บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำการวิจัยครั้งนี้เพื่อต้องการระบุประเด็นข้อจำกัดของโปรแกรม BEC v.1.0.6 และลักษณะพฤติกรรมทางพลังงานของอาคารที่เป็นสาเหตุทำให้ค่าพลังงานจริงที่เกิดขึ้นแตกต่างจากการประเมินโดยโปรแกรมคำนวณ โดยใช้กรณีศึกษาของ อาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 1 ซึ่งได้ศึกษาค้นคว้า เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- ข้อมูลลักษณะของอาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 1 ตามแบบมาตรฐาน
- กฎกระทรวงการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
- โปรแกรม BEC v.1.0.6
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 1 ตามแบบมาตรฐาน

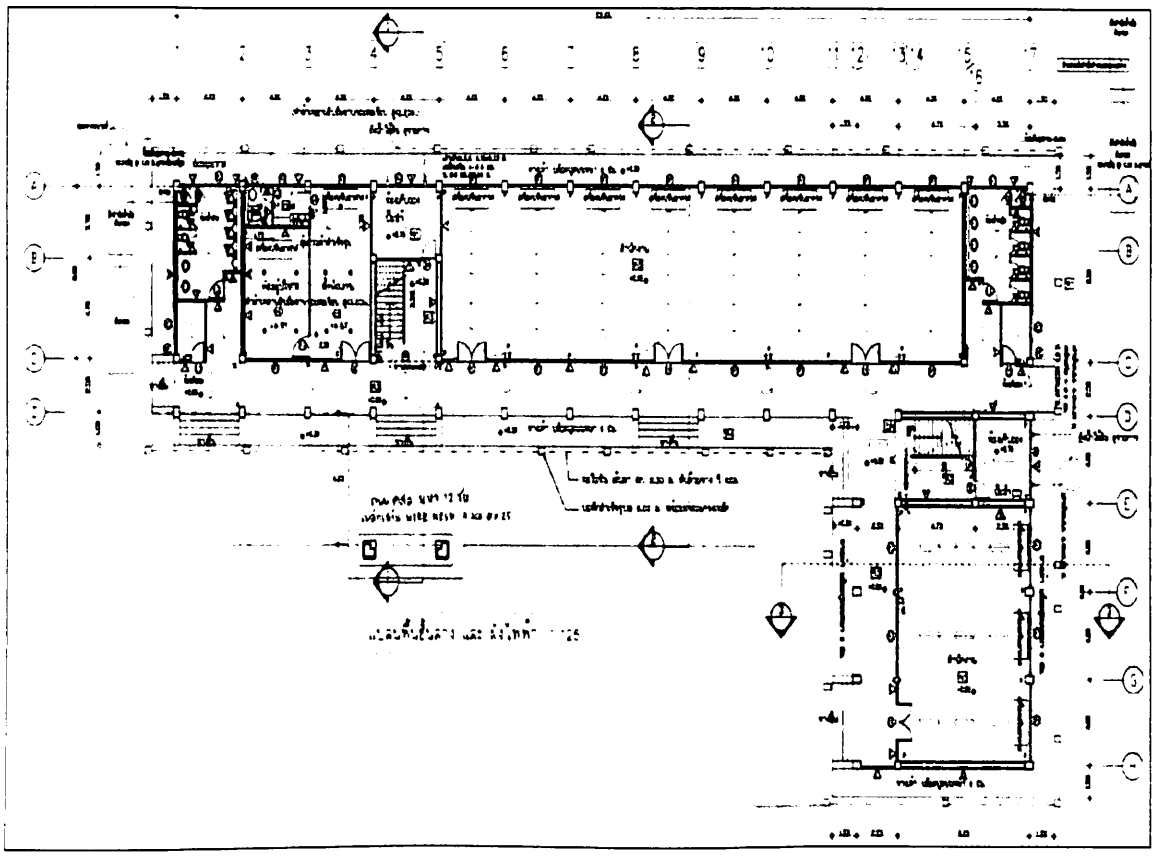
อาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 1 ตามแบบมาตรฐานออกแบบโดยกลุ่มออกแบบและก่อสร้าง สำนักอำนวยการสำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 3 ชั้น มีเนื้อที่ 2,182 ตร.ม. ตั้งอยู่ในจังหวัดปทุมธานี โดยเป็นสำนักงานของเจ้าหน้าที่รัฐในการกำกับดูแลของกระทรวงศึกษาธิการ โดยมีลักษณะของอาคารดังแสดงในรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 1

รูปที่ 2.2 ลักษณะด้านหน้าอาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 1

ลักษณะของอาคารเป็นรูปตัวแอลแบบมาตรฐานดังแสดงแบบแปลนในรูปที่ 2.3 พื้นที่ทั่วไปเป็นพื้นปูกระเบื้อง 60 ซม. x 60 ซม.พื้นบางส่วนเป็นพื้น ขัดมัน ผนังทึบ คือ ผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนหนา 10 ซม. กระจกตัดแสงสีเทาหนา 5 มม. ฝ้าเพดานภายในแผ่นยิปซั่ม หนา 9 มม. ฉาบเรียบ ลักษณะพื้นที่ใช้สอยภายในเป็นแบบสำนักงาน และห้องประชุม มีห้องน้ำอยู่รวมภายในอาคาร ใช้บันได้ในการขึ้นลงระหว่างชั้น (ไม่มีลิฟท์โดยสาร)

เนื่องจากอาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เป็นอาคารของภาคราชการ จึงต้องปฏิบัติตามนโยบายส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด เพื่อเป็นตัวอย่างให้กับภาคประชาชน และภาคเอกชนต่อไป



รูปที่ 2.3 แสดงแปลนชั้น 1 อาคารสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 1

ที่มา : กลุ่มออกแบบและก่อสร้าง กระทรวงศึกษาธิการ

2.2 กฎกระทรวงการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 โดยแบ่งเป็น 7 หมวดดังนี้

2.2.1 ประเภทและขนาดของอาคาร

โดยต้องเป็นอาคารที่ก่อสร้างใหม่หรือดัดแปลงมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกัน ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร ขึ้นไป มี 9 ประเภทอาคาร ได้แก่ สถานศึกษา สำนักงาน ศูนย์การค้า โรงมหรสพ อาคารชุมนุมคน สถานบริการ อาคารชุด สถานพยาบาล และโรงแรม

รูปที่ 2.4 แสดงการแบ่งกลุ่มประเภทของอาคาร

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

2.2.2 มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบ โดยแบ่งเป็น 6 ระบบหลัก คือ

1. ระบบเปลือกอาคาร
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
3. ระบบปรับอากาศ
4. ระบบอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน
5. ระบบพลังงานหมุนเวียน
6. การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

รูปที่ 2.5 แสดงเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

2.2.3 ระบบกรอบอาคาร

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารนั้นประกอบด้วยการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) โดยค่าการถ่ายเทความร้อนรวมเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณความร้อน ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของบรรยากาศภายนอกและปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร โดยค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน ($OTTV_i$) สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$OTTV_i = (UW)(1\text{-}WWR)(TDeq) + (Uf)(WWR)(\Delta T) + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR) \quad (2.1)$$

$OTTV_i$	คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (วัตต์/ตร.ม.)
UW	คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)
WWR	คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสงและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนัง
TDeq	คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึง ผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (องศาเซลเซียส)
Uf	คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสง (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)
ΔT	คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร (องศาเซลเซียส)
SHGC	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสงหรือกระจก
SC	คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด
ESR	คือ ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่แสง หรือผนังทึบแสง (วัตต์/ตร.ม.)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) คือค่าเฉลี่ยถ่วง น้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังแต่ละด้าน ($OTTV_i$) รวมกัน คำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$OTTV = \frac{(Aw1)(OTTV1) + (Aw2)(OTTV2) + ... + (Awi)(OTTVi)}{Aw1 + Aw2 + ... + Awi} \quad (2.2)$$

Aw_i คือ พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง (ตร.ม.)

$OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก ด้านที่พิจารณา (วัตต์/ตร.ม.)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารแต่ละส่วน ($RTTV_i$) ให้คำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$RTTV_i = (Ur)(1\text{-}SRR)(TDeq) + (Us)(SRR)(\Delta T) + (SRR)(SHGC)(SC)(ESR) \quad (2.3)$$

$RTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่พิจารณา (วัตต์/ตร.ม.)

Ur คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)

SRR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา

TDeq คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึง ผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (องศาเซลเซียส)

Us คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาโปร่งแสง (วัตต์/ตร.ม.-องศาเซลเซียส)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร (องศาเซลเซียส)

SHGC คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านหลังคาโปร่งแสง

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR คือ ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาโปร่งแสงหรือผนังทึบแสง (วัตต์/ตร.ม.)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) คือค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาแต่ละส่วน ($RTTV_i$) คำนวณจากสมการ ดังต่อไปนี้

$$RTTV = \frac{(Ar1)(RTTV1) + (Ar2)(RTTV2) + ... + (Ari)(RTTVi)}{Ar1 + Ar2 + ... + Ari} \quad (2.4)$$

A_{ri} คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่หลังคาทึบและหลังคาโปร่งแสง (ตร.ม.)

$RTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารแต่ละส่วน (วัตต์/ตร.ม.)

2.2.4 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ค่ากำลังไฟฟ้าตามเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่างต้องไม่เกิน 14 วัตต์/ตร.ม. สำหรับอาคารสำนักงาน สถานศึกษา ซึ่งต้องคำนึงถึงความสว่างอย่างเพียงพอในบริเวณที่ต้องการแสงสว่าง โดยงานแต่ละอย่างต้องการระดับแสงสว่างที่แตกต่างกันไป

2.2.5 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (split-type) จะต้องมีค่าสมรรถนะการทำความเย็น (COP)

$$COP = \frac{QL}{E} \quad (2.5)$$

QL คือ ความสามารถในการทำความเย็น (กิโลวัตต์)

E คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์)

ค่าอัตราส่วนของประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio,EER) แสดงระดับประสิทธิภาพการทำความเย็นเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

ตารางที่ 2.1 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

ขนาดเครื่องปรับอากาศ	ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน
ไม่เกิน 12,000 W	3.22	11

หมายเหตุ : 1 ตันความเย็นหรือ 12,000 Btu/h

2.2.6 การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร เป็นการนำองค์ประกอบการใช้พลังงานในอาคารในด้านของระบบปรับอากาศจากภาระจากองค์ประกอบภายใน ภายนอกและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในบริเวณปรับอากาศ อิทธิพลของรูปทรงอาคารและประสิทธิภาพของระบบต่างๆต่อศักยภาพใช้พลังงานในบริเวณอาคาร (E_{pa}) ซึ่งค่าการใช้พลังงานรวมอ้างอิงสามารถคำนวณได้จากการแทนค่ามาตรฐานตามเกณฑ์ของกฎกระทรวงฯ โดยคำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$E_{pa} = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{A_{wi}(OTTV_i)}{COP_i} + \frac{A_{ri}(RTTV_i)}{COP_i} + A_{fi}\left\{ \frac{C_l(LPD_i)+C_e(EQD_i)+130C_0(OCCU_i)+24C_v(VENT_i)}{COP_i} \right\} \right] n_h + \sum_{i=1}^{n} A_{fi}(LPD_i + EQD_i)\, n_h$$

(2.6)

COP คือ สมรรถนะของระบบปรับอากาศ

LPD คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ส่องสว่างต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม.)

EQD คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม.)

OCCU คือ จำนวนผู้อยู่อาศัยเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (คน/ตร.ม.)

VENT คือ ปริมาณอากาศระบายและอากาศรั่ว (ลิตร/วินาที)

C_l คือ สัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่ระบบปรับอากาศ

Ce คือ สัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

C_O คือ สัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้า

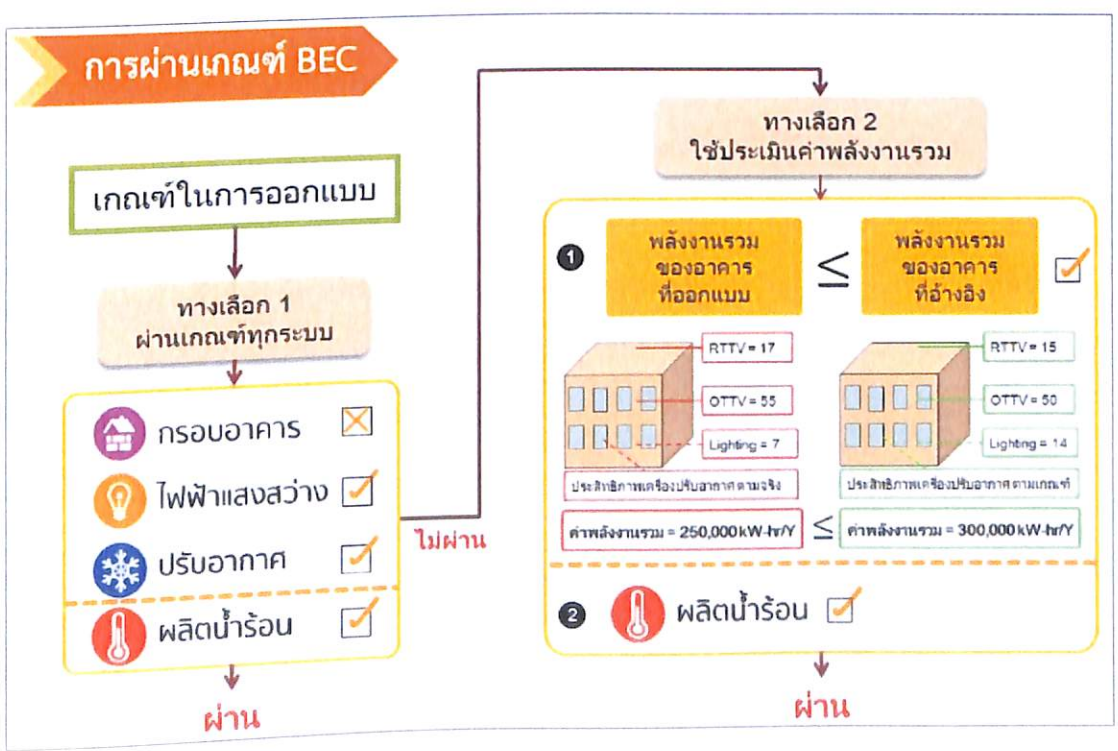
C_V คือ สัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่ระบบปรับอากาศ

n_h คือ จำนวนชั่วโมงใช้งานสำหรับอาคารแต่ละประเภท

2.2.7 การผ่านเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน BEC มี 2 แนวทาง

แนวทางที่ 1 คือการผ่านเกณฑ์ทุกระบบ หากผลการตรวจประเมินผ่านเกณฑ์ทุกได้ระบบ ได้แก่ ระบบเปลือกอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ ถือว่าอาคารนี้ผ่านเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน แต่ถ้ามีบางระบบไม่ผ่านเกณฑ์ให้พิจารณา

แนวทางที่ 2 คือการผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารต่อปี โดยนำค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารที่ออกแบบมาเปรียบเทียบกับค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิงตามกฎกระทรวง ซึ่งถ้ามีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับจึงถือว่าเป็นการผ่านเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานได้เหมือนกัน



รูปที่ 2.6 แสดงการผ่านเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบ BEC

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

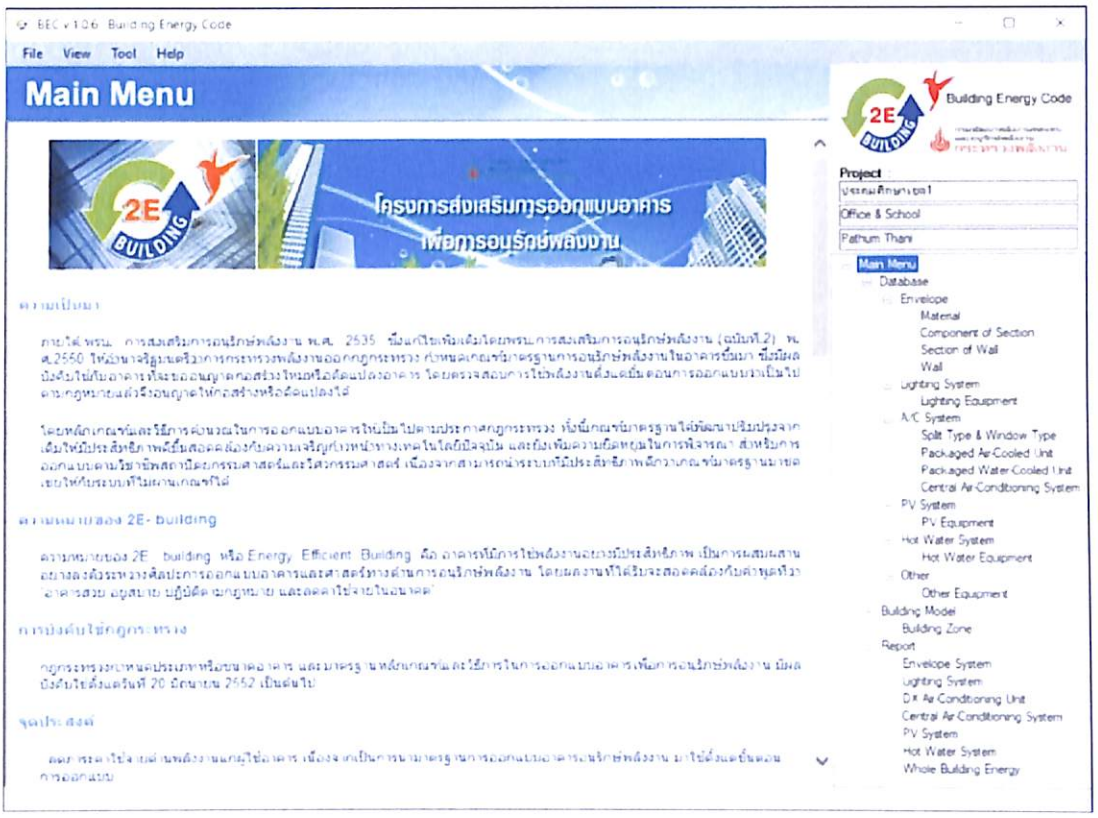
2.3 โปรแกรม Building Energy Code version 1.0.6 หรือ BEC v.1.0.6

เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับคำนวณปริมาณการใช้พลังงานและตรวจสอบความสอดคล้องของแบบอาคารต่อเกณฑ์มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ตามเกณฑ์มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในอาคารซึ่งจัดทำขึ้นใหม่ภายใต้ พ.ร.บ.การส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 ซึ่งหลักการและเนื้อหาด้านเทคนิคของโปรแกรม ยังคงถูกต้องและสอดคล้องกับข้อกฎหมายที่ใช้ปฏิบัติสำหรับอาคารประเภทไหนอย่างไร ตามข้อกำหนดของกฎหมาย ดังนั้นจึงสามารถใช้สำหรับการศึกษาทำความเข้าใจในเบื้องต้นได้เป็นอย่างดี โดยโครงสร้างของโปรแกรมแบ่งเป็น 3 หัวข้อหลักดังนี้

2.3.1 ฐานข้อมูล (Database) มีหัวข้อสำคัญที่ต้องป้อนข้อมูลคือ วัสดุกรอบอาคาร(ผนังทึบ ผนังกระจก อุปกรณ์บังแดด) ส่วนของผนังอาคาร อุปกรณ์ของระบบอาคาร (ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ อื่นๆ)

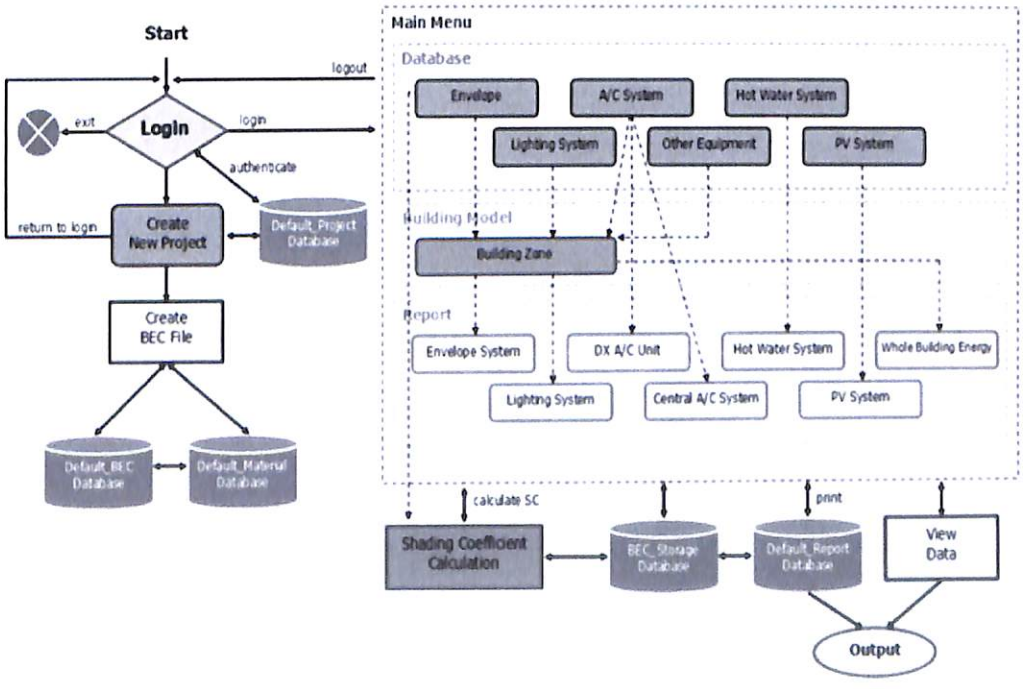
2.3.2 แบบจำลองอาคาร (Building Model) เป็นการสร้างแบบจำลองอาคาร(โซน) โดยการป้อนข้อมูล ชื่อของโซน ชั้น และพื้นที่ รวมถึงรายการอุปกรณ์ต่างๆของโซน กรอบอาคาร อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ

2.3.3 รายงานผลวิเคราะห์ (Report) เป็นการแสดงผลวิเคราะห์ระบบกรอบอาคารรายละเอียดผลคำนวณ OTTV และ RTTV ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง ผลวิเคราะห์เครื่องปรับอากาศ ผลวิเคราะห์อุปกรณ์ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ผลวิเคราะห์อุปกรณ์ในระบบทำน้ำร้อนและรายงานผลวิเคราะห์ปริมาณพลังงานที่คำนวณจากสมการพลังงาน



รูปที่ 2.7 แสดงหน้าหลักของโปรแกรม

ที่มา : www.2e-building.com



รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างของโปรแกรม BEC v.1.0.6

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรมเพื่อการวิเคราะห์การใช้พลังงานอาคารสามารถอ้างอิงถึงได้ดังนี้

การศึกษาของดลยา ศิริปรุ (2548) [1] ได้ทำการศึกษาแนวทางปรับปรุงอาคารสำนักงานของรัฐเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยวัสดุกรอบอาคาร คือ อิฐมอญฉาบเรียบหนา 10 ซม. ภายนอกทาสีขาวและหน้าต่างกระจกใสหนา 6 มม. มีค่าการต้านทานความร้อนต่ำ ส่งผลให้มีการถ่ายเทความร้อนรวมผนังสูงกว่าที่กฎหมายกำหนด คือมีค่า OTTV เท่ากับ 64.84 วัตต์/ตรม.สำหรับหลังคา มุงด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียสีเขียว บุอลูมิเนียมฟอยล์ ด้านล่างเป็นช่องอากาศและฝ้าเพดานแผ่นยิบซั่มหนา 9 มม. มีค่า RTTV เท่ากับ 13.76 วัตต์/ตร.ม. ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไม่เกิน 25 วัตต์/ตร.ม. โดยมีแนวทางในการปรับปรุงอาคารเพื่อให้ผ่านเกณฑ์ โดยจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยโปรแกรม DOE-2 ซึ่งงานวิจัยของดลยา ศิริปรุ(2548) มีการนำโปรแกรมจำลองมาใช้วิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้า ส่วนผู้วิจัยได้มีการนำโปรแกรม BEC v.1.06 มาใช้วิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้าซึ่งมีความใกล้เคียงกันหากแตกต่างกันในเรื่องของตัวแปรที่นำมาใช้เนื่องจากโปรแกรม BEC มีการนำตัวแปรอุปกรณ์ไฟฟ้ามาใช้ในการวิเคราะห์ด้วยนอกเหนือจาก OTTV RTTV ระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ส่วนแนวทางในการปรับปรุงที่เสนอจากรายงานการวิจัยสรุปได้ 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 ติดตั้งฉนวนใยแก้ว 50 มม.และปิดทับด้วยแผ่นยิปซั่มหนา 12 มม.ที่ผนังทึบและเปลี่ยนกระจกเป็นกระจกสีชาหนา 6 มม. ร่วมกับติดตั้งแผงกันแดดแนวตั้งและแนวนอน 2 ชั้น หลังคาอาคารติดตั้งฉนวนหนา 25 มม.เหนือฝ้า สามารถลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 39.26 ต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 7.23 ปี

วิธีที่ 2 เหมือนวิธีที่หนึ่งโดยเพิ่มความหนาฉนวนเป็น 75 มม.เปลี่ยนกระจกเป็นสีฟ้า หนา 6 มม. สามารถลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าลงได้ร้อยละ 40 ต่อปีคืนทุน 8.39 ปี

จากการศึกษานี้พบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ถูกใช้ไประบบปรับอากาศร้อยละ 64 อุปกรณ์ภายในอาคารร้อยละ 20 และระบบไฟฟ้าแสงสว่างร้อยละ 16 ซึ่งค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม DOE-2 แตกต่างกับค่าพลังงานจริงจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าปี พ.ศ.2547 ร้อยละ 10 - 20 การศึกษานี้มีการนำค่าพลังงานจริงมาใช้ในการเปรียบเทียบซึ่งคล้ายกับของผู้วิจัย

การศึกษาของโสพิศ ชัยชนะ (2558) [2] ได้ทำการศึกษาแนวทางปรับปรุงอาคารสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเพื่อประหยัดพลังงานวัตถุประสงค์ คือ เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารให้ผ่านเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดและมีความเหมาะสมด้านการลงทุน เพื่อเปรียบเทียบผลการจำลองการใช้พลังงานของอาคารจากโปรแกรม BEC v.1.0.6 และโปรแกรม Energy Plus 8.1 เพื่อเปรียบเทียบการนำเข้าข้อมูลระหว่างโปรแกรม BEC v.1.0.6 และโปรแกรม Energy Plus 8.1 ซึ่งอาจมีผลต่อการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานที่แตกต่างกันส่วนผู้วิจัยมีการใช้โปรแกรม BEC v.1.0.6 เช่นเดียวกับโสพิศ ชัยชนะ (2558) แตกต่างกันในเรื่องการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงในอาคาร และสาเหตุที่ทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน ซึ่งผลการศึกษาในเรื่องของแนวทางการปรับปรุงอาคาร คือ กรอบอาคารมีค่า OTTV ก่อนปรับปรุงเท่ากับ 68.94 วัตต์/ตร.ม. ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดให้ไม่เกิน 50 วัตต์/ตร.ม. เนื่องจากอาคารใช้วัสดุอิฐมอญฉาบปูนเรียบ หนา 10 ซม. ภายนอกทาสีเขียวอ่อนและผนังโปร่งแสงใช้กระจกโฟลตใส หนา 6 มม. ซึ่งแนวทางการปรับปรุงอาคารมี 2 กรณีคือ กรณีที่หนึ่งปรับปรุงเฉพาะผนังทึบ โดยการเสริมแผ่นยิปซั่มหนา 9 มม.ชนิดบุฉนวน EPS หนา 35 มม. ในตัว (R 1.33 m^2 C/W) และเว้นช่องอากาศกว้าง 3 ซม. มีค่า OTTV เป็น 48.05 วัตต์/ตร.ม. ระยะคืนทุน 5.43 ปี เป็นแนวทางที่มีค่าลงทุนและคืนทุนเร็วที่สุด กรณีที่สองปรับปรุงผนังทึบร่วมกับผนังโปร่งแสง โดยการเสริมแผ่นยิปซั่มหนา 12 มม. ชนิดบุแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ในตัวและเว้นช่องอากาศกว้าง 9 ซม. ร่วมกับการเปลี่ยนชนิดกระจก เป็นกระจกโฟลตสีเขียวเข้ม หนา 6 มม. (SHGC 0.55) มีค่า OTTV เป็น 41.11 วัตต์/ตร.ม. ระยะคืนทุน 5.36 ปี เป็นแนวทางที่สามารถลดการใช้พลังงานลงได้สูงสุดและคืนทุนเร็วที่สุด ซึ่งหลังคาคือ คอนกรีตแบนหนา 15 ซม. ด้านล่างเป็นช่องอากาศ กว้าง 45 ซม. และฝ้าเพดานแผ่นยิปซั่ม หนา 9 มม. มีค่า RTTV ก่อนปรับปรุงเท่ากับ 27.64 วัตต์/ตร.ม. แนวทางปรับปรุงที่เหมาะสม คือ การปูฉนวนใยแก้วหนา 75 มม. ชนิดหุ้มอลูมิเนียมฟอยล์ (R 1.98 m^2C/W) เหนือฝ้าเพดานเดิม มีค่า RTTV เป็น 6.07 วัตต์/ตร.ม. ระยะคืนทุน 1.24 ปี เป็นแนวทางที่มีค่าลงทุนถูกและคืนทุนเร็วที่สุด ส่วนผลการศึกษาในเรื่องของลักษณะการนำเข้าข้อมูลที่แตกต่างกันสรุปได้ 4 ประการคือ ประการที่หนึ่งคือ ข้อมูลจำนวนชั่วโมงใช้งานจำนวนผู้ใช้อาคาร อัตราการระบายอากาศและสัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่ระบบปรับอากาศ ในโปรแกรม BEC เป็นค่าตั้งต้นที่ไม่สามารถแก้ไขได้ ต่างกับโปรแกรม Energy Plus ที่สามารถกำหนดค่าเองได้ ประการที่สองคือ โปรแกรม BEC การกำหนดค่า Solar Absorptance ให้

ระบุสีของพื้นผิวภายนอกสำหรับค่าความต้านทานความร้อนของช่องอากาศ ให้ระบุขนาดความกว้างของช่องอากาศ ต่างกับโปรแกรม EnergyPlus ที่ให้ระบุตัวเลขค่าดังกล่าว ประการที่สามคือ ข้อมูลสภาพอากาศ (Weather Data) และสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร จำเป็นต้องระบุในโปรแกรม EnergyPlus แต่ไม่สามารถกำหนดในโปรแกรม BEC ได้ ประการที่สี่คือ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิววัสดุโปรแกรม BEC ให้ระบุชนิดของการแผ่รังสีของพื้นผิววัสดุ ต่างกับโปรแกรม EnergyPlus ที่ให้ระบุความหยาบของพื้นผิววัสดุ

การศึกษาของปรัชญา ปัตถาวงศ์ (2557) [3] ได้ทำศึกษากรอบอาคารชุดและแนวทางการประหยัดพลังงานมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารและหลังคาในอาคารชุดที่ก่อสร้าง ก่อนการใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 การศึกษาใช้การสำรวจตัวอย่างอาคารชุดอ้างอิงประเภทไม่เกิน 8 ชั้น จำนวน 5 อาคาร โดยนำรายละเอียดจากแบบพิมพ์เขียวอาคารชุดตัวอย่างมาวิเคราะห์หาค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารและค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ด้วยโปรแกรม Building Energy Code (BEC) v.1.0.5 พบว่ามีจำนวน 5 อาคาร ไม่ผ่านค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและหลังคา ส่วนผู้วิจัยมีการใช้โปรแกรม Building Energy Code (BEC) v.1.0.6 เช่นเดียวกับปรัชญา ปัตถาวงศ์ (2557) แตกต่างกันในเรื่องของเวอร์ชั่นของผู้วิจัยเป็นเวอร์ชั่นล่าสุดที่มีการอัพเดทในปัจจุบัน ซึ่งการนำเข้าตัวแปรมีความเหมือนกันในทุกระบบ พบว่ามีจำนวน 5 อาคาร ไม่ผ่านค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและหลังคา จึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อลดค่าความร้อนของกรอบอาคาร และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าในอาคารให้ดีขึ้น ซึ่งพบว่าแนวทางที่ปรับปรุงแล้วทำให้ค่าการเทความร้อนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดมี 4 แนวทางคือ แนวทางที่หนึ่งปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดยื่น 80 เซนติเมตร บริเวณผนังโปร่งแสงติดฉนวนโพลีเอทธีลีนความหนา 5 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบและติดฉนวนโพลีเอทธีลีนความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน แนวทางที่สองปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบระแนง มุมเอียง 25 องศา บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอมธีลีนความหนา 5 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสงและติดฉนวนโพลีเอทธีลีนความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน แนวทางที่สามปรับปรุงโดยการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดระยะยื่น 80 เซนติเมตร บริเวณผนังโปร่งแสง ติดตั้งฉนวนโพลีเอทธีลีนความหนา 10 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสงและติดฉนวนโพลีเอทธีลีนความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน แนวทางที่สี่

ปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบระแนง มุมเอียง 25 องศา บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทธีลีนความหนา 10 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสงและติดฉนวนโพลีเอทธีลีนความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน

สรุปได้ว่าในด้านของการประหยัดพลังงานแนวทางที่สี่สามารถประหยัดพลังงานได้สูงที่สุด โดยมีผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเฉลี่ย เท่ากับ 77,563 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ส่วนด้านความคุ้มทุนทางการเงิน แนวทางที่สองมีระยะคุ้มทุนเฉลี่ยเร็วที่สุด เท่ากับ 2.75 ปี

จากการศึกษานี้พบว่าใช้อาคารชุดในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BEC v.1.0.5 ซึ่งโปรแกรมมีข้อจำกัดในเรื่องของการป้อนข้อมูลเวลาใช้งานของอาคาร โดยไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้และอาคารชุดมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาการใช้งานที่ไม่เหมาะแก่การนำมาวิเคราะห์ เนื่องจากผู้พักอาศัยอาจไม่อยู่ครบทุกห้อง การเปิดระบบปรับอากาศอาจมีการเปิดหรือไม่เปิดไม่ตายตัวเหมือนกับอาคารสำนักงานและเวลาการเปิด-ปิดระบบปรับอากาศ และจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่แน่นอน