

บทที่ 2

ทฤษฎีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบ สาธารณูปโภคประกอบอาคาร ทั้งในด้านของรูปแบบการดำเนินงานบำรุงรักษา ข้อมูลที่ใช้ในการ บริหารจัดการอาคาร ปัญหาต่างๆ ที่พบในการดำเนินงานบำรุงรักษา แนวทางการพิจารณาคัดเลือกผู้ รับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา แนวทางการประเมินผลการดำเนินงานบำรุงรักษา ตลอดจนถึงระบบ อุปกรณ์ของระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารต่างๆ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล ระบบ ปรับอากาศ ระบบป้องกันอัคคีภัย และระบบลิฟต์ ซึ่งข้อมูลจากการศึกษาในบทนี้จะสามารถทำให้ ทราบถึงลักษณะรูปแบบแนวทางการดำเนินงาน และปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในงานบำรุงรักษา ระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร รวมไปถึงมีความเข้าใจถึงระบบอุปกรณ์ของระบบ สาธารณูปโภคต่างๆ ที่อยู่ภายในอาคาร เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อ ความสำเร็จในการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารต่อไป สำหรับ รายละเอียดของทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

2.1 รูปแบบการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคาร

ในการบริหารจัดการบำรุงรักษาอาคารมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกัน และลดจำนวนการซ่อมแซม ซ่อมแซมขององค์ประกอบต่างๆ ภายในอาคาร โดยทำการวางแผนการบำรุงรักษาในช่วงเวลาที่ เหมาะสม เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน (Life Cycle Cost) น้อยที่สุด รวมทั้งสามารถ ใช้ งานโครงสร้างอาคารตลอดจนถึงระบบสาธารณูปโภคภายในอาคารได้อย่างปลอดภัยตาม วัตถุประสงค์การใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งรูปแบบการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคารออกเป็น 3 รูปแบบ ได้ดังต่อไปนี้ (Homer et al., 1997)

2.1.1 การบำรุงรักษาแบบปรับแก้ (Corrective Maintenance)

เป็นรูปแบบการบำรุงรักษาเมื่อเกิดปัญหาข้อบกพร่องของวัสดุระบบอุปกรณ์ต่างๆ ภายใน อาคาร โดยรูปแบบการบำรุงรักษาแบบปรับแก้นี้จะครอบคลุมทั้งกิจกรรมในการเปลี่ยนอุปกรณ์ (Replacement) และการซ่อมแซมส่วนชำรุดเสียหาย (Repair) ที่ไม่ได้มีการวางแผนการซ่อมบำรุงไว้ ล่วงหน้า ดังนั้นการบำรุงรักษาแบบปรับแก้ก็อาจก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงในการบำรุงรักษาอาคาร ด้วยเหตุผล 2 ประการคือ

1. ความเสียหายที่เกิดขึ้นในบางส่วน อาจก่อให้เกิดความเสียหายในส่วนอื่นของอาคารตามมา เช่น การรั่วซึมของหลังคา อาจส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อฝ้าเพดาน และวัสดุตกแต่งภายในอาคารได้
2. ความเสียหายในระบบอุปกรณ์ภายในอาคาร อาจส่งผลต่อความสะดวกต่อผู้ใช้อาคาร ขณะเจ้าหน้าที่ทำการแก้ไขซ่อมแซม อีกทั้งการบำรุงรักษาแบบปรับแก้ นั้น ยากต่อการวางแผนจัดสรรบุคลากร และการสำรองอะไหล่วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ

2.1.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นแนวทางการบำรุงรักษาเพื่อแก้ไขข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในการบำรุงรักษาแบบปรับแก้ โดยทำการวางแผนงานซ่อมบำรุงตามระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อลดความน่าจะเป็นที่อาจเกิดเหตุขัดข้องของระบบอุปกรณ์ต่างๆ ภายในอาคาร ซึ่งรูปแบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันนี้สามารถสรุปข้อดี/ข้อเสีย ได้ดังต่อไปนี้

ข้อดี

- > สามารถวางแผนงานบำรุงรักษาอาคารล่วงหน้าเพื่อความสะดวกต่อผู้ใช้อาคาร
- > สามารถหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาที่เป็นผลสืบเนื่องจากความเสียหายก่อนหน้าได้
- > สามารถลดระยะเวลาที่เกิดข้อบกพร่อง (Downtime) ของระบบอุปกรณ์ภายในอาคารได้
- > สร้างความปลอดภัยต่อผู้ใช้อาคาร

ข้อเสีย

- > การวางแผนงานบำรุงรักษาตามรอบระยะเวลา ไม่ได้คำนึงถึงสภาพขององค์ประกอบต่างๆ ภายในอาคาร ก่อให้เกิดปริมาณงานที่ไม่จำเป็นในการรักษา สภาพของระบบอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้
- > องค์ประกอบต่างๆ ภายในอาคารอาจได้รับความเสียหายก่อนเวลาอันควร หากเกิดข้อผิดพลาดในระหว่างการดำเนินงานบำรุงรักษาของเจ้าหน้าที่ ที่มีทักษะไม่เพียงพอ
- > การวางแผนบำรุงรักษาตามรอบระยะเวลา โดยทั่วไปแล้วต้องทำการสำรองอะไหล่ และอาศัยบุคลากรจำนวนมาก

2.1.3 การบำรุงรักษาตามสภาพการใช้งาน (Condition-based Maintenance)

คือ การบำรุงรักษาเมื่อการเสื่อมสภาพขององค์ประกอบต่างๆ ภายในอาคารถึงจุดที่กำหนดไว้ ดังนั้นช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการบำรุงรักษา จะพิจารณาจากการสำรวจสภาพความเสียหาย และสภาพการใช้งานของระบบอุปกรณ์ต่างๆ ภายในอาคาร

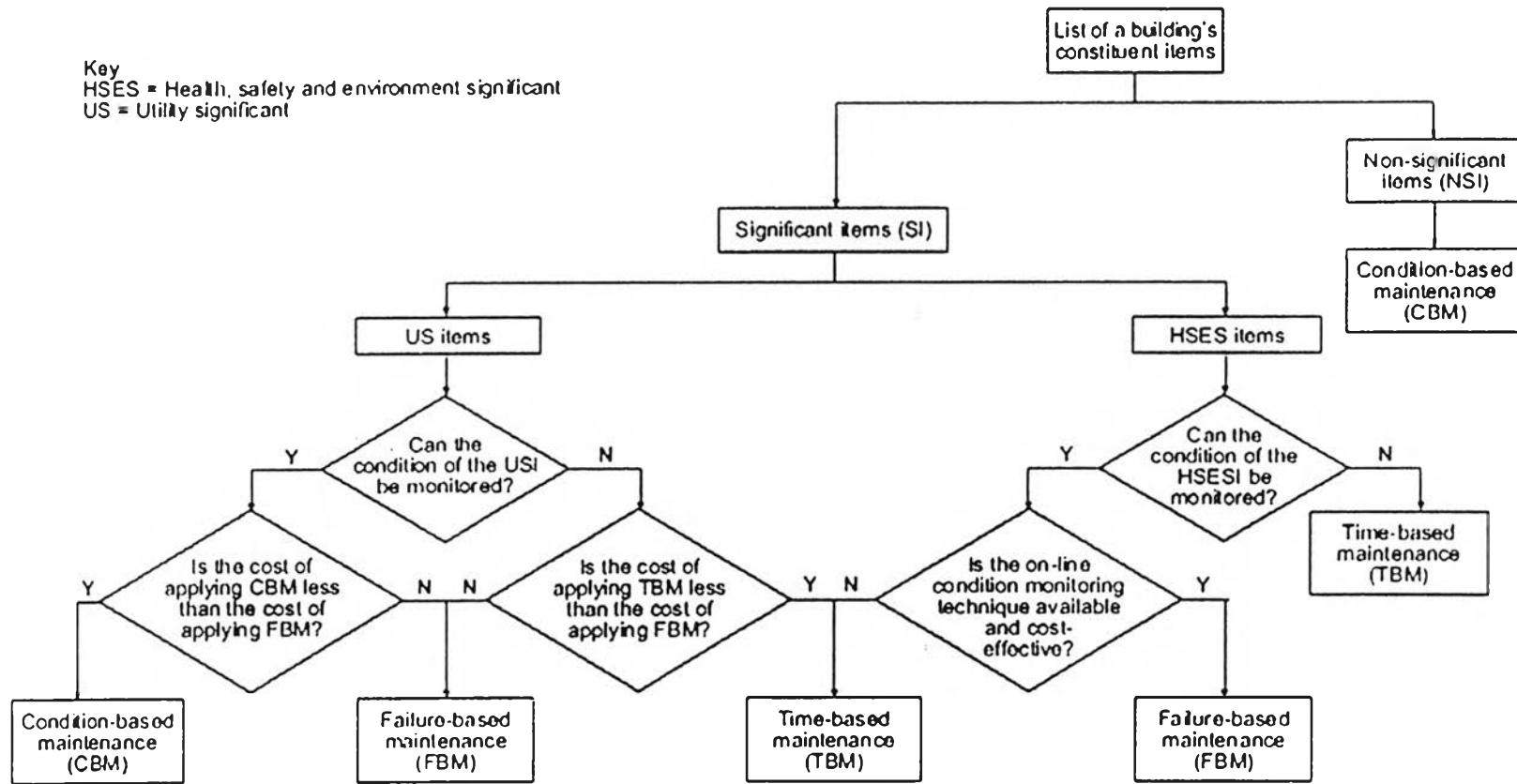
ในการบำรุงรักษาอาคารตามสภาพการใช้งานนี้ จะทำการวางแผนงานบำรุงรักษาโดยพิจารณาจากการตรวจสอบติดตาม (Monitoring) สภาพขององค์ประกอบต่างๆ ภายในอาคาร เช่น ผนัง พื้น หลังคา และระบบอุปกรณ์สาธารณูปโภค (ไฟฟ้า สุขาภิบาล ปรับอากาศ ป้องกันอัคคีภัย ลิฟต์) เพื่อพิจารณาว่าองค์ประกอบของอาคาร หรือชิ้นส่วนอุปกรณ์ภายในอาคารส่วนใดที่ต้องทำการบำรุงรักษาก่อนที่ความเสียหายหนักจะเกิดขึ้น ซึ่งการตรวจสอบติดตามสภาพในแต่ละองค์ประกอบของอาคาร จำเป็นต้องทำการกำหนดตัวแปร ที่สามารถแสดงถึงสภาพการใช้งาน เพื่อพิจารณาเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาพการใช้งานปกติไปสู่สภาพการใช้งานที่เกิดเหตุขัดข้องได้

การพิจารณารูปแบบการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคารที่เหมาะสมนั้น จำเป็นต้องทำการพิจารณารูปแบบการบำรุงรักษาาร่วมกันทั้ง 3 รูปแบบ เนื่องจากองค์ประกอบภายในอาคารต่างๆ มีความสำคัญไม่เท่ากัน บางองค์ประกอบภายในอาคารไม่สามารถดำเนินการตรวจสอบติดตามสภาพการใช้งานได้ รวมไปถึงการประยุกต์ใช้เทคนิคการตรวจสอบสภาพ อาจคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ ซึ่ง Homer ได้เสนอแผนผังในการตัดสินใจสำหรับพิจารณารูปแบบการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคาร ดังรูปที่ 2.1

Arditi และ Nawakorawit (1992) ได้เสนอแนวทางการตัดสินใจพิจารณารูปแบบการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคาร โดยพิจารณาจากลักษณะการวางแผนงานบำรุงรักษา แสดงดังรูปที่ 2.2

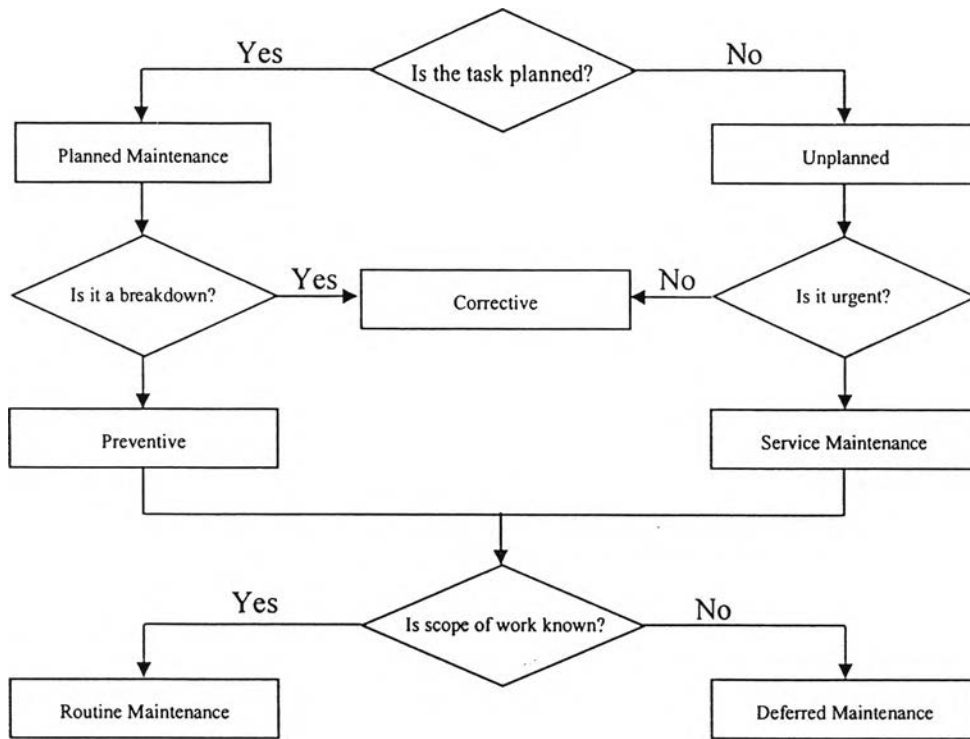
จากรูปแบบการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคารที่กล่าวถึง อาจสามารถสรุปรูปแบบการดำเนินงานบำรุงรักษาได้ 2 รูปแบบหลักๆ (Korka et al., 1997) คือ

- (1) การบำรุงรักษาแบบวางแผนไว้ล่วงหน้า (Planned Maintenance) คือการบำรุงรักษาอาคารซึ่งมีการวางแผนการบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้า ไม่ว่าจะเป็นงานบำรุงปกติที่ต้องทำประจำวัน หรือ งานบำรุงตามกำหนดเวลาซึ่งมีการกำหนดเวลาในการบำรุงรักษาไว้เป็นรอบระยะเวลา เช่น การซ่อมบำรุงหนัก (Overhauls) เป็นต้น



รูปที่ 2.1 แนวทางการพิจารณารูปแบบการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคาร

(Homer et al., 1997)



รูปที่ 2.2 แนวทางการพิจารณารูปแบบการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคาร

(Arditi และ Nawakorawit ,1992)

- (2) การบำรุงรักษาแบบไม่ได้วางแผนไว้ล่วงหน้า (*Unplanned Maintenance*) คือการบำรุงรักษาอาคารซึ่งไม่ได้มีการวางแผนการบำรุงรักษาไว้ก่อนล่วงหน้า เช่น งานซ่อมบำรุงจากเหตุฉุกเฉินต่างๆ เป็นต้น

ทั้งรูปแบบการบำรุงรักษาที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า (*Planned maintenance*) และการบำรุงรักษาแบบเฉพาะหน้า (*Unplanned maintenance*) โดยส่วนใหญ่แล้วจะขึ้นอยู่กับงบประมาณที่ได้รับในการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคาร ซึ่งโดยทั่วไปในปัจจุบันมีวิธีการกำหนดงบประมาณสำหรับดำเนินงานบำรุงรักษาอาคาร 2 รูปแบบคือ

- (1) พิจารณาจากค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอาคาร ในปีที่ผ่านมา บวกกับอัตราเงินเฟ้อ (*Inflation*) ที่เกิดขึ้นระหว่างปี ได้เป็นวงเงินงบประมาณในปีปัจจุบัน
- (2) พิจารณาจากสภาพการใช้งานขององค์ประกอบต่างๆ ภายในอาคาร เพื่อกำหนดปริมาณงานที่ต้องดำเนินงานบำรุงรักษาทั้งหมด สำหรับการพิจารณาจัดตั้งงบประมาณบำรุงรักษาในปีถัดไป

ในอดีตการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคภายในอาคารมักอาศัยแผนซ่อมบำรุงภายในองค์กร แต่เนื่องจากข้อจำกัดเกี่ยวกับการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์สำรองในการดำเนินงานบำรุงรักษา รวมถึงทักษะของบุคลากรในการวินิจฉัยสาเหตุข้อบกพร่องในการทำงานของระบบอุปกรณ์ต่างๆ ภายในอาคาร ที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ก่อให้เกิดปัญหาการใช้งบประมาณในการสำรองวัสดุอุปกรณ์ และงบประมาณบำรุงรักษาสูงกว่าที่ควร นอกจากนี้ยังมีปัญหาความล่าช้าในการดำเนินงานซ่อมบำรุงเพื่อแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องของระบบอุปกรณ์สาธารณูปโภคต่างๆ ภายในอาคาร (Kennedy, 1993) ดังนั้นในปัจจุบันหน้าที่ในการดำเนินงานบำรุงรักษาดังกล่าว จึงมักจะดำเนินการโดยอาศัยการว่าจ้างบุคลากรจากภายนอกองค์กร ซึ่งรูปแบบสัญญาว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาสามารถแบ่งออกได้ 2 รูปแบบดังต่อไปนี้ (Franlund, 2004)

(1) สัญญาว่าจ้างตามลักษณะการทำงาน (*Task Oriented Contract*)

รูปแบบสัญญาประเภทนี้จะทำการกำหนดลักษณะงานที่ต้องดำเนินการบำรุงรักษา เช่น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และการบำรุงรักษาแบบปรับแก้ในองค์ประกอบต่างๆ ภายในอาคาร ซึ่งเป็นรูปแบบสัญญาที่นิยมใช้ปกติทั่วไป และมีรูปแบบสัญญามาตรฐาน (National Standard Contracts) ในหลายประเทศ เช่น หน่วยงานพัฒนามาตรฐานในยุโรป (Comite Europeen de Normalisation: CEN) ก็ได้จัดทำแนวทางสำหรับจัดเตรียมสัญญาว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา โดยสรุปหัวข้อสำคัญที่ควรพิจารณาจัดเตรียมในสัญญาว่าจ้าง แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

(2) สัญญาว่าจ้างตามผลการดำเนินงาน (*Target Oriented Contract*)

รูปแบบสัญญาประเภทนี้จะทำการกำหนดผลการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคารที่ต้องการในสัญญาว่าจ้าง โดยที่ผลการดำเนินงานที่กำหนดนั้นจะต้องมีความน่าเชื่อถือ และมีมาตรฐานในการตรวจวัดได้ ซึ่งในช่วงระยะเวลาไม่นานที่ผ่านมา ในหลายองค์กรได้เริ่มมีการใช้สัญญาว่าจ้างในรูปแบบดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบสัญญาประเภทนี้ยังไม่มีการกำหนดรูปแบบสัญญามาตรฐาน (National Standard Contracts) เพื่อความสามารถในการนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างแพร่หลายในทางปฏิบัติ

2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการบริหารจัดการอาคาร

การดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารนั้น โดยที่จริงแล้วก็เป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งในการบริหารจัดการอาคาร ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลต่างๆ ร่วมกัน สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการบริหารจัดการอาคาร โดยทั่วไปนั้น จะประกอบด้วยข้อมูลหลักๆ ใน 3 ส่วน (Spedding, 1995) ได้แก่

ตารางที่ 2.1 แนวทางการจัดเตรียมสัญญาว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา

<ol style="list-style-type: none"> 1. หัวข้อ (Heading) 2. วัตถุประสงค์ (Objective) 3. คำจำกัดความในสัญญา 4. ขอบเขตการดำเนินงาน <ol style="list-style-type: none"> 4.1 สถานที่ (Site) 4.2 ตำแหน่งดำเนินงาน (Location) 4.3 เนื้อหา 4.4 ระยะเวลาดำเนินงาน 4.5 อุปสรรค (Impediment) 4.6 ความล่าช้า 5. ข้อตกลงทางด้านเทคนิค <ol style="list-style-type: none"> 5.1 การตรวจสอบ 5.2 ข้อมูลทางด้านเทคนิค 5.3 การสำรองวัสดุอุปกรณ์ และวัสดุสิ้นเปลือง 	<ol style="list-style-type: none"> 6. ข้อตกลงทางด้านราคา <ol style="list-style-type: none"> 6.1 ราคา 6.2 การเบิกจ่ายงวดงาน 6.3 การรับประกัน (Warranties) 6.4 บทลงโทษ การชดเชยเนื่องจากความล่าช้าในการดำเนินงาน 6.5 โบนัสการดำเนินงาน (Incentive) 6.6 การประกันภัย (Insurances) 6.7 การรับรองทางการเงิน (Financial guarantee) 7. การจัดเตรียมบุคลากร <ol style="list-style-type: none"> 7.1 คุณสมบัติบุคลากร 7.2 ความปลอดภัยและสุขภาพ 7.3 การรักษาสิ่งแวดล้อม 7.4 การรักษาความปลอดภัย 7.5 การประกันคุณภาพ 7.6 หัวหน้าทีมบุคลากร 7.7 การบันทึกรายงาน 	<ol style="list-style-type: none"> 8. ข้อกำหนดด้านกฎหมาย <ol style="list-style-type: none"> 8.1 สิทธิครอบครอง 8.2 Confidentiality 8.3 เหตุสุดวิสัย 8.4 ภาระความรับผิดชอบ (Liability) 8.5 การจัดการข้อโต้แย้ง 8.6 สาเหตุในการยุติสัญญา 8.7 เอกสารสัญญา 8.8 การเปลี่ยนแปลงงาน งานเพิ่ม/ลด 8.9 การว่าจ้างผู้รับเหมาช่วง 8.10 กฎหมายที่บังคับใช้ 8.11 ภาษากฎหมาย 8.12 Validity of the contract 8.13 Notification 8.14 วันทำสัญญา
--	--	--

2.2.1 ข้อมูลองค์ประกอบทั่วไปของอาคาร (Asset Data)

ข้อมูลดังกล่าวนี้ถือว่าเป็นข้อมูลหลักของข้อมูลทั้งหมด เนื่องจากเป็นข้อมูลพื้นฐานการบริหารจัดการอาคาร รวมทั้งยังมีความสัมพันธ์กับข้อมูลด้านอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลสภาพของอาคาร ข้อมูลการดำเนินงานและบำรุงรักษาอาคาร ซึ่งโดยทั่วไปแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทั่วไปของอาคาร จะประกอบไปด้วยข้อมูลต่างๆ ดังนี้

- > ข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่ตั้ง กรรมสิทธิ์ ปัจจัยด้านกายภาพหรือด้านกฎหมายอื่นๆที่เกี่ยวข้อง
- > ข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับอาคาร เช่น ชนิดของอาคาร โครงสร้างอาคาร ความสูงและพื้นที่ใช้สอยของอาคาร ระบบต่างๆที่มีอยู่ในอาคาร ข้อกำหนดต่างๆในการก่อสร้าง ปีที่ก่อสร้าง

2.2.2 ข้อมูลสภาพการใช้งานของอาคาร (Condition Data)

การวางแผนการใช้งานและการบำรุงรักษาขององค์ประกอบต่างๆ อาคาร จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการใช้งานของอาคารเพื่อประกอบการพิจารณาตัดสินใจวางแผนการดำเนินงาน ซึ่งอาคาร โดยทั่วไปนอกจากจะมีโครงสร้างเป็นองค์ประกอบหลักแล้ว ยังมีระบบสาธารณูปโภค (Facility) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญภายในอาคารด้วย ซึ่งได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล ระบบปรับอากาศ ระบบป้องกันอัคคีภัย และระบบลิฟต์ เป็นต้น โดยที่องค์ประกอบต่างๆ ของอาคารเมื่อเวลาผ่านไปจะมีการเสื่อมสภาพเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องดำเนินงานบำรุงรักษาอาคารให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายและปลอดภัยต่อผู้ใช้อาคาร ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ ข้อมูลสภาพการใช้งานของอาคารจึงเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการบริหารจัดการอาคาร โดย Spedding (1995) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการประเมินสภาพการใช้งานของอาคารไว้ดังต่อไปนี้คือ

- > เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการวางแผนงานบำรุงรักษาอาคาร และใช้ในการพิจารณางบประมาณที่ต้องใช้สำหรับการดำเนินงานบำรุงรักษา
- > เพื่อใช้ในการประมาณอายุการใช้งานคงเหลือ ขององค์ประกอบต่างๆ ภายในอาคาร
- > เพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการดำเนินงานบำรุงรักษา

ในการประเมินสภาพการใช้งานของอาคารนั้น โดยทั่วไปแล้วอาจสามารถทำได้โดยการตรวจวัดด้วยสายตา ซึ่งแม้ว่าอาจจะมีความสะดวกในการตรวจวัด แต่ก็ยังมีข้อเสีย คือผลการประเมินที่

ได้นั้น อาจมีความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากการประเมินสภาพด้วยสายตาจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้ประเมิน รวมทั้งในการประเมินแต่ละครั้งอาจได้ผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอน แม้ว่าจะเป็นผู้ประเมินคนเดียวก็ตาม เพื่อเป็นการลดปัญหาดังกล่าว จึงได้มีหน่วยงานที่จัดทำมาตรฐานในการประเมิน และให้ผู้ประเมินยึดถือมาตรฐานดังกล่าวเป็นแนวทางในการประเมิน เพื่อหลีกเลี่ยงการประเมินในรูปแบบที่ต้องอาศัยความรู้สึกนึกคิด (Subjective) ของผู้ประเมินเป็นหลัก เช่น มาตรฐานที่กำหนดโดยองค์กร ASCE ของประเทศสหรัฐอเมริกา BS ของประเทศ อังกฤษ หรือ CSA ของประเทศแคนาดา เป็นต้น (Hudson et al., 1997)

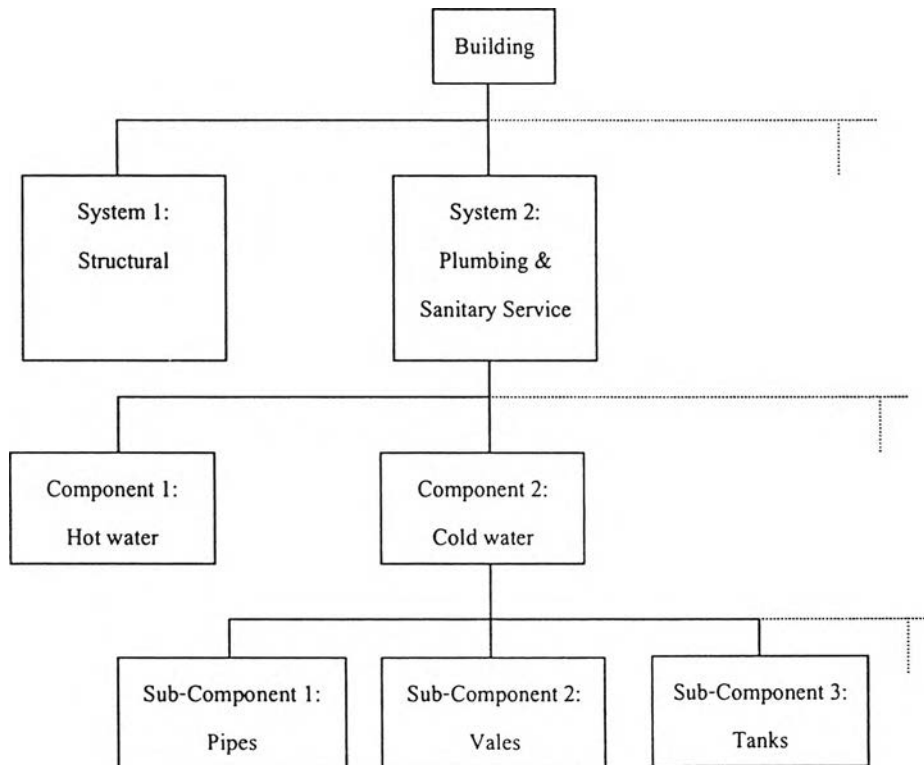
การประเมินสภาพการใช้งานของอาคารในทางปฏิบัติจริง พบว่าในแต่ละอาคารจะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ เป็นจำนวนมาก ดังนั้นในการประเมินสภาพการใช้งานของอาคารจึงมักพิจารณาความเสียหายในแต่ละองค์ประกอบของอาคาร ก่อนที่จะพิจารณาสรุปองค์ประกอบของอาคารที่ต้องดำเนินการบำรุงรักษา สำหรับในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบสภาพการใช้งานของอาคารตั้งแต่ 2 อาคารขึ้นไปนั้น จำเป็นต้องมีดัชนีที่สามารถใช้แทนสภาพความเสียหายของแต่ละองค์ประกอบภายในอาคาร แล้วจึงนำมารวมเป็นสภาพความเสียหายรวมของอาคารนั้นๆ เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบสภาพความเสียหายกับอาคารอื่นต่อไป ซึ่งดัชนีดังกล่าวนี้ เรียกว่า Composite Condition Index (Hudson et al., 1997)

Lee และ Akton (1997) ได้เสนอดัชนีสำหรับใช้ในการประเมินสภาพการใช้งานของอาคาร โดยพิจารณาจากองค์ประกอบของอาคารใน 5 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โครงสร้างเหล็ก หลังคา กำแพง และประตูหน้าต่าง โดยได้กำหนดระดับของความเสียหายในแต่ละองค์ประกอบไว้ 4 ระดับ คือ ในระดับ 1 (สภาพดี) จนถึงระดับ 4 (สภาพแย่) นอกจากนี้ ยังได้มีการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์สภาพของอาคารจากค่าดัชนีดังกล่าวอีกด้วย โดยแบบจำลองดังกล่าวอยู่ในรูปแบบของสมการเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระต่างๆ ได้แก่ อายุของอาคาร ลักษณะการใช้งานของอาคาร และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอาคารต่อปี กับตัวแปรตามซึ่งได้แก่ สภาพความเสียหายของอาคารดังกล่าว โดยที่แบบจำลองดังกล่าวนี้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการซ่อมบำรุง รวมทั้งการจัดสรรงบประมาณบำรุงรักษาต่อไปได้ แต่ทั้งนี้แบบจำลองดังกล่าว ยังคงเป็นการพิจารณาเพียงองค์ประกอบในด้านของโครงสร้างของอาคารเท่านั้น ซึ่งยังไม่ได้คำนึงถึงองค์ประกอบของระบบสาธารณูปโภคภายในอาคาร ที่นับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเป็นส่วนใหญ่

Uzaraki และ Burley (1997) ได้เสนอดัชนีสำหรับใช้ในการประเมินสภาพการใช้งานของอาคารที่มีการคำนึงถึงองค์ประกอบของระบบสาธารณูปโภคภายในอาคาร เรียกว่า Building Condition Index ซึ่งดัชนีดังกล่าวนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 0-100 โดยถ้าอาคารใดมีค่าดัชนีดังกล่าวสูง

แสดงว่าอาคารนั้นมีความเสียหายมาก ซึ่งในขั้นตอนของการประเมินนั้น จะทำการแบ่งอาคารออกเป็นองค์ประกอบย่อย (Sub Component) ดังแสดงในรูปที่ 2.3

ในการประเมินสภาพความเสียหายด้วยวิธีดังกล่าวนี้ จะเริ่มต้นจากการประเมินองค์ประกอบย่อยของอาคาร (Sub Component) ซึ่งเป็นหน่วยที่ย่อยที่สุดก่อน โดยผู้ประเมินจะทำการประเมินถึงชนิด ความรุนแรง ของสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นในแต่ละองค์ประกอบย่อยต่างๆ จากนั้นจึงนำผลที่ได้ไปทำการปรับแก้ด้วยค่าปรับแก้ที่กำหนด เพื่อให้ได้ค่าดัชนีสภาพการใช้งาน (Condition Index) ของแต่ละองค์ประกอบย่อย จากนั้นจึงนำค่าดังกล่าว มาคำนวณเป็นค่าดัชนีสภาพการใช้งานของอาคารทั้งหลังต่อไป



รูปที่ 2.3 การแบ่งโครงสร้างอาคารตามองค์ประกอบย่อย (Uzaraki และ Burley, 1997)

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีทั้งสองจะเห็นได้ว่า ดัชนีวัดสภาพของอาคารที่เสนอโดย Uzaraki และ Burley มีความละเอียดในการวัดมากกว่า เนื่องจากพิจารณาละเอียดถึงขั้นส่วนย่อย (Sub Component) ต่างๆ ของอาคาร และยังสามารถบอกได้ถึงสภาพของระบบต่างๆ ภายในอาคาร เช่น ระบบไฟฟ้า หรือประปาได้ด้วย แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากดัชนีดังกล่าวมีความละเอียดค่อนข้างสูง ซึ่งต้องการข้อมูล และใช้เวลาในการวิเคราะห์ค่อนข้างมาก จึงทำให้มีความสะดวกในการใช้งานในทางปฏิบัติจริงน้อยกว่าดัชนีที่เสนอโดย Lee และ Akton

2.2.3 ข้อมูลการดำเนินงานและบำรุงรักษาอาคาร (Operating and Maintenance)

ข้อมูลการดำเนินงานและการบำรุงรักษาอาคารนั้น โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยข้อมูล 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ข้อมูลการใช้งานของอาคาร ข้อมูลการซ่อมแซมและบำรุงรักษาอาคาร รวมไปถึงข้อมูลค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และการบำรุงรักษาอาคาร

ในด้านของข้อมูลการใช้งานของอาคารนั้น โดยทั่วไปจะพิจารณาจากข้อมูลการใช้พื้นที่ต่างๆภายในอาคาร รวมทั้งการใช้งานระบบสาธารณูปโภคต่างๆ เช่น ไฟฟ้า หรือน้ำประปา และระบบรักษาความสะอาดหรือระบบรักษาความปลอดภัย เป็นต้น

การดำเนินงานบำรุงรักษาอาคารมีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการใช้งานขององค์ประกอบต่างๆ ของอาคารให้สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ก่อให้เกิดความสะดวกสบายปลอดภัยต่อผู้ใช้อาคาร และคุ้มค่าต้องงบประมาณบำรุงรักษา ดังนั้นข้อมูลประวัติการบำรุงรักษา ระบบอุปกรณ์ต่างๆ ภายในอาคารนั้น จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการพิจารณาดัดสินใจบริหารจัดการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคารให้ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวได้

ในการบริหารจัดการอาคารนั้น นอกเหนือจากข้อมูลการใช้งาน และการบำรุงรักษาระบบอุปกรณ์ต่างๆ ภายในอาคารแล้ว ข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในกิจกรรมดังกล่าว ยังเป็นข้อมูลที่มีส่วนสำคัญในการพิจารณาดัดสินใจบริหารจัดการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคาร ซึ่งค่าใช้จ่ายดังกล่าว โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายต่างๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงาน ค่าประกันภัย ค่ารักษาความสะอาด ค่ารักษาความปลอดภัย ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาโครงสร้างอาคาร ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน (Spedding, 1995)

นอกจากนี้ Spedding (1995) ยังให้ความเห็นว่า หน่วยของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการพิจารณาดัดสินใจบริหารจัดการอาคารนั้น เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้เกิดความสะดวกในการพิจารณาตรวจสอบติดตามค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ โดยหน่วยของค่าใช้จ่ายที่นิยมใช้ในปัจจุบันนั้น มีอยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ ได้แก่

- (1) ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่อาคาร (Cost per Area)
- (2) ค่าใช้จ่ายต่อจำนวนผู้ใช้อาคาร (Cost per Occupation)
- (3) ค่าใช้จ่ายต่อจำนวนอาคาร (Cost per Property)

ค่าใช้จ่ายต่อจำนวนอาคารนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลง ขึ้นอยู่กับขนาดของอาคาร ซึ่งค่าใช้จ่ายในรูปแบบดังกล่าวจะสามารถใช้พิจารณาได้ในกรณีที่มีอาคารมีขนาดเท่าๆกัน ส่วนค่าใช้จ่ายต่อ



จำนวนผู้ใช้อาคารนั้น จะมีค่าไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้อาคาร ในขณะที่ทำการเก็บข้อมูล สำหรับ ค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ก็จะมีค่าแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่และความสูงของอาคาร แต่อย่างไรก็ตาม ค่าใช้จ่ายในรูปแบบดังกล่าว ก็เป็นที่นิยมใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการอาคารมากกว่าค่าใช้จ่ายต่อหน่วยจำนวนผู้ใช้อาคาร หรือค่าใช้จ่ายต่อหน่วยจำนวนอาคาร

2.3 ปัญหาในการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร

การดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารในอดีตนั้น มักอาศัยการดำเนินงานบำรุงรักษาโดยแผนกซ่อมบำรุงภายในองค์กร ซึ่งส่วนใหญ่มักมีปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของผลการดำเนินงานบำรุงรักษา เนื่องจากปัญหาการขาดทักษะความชำนาญในการดำเนินงานของบุคลากร ที่ต้องอาศัยการบูรณาการองค์ความรู้ทั้งในด้าน ไฟฟ้า เครื่องกล และการบริหารจัดการเพื่อดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคารในปัจจุบันจึงมีแนวโน้มอาศัยการว่าจ้างทีมงานบุคลากรบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารที่มีทักษะความชำนาญจากภายนอกองค์กร (Kennedy, 1993)

Abdul and Al-Hammad (1995) ได้ทำการศึกษาปัญหาการว่าจ้างเพื่อดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร โดยทำการศึกษาข้อมูลปัญหาทั้งในส่วนของเจ้าของอาคาร และบริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยสามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานดังกล่าว ได้เป็น 4 กลุ่มปัญหา ดังต่อไปนี้คือ

2.3.1 ปัญหาเกี่ยวกับมาตรฐานและข้อกำหนดในสัญญาบำรุงรักษาอาคาร

จากผลการศึกษาปัญหาในการว่าจ้างเพื่อดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร ส่วนใหญ่พบว่าในสัญญาว่าจ้างดำเนินงานนั้น มักมีข้อบกพร่องเกี่ยวกับข้อกำหนดในสัญญาที่ไม่ถูกต้องชัดเจน หรือไม่ครบถ้วน เช่น การขาดข้อกำหนดเกี่ยวกับทักษะบุคลากร ข้อกำหนดในการดำเนินงานเมื่อเกิดปัญหาความล่าช้า ทั้งที่เกิดจากการตรวจรับงานที่ล่าช้าโดยผู้ว่าจ้าง หรือผู้รับจ้างดำเนินงานล่าช้าเอง รวมไปถึงบทลงโทษต่างๆ ที่ชัดเจนในสัญญาว่าจ้าง เป็นต้น นอกจากนี้แล้วในสัญญาว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารที่ใช้อยู่ทั่วไปนั้น ยังขาดข้อกำหนดเกี่ยวกับมาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง เพื่อการปฏิบัติงานบำรุงรักษา ซึ่งจะส่งผลให้เกิดปัญหาระหว่างผู้ว่าจ้างในการตรวจรับผลการดำเนินงานของผู้รับจ้างได้

2.3.2 ปัญหาทางการเงิน

ความสามารถทางการเงินนั้น นับว่ามีความสำคัญต่อการว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารเป็นอย่างมาก แต่การว่าจ้างดำเนินงานดังกล่าวในปัจจุบัน ยังคงมีปัญหาทางการเงินหลายประการ ได้แก่ เจ้าของอาคารขาดงบประมาณที่เพียงพอในการดำเนินงานบำรุงรักษา ผู้ว่าจ้างขาดดัชนีค่าใช้จ่าย (Cost Index) สำหรับประมาณการค่าใช้จ่ายดำเนินงานบำรุงรักษาที่เหมาะสม การเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นต่อบริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา การวางแผนเบิกจ่ายวงงานที่ไม่เหมาะสม การประมาณค่าใช้จ่ายดำเนินงานบำรุงรักษาที่ผิดพลาดของบริษัทรับจ้าง การรับงานนอกของบุคลากรในบริษัทรับจ้าง การขาดสวัสดิการที่ดีต่อบุคลากรของบริษัทรับจ้าง รวมไปถึงปัญหาในการประสานงานที่ีระหว่างแผนกบำรุงรักษาของบริษัทรับจ้าง และแผนกการเงินของผู้ว่าจ้าง

2.3.3 ปัญหาหัวหน้าบุคลากรบำรุงรักษา

การปฏิบัติงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารนั้น จำเป็นต้องอาศัยบุคลากรในการปฏิบัติงานดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งหัวหน้าบุคลากรนั้น จำเป็นต้องมีทักษะความชำนาญเพื่อสามารถควบคุมการปฏิบัติงานของบุคลากรในความรับผิดชอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในการดำเนินการว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร ในปัจจุบันนี้ ยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับหัวหน้าบุคลากรปฏิบัติงานบำรุงรักษา ได้แก่ การขาดหัวหน้าบุคลากรปฏิบัติงานบำรุงรักษาทั้งในส่วนของบริษัทรับจ้าง และในส่วนของผู้ว่าจ้าง รวมไปถึงการขาดทักษะความชำนาญของหัวหน้าบุคลากรบำรุงรักษาทั้งสองฝ่าย นอกจากนี้แล้วยังพบปัญหาด้านการสื่อสารภายในทีมงานบำรุงรักษาของบริษัทรับจ้าง ที่ขาดทักษะในการเขียนรายงานต่างๆ

2.3.4 ปัญหาเกี่ยวกับบุคลากรผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษา

ดังที่กล่าวมาข้างต้นว่า บุคลากรผู้ปฏิบัติงานดำเนินงานบำรุงรักษาเป็นองค์ประกอบสำคัญในการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร และปัจจุบันได้มีแนวโน้มที่จะทำการว่าจ้างเพื่อดำเนินงานบำรุงรักษา แทนการใช้บุคลากรภายในองค์กร เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากทักษะความสามารถของบุคลากรภายในองค์กร แต่จากการศึกษาของ Abdul และ Al-Hammad (1995) พบว่าการว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร ยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับบุคลากรผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษาในหลายประการ ได้แก่ บริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษามีแนวทางการคัดเลือกบุคลากรของบริษัทที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งยังประมาณการทักษะความสามารถบุคลากรของตนไว้สูงเกินจริง ขาดการฝึกอบรมทีมงานบุคลากรภายในบริษัทรับจ้าง ทำให้บุคลากรภายในบริษัทรับจ้างบำรุงรักษาขาดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ที่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้น

ในปัจจุบัน และบริษัทรับจ้างดำเนินงานนั้น ไม่ทราบถึงปัญหาเกี่ยวกับทักษะของบุคลากรที่ส่งผลกระทบต่อผู้ว่าจ้าง นอกจากนี้แล้วบริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารนั้นยังขาดการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่ดีและแรงจูงใจในการทำงานของบุคลากรภายในองค์กรก่อให้เกิดปัญหาความซื่อสัตย์และการประทุษร้ายของบุคลากรภายในบริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา

ในการว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารนั้น ยังมีหลายบริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาที่ขาดความพร้อมในข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของอาคารที่ต้องเข้าไปดำเนินงาน รวมไปถึงการเกิดปัญหาที่สำคัญคือ การขาดการประสานงานที่ดีระหว่างบริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา ตัวแทนของผู้ว่าจ้าง และบุคลากรผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษาของผู้รับจ้าง

2.4 แนวทางการพิจารณาคัดเลือกผู้รับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร

การว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารในปัจจุบันอาจแบ่งรูปแบบการว่าจ้างออกเป็น 2 รูปแบบหลักๆ ตามลักษณะของหน่วยงานที่ดำเนินการว่าจ้างคือ การว่าจ้างโดยหน่วยงานภาคเอกชน และการว่าจ้างโดยหน่วยงานของภาครัฐ ซึ่งในการว่าจ้างดำเนินงานโดยหน่วยงานของภาคเอกชนนั้น ลักษณะการว่าจ้างจะมีความยืดหยุ่นสูงกว่าการว่าจ้างโดยหน่วยงานของภาครัฐ และนิยมใช้วิธีการต่อรองราคาในการพิจารณาคัดเลือกผู้รับจ้างดำเนินงาน จากนั้นจึงทำสัญญาเงื่อนไขข้อตกลงกัน

สำหรับการว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารของหน่วยงานในภาครัฐนั้น จะต้องปฏิบัติตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ เพื่อให้เกิดการความเป็นธรรมในการแข่งขัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วหน่วยงานของภาครัฐจะมีวิธีการจ้างใน 6 วิธีคือ วิธีการตกลงราคา วิธีสอบราคา วิธีประกวดราคา วิธีพิเศษ วิธีกรณีพิเศษ และวิธีประมูลด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ ตามหลักเกณฑ์ที่กระทรวงการคลังกำหนด แต่ในการดำเนินการว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารในปัจจุบันนั้น จะนิยมใช้วิธีการจ้างใน 2 วิธีคือ วิธีสอบราคา และวิธีประกวดราคา ซึ่งทั้ง 2 วิธีดังกล่าวนี้จะมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกผู้รับจ้างในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือจะดำเนินการพิจารณาผู้เสนอราคาที่ผ่านเกณฑ์ตามข้อกำหนดคุณสมบัติเบื้องต้น เพื่อพิจารณาข้อเสนอทางด้านราคาของผู้เสนอราคาต่ำสุด

โดยธรรมชาติของลักษณะการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารนั้น เป็นงานที่ต้องคำนึงถึงเทคโนโลยีในการดำเนินงาน และหรือข้อกำหนดคุณสมบัติของผู้เสนอ

ราคา ซึ่งอาจจะมีข้อเสนอที่ไม่อยู่ในฐานเดียวกันเป็นเหตุให้มีปัญหาในการพิจารณาตัดสิน และเพื่อขจัดปัญหาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงข้อเสนอให้ครบถ้วน และเป็นไปตามความต้องการของผู้ว่าจ้าง ก่อนพิจารณาด้านราคา ซึ่งระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ ข้อที่ 54 ได้กำหนดให้ผู้เข้าเสนอราคาขึ้นซองประกวดราคาโดยแยกเป็น ซองข้อเสนอด้านเทคนิค ซองข้อเสนอด้านราคาและซองข้อเสนอทางการเงิน (ถ้ามี) โดยให้กำหนดวิธีการ ขั้นตอน และหลักเกณฑ์การพิจารณาไว้เป็นเงื่อนไขในเอกสารประกวดราคา

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ในการว่าจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภค ประกอบอาคารนั้น นอกเหนือจากจะพิจารณาผู้เสนอราคาที่ผ่านเกณฑ์ตามข้อกำหนดคุณสมบัติเบื้องต้นตามที่ผู้ว่าจ้างต้องการแล้ว ยังควรมีการพิจารณาข้อเสนอทางด้านเทคนิคของผู้เสนอราคา ก่อนที่จะพิจารณาข้อเสนอราคาต่อไป แต่ในการพิจารณาดังกล่าวนั้นจำเป็นต้องทำการกำหนดหลักเกณฑ์ในการพิจารณาที่แน่นอนและชัดเจน ซึ่ง Sirajuddin และ Al-Bulaihed (1996) ได้เสนอแนวทางในการพิจารณาคัดเลือกผู้รับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร โดยมีองค์ประกอบในการพิจารณาทั้งปัจจัยข้อเสนอทางด้านราคา และปัจจัยข้อเสนอทางด้านเทคนิค ซึ่งพิจารณาจากน้ำหนักคะแนนความสำคัญในแต่ละปัจจัย

Sirajuddin และ Al-Bulaihed ได้พิจารณาให้คะแนนความสำคัญในปัจจัยข้อเสนอทางด้านราคา และข้อเสนอทางด้านเทคนิค มีค่าคะแนนความสำคัญเท่ากัน คือปัจจัยละ 50% เท่ากัน ซึ่งในการพิจารณาปัจจัยข้อเสนอทางด้านราคานี้ จะพิจารณาจากสัดส่วนร้อยละระหว่าง ข้อเสนอราคาต่ำสุดกับข้อเสนอราคาของบริษัทที่ต้องการประเมิน โดยมีสมการดังนี้

$$\text{ปัจจัยข้อเสนอทางด้านราคา} = \frac{\text{ข้อเสนอราคาต่ำสุด} \times 100}{\text{ข้อเสนอราคาประเมิน}}$$

สำหรับปัจจัยข้อเสนอทางด้านเทคนิคนั้น จะมีองค์ประกอบหลักและสัดส่วนในการพิจารณาดังต่อไปนี้คือ

1. ความสามารถในการดำเนินงานของผู้เสนอราคา (10%)
2. แผนการดำเนินงานบำรุงรักษา (30%)
3. ประสบการณ์และสถานะทางการเงินของบริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา (20%)
4. บุคลากรของบริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา ผู้ปฏิบัติงานประจำอาคาร(40%)

ภายในองค์ประกอบหลักในการพิจารณาปัจจัยข้อเสนอทางด้านเทคนิคนั้น ยังคงมีปัจจัยย่อยภายในแต่ละองค์ประกอบหลักที่ต้องดำเนินการพิจารณา โดยแสดงรายละเอียดและสัดส่วนในการพิจารณาดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบการพิจารณาข้อเสนอด้านเทคนิคในการดำเนินงานบำรุงรักษา

องค์ประกอบการพิจารณาข้อเสนอด้านเทคนิค (บริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา)	เปอร์เซ็นต์คะแนน ความสำคัญ
1. ความสามารถในการดำเนินงานของผู้เสนอราคา	10%
1.1 แผนการจัดสรรบุคลากร (Job location)	15
1.2 ข้อมูลบุคลากร และ Supporting service	5
1.3 ประวัติบุคลากรหลัก	15
1.4 จำนวนบุคลากรตลอดช่วงสัญญาบำรุงรักษา	5
1.5 โปรแกรมในการควบคุมคุณภาพ	5
1.6 โปรแกรมด้านความปลอดภัย	5
1.7 ผังองค์กร (โครงสร้างการจัดการบุคลากร)	5
1.8 ความใส่ใจในการตอบแบบสอบถาม	10
1.9 Previous maintenance contract	5
1.10 ประสบการณ์ในอดีตช่วง 10 ปีที่ผ่านมา	5
1.11 หนังสือรับรองจากธนาคาร	5
1.12 การเข้าตรวจสอบพื้นที่ทำงาน	10
1.13 ความพร้อมในเครื่องมืออุปกรณ์หลักสำหรับใช้งาน	10
หมายเหตุ: รวมคะแนนในองค์ประกอบที่ 1	100
พิจารณาให้คะแนนเต็มหากส่งเอกสารตามหัวข้อพิจารณาต่างๆ และจะไม่ทำการพิจารณาคะแนนในหัวข้อที่ไม่ได้ส่งเอกสาร	
2. แผนการดำเนินงานบำรุงรักษา	30%
2.1 ประสบการณ์ในการบำรุงรักษาอาคารประเภทต่างๆ	50
2.2 ประสบการณ์ในการส่งซื้อวัสดุอุปกรณ์	10
2.3 ความพอเพียงของอุปกรณ์สนับสนุน	10
2.4 แผนการบำรุงรักษา / การใช้นุ้คลากร	
2.4.1 ครอบคลุมทุกลักษณะงานบำรุงรักษา	6
2.4.2 พิจารณารายละเอียดการทำงาน	4

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบการพิจารณาข้อเสนอด้านเทคนิคในการดำเนินงานบำรุงรักษา (ต่อ)

องค์ประกอบการพิจารณาข้อเสนอด้านเทคนิค (บริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา)	เปอร์เซ็นต์คะแนน ความสำคัญ
2.5 โปรแกรมควบคุมคุณภาพ	10
2.6 โปรแกรมด้านความปลอดภัย	10
หมายเหตุ: รวมคะแนนในองค์ประกอบที่ 2	100
3. ประสิทธิภาพและสถานะ การเงินของบริษัทบำรุงรักษาอาคาร	20%
3.1 อายุการดำเนินงานของบริษัท (อายุของบริษัท/อายุมากที่สุดของบริษัทที่เข้าประกวดราคา)	8
3.2 ความสามารถในการประกวดราคา (ข้อเสนอราคา/ข้อเสนอราคาสูงสุด)	8
3.3 จำนวนบุคลากรสูงที่สุดในรอบ 3 ปีที่ผ่านมา (จำนวนบุคลากรทั้งหมด/จำนวนบุคลากรสูงสุด)	8
3.4 จำนวนเจ้าหน้าที่ในปัจจุบัน (จำนวนเจ้าหน้าที่ทั้งหมด/จำนวนเจ้าหน้าที่สูงสุด)	8
3.5 ประสิทธิภาพในการจัดซื้อ (มูลค่าจัดซื้อสูงสุดในรอบ 3 ปี / มูลค่าสูงสุด)	8
3.6 สถานะ การเงินของบริษัท	
3.6.1 เงินทุนของบริษัท (Working Capital)	10
3.6.2 กำไรสุทธิ (Net profit to gross revenue)	10
3.6.3 Current assets to liabilities	10
3.6.4 Total assets to liabilities	10
3.6.5 มูลค่าสุทธิ (สินทรัพย์รวม - หนี้สินรวม)	10
3.6.6 Remaining bond	10
หมายเหตุ: รวมคะแนนในองค์ประกอบที่ 3	100
4. บุคลากรของบริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา ผู้ปฏิบัติงานประจำอาคาร	40%
<u>บุคลากรสนับสนุน</u>	
1. ประวัติบุคลากรที่ต้องการ	25
2. รายละเอียดประวัติบุคลากร (Req. Job Description) (จำนวนประวัติบุคลากร/จำนวนประวัติบุคลากรที่ต้องการ)	25

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบการพิจารณาข้อเสนอด้านเทคนิคในการดำเนินงานบำรุงรักษา (ต่อ)

องค์ประกอบการพิจารณาข้อเสนอด้านเทคนิค (บริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา)	เปอร์เซ็นต์คะแนน ความสำคัญ
3. บริษัทตั้งอยู่ในราชอาณาจักร	25
4. ระยะเวลาในการเข้าดำเนินงาน	25
หมายเหตุ: รวมคะแนนในองค์ประกอบที่ 4	100
ตำแหน่งบุคลากรที่ต้องการ (Job Description)	
1. วิศวกรหัวหน้าโครงการ	
2. วิศวกรไฟฟ้า	
3. วิศวกรสิ่งแวดล้อม	
4. ช่างเทคนิคไฟฟ้า (ไฟฟ้ากำลัง)	
5. ช่างเทคนิคทางด้านสุขาภิบาล	
6. ช่างเทคนิคทำหน้าที่ตรวจสอบ	
7. หัวหน้าแผนกบำรุงรักษา	
8. เจ้าหน้าที่ฐานข้อมูล	
9. บุคลากรตรวจสอบ และเบิกจ่ายพัสดุ	
10. เจ้าหน้าที่จัดซื้อ-จัดจ้าง	

จากองค์ประกอบในการพิจารณาทั้งปัจจัยข้อเสนอทางด้านราคา และปัจจัยข้อเสนอทางด้านเทคนิค จะนำมาพิจารณาคะแนนรวมของบริษัทรับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษาอาคาร ในรูปแบบสัดส่วนร้อยละดังสมการต่อไปนี้

$$\text{คะแนนรวม} = \text{ปัจจัยด้านราคา (50\%)} + \text{ปัจจัยด้านเทคนิค (50\%)}$$

2.5 แนวทางในการประเมินผลการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร

ในการควบคุมคุณภาพของผลการดำเนินงานนั้น นอกเหนือจากการกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงาน และกิจกรรมในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้แล้ว ยังต้องมีเครื่องมือที่สำคัญในการประเมินผลการดำเนินงานดังกล่าวว่าสามารถดำเนินงานได้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ได้หรือไม่ ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวได้แก่ ตัวชี้วัดผลการดำเนินงาน (Performance Index, PI) แต่ในการกำหนดตัวชี้วัดผลการดำเนินงานนั้น จำเป็นต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อผลการดำเนินงาน เพื่อสามารถกำหนดตัวชี้วัดผลการดำเนินงานได้อย่างเหมาะสม

Abdul et al. (1996) ได้ทำการศึกษาถึงข้อพิจารณาสำหรับประเมินผลการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร โดยทำการศึกษาถึงความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ทั้งในมุมมองของผู้รับจ้าง และมุมมองของผู้ว่าจ้าง ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มการพิจารณาปัจจัยออกเป็น 8 ประเภท โดยมีรายละเอียดและระดับความสำคัญในแต่ละกลุ่มข้อพิจารณา แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การประเมินผลการดำเนินงานของผู้รับจ้างบำรุงรักษาอาคาร

ข้อพิจารณาผลการดำเนินงาน	ระดับความสำคัญ	
	ผู้ว่าจ้าง	ผู้รับจ้าง
ความสามารถทางด้านเทคนิคของทีมบุคลากรปฏิบัติงานบำรุงรักษา	1	1
<ul style="list-style-type: none"> > การจัดหาช่างเทคนิคในการดำเนินงานบำรุงรักษา > ผลผลิตภาพ (Productivity) ของทีมงานบำรุงรักษา 		
การควบคุมด้านความปลอดภัยในการบำรุงรักษาภายในอาคาร	2	5
<ul style="list-style-type: none"> > การจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย > การจัดเตรียมอุปกรณ์ช่วยเหลือในเบื้องต้น > การจัดเตรียมแผนการควบคุมด้านความปลอดภัย (Safety Program) และข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง > การกำหนดระยะเวลาในการเข้าถึงตำแหน่งที่เกิดเหตุขัดข้องต่างๆ ภายในอาคาร 		
ความสามารถในการจัดเตรียมแผนการดำเนินงานที่เหมาะสม	3	3
<ul style="list-style-type: none"> > การกำหนดแผนการดำเนินงานและรอบเวลาในการดำเนินงาน > ประสิทธิภาพของแผนการดำเนินงาน > การควบคุมคุณภาพในงานบำรุงรักษาที่ทำแล้วเสร็จ 		
ความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ในการดำเนินงานบำรุงรักษา	4	2
<ul style="list-style-type: none"> > ความสามารถในการจัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ได้ตามปริมาณและคุณภาพที่ต้องการ > ความสามารถในการใช้งานได้ของเครื่องมืออุปกรณ์ที่มี 		
ความสามารถในการจัดหาวัสดุเพื่อใช้ในการดำเนินงานบำรุงรักษา	5	7
<ul style="list-style-type: none"> > จัดหาวัสดุได้คุณภาพตามข้อกำหนดในสัญญา > จัดหาวัสดุได้ตามปริมาณที่กำหนดในสัญญา > สามารถจัดหาวัสดุได้ตามแผนการดำเนินงาน 		

ตารางที่ 2.3 การประเมินผลการดำเนินงานของผู้รับจ้างบำรุงรักษาอาคาร (ต่อ)

ข้อพิจารณาผลการดำเนินงาน	ระดับความสำคัญ	
	มุมมอง ผู้ว่าจ้าง	มุมมอง ผู้รับจ้าง
ความสามารถในการจัดหาวัสดุเพื่อใช้ในการดำเนินงานบำรุงรักษา	5	7
<ul style="list-style-type: none"> > จัดหาวัสดุได้คุณภาพตามข้อกำหนดในสัญญา > จัดหาวัสดุได้ตามปริมาณที่กำหนดในสัญญา > สามารถจัดหาวัสดุได้ตามแผนการดำเนินงาน 		
ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ และหัวหน้าบุคลากรบำรุงรักษา	6	6
<ul style="list-style-type: none"> > การจัดเตรียมบุคลากรและหัวหน้าบุคลากรบำรุงรักษาตามข้อกำหนด > การจัดเตรียมหน่วยเฉพาะกิจ (Organized mobile offices) ในการสนับสนุนกิจกรรมบำรุงรักษาอาคาร > การจัดองค์กร และการจัดเตรียมรายงานเอกสารต่างๆ 		
การควบคุมการดำเนินงานของผู้รับจ้างรายย่อย (Subcontracting)	7	4
<ul style="list-style-type: none"> > การจัดหาผู้รับจ้างรายย่อยที่มีคุณสมบัติสามารถดำเนินงานบำรุงรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ 		

2.6 ระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร

ระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารนับว่าเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการใช้งานอาคารต่างๆ เนื่องจากเป็นระบบที่ช่วยในการอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้อาคาร และสามารถสนับสนุนให้ภารกิจหลักขององค์กรประสบความสำเร็จได้ ซึ่งระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยระบบต่างดังต่อไปนี้

2.6.1 ระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าภายในอาคารนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ได้ดังนี้

1. ระบบไฟฟ้ากำลัง

สำหรับระบบไฟฟ้ากำลังนั้น ได้แก่ ระบบการจ่ายไฟฟ้า (Power Distribution System) ซึ่งอาคารจะรับกระแสไฟฟ้าแรงสูงจากการไฟฟ้านครหลวง/ภูมิภาค ผ่านเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้ารวม แล้วจึงต่อผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าแรงสูง เข้าสู่ Main Circuit Breaker ก่อนที่จะผ่านไปยัง Sub Circuit Breaker เพื่อจ่ายไฟฟ้าไปใช้งานตามส่วนต่างๆ

ภายในอาคาร โดยอาศัยระบบสายป้อน ช่องเดินสายป้อน และอุปกรณ์ตัดคอนไฟฟ้า นอกจากนี้แล้วตาม พรบ.ควบคุมอาคารพ.ศ.2522 ได้กำหนดให้อาคารสูงต้องมีระบบการจ่ายไฟสำรอง (Standby Power System) เพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน ซึ่งโดยมากมักอาศัยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเครื่องชนิดดีเซลระบบความร้อนด้วยน้ำ หรืออาศัยแบตเตอรี่สำหรับจ่ายไฟฟ้าเฉพาะไฟแสงสว่างตามทางเดิน ซึ่งในการใช้งานของระบบการจ่ายไฟฟ้าสำรองโดยทั่วไปแล้ว จะจ่ายไฟให้กับส่วนต่างๆ ภายในอาคาร ได้แก่ ไฟแสงสว่างบริเวณโถงทางเดิน/บริเวณที่จอดรถ ระบบสื่อสาร สัญญาณเตือน อัคคีภัย ระบบประมวลผลข้อมูล ระบบดับเพลิง ระบบรักษาความดันของบันไดหนีไฟ ระบบระบายอากาศ และระบบลิฟต์

2. ระบบไฟฟ้าสื่อสาร

นอกเหนือจากระบบไฟฟ้ากำลังที่เป็นองค์ประกอบหลักสำหรับใช้งานระบบไฟฟ้าภายในอาคารแล้ว ระบบไฟฟ้าสื่อสารภายในอาคารยังคงเป็นอีกระบบหนึ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกต่อความสามารถในการใช้งานอาคารได้ ซึ่งระบบไฟฟ้าสื่อสารภายในอาคาร โดยทั่วไปแล้วจะประกอบไปด้วย ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection System) ระบบโทรศัพท์ (Telephone System) ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม (Master Antenna Television System) ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) ระบบควบคุมทางเข้า / ออกอาคาร (Access control) และระบบเสียง (Sound System) ภายในอาคาร

สำหรับรายละเอียดของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร ทั้งในส่วนของระบบไฟฟ้ากำลัง และระบบไฟฟ้าสื่อสารนั้น ยังคงมีรายละเอียดอีกจำนวนมาก ซึ่งผู้ที่สนใจสามารถศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมได้จากหนังสือความรู้เบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ แต่งโดย เกษา ธีระโกเมน และหนังสืออุปกรณ์และการติดตั้งในงานระบบไฟฟ้า แต่งโดย สุทธิ บรรจงจิตร ตามรายการเอกสารอ้างอิงของงานวิจัยนี้

2.6.2 ระบบสุขาภิบาล

ระบบสุขาภิบาลภายในอาคาร โดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วยระบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ระบบน้ำประปา

สำหรับระบบน้ำประปานั้น จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ (วริทธิ์, 2537) ได้แก่ ถังเก็บน้ำที่พื้นดิน และระบบการจ่ายน้ำ ซึ่งสามารถจ่ายน้ำได้ใน 3 รูปแบบคือ การจ่ายน้ำจากถังสูง การจ่ายน้ำโดยอาศัยระบบถังอัดความดัน (Hydro

pneumatic Pressure Tank System) และการจ่ายน้ำโดยระบบสูบน้ำเพิ่มความดันในเส้นท่อโดยตรง (Booster Pump System)

2. ระบบระบายน้ำ

นอกเหนือจากระบบน้ำประปาภายในอาคาร แล้วสิ่งหนึ่งที่เป็นต้องมีในระบบสุขาภิบาลคือ ระบบระบายน้ำของอาคาร ซึ่งโดยทั่วไปแล้วแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ ระบบระบายน้ำฝน และระบบระบายน้ำทิ้ง

ระบบระบายน้ำฝนนั้น ใช้เพื่อระบายน้ำออกจากพื้นที่รับน้ำฝนของอาคารสูง ซึ่งหากบริเวณที่รับน้ำฝนอยู่ต่ำกว่าท่อระบายน้ำ จะต้องมีบ่อรวมน้ำฝนและใช้เครื่องสูบน้ำระบายน้ำออกอย่างน้อย 2 เครื่อง สำหรับระบบระบายน้ำทิ้งจะประกอบไปด้วยท่อต่างๆ คู่กัน ซึ่งในอาคารสูงจะต้องมีท่อเพิ่มระบายอากาศทุก 10 ชั้น เพื่อระบายความดันในท่อ เรียกว่า Relief Vent (สุรินท์ และทาเคโอะ, 2527)

3. ระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียสำหรับอาคาร อาจสามารถทำได้โดยการกรองหรือการบำบัดในขั้นต้นก่อนปล่อยให้น้ำเสียไหลเข้าสู่ระบบบำบัดต่อไป ซึ่งสามารถทำได้โดยอาศัย บ่อดักไขมัน (สำหรับดักน้ำทิ้งที่มาจากห้องครัวเพื่อดักไขมันก่อนไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียอาคาร) และตะแกรงดักขยะ (สำหรับดักขยะออกจากน้ำทิ้งก่อนไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย) เป็นต้น

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้สำหรับอาคารในปัจจุบัน ได้แก่ บ่อเกรอะ (Septic Tank) เป็นการบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์แบบไร้อากาศ (Anaerobic Microorganisms) บ่อซึม (Cesspool) เป็นระบบที่นิยมติดตั้งไว้หลังจากบ่อเกรอะหรือต่อโดยตรงเข้ากับท่อส้วม (Soil pipe) ของแต่ละห้องน้ำ ซึ่งเป็นระบบที่อาศัยให้น้ำทิ้งจากส้วมไหลซึมผ่านบ่อซึมออกรอบๆบ่อ และปล่อยให้ซึมผ่านชั้นดิน

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียอื่นๆ ได้แก่ การบำบัดน้ำเสียโดยอาศัย ดัง Imhoff ซึ่งมีหลักการทำงานคล้ายคลึงกับบ่อเกรอะมาก เพียงแต่ต่างกันที่รูปลักษณะของถังที่ทำให้บริเวณสำหรับตกตะกอนอยู่ที่ส่วนบนของถัง และบริเวณเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์จะอยู่ที่ส่วนล่างของถัง ปฏิกริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นจะมีก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ก๊าซนำพาตะกอนจากส่วนล่างลอยขึ้นสู่บริเวณผิวบนของถัง โดยไม่รบกวนการตกตะกอนของระบบ นอกจากนี้แล้วยังมี ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีตัวกลางบรรจุอยู่ภายในถัง

เพื่อให้มีอายุตะกอน หรือเวลาเก็บกักของตะกอนจุลินทรีย์ยาวนาน แต่มีเวลาเก็บกักของเสียที่ต่ำกว่า

อีกหนึ่งระบบที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ระบบเอเอส (Activated Sludge) และระบบเชิงชีววิทยาอื่นๆ ซึ่งระบบเอเอส ที่ใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียของแต่ละอาคารจะมีขนาดเล็ก ดังนั้นจึงนิยมใช้เป็นถังสำเร็จรูป แต่ปัญหาของถังเอเอสสำเร็จรูปจะมีมากมาย ได้แก่ ถังสำเร็จรูปจะใช้กับอัตราไหลของน้ำทิ้งโดยเฉลี่ย ซึ่งไม่ได้ใช้กับอัตราไหลน้ำทิ้งสูงสุดที่บางเวลาได้ไหลลงมา เช่น เวลาช่วงเช้า หรือช่วงเย็น เป็นต้น ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้มีปัญหาเชิงกลศาสตร์ ปัญหาอีกข้อที่สำคัญต่อระบบบำบัดน้ำเสียคือ ระบบนี้จำเป็นต้องมีจุลินทรีย์ที่พอเพียงเหมาะสม และมีสภาพการตกตะกอนของพวกจุลินทรีย์ที่ดีด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการควบคุม ดูแล บำรุงรักษาอยู่ตลอดเวลา โดยผู้ชำนาญการเดินระบบ นอกจากนี้ยังมีระบบเอเอสอื่นๆ และระบบเชิงชีววิทยาอื่นๆ ได้แก่ ระบบการปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization) ระบบ SBR (Sequencing Batch Reactor) และระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor) (เกรียงศักดิ์, 2537)

2.6.3 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้ในอาคาร โดยทั่วไป สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้ (เกชา ชีระ โกเมน และคณะ, 2540)

1. เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง (Window Type)

คือเครื่องปรับอากาศที่มีอุปกรณ์หลักของวงจรทำความเย็นทุกอย่างครบชุดอยู่ในเครื่องเดียวกันและออกแบบให้เหมาะกับการติดตั้งบริเวณหน้าต่าง โดยด้านทำความเย็นจะอยู่ภายในห้อง สำหรับด้านระบายความร้อนจะอยู่บริเวณด้านนอก

เครื่องปรับอากาศประเภทนี้ จะอาศัยการระบายความร้อนด้วยอากาศ เนื่องจากเป็นเครื่องขนาดเล็ก การติดตั้งสามารถทำได้ง่ายและสะดวก สำหรับเครื่องปรับอากาศประเภทนี้ไม่ค่อยนิยมใช้ในปัจจุบันมากนัก เนื่องจากมีราคาที่สูงใกล้เคียงกันกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน อีกทั้งยังมีเสียงดังรบกวน

2. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)

เครื่องปรับอากาศประเภทนี้จะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่อยู่นอกห้องเรียกว่า Outdoor Unit หรือ Condensing Unit สำหรับส่วนที่อยู่ภายในห้องเรียกว่า Indoor หรือ Evaporator Unit ซึ่งในเชิงพาณิชย์จะมีชื่อเรียกว่า แฟนคอยล์ยูนิต (Fan-

Coil Unit – FCU) แต่หากมีลักษณะเป็นตู้ จะนิยมเรียกว่า เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit- AHU)

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนี้ มีรุ่นที่ใช้การระบายความร้อนด้วยน้ำ แต่ มักจะใช้เป็นเครื่องเสริมเมื่อต้องใช้งานนอกเวลาทำการปกติในอาคารที่มีระบบระบายความร้อนอยู่แล้ว

สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีขนาดใหญ่ (3-30 ตัน) อาจจะส่งลมเย็น โดยอาศัยระบบท่อลม เนื่องจากสามารถช่วยให้ได้รับการกระจายลมเย็นที่ดี ซึ่งเหมาะกับสำนักงาน , ห้องอาหาร, ห้องพักผ่อน โดยการกระจายลมที่ดีนี้ จะทำให้ได้ อุณหภูมิเฉลี่ยสม่ำเสมอ และลดปัญหาความไม่สบาย เนื่องจากความแตกต่างของ อุณหภูมิ การเป็น โรคภูมิแพ้และ โอกาสเป็นหวัดในบางคน ลักษณะการติดตั้ง โดยทั่วไปจะให้ Condensing Unit อยู่ภายนอกอาคาร และเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit – AHU) อยู่ภายในอาคาร โดยจัดให้มีห้องเครื่อง AHU ซึ่งหากนำ AHU มาตั้งภายในห้องนี้ จะใช้ระบบท่อลมในการส่งลมเย็น โดยจะต่อท่อลมมาเข้ากับเครื่อง AHU

ท่อลมที่ออกจากเครื่อง หรือท่อลมส่ง เรียกว่า Supply Air ท่อลมที่นำลมภายในห้องกลับมาที่เครื่อง หรือท่อลมกลับ เรียกว่า Return Air สำหรับสาเหตุที่ควรติดตั้ง AHU ภายในห้องเครื่องก็เพื่อให้เกิดความเรียบร้อย ลดความดังของเสียงและง่ายต่อการบำรุงรักษา

3. เครื่องปรับอากาศแบบสำเร็จครบชุดในตัว (Packaged Unit)

เครื่องปรับอากาศประเภทนี้มีโครงสร้างเช่นเดียวกับ เครื่องปรับอากาศแบบ หน้าต่าง แต่มีขนาดใหญ่กว่า มีทั้งชนิดที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Packaged Air-cooled Air-conditioner) และชนิดที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Packaged Water-cooled Air-conditioner) ซึ่งเครื่องปรับอากาศที่ใช้น้ำในการระบายความร้อนจะทำให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เนื่องจากมีความสามารถในการระบายความร้อนที่ดีกว่าเครื่องปรับอากาศที่อาศัยการระบายความร้อนด้วยอากาศ

4. ระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)

เนื่องจากเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง แบบแยกส่วน และแบบ Packaged Unit ต่างก็มีข้อดี ข้อเสีย และมีข้อจำกัดในการติดตั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของ ระยะห่างระหว่าง Condensing Unit หรือ FCU ที่มีระยะห่างน้อยในกรณีของ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่างนั้น จะมี

รูปทรงที่ไม่สวยงาม และมีเสียงดังรบกวน นอกจากนี้ในเครื่องปรับอากาศแบบ Packaged Unit ก็ยังคงมีเสียงดังรบกวน และไม่สามารถทำการควบคุมอุณหภูมิที่แน่นอนได้ ดังนั้นจึงได้มีการพิจารณานำเครื่องทำน้ำเย็นเข้ามาใช้งาน โดยทำน้ำให้เย็นก่อน แล้วจึงใช้น้ำเย็นนี้เป็นตัวกลางในการส่งผ่านความเย็นให้กับ FCU หรือ AHU ต่อไป

โครงสร้างของเครื่องทำน้ำเย็น จะเหมือนกับเครื่องปรับอากาศทุกชนิดคือ มีวงจรการทำความเย็น (Refrigeration Cyclic) เหมือนเดิม เพียงแต่แทนที่อีวาพอเรเตอร์จะทำความเย็นให้อากาศโดยตรง ก็จะไปทำความเย็นให้กับน้ำก่อน เมื่อได้น้ำเย็นแล้ว จึงใช้น้ำเป็นตัวกลางเพื่อถ่ายเทความเย็นต่อไป

สาเหตุที่ต้องใช้น้ำเป็นตัวกลางถ่ายเทความเย็นนี้ เนื่องจากน้ำสามารถสูบน้ำไปใช้ได้ไกล ๆ โดยไม่มีปัญหา จะรั่วบ้างก็ไม่เป็นไร และสามารถควบคุมปริมาณน้ำได้ง่าย ซึ่งจะมีผลทำให้การควบคุมอุณหภูมิสามารถทำได้ง่ายและแม่นยำขึ้น การที่ไม่มีคอมเพรสเซอร์อยู่กับ FCU หรือ AHU เหมือนกับเครื่อง Packaged Unit จะทำให้ไม่มีปัญหาเสียงดังรบกวนจากคอมเพรสเซอร์

สำหรับระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็นนี้ สามารถแบ่งลักษณะการระบายความร้อนได้ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ Air cooled Water Chiller และ Water Cooled Water Chiller

2.6.4 ระบบป้องกันอัคคีภัย

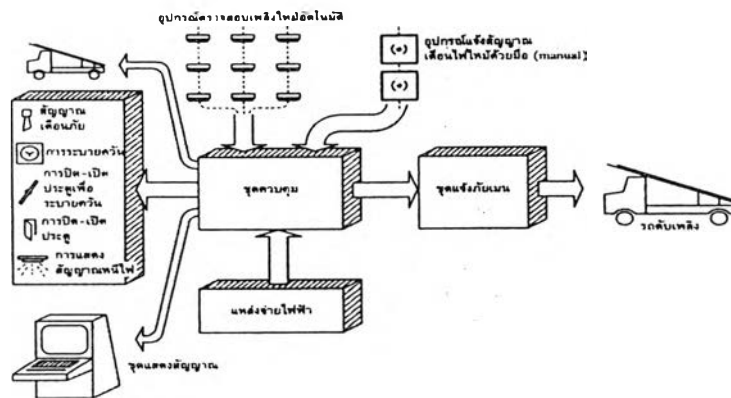
ระบบป้องกันอัคคีภัยอาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ระบบดับเพลิงด้วยน้ำซึ่งเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบประปา และระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยซึ่งเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า

1. ระบบดับเพลิงด้วยน้ำ

ในระบบดับเพลิงด้วยน้ำนั้น มีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ถังสำรองน้ำดับเพลิง ระบบส่งน้ำดับเพลิง (เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump) ท่อเมนส่งน้ำดับเพลิง ท่อขึ้น (Standpipe) สายส่งน้ำดับเพลิง (Fire Hose) และหัวรับน้ำดับเพลิง) ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler) เครื่องดับเพลิงมือถือ (Portable Fire Extinguisher) ระบบดับเพลิงแบบพิเศษ และระบบควบคุมควันไฟ

2. ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย

สำหรับส่วนประกอบที่สำคัญของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ประกอบไปด้วย องค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ แหล่งจ่ายไฟ แผงควบคุม และอุปกรณ์เริ่มสัญญาณ (อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน อุปกรณ์ตรวจจับควัน อุปกรณ์ตรวจจับเปลวเพลิง) อุปกรณ์แจ้งเหตุ และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ (ลิอชย, 2544) ซึ่งแสดงรายละเอียด ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ (ลิอชย, 2544)

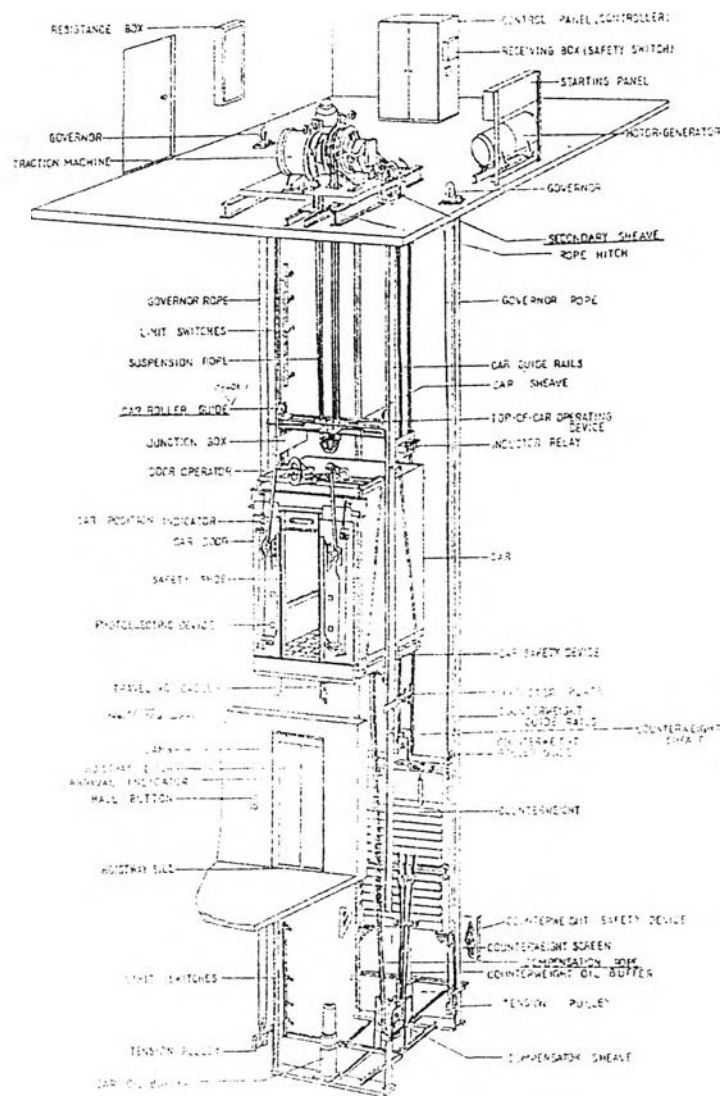
2.6.5 ระบบลิฟต์

ระบบลิฟต์ที่ใช้ภายในอาคารนั้น อาจสามารถจำแนกประเภทของลิฟต์ตามลักษณะการใช้งานได้แก่ ลิฟต์โดยสาร ลิฟต์บริการ (ลิฟต์ขนของ) ลิฟต์ดับเพลิง และลิฟต์พยาบาล ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ ห้องเครื่องลิฟต์ (มอเตอร์ ตัวควบคุมความเร็ว และตู้ควบคุมแบบมีแผงคอนโทรล) ช่องลิฟต์ (รางลิฟต์ สายเคเบิล ลูกถ่วง และบัฟเฟอร์) ตู้ลิฟต์ และประตูลิฟต์ สำหรับรายละเอียดส่วนประกอบต่างๆ ของลิฟต์ แสดงดังรูปที่ 2.5 (วัลลภ, 2540)

2.7 บทสรุป

ในบทนี้ได้ทำการศึกษาถึงรูปแบบการดำเนินงานบำรุงรักษาอาคาร ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการบริหารจัดการอาคาร ปัญหาในการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร แนวทางการพิจารณาคัดเลือกผู้รับจ้างดำเนินงานบำรุงรักษา แนวทางการประเมินผลการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร ตลอดจนถึงรายละเอียดเกี่ยวกับระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคารต่างๆ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบสุขาภิบาล ระบบปรับอากาศ ระบบป้องกันอัคคีภัย และระบบลิฟต์

สำหรับข้อมูลที่ได้รับการศึกษาในบทนี้จะนำไปใช้เป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการพัฒนาแบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถามเพื่อที่จะใช้ในการวิเคราะห์ถึงปัญหาในการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร รวมไปถึงสาเหตุหรือปัจจัยในการเกิดปัญหาต่างๆ ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบสาธารณูปโภคประกอบอาคาร ในงานวิจัยต่อไป



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบต่างๆ ของระบบลิฟต์ (วัลถก, 2540)