คู่มือ

แนวทางการออกแบบ อาคารประหยัดพลังงาน

ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

2E BUILDING

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคาร เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน



คำนำ

กระทรวงพลังงาน โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ออกกฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคอาคารที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานค่อนข้างสูง โดยดำเนินการตั้งแต่เริ่มต้นออกแบบอาคารให้เกิดการประหยัดพลังงาน

พพ. จึงได้จัดตั้ง "ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน" ขึ้นในปี 2553 เพื่อเป็นศูนย์รวมข้อมูลทางวิชาการ ให้คำปรึกษาด้านการออกแบบอาคาร ส่งเสริมและสนับสนุนให้อาคารที่ก่อสร้างใหม่มีการออกแบบตามข้อกำหนดของกฎหมายได้อย่างถูกต้อง รวมถึงมีหน้าที่ให้บริการตรวจประเมินและรับรองการออกแบบอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 2554

จากผลการดำเนินงานของศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พบว่า อาคารทั้งหมดที่ได้รับการตรวจรับรองส่วนใหญ่จะผ่านเกณฑ์การประเมินด้านการใช้พลังงานโดยรวมทั้งอาคาร (Whole Building Performance) และมีอาคารบางส่วนไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินด้านรายระบบ (Prescriptive Performance) เช่น ระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศและอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ แนวทางและข้อปฏิบัติอย่างง่ายในการออกแบบอาคาร พพ. จึงได้จัดทำ “คู่มือแนวทางการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน” เล่มนี้ขึ้น โดยอ้างอิงตามมาตรฐานข้อกำหนดของกฎกระทรวงฯ เพื่อให้เป็นแนวทางให้แก่สถาปนิก วิศวกร และผู้สนใจให้สามารถออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
ตุลาคม 2558

สารบัญ

การออกแบบกับการสำนึกเรื่องพลังงาน หน้า 5

- แหล่งความร้อนภายในอาคาร หน้า 6
- ปัจจัยภายนอกต่อการออกแบบอาคาร หน้า 7
- ปัจจัยภายในต่อการออกแบบอาคาร หน้า 10

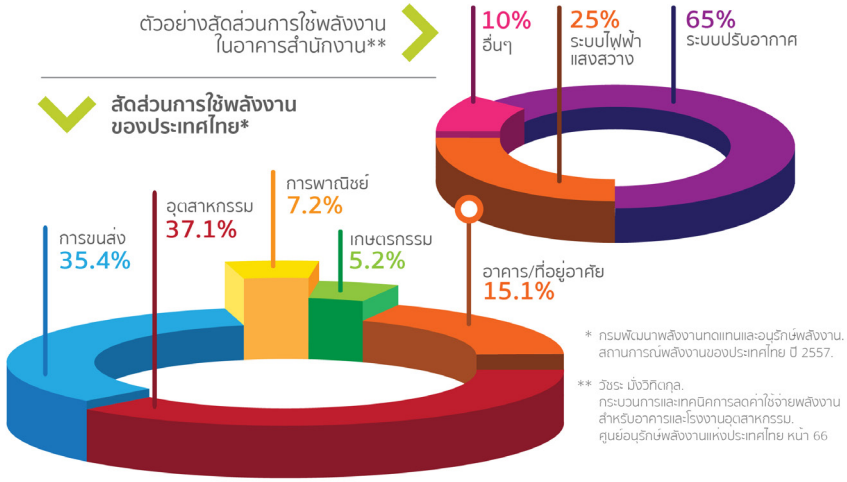
ตัวอย่างการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน
ตามเกณฑ์มาตรฐานกฎกระทรวงฯ หน้า 15

- ผนังทึบ หน้า 16
- ผนังโปร่งแสง หน้า 17
- อัตราส่วนพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด หน้า 18
- การเลือกใช้สี หน้า 19
- หลังคา หน้า 20

เอกสารอ้างอิง หน้า 21

คณะทำงาน หน้า 22

“การออกแบบกับสำนึกเรื่องพลังงาน Energy Conscious Design”



* กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย ปี 2557.

** วัชระ มังวิทิตกุล. กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงานสำหรับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม. ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย หน้า 66

จากข้อมูลสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย ปี 2557 พบว่ามีการใช้พลังงานในภาคอาคารและที่อยู่อาศัยมากถึง 15.1% โดยแบ่งสัดส่วนการใช้พลังงานเป็นของระบบปรับอากาศ 65% และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 25% ดังนั้นการประหยัดพลังงานในอาคารส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นไปที่การลดใช้พลังงานในการดำเนินกิจกรรมในอาคาร (Operation) และการออกแบบระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพสูง แต่อย่างไรก็ตาม หากตัวอาคารเองไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนแล้วนั้น การประหยัดพลังงานก็ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้อย่างยั่งยืน

ในทางกลับกันถ้าตัวอาคารเองมีการออกแบบโดยคำนึงถึงการสำนึกเรื่องพลังงาน (Energy Conscious Design) แต่ระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีประสิทธิภาพต่ำและไม่สอดคล้องกับการดำเนินกิจกรรมในอาคารตามที่ออกแบบไว้แล้วนั้น อาคารก็ไม่สามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน ด้วยเหตุนี้การทำงานร่วมกันระหว่างผู้ออกแบบทั้งสถาปนิกและวิศวกรจึงสำคัญมากต่อการออกแบบอาคารให้ประหยัดพลังงาน โดยควรเริ่มต้นออกแบบอาคารให้ได้รับความร้อนน้อยที่สุด และเลือกระบบให้สอดคล้องกับการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง



แหล่งความร้อนภายในอาคาร มาจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่

1. ความร้อนที่เกิดจากภายในอาคาร (Internal Heat Gain)

ความร้อนภายในอาคารเป็นความร้อนที่สามารถเกิดได้จากตัวคนหรือผู้ใช้อาคาร อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น หลอดไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เป็นต้น

2. ความร้อนที่เกิดจากภายนอกอาคาร (External Heat Gain)

ความร้อนภายนอกอาคารเป็นความร้อนที่เกิดจากอิทธิพลของดวงอาทิตย์ด้วยกระบวนการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

• การนำความร้อน (Conduction) จากภายนอกเข้าสู่อาคารโดยผ่านทางผนังภายนอกทั้งผนังทึบ ผนังโปร่งแสง พื้น ฝ้าเพดาน และหลังคา

• การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) โดยตรงผ่านพื้นที่ผนังโปร่งแสง เช่น หน้าต่างกระจก หลังคาโปร่งแสง หรือ Skylight ซึ่งประเทศไทยได้รับผลกระทบอย่างมาก เนื่องจากที่ตั้งอยู่ใกล้กับเส้นศูนย์สูตรของโลก

• การพาความร้อน (Convection) เป็นความร้อนที่มากับอากาศภายนอกที่นำเข้ามาเพื่อการระบายอากาศภายใน (Ventilation) รวมถึงอากาศภายนอกที่แทรกซึมเข้ามาภายในอาคารตามช่องเปิดต่าง ๆ เช่น ประตู หน้าต่าง สำหรับความร้อนในลักษณะนี้ ทิศทาง และความเร็วของกระแสลมมีผลอย่างมาก

“ ปัจจัยภายนอก ต่อการออกแบบอาคาร ”

1. ทิศทางแสงแดด
2. พืชพันธุ์ธรรมชาติ
3. สภาพภูมิประเทศ
4. สภาพภูมิอากาศ



“ปัจจัยภายนอก ต่อการออกแบบอาคาร”

ทิศทางแสงแดด

ควรออกแบบให้ด้านแคบของอาคารหันไปทางทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก เพื่อให้ด้านที่มีพื้นที่ผนังน้อยรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์โดยเฉพาะในช่วงบ่ายที่มีแสงแดดร้อนจัดส่งผลให้ความร้อนเข้าสู่อาคารลดลง และลดการสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าระบบเครื่องปรับอากาศ



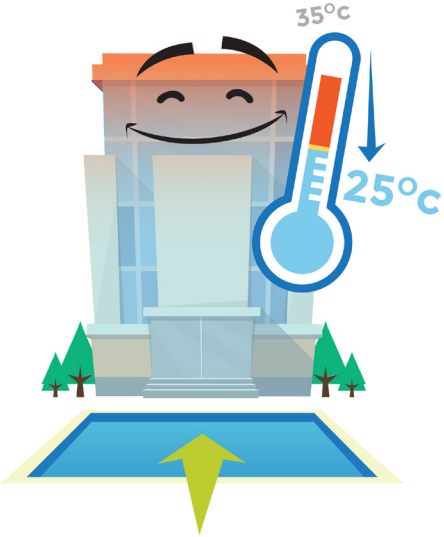
พืชพันธุ์ธรรมชาติ

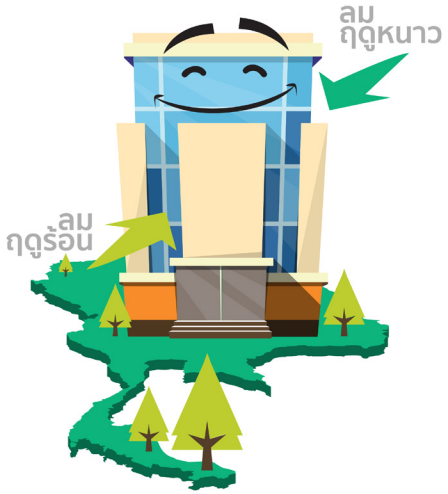
การปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่ที่มีทรงแผ่กว้างและพุ่มใบโปร่งบริเวณรอบ ๆ อาคาร เพื่อให้ร่มเงาช่วยลดความร้อนที่เกิดจากรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ หรือการปลูกไม้พุ่มและการสร้างบ่อน้ำเพื่อสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม หรือการปลูกหญ้าและพืชคลุมดินเพื่อป้องกันความร้อนให้กับพื้นดิน



สภาพภูมิประเทศ

การออกแบบอาคารให้สามารถประหยัดพลังงานได้เต็มที่ มีปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งต้องนำมาพิจารณา คือ สภาพภูมิประเทศที่อาคารจะสร้างขึ้นเหนือพื้นที่นั้น การปรับสภาพภูมิประเทศให้เหมาะกับการก่อสร้างอาคาร สามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การปรับพื้นดินให้ลาดเอียงไปทางทิศเหนือเพื่อให้รับแสงแดดน้อยลง หรือการสร้างบ่อน้ำขนาดใหญ่เพื่อให้ลมพัดผ่านสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม เป็นต้น





สภาพภูมิอากาศ

การสร้างอาคารควรคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่นนั้น ๆ เนื่องจากการสร้างอาคารที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ ไม่ว่าจะเป็นเขตร้อนหรือเขตหนาวจะช่วยลดการใช้พลังงานลงได้ เช่น การใช้ประโยชน์จากลมประจำถิ่น ด้วยการวางตัวอาคารและช่องเปิดให้ขวางทิศทางลม สำหรับประเทศไทยมีลมประจำถิ่น ได้แก่ ลมฤดูร้อนพัดจากทางทิศใต้หรือตะวันตกเฉียงใต้ และลมฤดูหนาวพัดจากทางทิศเหนือหรือตะวันออกเฉียงเหนือ

“ ปัจจัยภายในต่อการออกแบบอาคาร ”



ผนังทึบ

ผนังทึบเป็นส่วนสำคัญในการช่วยให้อาคารมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน เนื่องจากพลังงานส่วนใหญ่ในอาคารใช้เพื่อควบคุมอุณหภูมิในอาคารให้เหมาะสมกับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้ใช้อาคาร การเลือกใช้ผนังทึบที่เหมาะสมจะเป็นส่วนสำคัญในการลดภาระการใช้พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศภายในตัวอาคารลงได้

แนวทางการออกแบบผนังทึบ

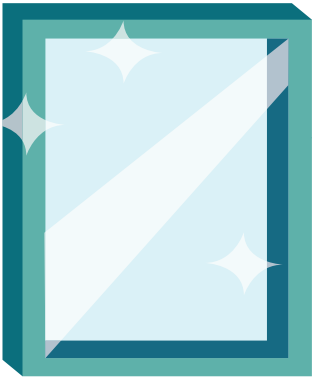
- เพิ่มความสามารถการต้านทานความร้อนให้สูง (R-value) หรือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมให้ต่ำ (U-value) ด้วยการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้านนอกหรือใช้ผนัง 2 ชั้นที่มีช่องว่างอากาศระหว่างชั้นเพื่อกันความร้อนจากภายนอก





- สีของผนังทึบภายนอกควรเป็นสีโทนอ่อน เช่น ขาว สีโทนอ่อนมีคุณสมบัติดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์น้อยกว่าสีโทนเข้ม แต่ถ้าจำเป็นใช้สีโทนเข้มไม่ควรใช้ในตำแหน่งที่โดนแสงอาทิตย์มาก หรือต้องมีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนด้านหลังบริเวณที่ใช้สีเข้ม





ผนังโปร่งแสง

ผนังโปร่งแสงหรือกระจกเป็นส่วนประกอบหนึ่งของอาคารที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร เนื่องจากเป็นส่วนที่รับความร้อนและถ่ายเทความร้อนจากแสงอาทิตย์เข้าสู่ในอาคารได้มากกว่าผนังทึบ 5-10 เท่า การเลือกชนิดกระจกและเทคนิคการติดตั้งจึงเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยลดการใช้พลังงานในอาคารได้

คุณสมบัติของกระจกที่เหมาะสม

Visible Transmittance (VT)

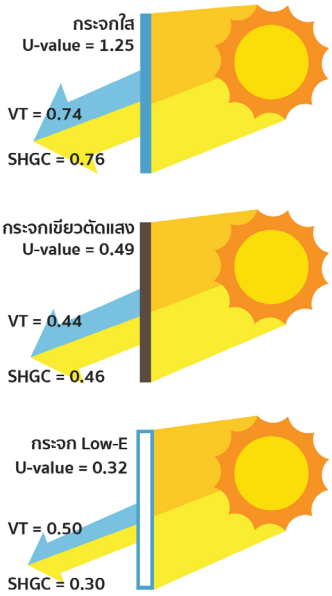
ค่าการส่องผ่านของแสงไม่ควรน้อยกว่า 20% เพื่อสามารถนำแสงธรรมชาติมาประโยชน์ในอาคารได้

U-value

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมควรน้อย เพื่อลดปริมาณความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร เช่น กระจกเขียวตัดแสง กระจก Low-E เป็นต้น

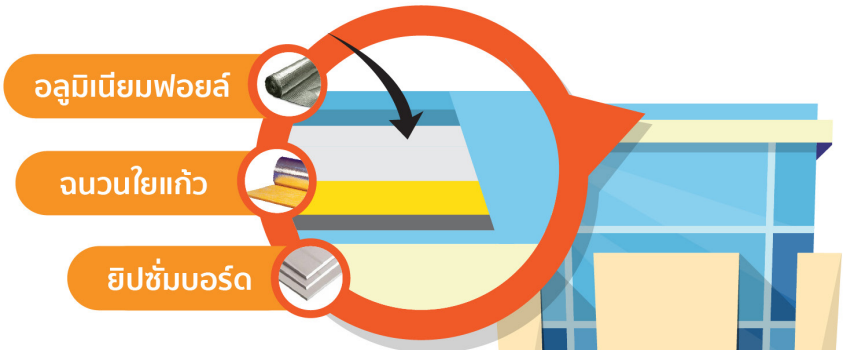
Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)

SHGC คือผลรวมของรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจกกับส่วนของรังสีที่ถูกดูดซับอยู่ภายในกระจก ซึ่งควรมีค่าน้อย เพื่อป้องกันรังสีอาทิตย์และเพื่อความสบายตาของผู้ใช้อาคาร



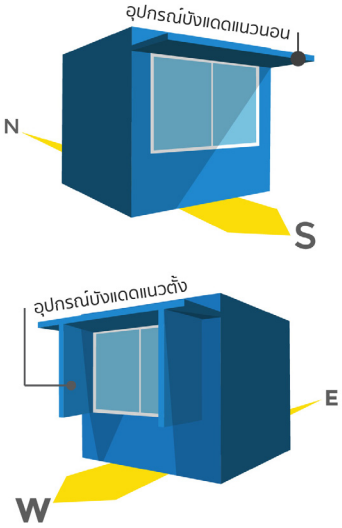
หลังคา

หลังคาอาคารควรมีการติดตั้งฉนวนกันความร้อน เพื่อทำให้ตัวอาคารมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานได้ดีขึ้น เช่น ฉนวนใยแก้ว ฉนวนโฟม แผ่นยิปซั่มบอร์ด แผ่นสะท้อนความร้อน อลูมิเนียมฟอยล์ เป็นต้น



อุปกรณ์บังแดดภายนอก

อุปกรณ์บังแดดแบบภายนอกมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารดีกว่าแบบภายใน ดังนั้นการออกแบบช่องเปิดของอาคารต้องมีอุปกรณ์บังแดดภายนอกติดตั้งด้วยเสมอ สำหรับการออกแบบอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารที่ดีควรคำนึงถึงหลายปัจจัยประกอบกัน เช่น การวางทิศทางตัวอาคาร ขนาดช่องเปิด และช่องว่างระหว่างอุปกรณ์บังแดดกับผนังอาคาร



แนวทางการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดภายนอก

- อาคารด้านทิศใต้และทิศเหนือควรติดตั้งแบบแนวนอน
- อาคารด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกควรติดตั้งแบบแนวตั้ง

หมายเหตุ *การติดตั้งอุปกรณ์บังแดดภายนอกจะเป็นการเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC) ให้กับกระจก ทำให้สามารถลดปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ที่จะผ่านกระจกเข้าสู่ในอาคารได้*

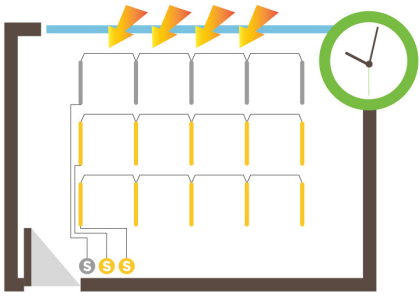


ระบบปรับอากาศ

การใช้ระบบปรับอากาศต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น เลือกเครื่องปรับอากาศที่มีกำลังทำความเย็นเหมาะสมกับภาระการทำความเย็น และมีประสิทธิภาพสูง หรือเป็นรุ่นประหยัดไฟเบอร์ 5 เป็นต้น

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การลดการใช้พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ควรลดการใช้ไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์หรือหลอดไฟต่าง ๆ ให้น้อยที่สุด แต่ความสว่างต้องเพียงพอกับการใช้งาน แนวทางการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ได้แก่ การเลือกใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูง หรือหลอดไฟ LED การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติในเวลากลางวันด้วยเทคนิคการติดตั้งสวิตช์เปิด-ปิดแบบแยกสำหรับพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารด้านที่มีแสงสว่างจากภายนอก เป็นต้น

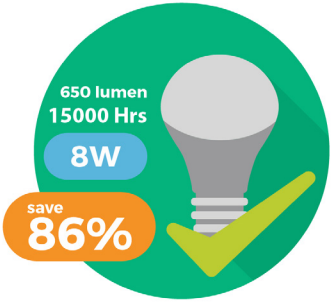




หลอดไส้



หลอด CFC



หลอด LED

ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ตัวอย่าง การออกแบบอาคารประหยัดพลังงานตามเกณฑ์มาตรฐานของกฎกระทรวงฯ

กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ได้กำหนดอาคาร 9 ประเภท ได้แก่ สถานศึกษา สำนักงาน โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ อาคารชุมนุมคน สถานพยาบาล อาคารชุด และโรงแรม ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎกระทรวงฯ ซึ่งอาคารทั้ง 9 ประเภทแบ่งเป็นกลุ่มได้ ดังนี้

กลุ่มที่ 1
สถานศึกษา
สำนักงาน

ใช้งานไม่เกินวันละ
8 ชั่วโมง

OTTV ≤ 50 W/m²
RTTV ≤ 15 W/m²
LPD ≤ 14 W/m²

กลุ่มที่ 2
โรงมหรสพ
ศูนย์การค้า
สถานบริการ
อาคารชุมนุมคน

ใช้งานไม่เกินวันละ
12 ชั่วโมง

OTTV ≤ 40 W/m²
RTTV ≤ 12 W/m²
LPD ≤ 18 W/m²

กลุ่มที่ 3
สถานพยาบาล
อาคารชุด
โรงแรม

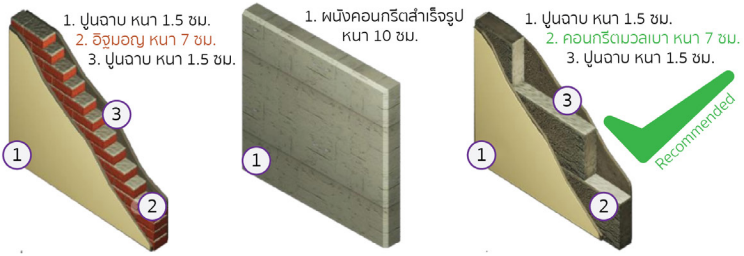
ใช้งานวันละ
24 ชั่วโมง

OTTV ≤ 30 W/m²
RTTV ≤ 10 W/m²
LPD ≤ 12 W/m²



ตัวอย่าง

การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน
"ผนังทึบ"



ผลการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ด้วยโปรแกรม BEC

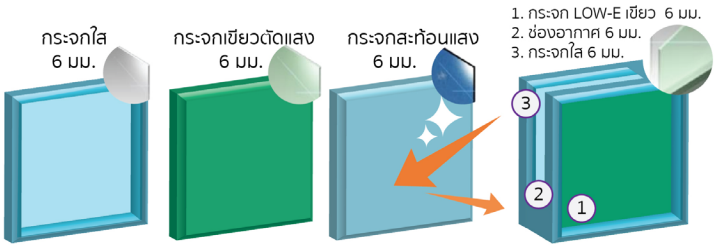
กลุ่มที่ 1 OTTV ≤ 50 W/m²	45.9 W/m²	52.9 W/m²	23.0 W/m²
กลุ่มที่ 2 OTTV ≤ 40 W/m²	42.8 W/m²	52.0 W/m²	19.1 W/m²
กลุ่มที่ 3 OTTV ≤ 30 W/m²	24.8 W/m²	31.6 W/m²	10.9 W/m²

** แบบจำลองอาคารมีรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ผนังมีสีอ่อน หนา 10 เซนติเมตร และไม่มีผนังโปร่งแสง*

ผลประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ด้วยโปรแกรม BEC ของผนังทึบลักษณะต่าง ๆ ตามแบบจำลอง พบว่าการใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาสามารถผ่านเกณฑ์ค่า OTTV ในทุกกลุ่มประเภทอาคาร ดังนั้นการออกแบบผนังทึบของอาคารโดยพิจารณาเฉพาะด้านประหยัดพลังงาน **"ผนังคอนกรีตมวลเบา"** เป็นวัสดุที่มีความเหมาะสม

ตัวอย่าง

การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน "ผนังโปร่งแสง"



	ผลการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ด้วยโปรแกรม BEC			
กลุ่มที่ 1 OTTV ≤ 50 W/m²	219.7 W/m²	168.4 W/m²	140.5 W/m²	100.6 W/m²
กลุ่มที่ 2 OTTV ≤ 40 W/m²	163.8 W/m²	127.5 W/m²	107.8 W/m²	79.5 W/m²
กลุ่มที่ 3 OTTV ≤ 30 W/m²	100.6 W/m²	78.2 W/m²	66.0 W/m²	48.9 W/m²

** แบบจำลองอาคารมีรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ใช้ผนังโปร่งแสงทั้งอาคารและไม่ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดภายนอก*

ผลประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ด้วยโปรแกรม BEC ของแบบจำลองอาคารที่มีการใช้ผนังโปร่งแสงทั้งอาคาร แสดงให้เห็นว่าการติดตั้งกระจกทั้งอาคาร ประเภทของกระจกมีผลต่อค่า OTTV และค่าที่ได้ไม่ผ่านตามเกณฑ์ในทุกกลุ่มประเภทอาคาร ดังนั้นการออกแบบผนังโปร่งแสงต้องมีการพิจารณา **"อัตราส่วนพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด"** หรือ **"Window to Wall Ratio (WWR)"** ด้วยเสมอ

ในกรณีที่ต้องการออกแบบให้มีการใช้กระจกทั้งอาคาร เช่น อาคาร Energy Complex ต้องใช้กระจกชนิดพิเศษที่มีช่องว่างตรงกลางเป็นก๊าซเฉื่อยร่วมกับเทคนิคการออกแบบเฉพาะ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก

ตัวอย่าง การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน

"อัตราส่วนพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด"



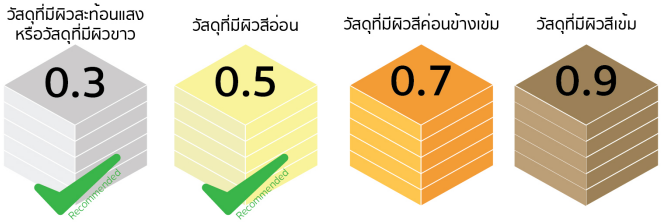
	ผลการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ด้วยโปรแกรม BEC				
กลุ่มที่ 1 OTTV ≤ 50 W/m²					
กระจกใส	42.7 W/m²	52.5 W/m²	62.4 W/m²	72.2 W/m²	82.0 W/m²
กระจกเขียวตัดแสง	37.9 W/m²	45.1 W/m²	52.4 W/m²	59.6 W/m²	66.9 W/m²
กระจก Low-E	31.7 W/m²	35.9 W/m²	40.1 W/m²	44.2 W/m²	48.4 W/m²
กลุ่มที่ 2 OTTV ≤ 40 W/m²					
กระจกใส	33.9 W/m²	41.1 W/m²	48.3 W/m²	55.5 W/m²	62.7 W/m²
กระจกเขียวตัดแสง	30.2 W/m²	35.6 W/m²	41.1 W/m²	46.5 W/m²	51.9 W/m²
กระจก Low-E	25.4 W/m²	28.5 W/m²	31.5 W/m²	34.5 W/m²	37.5 W/m²
กลุ่มที่ 3 OTTV < 30 W/m²					
กระจกใส	20.1 W/m²	24.5 W/m²	28.9 W/m²	33.5 W/m²	37.9 W/m²
กระจกเขียวตัดแสง	17.8 W/m²	21.2 W/m²	24.5 W/m²	27.9 W/m²	31.2 W/m²
กระจก Low-E	14.9 W/m²	16.8 W/m²	18.7 W/m²	20.5 W/m²	22.4 W/m²

** แบบจำลองอาคารมีรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ผนังคอนกรีตมวลเบาสีอ่อน และไม่ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดภายนอก*

ผลประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ด้วยโปรแกรม BEC ของแบบจำลองอาคารที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาและกระจกประเภทต่าง ๆ พบว่า ถ้าออกแบบอาคารให้มีค่า WWR ลดลง จะทำให้ค่า OTTV ลดลง และการใช้กระจกที่มีความต้านทานความร้อนเพิ่มขึ้น จะทำให้สามารถออกแบบอาคารให้มีค่า WWR เพิ่มขึ้นได้ ในกรณีที่ใช้กระจกเขียวตัดแสงควรออกแบบอาคารให้มีค่า WWR ไม่เกิน 15% ในทุกกลุ่มประเภทอาคาร

ตัวอย่าง

การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน
" การเลือกใช้สี "
ที่มีค่าการดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์ต่าง ๆ



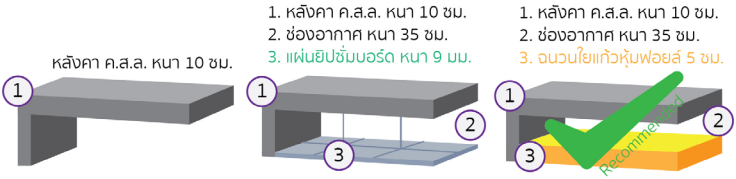
	ผลการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ด้วยโปรแกรม BEC			
กลุ่มที่ 1 OTTV ≤ 50 W/m²	16.9 W/m²	23.0 W/m²	29.1 W/m²	35.2 W/m²
กลุ่มที่ 2 OTTV ≤ 40 W/m²	14.4 W/m²	18.9 W/m²	23.4 W/m²	27.8 W/m²
กลุ่มที่ 3 OTTV ≤ 30 W/m²	8.1 W/m²	10.8 W/m²	13.5 W/m²	16.3 W/m²

** แบบจำลองอาคารมีรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ผนังคอนกรีตมวลเบา และไม่มีผนังโปร่งแสง*

ผลประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร (OTTV) ด้วยโปรแกรม BEC ของแบบจำลองอาคาร โดยมีผนังคอนกรีตมวลเบาทาด้วยสีโทนต่าง ๆ พบว่า ผนังที่ใช้สีโทนอ่อน เช่น สีขาว ส่งผลต่อค่า OTTV ลดลงอย่างชัดเจน ดังนั้นการเลือกใช้สีสำหรับอาคารประหยัดพลังงานควรเลือกใช้สีขาวหรือสีโทนอ่อนจะมีความเหมาะสมที่สุด

ตัวอย่าง

การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน
“ หลังคา ”



ผลการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) ด้วยโปรแกรม BEC

กลุ่มที่ 1 RTTV ≤ 15 W/m²	64.8 W/m²	23.6 W/m²	5.9 W/m²
กลุ่มที่ 2 RTTV ≤ 12 W/m²	65.6 W/m²	24.0 W/m²	6.0 W/m²
กลุ่มที่ 3 RTTV ≤ 10 W/m²	39.3 W/m²	14.5 W/m²	3.6 W/m²

ผลประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) ด้วยโปรแกรม BEC ของแบบจำลองอาคารที่มีการติดตั้งหลังคาลักษณะต่าง ๆ พบว่าหลังคาที่มีช่องว่างอากาศ และติดตั้งฉนวนกันความร้อนสามารถทำให้ค่า RTTV ผ่านเกณฑ์ในทุกกลุ่มประเภทอาคาร ดังนั้นการออกแบบหลังคาอาคารควรมีการเว้นช่องว่างอากาศและติดตั้งฉนวนกันความร้อน เช่น ฉนวนใยแก้ว ฉนวนโฟม แผ่นยิปซั่มบอร์ด แผ่นสะท้อนความร้อน อลูมิเนียมฟอยล์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

"กฎกระทรวง กำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552." ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 126. ตอนที่ 12 ก (20 กุมภาพันธ์ 2552): หน้า 9-15.

กระทรวงพลังงาน. "ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่องหลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่าง ๆ ของอาคาร พ.ศ. 2552." 14 กรกฎาคม 2552.

กระทรวงพลังงาน. "ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่องการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร พ.ศ. 2552." 14 กรกฎาคม 2552.

กระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กองอนุรักษ์พลังงาน. (2536). คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร (Manual for Energy Conservation in Buildings) (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน.

สมสิทธิ์ นิตยะ. (2541). การออกแบบอาคารสำหรับภูมิภาคแบบร้อนชื้น (Building Design for Hot-humid Climate). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมสิทธิ์ นิตยะและคณะ. (2545). การออกแบบประสานระบบกรณีศึกษา : ธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่ราษฎร์บูรณะ (Design Integration, Case study: Thai Farmer Bank, Ratburana the Head Quarter) (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ตรีงใจ บูรณสมภพ. (2539). การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน (Energy Efficient Building Design). กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์ปริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

สุนทร บุญญาธิการ. (2542). เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (Energy Efficient Home for Better Quality of Life: Design Techniques) (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: พร๊อพเพอร์ตี้-มาเก็ต.

ธนิต จินดาวณิต. (2540). สถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี (Architecture and Technology). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะทำงาน

ที่ปรึกษาการบริหารโครงการ

นายดนัย เอกกมล
รองอธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

นายอนุชา อนันตศานต์
ผู้อำนวยการสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน

นายโกมล บัวเกตุ
ผู้อำนวยการกลุ่มกำกับการอนุรักษ์พลังงาน 1

คณะทำงาน

นายวรยุทธ คงบุญ	วิศวกรชำนาญการพิเศษ
นายประกอบ เอี่ยมสอาด	วิศวกรเครื่องกลชำนาญการพิเศษ
ดร.พงศ์พันธุ์ วรสายัณห์	วิศวกรชำนาญการ
ดร.ณัฐพล รุ่นประแสง	วิศวกรชำนาญการ
นายพชร วัชรสินาพร	วิศวกรปฏิบัติการ

สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

ที่ปรึกษาโครงการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคาร
เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน



ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคาร
เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
เลขที่ 17 ถนนพระราม 1 แขวงรองเมือง เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์ 02 225 2412 โทรสาร 02 225 2412
www.2e-building.com

