บทที่ 2

การสำรวจแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) วิธีการคำนวณค่า OTTV/ RTTV และโปรแกรมที่มีอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบัน

1.1) วิธีการคำนวณค่า OTTV/ RTTV ตาม พรบ.อนุรักษ์พลังงาน

พระราชบัญญัติอนุรักษ์พลังงานปี 2535 กำหนดวิธีการในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV ไว้อย่างชัดเจน ทั้งขั้นตอนการคำนวณและการใช้ค่าตัวแปรต่างๆในการคำนวณ

ใน พรบ. อนุรักษ์พลังงานได้กำหนดให้อาคารธุรกิจที่มีลักษณะเป็นอาคารควบคุมที่ใช้ระบบปรับอากาศจะต้องได้รับการออกแบบให้มีค่า OTTV ไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตร และมีค่า RTTV ไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยมีสูตรในการคำนวณค่า OTTV และ RTTV ดังต่อไปนี้

$$OTTV_i = (U_w \times (1\text{-}WWR) \times TD_{eq}) + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times \Delta T) \quad (1)$$

$$RTTV_i = (U_r \times (1\text{-}SRR) \times TD_{eq}) + (SC \times SRR \times SF) + (U_s \times SRR \times \Delta T) \quad (2)$$

โดยที่ $OTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา(วัตต์/ตร.ม.)

U_w = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (วัตต์/ตร.ม.)

WWR = อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนั้น

TD_{eq} = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดซึมรังสีดวงอาทิตย์ของผนังทึบ

U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจก (หรือผนังโปร่งแสง) (วัตต์/ ตร.ม. • K)

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร สำหรับประเทศไทย ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 5 °C

SRR =อัตราส่วนพื้นที่ช่องรับแสงธรรมชาติต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนนั้น (Skylight to Roof Ratio)

SC = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องเปิด (Decimal Point)

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (วัตต์/ตร.ม.)

$RTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารส่วนที่พิจารณา(วัตต์/ตร.ม.)

U_r = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาส่วนทึบ (วัตต์/ตร.ม. • K)

U_s = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสง (วัตต์/ตร.ม. • K)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง/หลังคา(OTTV/ RTTV) คือค่าเฉลี่ยที่ของการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง/หลังคาด้านนอกแต่ละด้าน(OTTV/ RTTVI) โดยจะคำนวณได้จากสมการ

$$OTTV = \frac{(A_1 \times OTTV_1)+(A_2 \times OTTV_2)+....+(A_i \times OTTV_i)}{A_1+A_2+.....+A_i} \quad (3)$$

$$RTTV = \frac{(A_{01} \times RTTV_{01})+(A_{02} \times RTTV_{02})+...+(A_{0i} \times RTTV_{0i})}{A_{01}+A_{02}+.....+A_{oi}} \quad (4)$$

โดยที่ A_1 = พื้นที่ผนังส่วนที่พิจารณา (ตร.ม.)

$OTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังส่วนที่พิจารณา (วัตต์/ตร.ม.)

A_{oi} = พื้นที่หลังคาส่วนที่พิจารณา (ตร.ม.)

$RTTV_{oi}$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังหลังคาที่พิจารณา (วัตต์/ตร.ม.)

จะเห็นได้ว่าค่า OTTV/ RTTV เป็นค่าเฉลี่ยการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ในอาคาร ซึ่งจากสูตรที่ (1)และ(2) จะสามารถแบ่งการคำนวณออกได้เป็น 2 วิธีย่อยคือ

ก) การถ่ายเทความร้อนโดยการนำ (Conduction) ผ่านวัสดุทึบแสง (Opaque Wall) และวัสดุโปร่งแสง (Transparent Wall)

ข) ค่าถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี (Radiation) ผ่านวัสดุโปร่งแสง (Transparent Wall)

โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้

ก) การถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านวัสดุทึบแสงและวัสดุโปร่งแสง

$$Q_{cond} = U \times A \times TD_{eq} \quad (5)$$

$$Q_{rad} = U \times A \times \Delta T \quad (6)$$

โดยที่ Q_{cond} = การถ่ายเทความร้อนโดยการนำผ่านวัสดุทึบแสง (วัตต์/ตร.ม.)

Q_{rad} = การถ่ายเทความร้อนโดยแผ่รังสีความร้อนผ่านวัสดุโปร่งแสง(วัตต์/ตร.ม.)

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (วัตต์/ตร.ม. • K)

A = พื้นที่ผนังหรือหลังคาส่วนที่พิจารณา (ตร.ม.)

TD_{eq} = ค่าอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ($^{\circ}C$)

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร สำหรับประเทศไทย ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 5 $^{\circ}C$

โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) ของผนังหาได้จากสมการ

$$U = 1 / R \quad (7)$$

และค่า R หาได้จากสมการ

$$R = \Delta X / k \quad (8)$$

โดยที่ R = ค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุแต่ละชั้นของผนัง(ตร.ม. • K/วัตต์)

ΔX = ความหนาของวัสดุแต่ละชั้น (ม.)

k = ค่าการนำความร้อนของวัสดุ (วัตต์/ม. • K)

ข) การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีผ่านวัสดุโปร่งแสง

การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีผ่านวัสดุโปร่งแสงตาม พรบ. อนุรักษ์พลังงาน มีสูตรในการคำนวณดังต่อไปนี้

$$Q_{rad} = A \times SC \times SF \quad (9)$$

โดยที่ Q_{rad} = การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสี (วัตต์/ตร.ม.)

A = พื้นที่วัสดุโปร่งแสงที่พิจารณา (ตร.ม.)

SC = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องเปิด (Decimal Point)

SF = ค่าสัมประสิทธิ์รังสีอาทิตย์ (วัตต์/ตร.ม.)

ข.1) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องเปิด

ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องเปิด จะใช้สูตรดังนี้

$$SC = SC_1 \times SC_2 \quad (10)$$

โดยที่ SC_1 = ส.ป.ส การบังแดดของวัสดุโปร่งแสง (Decimal Point)

SC_2 = ส.ป.ส การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอก (Decimal Point)

ข.2) ค่าสัมประสิทธิ์รังสีอาทิตย์ (Solar Factor : SF)

ค่าสัมประสิทธิ์รังสีอาทิตย์มีค่าขึ้นอยู่กับทิศทาง (Orientation) และมุมเอียง (Tilt Angle) ของกรอบอาคาร โดยจะสามารถคำนวณได้โดยใช้สูตรดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์รังสีอาทิตย์ของผนัง หาได้จากสูตร

$$SF = 160 \times CF \quad (11)$$

ค่าสัมประสิทธิ์รังสีอาทิตย์ของหลังคา หาได้จากสูตร

$$SF = 370 \times CF \quad (12)$$

โดยที่ CF = ค่าตัวประกอบแก้

1.2) โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบัน

โปรแกรมในการคำนวณค่า OTTV/ RTTV ที่มีใช้กันในประเทศไทยในปัจจุบัน เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และมีวิธีการคำนวณตาม พรบ. อนุรักษ์พลังงาน ปี 2535 ทุกประการ จากการศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมคำนวณค่า OTTV/ RTTV ที่มีอยู่เดิม ทำให้มีข้อสรุปต่างๆดังรายละเอียดในต่อไปนี้

1.2.1) การป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม

1.2.1.1) การศึกษาการป้อนข้อมูลของโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบัน

โปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ต้องการการป้อนข้อมูลต่างๆ แยกตามประเภทของกรอบอาคารได้ดังนี้

ก) กรอบอาคารทึบแสง ต้องการการป้อนข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1) ทิศทาง (Orientarion) ของกรอบอาคาร
2) มุมเอียงของกรอบอาคาร
3) พื้นที่ของกรอบอาคารแต่ละชนิด
4) รายละเอียดของวัสดุทุกชั้นในกรอบอาคาร (ชื่อวัสดุ/ความหนา/ค่าการนำความร้อนของวัสดุ)
5) ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศด้านในและด้านนอกอาคาร
6) ค่า TD_{eq} (โดยผู้ใช้โปรแกรมต้องคำนวณค่ามวลของผนังและพิจารณาค่า สปส. การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังเอง แล้ว

จึงป้อนค่า TD_{eq} ที่ได้จากการพิจารณาค่าในตารางเข้าสู่โปรแกรมเอง)

7) ค่า ΔT (ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ได้ใช้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารส่วนทึบแสง)

ข) กรอบอาคารโปร่งแสง ต้องการการป้อนข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1) ทิศทาง (Orientation) ของช่องเปิด

2) มุมเอียงของช่องเปิด

3) ความกว้างและความยาวของช่องเปิดแต่ละขนาด

4) รายละเอียดของกระจกทุกชั้นในกรอบอาคาร (จำนวนชั้น/ความหนา/ค่าการนำความร้อนของกระจกแต่ละชั้น)

5) ค่าความต้านทางความร้อนของฟิล์มอากาศด้านในและด้านนอกอาคาร

6) ค่า TD_{eq} (ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ได้ใช้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง)

7) ค่า ΔT (ทั้งที่เป็นค่าที่ถูกกำหนดให้เป็นค่าตายตัวในการคำนวณ)

8) ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดของช่องเปิด (แนวตั้ง/แนวนอน/ระยะร่นเข้าไปในกรอบอาคาร)

9) ความกว้างและความยาวของอุปกรณ์บังแดด

10) มุมเอียงของของอุปกรณ์บังแดดจากระนาบของช่องเปิด

11) ระยะห่างของอุปกรณ์บังแดดจากช่องเปิด

1.2.1.2) การวิเคราะห์การป้อนข้อมูลของโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

จากการวิเคราะห์เบื้องต้นโดยการทดสอบการใช้โปรแกรม ทำให้สามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมคำนวณค่า OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีปัญหาที่สำคัญดังต่อไปนี้

ก) โปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่เดิม ต้องการการป้อนข้อมูลเป็นจำนวนมากในการป้อนข้อมูลกรอบอาคารแต่ละชนิด

ข) ในการป้อนข้อมูลกรอบอาคารส่วนทึบแสงแต่ละชนิดถูกจำกัดให้สามารถป้อนจำนวนชั้นของวัสดุได้เพียง 6 ชั้นเท่านั้น ซึ่งในบางกรณีจะไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

ค) ตัวแปรบางตัวที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรมยังเป็นการป้อนข้อมูลโดยไม่จำเป็น เช่น ค่า TD_{eq} ในการป้อนข้อมูลกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง และค่า ΔT ในการป้อนข้อมูลกรอบอาคารส่วนทึบแสง

ง) การป้อนข้อมูลช่องว่างอากาศภายในกรอบอาคารต้องป้อนเป็นค่าความหนาของช่องอากาศและค่าการนำความร้อนของช่องอากาศ (k) ในขณะที่ พรบ.อนุรักษ์พลังงานได้กำหนดคุณสมบัติทางด้านอุณหภูมิของช่องว่างอากาศในกรอบอาคารเป็นค่าความต้านทานความร้อน (R)

จ) โปรแกรมสามารถรับชุดข้อมูลของกรอบอาคารได้เป็นจำนวนจำกัด (ประมาณ 50 ชุดข้อมูล) จึงมีข้อจำกัดในการนำโปรแกรมไปใช้ในการคำนวณสำหรับอาคารที่มีกรอบอาคารหลายชนิด (และหลายขนาด ในกรณีของช่องเปิด)

1.2.2) การแสดงผลของโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบัน

1.2.2.1) การศึกษาการแสดงผลของโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

โปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีการแสดงผลดังนี้

ก) ค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารแต่ละชนิดในแต่ละทิศทาง

ข) ค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารแต่ละชนิดในแต่ละทิศทาง

ค) ค่า OTTV/ RTTV ของกรอบอาคารแต่ละทิศ

ง) ค่า OTTV/ RTTV รวมของกรอบอาคารทุกทิศทาง

โดยที่การแสดงผลของโปรแกรม OTTV/ RTTV ในปัจจุบันจะอยู่ในรูปแบบของตารางตัวเลขเท่านั้น

1.2.2.2) การวิเคราะห์การแสดงผลของโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

จากการศึกษาโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การแสดงผลของโปรแกรมซึ่งมีเพียงตารางตัวเลขแต่เพียงอย่างเดียว เป็นรูปแบบที่ไม่ช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถวิเคราะห์ผลเพื่อทำการปรับปรุงการออกแบบกรอบอาคารให้มีค่า OTTV/ RTTV ลดลงได้โดยสะดวก

1.2.3) สรุปการวิเคราะห์การใช้งานโปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

จากปัญหาต่างๆดังที่กล่าวมา จึงทำให้สามารถสรุปได้ว่า โปรแกรม OTTV/ RTTV ที่มีอยู่ไม่มีความสะดวกในการใช้งาน (ทั้งการป้อนข้อมูลและการแสดงผล) สำหรับสถาปนิกผู้ออกแบบส่วนใหญ่ที่มีประสพการณ์น้อยทางด้านพลังงาน

2) วิธีการประเมินการใช้พลังงานในอาคารและโปรแกรมที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2.1) วิธีการประเมินการใช้พลังงานในอาคาร

ในการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารที่เป็นที่ยอมรับกันอยู่ในปัจจุบัน มีรายละเอียดต่างๆ ที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1.1) การคำนวณภาระการทำความเย็น

ในการประเมินการใช้พลังงานในอาคารโดยทั่วไปมักใช้ความสำคัญกับการคำนวณภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศเป็นหลัก เนื่องจากการใช้พลังงานส่วนใหญ่ในอาคารจะเป็นการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ

ASHRAE (1993) ได้จัดแนวทางในการคำนวณภาระการทำความเย็น ไว้ 3 แนวทาง ดังนี้

1) การคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Transfer Function Method (TFM)

2) การคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Cooling Load Temperature Difference/ Solar Cooling Load/ Cooling Load Factor (CLTD/ SCL/ CLF)

3) การคำนวณในการทำความเย็นโดยวิธี Total Equivalent Temperature Difference/ Time Averaging (TETD/ TA)

โดยแต่ละวิธีมีรายละเอียดในขั้นตอนการคำนวณดังนี้

1) การคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Transfer Function Method (TFM)

การคำนวณภาระการทำความเย็น (Cooling Load) โดยใช้วิธี Transfer Function Method เป็นวิธีการคำนวณซึ่งตั้งอยู่บน 2 แนวคิด คือ Conduction Transfer Function (CTF) และ Weighting Factor (WF) โดยมีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

1.1) คำนวณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร (Heat Gain) ในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้วิธี CTF เป็นหลักในการหาการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารโดยการนำความร้อน (Conduction) ผ่านกรอบอาคารส่วนทึบแสง เพื่อหาการถ่ายเทความร้อนทั้งหมดที่เข้าสู่อาคารในช่วงเวลาหนึ่งๆ

1.2) พิจารณาคุณสมบัติของกรอบอาคารส่วนทึบแสงที่พิจารณา เพื่อหาค่า CTF สำหรับนำไปใช้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

1.3) ใช้ค่า Sol-air Temperature ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนทึบแสง

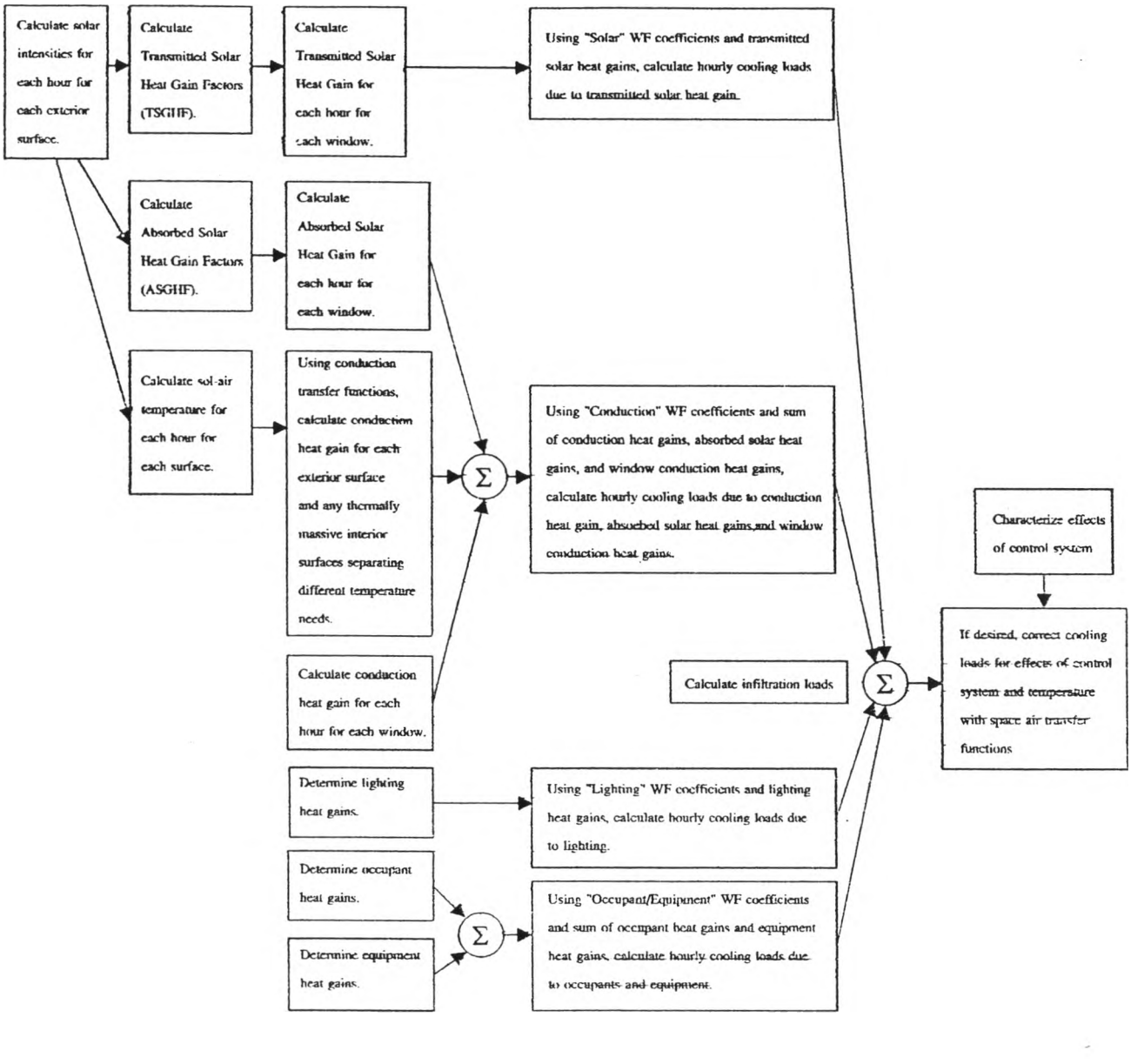
1.4) ใช้ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (ΔT) ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

1.5) ใช้ค่า Solar Heat Gain Factor ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีผ่านกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง โดยแยกการคำนวณออกเป็น 2 ส่วน คือ Transmitted Solar Heat Gain (TSHG) และ Absorbed Solar Heat Gain (ASHG)

1.6) เมื่อคำนวณการถ่ายเทความร้อนทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาแล้ว จึงใช้วิธี Weighting Factor (WF) เพื่อแปลงค่าการถ่ายเทความร้อนทั้งหมดให้เป็นภาระการทำความเย็นในแต่ละช่วงเวลา โดยคำนึงถึงการหน่วงเหนี่ยวความร้อนเนื่องจากมวลขององค์ประกอบทางสถาปัตย์ต่างๆ ภายในอาคาร

2) การคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Cooling Load Temperature Difference/ Solar Cooling Load/ Cooling Load Factor (CLTD/ SCL/ CLF)

การคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี CLTD/ SCL/ CLF เป็นวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธี Transfer Function Method (TFM) โดยได้ถูกพัฒนาให้มีขั้นตอนในการคำนวณที่ง่ายขึ้น โดย



Overview of Transfer Function Method

รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนในการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Transfer Function Method (ที่มา : ASHRAE, Load Calculation Manual : Cooling and Heating, 1994)

ข้ามขั้นตอนของการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ไปเป็นการคำนวณภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศโดยตรง การคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี CLTD/ SCL/ CLF มีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

2.1) พิจารณากรอบอาคารส่วนทึบแสง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร (U) พื้นที่ผิว และค่าความแตกต่างอุณหภูมิภาระการทำความเย็น (Cooling Load Temperature Difference) เพื่อใช้ในการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนทึบแสง

2.2) พิจารณากรอบอาคารส่วนโปร่งแสง เพื่อหาค่า U และพื้นที่ผิวของกรอบอาคารในส่วนที่พิจารณา และใช้ร่วมกับค่า CLTD ที่กำหนดให้ เพื่อนำไปคำนวณภาระการทำความเย็นโดยการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

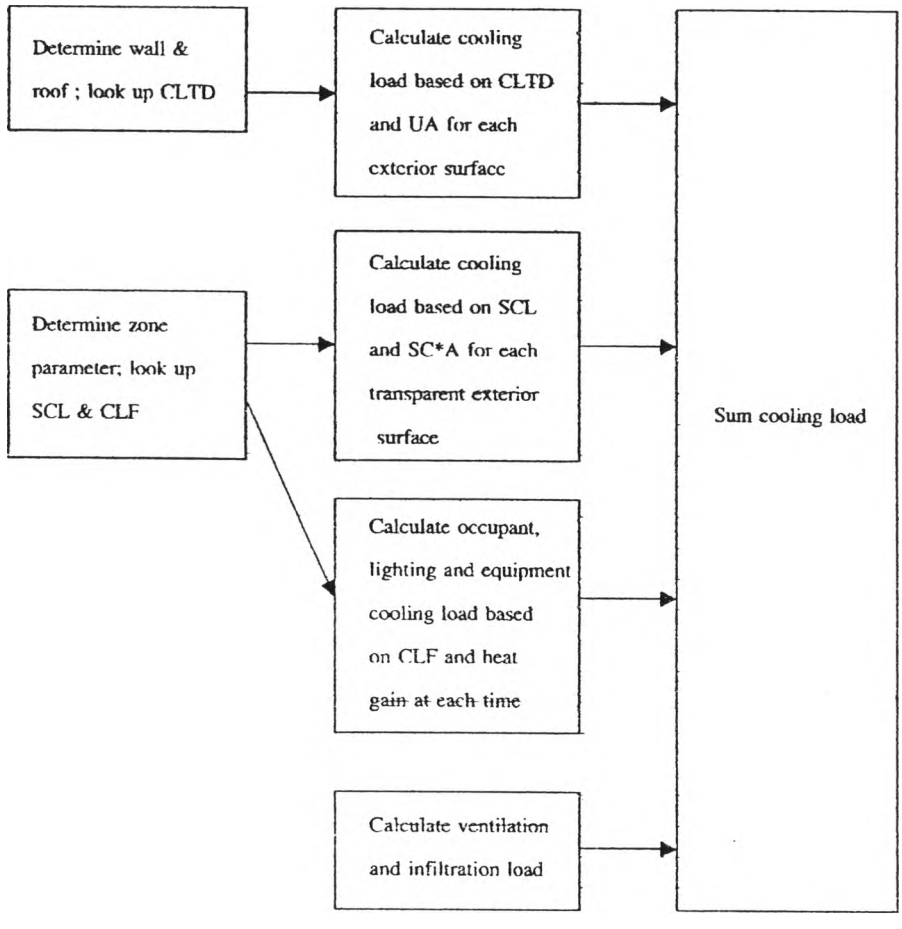
2.3) พิจารณาองค์ประกอบต่างๆ ทางสถาปัตย์ภายในอาคาร เพื่อนำไปหาค่า Solar Cooling Load (SCL) และค่า Cooling Load Factor (CLF) สำหรับนำไปใช้ในการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยการแผ่รังสีผ่านกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง และการคำนวณภาระการทำความเย็นจากแหล่งความร้อนต่างๆ ภายในอาคาร โดยคำนึงถึงการหน่วงเหนี่ยวความร้อนเนื่องจากมวลขององค์ประกอบต่างๆของสถาปัตย์ภายในอาคาร

3) การคำนวณในการทำความเย็นโดยวิธี Total Equivalent Temperature Difference/Time Averaging (TETD/ TA)

การคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี TETD/ TA เป็นวิธีการคำนวณภาระการทำความเย็นจากการคำนวณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารโดยวิธี TETD และใช้วิธีการคำนวณแบบ Time Averaging ในการเปลี่ยนจากการถ่ายเทความร้อนไปเป็นภาระการทำความเย็นอีกครั้งหนึ่ง การคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี TETD/ TA มีขั้นตอนในการคำนวณ ดังนี้

3.1) ใช้ค่า Sol-air Temperature ในแต่ละช่วงเวลาประกอบกับคุณสมบัติของกรอบอาคารเพื่อคำนวณหาค่า TETD สำหรับนำไปใช้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนทึบแสง

บรรณานุกรม สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Overview of CLTD/SCL/CLF Method

รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนในการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Cooling Load Temperature Difference / Solar Cooling Load / Cooling Load Factor (ที่มา : ASHRAE, Load Calculation Manual : Cooling and Heating, 1994)

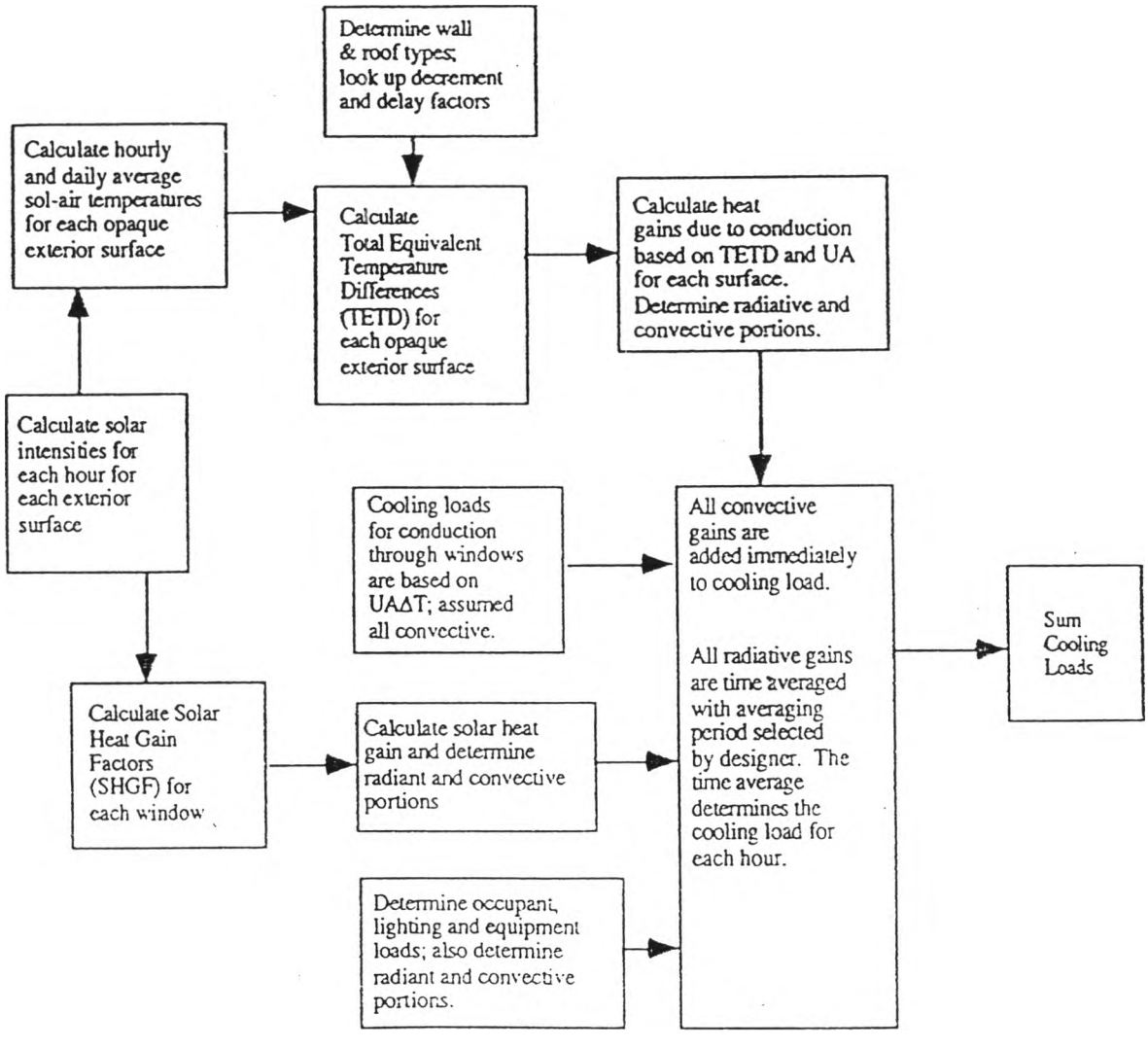
3.2) ใช้ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (ΔT) ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านกรอบอาคารส่วนโปร่งแสง

3.3) ใช้ค่า Solar Heat Gain Factor (SHGF) ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีผ่านกรอบอาคารโปร่งแสง แต่ไม่ได้คำนวณแยกเป็น 2 ส่วน คือ การส่องผ่าน (Transmitted) และการดูดกลืน (Absorbed) ความร้อน เช่นเดียวกับวิธีการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Transfer Function Method

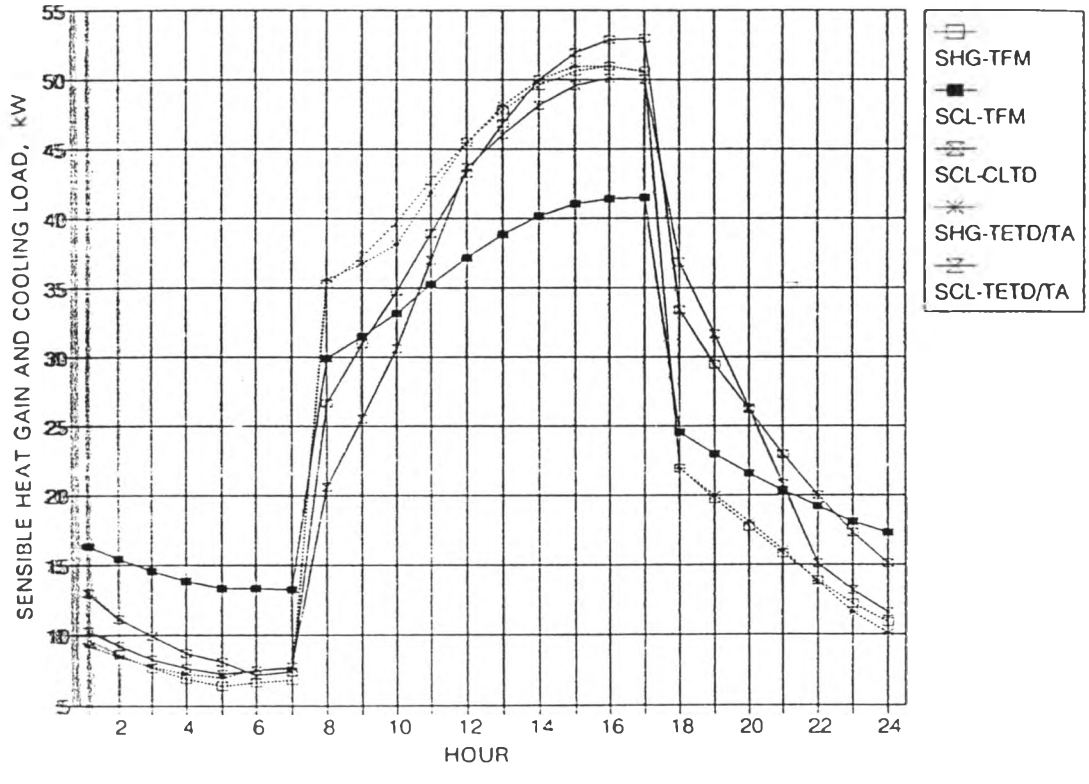
3.4) ใช้วิธี Time Averging ในการแปลงค่าการถ่ายเทความร้อนในช่วงเวลาต่างๆ เป็นภาระการทำความเย็น โดยคำนึงถึงการหน่วงเหนี่ยวความร้อนเนื่องจากมวลขององค์ประกอบต่างๆ ทางสถาปัตย์ภายในอาคาร

จากการศึกษาแนวทางการคำนวณภาระการทำความเย็นทั้ง 3 แนวทาง ทำให้สรุปได้ว่า วิธีการคำนวณภาระการทำความเย็นที่มีขั้นตอนในการคำนวณที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารจากข้อมูลที่ใช้ประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมจากกรอบอาคาร คือ วิธี CLTD/ SCL/ CLF โดยมีเหตุผลที่สำคัญดังต่อไปนี้

1) เป็นวิธีการคำนวณภาระการทำความเย็นวิธีการหนึ่งที่ ASHRAE ให้การยอมรับในผลการคำนวณ
2) เป็นวิธีการคำนวณภาระการทำความเย็นที่มีพื้นฐานในการคำนวณที่สอดคล้องกับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร (OTTV/ RTTV) ที่ปรากฏอยู่ในพรบ.อนุรักษ์พลังงานปี 2535
3) ถึงแม้ว่าการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี CLTD/ SCL/ CLF จะเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมใช้ในการคำนวณด้วยมือ แต่ก็มีความแม่นยำในการคำนวณในระดับหนึ่ง ซึ่งมีความเพียงพอสำหรับการคำนวณในขั้น Preliminary Design ตามจุดประสงค์ของการวิจัย และยังทำให้โปรแกรมมีขนาดเล็กกว่าการใช้วิธีการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธีอื่น ซึ่งจะทำให้มีการประมวลผลของโปรแกรมที่รวดเร็วกว่าการรคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธีอื่นๆอีกด้วย



รูปที่ 2.3 แสดงขั้นตอนในการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Total Equivalent Temperature Difference / Time Averaging (ที่มา : ASHRAE, Load Calculation Manual : Cooling and Heating, 1994)



TFM versus CLTD/SCF/CLF versus TETD/TA Methods of Calculating Sensible Heat Gain and Cooling Load

รูปที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบผลการคำนวณภาระการทำความเย็นในช่วงระยะเวลา 1 วันระหว่างวิธีการคำนวณภาระการทำความเย็นแบบต่างๆ (ที่มา : ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1993)

วิธีการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี CLTD/ SCL/ CLF

ในการคำนวณภาระการทำความเย็นด้วยวิธี CLTD/ SCL/ CLF มีสูตรต่างๆที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

2.1.1.1) ภาระการทำความเย็นจากหลังคา สามารถหาได้จากสูตร

$$Q_{cond} = U \times A \times CLTD \quad (13)$$

โดยที่ Q_{cond} = ภาระการทำความเย็น (วัตต์/(ตร.ม.•ชม.))

U = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร (วัตต์/ตร.ม. • K)

A = พื้นที่กรอบอาคารที่พิจารณา (ตร.ม.)

CLTD = Cooling Load Temperature Difference ($^{\circ}C$)

2.1.1.2) ภาระการทำความเย็นจากผนังภายนอก สามารถหาได้จากสูตร

$$Q = U \times A \times CLTD \quad (14)$$

2.1.1.3) ภาระการทำความเย็นจากช่องเปิด

ก) ภาระการทำความเย็นจากการนำความร้อนผ่านช่องเปิด สามารถหาได้จากสูตร

$$Q = U \times A \times CLTD \quad (15)$$

ข) ภาระการทำความเย็นจากการแผ่รังสีผ่านช่องเปิด สามารถหาได้จากสูตร

$$Q = A \times SC \times SCL \quad (16)$$

โดยที่ A = พื้นที่ช่องเปิด (ตร.ม.)

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดด ของช่องเปิด (Decimal Point)

SCL = Solar Cooling Load (วัตต์/ตร.ม.)

2.1.1.4) ภาระการทำความเย็นจากภายในอาคาร

ในการคำนวณภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศจากภายในอาคาร ส่วนใหญ่หาได้โดยใช้วิธี CLF (Cooling Load Factor) ซึ่งมีหลักการคือ แหล่งความร้อนในอาคาร ไม่ว่าจะเกิดขึ้นจากระบบแสงสว่าง ผู้ใช้อาคาร หรืออุปกรณ์ต่างๆ ภายในอาคารก็ดี จะมีความร้อนเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการใช้อุปกรณ์เหล่านั้น หรือมีผู้ใช้อาคารอยู่ภายในอาคาร ในขณะที่เปิดระบบปรับอากาศอยู่ เนื่องจากความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากแหล่งความร้อนภายในอาคาร ไม่ได้เป็นภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศในทันที แต่ความร้อนที่เกิดขึ้นจะสามารถแยกได้เป็น 2 ส่วน คือความร้อนที่ผิวของแหล่งความร้อน ซึ่งจะถูกอากาศภายในห้องพัดพาความร้อนออกไปเป็นภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศในขณะนั้นทันที กับความร้อนที่แหล่งความร้อน (ที่มีอุณหภูมิผิวที่สูงกว่าอุณหภูมิของห้อง) ได้ถ่ายเทความร้อนให้กับพื้นผิวของห้องโดยการแผ่รังสี ความร้อนส่วนนี้จะถูกเก็บไว้ในมวลสารต่างๆภายในอาคาร และความร้อนในส่วนนี้จะค่อยๆถูกพัดพาโดยอากาศภายในอาคารออกไปเป็นภาระการทำความเย็นในภายหลัง ซึ่งความสามารถในการดูดกลืนและคายความร้อนของห้องนั้นก็ขึ้นอยู่กับลักษณะต่างๆ ของห้อง ได้แก่ ผนังภายนอก วัสดุพื้น วัสดุปูพื้น ฝ้าเพดาน ผนังภายในอาคาร ตำแหน่งของพื้นที่ต่างๆภายในอาคาร และอุปกรณ์บังแดดภายในอาคาร

ก) ภาระการทำความเย็นจากระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หาได้จากสูตร

$$Q_{el} = W \times F_{ul} \times F_{sa} \times CLF \qquad (17)$$

โดยที่ Q_{el} =ภาระการทำความเย็นจากระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

W =กำลังไฟฟ้าที่ระบบไฟฟ้าแสงสว่างใช้ (วัตต์)

F_{ul} = ตัวประกอบการเปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Schedule)

F_{sa} = ตัวประกอบพิเศษ

โดยทั่วไป มีค่าเท่ากับ 1.25 สำหรับหลอดไฟฟ้าแบบ Fluorescent

และมีค่าเท่ากับ 1.0 สำหรับหลอดไฟฟ้าแบบ Incandescent

CLF = ตัวประกอบภาระการทำความเย็น (Cooling Load Factor) (Decimal Point)

ในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น กำลังไฟฟ้าที่ระบบไฟฟ้าแสงสว่างใช้ไป สามารถหาได้จากพื้นที่ของห้องต่างๆ และกำลังไฟฟ้าสูงสุดตามที่ พรบ. อนุรักษ์พลังงานตั้งเกณฑ์ไว้

กำลังไฟฟ้าที่ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของพื้นที่ต่างๆ สามารถหาได้จากสูตร

$$W = A \times \text{เกณฑ์เฉลี่ยสูงสุดที่ยอมให้ตาม พรบ. อนุรักษ์พลังงาน (วัตต์/ตร.ม.)} \quad (18)$$

โดยที่ A = พื้นที่ห้องที่พิจารณา (ตร.ม.)

ค่าตัวประกอบใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างคือ จำนวนกำลังไฟฟ้าที่เปิดอยู่ในขณะนั้นๆ ซึ่งจะเกี่ยวพันกับช่วงเวลาการใช้งานอาคารตามลักษณะอาคารต่างๆ

ข) ภาระการทำความเย็นจากผู้ใช้อาคาร สามารถหาได้จากสูตร

$$Q_s = N \times \text{Sensible Heat Gain} \times CLF \quad (19)$$

$$Q_l = N \times \text{Latent Heat Gain} \times CLF \quad (20)$$

โดยที่ Q_s = ภาระการทำความเย็นเนื่องจากความร้อนสัมผัส

Q_l = ภาระการทำความเย็นเนื่องจากความร้อนแฝง

N = จำนวนผู้ใช้อาคารในขณะใดๆ (คน)

CLF = ค่าตัวประกอบภาระการทำความเย็น (Cooling Load Factor)(Decimal Point)

จำนวนผู้ใช้อาคารสามารถหาได้จากพื้นที่ห้องต่างๆ และจำนวนเฉลี่ยสำหรับห้องแต่ละประเภท ตามที่กำหนดไว้ใน พรบ. อนุรักษ์พลังงาน เมื่อหาจำนวนผู้ใช้อาคารทั้งหมดได้แล้ว จึงนำไปคูณกับตัวประกอบการใช้งานอาคาร ดังแสดงในสูตร

$$N = \text{พื้นที่อาคาร} \times \text{จำนวนผู้ใช้อาคาร} \times \text{ค่าตัวประกอบการใช้อาคาร} \quad (21)$$

(ตร.ม.) เฉลี่ยต่อพื้นที่ ของผู้ใช้อาคารในเวลาต่างๆ

(คน/ตร.ม.) (Decimal Point)

ตัวประกอบการใช้อาคารของผู้ใช้อาคารแสดงถึงการประมาณจำนวนผู้ใช้อาคารที่อยู่ในอาคารในขณะนั้น โดยที่ค่าตัวประกอบการใช้อาคารของผู้ใช้อาคารมีค่าตั้งแต่ 0.0 ถึง 1.0

ค) ภาระการทำความเย็นจากอุปกรณ์ต่างๆในอาคาร ในการคำนวณภาระการทำความเย็นอย่างง่าย สามารถประมาณได้จากสูตร

$$Q = W \times F_u \times CLF \quad (22)$$

โดยที่ W = ค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในพื้นที่ที่พิจารณา (วัตต์))

F_u = ค่าตัวประกอบการใช้พลังงานอุปกรณ์ไฟฟ้าตามช่วงเวลาต่างๆ (Decimal Point)

CLF = ค่าตัวประกอบภาระการทำความเย็น (Decimal Point)

กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าสามารถประมาณได้จากกำลังไฟฟ้าทั้งหมด โดยสามารถหาได้จากสูตร

$$W = \text{พื้นที่} \times \text{การใช้ไฟฟ้าจากเต้ารับไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่} \quad (23)$$

ตัวประกอบการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสดงคือการประมาณกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปิดอยู่ในขณะใดๆ โดยมีค่าตั้งแต่ 0.0 ถึง 1.0

ในกรณีที่ระบบปรับอากาศไม่ได้เปิดตลอด 24 ช.ม. จะกำหนดให้ CLF มีค่าเท่ากับ 1.0 ในการคำนวณในทุกชั่วโมง

ง) ภาระการทำความเย็นเนื่องจากการระบายอากาศ (Ventilation) และการรั่วซึมของอากาศ (Infiltration) สามารถหาได้จากสูตร

$$q_{SENSIBLE} = 1.23 \times Q \times (t_o - t_i) \quad (24)$$

$$q_{LATENT} = 3010 \times Q \times (W_o - W_i) \quad (25)$$

$$q_{TOTAL} = 1.20 \times Q \times (H_o - H_i) \quad (26)$$

โดยที่ Q = การถ่ายเทอากาศอันเนื่องจากการระบายอากาศและการรั่วซึมของอากาศ (ลิตร/วินาที)

t_o, t_i = อุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคาร (°C)

W_o, W_i = Humidity Ratio ของอากาศภายนอกและภายในอาคาร (กก. ของไอน้ำในอากาศ ต่อ กก. ของอากาศแห้ง)

H_o, H_i = เอนทาลปีภายนอกและภายในอาคาร

การถ่ายเทอากาศแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

ง.1) การถ่ายเทอากาศอันเนื่องมาจากการระบายอากาศ หาได้จาก

Q_{vent} = จำนวนผู้ใช้อาคาร × เกณฑ์ที่ยอมให้ตาม ในขณะใดๆ พรบ. อนุรักษ์พลังงาน (27)

ง.2) การถ่ายเทอากาศเนื่องจากการรั่วซึมของอากาศ สามารถหาได้จาก

Q_{inf} = ปริมาตรห้อง × ACH (28)

โดยที่ ปริมาตรห้อง (ลูกบาศก์เมตร) = พื้นที่ห้อง (ตร.เมตร)× ความสูงห้อง (เมตร)

ACH = การถ่ายเทอากาศคิดเป็นปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

ในการประมาณการถ่ายเทอากาศอันเนื่องมาจากการรั่วซึมของอากาศ (Infiltration) Stoecker (1982) ได้ให้สูตรในการคำนวณไว้ดังนี้

$$ACH = a + bV + c(t_o - t_i) \quad (29)$$

โดยที่ a,b,c = ค่าคงที่ พิจารณาตามมาตรฐานการก่อสร้าง (ดูภาคผนวกประกอบ)

V = ความเร็วลมภายนอก (เมตร/วินาที)

t_o, t_i = อุณหภูมิอากาศภายในและภายนอกอาคาร (°C)

สภาพอากาศภายในอาคารโดยทั่วไปในการคำนวณภาระการทำความเย็นอย่างง่ายถูกกำหนดในเป็นค่าคงที่ตลอดช่วงเวลาที่เปิดระบบปรับอากาศ โดยมีอุณหภูมิอากาศ 25 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 55 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2538) ส่วนสภาพอากาศภายนอกจะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาลและช่วงเวลาในแต่ละวัน ดังนั้นจึงต้องอาศัยข้อมูลสภาพอากาศภายนอกจากกรมอุตุนิยมวิทยามาใช้ในการคำนวนภาระการทำความเย็นจากการระบายอากาศและการรั่วซึมของอากาศนี้

ดังที่ทราบกันแล้วว่า อุณหภูมิอากาศภายนอกจะเปลี่ยนไปตามฤดูกาลและช่วงเวลา อีกทั้งยังมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละปีอีกด้วย ดังนั้นการใช้ข้อมูลสภาพอากาศภายนอกของปีใดปีหนึ่งมาใช้อาจจะทำให้การคำนวณมีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย (ทั้งมากกว่าและน้อยกว่า) อีกทั้งการใช้ข้อมูลสภาพอากาศภายนอกใน 1 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่ซ้ำกันเลยในแต่ละวัน มาใช้ในการคำนวณภาระการทำความเย็นสำหรับการออกแบบอาคารในเบื้องต้น จะทำให้มีขั้นตอนในการคำนวณที่ซับซ้อนโดยไม่จำเป็น ดังนั้นซึ่งมีแนวความคิดว่าควรจะใช้ข้อมูลเฉลี่ยของสภาพอากาศภายนอกของทุกๆ เดือนจากข้อมูลสภาพอากาศในปีที่มีการบันทึกทั้งหมดของแต่ละสถานที่ มาทำการเฉลี่ยให้ได้เป็นข้อมูลสภาพอากาศภายนอกเฉลี่ยในทุกๆ ช่วงเวลาของทุกเดือน ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

2.1.2. แนวทางการคำนวณการใช้พลังงานในอาคาร

แนวทางการคำนวณการใช้พลังงานในอาคาร ขึ้นอยู่กับความละเอียดในการคำนวณ โดยแบ่งเป็น 3 วิธี คือ

ก) การคำนวณการใช้พลังงานในอาคารโดยวิธี Degree Day

การคำนวณการใช้พลังงานในอาคารโดยวิธี Degree Day เป็นแนวทางการคำนวณการใช้พลังงานอย่างคร่าวๆ โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยใน 1 วัน ในการพิจารณา Degree Day เป็นค่าสถิติทางอุณหภูมิโดยมีสมมุติฐานว่า เมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดทั้งวันเฉลี่ยมีค่าเท่ากับจุดสมดุลย์ (Balance Point) แล้ว จะเป็นสภาวะสมดุลย์ของการถ่ายเทความร้อนระหว่างภายนอกและภายในอาคาร นั่นคือ ไม่มีความจำเป็นในการใช้ระบบปรับอากาศในวันดังกล่าว (Watson, D., 1993) สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่มีความชื้นสูง ดังนั้นนอกจากจะคำนึงถึงอุณหภูมิอากาศแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความชื้นในการพิจารณาหาจุดสมดุลย์ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยด้วย

ข) การประเมินการใช้พลังงานในอาคารโดยวิธี Hour-by-Hour

การประเมินการใช้พลังงานในอาคารโดยวิธี Hour-by-Hour เป็นวิธีการประเมินการใช้พลังงานภายในอาคารที่มีความละเอียดมากที่สุด และมีความแม่นยำมากที่สุด ซึ่งจะเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมในกรณีที่มีข้อมูลสภาพอากาศภายนอกไม่เหมือนกันเลยในทุกช่วงเวลา และมีข้อมูลด้านต่างๆภายในอาคาร เช่น การใช้งานอาคาร หรือ ประสิทธิภาพของระบบต่างๆที่เปลี่ยนไปตามช่วงเวลา ซึ่งมีผลให้การใช้พลังงานในอาคารในแต่ละช่วงเวลามีค่าไม่เท่ากัน การคำนวณโดยใช้วิธีดังกล่าว ทำให้มีการคำนวณการใช้พลังงานในแต่ละชั่วโมงตลอดทั้งวัน หรือคิดเป็นการคำนวณถึง 8760 ครั้งในการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารตลอดระยะเวลา 1 ปี (Stein ,B. & Reynold, S., 1992)

ค) การคำนวณการใช้พลังงานในอาคารโดยวิธี BIN

การคำนวณการใช้พลังงานในอาคารโดยวิธี BIN หรือ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วิธี Time Frequency Occurence เป็นแนวทางในการคำนวณ การใช้พลังงานในอาคาร ซึ่งจะช่วยลดความถี่ในการคำนวณลง โดยการนับความถี่ของช่วงเวลาที่มีสภาพอากาศภายนอก

และการใช้อาคารที่เหมือนกัน ตลอดระยะเวลาที่พิจารณา และคำนวณการใช้พลังงานในสภาวะนั้นเพียงครั้งเดียว (ASHRAE, 1993) ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับกรณีที่มีข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารที่ซ้ำกันในหลาย ๆ ช่วงเวลา

การใช้ข้อมูลสภาพอากาศในการคำนวณ

การใช้ข้อมูลสภาพอากาศในการคำนวณ มีผลกระทบถึงความแม่นยำในการคำนวณภาระการทำความเย็นและการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศเป็นอย่างมาก โดยจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูลเป็นสำคัญข้อมูลสภาพอากาศแบ่งตามความละเอียดของข้อมูลได้ดังนี้

ก) ข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยใน 1 วัน ซึ่งใช้กับวิธีการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารโดยวิธี Degree day

ข) ข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยรายชั่วโมง ตลอดระยะเวลา 1 ปี ซึ่งจะใช้กับวิธีการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารโดยวิธี Hour-by-Hour ข้อมูลสภาพอากาศรายชั่วโมง ยังแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ

1) ข้อมูลสภาพอากาศที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริง ตลอดระยะเวลา 1 ปี ซึ่งอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการคำนวณ ในกรณีที่นำข้อมูลสภาพอากาศในปีที่มีสภาพอากาศแปรปรวนมาก (สูงหรือต่ำมากจนผิดปกติ) มาใช้ในการคำนวณ

2) ข้อมูลสภาพอากาศที่ได้จากการคำนวณ โดยอาศัยข้อมูลสภาพอากาศในหลายๆ ปี เพื่อหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ยในแต่ละเดือน เมื่อประกอบกับข้อมูลภูมิอากาศ (ตำแหน่งตามเส้นรุ้ง/เส้นแวง/ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล) ก็จะสามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาข้อมูลสภาพอากาศรายชั่วโมงได้

ค) ข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยรายชั่วโมงของแต่ละเดือน ซึ่งเป็นลักษณะของข้อมูลที่มีความเหมาะสมที่จะใช้กับการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารโดยวิธี BIN เนื่องจากข้อมูลสภาพอากาศในทุกชั่วโมงของแต่ละวัน จะมีค่าเท่ากันตลอดทั้งเดือน ในกรณีที่การใช้งานอาคารเหมือนกันทุกวัน จะทำให้มีการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารเพียง 24 ครั้ง (หรือ 24 ชั่วโมง) ต่อเดือน

วิธีการคำนวณการใช้พลังงานในอาคาร

การใช้พลังงานในอาคารสามารถแบ่งได้เป็น

2.1.2.1) การใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ

2.1.2.2) การใช้พลังงานของระบบอื่นๆ

2.1.2.1) การใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ

ในการคำนวณการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ ณ เวลาใดๆ มีความจำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูล 2 ส่วน คือ

ก) ภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศในขณะนั้น

ข) ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศที่เลือกใช้ในอาคาร เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ มีดังนี้

ข.1) ค่า COP (Coefficient of Performance) ในเรื่องภาระการทำความเย็น ค่า COP หมายถึงอัตราส่วนระหว่าง อัตราความร้อนที่ถูกถ่ายเทออกไป ต่ออัตราของพลังงานที่ระบบโดยรวมใช้ไปในการถ่ายเทความร้อน (โดยมีหน่วยของความร้อนและหน่วยของพลังงานที่ใช้ไปที่เหมือนกัน) (ASHRAE, 1993)

ข.2) ค่า EER (Energy Efficient Ratio) คืออัตราส่วนของความสามารถในการทำความเย็นของอุปกรณ์ของระบบปรับอากาศทั้งหมด (หน่วย : Btu/h) ต่ออัตราของพลังงานไฟฟ้า (หน่วย : วัตต์) ภายใต้สถานการณ์การใช้ระบบปรับอากาศที่ได้ถูกออกแบบไว้ ในกรณีที่ปรับให้มีหน่วยเหมือนกันจะได้ค่าเท่ากับค่า COP ค่า EER สามารถแปลงเป็นค่า COP ได้ด้วยการคูณค่า EER ด้วย 0.293 (ASHRAE, 1993)

พรบ.อนุรักษ์พลังงานได้กำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานของเครื่องจักร(ส่วนทำความเย็น)ในระบบปรับอากาศเอาไว้ ซึ่งมีลักษณะเป็นส่วนกลับของค่า COP และค่า EER ซึ่งก็เป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ในการคำนวณได้เช่นเดียวกัน

เมื่อทราบทั้งภาระการทำความเย็นของระบบ และประสิทธิภาพของระบบแล้วจึงนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศในขณะนั้น โดยใช้สูตร

การใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ ในขณะใดๆ (วัตต์)	=	ภาระการทำความเย็นในขณะนั้น (วัตต์) x ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ (Decimal Point)	(30)

ในพรบ.อนุรักษ์พลังงานได้กำหนดมาตรฐานการใช้พลังงานของส่วนทำความเย็นไว้ ถึงแม้ว่าจะมิใช่ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบปรับอากาศ ซึ่งประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศโดยรวมจะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบในหลายๆส่วนของระบบ เช่น พัดลม ระบบท่อ หรือส่วนทำความเย็น เป็นต้น แต่เนื่องจากในอาคารแต่ละประเภท มักจะมีการกำหนดประเภทของระบบปรับอากาศโดยรวมอยู่แล้ว แต่สามารถพิจารณาเลือกชนิดของส่วนทำความเย็นได้แตกต่างกันไปตามปัจจัยต่างๆ นั่นคือสามารถอนุมานได้ว่าประสิทธิภาพของส่วนอื่นๆของระบบปรับอากาศมีค่าคงที่ แต่ส่วนที่ทำให้ระบบปรับอากาศโดยรวมมีประสิทธิภาพเปลี่ยนแปลงไปก็คือ ส่วนทำความเย็นของระบบปรับอากาศนั่นเอง ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับ พรบ.อนุรักษ์พลังงานเช่นเดียวกับค่า OTTV / RTTV และการใช้กำลังไฟฟ้าในการส่องสว่างภายในอาคาร จึงเสนอให้ใช้มาตรฐานการใช้พลังงานของส่วนทำความเย็นที่ระบุไว้ใน พรบ.อนุรักษ์พลังงาน ในการประเมินการใช้พลังงานในอาคารในเบื้องต้น

2.1.2.2) การคำนวณการใช้พลังงานของระบบอื่นๆ ภายในอาคาร

ก) การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สามารถคำนวณได้โดยอาศัยข้อมูล ดังนี้

1) กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ของพื้นที่ประเภทต่างๆ (วัตต์/ตร.ม.)

2) พื้นที่อาคารในส่วนต่างๆ (ตร.ม.)

3) ค่าตัวประกอบการใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Light Use Factor : F_{UL}) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตารางการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างของพื้นที่ต่างๆ (Lighting Operation Schedule) (มีค่าระหว่าง 0.0-1.0)

โดยสามารถหาได้จากสูตร

การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ณ ขณะใดๆ (วัตต์) = กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยต่อพื้นที่ของระบบ (วัตต์/ตร.ม.) x พื้นที่ (ตร.ม.) x ค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง (Decimal Point) (31)

(ที่มา : ASHRAE, 1993)

ข) การใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารสามารถคำนวณได้โดยใช้วิธีเดียวกันกับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยมีสูตรดังนี้

การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอื่นๆ ในอาคาร (วัตต์) = ค่ากำลังไฟฟ้าของระบบอื่นๆในอาคาร (วัตต์) x ค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าของระบบอื่นๆ (Decimal Point) (32)

(ที่มา : ASHRAE, 1993)

ค) การใช้พลังงานของระบบทำน้ำร้อนภายในอาคารสามารถคำนวณได้โดยมีสูตรดังนี้

การใช้พลังงานของระบบทำน้ำร้อนในอาคาร (วัตต์) = ค่าพลังงานของระบบทำน้ำร้อนในอาคาร(วัตต์) x ค่าตัวประกอบการใช้พลังงานของระบบทำน้ำร้อนในอาคาร (Decimal Point) (33)

(ที่มา : ASHRAE, 1993)

2.1.3) การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า

เนื่องจากอาคารขนาดใหญ่ในประเทศ เป็นอาคารที่มีกิจการที่แตกต่างกันมากมาย แต่อาคารที่เข้าข่ายอาคารควบคุมตาม พรบ. อนุรักษ์พลังงาน มักเป็นอาคารที่ประกอบกิจการขนาดใหญ่ ในการคำนวณค่าไฟฟ้าจึงใช้อัตราไฟฟ้าตามประเภทของกิจการขนาดใหญ่เป็นพื้นฐาน

อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับอาคารที่จะขอใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตตั้งแต่ค่าไฟฟ้าเดือนตุลาคม 2540 เป็นต้นไป (การไฟฟ้าฝ่ายผลิต) จะถูกกำหนดให้ใช้อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU Rate) เป็นอัตรารายเดือน โดยใช้สูตร

ค่าใช้จ่ายพลังงานตลอดเดือน (บาท) = (Demand Charge ในช่วงเวลาต่างๆ (บาท/กิโลวัตต์) x พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงเวลาต่างๆ(กิโลวัตต์)) + (Unit Cost (บาท/กิโลวัตต์) x พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงเวลาต่างๆ(กิโลวัตต์)) + ค่าบริการรายเดือน (บาท) (34)

2.2) โปรแกรมประเมินการใช้พลังงานในอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบัน

เนื่องจากการประเมินการใช้พลังงานในอาคาร จะประกอบไปด้วยการคำนวณในหลายขั้นตอนและมักจะมีการประเมินการใช้พลังงานภายใต้ช่วงเวลาระยะหนึ่ง โดยปกติแล้วจะทำการประเมินการใช้พลังงานในช่วงเวลา 1 ปี ซึ่งจะทำให้เกิดความไม่สะดวกหากจะทำการคำนวณด้วยมือ จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารขึ้น

โปรแกรมในการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายโปรแกรม โดยจะมีความแตกต่างกัน ทั้งวิธีการคำนวณภาระการทำความเย็น วิธีคำนวณการใช้พลังงานตลอดทั้งปี และข้อมูลสภาพอากาศที่นำมาใช้ ซึ่งลักษณะต่างๆเหล่านี้เองที่ทำให้โปรแกรมต่างๆมีความแตกต่างกัน ดังจะยกตัวอย่างโปรแกรมที่มีความแตกต่างกันในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ โปรแกรม DOE-2 และโปรแกรม ENERWIN

2.2.1) โปรแกรม DOE-2

โปรแกรม DOE-2 เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนียร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีลักษณะของโปรแกรมโดยย่อดังนี้

ก) จุดประสงค์ของโปรแกรม เน้นที่ความแม่นยำในการคำนวณในทุกขั้นตอน

ข) คำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี Transfer Function Method

ค) คำนวณการใช้พลังงานตลอดปีโดยวิธี Hour-by-Hour

ง) ใช้ข้อมูลสภาพอากาศรายชั่วโมง ในการคำนวณการใช้พลังงาน โดยสามารถใช้ได้ทั้งข้อมูลสภาพอากาศจริง และการคำนวณข้อมูลสภาพอากาศขึ้นมาใหม่จากข้อมูลจริงที่มีอยู่หลายปี

จ) คำนวณการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยคำนึงถึงการใช้แสงธรรมชาติ ลักษณะช่องเปิด ระดับแสงภายในและภายนอกอาคาร

ฉ) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องเปิดในทุกชั่วโมง เพื่อนำไปคำนวณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารในแต่ละชั่วโมง

2.2.1.1) การป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม DOE-2

ก) การศึกษาการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม DOE-2

I 17576359

จากการทดลองใช้โปรแกรม DOE 2.1 D สามารถสรุปการป้อนข้อมูลได้ดังนี้

1) มีการป้อนข้อมูลรูปทรงอาคารในลักษณะ 3 มิติ โดยต้องทำการสร้างองค์ประกอบต่างๆของอาคารขึ้นใหม่ในโปรแกรม และต้องกำหนดองค์ประกอบต่างๆที่สร้างขึ้นมา ให้สัมพันธ์กับการป้อนข้อมูลในส่วนอื่นๆด้วย

2) มีการป้อนข้อมูลส่วน LOAD ต่างๆของอาคาร ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับอาคารและการใช้งานอาคาร ข้อมูลในส่วนดังกล่าวเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับสถาปนิกโดยตรง โดยมีการแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆดังนี้

2.1) Header Information

2.2) Parameter

2.3) Function

2.4) Building Location

2.5) Design Day

2.6) Operation Scedule

2.7) Wall Parameter

2.8) Materials & Construction

2.9) Exterior Shade

2.10) Space Conditions

2.11) Space

2.12) Exterior Wall (Roof)

2.13) Trombe Walls

2.14) Windows

2.15) Door

2.16) Interior Walls

2.17) Underground Wall (Floor)

2.18) Building Resource

2.19) Reports

2.20) Footer Information

3) มีการป้อนข้อมูลส่วน SYSTEMS ต่างๆของอาคาร ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับระบบต่างๆภายในอาคาร โดยมีการแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆดังนี้

3.1) Header Information

3.2) Parameter

3.3) Function

3.4) Subr-Function

3.5) Operation Schedules

3.6) Curve-fit

3.7) Zone-by-Type

3.8) Zone-Control

3.9) Zone-Air

3.10) Zone-Fans

3.11) Zone

3.12) System-by-Type

3.13) System-Control

3.14) System-Air

3.15) System-Fans

3.16) System-Terminal

3.17) System-Fluid

3.18) System-Equipment

3.19) System

3.20) Plant-Assignment

3.21) Reports

3.22) Footer Information

4) มีการป้อนข้อมูลส่วน PLANT ต่างๆของอาคาร ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับเครื่องจักรของระบบต่างๆภายในอาคาร โดยมีการแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆดังนี้

4.1) Header Information

4.2) Parameter

4.3) Operation Schedules

4.4) Curve-fit

4.5) Plant Equipment

4.6) Part-Load -Ratio

4.7) Plant Parameters

4.8) Equipment-Quad

4.9) Heat-Recovery

4.10) Energy Storage

4.11) Load Assignment

4.12) Load Management

4.13) Energy Resource

4.14) Plant Costs

4.15) Reference Costs

4.16) Reports

4.17) Footer Information

5) มีการป้อนข้อมูลส่วน ECONOMICS ซึ่งเป็นข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ต่างๆ โดยมีการแยกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆดังนี้

5.1) Header Information

5.2) Parameter

5.3) Operation Schedules

5.4) Energy Cost

5.5) Charge Assignment

5.6) Cost Parameter

5.7) Component Coat

5.8) Baseline

5.9) Economics Reports

5.10) Footer Information

ข) การวิเคราะห์การป้อนข้อมูลของโปรแกรม DOE-2

จากการศึกษาการป้อนข้อมูลของโปรแกรม DOE-2.1 D ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้สามารถวิเคราะห์การป้อนข้อมูลของโปรแกรมได้เป็นประเด็นหลัก ดังนี้

1) โปรแกรม DOE-2 เป็นโปรแกรมที่มีการป้อนข้อมูลเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมต้องมีความรู้ในด้านต่างๆเป็นอย่างดี อีกทั้งจะต้องมีข้อมูลในการคำนวณเป็นจำนวนมากอีกด้วย

2) โปรแกรม DOE-2 มีลักษณะการป้อนข้อมูลที่มีความละเอียดสูง ยกตัวอย่างเช่น การป้อนข้อมูลกรอบอาคาร ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมจะต้องทำการสร้างวัสดุขึ้นมาใหม่ เพื่อสร้างเป็นชั้นวัสดุในกรอบอาคาร เมื่อได้ชั้นวัสดุในกรอบอาคารแล้วจึงนำชั้นวัสดุไปสร้างเป็นกรอบอาคารขึ้นมาเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณต่อไป การป้อนข้อมูลในลักษณะดังกล่าวนี้จะปรากฏอยู่ทั่วไปภายในโปรแกรม DOE-2

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า โปรแกรม DOE-2 เป็นโปรแกรมที่มีการป้อนข้อมูลที่ไม่สะดวกต่อการใช้งานของผู้ออกแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงของการออกแบบเบื้องต้น เนื่องจากผู้ออกแบบส่วนใหญ่มีประสพการณ์น้อยทางด้านพลังงาน ทำให้ผู้ออกแบบไม่สามารถป้อนข้อมูลทางวิชาการ (Technical Term) ได้ อีกทั้งในช่วงของการออกแบบเบื้องต้น ผู้ออกแบบยังไม่มีข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ในการคำนวณอีกด้วย

2.2.1.2) การแสดงผลของโปรแกรม DOE-2

ก) การศึกษาการแสดงผลของโปรแกรม DOE-2

จากการศึกษาการแสดงผลของโปรแกรม ทำให้ทราบว่าโปรแกรม DOE-2 มีการแสดงการป้อนข้อมูลที่โปรแกรมใช้ในการคำนวณ เพื่อให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณได้ รวมถึงการแสดงผลการคำนวณในทุกๆด้านอย่างละเอียด ทั้งภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ การใช้พลังงานของทุกระบบภายในอาคาร และการวิเคราะห์การลงทุนโดยวิธี Life Cycle Cost (ดูตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรม DOE-2 ในภาคผนวก)ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกระดับความละเอียดในการแสดงผลการคำนวณได้ โดยการแสดงผลการคำนวณทั้งหมดจะอยู่ในรูปของตารางซึ่งสามารถพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ได้โดยตรง นอกจากนี้โปรแกรม DOE-2 ยังสามารถแสดงผลในลักษณะของแผนภูมิเส้นบนจอภาพได้อีกด้วย

ข) การวิเคราะห์การแสดงผลของโปรแกรม DOE-2

จากการศึกษาการแสดงผลของโปรแกรม สามารถสรุปได้ว่าโปรแกรม DOE-2 มีการแสดงผลที่ผู้ออกแบบไม่สามารถทำความเข้าใจได้โดยสะดวก เนื่องจากการแสดงผลของโปรแกรมส่วนใหญ่อยู่ในรูปของข้อมูลทางวิชาการ (Technical Term) ที่ผู้ออกแบบไม่มีพื้นฐานในการพิจารณา จึงทำให้ผู้ออกแบบไม่สามารถใช้โปรแกรมดังกล่าวในการพิจารณาออกแบบอาคารในขั้นต้นได้

2.2.2) โปรแกรม ENERWIN

โปรแกรม ENERWIN เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย A&M รัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา ลักษณะที่สำคัญของโปรแกรมมีดังนี้

ก) เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อให้เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยผู้ออกแบบในการออกแบบอาคาร

ข) ใช้วิธีการคำนวณภาระการทำความเย็นโดยวิธี TETD / TA

ค) ใช้วิธีการคำนวณการใช้พลังงานตลอดทั้งปี โดยวิธี Hour-by-Hour

ง) ใช้ข้อมูลสภาพอากาศรายชั่วโมงในการคำนวณ โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศที่คำนวณขึ้นจากการข้อมูลทางสถิติที่ได้จากการเก็บข้อมูลจริงหลายปีประกอบกัน (ศึกษาจากการแสดงผลของโปรแกรม)

จ) เป็นโปรแกรมที่มีการช่วยลดการป้อนข้อมูลในด้านต่างๆ โดยการตั้งค่า Default เพื่อใช้ในการคำนวณ ทำให้มีความสะดวกในการป้อนข้อมูลมากขึ้นในระดับหนึ่ง

ฉ) โปรแกรมถูกออกแบบให้สามารถแยกการคำนวณการใช้พลังงานในอาคารออกเป็นหลายพื้นที่ตามกิจกรรมและลักษณะในด้านต่างๆของแต่ละพื้นที่

2.2.2.1) การป้อนข้อมูลของโปรแกรม ENERWIN

ก) การศึกษาการป้อนข้อมูลของโปรแกรม ENERWIN

การป้อนข้อมูลของโปรแกรม ENERWIN มีขั้นตอนต่างๆดังนี้

1) ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ (Project Information) โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

1.1) เลือกประเภทของอาคาร (Building Type)

1.2) เลือกสถานที่ตั้งอาคาร

1.3) ป้อนข้อมูลพื้นที่อาคาร

1.4) ป้อนข้อมูลราคาค่าก่อสร้างเฉลี่ยต่อพื้นที่ของอาคาร

1.5) ตรวจสอบและแก้ไขจำนวนวันทำงานใน 1 สัปดาห์

1.6) ตรวจสอบและแก้ไขจำนวนวันหยุดงานใน 1 ปี

2) ตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลสภาพอากาศซึ่งถูกกำหนดไว้ตามสถานที่ตั้งของอาคาร

3) ป้อนข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยมีรายละเอียดต่างๆที่สำคัญดังต่อไปนี้

3.1) อายุการใช้งานของอาคาร

3.2) อายุการใช้งานของระบบเครื่องกลในอาคาร

3.3) อายุการใช้งานของระบบพลังงานแสงอาตย์

3.4) อัตราดอกเบี้ย

3.5) อัตราค่าเสื่อมราคาของอาคาร

3.6) อัตราค่าพลังงานต่างๆที่ใช้ในอาคาร ได้แก่ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า อัตราค่าพลังงานก๊าซ และอัตราค่าพลังงานน้ำ

3.7)ตารางเวลาในการคิด Demand Charge

4) การป้อนข้อมูลผังอาคาร มีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

4.1) วาดผังอาคารแต่ละชั้น

4.2) กำหนดจำนวนชั้นของผังอาคารแต่ละชั้น

4.3) กำหนดเขตพื้นที่ต่างๆภายในชั้น

4.4) กำหนดความสูงชั้น

4.5) กำหนดทิศทางของผังอาคาร

5) การป้อนข้อมูลส่วนรายละเอียดของเขตพื้นที่ต่างๆภายในอาคาร โดยมีรายละเอียดที่สำคัญดังต่อไปนี้

5.1) เลือกตารางการใช้อาคารและตารางการใช้ระบบต่างๆภายในอาคาร

5.2) เลือกระบบปรับอากาศที่ใช้ในแต่ละเขตพื้นที่ (Zone) ภายในอาคาร

5.3) เลือกระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ในแต่ละเขตพื้นที่ (Zone) ภายในอาคาร

5.4) เลือกพื้นผิวของสภาพแวดล้อมภายนอกโดยรอบอาคาร

5.5) เลือกกรอบอาคารชนิดต่างๆที่ใช้ในแต่ละเขตพื้นที่

5.6) ป้อนข้อมูลต่างๆของกรอบอาคารแต่ละชนิด ได้แก่ พื้นที่กรอบอาคาร ทิศทาง มุมเอียง อุปกรณ์บังแดดภายในและภายนอก ความสูงของวงกบบนและวงกบล่างของหน้าต่าง และ ค่าการสะท้อนแสงของพื้น

5.7) ตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลในด้านต่างๆของแต่ละเขตพื้นที่ ได้แก่ การระบายอากาศ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ตารางเวลาการใช้พื้นที่และระบบต่างๆ ระดับการส่องสว่างในแต่ละเขตพื้นที่

ข) การวิเคราะห์การป้อนข้อมูลของโปรแกรม ENERWIN

จากการศึกษาการป้อนข้อมูลของโปรแกรม ENERWIN ทำให้สามารถสรุปได้ว่ามีปัญหาในการป้อนข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม เมื่อใช้โปรแกรมในการออกแบบขั้นต้นดังนี้

1) มีการป้อนข้อมูลกรอบอาคารเพิ่มขึ้นจากการป้อนข้อมูลของโปรแกรม OTTV/RTTV เนื่องจากโปรแกรม ENERWIN เน้นความแม่นยำในการประเมินการใช้พลังงานในอาคาร

2) ผู้ใช้โปรแกรมต้องมีความรู้ในด้านพลังงานในระดับหนึ่ง เพื่อให้สามารถทำการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลมาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณที่โปรแกรมกำหนดไว้ให้ เช่น ข้อมูลด้านระดับการส่องสว่างและการระบายอากาศภายในพื้นที่แต่ละพื้นที่ ข้อมูลทางด้านระบบปรับอากาศ และข้อมูลต่างๆทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

3) เมื่อมีการแบ่งเขตพื้นที่ภายในอาคารออกเป็นหลายส่วน จะทำให้มีการป้อนข้อมูลกรอบอาคารมากขึ้น เนื่องจากต้องแบ่งกรอบอาคารออกตามพื้นที่ต่างๆในอาคารด้วย

จากการวิเคราะห์การป้อนข้อมูลของโปรแกรม ENERWIN ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทำให้สามารถสรุปได้ว่า โปรแกรม ENERWIN ก็ยังไม่มีความสะดวกในการใช้งานในการออกแบบขั้นต้น (Preliminary Design) สำหรับผู้ออกแบบที่มีประสพการณ์ด้านพลังงานน้อย

2.2.2.2) การแสดงผลของโปรแกรม ENERWIN

ก) การศึกษาการแสดงผลของโปรแกรม ENERWIN

จากการศึกษาการแสดงผลของโปรแกรม สามารถสรุปได้ว่าโปรแกรม ENERWIN มีการแสดงผลต่างๆดังนี้

1) การแสดงผลข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ

2) การแสดงผลการคำนวณ ส่วนใหญ่เป็นการแสดงผลในรูปของตาราง ตัวเลข ซึ่งประกอบไปด้วย

2.1) การใช้พลังงานรายเดือน

2.2) ภาระการทำความเย็นของแต่ละพื้นที่ภายในอาคาร

2.3) ความต้องการพลังงาน สูงสุดในแต่เดือน

2.4) ความต้องการพลังงานรายชั่วโมงเฉลี่ยของแต่ละฤดูกาล

2.5) การวิเคราะห์การลงทุนโดยวิธี Life Cycle Cost

2.6) สรุปข้อมูล สภาพอากาศที่ใช้ในการคำนวณในแต่เดือน

โดยที่การแสดงผลโดยทั่วไปของโปรแกรมจะอยู่ในรูปของตาราง และยังสามารถแสดงผลการคำนวณในลักษณะของแผนภูมิต่างๆ บนจอภาพได้อีกด้วย ดังมีรายละเอียดดังนี้

2.7) ภาระการทำความร้อนสูงสุด (แผนภูมิแท่ง)

2.8) ภาระการทำความเย็นสูงสุด (แผนภูมิแท่ง)

2.9) ภาระการทำความร้อนตลอดปี (แผนภูมิแท่ง)

2.10) ภาระการทำความเย็นตลอดปี (แผนภูมิแท่ง)

2.11) การใช้พลังงานในการทำความร้อนและความเย็นรายเดือน (แผนภูมิเส้น)

2.12) ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานรายเดือน แยกตามประเภทของพลังงาน (แผนภูมิเส้น)

2.13) การใช้พลังงานในอาคารตลอดปี แยกตามระบบในอาคาร (แผนภูมิแท่ง)

ข) การวิเคราะห์การแสดงผลของโปรแกรม ENERWIN

จากการศึกษาการแสดงผลของโปรแกรม ENERWIN ทำให้สามารถสรุปปัญหาในการแสดงผลของโปรแกรมได้ดังนี้

1) มีการแสดงผลการประเมินการใช้พลังงานของโปรแกรม ส่วนใหญ่ยังอยู่ในรูปของพลังงานและมีลักษณะเป็นตารางตัวเลข ทำให้ผู้ใช้โปรแกรมต้องอาศัยความรู้ทางด้านพลังงานในการตีความ

2) การแสดงผลการประเมินการใช้พลังงานในอาคารในรูปของค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ยังไม่มีการแยกประเภทสอดคล้องกับการใช้พลังงานในประเทศไทย เนื่องจากในปัจจุบัน การใช้พลังงานในอาคารในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่เพียงอย่างเดียว เมื่อแสดงเพียงผลรวมของค่าพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน จึงไม่อาจแสดงความหมายของการใช้พลังงานในอาคารได้มากนัก

จากการวิเคราะห์การแสดงผลของโปรแกรม ENERWIN ดังที่กล่าวมา จึงสามารถสรุปได้ว่าควรมีการปรับปรุงรูปแบบการแสดงผลให้มีความเหมาะสมมากขึ้น สำหรับการใช้โปรแกรมในการประเมินการใช้พลังงานในอาคารในประเทศไทย

2.2.3) สรุปการวิเคราะห์การใช้งานโปรแกรมประเมินการใช้พลังงานในอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบัน

จากการศึกษาและวิเคราะห์การป้อนข้อมูลและการแสดงผลของโปรแกรมประเมินการใช้พลังงานในอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบัน ทำให้สามารถสรุปได้ว่า โปรแกรมประเมินการใช้พลังงานที่มีอยู่ในปัจจุบันก่อให้เกิดความไม่สะดวกในการนำโปรแกรมไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบอาคารในขั้นต้น (Preliminary Design) ของผู้ออกแบบซึ่งส่วนใหญ่มีประสพการณ์ทางด้านพลังงานน้อย อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลในด้านต่างๆของอาคารที่เพียงพอในการนำไปใช้ในการประเมินการใช้พลังงานในอาคาร จึงทำให้โปรแกรมประเมินการใช้พลังงานที่มีอยู่ไม่ได้รับความนิยมจากผู้ออกแบบในการนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบอาคารเท่าที่ควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงของการออกแบบขั้นต้น