บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 การศึกษาทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาวิธีการตรวจวัดการใช้พลังงานในอาคาร การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารทางระบบเปลือกอาคาร โดยเฉพาะประเภทอาคารสำนักงาน การศึกษาข้อกำหนด และมาตรฐานสภาวะน่าสบาย มาตรฐานการให้แสงสว่างภายในอาคารและกฎหมายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในด้านการใช้พลังงานในอาคาร โดยเฉพาะสำหรับอาคารควบคุม ตลอดจนการศึกษาเทคโนโลยีในปัจจุบันที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการออกแบบปรับปรุงระบบเปลือกอาคาร ทั้งในด้านความร้อน การให้แสงสว่าง และการปรับพื้นที่การใช้งานอาคาร เพื่อเพิ่มศักยภาพในการใช้พลังงานในอาคารโดยคงไว้ซึ่งสภาวะน่าสบายและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

3.2 การสำรวจและเก็บข้อมูลอาคารกรณีศึกษา

การการตรวจวัด วิเคราะห์และประเมินการใช้พลังงานในอาคาร โดยการจำลองสภาพอาคารจริงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลโดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดและเก็บข้อมูลจริงของอาคารกรณีศึกษาในช่วงเวลาหนึ่ง (เนื่องจากข้อจำกัดของเวลาในการศึกษาจึงใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจอาคารประกอบกับข้อมูลการใช้พลังงานของอาคารปี พ.ศ.2541) โดยการตรวจวัดและเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของอาคารกรณีศึกษาที่เป็นอาคารสำนักงาน (อาคารควบคุม) เป็นไปตามมาตรฐานกำหนดของกรมพัฒน์ฯ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การเก็บข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร

1) ชื่อ : ชื่ออาคาร และชื่อนิติบุคคล
2) ที่ตั้งอาคาร และอายุของอาคาร
3) ทิศทางและการจัดวางอาคาร
4) ขนาดพื้นที่ใช้สอยของอาคารสำนักงาน ได้แก่ พื้นที่รวมของอาคาร พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จอดรถ (เฉพาะในอาคาร)
5) จำนวนเจ้าหน้าที่และผู้ใช้อาคารโดยประมาณ
6) เวลาทำงานของอาคาร
7) จำนวนอาคาร จำนวนชั้น จำนวนห้องและหน้าที่ใช้สอยของพื้นที่ เช่น

อาคารที่ 1 ความสูง 10 ชั้น (ระบุชื่ออาคาร ถ้ามี)
- ชั้นที่ 1 เป็นห้องต้อนรับ (LOBBY) ห้องอาหาร
- ชั้นที่ 2 สำนักงาน ห้องประชุมและสัมมนา

8) ความสูงในแต่ละชั้นของอาคาร

9) พื้นที่ผนังอาคาร ได้แก่ พื้นที่ผนังอาคารทั้งหมด พื้นที่ผนังทึบและผนังโปร่งแสง

3.2.2 การสำรวจและเก็บข้อมูลที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

ก. <u>การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมและลักษณะทางสถาปัตยกรรม</u> รายละเอียดดังนี้

1) การจัดทิศทางของอาคาร

2) ลักษณะสถาปัตยกรรมถาวรข้างเคียงอาคาร

3) พืชพันธ์และแหล่งน้ำ ตำแหน่ง ชนิดและจำนวนโดยประมาณ

4) สัดส่วนพื้นที่ผนังโปร่งแสงและผนังทึบของอาคาร

5) คุณสมบัติวัสดุเปลือกอาคารที่ใช้ทั้งหมด

- ความจุความร้อนของผนัง
- การถ่ายเทความร้อนของผนังให้อากาศโดยตรงด้วยพาความร้อน
- ความสามารถในการดูดกลืนและกระจายความร้อนจากเปลือกอาคาร
- การหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนัง
- สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุอาคาร

ข. <u>การเก็บข้อมูลรายละเอียดงานระบบอาคาร</u>

ได้แก่ การสำรวจและเก็บข้อมูลระบบปรับอากาศ ระบบการให้แสงสว่างของอาคาร และระบบอุปกรณ์อื่น ๆ โดยจัดแยกตามพื้นที่ใช้สอยของอาคาร ดังนี้

- ชื่อห้อง ชื่อชั้น ชื่ออาคารที่ติดตั้ง
- เวลาเปิด – ปิด และจำนวนวันทำงานในหนึ่งปี
- ระบบจ่ายลม (1) ปริมาณลมคงที่ (2) ปริมาณลมแปรเปลี่ยน (VAV)
- ประเภทการระบายความร้อน
- ตำแหน่งดวงโคม ขนาด ชนิด และจำนวนดวงโคมที่ใช้ในอาคาร
- วงจรในการเปิด – ปิดดวงโคม
- ชนิด จำนวนของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีการใช้งาน แยกตามพื้นที่ใช้สอยในอาคาร
- อายุการใช้งานและการบำรุงรักษา

3.2.3 การสำรวจและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร

เพื่อประกอบการวิเคราะห์และประเมินการใช้พลังงานในอาคาร และใช้ในการป้อนค่าให้กับโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือในการศึกษา มีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

ก. <u>การสำรวจรายละเอียดข้อมูลการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ</u>

1) ความสามารถในการทำความเย็น

2) ค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น

3) ค่าพลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ต่อปี (คอมเพรสเซอร์ ระบบควบคุม พัดลมระบายความร้อนสำหรับกรณีระบายความร้อนด้วยอากาศ)

4) ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ผลการทดสอบหาค่า COP หรือค่า KW / tonR
- ผลการทดสอบหาค่า EER หรือค่า KW / tonR

5) ตารางการใช้งานเครื่องปรับอากาศ และการตั้งค่าเทอร์โมสตัท

6) แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และตัวประกอบกำลัง บันทึกต่อเนื่องหรือเป็นช่วงเวลา

7) อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในอาคาร (ตามสภาพการทำงานจริง)

ข. <u>การสำรวจรายละเอียดข้อมูลการใช้พลังงานของระบบการให้แสงสว่างในอาคาร</u>

1) กรณีอาคารที่มีพื้นที่การใช้งานหลากหลายประเภท การหาค่ากำลังไฟฟ้าติดตั้งต่อพื้นที่ใช้งานนั้น โดยแยกตามลักษณะพื้นที่

2) กรณีอาคารที่ไม่สามารถจัดเข้าประเภทใด ได้ค่ากำลังไฟฟ้าติดตั้งต่อพื้นที่ใช้งานให้รายงานค่าโดยไม่ต้องเทียบกับมาตรฐาน เพื่อที่พื้นที่จะได้เป็นข้อมูลในการจัดทำมาตรฐานสำหรับอาคารเหล่านี้ต่อไป

3) การวัดค่าความส่องสว่าง

- วัดสูงจากพื้น 0.75 เมตร หรือถ้าเป็นสำนักงานให้วัดบนโต๊ะทำงาน
- การวัดความส่องสว่าง (Lux) กรณีมีแสงสว่างธรรมชาติรวมอยู่ด้วย
  (1) วัดแสงสว่างธรรมชาติรวมกับแสงจากหลอดไฟ
  (2) ปิดไฟจากหลอดไฟฟ้า แล้ววัดเฉพาะแสงธรรมชาติ
  (3) กรณีต้องการค่าเฉพาะแสงจากหลอดไฟฟ้า ทำได้โดยใช้ (1) – (2)

ค. <u>การสำรวจรายละเอียดข้อมูลการใช้พลังงานของระบบเครื่องกลอื่น ๆ</u>

- จำนวน และปริมาณพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีการใช้งาน จำแนกตามการจัดพื้นที่ใช้สอยในอาคาร (เท่าที่เป็นไปได้ตามเนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาและความสะดวกของอาคารสถานที่)

ง. <u>การสำรวจและเก็บข้อมูลตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณความร้อนในอาคาร</u>

1) คุณสมบัติด้านพลังงานของวัสดุเปลือกอาคาร ซึ่งอาจพิจารณาค่าการนำความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ตามที่ประกาศกระทรวง ฯ กำหนดไว้ได้ (พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม รหัส A2) เพื่อใช้ประกอบในการคำนวณ

2) การคำนวณผลประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ เนื่องมาจากการปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของเปลือกอาคาร ซึ่งมีผลทำให้การถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่อาคารลดลงและมีผลทำให้ระบบปรับอากาศทำงานน้อยลง ในกรณีที่ค่า OTTV และ RTTV ลดลง เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนที่เปลือกอาคารลดลง สามารถคำนวณค่าการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ ดังนี้

*<u>สูตร</u> = (ค่าผลต่างของ OTTV / RTTV ก่อนและหลังการปรับปรุง) * (จำนวนชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ) * (พื้นที่ผนังหรือหลังคา)*

3.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงานจากการสำรวจและโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษาด้วย PROGRAM DOE – 2 เปรียบเทียบกับข้อมูลที่ตรวจวัดได้จริงจากอาคารกรณีศึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ หรือเปอร์เซนต์ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารดังกล่าว เพื่อให้สามารถใช้เป็นตัวแทนอาคารกรณีศึกษาได้จริง เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินน้อยที่สุด หรือใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เมื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบและประเมินผลการใช้พลังงานของอาคารในแต่ละแนวทางการออกแบบปรับปรุงระบบเปลือกอาคารตามที่ได้เสนอไว้

3.4 การวิเคราะห์และประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

การวิเคราะห์และประเมินการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารก่อนการปรับปรุงอาคาร เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานสิ้นเปลืองในอาคาร การกำหนดข้อดี – ข้อเสียของระบบเปลือกอาคาร และปัญหาอื่นที่ต้องทำการปรับปรุง โดยใช้มาตรฐานทางกายภาพ ด้านเศรษฐศาสตร์และข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร หรือเทคนิคในการออกแบบปรับปรุงระบบเปลือกอาคารเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในขั้นต่อไป

3.5 การเสนอเทคนิคการออกแบบปรับปรุงระบบเปลือกอาคาร

เสนอเทคนิคการออกแบบปรับปรุงระบบเปลือกอาคาร จากตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อการใช้พลังงาน หรือลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ศักยภาพในการลดการใช้พลังงานสิ้นเปลือง ของอาคารที่ทำการปรับปรุงแล้ว โดยการจำลองสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.6 การวิเคราะห์เปรียบเทียบและประเมินศักยภาพการลดการใช้พลังงานสิ้นเปลืองของอาคารในแต่ละแนวทางการปรับปรุง

คือ การประเมินผลการใช้พลังงานในอาคาร ตามแนวทางการปรับปรุงระบบเปลือกอาคารที่ได้เสนอไว้ *ด้วยเกณฑ์เชิงกายภาพและข้อกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้อง* เช่น ศักยภาพการลดการใช้พลังงานสิ้นเปลือง โดยการจำลองสภาพการใช้พลังงานของอาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (เนื่องจากเทคนิคดังกล่าวเป็นเพียงข้อเสนอแนะในเบื้องต้น มิได้ทำการปรับปรุงกับอาคารจริง จึงไม่สามารถทำการตรวจวัดความเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษาได้จริง) *และเกณฑ์เชิงเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น* ในรูปแบบของระยะเวลาคืนทุนและจำนวนค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง

3.7 สรุปเทคนิคในการออกแบบปรับปรุงระบบเปลือกอาคารกระจกที่เหมาะสม

การสรุปเทคนิคต่าง ๆ ในการออกแบบปรับปรุงระบบเปลือกอาคารกรณีศึกษาจากการประเมินผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีความเหมาะสมในด้านกายภาพ และด้านเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น มีความเป็นไปได้เมื่อทำการปรับปรุงอาคารจริง อันจะนำไปสู่การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารในที่สุด

3.8 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดและเก็บข้อมูลด้านพลังงาน

3.8.1 อุปกรณ์วัดแสง

- ลักซ์มิเตอร์ มี range ในการวัดค่าระหว่าง 200 - 50,000 ลักซ์

รูปที่ 3 – 1 : ลักซ์มิเตอร์

3.8.2 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอาคาร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิภายในอาคารที่ใช้ มีรายละเอียดดังนี้

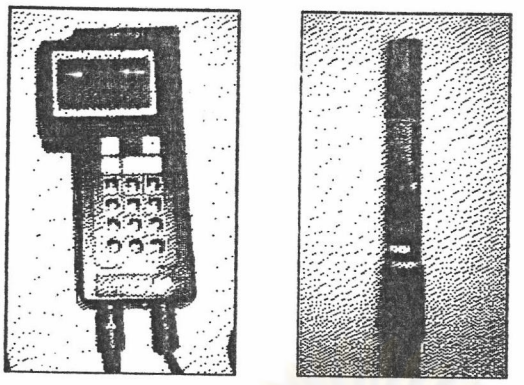
รูปที่ 3 – 2 : HOBO data logger

- <u>HOBO data logger</u>

อุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่มีสาย sensor ตรวจวัด และบันทึกข้อมูลไว้ภายในกล่องเก็บข้อมูล ที่มีความละเอียดตั้งแต่ที่เป็นวินาที นาทีและชั่วโมง สามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งหน่วย SI และ IP การอ่านค่าสามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สั่งงานโดยเฉพาะ (โปรแกรม box car pro)

- <u>เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์</u>

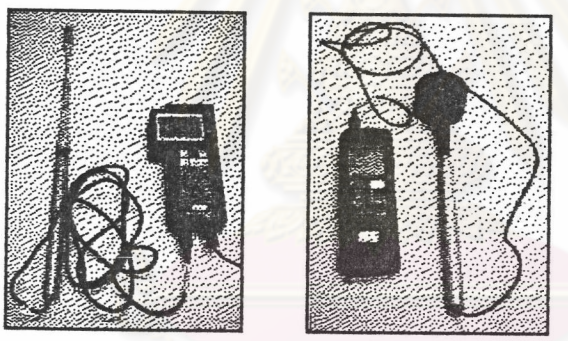
ชุดอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่มี sensor เป็น ต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่อ่านค่าสามารถวัดค่าและแสดงผลเป็นองศาเซลเซียสหรือฟาเรนไฮต์



รูปที่ 3-3 : เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น

3.8.3 อุปกรณ์วัดความเร็วลมภายในอาคาร

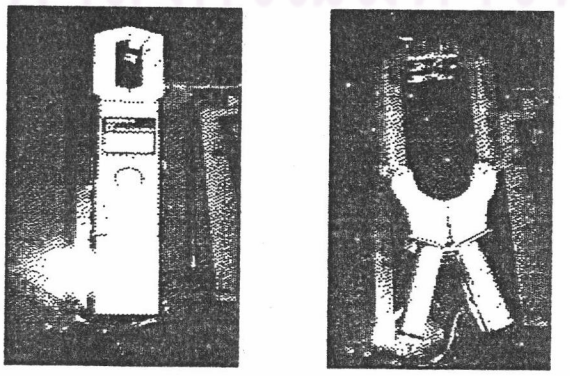
หลักการทำงาน คือ การคงที่ของอุณหภูมิที่หัว thermistor ขนาดเล็ก เมื่ออากาศพัดผ่านหัว thermistor ทำให้มีอุณหภูมิลดลง เครื่องจะต้องให้กระแสไฟฟ้าเข้าไปเพื่อรักษาอุณหภูมิของ thermistor ที่ทำให้สามารถคำนวณค่าความเร็วของลมที่พัดผ่านได้



รูปที่ 3-4 : เครื่องวัดความเร็วลม

3.8.4 เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ

เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือ "*แอมป์มิเตอร์*" อาศัยหลักการของการวัดค่าความต่างศักย์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 3-5 : แอมป์มิเตอร์

3.8.5 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองสภาพอาคาร DOE 2.1D

การประเมินการใช้พลังงานในอาคาร โดยปกติแล้วจะทำการประเมินการใช้พลังงานในช่วงระยะเวลา 1 ปี ซึ่งจะทำให้เกิดความไม่สะดวกหากจะทำการคำนวณด้วยมือ จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรม เพื่อช่วยในการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารขึ้น และโปรแกรม DOE – 2 (จำลองสภาพ) เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินการใช้พลังงานในอาคารนั่นเอง

โปรแกรม DOE - 2.1D เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร สำหรับอาคารที่สร้างเสร็จที่ต้องการประเมินการใช้พลังงานในอาคารและทำการปรับปรุงอาคาร เพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้หลักการคำนวณการใช้พลังงานเป็นรายชั่วโมงต่อชั่วโมง ผลการประเมินจากคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถเห็นภาพรวมการใช้พลังงานภายในอาคาร ทราบถึงตัวแปรที่ทำให้เกิดภาระปรับอากาศ การให้แสงสว่าง และการทำงานของระบบเครื่องกลอื่นในอาคาร ทำให้สามารถกำหนดแนวทางเลือกต่าง ๆ ในการออกแบบปรับปรุงอาคาร และประเมินศักยภาพการใช้พลังงานในอาคารของแนวทางดังกล่าวได้ก่อนทำการปรับปรุงอาคารจริง

ก. <u>ลักษณะของโปรแกรม</u> มีดังนี้

1) จุดประสงค์ของโปรแกรมเน้นที่ความแม่นยำในการคำนวณทุกขั้นตอน
2) คำนวณภาระการปรับอากาศโดยวิธี Transfer Function Method
3) คำนวณการใช้พลังงานตลอดปีโดยวิธี Hour – by – Hour Method
4) ใช้ข้อมูลสภาพอากาศรายชั่วโมงในการคำนวณการใช้พลังงาน จากข้อมูลสภาพอากาศจริง หรือการคำนวณข้อมูลสภาพอากาศขึ้นใหม่จากข้อมูลจริงที่มีอยู่ในหลาย ๆ ปี

ข. <u>หลักการทำงานของโปรแกรม DOE – 2</u>

1) DOE – 2 จะทำการแปลความหมายจากภาษาที่เขียนด้วย text ใน DOS ให้เป็นภาษาที่โปรแกรมเข้าใจ คือ fortran นั่นคือไม่ว่าจะมีการป้อนข้อมูลใด ๆ ก็ตาม คอมพิวเตอร์จะทำการ run โปรแกรมด้วย DOE – 2 ก่อนเพื่อให้แปล text เป็นภาษา fortran นั่นเอง
2) DOE – 2 ประกอบด้วย 1 โปรแกรมย่อยที่ใช้แปลงข้อมูล (Input) ที่เป็นภาษาเขียนและ 4 โปรแกรมย่อยที่ใช้ในการจำลองสภาพการใช้พลังงานภายในอาคาร (LOADS, SYSTEMS, PLANT and ECON) โดยทั้ง 4 โปรแกรมความสัมพันธ์กันกล่าวคือ Output ของโปรแกรมหนึ่งจะใช้เป็น Input ของโปรแกรมอื่น ๆ ต่อไป (เช่น The output of LOADS becoming the input of SYSTEMS เป็นต้น) มีรายละเอียดดังนี้

<u>input data</u> เขียนด้วยภาษา text ประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ 5 ส่วน คือ

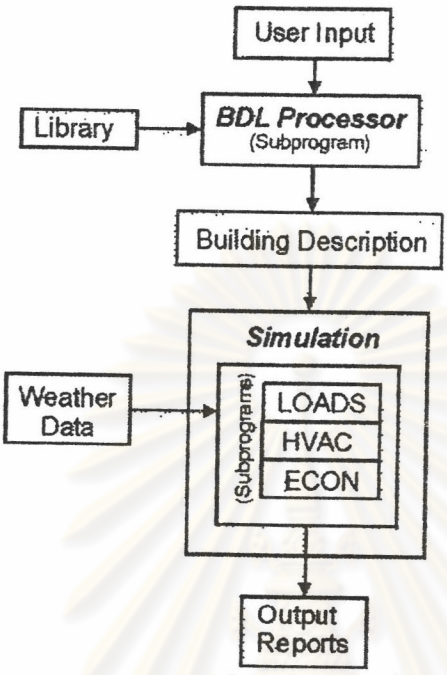
- *BDL Processor* (the building description language processor) การอธิบายข้อมูลอาคารด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย และปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรมสามารถเข้าใจได้ เพื่อการคำนวณตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

กับการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร และประเมินความสำคัญของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในอาคาร

- *Loads* (the loads simulation subprogram) การเขียนคำสั่งและป้อนข้อมูลอาคารเพื่อการคำนวณส่วนประกอบทางด้านความร้อนสัมผัส (sensible) และความร้อนแฝง (latent) หรือความต้องการพลังงานที่ใช้ในอาคาร ทั้งภาระการปรับเย็น (cooling load) หรือร้อน (heating load) ในแต่ละพื้นที่ที่ผู้ใช้ต้องการคำนวณ โดยให้ถือเสมือนว่าพื้นที่แต่ละส่วนที่พิจารณามีค่าอุณหภูมิภายในที่เท่ากันทั้งพื้นที่ ชุดคำสั่งนี้มีความสัมพันธ์กับภูมิอากาศ ตำแหน่งและข้อมูลด้านรังสีดวงอาทิตย์ ตารางการใช้งานอาคาร พฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร ชนิดและขนาดของระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ การรั่วซึมอากาศ รวมทั้งการถ่วงเวลาในการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุเปลือกอาคารที่มีผลต่อสภาพภายในอาคาร
- *Systems* (the secondary HVAC systems simulation subprogram) ในขณะที่ Loads ประเมินหรือประมาณค่าความต้องการพลังงานที่ใช้ภายในอาคาร Systems จะประเมินในด้านที่เกี่ยวกับระบบที่ใช้ในอาคาร ทั้งความต้องการอากาศจากภายนอกที่เข้ามาทดแทน ชั่วโมงการใช้งานและการควบคุมระบบ HVAC ในอาคาร (fans, coils and ducts) ผลที่ได้จาก System ระบุเป็นภาระการปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศแยกตามพื้นที่และระบบที่ใช้งาน
- *Plant* (the primary HVAC systems simulation subprogram) การจำลองสภาพในการใช้งานของส่วน boilers, chillers, cooling towers, storage tanks, Turbine ฯลฯ ที่ทำให้เกิดภาระการปรับอากาศภายในอาคาร ซึ่งเป็นการคำนวณอย่างต่อเนื่องตามผลที่ได้จาก Systems, Plant ใช้ในคำนวณปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิง – ก๊าซและพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ในอาคาร
- *Economics* (the economic analysis subprogram) เป็นการคำนวณอัตราค่าพลังงานที่ใช้ในอาคารเพื่อเปรียบเทียบอัตราค่าไฟฟ้าสุทธิที่ลดลงในแต่ละแนวทางการออกแบบปรับปรุง

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

dry-bulb temperature, wet-bulb temperature, atmospheric pressure, wind speed and direction, cloud cover, and (in some cases) solar radiation)



แผนภูมิที่ 2-1 : ส่วนประกอบของ DOE-2

ค. <u>การป้อนข้อมูลของโปรแกรม</u>

1) การป้อนข้อมูลเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมต้องมีความรู้ในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดี

2) ลักษณะการป้อนข้อมูลที่มีความละเอียดสูง เช่น การป้อนข้อมูลวัสดุกรอบอาคาร ต้องทำการสร้างวัสดุขึ้นใหม่เพื่อสร้างเป็นชั้นวัสดุในกรอบอาคาร แล้วจึงนำชั้นวัสดุนั้นไปสร้างเป็นกรอบอาคารเพื่อนำมาคำนวณการใช้พลังงาน

ค. <u>การแสดงผลของโปรแกรม</u>

1) โปรแกรมสามารถแสดงการป้อนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณได้ในทุก ๆ ด้าน

2) สามารถเลือกระดับความละเอียดในการแสดงผลการคำนวณได้

ง. <u>การวิเคราะห์การใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ในการคำนวณ</u> (Default)

การใช้ค่าที่กำหนดไว้เป็นฐานข้อมูลในโปรแกรม เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการคำนวณ และมีผลการคำนวณที่ใกล้เคียงความเป็นจริงในระดับหนึ่ง จึงมีการจัดข้อมูลต่าง ๆ เป็นพื้นฐานการคำนวณในการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่เป็นค่าที่กำหนดไว้ในขั้นตอนการคำนวณ โดยแยกประเภทได้ ดังนี้

1) <u>สภาพอากาศภายนอก</u> จะแปรเปลี่ยนไปตามสถานที่ตั้งและสภาพแวดล้อมรอบ ๆ อาคาร ซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ข้อมูลสภาพอากาศตลอดทั้งปีในบริเวณที่ตั้งอาคารไม่สามารถหาได้โดยสะดวกและมีค่าไม่คงที่ในแต่ละปี ดังนั้น

จึงใช้ข้อมูลสภาพอากาศในท้องถิ่นนั้นเป็นตัวแทน ในการประเมินการใช้พลังงานในอาคาร

2) ข้อมูลกรอบอาคาร ต้องมีการจัดฐานข้อมูลของกรอบอาคารเป็นชุด ๆ ตามชนิดของกรอบอาคาร เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูนครึ่งแผ่น ผนัง คสล. ผนังแผ่นโลหะหรืออื่น ๆ เพื่อใช้ในการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างกรอบอาคารต่าง ๆ ได้โดยตรง และเพื่อความสะดวกในการสร้างกรอบอาคารใหม่ ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูลกรอบอาคารที่มีอยู่เดิมในฐานข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณต่อไป

3) การใช้งานอาคาร เช่น ช่วงเวลาในการใช้อาคาร จำนวนผู้ใช้อาคารแต่ละพื้นที่กิจกรรมของผู้ใช้อาคารในแต่ละพื้นที่อาคาร ปกติการใช้พลังงานอาคารจะมีความหลากหลายแตกต่างกันไป และเพื่อลดขั้นตอนการป้อนข้อมูลจึงเสนอให้จัดค่าการใช้งานอาคารเป็นข้อมูลที่กำหนดไว้ในฐานข้อมูล

4) สภาพอากาศภายในอาคาร ขึ้นอยู่กับกิจกรรมของผู้ใช้อาคารในพื้นที่ต่าง ๆ และการจัดสภาพอากาศในอาคารที่แตกต่างกัน (โดยให้อยู่ในสภาวะสบายเหมือนกัน) จะมีการใช้พลังงานในการรักษาสภาพอากาศภายในอาคารนั้น ๆ ไม่เท่ากัน

5) ระบบต่าง ๆ ภายในอาคาร การใช้พลังงานของระบบต่าง ๆ ภายในอาคารขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของระบบซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามอุปกรณ์ที่เลือกใช้ การติดตั้งและการบำรุงรักษา ในกรณีที่การบำรุงรักษาที่ดีการสูญเสียพลังงานจะน้อยลง และเพื่อให้ประสิทธิภาพโดยรวมของอาคารคงที่โดยไม่เปลี่ยนแปลง (ลดลง) ไปตามเวลา

จ. รายละเอียดในการป้อนข้อมูล

1) การป้อนข้อมูลรูปทรงอาคารในลักษณะ 3 มิติ โดยการสร้างองค์ประกอบขึ้นใหม่เพื่อใช้ในโปรแกรม และกำหนดให้องค์ประกอบที่สร้างขึ้นมีความสัมพันธ์ และสอดคล้องกันกับการป้อนข้อมูลในส่วนอื่น ๆ ทุกพื้นที่อาคาร ซึ่งถูกกำหนดเป็น building location (ละติจูด ลองติจูด) building coordination (ตำแหน่ง – ที่ตั้งอาคารที่สัมพันธ์กับ building location) และ space coordination (ตำแหน่งของ space ที่สัมพันธ์กับ building coordination)

2) การป้อนข้อมูลที่เป็น Load ของอาคารซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับลักษณะอาคาร และการใช้งานอาคาร เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับสถาปนิกโดยตรงมีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อย ๆ ดังนี้

- Header Information / Parameter
- Function
- Building Location
- Design Day
- Operation Schedule

- Wall Parameter
- Materials & Construction
- Exterior Shade
- Space Condition and Space
- Exterior Wall (Roof)
- Trombe Walls
- Windows & Door
- Interior Wall
- Underground Wall (Floor)
- Building Resource
- Report & Footer Information

3) การป้อนข้อมูลส่วน systems ของอาคาร เป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับระบบปรับอากาศในอาคาร มีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อย ๆ ดังนี้
   - Header Information
   - Parameter
   - Function & Sub – Function
   - Operation Schedule
   - Zone – by – type, Zone – Control, Zone – Air, Zone – Fan และ Zone
   - System – by – type, System – Control, System – Air, System – Fan, System – Terminal
   - System – Fluid, System – Equipment และ System
   - Plant Assignment
   - Report & Footer Information
4) การป้อนข้อมูลส่วน plant ของอาคาร ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับระบบเครื่องจักรของระบบพลังงานในอาคาร มีการแยกข้อมูลเป็นส่วนย่อย ๆ ดังนี้
   - Header Information
   - Parameter
   - Operation Schedule
   - Plant – Equipment, Part – Load – Ratio และ Plant – Parameters
   - Equipment – Quad
   - Load Assignment
   - Load Management
   - Energy Resource
   - Plant Costs

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- Reference Cost
- Report & Footer Information

5) การป้อนข้อมูลส่วน economic ของอาคาร เป็นข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ แยกข้อมูลเป็นส่วนย่อย ๆ ดังนี้

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

โดยทั่วไปสามารถแบ่งกรอบอาคารได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) ข้อมูลกรอบอาคารส่วนทึบแสง

2) ข้อมูลกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

รายละเอียดของข้อมูลที่จำเป็น มีดังนี้

- ทิศทางของกรอบอาคาร
- มุมเอียงของกรอบอาคาร
- พื้นที่กรอบอาคาร
- คุณสมบัติต่าง ๆ ทางด้านพลังงานของวัสดุกรอบอาคาร
- ลักษณะ, ความกว้าง – ยาว, ระยะห่างจากช่องเปิดของอุปกรณ์บังแดด

ฉ. <u>ข้อจำกัดในการจำลองสภาพในโปรแกรมคอมพิวเตอร์</u>

1) ในพิจารณาผลกระทบในระยะยาวของ การปรับปรุงตัวอาคารหรือวิธีการจัดการที่ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงมาก ค่าที่ได้จากการประเมินอาจไม่ตรงตามค่าที่เกิดขึ้นจริง

2) ข้อมูลที่นำมาใส่ในโปรแกรมอาจจะได้มาจากข้อมูลที่ไม่ตรงตามความเป็นจริง ทั้งข้อมูลตัวอาคาร เช่น การใช้ข้อมูลที่ได้จากคู่มือวัสดุอาจมีค่าที่สูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงเมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ ข้อมูลอุณหภูมิอากาศและข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมของอาคาร โดยทั่วไปมักจะเกิดความคลาดเคลื่อนจากอาคารจริงโดยประมาณ 10 – 15% สำหรับการใช้โปรแกรม DOE, BLAST และ TRACE

3) การพิจารณาวิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงอาคารหลายวิธีร่วมกัน อาจไม่ได้รับผลได้อย่างเต็มที่ เช่น หากผู้ออกแบบเลือกวิธีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร 2 วิธีที่ประเมินเบื้องต้นว่าแต่ละวิธีสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้ร้อยละ 10 ในแต่ละวิธี แต่เมื่อนำมาใช้ร่วมกันอาจเพิ่มประสิทธิภาพได้ไม่ถึงร้อยละ 20 ก็ได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ประเมินได้ยาก