บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาวิธีการในการประเมินอาคาร และหากลยุทธ์ในการปรับปรุงอาคารสำนักงานราชการ ซึ่งมีการใช้งานจริงเพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเลือกอาคารกรณีศึกษาที่เป็นอาคารสำนักงานสูง 3 ชั้น ตั้งอยู่บริเวณเขตดอนเมือง จังหวัดกรุงเทพฯ โครงสร้างอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ภายในมีการปรับอากาศทุกห้องยกเว้นส่วนห้องน้ำและทางเดินภายในอาคาร พื้นที่ใช้สอยรวมทั้งอาคาร ประมาณ 2,460 ตารางเมตร มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยรายละเอียดดังนี้

3.1. ศึกษาการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารและแนวทางในการปรับปรุงอาคาร

โดยทำการศึกษาสิ่งที่มีผลต่อการใช้ไฟฟ้าในอาคารประเภทอาคารสำนักงาน หลักการนำความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร การให้แสงสว่างภายในอาคาร การปรับพื้นที่การใช้งานอาคาร ข้อกำหนดมาตรฐานสภาวะน่าสบาย และกฎหมายที่เกี่ยวข้องในด้านการใช้พลังงานในอาคาร รวมทั้งมาตรฐานการใช้พลังงานในประเทศไทย และวิธีใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

3.2. สำรวจเก็บข้อมูลอาคาร

3.2.1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและที่ตั้งอาคาร ประกอบด้วย

- *การศึกษาทิศแนวแกนอาคาร(orientation)* ด้วยการนำเข็มทิศเข้าไปเทียบหาทิศเหนือที่แท้จริง ณ ที่ตั้งอาคาร เพื่อทราบทิศที่แน่นอนของแนวอาคารกรณีศึกษา
- *การศึกษาลักษณะพืชพรรณ(vegetation) ที่มีอยู่ ณ ที่ตั้งอาคาร* สำรวจในพื้นที่เพื่อ กำหนดตำแหน่ง ชนิด ความสูง และจำนวน ของต้นไม้ที่มีอยู่ในพื้นที่
- *การกำหนดตำแหน่งแหล่งน้ำภายในพื้นที่ (water body)* สำรวจพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่ง ขนาด และลักษณะของแหล่งน้ำที่มีอยู่ ณ ที่ตั้งอาคาร
- *การกำหนดตำแหน่งสถาปัตยกรรมข้างเคียงอาคาร* สำรวจพื้นที่เพื่อกำหนดตำแหน่ง ขนาด และลักษณะของสิ่งก่อสร้างมีที่มีอยู่ ณ ที่ตั้งอาคาร

โดยกำหนดตำแหน่งในสถานที่ตั้งอาคารจริง

การเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของตัวอาคาร

- *การแบ่งพื้นที่ใช้สอยในอาคาร (zoning)* สำรวจ เก็บข้อมูลลักษณะการใช้งานอาคารและการจัดแบ่งพื้นที่ใช้สอยอาคาร
- *ศึกษาแปลนอาคาร ลักษณะเปลือกอาคาร ความสูงอาคาร*
- *การศึกษาวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร* เก็บข้อมูลวัสดุก่อสร้างอาคารวัสดุตกแต่ง และโครงสร้างอาคาร
- *ศึกษาสัดส่วนของช่องเปิดแต่ละทิศของอาคารต่อผนังทึบ (window to wall ratio)*

การเก็บข้อมูลอัตราส่วนการใช้งานอาคารจำแนกประเภท

- จำแนกประเภทการใช้งานแต่ละพื้นที่ในอาคารและศึกษาลักษณะพฤติกรรมการใช้งานอาคารของผู้ใช้อาคารได้แก่ การใช้งานสำนักงานทั่วไป การใช้งานเพื่อการเรียนการสอน ฯลฯ
- เก็บข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานอาคารในแต่ละช่วงเวลา การเปิดปิดระบบแสงสว่างและการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า จำแนกตามประเภทการใช้งานในอาคารนำมาคิดเป็นอัตราส่วนการใช้งานในแต่ละช่วงเวลาเทียบกับการใช้งานสูงสุด

3.2.2. การศึกษาการใช้พลังงานในอาคาร

การเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

เนื่องจากเป็นอาคารที่มิได้มีการแยกมิเตอร์วัดหน่วยไฟฟ้าที่ใช้งานในอาคารจึงต้องทำการติดตั้งเพิ่มและทำการตรวจวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมในช่วงเวลาประมาณ 2 – 3 เดือนที่ทำการศึกษา โดยพิจารณาเป็น การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเดือน การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อสัปดาห์ และการใช้พลังงานไฟฟ้าละเอียดวัดเป็นรายชั่วโมงเป็นจำนวน 4 วัน โดยเริ่มวัดในวันอาทิตย์จนถึงวันพุธ (โดยการวัดซ้ำประมาณ 2 ครั้ง) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับแบบจำลองสภาพอาคารด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อเปรียบเทียบความแม่นตรงของการใช้โปรแกรมจำลองสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร และแยกอัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างๆ ได้แก่ ส่วนการปรับอากาศ การให้แสงสว่างในอาคาร และระบบเครื่องกล อุปกรณ์ที่ใช้ในอาคาร

การสำรวจ เก็บข้อมูลของระบบปรับอากาศในอาคาร

จำแนกตามการจัดพื้นที่ใช้สอยในอาคาร โดยเก็บข้อมูลดังนี้

- ชนิดของเครื่องปรับอากาศ
- จำนวนเครื่องปรับอากาศที่มีการใช้งาน
- ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ(COP/EER) ด้วยการตรวจสอบ ความสามารถในการดึงความร้อน(cooling capacity) ออกจากอาคารที่แท้จริงกับกระแสไฟฟ้าที่ต้องการขณะเปิดเครื่อง
- ตารางการใช้งานเครื่องปรับอากาศ การตั้งค่า thermostat

- วัดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ของเครื่องปรับอากาศแต่ละชุด ด้วยการนำอุปกรณ์ แอมป์มิเตอร์ตรวจวัด ณ ช่วงเวลาที่เครื่องปรับอากาศทำงานเต็มที่

ด้วยการวัดสำรวจในอาคารจริง

การสำรวจ เก็บข้อมูลระบบเครื่องกลอื่น ๆในอาคารและอุปกรณ์ที่ใช้ในอาคาร

- เก็บข้อมูลชนิด จำนวน และปริมาณพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆที่มีการใช้งาน จำแนกตามการจัดพื้นที่ใช้สอยในอาคาร

3.2.3. การสำรวจตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณความร้อนในอาคาร

- ทำการคำนวณภาระปรับอากาศอันเนื่องมาจาก การถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคารโดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานลักษณะทางกายภาพของอาคาร
- การเก็บข้อมูลการรั่วไหลของอากาศภายใน-ภายนอกอาคาร ทั้งจากรอยต่อต่างๆ และจากการดูดอากาศออกด้วยพัดลมดูดอากาศ

3.2.4. การสำรวจตัวแปรที่มีผลต่อการให้แสงสว่างในอาคาร ข้อมูลระบบแสงประดิษฐ์ในอาคาร และ ลักษณะการกระจายแสงในอาคาร

เก็บข้อมูลอาคารที่มีอิทธิพลต่อการให้แสงสว่างและการจัดระบบแสงสว่างในอาคารกรณีศึกษา ดังนี้

- ตัวแปรที่มีผลต่อการให้แสงสว่างในอาคาร
  - เก็บข้อมูลค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวอาคารในแต่ละชั้น ด้วยการวัดเปรียบเทียบแสงที่สะท้อนขึ้นมาจากพื้นผิวอาคารกับปริมาณแสงที่ตกกระทบ โดยการวัดหลายตำแหน่งนำมาหาค่าเฉลี่ยค่าการสะท้อนแสงในอาคาร
  - เก็บข้อมูล light transmission กระจกแต่ละชั้นด้วยการวัดเปรียบเทียบแสงที่ส่องผ่านตัวกลางเทียบกับปริมาณแสงส่องเข้ามา โดยการวัดหลายตำแหน่งนำมาหาค่าเฉลี่ย
- ข้อมูลระบบแสงประดิษฐ์ที่ใช้ในอาคาร
  - การศึกษาตำแหน่งดวงโคม ขนาด ชนิด และจำนวน ดวงโคมที่ใช้ในอาคาร
  - ศึกษาวงจรในการเปิด-ปิดดวงโคม
  - คำนวณหาปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบแสงประดิษฐ์

- การศึกษาลักษณะการกระจายแสงในอาคาร จำแนกเป็น การกระจายแสงธรรมชาติ และการกระจายแสงเนื่องจากแสงประดิษฐ์ โดยทำการกำหนด grid ในการวัดทุกระยะ 1.25 เมตร ณ ห้องที่พิจารณาเลือกเป็นตัวแทนในการวัดแต่ละทิศ แต่ละชั้น
- การกระจายแสงธรรมชาติและการกระจายของแสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ จะวัดเป็นค่า day light factor โดยการวัดเปรียบเทียบระดับความสว่างภายในอาคาร คือระดับความสว่างภายนอกอาคาร ที่เวลาเดียวกัน และต้องพิจารณาลักษณะสภาพท้องฟ้า ณ เวลาที่ทำการวัด
  - การกระจายของแสงประดิษฐ์ จะต้องทำการวัดในช่วงกลางคืนเพื่อไม่ให้มีผลกระทบจากแสงธรรมชาติแล้วทำการวัดปริมาณแสง

3.2.5. การเก็บข้อมูลด้านสภาวะน่าสบายในอาคาร

- การวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในภายนอกอาคาร ใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ชนิด digital ตรวจวัดภายในอาคารแต่ละชั้น โดยเลือกห้องที่เป็นตัวแทนชั้นละ 1 ห้อง รายชั่วโมงเป็นจำนวน 4 วัน โดยเริ่มวัดในวันอาทิตย์จนถึงวันพุธ (โดยการวัดซ้ำประมาณ 2- 3 ครั้ง) สำหรับการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคาร จะติดตั้งอุปกรณ์ในตำแหน่งที่ไม่ได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมและรังสีดวงอาทิตย์
- การหาค่าอุณหภูมิ mean radiant temperature (MRT) และ surface temperature การหาค่าอุณหภูมิ MRT จะได้จากการวัด globe temperature แล้วทำการคำนวณผ่านสมการเพื่อให้ได้ค่า MRT เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของ MRT ที่มีต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร โดยทำการวัดพร้อมกับการวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์รายชั่วโมงเป็นจำนวน 4 วัน โดยเริ่มวัดในวันอาทิตย์จนถึงวันพุธ (โดยการวัดซ้ำประมาณ 2- 3 ครั้ง)
- การวัดค่าความเร็วลมในอาคาร เนื่องจากเป็นอาคารที่มีการปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศระบบแยกส่วน ดังนั้นปริมาณแรงลม ณ ตำแหน่งต่างๆ ในพื้นที่ปรับอากาศอาจมีค่าที่ไม่สม่ำเสมอ จึงต้องพิจารณาตำแหน่งในการวัดความเร็วเทียบกับตำแหน่งในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศในแต่ละพื้นที่

3.3. ประเมิน และ วิเคราะห์อาคารกรณีศึกษาด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากข้อมูลที่สำรวจอาคารนำมา สรุปข้อดีและปัญหาภายในอาคาร เก็บรวมรวมและตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร โดยใช้ข้อกำหนดของกฎหมาย มาตรฐานควบคุมอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน มาตรฐานทางด้านสภาวะน่าสบาย และการประเมินด้วยการจำลองสภาพการใช้พลังงานในอาคารด้วยคอมพิวเตอร์(computer simulation) เพื่อกำหนดส่วนประกอบอาคารกรณีศึกษาที่ต้องปรับปรุงตามปัญหาที่พบจากการสำรวจ กำหนดวิธีการปรับปรุงที่มีความเหมาะสมในเชิงเทคนิค ความเป็นไปได้ในการปรับปรุง แล้วศึกษาความเหมาะสมในด้านประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงอาคารกรณีศึกษา

3.4. เสนอแนวทางในการปรับปรุงอาคารกรณีศึกษา

เสนอแนวทางในการปรับปรุงอาคารกรณีศึกษาโดยนำวิธีการที่มีประสิทธิภาพทุกวิธีการมาใช้ปรับปรุงตัวอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้า และทำการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละแนวทางด้วย การจำลองสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในศึกษาประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาเมื่อปรับปรุงแล้ว

3.5. ประเมินแนวทางการปรับปรุงอาคาร

ประเมินแนวทางการปรับปรุงอาคารกรณีศึกษาในเชิงเทคนิค และ เชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้รูปแบบของระยะเวลาคืนทุน และมูลค่าสะสมของอาคาร(net present value)ที่ระยะเวลาต่างๆ เปรียบเทียบกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถลดได้ในแต่ละแนวทาง

3.6. สรุปผลแนวทางที่เหมาะสม ในการนำไปปรับปรุงอาคารกรณีศึกษา

เมื่อประเมินแนวทางในการปรับปรุงทุกแนวทางแล้ว จึงทำการสรุปผลทางเลือกที่มีความเหมาะสมที่สุดทั้งในด้านเทคนิค เชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคารต่อไปในอนาคต

3.7 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

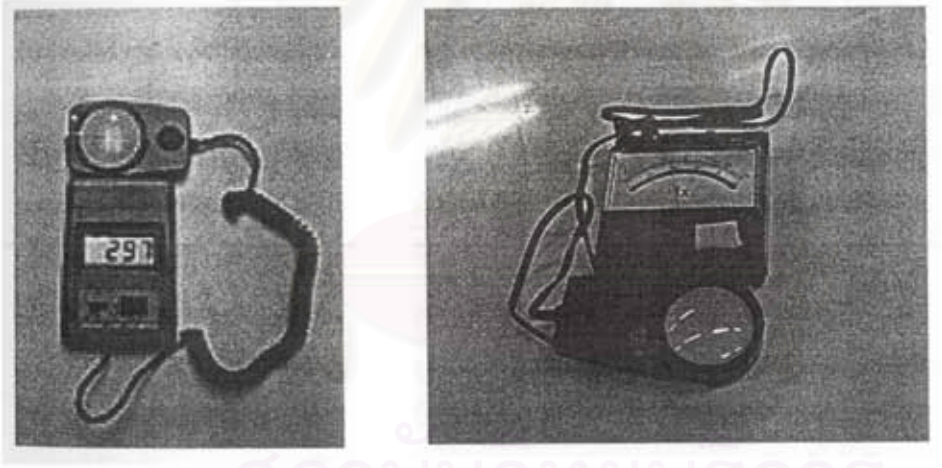
3.7.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร

3.7.1.1 อุปกรณ์วัดแสง

เครื่องมือวัดแสงที่ใช้ในการศึกษา เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องของจำนวนเครื่องมือที่มีจำนวนน้อย จึงต้องใช้เครื่องมือที่อ่านค่าความสว่างเป็นลักซ์ (Lux) ทั้งสิ้น 3 ชนิดมาเพื่อเปรียบเทียบหาเครื่องมือที่มีความใกล้เคียงในการอ่านค่าสำหรับนำมาหาค่าประสิทธิภาพความส่องสว่าง (Daylight Factor) ค่าการสะท้อนแสง และค่าการส่องผ่านของส่วนประกอบอาคารที่ต้องการที่ต้องการ

- ลักซ์มิเตอร์ (ดูรูปที่ 3.1 ก.) มี range ในการวัดค่าระหว่าง 200 - 50 , 000 ลักซ์
- โยโกกาว่า พอร์ทเทเบิลลักซ์มิเตอร์ (ดูรูปที่ 3.1 ข.) มี range ในการวัดค่าระหว่าง 100 - 3,000 ลักซ์

พอร์ทเทเบิลลักซ์มิเตอร์สามารถปรับตั้งค่าให้ตรงกับลักซ์มิเตอร์จึงไม่มีปัญหาเรื่องความคลาดเคลื่อนระหว่างเครื่องมือแต่ละชนิด



(ก) (ข)

รูปที่ 3.1 รูปแสดงเครื่องมือวัดแสงที่ใช้ในการศึกษา
(ก) ลักซ์มิเตอร์ (ข) โยโกกาว่า พอร์ทเทเบิลลักซ์มิเตอร์

3.7.1.2 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอาคาร

เนื่องจากการสำรวจอาคารควรใช้การสำรวจในระยะเวลาที่ตรงกันและมีความหลากหลายในข้อมูลที่ต้องการวัดอุปกรณ์ที่วัดอุณหภูมิภายในอาคารที่ใช้มี 4 ชนิด รายละเอียดดังนี้

- HOBO data logger

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ โดยมีสาย sensor วัด แล้วเก็บข้อมูลไว้ภายในกล่องเก็บข้อมูล ที่สั่งการให้เก็บข้อมูลมีความละเอียดได้ตั้งแต่ รายวินาที รายนาที รายชั่วโมง สามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งหน่วย SI และ IP การสั่งงานและการอ่านค่าต้องใช้ควบคู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สั่งงานโดยเฉพาะ(โปรแกรม box car pro)

ลักษณะของอุปกรณ์เป็นดังรูปที่ 3.2

การสำรวจอาคารใช้อุปกรณ์ชนิดนี้จำนวน 5 เครื่อง ซึ่ง ทั้ง 5 เครื่องได้รับการเปรียบเทียบค่าให้ตรงกันจากบริษัทผู้ผลิต โดยเมื่อนำมาตั้งค่าวัดอุณหภูมิพร้อมๆกันภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกันในห้องปรับอากาศ พบว่ามีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.5 องศาเซลเซียส

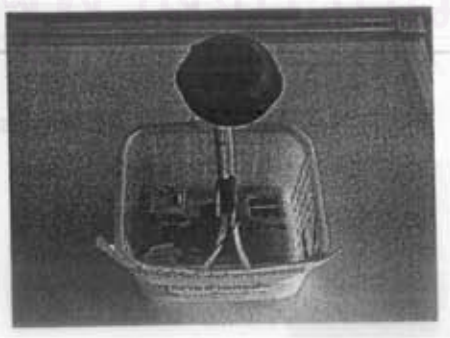
รูปที่ 3.2 อุปกรณ์ HOBO data logger

- อุปกรณ์วัดอุณหภูมิภายในอาคาร digital hygro-thermo meter

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ ที่ใช้ sensor วัดอุณหภูมิและความชื้น แสดงผลขึ้นบนจอแสดงผล สามารถวัดค่าแล้วแสดงผลได้เป็น องศาเซลเซียส หรือ ฟาเรนไฮต์ ผู้วัดต้องทำการจดบันทึกข้อมูลเก็บไว้ด้วยตัวเอง ลักษณะของอุปกรณ์เป็นดังรูปที่ 3.3 การศึกษาครั้งนี้ใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ จำนวน 2 เครื่อง โดยต้องทำการเปรียบเทียบหาตัวประกอบมาคูณเพื่อให้ได้ค่าใกล้เคียงกับชุดของอุปกรณ์ HOBO data logger โดยให้มีความคลาดเคลื่อนกันไม่เกิน 0.5 องศาเซลเซียส

- เครื่องวัดอุณหภูมิผิวของ solomet รุ่น 500 e

เป็นชุดอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่อาศัย หัว sensor ที่เป็น thermocouple type k ต่ออุปกรณ์อ่านค่า สามารถวัดค่าได้และแสดงผลได้เป็น องศาเซลเซียส หรือ ฟาเรนไฮต์ ก็ได้ ลักษณะดังรูปที่ 3.4 การนำไปใช้งานให้นำหัว sensor แตะผิววัสดุที่ต้องการวัดอุณหภูมิ รอจนค่าอุณหภูมิคงที่แล้วจึงอ่านค่า จดบันทึกไว้ การศึกษาครั้งนี้ใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ จำนวน 1 ชุด ซึ่งต้องทำการ เปรียบเทียบหาตัวประกอบมาคูณเพื่อให้ได้ค่าใกล้เคียงกับชุดของอุปกรณ์ HOBO data logger เช่นเดียวกับอุปกรณ์วัดอุณหภูมิชนิดอื่น



รูปที่ 3.3 ชุดเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

รูปที่ 3.4 เครื่องวัดอุณหภูมิ solomet 500e

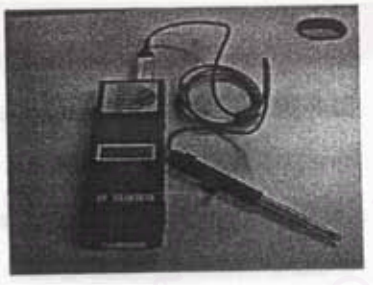
- Globe Thermometer

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิที่ได้รับอิทธิพลจากการแผ่รังสีของผิววัสดุข้างเคียง แรงลมและสิ่งแวดล้อม เป็น effective temperature ซึ่งสามารถทำได้ง่ายๆด้วยการนำลูกทองแดงกลวงเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 15 ซม.มาเจาะแล้วใช้เทอร์โมมิเตอร์ธรรมดาซึ่งเปรียบเทียบค่าให้เท่ากับการวัดอุณหภูมิด้วย HOBO data logger สอดเข้าไปตรงกลางแล้วอุดด้วยวัสดุอุดรอย(ซิลิโคน)ที่ไม่นำความร้อน มีลักษณะดังรูป 3.5 ในการสำรวจ ใช้เพื่อวัดค่าอุณหภูมิของ globe temperature ภายในห้องที่เลือกเป็นตัวแทนอาคารแต่ละชั้นใช้เครื่องมือชนิดนี้จำนวน 3 ชิ้น

รูปที่ 3.5 Globe Thermometer

3.7.1.3 อุปกรณ์วัดความเร็วลมภายในอาคาร

เป็นอุปกรณ์ที่วัดด้วยการอาศัยหลักการในการคงที่ของอุณหภูมิที่หัว thermistor ขนาดเล็ก เมื่ออากาศพัดผ่านหัว thermistor ทำให้มีอุณหภูมิลดลง เครื่องจะต้องให้กระแสไฟฟ้าเข้าไปเพื่อรักษาอุณหภูมิของ thermistor ที่ทำให้สามารถคำนวณค่าความเร็วของลมที่พัดผ่านได้ มีลักษณะดังรูปที่ 3.6 ข้อควรระวังในการใช้งานคือ หัวthermistor มีความละเอียดสูงห้ามกระทบโดยเด็ดขาด



รูปที่ 3.6 เครื่องวัดความเร็วลม solomet 500 e

3.7.1.4 เครื่องวัดแรงลมช่องจ่ายลมเย็นเครื่องปรับอากาศ

ใช้การคำนวณค่าของแรงลมที่พ่นผ่านหน้ากากดักลมต่อพื้นที่ grill ของเครื่องปรับอากาศ มีลักษณะดังรูปที่ 3.7 หากต้องการให้ค่าแม่นยำควรทำการวัดหลายๆครั้ง

รูปที่ 3.7 เครื่องวัดแรงลม

3.7.1.5 เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ

หรือ แอมป์มิเตอร์ ซึ่งอาศัยหลักการของการวัดค่าความต่างศักย์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หน่วยการวัดเป็น แอมป์ มีลักษณะ ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.8 แอมป์มิเตอร์

3.7.2 โปรแกรมที่ใช้ในการจำลองสภาพอาคาร DOE 2.1D

การใช้งาน DOE 2.1 D. เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อการจำลองสภาพอาคารที่ต้องการทดสอบสามารถใช้งานได้ทั้งกับอาคารที่กำลังออกแบบและอาคารที่สร้างเสร็จแล้วเพื่อดู Building Performance ของอาคารในด้านการใช้พลังงานว่าเป็นอย่างไร โดยใช้หลักการคำนวณเป็นชั่วโมงต่อชั่วโมง

DOE2.1 D.สามารถศึกษาทั้งด้านสภาพอุณหภูมิภายในอาคาร และเรื่องของการให้แสงธรรมชาติ จุดสำคัญอยู่ที่ผู้ใช้จะต้องมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในข้อมูลที่จะต้องกรอก (input data) ซึ่งมีรายละเอียดที่มากมายจะต้องอาศัยความชำนาญค่อนข้างมาก ปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้ทำงานง่ายขึ้นสำหรับในการศึกษาครั้งนี้ยังต้องอาศัยโปรแกรมที่มีการใช้งานที่ยากอยู่เนื่องจากยังไม่มีโปรแกรมที่สั่งเข้ามาให้ใช้งาน แต่จะเป็นการเข้าใจใน concept ของโปรแกรมเพื่อความสะดวกในการใช้งานใน version ต่อๆไป

หลักการ

1. DOE2.1 D. จะแปลความหมายจากภาษาที่เขียนด้วย text ธรรมดาใน DOS ให้เป็นภาษาที่โปรแกรมเข้าใจ คือ ภาษา fortran นั่นคือ ไม่ว่าจะมี input data ของอะไรก็ตาม จะต้องทำการ run ด้วย DOE2.1 D.ก่อนเพื่อให้แปลจาก text ให้เป็น fortran
2. ถ้าจะให้ทำงานง่ายผู้ใช้น่าจะทำเข้าใจในเรื่องของการเขียน batch file เพื่อกำหนดให้เรียก input file จาก directories ที่ต้องการจะนำมาใช้ รวมทั้งการกำหนดให้ output file ไปอยู่ที่ไปไหน
3. ส่วนประกอบที่สำคัญเพื่อให้สามารถ ใช้งาน DOE2.1 D. ประกอบด้วย

3.1. input data เขียนด้วยภาษา text ประกอบด้วยส่วนหลักๆ 5 ส่วน คือ

3.1.1. BDL (the building description language processor) เป็นการอธิบายข้อมูลอาคารด้วยภาษาที่เข้าใจง่ายๆที่ปรับเปลี่ยนให้อยู่ ในรูปแบบที่โปรแกรมสามารถเข้าใจได้ ใช้เพื่อการคำนวณตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารและประเมินความสำคัญของตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในอาคาร

3.1.2. Loads (the loads simulation subprogram) เป็นการเขียนคำสั่งและข้อมูลเพื่อการคำนวณส่วนประกอบทางด้านความร้อนสัมผัส(sensible)และแฝง(latent)หรือความต้องการพลังงานที่ใช้ในอาคาร ทั้งภาระการปรับเย็น(cooling load)หรือร้อน(heating load) ในแต่ละพื้นที่ที่ผู้ใช้ต้องการคำนวณ โดยถือเสมือนว่าพื้นที่แต่ละส่วนที่พิจารณามีค่าอุณหภูมิภายในที่เท่ากันทั้งพื้นที่ ชุดคำสั่งนี้มีความสัมพันธ์กับภูมิอากาศ ตำแหน่งและข้อมูลด้านรังสีดวงอาทิตย์ ตารางการใช้งานอาคาร ทั้ง ผู้ใช้งาน ระบบแสงสว่าง อุปกรณ์ในอาคาร การรั่วไหลของอากาศ รวมทั้ง การถ่วงเวลาในการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุเปลือกอาคารที่มีผลต่อสภาพภายในอาคาร

3.1.3. Systems (the secondary HVAC systems simulation subprogram) ในขณะที่ Loads ประเมิน/ประมาณค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ภายในอาคาร Systems จะประเมินในด้านที่เกี่ยวกับระบบที่ใช้ในอาคารทั้งความต้องการอากาศจากภายนอกที่เข้ามาทดแทน ชั่วโมงการใช้งานในระบบ การควบคุมระบบ HVAC ในอาคาร ผลที่ได้(output) ของ System จะระบุเป็นรายการของการทำความเย็นหรือร้อนที่ตัวcoil ของเครื่องปรับอากาศแยกตามพื้นที่ๆพิจารณาและระบบที่ใช้งาน

3.1.4. Plant (the primary HVAC systems simulation subprogram) เป็นการจำลองสภาพในการใช้งานของส่วน Boiler , Turbine , Chillers ฯลฯ ที่ทำให้เกิดภาระการปรับเย็น/ร้อน ในอาคารตาม Systems ซึ่งจะใช้งานเพื่อการคำนวณปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง หรือ ก๊าซ ที่ต้องใช้ในอาคาร

3.1.5. Economics (the economic analysis subprogram) เป็นส่วนใช้เพื่อการคำนวณอัตราค่าพลังงานที่ใช้ สามารถใช้เพื่อเปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้า/พลังงาน ที่ใช้ในอาคารเพื่อการปรับปรุงอาคารหรือค่าไฟฟ้าของอาคารที่สร้างใหม่ได้

4. Weather Data จะเป็น File ที่มีนามสกุล TMY(test meteorological year) หรือ TRY (test reference year) ซึ่งประเทศสหรัฐอเมริกาจัดทำไว้ให้ สำหรับประเทศไทยจะต้องทำการเขียนขึ้นเองจากข้อมูล รายชั่วโมงซึ่งต้องเขียนเป็น format ให้ตรงกัน (จะเป็น text file ที่ระบุข้อมูลอากาศทุกอย่างที่ต้องการเป็นรายชั่วโมง)

5. เมื่อประเมินทุกอย่างแล้วจะมีการรายงานผล แยกตาม 5 ส่วนประกอบของโปรแกรม ออกมาให้ผู้ใช้งานสามารถประเมินอาคารได้

โปรแกรมนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ลักษณะของโปรแกรมโดยย่อเป็นดังนี้

ก. จุดประสงค์ของโปรแกรมจะเน้นความแม่นยำในการคำนวณในทุกขั้นตอน

ข. คำนวณภาระการทำความเย็นด้วยวิธี Transfer Function Method

ค. คำนวณการใช้พลังงานตลอดปีเป็นชั่วโมง-ชั่วโมง

ง. ให้ข้อมูลสภาพอากาศรายชั่วโมง ในการคำนวณการใช้พลังงาน โดยสามารถใช้ได้ทั้งข้อมูลจากสภาพอากาศจริง และการคำนวณข้อมูลสภาพอากาศขึ้นมาใหม่จากข้อมูลจริงที่มีอยู่หลายปี

ฆ. คำนวณการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยคำนึงการใช้แสงธรรมชาติลักษณะช่องเปิด ระดับแสงภายในและภายนอกอาคาร

ฉ. คำนวณค่าสัมประสิทธิการบังแดดของช่องเปิดในทุกชั่วโมง เพื่อนำไปคำนวณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารในแต่ละชั่วโมง

การให้รายละเอียดข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม

1. ต้องป้อนข้อมูลรูปทรงอาคารในลักษณะ 3 มิติ โดยต้องทำการสร้างองค์ประกอบขึ้นใหม่ในโปรแกรม และกำหนดให้องค์ประกอบที่สร้างขึ้นมีความสัมพันธ์กันกับการป้อนข้อมูลในส่วนอื่นๆด้วย โดยการกำหนดเป็น building location(ได้แก่ ละติจูด ลองติจูด) , building coordination (กำหนดตำแหน่งที่ตั้งอาคารให้สัมพันธ์กับ building location) และ space coordination (กำหนดตำแหน่งของ space ให้สัมพันธ์กับ building coordination)

2. มีการป้อนข้อมูลส่วน load ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะอาคารและการใช้งานอาคาร ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับสถาปนิกโดยตรงมีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อยๆ ดังนี้

- Header Information
- Parameter
- Function
- Building Location
- Design Day
- Operation Schedule
- Wall Parameter
- Materials & Construction
- Exterior Shade
- Space Condition
- Space
- Exterior Wall (Roof)
- Trombe Walls
- Windows
- Door
- Interior Wall
- Underground Wall (Floor)
- Building Resource
- Report
- Footer Information

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การป้อนข้อมูลส่วน systems ของอาคาร ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับระบบปรับอากาศในอาคาร มีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อยๆ ดังนี้

- Header Information
- Parameter
- Function
- Sub-Function
- Operation Schedule
- Curve-Fit
- Zone-by-type
- Zone-Control
- Zone-Air
- Zone-Fan
- Zone
- System-by-type
- System-Control
- System-Air
- System-Fan
- System-Terminal
- System-Fluid
- System-Equipment
- System
- Plant Assignment
- Report
- Footer Information

4. การป้อนข้อมูลส่วน plant ของอาคาร ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับระบบเครื่องจักรของระบบพลังงานในอาคาร มีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อยๆ ดังนี้

- Header Information
- Parameter
- Operation Schedule
- Curve-fit
- Plant-Equipment
- Part-Load-Ratio
- Plant-Parameters

- Equipment-Quad
- Heat-Recovery
- Energy Storage
- Load Assignment
- Load Management
- Energy Resource
- Plant Costs
- Reference Cost
- Report
- Footer Information

5. การป้อนข้อมูลส่วน economic ของอาคาร ซึ่งเป็นข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ มีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อยๆ ดังนี้

- Header Information
- Parameter
- Operation Schedule
- Energy Cost
- Charge Assignment
- Cost Parameter
- Component Cost
- Baseline
- Economic Report
- Footer Information

จะเห็นว่ามีข้อมูลที่ต้องการใช้เพื่อป้อนลงในโปรแกรมที่ค่อนข้างละเอียดทำให้สามารถป้อนข้อมูลเพื่อพิจารณาอาคารที่มีระบบการใช้งานและระบบการทำงานในอาคารที่ซับซ้อนได้ใกล้เคียงความจริง ซึ่งจะต้องอาศัยการพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบในการป้อนข้อมูล โปรแกรมนี้เหมาะที่จะนำมาใช้ในฐานะเครื่องมือในการวิจัย มากกว่าการนำมาใช้เพื่อช่วยในการออกแบบอาคารขั้นต้น