบบนี้ที่ห้อง CONTRAL ROOM และ ณ ห้อง CONTRAL ROOM นี้สามารถตรวจสอบ หรือเปิด/ปิดอุปกรณ์เครื่องจักรภายในอาคาร รวมไปถึงระบบความปลอดภัยของอาคารซึ่งจะติดกล้องวงจรปิด (CCTV) ไว้ ณ จุดต่าง ๆ ของอาคาร โดยสัญญาณภาพต่าง ๆ ณ จุดต่าง ๆ ของอาคารจะถูกส่งมา ณ มอนิเตอร์ (MONITOR) ใน CONTRAL ROOM และสามารถบันทึกเทปไว้เพื่อตรวจสอบในเวลาที่ต้องการตรวจเช็คได้

ในงานระบบของอาคาร เครื่องจักรที่ติดตั้งอยู่ในอาคารจะสามารถควบคุมและตรวจเช็คได้โดยเพียงตรวจดูที่หน้า MONITOR ของห้อง CONTRAL ROOM โดยการควบคุมจะใช้สายสัญญาณจาก POINT ของหน้าคอนแทรกของชุดควบคุมไฟฟ้าในตู้ CONTRAL PANEL โดยแปลงสัญญาณจากไฟฟ้า 220V/AC เป็นไฟฟ้าแรงดัน 24V/DC และหลังจากนั้นจะส่งสถานะ (STATUS) การทำงานต่าง ๆ ลงไปที่ชุดประมวลผลก่อนส่งเข้า COMPUTER ซึ่งทำกราฟฟิกไฟเพื่อง่ายต่อการควบคุม

ระบบ BAS ในปัจจุบันมีความนิยมกันแพร่หลายมากในอาคารสมัยใหม่ เนื่องจากสามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในอาคารได้อย่างครอบคลุม แต่ระบบ BAS ก็มีข้อจำกัดโดยที่ ระบบ COMPUTER ของอาคารประกอบไปด้วย ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิค จำนวนมาก ซึ่งมีอายุการใช้งานและมักจะเสื่อมสภาพเมื่อเกิดความร้อนและฝุ่นสะสม จึงจำเป็นที่ต้องมีระบบระบายอากาศ (VENTILATION SYSTEM) ของอุปกรณ์เหล่านี้และต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการติดตั้งระบบ BAS ในอาคารปัจจุบัน **(เกชา ธีระโกเมน , 2540)**

2.3 การจัดการซ่อมและบำรุงรักษา

ในงานบริหารการผลิตในธุรกิจอุตสาหกรรมรวมทั้งธุรกิจบริการนั้น งานซ่อมและบำรุงรักษา มักจะเป็นงานที่หลีกไม่พ้นและยังมีความสำคัญมากงานหนึ่ง ถึงแม้ว่างานซ่อมและบำรุงรักษาจะไม่ใช่งานผลิตโดยตรงก็ตาม แต่งานซ่อมบำรุงก็มีบทบาทช่วยให้การผลิตและการบริการดำเนินไปได้อย่างราบรื่นไม่หยุดชะงัก ในโรงงานอุตสาหกรรมหนักบางประเภท เช่น โรงงานน้ำตาล โรงงานผลิตสัปปะรดกระป๋อง โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ และโรงงานผลิตยางรถยนต์ นั้นได้มีการจัดงานซ่อมและบำรุงรักษาอย่างเป็นระบบและมีการวางแผนและควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ได้ถือว่างานซ่อมและบำรุงรักษามีความสำคัญยิ่งกว่างานผลิตเสียอีก

การซ่อมและบำรุงรักษา หมายถึง งานหรือกิจกรรมที่จัดให้มีขึ้นเพื่อให้เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ อยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะปฏิบัติงานได้ตลอดเวลา เนื่องจากงานซ่อมและบำรุงรักษาเป็นงานที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายอยู่ตลอดเวลาโดยมิได้ทำหน้าที่ทำกำไรให้กิจการเลย ดังนั้นโรงงานและสถานบริการหลาย ๆ แห่ง จึงมักจะละเลยที่จะทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์โดยจะปล่อยให้เดินเครื่องจนเสียหายก่อนแล้วจึงซ่อม ซึ่งโดยสภาพความเป็นจริงแล้ว การทำเช่นนี้จะเกิดความสูญเสียมากกว่าหลายเท่า ถ้าคิดถึงความสูญเสียและการเสียโอกาสในการทำกำไรเนื่องจากเครื่องจักรเกิดขัดข้องในระหว่างการผลิตหรือการบริการ อีกทั้งยังอาจเกิดอุบัติเหตุและอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและคนงานจนถึงแก่ชีวิตซึ่งเป็นความสูญเสียที่มากขึ้นไปอีกเป็นทวีคูณ

2.4 การจัดองค์กรซ่อมและบำรุงรักษา

ในโรงงานอุตสาหกรรมตลอดจนสถานบริการต่าง ๆ เช่น โรงแรม โรงพยาบาล นั้น โดยทั่วไปจะพบว่ามีการจัดองค์กรการบำรุงรักษา 4 ลักษณะด้วยกันคือ

2.4.1 การบำรุงรักษาส่วนกลาง (CENTRAL MAINTENANCE)

การจัดองค์กรในลักษณะนี้ จะเป็นแบบฝ่ายซ่อมบำรุงส่วนกลาง ซึ่งดูแลด้านการซ่อมและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ทั้งหมด องค์กรลักษณะนี้มีข้อดีหลายประการ เช่น ทำงานซ่อมบำรุงได้รวดเร็ว และจัดกำลังคนได้ง่าย เครื่องมือและอุปกรณ์ซ่อมบำรุงมีน้อยชิ้นและสามารถใช้งานได้เต็มที่กว่า การจัดทำระบบบัญชี และการควบคุมค่าใช้จ่ายทำได้โดยง่าย ส่วนข้อเสียขององค์กรลักษณะนี้ ก็อาจมีได้ เช่น ถ้าบริหารไม่ดีจะเกิดการล่าช้าในการสั่งงาน พนักงานช่างส่วนกลางจะไม่มีความชำนาญเฉพาะอย่างเป็นพิเศษและประการสุดท้าย หากโรงงานมีพื้นที่กว้างใหญ่ การบริการจะล่าช้า เนื่องจากใช้ระยะเวลาการเดินทางมากขึ้น

2.4.2 การบำรุงรักษาตามพื้นที่

องค์กรแบบนี้จะกระจายความรับผิดชอบของงานซ่อมบำรุงตามพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งจะมีข้อดี คือ ลดระยะเวลาการเดินทางลงได้ จัดลำดับการทำงานได้ง่าย และช่างมีความชำนาญพิเศษกว่าแบบแรก แต่ข้อเสียขององค์กรแบบนี้ก็มีหลายประการ เช่น ช่างมักจะเกิดว่างงานมากในบางพื้นที่ หรืองานอาจมากจนช่างไม่พอเพียงในอีกพื้นที่หนึ่ง เครื่องมือและอุปกรณ์ก็มีซ้ำซ้อนและใช้ประโยชน์ไม่ได้เต็มที่ เป็นต้น

2.4.3 การบำรุงรักษาตามแผนกของเครื่องจักร

ในการจัดองค์กรแบบนี้ ช่างแต่ละคนจะถูกจัดวางให้ทำการซ่อมตามชนิดของเครื่องจักร ซึ่งช่างจะมีความชำนาญพิเศษมากขึ้น แต่ก็มีปัญหาหลายประการ เช่น การควบคุมค่าใช้จ่ายและบัญชีทำได้ยาก การประสานงานของฝ่ายช่างกับฝ่ายผลิตอาจมีปัญหา และโอกาศที่ช่างจะว่างงานก็มีมากเช่นกัน

2.4.4 การบำรุงรักษาแบบผสม

โรงงานหลายแห่งพยายามรวมเอาวิธีการทั้ง 3 มาผสมกันตามความเหมาะสม เช่น การบำรุงรักษาอุปกรณ์ต้นกำลังและอาคารขึ้นอยู่กับส่วนบริการกลาง และมีการจัดช่างคอยบำรุงรักษาเครื่องจักรในการผลิตเป็นแผนก ๆ ไปอีกพวกหนึ่ง วิธีแบบนี้เหมาะสำหรับโรงงานที่มีเครื่องจักรเฉพาะอย่างที่ต้องการดูแลและซ่อมบำรุงเป็นกรณีพิเศษ เช่น เครื่องปิดฝาโรงงานอาหารกระป๋อง เป็นต้น

2.5 ระบบข้อมูลของการซ่อม และบำรุงรักษา

ในการบริหารงานซ่อมและบำรุงรักษานั้น สิ่งที่จะต้องพึงระลึกไว้เสมอก็คือ จะต้องมีระบบข้อมูล ซึ่งอย่างน้อยที่สุดก็ต้องมีใบสั่งงาน (WORK ORDER) การบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาโดยปราศจากใบสั่งงานจะทำให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น ไม่สามารถติดตามและควบคุมงานได้ ไม่สามารถวางแผนและจัดกำลังคนได้อย่างเหมาะสม เพราะไม่รู้ข้อมูลว่าใครกำลังซ่อมอะไรอยู่ที่ไหน นอกจากนี้การควบคุมค่าใช้จ่ายและการทำบัญชีก็ไม่สามารถจะทำได้ อีกทั้งยังเปิดช่องทางให้มีการทุจริตได้อีกมากมาย

การจัดระบบข้อมูล หรือใบสั่งงาน นอกจากจะสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ข้างต้นได้ทั้งหมดแล้ว ก็ยังสามารถให้ฝ่ายวางแผนและควบคุมการผลิตทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานช่าง เปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่องจักร อัตราการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรแต่ละตัว ทำให้สามารถนำไปวางแผนกำลังคนฝ่ายซ่อมบำรุงและนำไปตัดสินใจเปลี่ยนเครื่องจักรได้

2.6 การจัดลำดับความสำคัญของงานซ่อมบำรุง

ในโรงงานอุตสาหกรรมตั้งแต่ขนาดกลางขึ้นไปจนถึงขนาดใหญ่นั้นมักจะมีเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ มากมายซึ่งถ้าเราจะดูแลให้ทั่วถึงทั้งหมด จะต้องใช้ช่างและงบประมาณสูงมาก ดังนั้นในการซ่อมบำรุงรักษานั้น จึงมีความจำเป็นต้องจัดลำดับความสำคัญของงานซึ่งสามารถจะแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ ดังนี้

อันดับ 1 เป็นงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์หลักในกระบวนการผลิต ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาแล้วจะมีผลทำให้การผลิตหยุดชะงักลงทันที หรือเป็นเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ป้องกันมลพิษหรือเป็นเครื่องจักรที่มีอันตราย เช่น หม้อกำเนิดไอน้ำ หรือถังเก็บก๊าซแอมโมเนีย เป็นต้น เครื่องจักรและอุปกรณ์เหล่านี้ มีความสำคัญสูงสุดของฝ่ายซ่อมบำรุงที่จะต้องทำการซ่อมอย่างรีบด่วนและฉุกเฉิน เมื่อเครื่องจักรและอุปกรณ์เกิดชำรุดเสียหายขึ้นมา

อันดับ 2 เป็นงานซ่อมบำรุง ที่ต้องทำตามเวลาที่กำหนด สำหรับเครื่องจักรหลัก และเครื่องจักรอง ยกเว้นในกรณีที่โรงงานหยุดซ่อมเครื่องจักรครั้งใหญ่ เช่น กรณีของโรงงานสับประรดกระป๋อง หรือโรงงานน้ำตาลที่ต้องหยุดตามฤดูกาล งานซ่อมบำรุงนี้เป็นงานที่กระทำตามกำหนดเวลาก่อนที่เครื่องจักรจะชำรุดเสียหาย

อันดับ 3 รวมถึงงานซ่อมบำรุงต่าง ๆ ที่ทำเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรหรือปรับปรุงคุณภาพของสินค้า ปกติงานเหล่านี้มักจะดำเนินการภายในเวลา 7 วัน นับจากออกใบสั่งงานแล้ว

อันดับ 4 รวมถึงงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มิได้เป็นเครื่องจักรในกระบวนการผลิต เช่น งานเปลี่ยนหลอดไฟ ซ่อมรถตัดหญ้า หรือซ่อมห้องน้ำ เป็นต้น งานนี้ตามปกติจะทำภายในเวลา 30 วัน หลังจากออกใบสั่งงาน

อันดับ 5 เป็นงานที่จะทำได้ เมื่อต้องหยุดซ่อมโรงงานครั้งใหญ่ ยกตัวอย่างเช่น การถังพักน้ำ หรืองานซ่อมหอกลั่น ซึ่งใช้เวลานานนับเดือนและต้องหยุดการผลิตทั้งหมด ส่วนใหญ่งานระดับนี้ มักจะทำในโรงงานที่มีวัตถุดิบเข้าตามฤดูกาลเพียงช่วงเวลาเดียว เช่น โรงงานน้ำตาล เป็นต้น

2.7 การวางแผนงานซ่อมและบำรุงรักษา

ในการบริหารงานซ่อมและบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องมีการวางแผนเช่นดียวกับการวางแผนการผลิต แต่วัตถุประสงค์จะแตกต่างกันออกไปซึ่งในงานซ่อมบำรุงรักษานั้น จะมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

2.7.1 พยายามให้พนักงานช่างมีเวลาว่างน้อยที่สุด

2.7.2 ให้เครื่องจักรและอุปกรณ์สามารถทำงานได้โดยมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.7.3 ดูแลรักษาสภาพเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา

ในทางปฏิบัติ ผู้บริหารจะสังเกตได้อย่างหยาบ ๆ ว่า แผนกซ่อมบำรุงทำงานอย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ จากตัวเลขหรือดัชนีควบคุมหลายตัวประกอบกัน เช่นถ้าโรงงานต้องจ่ายค่าล่วงเวลาของช่างซ่อมสูง แต่ในขณะเดียวกันตัวเลขดัชนีการทำงานของช่างกลับต่ำ แสดงว่า แผนกช่างทำงานโดยไม่มีการวางแผนที่ดี นอกจากนั้นจำนวนครั้งของการชำรุดของเครื่องจักรในรอบเดือนก็จะเป็นดัชนีที่บอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของแผนกช่างได้เช่นกัน

ในการวางแผนการซ่อมบำรุงอย่างมีประสิทธิภาพนั้น เราจำเป็นต้องมีตัวเลขมาตรฐานสำหรับใช้ประกอบ เช่น รายการจำนวนคนงานและจำนวนชั่วโมงที่จะทำงานแต่ละชนิด และรายการวัสดุและเครื่องมืออุปกรณ์ที่ต้องใช้ในงานแต่ละอย่าง เมื่อมีตัวเลขมาตรฐาน เราก็สามารถประเมินเวลา จำนวนคน และค่าใช้จ่ายที่ใช้ในงานแต่ละงานได้ล่วงหน้าอย่างรวดเร็ว ตัวเลขมาตรฐานเหล่านี้ อาจต้องมีการปรับปรุงในช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้ถูกต้องอยู่เสมอ

นอกจากตัวเลขมาตรฐานแล้ว เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการซ่อมก็จะต้องจัดเตรียมไว้ให้พร้อม และต้องดูแลสภาพให้พร้อมใช้งานได้ตลอดเวลาเช่นกัน ปัญหาสำคัญประการหนึ่งก็คือต้องมีระบบควบคุมอย่าให้เครื่องมือซ่อมสูญหายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือขนาดเบา เช่น ประแจ คีม หรือ ไขควง เป็นต้น

ในประการสุดท้ายการวางแผนการซ่อมบำรุงที่ดีต้องมีข้อมูลย้อนกลับเพื่อเปรียบเทียบงานที่ทำจริงกับที่ประมาณไว้ ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบส่วนมากจะเป็นค่าใช้จ่ายกับจำนวนคน-ชั่วโมง (MAN-HOUR) ของพนักงานช่างในงานแต่ละงาน

ในการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงที่ดีนั้น ฝ่ายวางแผนการผลิตและฝ่ายซ่อมบำรุงควรจะพบปะหารือกันทุก ๆ วัน ถ้าเป็นไปได้ เพื่อประสานงานกันระหว่างงานผลิตกับงานซ่อม และในฝ่ายซ่อมบำรุงเองนั้น ถ้าเป็นไปได้ หัวหน้างานกับช่างซ่อมบำรุงก็ควรจะพบปะกันทุก ๆ เช้า ก่อนออกปฏิบัติงาน เพื่อรับใบสั่ง และอาจมีการประชุมปรึกษาหารือในรายละเอียดหรือปัญหาต่าง ๆ ก็จะทำให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.8 การจัดลำดับการทำงานซ่อมและบำรุงรักษา

การจัดลำดับการทำงานซ่อมและบำรุงรักษานั้นแท้จริงแล้วก็คือการจัดลำดับก่อนหลังของใบสั่งงานนั่นเอง โดยทั่วไปการจัดลำดับการทำงานซ่อมบำรุงจะพิจารณาจากลำดับความสำคัญและความรีบด่วนของงานดังกลาวแล้วในหัวข้อ 2.7.4 นอกจากนั้นก็ยังขึ้นอยู่กับจำนวนช่างที่มี และจำนวนวัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหลืออยู่

อย่างไรก็ดี ในทางปฏิบัติจะพบว่า การจัดลำดับการทำงานมักจะประสบปัญหามากเนื่องจากเกิดความบกพร่องและผิดพลาดต่าง ๆ เช่น วัสดุ และอุปกรณ์เกิดขาดแคลน มีการเปลี่ยนแปลงการผลิต หรือเกิดเหตุการณ์สุดวิสัยอื่น ๆ ทำให้ผู้จัดลำดับงานซ่อมบำรุงจะต้องพร้อมที่จะแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างรวดเร็ว

สิ่งที่ผู้จัดลำดับงานซ่อมจะต้องพึงตระหนักคือ งานตกค้าง ซึ่งมักจะเป็นงานที่ไม่ค่อยมีความสำคัญมากนัก จึงจัดลำดับความสำคัญไว้อันดับหลัง ๆ แต่เนื่องจากงานลักษณะนี้จะมีจำนวนมาก จึงมักจะกลายเป็นงานตกค้างสะสมอยู่มากมายเมื่อเวลาผ่านไปนาน ๆ ทำให้แผนกซ่อมบำรุงดูไร้สมรรถภาพ ดังนั้น ผู้จัดลำดับงานจึงควรติดตามงานตกค้างเหล่านี้ด้วย และพยายามจัดการให้เสร็จสิ้นไปโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น อาจจะจ้างเหมาข้างนอกมาทำ เป็นต้น

ในการวางแผนและจัดลำดับการซ่อมบำรุงรักษานั้น ผู้วางแผนจะต้องใช้ข้อมูลประกอบอันประกอบด้วย แผนการผลิตและลำดับการผลิต รายการงานตกค้าง และข้อมูลกำลังคน อุปกรณ์ และเวลาที่เหลืออยู่ จากนั้นก็จะจัดทำแผนและลำดับงานซ่อมบำรุงโดยใช้ GANTT CHART ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในการจัดลำดับการซ่อมบำรุงทั้งระยะสั้นและระยะยาว สำหรับงานซ่อมบำรุงขนาดใหญ่ เช่น การซ่อมบำรุงทั้งโรงงานนั้นสามารถใช้เทคนิคของ CPM และ PERT มาประยุกต์ใช้อย่างได้ผล

2.9 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PREVENTIVE MAINTENANCE,PM)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หมายถึง การดำเนินการกิจกรรมซ่อมบำรุงตามกำหนดเวลาก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดชำรุดเสียหาย เช่น การเปลี่ยนแบริง ถ่ายน้ำมันเครื่อง หรือ อัดจารบี ภายในเวลาที่กำหนด โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเกิดชำรุดเสียหายขึ้นในระหว่างการใช้งาน

ประโยชน์ของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีหลายประการดังนี้

1.สามารถยืดอายุการทำงานของเครื่องจักรและป้องกันการชำรุดเสียหายระหว่างใช้งาน

2.งานซ่อมบำรุงแบบป้องกันทำได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว ไม่กระทบกระเทือนกับการผลิต เพราะมีกำหนดเวลาเรียบร้อยแล้ว และมีข้อมูล และวิธีการทำงานพร้อม

3.ลดเวลาที่หยุดชะงักเนื่องจากเครื่องจักรชำรุดระหว่างการผลิตลงได้

4.สามารถลดอุบัติเหตุหรืออันตรายเนื่องจากการชำรุดของเครื่องจักรลงได้

5.ทำให้วางแผนได้ง่าย และทำให้สามารถใช้พนักงานซ่อมบำรุงตลอดจนอุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับเครื่องจักรจำเป็นจะต้องมีวิธีบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ได้แก่ เครื่องจักรหลักในกระบวนการผลิต และเครื่องจักรที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกันมลพิษตลอดจนเครื่องจักรที่อาจเกิดอันตรายร้ายแรงได้

2.10 ดัชนีเพื่อวัดประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้น จำเป็นจะต้องมีดัชนี เพื่อใช้วัดประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาด้วย ดัชนีที่ใช้ประกอบด้วย

1.ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเทียบกับผลผลิตที่ได้

2.ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเทียบกับยอดขาย

3.อัตราส่วนระหว่างเวลาที่เครื่องจักรเสียต่อเวลาที่เครื่องจักรทำงาน

4.อัตราส่วนระหว่างการบำรุงรักษาปกติเทียบกับการบำรุงรักษาแบบฉุกเฉิน(การซ่อม)

ดัชนีเหล่านี้จะสัมพันธ์กัน และจะใช้สำหรับการวัดประสิทธิภาพของการซ่อมบำรุง อย่างไรก็ดี ในทางปฏิบัตินั้นพบว่า การบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่มีทางทำได้ 100% เพราะค่าใช้จ่ายสูงมาก ในสหรัฐอเมริกา พบว่า โรงงานที่มีระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ในอุตสาหกรรมเคมี มีประมาณ 53 % อุตสาหกรรมกระดาษ 44% และอุตสาหกรรมอาหาร 40% ของจำนวนโรงงานแต่ละประเภท **(สัญชัย กลิ่นพิกุล , 2539)**

2.11 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

เดชา ธีระโกเมน (2540)

ได้บรรยายถึงระบบการทำงานและการปฏิบัติการเกี่ยวกับเครื่องจักรที่ติดตั้งอยู่ภายในอาคารสูงรวมไปถึงรายละเอียด ประเภทของแต่ละอุปกรณ์ ข้อดีและข้อเสีย ในการติดตั้งอุปกรณ์ ความจำเป็นและความสำคัญของเครื่องจักรที่อยู่ในอาคารและกล่าวถึงกระบวนการออกแบบเบื้องต้นในการเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่จะนำมาติดตั้งภายในอาคาร เพื่อประโยชน์แก่ผู้ปฏิบัติงานภายในอาคารสูงจะได้นำเทคนิคและการแก้ปัญหาจากประสบการณ์ของผู้เขียนไปใช้แก้ไขปัญหาในอาคารของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เกียรติ อัชรพงศ์ (2541)

เอกสารฉบับนี้ได้กล่างถึงกระบวนการทำงานของระบบปรับอากาศแบบน้ำเย็น (CHILLER WATER) ที่ใช้การจ่ายลมเย็นแบบแปรผัน (VARIABLE AIR VOLUME) ซึ่งในรายละเอียดจะบรรยายถึงกระบวนการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบหอยโข่ง (CENTIFUGAL TYPE) ชุดขับดันน้ำปฐมภูมิและทุติยภูมิรวมทั้งระบบระบายความร้อนโดยใช้หอผึ่งน้ำ (COOLING TOWER) และหลักการทำงานของหัวจ่ายลมแปรผัน (VALIABLE AIR VOLUME) ซึ่งในปัจจุบันอาคารสูงขนาดใหญ่นิยมใช้ รวมไปถึงการซ่อมบำรุงและการจัดปรับ มุมองศาของชุดควบคุมลมแบบแปรผันเพื่อความสมบูรณ์ในการทำความเย็นของระบบปรับอากาศแบบน้ำเย็น และประโยชน์จากเอกสารฉบับนี้สามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อควบคุมปริมาณลมจ่ายให้เหมาะสมเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานของอาคาร

พงศกร แสงผ่องแผ้ว (2539)

วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์สาเหตุการขัดข้องของโรงงานผลิตโช๊คอัพรถยนต์ซึ่งได้ทำการศึกษาและสามารถแยกแยะสาเหตุของการขัดข้องของเครื่องจักรได้เป็น 4 ประเภท คือ การซ่อมเครื่องจักรไม่ดี การเสื่อมสภาพของเครื่องจักร การใช้งานเครื่องจักรไม่ถูกวิธี และการขาดการบำรุงรักษา ซึ่งมีการปรับปรุงกระบวนการโดยการใช้โปรแกรมแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันจัดทำวิธีการใช้งานเครื่องจักรอย่างถูกต้องตามมาตราฐาน จัดทำรหัสเครื่องจักรและจัดระบบสารสนเทศ เพื่อจัดการกับงานซ่อมบำรุง ตลอดจนการลดเวลาการแจ้งซ่อม และเตรียมการซ่อมของฝ่ายบำรุงรักษาเพื่อลดเวลาที่สูญเสียไป เพื่อเพิ่มเวลาในการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยหลังจากมีการปรับปรุงแล้วพบว่า อัตราการขัดข้องของเครื่องจักรลดลง 11% ของเวลาการทำงานของเครื่องจักร

พรสวรรค์ ภูยาธร (2540)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงการศึกษาเครื่องจักรในโรงงานผลิตวงจรรวม เพื่อทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพิ่มระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดเหตุขัดข้อง และลดเปอร์เซ็นต์การเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร ซึ่งจากการศึกษาระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรดังกล่าว พบว่าก่อนมีการปรับปรุงการซ่อมแซมเครื่องจักรจะกระทำหลังการเกิดเหตุขัดข้อง และหลังจากได้ทำโปรแกรมแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โรงงานผลิตวงจรรวมนี้แล้ว พบว่ามีเวลาก่อนการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักร จำนวน 9 เครื่องจักร มีระยะเวลาเพิ่มขึ้น 1729.52 นาที ,1016.45 นาที, 3735.32 นาที 3632.77 นาที , 1458.25 นาที ,3876.93 นาที , 3435.63 นาที, 2276.81 นาที และ 59.63 นาที ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์ระบบเวลาการขัดข้องของเครื่องจักรลดลง 2.10,0.80,1.14,0.86,1.14,0.97,2.17,2.25 และ 0.76 ตามลำดับ

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ (2543)

เป็นเอกสารซึ่งอธิบายถึงการศึกษากระบวนการทำงาน (WORK STUDY) โดยเนื้อหาในการเขียนและปรับปรุงครั้งนี้ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน ซึ่งบรรยายถึงหลักเบื้องต้นในการปรับปรุงการทำงานทั้งประเภทในโรงงานอุตสาหกรรม และไม่ใช่งานอุตสาหกรรม เช่น งานบริการ งานสำนักงาน ศึกษาวิธีการทำงานให้ผู้ปฏิบัติงาน มีความล้าน้อยที่สุด และปลอดภัยจากอุบัติเหตุมากที่สุด การปรับปรุงวิธีการทำงานและตั้งเวลามาตราฐานในการปฏิบัติงาน เพื่อวัตถุประสงค์คือเพิ่มผลผลิตหรือลดค่าใช้จ่ายในการทำงาน โดยให้วิธีในการทำงานนั้น มีการทำงานที่น้อยที่สุด และคุ้มกับการลงทุนเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น

สัญชัย กลิ่นพิกุล (2539)

เป็นเอกสารประกอบการบรรยายที่ได้ทำการพรรณาถึงกระบวนการจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรมและงานอื่น ๆ โดยการปรับปรุงกระบวนการภายใน เช่น การบริหารองค์กร การจัดทำแผนวัสดุคงคลัง การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงาน เป็นต้น เพื่อที่สามารถลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการดำเนินการและเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น ตลอดจนการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร หรือโรงงานเพื่อการปฏิบัติงานของพนักงานทำงานได้เกิดความปลอดภัยสูงสุด และลดการสูญเสียของเวลาที่สูญเปล่าภายในโรงงานเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของกระบวนการผลิต

สุรสิทธิ์ ทองจินทรัพย์ (2541)

เอกสารได้บรรยายถึงกระบวนการในการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในอาคารสูงซึ่งได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบสุขาภิบาล ระบบไฟฟ้า ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ และระบบป้องกันอัคคีภัย ซึ่งในรายละเอียดของแต่ละระบบ ยังแนะนำวิธีการบำรุงรักษาที่ถูกต้องเพื่อลดความเสียหายของเครื่องจักร จากการซ่อมแซมหรือบำรุงรักษา ตลอดจนการบำรุงการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเบื้องต้น การวิเคราะห์สาเหตุการขัดข้องของเครื่องจักรและแนวทางในการป้องกันการขัดข้องของเครื่องจักร ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับจากเอกสารนี้ ช่วยในการวิเคราะห์และสามารถแก้ไขปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรได้อย่างถูกต้องและลดการเสียหายของอุปกรณ์ในการซ่อมแซมต่อไป

พูลพร แสงบางปลา (2530)

ได้เรียบเรียงเอกสารเกี่ยวกับการนำเสนอความสำคัญของการเก็บข้อมูล และการใช้ประโยชน์จากข้อมูลการซ่อมบำรุง โดยชี้ให้เห็นถึงวัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล ลักษณะของข้อมูลที่ดีและมีประสิทธิภาพ ประเภทของวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของการบันทึกรายวัน ตารางควบคุมการตรวจสอบ รายงานอุบัติเหตุของเครื่องจักรกล ตารางบันทึกหรือการ์ดสำหรับงานซ่อมบำรุง และการใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อการกำหนดมาตราฐานและแผนการซ่อมบำรุง (Plan) ซ่อมแซม ปรับแต่งหรือตรวจสอบ (Do) บันทึกและวิเคราะห์ผล (Check) และการป้อนข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อประโยชน์ในการวางแผนครั้งต่อไป (Action) สำหรับการกำหนดมาตราฐานใหม่

อนุพงษ์ บุณยเกียรติ (2528)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การวางแผนซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลรถขุดของกรมชลประทาน เพื่อให้อยู่ในสภาพที่พร้อมต่อการนำออกปฏิบัติงาน โดยมีความเชื่อถือได้ ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาลักษณะการกระจายความขัดข้องของเครื่องจักรกลรถขุด ค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุง และนโยบายการดำเนินงานของกรมชลประทาน แล้วทำการวิเคราะห์เพื่อจัดวางระบบการซ่อมบำรุงใหม่ ในลักษณะการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน พร้อมกับการจัดวางระบบข้อมูลที่มีการป้อนกลับของข้อมูล เพื่อใช้ในการติดตามควบคุมการปฏิบัติงาน และใช้ในการปรับปรุงแผนการดำเนินงานและวิธีการทำงาน ให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง ซึ่งจากการศึกษาโดยใช้เครื่องจักรกลรถขุดจำนวน 163 คัน พบว่าหลังจากที่มีการจัดระบบใหม่ ทำให้สามารถลดการสูญเสียในรูปของปริมาณงานดิน ได้ประมาณ 6.2 ล้านลูกบาศก์เมตร

อลงกฎ ชุตินันท์ (2527)

ได้บรรยายถึงความสำคัญของการวางแผนการซ่อมบำรุง เนื่องจากเป็นงานที่มีความละเอียดและต้องผนวกเอาความรู้ เทคนิค และประสบการณ์หลาย ๆ ด้านเข้าด้วยกัน งานซ่อมบำรุงรักษาสามารถกำหนดการปฏิบัติงานให้อยู่ในรูปของแผนแม่บทได้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

1. แผนการซ่อมบำรุงระยะสั้น และกำหนดเวลาทำงาน ซึ่งเป็นการแจกจ่ายงานแก่พนักงานซ่อมบำรุงต่อวัน สัปดาห์ต่อสัปดาห์ โดยใช้ระบบการสั่งงาน (Job order system) เป็นเครื่องมือ
2. แผนกการบำรุงระยะยาว เป็นการจัดทำแผนงาน เพื่อกำหนดแนวทางและหลักปฏิบัติของงานซ่อมบำรุง เพื่อให้งานที่ต้องดำเนินอย่างต่อเนื่องมีความสอดคล้องกัน ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการอ้างอิงถึงข้อมูลและสถิติ รวมทั้งประวัติงานซ่อมบำรุงด้วย
3. แผนพัฒนางานซ่อมบำรุง มีเป้าหมายเพื่อประเมินค่าและแนวโน้มของความต้องการงานซ่อมบำรุงในอนาคต ทั้งด้านทรัพยากรและเทคนิค โดยที่การจัดทำแผนนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากฝ่ายบริหารด้วยเสมอ

คณิต เสรีตระกูล (2533)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเพื่อเพิ่มผลผลิต กล่าวคือ ได้ทำการวางแผนการบำรุงรักษา ในลักษณะที่ป้องกันไม่ให้เครื่องจักรหยุดทำงาน โดยเน้นการศึกษาเฉพาะโรงงานตัวอย่าง ซึ่งเป็นโรงงานกระป๋องขนาดใหญ่ที่ทำการผลิตปลาทูน่าบรรจุกระป๋อง คาดว่าจะสามารถใช้เป็นแนวทาง ในการเพิ่มผลผลิตสำหรับโรงงานอาหารกระป๋อง

โดยทั่วไประบบการซ่อมบำรุงที่ปรับปรุง สามารถลดอัตราการปฏิบัติงานผิดพลาดของเครื่องปิดฝากระป๋อง ประมาณ 3.54 เปอร์เซ็นต์ และลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่อหน่วยผลิตประมาณ 0.26 บาทต่อคาร์ตัน