



กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน



ผู้ตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน

เจ้าของโครงการ : สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

ที่ปรึกษาโครงการ : บริษัท ฟีนิกซ์ คอนซัลติ้ง กรุ๊ป จำกัด www.phoenixy.com

สมรรถนะและจรรยาบรรณ ของผู้ตรวจรับรองแบบอาคาร อนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย



คุณสมบัติของผู้ตรวจรับรองแบบอาคารฯ (1)

- มีสัญชาติไทย
- ได้รับใบอนุญาตให้เป็น
 - ผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร หรือ
 - ผู้ประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรมควบคุมตามกฎหมายว่าด้วยสถาปนิก
- ไม่อยู่ในระหว่างถูกสั่งพักใช้ใบอนุญาตหรือไม่เคยถูกเพิกถอนใบอนุญาตที่ออกตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกรหรือสถาปนิก

เนื้อหาการบรรยาย

1. คุณสมบัติของผู้ตรวจรับรองแบบอาคารฯ

- 1.1 คุณลักษณะและลักษณะต้องห้าม
- 1.2 ขั้นตอนการขอขึ้นทะเบียนเป็นผู้ตรวจรับรองแบบอาคาร

2. สมรรถนะของผู้ตรวจรับรองแบบอาคารฯ

- 2.1 สมรรถนะด้านพฤติกรรม (Behavior Competency)
- 2.2 สมรรถนะด้านเทคนิค (Technical Competency)

3. จรรยาบรรณแห่งวิชาชีพสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม

- 2.1 รายละเอียดเนื้อหาของจรรยาบรรณ

4. ตัวอย่างสมรรถนะและจรรยาบรรณกับการตรวจ รับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

คุณสมบัติของผู้ตรวจรับรองแบบอาคารฯ (2)

แบบที่ 1

- เป็นผู้สำเร็จการฝึกอบรมหลักสูตรผู้ตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน ตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน จากหน่วยงานฝึกอบรมที่ขึ้นทะเบียนเป็นหน่วยงานฝึกอบรม หลักสูตรผู้ตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน ตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กับ พพ. ตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด และผ่านการทดสอบตามหลักเกณฑ์ที่อธิบดี พพ. ประกาศกำหนด หรือ

คุณสมบัติของผู้ตรวจรับรองแบบอาคารฯ (3)

แบบที่ 2

- เป็นผู้ได้รับใบรับรองเป็นผู้สำเร็จการฝึกอบรมหลักสูตรผู้ตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน ตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน จาก พพ. หรือหลักสูตรที่ พพ. ให้ความเห็นชอบ และผ่านการทดสอบตามหลักเกณฑ์ที่อธิบดี พพ. ประกาศกำหนด หรือ

ขั้นตอนการขอขึ้นทะเบียนเป็นผู้ตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายฯ

- เข้ารับการฝึกอบรมไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของระยะเวลารวมตลอดหลักสูตร จากหน่วยงานที่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นหน่วยงานฝึกอบรม หลักสูตรผู้ตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน ตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กับ พพ. ตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด
- ขอรับการทดสอบจาก พพ. โดยต้องผ่านด้วยคะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 75 ในแต่ละหมวด
- พพ. ออกเลขผู้ตรวจรับรองฯ

หมายเหตุ: ในการตรวจรับรองทั้งกรณีขออนุญาตก่อสร้างอาคาร และขออนุญาตเปิดใช้อาคาร ผู้ตรวจรับรองต้องยื่นหลักฐานประกอบผลการตรวจรับรองฯ ได้แก่ เอกสารระบุเลขผู้ตรวจรับรองฯ ที่ออกโดย พพ. และใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมหรือสถาปัตยกรรมควบคุม

คุณสมบัติของผู้ตรวจรับรองแบบอาคารฯ (4)

แบบที่ 3

- เป็นผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรม/สถาปัตยกรรมควบคุมตั้งแต่ระดับสามัญขึ้นไป และผ่านการทดสอบตามหลักเกณฑ์ที่อธิบดี พพ. ประกาศกำหนด

สมรรถนะของผู้ตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

- สมรรถนะด้านพฤติกรรม
(Behavior Competency)
- สมรรถนะด้านเทคนิค
(Technical Competency)

สมรรถนะด้านพฤติกรรม (Behavior Competency)

- มีจรรยาบรรณ เที่ยงธรรม ซื่อตรง รู้จักแยกแยะ
- เปิดใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- มีศิลปะในการสื่อสาร พูด เจรจา
- เป็นคนช่างสังเกต มุ่งเน้นหาหลักฐาน
- สามารถเข้าใจเรื่องต่าง ๆ ได้โดยง่าย
- สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ต่าง ๆ กันในองค์กรที่กำลังถูกตรวจประเมินได้ง่าย
- มีความมานะ ติดตาม ที่จะเสาะหาคำตอบที่ถูกต้อง สาเหตุที่แท้จริง
- กล้าตัดสินใจ สามารถสรุปผลการตรวจประเมินโดยอาศัยหลักฐานจากการตรวจประเมิน
- สามารถดำเนินการตรวจประเมินได้ด้วยตนเอง มีความเป็นอิสระ

จรรยาบรรณแห่งวิชาชีพสถาปัตยกรรมและ วิศวกรรม

- ข้อบังคับสภาสถาปนิก ว่าด้วยจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพสถาปัตยกรรม พ.ศ. ๒๕๕๘
- ข้อบังคับสภาวิศวกร ว่าด้วยจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพวิศวกรรม และการประพฤติผิดจรรยาบรรณอันจะนำมาซึ่งความเสื่อมเสียเกียรติศักดิ์แห่งวิชาชีพ พ.ศ. ๒๕๕๙

สมรรถนะด้านเทคนิค (Behavior Competency)

- มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎหมายด้านการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
- มีความรู้ความเข้าใจในหลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
- มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างถูกต้องและมีตรรกะ
- มีความเข้าใจในกระบวนการตรวจรับรองแบบอาคาร
- มีความสามารถในการอ่านแบบก่อสร้างอาคาร
- มีทักษะการใช้เครื่องมือ/โปรแกรมในการประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร เช่น โปรแกรม BEC

จรรยาบรรณแห่งวิชาชีพสถาปัตยกรรมและ วิศวกรรม

- จรรยาบรรณต่อสาธารณะ
- จรรยาบรรณต่อวิชาชีพ
- จรรยาบรรณต่อผู้ว่าจ้าง
- จรรยาบรรณต่อผู้ร่วมวิชาชีพ

ตัวอย่างสมรรถนะและจรรยาบรรณกับการตรวจ รับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

- ผู้ตรวจรับรองฯ ต้องมีความซื่อสัตย์ ประเมินตามข้อมูลเชิงประจักษ์ ประเมินตามข้อกำหนดและข้อกำหนดต่างๆอย่างเคร่งครัด ประเมินด้วยความเป็นกลาง ไม่มีอคติในการประเมิน ไม่ตั้งข้อสมมติเพื่อประโยชน์หรือโทษแก่เจ้าของอาคาร
- ผู้ตรวจรับรองฯ ต้องมุ่งเน้นในการหาหลักฐานกรณีมีข้อมูลไม่เพียงพอในการประเมิน เช่น มีการร้องขอข้อมูลจากผู้ออกแบบ หรือผู้ควบคุมงานก่อสร้างเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อเป็นเอกสาร/หลักฐานเชิงประจักษ์ประกอบการตรวจรับรอง เพื่อสะท้อนความเป็นจริงและความถูกต้องในขอบเขตที่รับผิดชอบ
- ผู้ตรวจรับรองฯ ต้องประเมินด้วยความรับผิดชอบ ไม่เห็นแก่ค่าตอบแทนหรือเพียงเพื่อทำงานให้แล้วเสร็จ หากปราศจากข้อมูลประกอบการประเมิน ก็ต้องปฏิเสธการประเมินอย่างเด็ดขาด

ตัวอย่างสมรรถนะและจรรยาบรรณกับการตรวจ รับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

- ผู้ตรวจรับรองฯ ต้องไม่อ้างผลการตรวจรับรองของผู้อื่นเป็นของตน
- ผู้ตรวจรับรองฯ ต้องไม่เปิดเผยข้อมูลอันเป็นความลับของเจ้าของอาคาร เว้นแต่เป็นการเปิดเผยข้อมูลตามกฎหมาย
- ผู้ตรวจรับรองฯ ต้องไม่แสวงหางานด้วยการแข่งขันราคา หรือแย่งรับงานตรวจรับรองกับผู้ตรวจรับรองฯ รายอื่นด้วยการโฆษณา

ตัวอย่างสมรรถนะและจรรยาบรรณกับการตรวจ รับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

- ผู้ตรวจรับรองฯ ต้องดำเนินการประเมินอย่างเป็นกลาง และมีความเป็นอิสระ ปราศจากอคติและผลประโยชน์ทับซ้อนจากผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น เจ้าของอาคาร ผู้ออกแบบ ผู้รับเหมา บริษัทผู้ผลิตวัสดุเจ้าหน้าที่ของรัฐ ฯลฯ
- ผู้ตรวจรับรองฯ ต้องมีความรู้ ติดตามข้อกำหนด ข้อกำหนดใหม่อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การประเมินผิดพลาด คลาดเคลื่อน และหากพบปัญหา/ข้อสงสัยระหว่างการประเมิน ควรติดต่อ/สอบถามหน่วยงานที่รับผิดชอบ เพื่อหาข้อสรุปร่วมกันอย่างเป็นทางการ ไม่ควรพิจารณาเองโดยลำพัง

ขั้นตอนการตรวจรับรอง แบบอาคารอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย ว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน



เนื้อหาการบรรยาย

1. ขั้นตอนการตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน
ตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
 - 1.1 ผู้ที่เกี่ยวข้อง
 - 1.2 ข้อมูลในการตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน
 - 1.3 ข้อมูลในการยื่นขออนุญาตต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นในการตรวจ
รับรอง
2. ขั้นตอนการที่เกี่ยวข้องกับการขออนุญาตก่อสร้าง /
ขออนุญาตเปิดใช้อาคาร

ผู้ที่เกี่ยวข้อง

- เจ้าของอาคาร
- ผู้ออกแบบ ได้แก่ สถาปนิก วิศวกร
- ผู้ตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายฯ
 - สถาปนิกหรือวิศวกร
 - ต้องมีคุณสมบัติตามที่ พพ.กำหนด
- เจ้าพนักงานท้องถิ่น

ข้อมูลที่จำเป็นในการตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์ พลังงานตามกฎหมายฯ

- ข้อมูลทั่วไปที่ใช้ในการติดต่อประสานงาน
- ข้อมูลเพื่อตรวจสอบว่าอาคารเข้าข่ายตามกฎหมายกระทรวงฯ
- ข้อมูลประกอบการตรวจประเมินแบบอาคาร

ข้อมูลทั่วไปที่ใช้ในการติดต่อประสานงาน

ข้อมูลทั่วไป	
ชื่อโครงการ/อาคาร	
สถานที่ตั้งโครงการ/อาคาร	
ชื่อบุคคล/นิติบุคคลเจ้าของอาคาร	
ที่อยู่สำนักงาน	
หมายเลขโทรศัพท์/E-mail address	
ชื่อสถาปนิก/วิศวกรที่ให้ข้อมูลเพิ่มเติมได้	
หมายเลขติดต่อสถาปนิก/วิศวกร	

ข้อมูลเพื่อตรวจสอบว่าอาคารเข้าข่ายตามกฎหมายฯ

ลักษณะอาคาร		
พื้นที่อาคาร		
พื้นที่ทั้งหมดของอาคาร _____ ตารางเมตร (พื้นที่ 1 + 2)		
1) พื้นที่ใช้สอยรวมของอาคาร _____ ตารางเมตร (พื้นที่ 1.1 + 1.2)		
1.1 พื้นที่ปรับอากาศ _____ ตารางเมตร		
1.2 พื้นที่ไม่ปรับอากาศ _____ ตารางเมตร		
2) พื้นที่จอดรถในอาคาร _____ ตารางเมตร		
ประเภทอาคาร		
กรณีอาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะให้ระบุประเภทอาคารตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่แต่ละส่วนพร้อมพื้นที่ของแต่ละประเภท (เลือกได้มากกว่า 1 ประเภท)		
☐ สถานพยาบาล _____ ตารางเมตร	☐ สถานศึกษา _____ ตารางเมตร	☐ สำนักงาน _____ ตารางเมตร
☐ อาคารชุด _____ ตารางเมตร	☐ อาคารชุมนุมคน _____ ตารางเมตร	☐ อาคารโรงแรม _____ ตารางเมตร
☐ อาคารโรงงาน _____ ตารางเมตร	☐ อาคารสถานบริการ _____ ตารางเมตร	☐ อาคารห้างสรรพสินค้า _____ ตารางเมตร

ข้อมูลประกอบการตรวจประเมินแบบอาคาร (2)

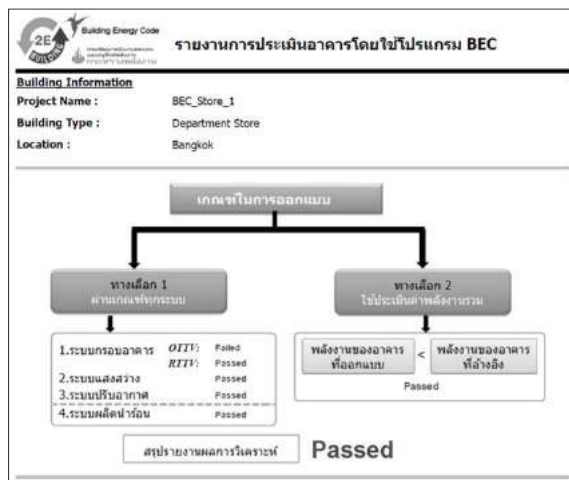
ข้อมูลเกี่ยวกับแบบก่อสร้าง	
ประเภทแบบ	รายละเอียด
แบบอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนที่ใช้ปั๊ม/แก๊สเป็นเชื้อเพลิง หรือเครื่องทำน้ำร้อนชนิดสตีม (ถ้ามี)	ชนิดของอุปกรณ์ทำน้ำร้อน
	ประสิทธิภาพของอุปกรณ์
แบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (ถ้ามี)	ประสิทธิภาพรวมของระบบ
	พื้นที่ ที่ค มุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์
รายการประกอบแบบสถาปัตยกรรม	รายละเอียดวัสดุรอบอาคารและสีของวัสดุ
รายการประกอบแบบวิศวกรรมงานระบบไฟฟ้า/ปรับอากาศ	ชนิด/Watt ของหลอดและบัลลาสต์
	ชนิด/Watt เครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ประกอบ
	ขนาดทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ
รายละเอียดประมาณการค่าก่อสร้าง (ถ้ามี)	งบประมาณค่าก่อสร้าง
	รายการราคาค่าก่อสร้าง (BOQ)

ข้อมูลประกอบการตรวจประเมินแบบอาคาร (1)

ข้อมูลเกี่ยวกับแบบก่อสร้าง	
ประเภทแบบ	รายละเอียด
แบบสถาปัตยกรรม	ผังบริเวณ/ทิศของอาคาร
	ผังพื้นที่ขึ้น และหลังคา
	รูปด้าน 4 ด้าน
	รูปตัด
	แบบขยายประตู หน้าต่าง
แบบวิศวกรรมโครงสร้าง	ผังโครงสร้าง
	ขนาดหน้าตัดโครงสร้างที่จำเป็น
แบบไฟฟ้าแสงสว่าง	ผังแสดงดวงโคม สวิตช์
แบบระบบปรับอากาศ	ผังแสดงการจัดวางเครื่องปรับอากาศ
	Diagram ระบบปรับอากาศ (แบบรวมศูนย์)

ข้อมูลในการยื่นขออนุญาตต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นในการตรวจรับรองฯ

- เอกสารที่ต้องใช้ยื่นขออนุญาตในการก่อสร้างตามปกติ
- ผลประเมินการใช้พลังงานที่ได้จากโปรแกรม BEC หรือโปรแกรมที่นำเชื่อถือ
- หนังสือรับรองคุณสมบัติผู้ตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานฯ ที่ออกโดย พพ. และ ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมหรือสถาปัตยกรรมควบคุม

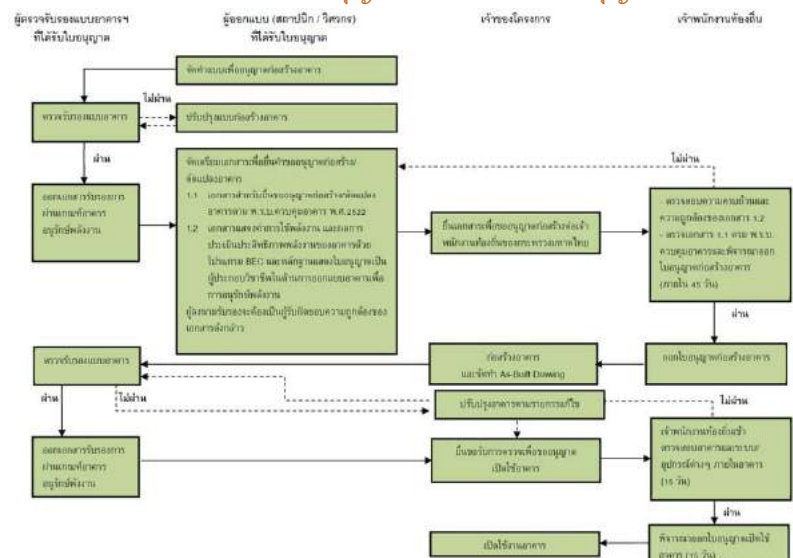


ผลการประเมินแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย โดยโปรแกรม BEC

มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการ ออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน



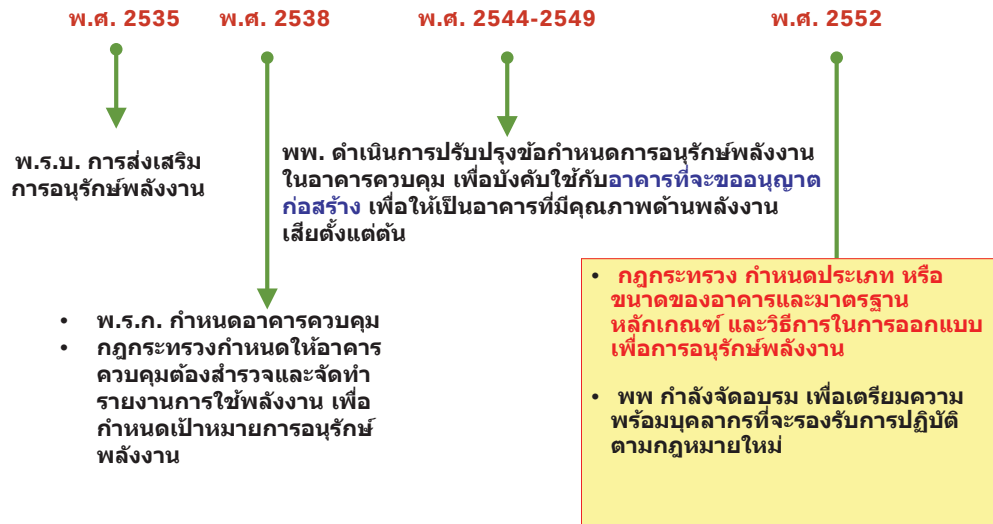
ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการขออนุญาตก่อสร้างและขออนุญาตเปิดใช้อาคาร



เนื้อหา

- การปรับปรุงมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอาคารในประเทศไทย
- กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือ ขนาดของอาคาร และ มาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552
 - ✓ ประเภทอาคาร
 - ✓ ค่าเกณฑ์มาตรฐานของระบบต่างๆ
- กฎกระทรวงและประกาศต่างๆที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน

การปรับปรุงมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน ของอาคาร



กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือ ขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบ เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

- หมวดที่ 1 ประเภทและขนาดของอาคาร
- หมวดที่ 2 มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบ
- หมวดที่ 3 หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบ

- กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือ ขนาดของอาคาร และมาตรฐาน
หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
พ.ศ. 2552 (ประกาศ 5 กุมภาพันธ์ 2552)
- ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่องการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ
ขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตัน
ความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร
(ประกาศ 14 กรกฎาคม 2552)

หมวด 1 : ประเภทและขนาดของอาคาร

≥ 2,000 ตรม.



เป็น 1 ใน 9 ประเภท
อาคารตาม
กฎกระทรวง



- 1.สถานศึกษา
- 2.สำนักงาน
- 3.โรงแรมรสบพ ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
- 4.ศูนย์การค้า/ห้างสรรพสินค้า
- 5.สถานบริการ ตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ
- 6.อาคารชุมนุมคน ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
- 7.โรงแรม ตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม
- 8.สถานพยาบาล ตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล
- 9.อาคารชุด ตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด

หมวด 2 :

มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบ
อาคารอนุรักษ์พลังงาน

ส่วนที่ 1 ระบบกรอบอาคาร

ส่วนที่ 2 ระบบแสงสว่าง

ส่วนที่ 3 ระบบปรับอากาศ

ส่วนที่ 4 อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน

ส่วนที่ 5 การใช้พลังงานรวม

ส่วนที่ 6 การใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆของอาคาร

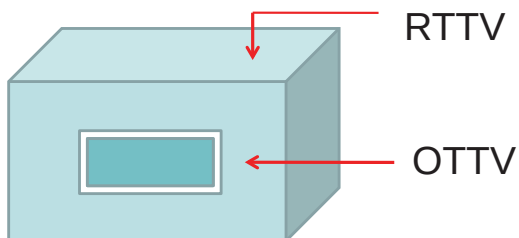
ส่วนที่ 1.ระบบกรอบอาคาร

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมในส่วนที่มีการปรับอากาศ

ประเภทอาคาร	OTTV วัตต์/ตรม.	RTTV วัตต์/ตรม.
สถานศึกษา, สำนักงาน	≤ 50	≤ 15
ศูนย์การค้า/ห้างสรรพสินค้า สถานบริการ โรงแรมหรู อาคารชุมนุมคน	≤ 40	≤ 12
โรงแรม,สถานพยาบาล อาคารชุด	≤ 30	≤ 10

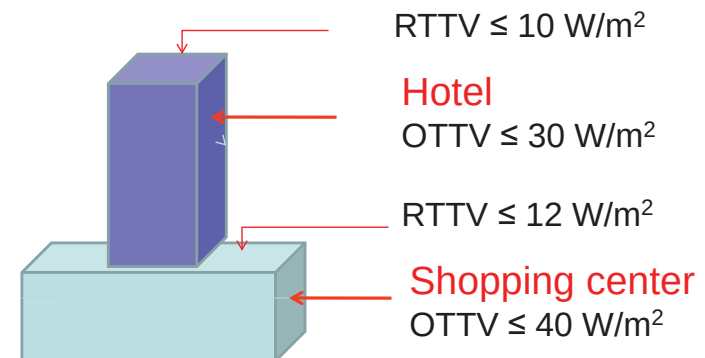
ส่วนที่ 1:ระบบกรอบอาคาร (Building Envelope)

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคาร
(Overall Thermal Transfer Value, **OTTV**)
2. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคา
(Roof Thermal Transfer Value, **RTTV**)



MIX-USE BUILDING

- ในกรณีที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ข้อกำหนดของระบบกรอบอาคารตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่แต่ละส่วนนั้น



ส่วนที่ 2.ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

(ไม่คิดรวมพื้นที่จอดรถ)

ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (Lighting Power Density, LPD)

ประเภทอาคาร	วัตต์/ตรม. พื้นที่ใช้งาน
สถานศึกษา,สำนักงาน	≤14
ศูนย์การค้า/ห้างสรรพสินค้า สถานบริการ โรงแรมหอพัก อาคารชุมนุมคน	≤18
โรงแรม,สถานพยาบาล, อาคารชุด	≤12

- **ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ** หมายถึง อัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถในการทำงานรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ (หน่วยเป็นวัตต์) กับ พิกัดกำลังไฟฟ้า (หน่วยเป็นวัตต์)
- Coefficient of Performance (COP) = $\frac{\text{Output produced}}{\text{Electricity used}}$
- ค่า COP ยิ่งสูง แสดงว่ายิ่งดี

ส่วนที่ 3 ระบบปรับอากาศ

- ระบบปรับอากาศ ประเภทและขนาดต่างๆ ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมี
 - ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ
 - ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และ
 - ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็น
 เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

- **อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน** หมายถึง อัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถในการทำงานรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ (หน่วยเป็น บีทียูต่อชั่วโมง) กับ พิกัดกำลังไฟฟ้า (หน่วยเป็นวัตต์)
- Energy Efficiency Ratio (EER) = $\frac{\text{Btu/hr of Cooling capacity}}{\text{watts unit used}}$
- ค่า EER ยิ่งสูง ยิ่งดี

- ค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็น หมายถึง อัตราส่วนระหว่างพิกัดกำลังไฟฟ้า หน่วยเป็นกิโลวัตต์กับขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องทำความเย็น หน่วยเป็นตันความเย็น

- ค่า kW/Tr ยิ่งต่ำ แสดงว่ายิ่งดี

สามารถแปลงค่าระหว่าง COP, EER, kW/Tr

$$\begin{aligned} \text{kW/Tr} &= 12 / \text{EER} \\ \text{kW/Tr} &= 12 / (\text{COP} \times 3.412) \\ &= 3.517 / \text{COP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \text{EER} / 3.412 \\ \text{COP} &= 12 / (\text{kW/Tr} \times 3.412) \\ &= 3.517 / (\text{kW/Tr}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EER} &= 12 / \text{kW/Tr} \\ \text{EER} &= \text{COP} \times 3.412 \end{aligned}$$

If a chiller efficiency is rated at 1 kW/Tr
COP = 3.517 (=12/3.412)
EER = 12

$$\frac{\text{kW}}{\text{Tr}} = \frac{3.517}{\text{COP}} = \frac{12}{\text{EER}}$$

1. ค่าเกณฑ์มาตรฐาน ของระบบปรับอากาศขนาดเล็ก

ขนาดของ เครื่องปรับอากาศ (วัตต์)	ค่าสัมประสิทธิ์ สมรรถนะ (COP) (วัตต์ต่อวัตต์)	อัตราส่วน ประสิทธิภาพพลังงาน(EER) (บีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์)
ไม่เกิน 12,000	3.22	11

1 watt=3.412 btu/h
1 refrigeration ton=12000 btu/h



แอร์เบอร์ 5
มีค่า EER ตั้งแต่ 11 ขึ้นไป



ประกาศกระทรวงพลังงาน

- เรื่อง การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และ ค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งาน พ.ศ. 2552 (ประกาศ 14 กรกฎาคม 2552)

1. เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

2. ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่

1. เครื่องทำน้ำเย็น

2. ส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า

3. เครื่องทำเย็นแบบดูดกลืน

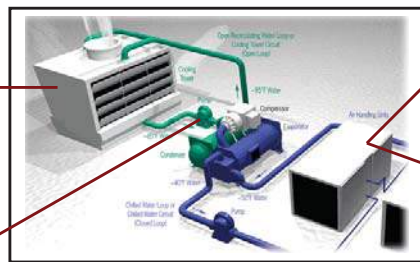
2. ค่าเกณฑ์มาตรฐาน ของระบบปรับอากาศ ขนาดใหญ่

ก) ต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็นไม่เกินค่าที่กำหนด

ชนิดการระบายความร้อน	ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็น สำหรับระบบปรับอากาศ	ขนาดความสามารถ ในการทำความเย็น ที่ภาระพิกัดของ เครื่องทำน้ำเย็น (ตันความเย็น)	ค่าพลังไฟฟ้า ต่อต้านความเย็น (กิโลวัตต์ต่อตัน ความเย็น)
ระบายความร้อน ด้วยอากาศ	ทุกชนิด	น้อยกว่า 300	1.33
		มากกว่า 300	1.31
ระบายความร้อน ด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	1.24
	แบบโรตารี แบบสกรู หรือ แบบสคอรัลล์	น้อยกว่า 150	0.89
		มากกว่า 150	0.78
	แบบแรงเหวี่ยง	น้อยกว่า 500	0.76
		มากกว่า 500	0.62

ค่าเกณฑ์มาตรฐานฯ ของระบบปรับอากาศ (ขนาดใหญ่)

ข) ส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย ระบบระบายความร้อน ระบบจ่ายน้ำเย็น และระบบส่งลมเย็น ต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น**รวมกันไม่เกิน 0.5 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น**



Pump

Fan-coil unit

3. ค่าเกณฑ์มาตรฐานฯ ของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

ชนิดของ เครื่องทำ น้ำเย็น แบบดูดกลืน	ภาวะที่กัก				ค่าสัมประสิทธิ์ สมรรถนะ
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิน้ำ เย็นเข้า	อุณหภูมิน้ำ เย็นออก	อุณหภูมิน้ำเข้า เครื่องควบแน่น	อัตราการไหลของ น้ำเข้าเครื่อง ควบแน่น	
	(องศาเซลเซียส)			(ลิตรต่อวินาทีต่อ กิโลวัตต์)	
ก. ชั้นเดียว	12.0	7.0	32.0	0.105	0.65
ข. สองชั้น	12.0	7.0	32.0	0.079	1.10

ชนิดของ เครื่องทำ น้ำเย็น แบบดูดกลืน	ภาวะพิกัด				ค่าสัมประสิทธิ์ สมรรถนะ
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิ น้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิ น้ำเย็นออก	อุณหภูมิ น้ำเข้า เครื่องควบแน่น	อุณหภูมิ น้ำออกจากเครื่อง ควบแน่น	
	(องศาเซลเซียส)				
ก. ชั้นเดียว	12.0	7.0	32.0	37.5	0.65
ข. สองชั้น	12.0	7.0	32.0	37.5	1.10

การคิดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะให้คิดเฉพาะค่าความเย็นเท่านั้น โดยไม่รวมกำลังไฟฟ้าในระบบ

3. เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (Absorption Chiller)



1. แบบชั้นเดียว



2. แบบสองชั้น

ส่วนที่ 4. อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน



1. หม้อไอน้ำ



2. หม้อต้มน้ำร้อน



3.เครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั้ม

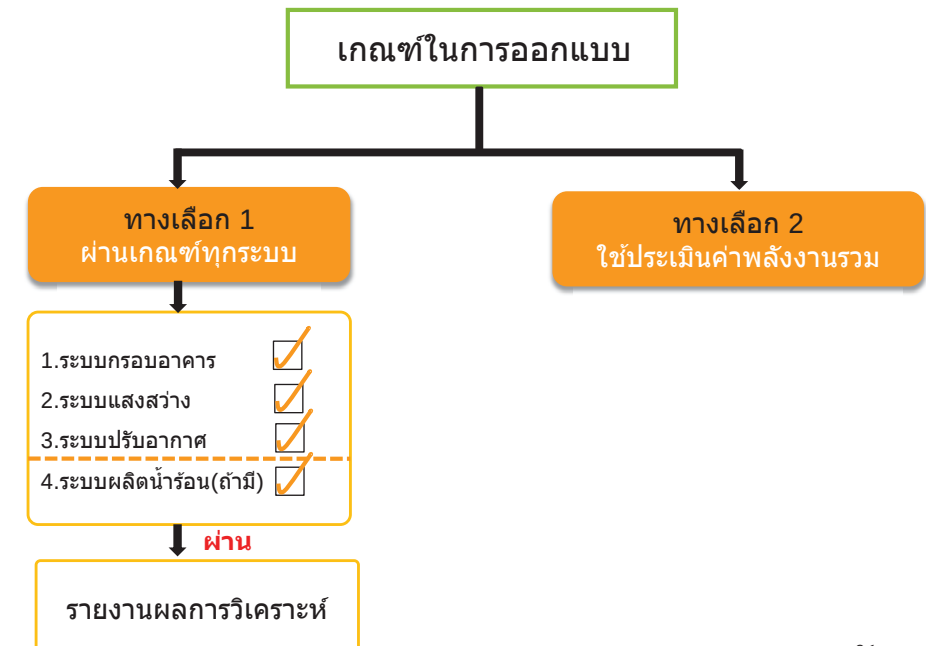
เครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั้ม (Heat Pump Water Heater)

แบบ	ภาวะทดสอบ			สัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ (Minimum COP)
	อุณหภูมิน้ำเข้า	อุณหภูมิน้ำออก	อุณหภูมิอากาศ	
แบบที่ 1	30.0 °C	50.0 °C	30.0 °C	3.5
แบบที่ 2	30.0 °C	60.0 °C	30.0 °C	3.0

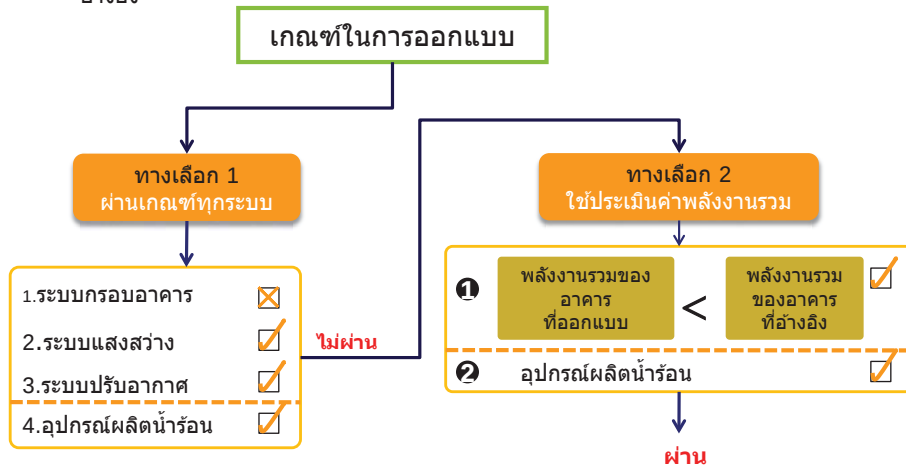
ส่วนที่ 4 - ค่าเกณฑ์มาตรฐานฯ ของอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน

หม้อไอน้ำ และหม้อต้มน้ำร้อน(Boiler)

ประเภท	ประสิทธิภาพขั้นต่ำ (%)
Oil Fired Steam Boiler	85
Oil Fired Hot Water Boiler	80
Gas Fired Steam Boiler	80
Gas Fired Hot Water Boiler	80



- ในกรณีที่ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือ ระบบปรับอากาศ ระบบใดระบบหนึ่งไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด สามารถพิจารณาจากค่าการใช้พลังงานโดยรวมได้
- การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารที่ออกแบบจะต้องต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารอ้างอิง



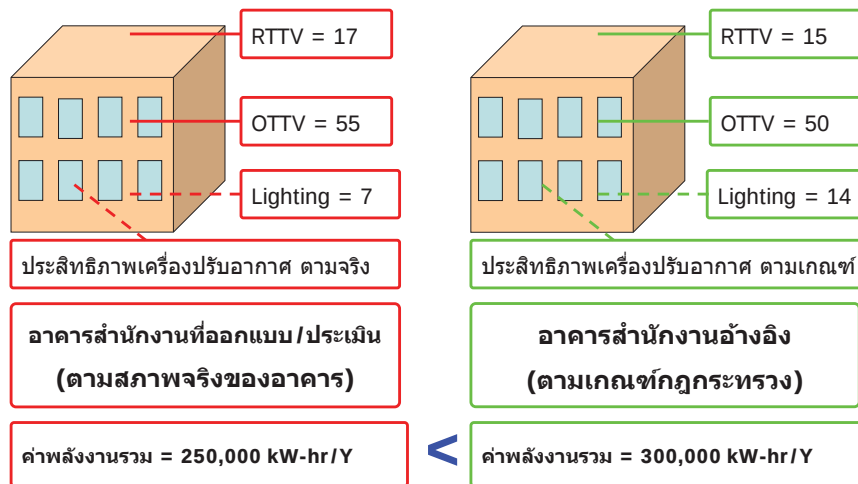
ส่วนที่ 6 - การใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆของอาคาร

การใช้แสงธรรมชาติเพื่อการส่องสว่าง

เมื่อมีการใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคาร ให้ยกเว้นการนับรวมการใช้ไฟฟ้าบางส่วนในกรณีที่ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารที่มีการออกแบบเพื่อใช้แสงธรรมชาติเพื่อการส่องสว่างตามแนวกรอบอาคาร ให้ถือเสมือนว่าไม่มีการตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารนั้น โดยการออกแบบดังกล่าวต้องมีเงื่อนไขดังนี้



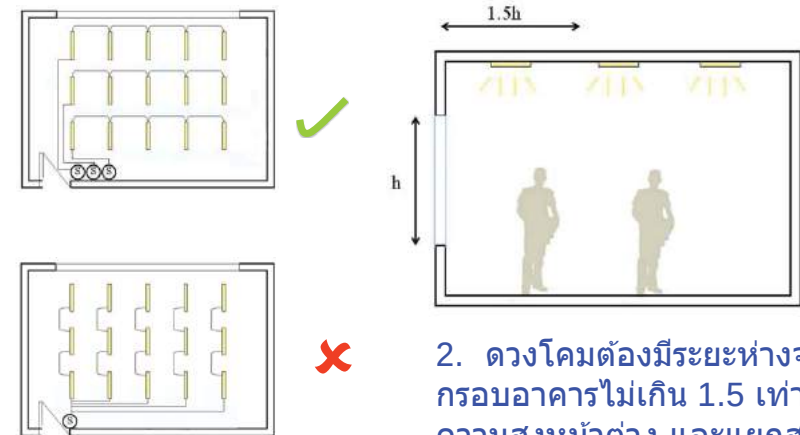
การประเมินค่าพลังงานรวม



ผ่าน

เงื่อนไขในการไม่รวมการใช้ไฟฟ้าจากดวงโคม

1. ออกแบบแยกสวิตช์เปิด-ปิดดวงโคมสำหรับพื้นที่ตามแนวกรอบอาคาร



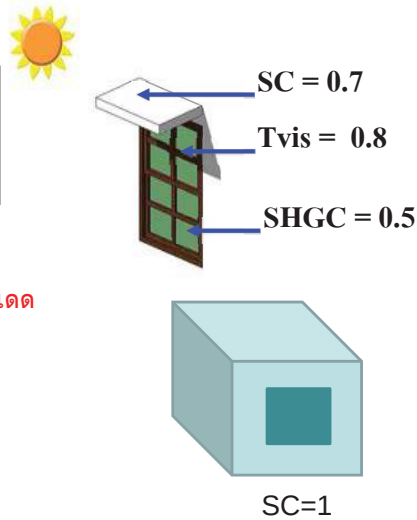
2. ดวงโคมต้องมีระยะห่างจากกรอบอาคารไม่เกิน 1.5 เท่าของความสูงหน้าต่าง และแยกสวิตช์

3. กระจกหน้าต่าง ตามแนวกรอบอาคารต้องมี ค่าประสิทธิภาพของสัมประสิทธิ์การบังแดด (Effective Shading Coefficient, SC_{eff}) ไม่น้อยกว่า 0.3

ตัวอย่าง

$$SC_{eff} = (SC)(T_{vis})$$

$$= 0.7 \times 0.8 = 0.56 \geq 0.3 \quad \checkmark$$



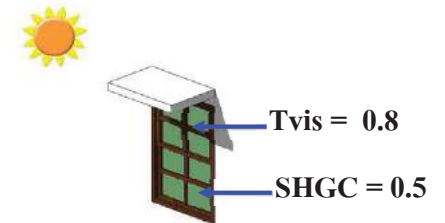
SC = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด
(SC จะมีค่าไม่เกิน 1
ถ้าไม่มีแผงบังแดดเลย ค่า $SC=1$
ถ้าแผงบังแดดยื่นยาว ค่า SC จะยิ่งต่ำ)

T_{vis} = ค่าส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น
(ค่า T_{vis} จะมีค่าไม่เกิน 1
ค่า T_{vis} สูงแสดงว่าแสงสว่างผ่านได้มาก)

4. อัตราส่งผ่านของแสงต่อความร้อน (light to solar gain, LSG)
ของกระจก มากกว่า 1

$$LSG = T_{vis} / SHGC$$

$$= 0.8 / 0.5 = 1.6 > 1.0 \quad \checkmark$$



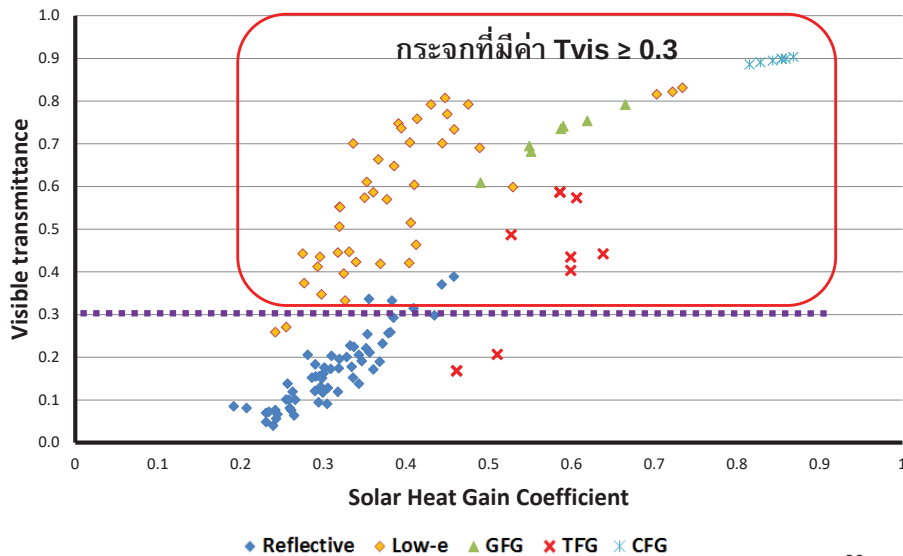
LSG = ค่าอัตราส่วนส่งผ่านแสงต่อความร้อน
 T_{vis} = ค่าส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น
 $SHGC$ = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน
รังสีอาทิตย์

ควรเลือกกระจกที่ T_{vis} สูง
และ $SHGC$ ต่ำ

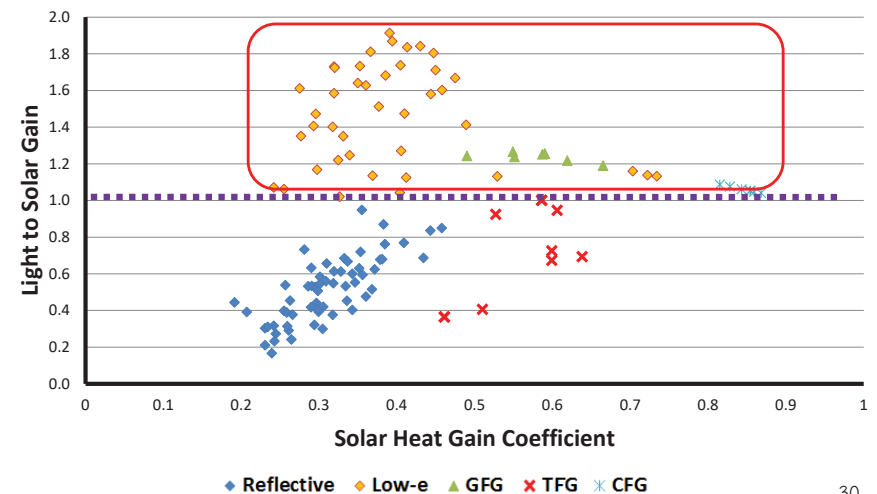
ในกรณีที่หาค่า $SHGC$ ไม่ได้แต่มีค่า SC ของ
กระจกสามารถแปลงเป็นค่า $SHGC$ ได้โดย
คูณด้วย 0.87 ($SHGC = SC_{กระจก} \times 0.87$)

$$SC_{eff} = (SC)(T_{vis})$$

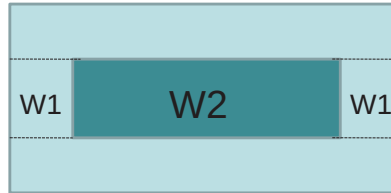
ถ้า $SC=1$, $SC_{eff} = T_{vis}$



กระจกที่มีค่า $LSG > 1.0$



5. พื้นที่กระจกตามแนวกรอบหน้าต่างต้องไม่น้อยกว่าพื้นที่ผนังทึบ



$W2 \geq W1$ ✓



✗

ต้องมีคุณสมบัติตามเงื่อนไข**ครบทุกข้อ**จึงจะสามารถนำ
ค่าพลังงานไฟฟ้าจากคอมไฟที่ริมหน้าต่างไปหักลบจาก
ค่าพลังงานรวมได้

ส่วนที่ 6 - การใช้พลังงานหมุนเวียนใน ระบบต่างๆของอาคาร

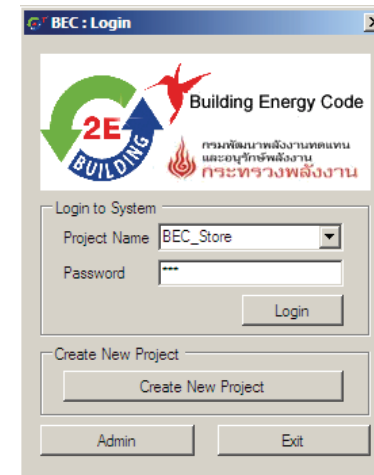
การใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าจาก แสงอาทิตย์

อาคารที่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดย
เซลล์แสงอาทิตย์ สามารถนำค่า
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปหักออกจาก
ค่าพลังงานรวมของอาคาร



<http://www.flickr.com/photos/jiathwee/4155400786/>

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับประเมินการออกแบบ



โปรแกรม BEC

สำหรับประเมินประสิทธิภาพการ
ประหยัดพลังงานของอาคารว่าเป็นไป
ตามเกณฑ์ของกฎหมายอนุรักษ์
พลังงานหรือไม่



กฎกระทรวงและประกาศอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับ การอนุรักษ์พลังงาน

- กฎกระทรวงกำหนดกระจกเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552
- กฎกระทรวงกำหนดเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง พ.ศ. 2552
- ประกาศอธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เรื่องกำหนด
คุณสมบัติ หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไข ของวัสดุ อุปกรณ์ หรือ เครื่องจักร
ที่มีผลต่อการประหยัดพลังงาน (ฉบับที่ 1) พ.ศ. 2552

กฎกระทรวงกำหนดกระจก
เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

“ค่ามาตรฐานพลังงาน” ของกระจก

ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ (SHGC)	0.55 - 0.30
ค่าการส่งผ่านของแสงธรรมชาติต่อค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (LSG)*	1.20 - 1.60



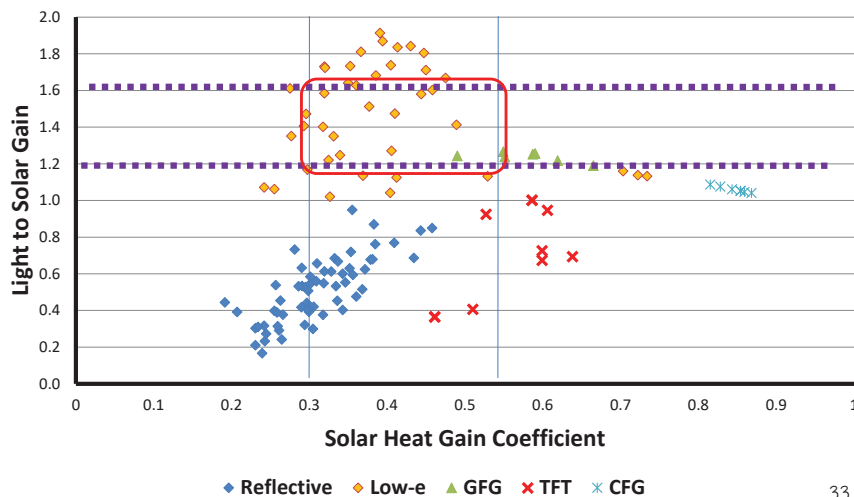
กระจก
ประสิทธิภาพสูง

* ค่า LSG ของกระจกที่สามารถนำมาใช้เพื่อการออกแบบใช้แสงธรรมชาติ ตามกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือ ขนาดอาคาร 2552 ต้องมากกว่า 1.0

ค่าประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ
ตามกฎกระทรวงกำหนดเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง พ.ศ. 2552

ขนาดของเครื่องปรับอากาศ (วัตต์)	ค่าประสิทธิภาพ พลังงาน (วัตต์ต่อวัตต์)
ไม่เกิน 8000	3.22 – 4.10
มากกว่า 8000 แต่ไม่เกิน 12000	3.22 – 4.10

กระจกที่มีค่า LSG ในช่วง 1.2-1.6 และ SHGC 0.55-0.3



ฉนวนใยแก้ว
ที่ได้รับฉลากประสิทธิภาพสูงต้องมี
ค่าความต้านทานความร้อน $\geq 1.25 \text{ m}^2\text{K/W}$

ต้องการปรึกษาปัญหาและรับบริการ

ประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร



โปรดติดต่อ...

ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคาร
เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

- อาคาร 8 ชั้น 1 กรมพัฒนาพลังงาน
ทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
17 ถนนพระราม 1 แขวงรองเมือง
เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทร 0-2225-2412, 0-2223-7474

- Fax: 0-2225-2412
- เวลาเปิดทำการ จันทร์ - ศุกร์
เวลา 8:30 - 16:30 น.
- <http://www.2e-building.com>

นิยามของอาคารแต่ละประเภท (2)

“โรงแรม” หมายความว่า สถานที่พักที่จัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ในทางธุรกิจ
เพื่อให้บริการที่พักชั่วคราวสำหรับคนเดินทางหรือนักท่องเที่ยวโดยมีค่าตอบแทน
ทั้งนี้ **ไม่รวมถึง**

- (๑) สถานที่พักที่จัดตั้งขึ้นเพื่อให้บริการที่พักชั่วคราวซึ่งดำเนินการโดยส่วนราชการ
รัฐวิสาหกิจ องค์การมหาชน หรือหน่วยงานอื่นของรัฐ หรือเพื่อการกุศล หรือ
การศึกษา ทั้งนี้โดย มิใช่เป็นการหาผลกำไรหรือรายได้มาแบ่งปันกัน
- (๒) สถานที่พักที่จัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการที่พักอาศัยโดยคิด
ค่าบริการเป็นรายเดือนขึ้นไปเท่านั้น
- (๓) สถานที่พักอื่นใดตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

ที่มา: พระราชบัญญัติ โรงแรม พ.ศ. 2547

นิยามของอาคารแต่ละประเภท (1)

“อาคารชุมนุมคน” หมายความว่า อาคารหรือส่วนใดของอาคารที่บุคคลอาจเข้า
ไปภายในเพื่อประโยชน์ในการชุมนุมคนที่มีพื้นที่ตั้งแต่หนึ่งพันตารางเมตรขึ้น
ไป หรือชุมนุมคนได้ตั้งแต่ห้าร้อยคนขึ้นไป

“โรงมหรสพ” หมายความว่า อาคารหรือส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นสถานที่
สำหรับฉายภาพยนตร์ แสดงละคร แสดงดนตรี หรือการแสดงรื่นเริงอื่นใด และมี
วัตถุประสงค์เพื่อเปิดให้สาธารณชนเข้าชมการแสดงนั้นเป็นปกติธุระ โดยจะมี
ค่าตอบแทนหรือไม่ก็ตาม

ที่มา: พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2543

“อาคารชุด” หมายความว่า อาคารที่บุคคลสามารถแยกการถือกรรมสิทธิ์ออกได้
เป็นส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์ส่วนบุคคลและ
กรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์ส่วนกลาง

ที่มา: พระราชบัญญัติ อาคารชุด พ.ศ. 2522

นิยามของอาคารแต่ละประเภท (3)

“สถานบริการ” หมายความว่า สถานที่ที่จัดตั้งขึ้นเพื่อให้บริการ โดยหวังประโยชน์ในทางการค้าดังต่อไปนี้

- (๑) สถานบันเทิง รำวง หรือโรงงิ้ว เป็นปกติธุระประเภทที่มีและประเภทที่ไม่มีผู้บริการ
- (๒) สถานที่ที่มีอาหาร สุรา น้ำชา หรือเครื่องดื่มอย่างอื่นจำหน่ายและบริการ โดยมีผู้บําเรอสำหรับปรนนิบัติ
ลูกค้า
- (๓) สถานอาบน้ำ นวด หรืออบตัว ซึ่งมีผู้บริการให้แก่ลูกค้า **เว้นแต่**
 - (ก) สถานที่ซึ่งผู้บริการได้ขึ้นทะเบียนและรับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบโรคศิลปะ สาขาการแพทย์แผน
ไทยประเภทการนวดไทยตามกฎหมายว่าด้วยการประกอบโรคศิลปะ หรือได้รับยกเว้น ไม่ต้องขึ้น
ทะเบียนและรับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบโรคศิลปะ สาขาการแพทย์แผนไทยประเภทการนวดไทย
ตามกฎหมายดังกล่าว หรือสถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล
 - (ข) สถานที่เพื่อสุขภาพหรือเพื่อเสริมสวยที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศกำหนด โดยความเห็นชอบ
ของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย ซึ่งจะต้องมีลักษณะของสถานที่ การบริการหรือผู้ให้บริการ
เป็นไปตามมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศกำหนดโดยความเห็นชอบของรัฐมนตรีว่าการ
กระทรวงมหาดไทยด้วย ประกาศดังกล่าวจะกำหนดหลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบเพื่อการรับรอง
ให้เป็นไปตามมาตรฐานนั้นด้วยก็ได้ หรือ
 - (ค) สถานที่อื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

ที่มา: พระราชบัญญัติ สถานบริการ (ฉบับที่ ๔) พ.ศ. ๒๕๔๖

นิยามของอาคารแต่ละประเภท (4)

- (๔) สถานที่ที่มีอาหาร สุรา หรือเครื่องดื่มอย่างอื่นจำหน่ายหรือให้บริการ โดยมีรูปแบบอย่างหนึ่งอย่างใดดังต่อไปนี้
- (ก) มีดนตรี การแสดงดนตรี หรือการแสดงอื่นใดเพื่อการบันเทิงและยินยอมหรือปล่อยปละละเลยให้นักแสดง นักดนตรี หรือพนักงานอื่นใดนั่งกับลูกค้า
 - (ข) มีการจัดอุปกรณ์การร้องเพลงประกอบดนตรีให้แก่ลูกค้า โดยจัดให้มีผู้บริการขับร้องเพลงกับลูกค้า หรือยินยอมหรือปล่อยปละละเลยให้พนักงานอื่นใดนั่งกับลูกค้า
 - (ค) มีการเดินหรือยินยอมให้มีการเดิน หรือจัดให้มีการแสดงเต้น เช่น การเต้นบนเวทีหรือการเดินบริเวณโต๊ะอาหารหรือเครื่องดื่ม
 - (ง) มีลักษณะของสถานที่การจัดแสงหรือเสียง หรืออุปกรณ์อื่นใดตามที่กำหนดในกฎกระทรวง
- (๕) สถานที่ที่มีอาหาร สุรา หรือเครื่องดื่มอย่างอื่นจำหน่าย โดยจัดให้มีการแสดงดนตรีหรือการแสดงอื่นใดเพื่อการบันเทิง ซึ่งปิดทำการหลังเวลา ๒๔.๐๐ นาฬิกา
- (๖) สถานที่อื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

ที่มา: พระราชบัญญัติ สถานบริการ (ฉบับที่ ๔) พ.ศ. ๒๕๔๖

หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณ ประสิทธิภาพพลังงานของ ระบบกรอบอาคาร



เนื้อหา

1. กรอบอาคารและปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน

- ผนังทึบ
- ผนังโปร่งแสง
- อุปกรณ์บังแดดภายนอก



2. เกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานของกรอบอาคาร

- เกณฑ์มาตรฐานการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก (OTTV)
- เกณฑ์มาตรฐานการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)

3. การคำนวณค่าสมบัติเชิงอุณหภาพของวัสดุกรอบอาคาร

4. ขั้นตอนการคำนวณค่า OTTV และ RTTV



ผนังทึบ

รังสีอาทิตย์ที่ตกบนผนังทึบ

- ส่วนหนึ่งถูกสะท้อน
- ส่วนหนึ่งถูกดูดกลืนไว้และสะสม

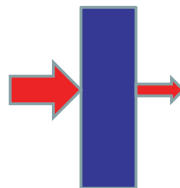
แหล่งความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนัง

- ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ผนังดูดกลืนไว้
- ผลต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร



ผนังทึบ

สมรรถนะเชิงคุณภาพของผนังทึบ
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม
(Coefficient of heat transfer หรือ U)



- ผนังอิฐฉาบปูนหรือซีเมนต์บล็อกฉาบปูน $U \approx 3-5 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
- ผนังอิฐมวลเบา $U \approx 1-4 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

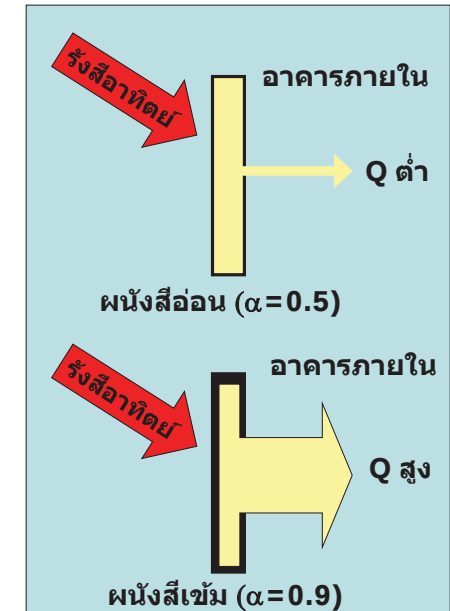
- ค่า U ต่ำ การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร น้อย
- ค่า U สูง การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร มาก

ผนังทึบ

ปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ

สีภายนอกอาคาร

- สีทาภายนอกอาคารมีผลต่อการดูดกลืนรังสีอาทิตย์และการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร
- ผนังสีอ่อนจะดูดกลืนรังสีอาทิตย์น้อยกว่าผนังสีเข้ม
- สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังที่ใช้กันมีค่าในช่วง 0.3-0.9



ผนังทึบ

ฉนวน

- ค่าสมบัติการนำความร้อนต่ำ
 - ลดค่า U ของผนังและหลังคา
 - ผนังที่มีฉนวน $U = 0.3-1.0 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ ขึ้นกับชนิดและความหนาฉนวน
- ผิวสะท้อนรังสีความร้อนของฉนวนลดการถ่ายเทความร้อนให้ต่ำลงอีก
- การใช้ฉนวนกับหลังคาของอาคารปรับอากาศมีความคุ้มค่าสูง



ผนังทึบ

มวลอุณหภาพ (Thermal mass)

- ผนังมีการคายความร้อนสู่บรรยากาศในช่วงเวลา กลางคืน
- ผนังที่มีมวลอุณหภาพสูง
 - สามารถลดภาระการปรับอากาศสำหรับอาคาร ปรับอากาศเฉพาะช่วงเช้า
 - ภาระการปรับอากาศสูงขึ้นสำหรับระบบปรับ อากาศในช่วงบ่าย



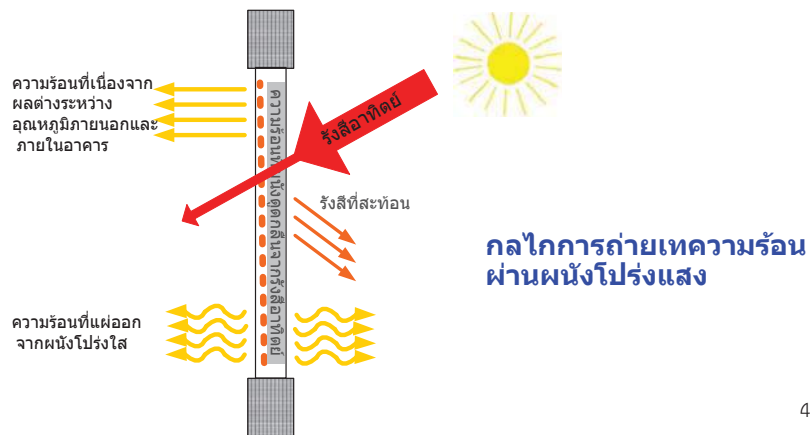
$$\text{มวลอุณหภาพ} = \text{ความหนาผนัง (m)} \times \text{ความหนาแน่นวัสดุผนัง (kg/m}^3\text{)} \times \text{ความจุความร้อนจำเพาะวัสดุผนัง (kJ/kg.K)}$$

*U = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

ผนังโปร่งแสง

การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง (ผนังกระจก)

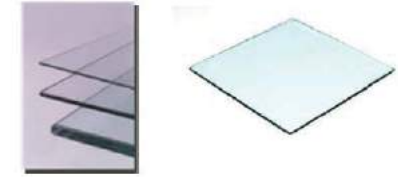
- หน้าต่างกระจกทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้สูง
- ความร้อนซึ่งรวมผลของรังสีอาทิตย์ที่ถ่ายเทผ่านผนังโปร่งแสงเข้าสู่อาคารต่อ หน่วยพื้นที่มีปริมาณ 5 เท่าของผนังทึบทั่วไป



ผนังโปร่งแสง

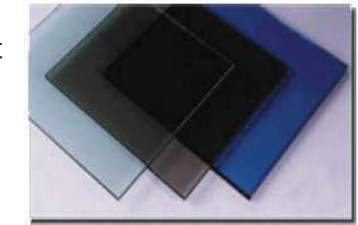
กระจกใส

- ให้แสงผ่านได้สูง (ร้อยละ 88)
- ความร้อนที่ผ่านเข้ามามาก
- มักติดฟิล์มกรองแสง หรือการใช้ร่วมกับอุปกรณ์บังแดด



กระจกสี

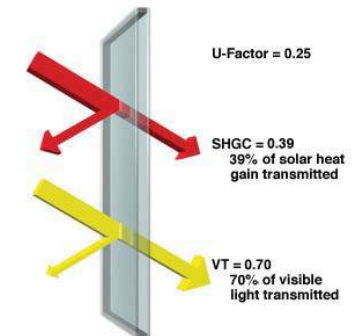
- กระจกสีหรือกระจกดูดกลืนความร้อน (Heat absorbing glass)
- การนำไปใช้งานควรให้ความระมัดระวัง



ผนังโปร่งแสง

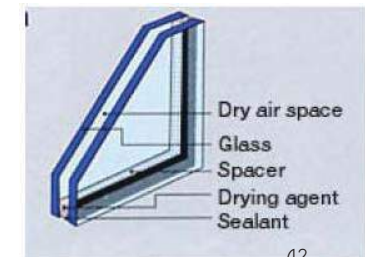
กระจกที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ (Low-e glass)

- เคลือบโลหะเงินเพื่อให้ได้ผิวมีการแผ่รังสีต่ำ
- ค่าแสงส่งผ่านมาก
- ค่าการสะท้อนแสงน้อย
- ค่าการถ่ายเทความร้อนค่อนข้างต่ำ



กระจกฉนวนกันความร้อน (Insulated glass)

- กระจก 2 ชั้น (Doubled Glazing)
- การแผ่รังสีความร้อนต่ำ
- ป้องกันการถ่ายเทความร้อนระหว่างภายในและภายนอกอาคารได้ดี



ผนังโปร่งแสง

สมรรถนะเชิงคุณภาพของผนังโปร่งแสง

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)

- แสดงความร้อนที่ส่งผ่านกระจกโดยการนำความร้อน
- กระจกชั้นเดียว $U \approx 5-6 \quad W.m^{-2}.K^{-1}$
- กระจกสองชั้น $U \approx 2.5-3.5 \quad W.m^{-2}.K^{-1}$

สัมประสิทธิ์การรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)

- แสดงการส่งผ่านรังสีอาทิตย์ผ่านกระจก
- ผลรวมของ Solar transmittance และความร้อนจากการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของกระจก

ผนังโปร่งแสง

ดัชนีสมรรถนะเชิงคุณภาพ (Thermal performance)

สัดส่วนสัมประสิทธิ์การส่งผ่านแสงต่อสัมประสิทธิ์การรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (Tv/SHGC)

- ✓ $Tv/SHGC > 1$ แสงสว่างผ่านได้มากกว่าความร้อน เหมาะสมกับการใช้งานแสงธรรมชาติเพื่อส่องสว่างในอาคาร
- ✓ กระจกสีเขียว/น้ำเงิน (บางชนิด) และกระจกฉาบสารลดการแผ่รังสีความร้อน จะมีค่าสัดส่วนนี้สูง เหมาะที่จะใช้ในบริเวณอาคารที่ต้องการใช้แสงธรรมชาติส่องสว่าง

อุปกรณ์บังแดดภายนอก

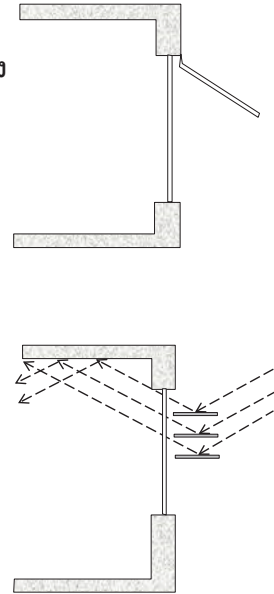
การใช้แสงธรรมชาติ (ผนังโปร่งแสง + อุปกรณ์บังแดด)

- ผนังโปร่งแสงมีศักยภาพในการใช้แสงธรรมชาติเพื่อการส่องสว่างสูง
- ผนังโปร่งแสงควรมีความสูงตั้งแต่ระดับพื้นที่ใช้งาน (working plane) ขึ้นไป

อุปกรณ์บังแดดภายนอกป้องกันรังสีอาทิตย์ได้ดีกว่าอุปกรณ์บังแดดภายใน

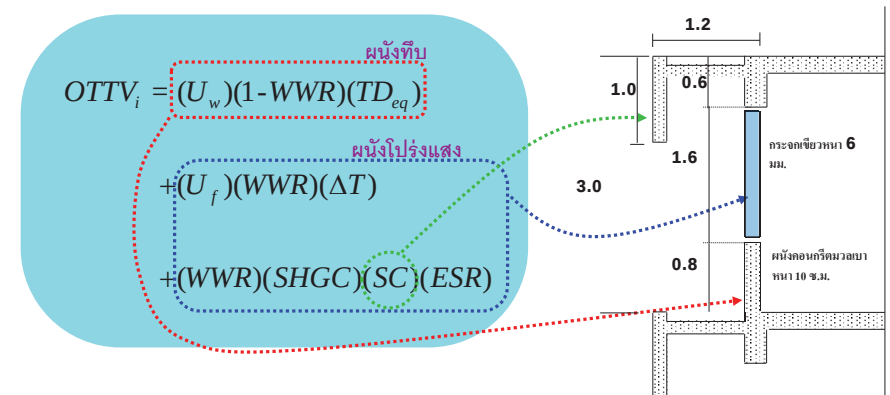
ประเภท

- อุปกรณ์บังแดดในแนวนอน (Horizontal shading device)
ให้ผลดีเมื่อใช้ในทิศเหนือและใต้
- อุปกรณ์บังแดดในแนวตั้ง (Vertical shading device)
ให้ผลดีเมื่อใช้ในทิศตะวันออกและตะวันตก



ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV)

ดัชนีแสดงปริมาณความร้อนเฉลี่ยที่ถ่ายเทผ่านกรอบอาคาร (ครอบคลุมทั้งผนังทึบและผนังโปร่งแสง) ที่เป็นผลต่อภาระการปรับอากาศของอาคาร



$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)(TD_{eq}) + (U_f)(WWR)\Delta T + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

ตัวแปรในสมการ OTTV

- OTTV_i คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (W/m²)
- U_w คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (W/m².°C)
- WWR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา
- TD_{eq} คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (°C)
- U_f คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสง/กระจก (W/m².°C)
- ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร (°C)
- SHGC คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่าน ผนังโปร่งแสงหรือกระจก
- SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด
- ESR คือ ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง (W/m²)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV)

*** คำนวณเช่นเดียวกับค่า OTTV ***

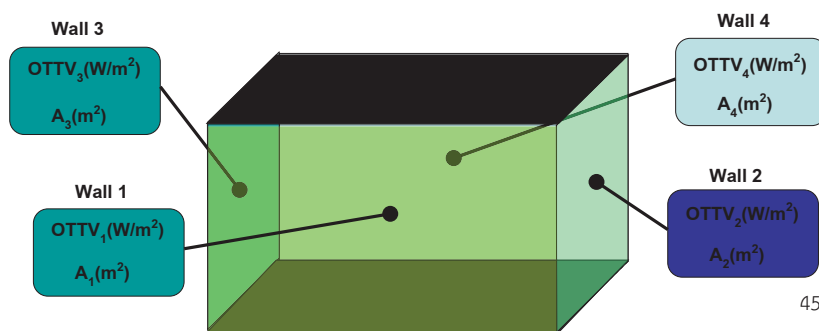
$$RTTV_i = \frac{(U_r)(1-SRR)(TD_{eq})}{\text{หลังคาทึบ}} + \frac{(U_f)(SRR)(\Delta T) + (SRR)(SHGC)(SC)(ESR)}{\text{หลังคาโปร่งแสง}}$$

$$RTTV = \frac{(A_{r1})(RTTV_1) + (A_{r2})(RTTV_2) + \dots + (A_{ri})(RTTV_i)}{A_{r1} + A_{r2} + \dots + A_{ri}}$$

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV)

OTTV ของอาคารที่มีการปรับอากาศ คำนวณจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารแต่ละด้าน (OTTV_i) รวมกัน

$$OTTV = \frac{(A_{w1})(OTTV_1) + (A_{w2})(OTTV_2) + \dots + (A_{wi})(OTTV_i)}{A_{w1} + A_{w2} + \dots + A_{wi}}$$



เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของกรอบอาคาร

ประเภทอาคาร / ลักษณะการใช้งานอาคาร	OTTV (W/m ² ของผนังด้านนอกอาคาร)	RTTV (W/m ² ของหลังคาอาคาร)
สำนักงาน สถานศึกษา	O-OTTV ≤ 50	O-RTTV ≤ 15
ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า โรงแรมที่พัก สถานบริการ อาคารชุมนุมคน	S-OTTV ≤ 40	S-RTTV ≤ 12
โรงแรม โรงพยาบาล อาคารชุด	H-OTTV ≤ 30	H-RTTV ≤ 10

3. การคำนวณค่าสมบัติเชิงอุณหภาพของ กรอบอาคาร

- 3.1 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ (U_w) และผนังโปร่งแสง (U_f)
- 3.2 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})
- 3.3 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร
สำหรับผนังโปร่งแสง (ΔT)
- 3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)
- 3.5 สัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading coefficient; SC)
- 3.6 รังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (Effective Solar Radiation; ESR)

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (U_w)

ความต้านทานความร้อน (R)

$$R = \frac{\Delta x}{k}$$

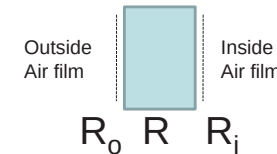
Δx คือ ความหนาของวัสดุ (m)

k คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ($W/m \cdot ^\circ C$)

R คือ ความต้านทานความร้อนของวัสดุ ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)

$$U = \frac{1}{R_T}$$



$$R_T = R_o + R + R_i$$

การค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)

ลำดับ	วัสดุ	ค่าสัมประสิทธิ์ การนำความร้อน k ($W/m^2 \cdot ^\circ C^{-1}$)	ความ หนาแน่น ρ (kg/m^3)	ความร้อน จำเพาะ c_p ($kJ/kg \cdot ^\circ C^{-1}$)
1	แผ่นฉนวนกันความร้อน	0.198	1860	1.00
2	แผ่นฉนวนกันความร้อน	0.108	720	1.00
3	วัสดุฉนวนกันความร้อน	1.226	1100	1.51
4	บิตูเมน (bitumen)	1.298	1100	1.26
5	อิฐ			
	(ก) แท่งและฉนวนหรือปิดด้วยแผ่น โฟมหรือกระเบื้อง	0.807	1760	0.837
	(ข) ผนัง (ไม่ฉนวน)	1.154	1600	0.79
6	คอนกรีต	1.442	2400	0.92
7	คอนกรีตมวลเบาความหนาแน่นต่าง ๆ			
	(ก) 620 ก.ก. ต่อ ลบ.ม.	0.160	620	0.84
	(ข) 960 ก.ก. ต่อ ลบ.ม.	0.303	960	0.84
	(ค) 1120 ก.ก. ต่อ ลบ.ม.	0.346	1120	0.84
	(ง) 1280 ก.ก. ต่อ ลบ.ม.	0.476	1280	0.84
8	บล็อกคอนกรีต	1.02	1370	0.92

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (U_w)

ตัวอย่างที่ 1

จงคำนวณค่าความต้านทานความร้อน (R) ของคอนกรีตมวลเบา (ความหนาแน่น $1,280 \text{ kg/m}^3$) หนา 10 cm

กำหนด ค่าความนำความร้อน (k) ของคอนกรีตมวลเบา = $0.476 \text{ W/m} \cdot ^\circ C$
ความหนาของคอนกรีตมวลเบา (Δx) = 0.100 m

คำนวณ ค่าความต้านทานความร้อน (R) = $0.100/0.476$
= $0.210 \text{ } ^\circ C \cdot m^2/W$

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (U_w)

โจทย์ที่ 1

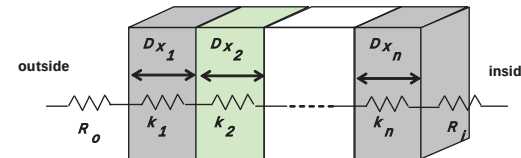
จงคำนวณค่าความต้านทานความร้อน (R)

วัสดุ	ความหนา	k (W/m.°C)	R (°C. m²/W)
อิฐมวลแห้ง (ความหนาแน่น 1,600 kg/m³)	5 cm	1.154	
ฉนวนใยแก้ว	5 cm	0.033	
แผ่นยิปซัม	12 mm	0.191	
ปูนฉาบ	1 cm	0.326	

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ (U_w)

ผนังที่ประกอบด้วยวัสดุหลายชนิด

$$R_T = R_o + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \dots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + R_i$$



R_T คือ ความต้านทานความร้อนรวมของผนังอาคาร
 R_o คือ ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายนอกอาคาร
 R_i คือ ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายในอาคาร
 Δx_n คือ ความหนาของวัสดุแต่ละชนิดที่ประกอบเป็นผนังอาคาร
 k_n คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดที่ประกอบเป็นผนังอาคาร

R_o และ R_i สำหรับผนังทึบ

[คู่มือ 5 - 5]

ชนิดของผิววัสดุที่ใช้ทำผนัง	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (m². °C / W)	
	ที่ผิวผนังด้านใน (R_i)	ที่ผิวผนังด้านนอก (R_o)
กรณีที่มีพื้นที่ผิวผนังมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.120	0.044
กรณีที่มีพื้นที่ผิวผนังมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299	0.044

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (U_w)

โจทย์ที่ 1

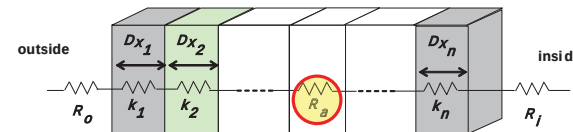
จงคำนวณค่าความต้านทานความร้อน (R)

วัสดุ	ความหนา	k (W/m.°C)	R (°C. m²/W)
อิฐมวลแห้ง (ความหนาแน่น 1,600 kg/m³)	5 cm	1.154	0.043
ฉนวนใยแก้ว	5 cm	0.033	1.515
แผ่นยิปซัม	12 mm	0.191	0.063
ปูนฉาบ	1 cm	0.326	0.031

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ (U_w)

ผนังที่มีช่องว่างอากาศอยู่ภายใน

$$R_T = R_o + \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \dots + R_a + \dots + \frac{\Delta x_n}{k_n} + R_i$$



R_a คือ ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่อยู่ภายในช่องว่างอากาศภายในผนัง

[คู่มือ 5 - 5]

ชนิดของผิววัสดุที่ใช้ทำผนังด้านในช่องว่างอากาศ	ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศ (m².°C/W)		
	ความหนาของช่องว่างอากาศ		
	5 mm	20 mm	100 mm
ผิวผนังมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.11	0.148	0.160
ผิวผนังมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.25	0.578	0.606

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ (U_w)

ตัวอย่างที่ 2

จงคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ (U_w) ซึ่งประกอบด้วยคอนกรีตมวลเบา (ความหนาแน่น 1,280 kg/m³) หนา 10 cm ฉาบปูนหนา 1 cm ทั้งด้านนอกและด้านใน

วัสดุ	$\Delta x/k$	ความต้านทาน (R)	หมายเหตุ
ฟิล์มอากาศด้านนอก		0.044	ผนังแนวตั้ง
ปูนฉาบ	0.01/0.326	0.0306	
คอนกรีตมวลเบา	0.10/0.476	0.210	คอนกรีตความหนาแน่น 1,280 kg/m ³
ปูนฉาบ	0.01/0.326	0.0306	
ฟิล์มอากาศด้านใน		0.120	ผนังแนวตั้ง
ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)		0.435	
ความนำความร้อนรวม ($U_w=1/R_T$)		2.297	

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ (U_w)

โจทย์ที่ 2

ผนังแบบที่ 2 คอนกรีตมวลเบา (ความหนาแน่น 1,280 kg/m³) หนา 10 cm ฉาบปูนหนา 1 cm ด้านนอก โดยด้านในติดฉนวนใยแก้ว (ความหนาแน่น 32 kg/m³) ซึ่งมีแผ่นสะท้อนรังสีหนา 5 cm และแผ่นยิปซัมหนา 1.2 cm

วัสดุ	$\Delta x/k$	ความต้านทาน (R)	หมายเหตุ
ฟิล์มอากาศด้านนอก		0.044	
ปูนฉาบ	0.01/0.326	0.031	ความหนา 1 ซม.
คอนกรีตมวลเบา	0.10/0.476	0.210	ความหนา 10 ซม.
ฉนวนใยแก้ว	0.05/0.033	1.515	ความหนา 5 ซม.
แผ่นยิปซัม	0.012/0.191	0.063	ความหนา 1.2 ซม.
ฟิล์มอากาศด้านใน		0.120	
ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)			
ความนำความร้อนรวม ($U_w=1/R_T$)			

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ (U_w)

โจทย์ที่ 2

ผนังแบบที่ 2 คอนกรีตมวลเบา (ความหนาแน่น 1,280 kg/m³) หนา 10 cm ฉาบปูนหนา 1 cm ด้านนอก โดยด้านในติดฉนวนใยแก้ว (ความหนาแน่น 32 kg/m³) ซึ่งมีแผ่นสะท้อนรังสีหนา 5 cm และแผ่นยิปซัมหนา 1.2 cm

วัสดุ	$\Delta x/k$	ความต้านทาน (R)	หมายเหตุ
ฟิล์มอากาศด้านนอก		0.044	
ปูนฉาบ	0.01/0.326	0.031	ความหนา 1 ซม.
คอนกรีตมวลเบา	0.10/0.476	0.210	ความหนา 10 ซม.
ฉนวนใยแก้ว	0.05/0.033	1.515	ความหนา 5 ซม.
แผ่นยิปซัม	0.012/0.191	0.063	ความหนา 1.2 ซม.
ฟิล์มอากาศด้านใน		0.120	
ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)		1.983	
ความนำความร้อนรวม ($U_w=1/R_T$)		0.504	

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังโปร่งแสง (U_f)

กระจกชั้นเดียว

$$U_f = \frac{1}{R_f}$$

R_f คือ ความต้านทานความร้อนของกระจกหรือผนังโปร่งแสง หน่วยเป็น $m^2 \cdot ^\circ C / W$

$$R_f = R_i + \frac{\Delta x}{k_g} + R_o$$

R_i , R_o คือ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่พื้นผิวของผนังภายในและภายนอกอาคาร หน่วยเป็น $m^2 \cdot ^\circ C / W$

Δx คือ ความหนาของกระจกหรือผนังโปร่งแสง หน่วยเป็น m

k_g คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุกระจกหรือผนังโปร่งแสง หน่วยเป็น $W/m \cdot ^\circ C$

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังโปรงแสง (U_f)

กระจกหลายชั้น และมีช่องว่างอากาศภายใน

ความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศที่อยู่ระหว่างแผ่นกระจกหรือผนังโปรงแสง

ความกว้างของ ช่องว่างอากาศ (mm)	ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศ ($m^2 \cdot ^\circ C / W$)	
	พื้นผิวที่มี ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	พื้นผิวที่มี ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ
13	0.119	0.345
10	0.110	0.278
7	0.097	0.208
6	0.091	0.196
5	0.084	0.167

[คู่มือ 5 - 48]

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังโปรงแสง (U_f)

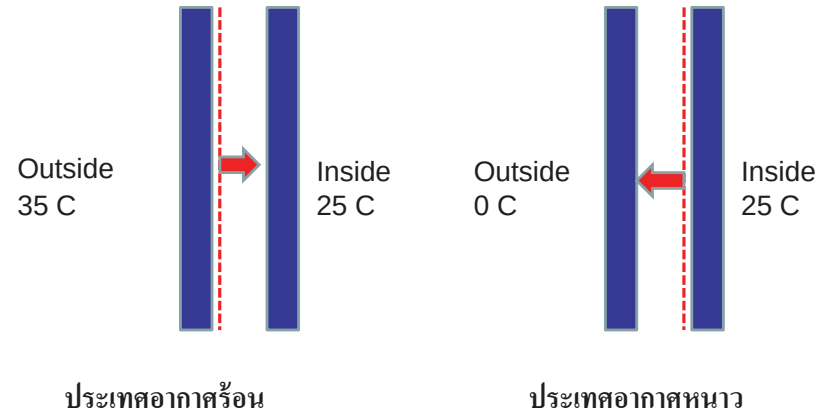
การเลือกใช้ค่าความต้านทานช่องว่างอากาศ

- ✓ กระจกหรือผนังโปรงแสงทั่วไป ใช้ค่าของพื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง (High emissivity coating)
- ✓ กระจกหรือผนังโปรงแสงที่เคลือบด้วยสารที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ ใช้ค่าของพื้นผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ (Low emissivity coating)

การคำนวณค่าความต้านทานช่องว่างอากาศ

- ✓ ความกว้างของช่องว่างอากาศ 5-13 มิลลิเมตร หาค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศโดยวิธีเชิงเส้น
- ✓ ช่องว่างอากาศกว้างกว่า 13 มิลลิเมตร ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศที่ความกว้าง 13 มิลลิเมตร

การติดตั้งกระจก low-e



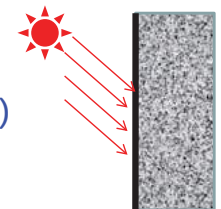
ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)TD_{eq} + (U_f)(WWR)\Delta T + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

ค่าความแตกต่างอุณหภูมิซึ่งรวมผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ

TD_{eq} แปรผันตาม

- ✓ สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)
- ✓ มวลสารของวัสดุผนัง (DSH)
- ✓ ทิศทางและมุมเอียงของผนัง

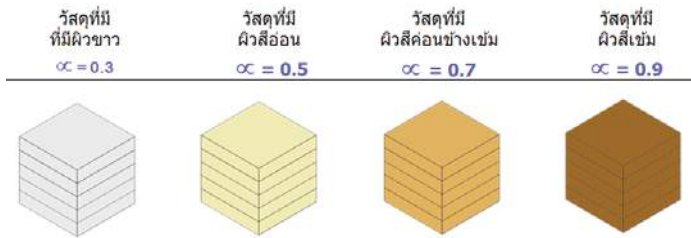


ความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

สัมประสิทธิ์การดักกลืนรังสีอาทิตย์ (α)

สีผิววัสดุ	สัมประสิทธิ์การดักกลืนรังสีอาทิตย์
วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสงและวัสดุที่มีผิวสีขาว	0.3
วัสดุที่มีผิวสีอ่อน	0.5
วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม	0.7
วัสดุที่มีผิวสีเข้ม	0.9

[คู่มือ 5 - 8]



ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

ผลคูณของความหนาแน่น-ความร้อนจำเพาะ-ความหนาของผนัง (Density-specific heat product, DSH)

- แสดงศักยภาพในการดักกลืน สะสม และหน่วงความร้อนของผนังทึบ
- สัมพันธ์กับความหนาแน่น ความร้อนจำเพาะ และความหนาของวัสดุผนัง

ผนังทึบประกอบด้วยวัสดุชนิดเดียว

$$DSH_i = (\rho_i)(c_{pi})(\Delta x_i)$$

DSH_i คือ ผลคูณของความหนาแน่น-ความร้อนจำเพาะ-ความหนาของผนัง
 ρ_i คือ ความหนาแน่นของวัสดุ i
 C_{pi} คือ ความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ i
 Δx_i คือ ความหนาของวัสดุ i

ผนังทึบประกอบด้วยวัสดุ n ชนิด

$$DSH = DSH_1 + DSH_2 + \dots + DSH_n$$

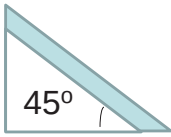
*** กรณีที่ผนังมีช่องว่างอากาศอยู่ภายใน
ให้ถือว่าช่องว่างอากาศดังกล่าวนี้
ไม่ทำให้ ผลคูณของความหนาแน่นและ
ความร้อนจำเพาะของผนังเปลี่ยนแปลงไป

ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

ตัวอย่างค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ของผนังทึบ กรณีอาคารสำนักงาน & สถานศึกษา (ใช้ค่าแยกตามประเภทอาคาร)

มุมเงยของผนัง, องศา	ทิศทาง	DSH_i $kJ m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$	สัมประสิทธิ์การดักกลืนรังสีอาทิตย์			
			0.3	0.5	0.7	0.9
0	ทุกทิศทาง	15	16.5	25.0	33.6	42.1
		30	16.2	24.6	33.0	41.5
		50	15.7	24.0	32.3	40.6
		100	14.4	22.3	30.3	38.2
		200	12.1	19.1	26.1	33.1
		300	10.5	16.8	23.0	29.2
		400	10.2	16.2	22.2	28.3
15	ทิศเหนือ	15	15.8	23.6	31.5	39.3
		30	15.4	23.2	31.0	38.7
		50	14.9	22.6	30.2	37.9
		100	13.7	21.0	28.3	35.6
		200	11.6	18.0	24.5	30.9
		300	10.1	15.9	21.6	27.4
		400	9.8	15.4	20.9	26.5
	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	15	16.2	24.4	32.6	40.8
		30	15.8	24.0	32.1	40.2
		50	15.4	23.4	31.4	39.4
		100	14.1	21.8	29.4	37.0
		200	11.9	18.7	25.4	32.2
		300	10.4	16.4	22.4	28.4
		400	10.1	15.9	21.7	27.5

0° = หลังคา Flat



มุมด้านใน
อาคาร

[คู่มือ 5 - 10]

ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

ตัวอย่างที่ 3

จงคำนวณค่า DSH ของผนังทึบ (จากตัวอย่างที่ 2) ซึ่งประกอบด้วยคอนกรีตมวลเบา (ความหนาแน่น 1,280 kg/m³) หนา 10 cm ฉาบปูนหนา 1 cm ทั้งด้านนอกและด้านใน กำหนดให้สีด้านนอกของผนังทึบมีค่าการดักกลืนรังสีอาทิตย์ = 0.5

วัสดุ	Density specific heat (DSH)	
ปูนฉาบ	1200 x 0.84 x 0.01	10.08
คอนกรีตมวลเบา	1280 x 0.84 x 0.10	107.52
ปูนฉาบ	1200 x 0.84 x 0.01	10.08
ผนังทึบ		127.68

ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

ตัวอย่างที่ 3

จงคำนวณค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) กรณีอาคารเป็นห้างสรรพสินค้า

ตาราง TD_{eq} ของอาคารประเภทห้างสรรพสินค้า 1 [คู่มือ 5 - 33]

มุมเอียงผนัง	ทิศทาง	DSH	สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์			
			0.3	0.5	0.7	0.9
90	ทิศเหนือ	15	8.3	10.6	12.9	15.2
		30	8.4	10.7	13.1	15.4
		50	8.4	10.8	13.2	15.5
		100	8.4	10.9	13.3	15.7
		200	8.1	10.5	12.9	15.2
		300	7.5	9.8	12.1	14.4
		400	7.0	9.2	11.4	13.6
ทิศ		เหนือ	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก	
ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})		10.80	12.97	13.65	12.91	

ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

โจทย์ที่ 3

จงคำนวณค่า DSH ของผนังแบบที่ 2 (จากโจทย์ที่ 2) กำหนดให้สัดส่วนของผนังเป็นสี่เหลี่ยม (ค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ = 0.5)

จงคำนวณค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) กรณีอาคารเป็นห้างสรรพสินค้า

วัสดุ	Density specific heat (DSH)			
ปูนฉาบ				
คอนกรีตมวลเบา				
ฉนวนใยแก้ว				
แผ่นยิปซัม				
ผนังทึบ				
DSH	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})			
	เหนือ	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก

ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

โจทย์ที่ 3

[สไลด์ 29]

จงคำนวณค่า DSH ของผนังแบบที่ 2 (จากโจทย์ที่ 2) กำหนดให้สัดส่วนของผนังเป็นสี่เหลี่ยม (ค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ = 0.5)

จงคำนวณค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) กรณีอาคารเป็นห้างสรรพสินค้า

วัสดุ	Density specific heat (DSH)			
ปูนฉาบ	1,200 x 0.84 x 0.01	10.08		
คอนกรีตมวลเบา	1,280 x 0.84 x 0.1	107.52		
ฉนวนใยแก้ว	32 x 0.96 x 0.05	1.54		
แผ่นยิปซัม	800 x 1.09 x 0.012	10.46		
ผนังทึบ		129.60		
DSH	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD _{eq})			
	เหนือ	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก
129.60	10.78	12.87	13.58	12.82

ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร สำหรับผนังโปร่งแสง (ΔT)

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)TD_{eq} + (U_f)(WWR)\Delta T + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

ประเภทอาคาร	สำนักงาน/สถานศึกษา	ห้างสรรพสินค้า/ศูนย์การค้า	โรงพยาบาล/โรงแรม
$\Delta T (^{\circ}C)$	5	5	3

[คู่มือ 5 - 48]

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)

- แสดงอัตราส่วนของรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านวัสดุโปร่งแสงหรือโปร่งใสของช่องแสง (ของทั้งผนังและหลังคา) และก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าภายในอาคาร
- ค่า SHGC รวมผลของความร้อนจาก
 - ✓ รังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจกหรือวัสดุโปร่งแสงโดยตรง
 - ✓ การถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากรังสีอาทิตย์ที่ถูกดูดกลืนไว้ในตัวกระจกหรือวัสดุโปร่งแสงเข้ามายังภายในอาคาร

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)

ตัวอย่างที่ 4

จงคำนวณค่าความต้านทานความร้อน (R) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) ค่า SHGC และค่าอัตราส่วน Tv/SHGC ของกระจกใส ความหนา 10 mm

โครงสร้าง	$\Delta x/k$	ความต้านทาน (R)	หมายเหตุ
ฟิล์มอากาศด้านนอก		0.044	กระจกแนวตั้ง
กระจกใส	0.01/1.053	0.0095	กระจกหนา 10 mm
ฟิล์มอากาศด้านใน		0.120	กระจกแนวตั้ง
ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)		0.173	
ความนำความร้อนรวม ($U_F=1/R_T$)		5.764	
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)		0.73	
อัตราส่วน $T_v/SHGC$		= 0.88/0.73 = 1.20	

หมายเหตุ: กำหนดให้ ค่า $T_v = 0.88$ และ ค่า SHGC = 0.73

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) [คู่มือ 5 - 49]

ความหนาของกระจก (มิลลิเมตร)	ชนิดของกระจก	Visible transmittance	SHGC
กระจกสะท้อนแสงชั้นเดียว (Reflective single glazing)			
6	กระจกใสเคลือบโลหะสแตนเลส 20% (Stainless steel reflective coating 20% on clear glass)	0.20	0.28
6	กระจกใสเคลือบไทเทเนียม 20% (Titanium reflective coating 20% on clear glass)	0.20	0.27
6	กระจกใสเคลือบไทเทเนียม 30% (Titanium reflective coating 30% on clear glass)	0.30	0.35
กระจกสองชั้น ไม่เคลือบผิว (Uncoated double glazing)			
6	กระจกใส-กระจกใส	0.78	0.60
6	กระจกสีบรอนซ์-กระจกใส	0.47	0.41
6	กระจกสีเขียว-กระจกใส	0.68	0.41
6	กระจกสีเทา-กระจกใส	0.41	0.39
6	กระจกสีฟ้าอมเขียว-กระจกใส	0.67	0.43
6	กระจกสีเขียวคุณภาพสูง-กระจกใส	0.59	0.33

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)

โจทย์ที่ 4

จงคำนวณค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_T)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)

ค่า SHGC และค่าอัตราส่วน $T_v/SHGC$ ของกระจกต่อไปนี้



ชนิดกระจก	กระจกเขียว ความหนา 6 mm	กระจกสีเขียว-กระจกใส ช่องว่างอากาศ 6 mm
ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)		
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)		
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)		
อัตราส่วน $T_v/SHGC$		

หมายเหตุ: กำหนดให้กระจกใส / เขียว มีค่า $k = 1.053 \text{ W/m}^2\text{K}$

ค่า T_v และ SHGC ให้ใช้ค่าตามตารางใน [คู่มือ 5-49]

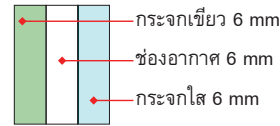
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)

โจทย์ที่ 4

จงคำนวณค่าความต้านทานความร้อนรวม (R_T)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)

ค่า SHGC และค่าอัตราส่วน $T_v/SHGC$ ของกระจกต่อไปนี้



ชนิดกระจก	กระจกเขียว ความหนา 6 mm	กระจกสีเขียว-กระจกใส ความหนา 6 mm ช่องว่างอากาศ 6 mm
ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)	0.170	0.266
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)	5.893	3.754
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)	0.54	0.41
อัตราส่วน $T_v/SHGC$	$0.76/0.54 = 1.407$	$0.68/0.41 = 1.658$

หมายเหตุ: กำหนดให้กระจกใส / เขียว มีค่า $k = 1.053 \text{ W/m}^2\text{K}$

ค่า T_v และ SHGC ให้ใช้ค่าตามตารางใน [คู่มือ 5-49]

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)

จากโจทย์ 4 เเล้วยวิธีหาค่า (R) และ (U) ของ

กระจกสีเขียว-กระจกใส ความหนา 6 mm
ช่องว่างอากาศ 6 mm



โครงสร้าง	$\Delta x/k$	ความต้านทาน (R)
ฟิล์มอากาศด้านนอก		0.0440
กระจกเขียว หนา 6 mm	0.006/1.053	0.0057
ช่องอากาศ หนา 6 mm		0.0910
กระจกใส หนา 6 mm	0.006/1.053	0.0057
ฟิล์มอากาศด้านใน		0.1200
ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)		0.2664
ความนำความร้อนรวม ($U = 1/R_T$)		3.7538

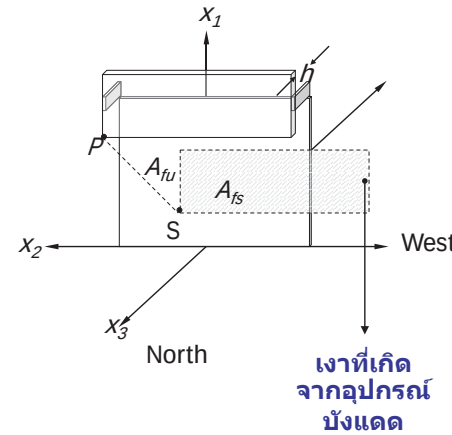
[สไลด์ 25]

[สไลด์ 31]

[สไลด์ 25]

หมายเหตุ: กำหนดให้กระจกใส / เขียว มีค่า $k = 1.053 \text{ W/m}^2\text{K}$

สัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading coefficient; SC)



$$SC = E_{ew} / E_{et\theta}$$

E_{ew} คือ รังสีอาทิตย์ที่ผ่านอุปกรณ์บังแดด มาตกกระทบบนหน้าต่าง/ผนัง ด้านที่พิจารณา หน่วยเป็น W/m^2
 $E_{et\theta}$ คือ รังสีรวมของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่ ตกกระทบหน้าต่างที่พิจารณา เสมือนหนึ่งไม่มีอุปกรณ์บังแดด หน่วยเป็น W/m^2

เงาที่เกิด
จากอุปกรณ์
บังแดด

รังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (Effective Solar Radiation; ESR)

[คู่มือ 5 - 56]

มุมเอียง (องศา)	ทิศทางของผนัง							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38
15	405.00	421.74	433.61	440.00	441.62	438.90	431.51	419.53
30	358.99	390.20	412.96	425.48	428.59	422.98	408.39	385.65
45	306.68	348.31	379.58	397.17	401.47	393.20	372.57	341.61
60	255.37	301.60	337.61	358.44	363.45	353.18	328.62	293.33
75	212.39	255.60	291.21	312.65	317.70	306.52	281.11	246.70
90	185.06	215.84	244.53	263.14	267.41	256.82	234.58	207.62

ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (ESR)
สำหรับอาคารประเภทสำนักงานหรือสถานศึกษา
(แยกตามประเภทอาคาร)

รังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (Effective Solar Radiation; ESR) [คู่มือ 5 - 56]

ตัวอย่างที่ 5 จงคำนวณหาค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (ESR) กรณีอาคารสำนักงาน

มุมเฉียง (องศา)	ทิศทางของผนัง							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38
15	405.00	421.74	433.61	440.00	441.62	438.90	431.51	419.53
30	358.99	390.20	412.96	425.48	428.59	422.98	408.39	385.65
45	306.68	348.31	379.58	397.17	401.47	393.20	372.57	341.61
60	255.37	301.60	337.61	358.44	363.45	353.18	328.62	293.33
75	212.39	255.60	291.21	312.65	317.70	306.52	281.11	246.70
90	185.06	215.84	244.53	263.14	267.41	256.82	234.58	207.62

ชนิดกระจก	ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (ESR)			
	เหนือ (N)	ตะวันออก (E)	ใต้ (S)	ตะวันตก (W)
กระจกใส ความหนา 10 mm	185.06	244.53	267.41	234.58

รังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (Effective Solar Radiation; ESR)

โจทย์ที่ 5

จงคำนวณค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (ESR) สำหรับ
กระจกเขียวความหนา 6 มม. กรณีห้างสรรพสินค้า

ชนิดกระจก	ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (ESR)			
	เหนือ (N)	ตะวันออก (E)	ใต้ (S)	ตะวันตก (W)
กระจกเขียว ความหนา 6 มม.	133.52	162.04	189.27	173.98

ชนิดและความหนาของ
กระจกไม่มีผลต่อค่า ESR

[คู่มือ 5 - 56]

รังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (Effective Solar Radiation; ESR)

โจทย์ที่ 5

จงคำนวณค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (ESR) สำหรับ
กระจกเขียวความหนา 6 มม. กรณีห้างสรรพสินค้า

ชนิดกระจก	ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (ESR)			
	เหนือ (N)	ตะวันออก (E)	ใต้ (S)	ตะวันตก (W)
กระจกเขียว ความหนา 6 มม.				

ชนิดและความหนาของ
กระจกไม่มีผลต่อค่า ESR

[คู่มือ 5 - 56]

4. การคำนวณค่า OTTV และ RTTV

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังของอาคาร (OTTV)

$$OTTV_i = (U_w)(1 - WWR)(TD_{eq}) + (U_f)(WWR)(\Delta T) + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV)

$$RTTV_i = (U_r)(1 - SRR)(TD_{eq}) + (U_f)(SRR)(\Delta T) + (SRR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

$$RTTV = \frac{(A_{r1})(RTTV_1) + (A_{r2})(RTTV_2) + \dots + (A_{ri})(RTTV_i)}{A_{r1} + A_{r2} + \dots + A_{ri}}$$

- RTTV_i คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาที่พิจารณา หน่วยเป็น W/m²
 U_r คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาที่พิจารณา หน่วยเป็น W/m².°C
 SRR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสง และ/หรือ ผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมด
 ของหลังคาที่พิจารณา
 A_{ri} คือ พื้นที่ของหลังคาที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่หลังคาที่โปร่งแสงและโปร่งแสง หน่วยเป็น m²

ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับหลังคาอาคาร

ชนิดของวัสดุที่ทำหลังคา	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ((m ² .°C)/W)				
	ที่ผิวหลังคาด้านใน (R _i) ที่มุมเอียงต่างๆ กันจากแนวนอน				ที่ผิวหลังคา ด้านนอก (R _o) ที่มุมเอียงใดๆ
	0 องศา	22.5 องศา	45 องศา	60 องศา	
กรณีที่พื้นผิวหลังคามีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.162	0.148	0.133	0.126	0.055
กรณีที่พื้นผิวหลังคามีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.801	0.595	0.391	0.249	

[คู่มือ 5 - 58]

ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศที่อยู่ภายในหลังคาอาคาร

ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำผิวหลังคาด้านนอก		ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศ (m ² .°C/W)		
		ความหนาของช่องว่างอากาศ		
		5 mm	20 mm	100 mm
กรณีที่พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง				
ความลาดเอียงจากพื้นผิวแนวนอน	0 องศา	0.11	0.148	0.174
	22.5 องศา	0.11	0.148	0.165
	45 องศา	0.11	0.148	0.158
กรณีที่พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ				
ความลาดเอียงจากพื้นผิวแนวนอน	0 องศา	0.25	0.572	1.423
	22.5 องศา	0.25	0.571	1.095
	45 องศา	0.25	0.570	0.768



อลูมิเนียมฟอยล์ - เป็นวัสดุแผ่รังสีต่ำ

[คู่มือ 5 - 59]

ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศที่อยู่ภายในหลังคาอาคาร

- กรณีทั่วไปให้ถือเป็นพื้นผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง
- พื้นผิวของหลังคาด้านติดช่องว่างอากาศเป็นผิวสะท้อนรังสี (ดีฟอยล์สะท้อนรังสี) ถือเป็นพื้นผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ
- ช่องว่างอากาศภายในหลังคา กว้าง 5-20 mm หรือ 20-100 mm ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วงเพื่อหาค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศ
- ช่องว่างอากาศกว้างเกินกว่า 100 mm ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศที่ความกว้าง 100 mm

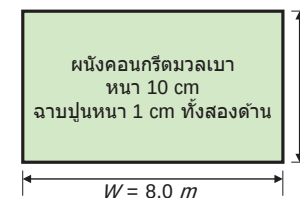
ช่องว่างอากาศระหว่างหลังคาและเพดานในกรณีที่หลังคาห่างจากเพดานเกินกว่า 200 mm และไม่มีชั้นวัสดุระหว่างกลาง ให้ใช้ค่าความต้านทานตามตารางด้านล่าง

ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเพดาน	ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศ (m ² . C/W)
พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.458
พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	1.356 [คู่มือ 5 - 59]

ตัวอย่างที่ 6

คำนวณค่า OTTV ของผนังของห้างสรรพสินค้า 3 ชั้น

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)TD_{eq} + (U_g)(WWR)\Delta T + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$



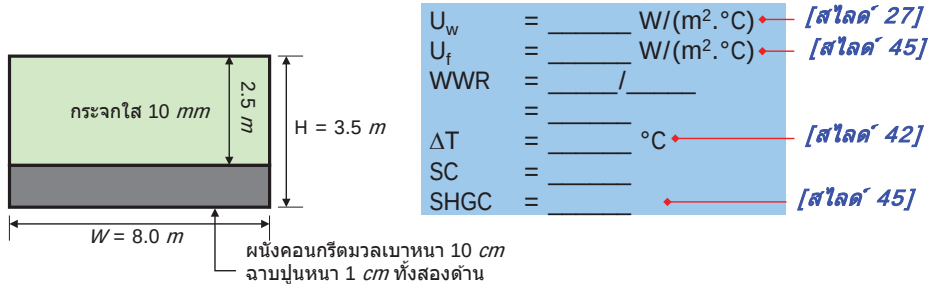
$$\begin{aligned} U_w &= 2.297 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{°C)} \quad [\text{สไลด์ 27}] \\ WWR &= 0/(8.0 \times 3.5) \\ &= 0 \end{aligned}$$

ทิศ	N	E	S	W
TD_{eq}	10.80	12.97	13.65	12.91 [สไลด์ 39]
$OTTV \text{ (W/m}^2\text{)}$	24.80	29.79	31.35	29.65

↓
= 2.297 x 10.80
= 24.80

โจทย์ที่ 6

คำนวณค่า OTTV ของผนังของห้างสรรพสินค้า 3 ชั้น

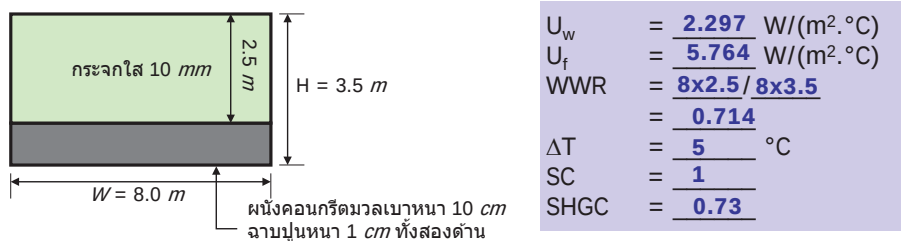


ทิศ	N	E	S	W
ESR				
TD_{eq}				
OTTV (W/m^2)				

[สไลด์ 53]
[สไลด์ 58]

โจทย์ที่ 6

คำนวณค่า OTTV ของผนังของห้างสรรพสินค้า 3 ชั้น



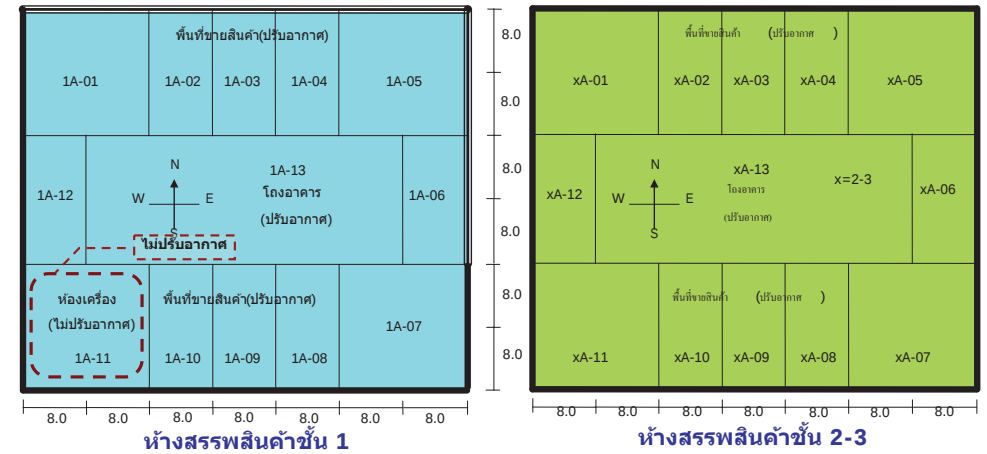
ทิศ	N	E	S	W
ESR	133.52	162.04	189.27	173.98
TD_{eq}	10.80	12.97	13.65	12.91
OTTV (W/m^2)	97.29	113.59	128.23	119.78

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)TD_{eq} + (U_f)(WWR)\Delta T + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

$$OTTV_i = (2.297)(1-0.714)10.8 + (5.764)(0.714)5 + (0.714)(0.73)(1)(133.52) = 97.29$$

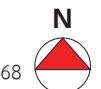
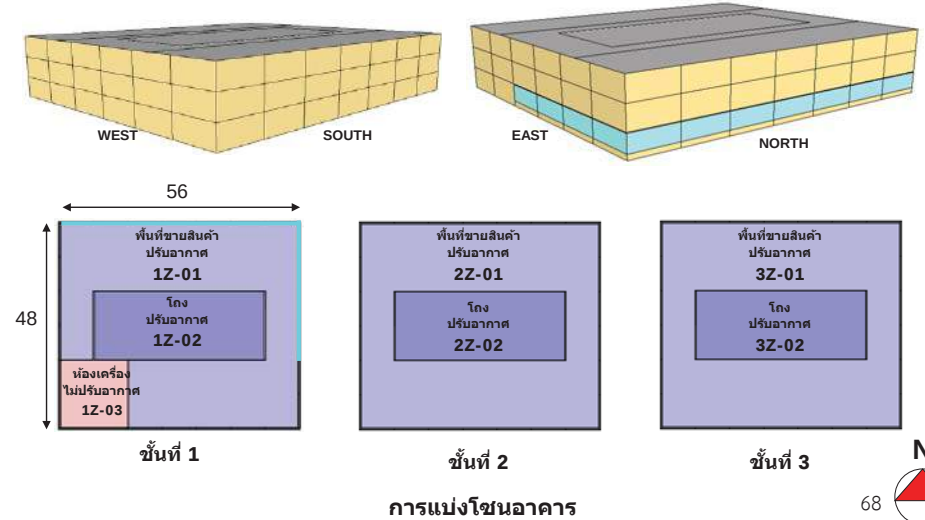
โจทย์ที่ 6

คำนวณค่า OTTV ของผนังของห้างสรรพสินค้า 3 ชั้น



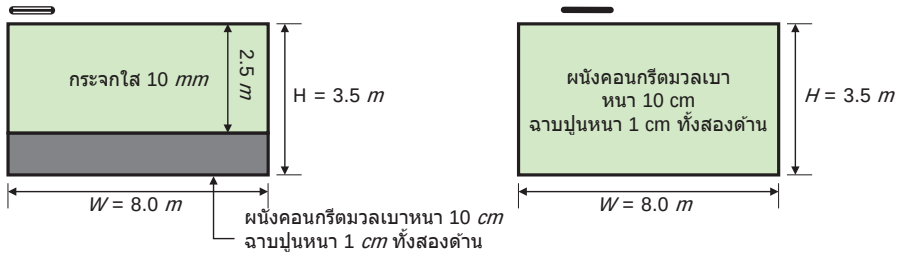
โจทย์ที่ 6

คำนวณค่า OTTV ของผนังของห้างสรรพสินค้า 3 ชั้น



โจทย์ที่ 6

คำนวณค่า OTTV ของผนังของห้องสรรพสินค้า 3 ชั้น



พื้นที่ผนัง	เนื้อ	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก
ห้องสรรพสินค้า (ชั้นที่ 1-3)	แบบที่ 1	(0.33) 196.0	112.0	0.0
	แบบที่ 2	(0.67) 392.0	392.0	532.0
	รวม	(1.00) 588.0	504.0	448.0

$$\begin{aligned}
 OTTV &= (OTTV_1)(A_1) + (OTTV_2)(A_2) \\
 &= (97.29)(196/588) + (24.80)(392/588) \\
 &= (97.29)(0.33) + (24.80)(0.67) = 48.96 \text{ W/m}^2 \\
 &\quad [\text{สไลด์ 60}] \quad [\text{สไลด์ 58}]
 \end{aligned}$$

โจทย์ที่ 6

คำนวณค่า OTTV ของผนังของห้องสรรพสินค้า 3 ชั้น

$$OTTV = \frac{(A_{w1})(OTTV_1) + (A_{w2})(OTTV_2) + \dots + (A_{wi})(OTTV_i)}{A_{w1} + A_{w2} + \dots + A_{wi}}$$

ประเภทของอาคาร	OTTV (W/m ²)			
	N	E	S	W
ห้องสรรพสินค้า				

$$OTTV \text{ รวม} = \text{_____} \text{ วัตต์/ตร.ม. (W/m}^2\text{)}$$

ประเภทอาคาร	ศักยภาพของระบบกรอบอาคาร		ผลประเมิน
	เกณฑ์ขั้นต่ำ	อาคารตัวอย่าง	
ห้องสรรพสินค้า	_____ W/m ²	_____ W/m ²	_____ ผ่าน _____ ไม่ผ่าน

โจทย์ที่ 6

คำนวณค่า OTTV ของผนังของห้องสรรพสินค้า 3 ชั้น

$$OTTV = \frac{(A_{w1})(OTTV_1) + (A_{w2})(OTTV_2) + \dots + (A_{wi})(OTTV_i)}{A_{w1} + A_{w2} + \dots + A_{wi}}$$

ประเภทของอาคาร	OTTV (W/m ²)			
	N	E	S	W
ห้องสรรพสินค้า	48.96	48.40	31.35	29.65

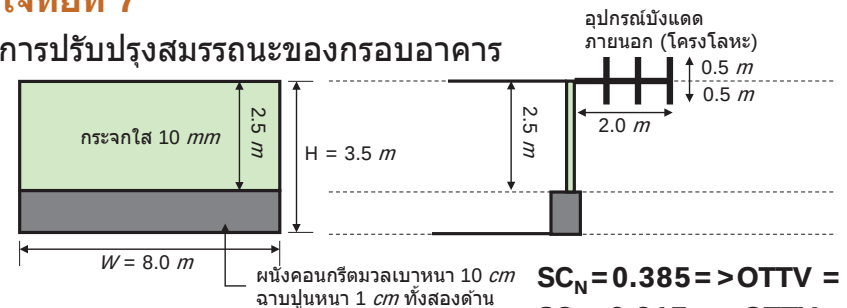
$$OTTV \text{ รวม} = 40.13 \text{ วัตต์/ตร.ม. (W/m}^2\text{)}$$

$$= \frac{(48.96 \times 588) + (48.4 \times 504) + (31.35 \times 532) + (29.65 \times 448)}{(588 + 504 + 532 + 448)}$$

ประเภทอาคาร	ศักยภาพของระบบกรอบอาคาร		ผลประเมิน
	เกณฑ์ขั้นต่ำ	อาคารตัวอย่าง	
ห้องสรรพสินค้า	40 W/m ²	40.13 W/m ²	_____ ผ่าน _____ ไม่ผ่าน

โจทย์ที่ 7

การปรับปรุงสมรรถนะของกรอบอาคาร



$$\begin{aligned}
 SC_N &= 0.385 \Rightarrow OTTV = 54.48 \\
 SC_E &= 0.317 \Rightarrow OTTV = 55.88
 \end{aligned}$$

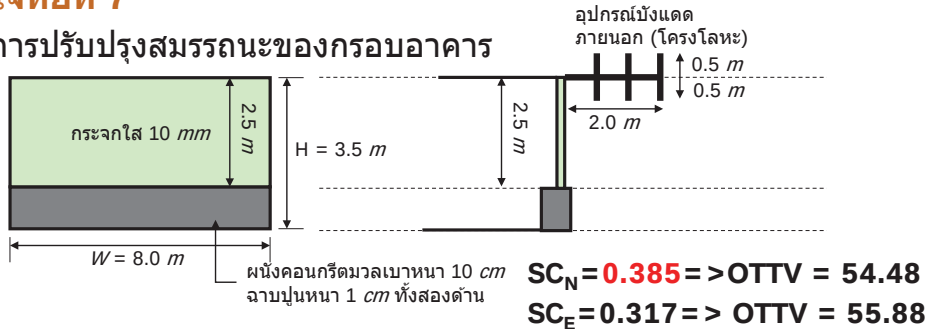
ประเภทของอาคาร	OTTV (W/m ²)			
	N	E	S	W
ห้องสรรพสินค้า				

$$OTTV \text{ รวม} = \text{_____} \text{ วัตต์/ตร.ม.}$$

$$\text{เดิม } SC=1, OTTV=97.29$$

โจทย์ที่ 7

การปรับปรุงสมรรถนะของกรอบอาคาร



ประเภทของ อาคาร	OTTV (W/m ²)			
	N	E	S	W
ห้างสรรพสินค้า	34.69	35.59	31.35	29.65

OTTV รวม = 32.96 วัตต์/ตร.ม.

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)TD_{eq} + (U_g)(WWR)\Delta T + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

$$OTTV_i = (2.297)(1-0.714)10.8 + (5.764)(0.714)5 + (0.714)(0.73)(0.385)(133.52) = 54.48$$

ดย. ผังแบบที่ 1
ด้านทิศเหนือ

BEC: Shading Coefficient Calculation

Shading Coefficient Calculation

Wall Azimuth: 180 Degrees (0-360)
Wall Inclination: 90 Degrees (0-90)

Direct Solar: 0.012064
Diffuse Solar: 0.373361
Total: 0.385425

ค่า SC ของผนัง
แบบที่ 1 (เหนือ)

Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate Z1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate Z2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate Z3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4	Local Coordinate Z4
Window	0	0	0	180	90	0	0	8	0	8	2.5	0	2.5	0	0	0	0
Device 1	0	0	2.5	270	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Device 2	2	0	2	180	90	0	0	8	0	8	0.5	0	0.5	0	0	0	0

BEC: Shading Coefficient Calculation

Shading Coefficient Calculation

Wall Azimuth: 270 Degrees (0-360)
Wall Inclination: 90 Degrees (0-90)

Direct Solar: 0.0195511
Diffuse Solar: 0.257427
Total: 0.276978

ค่า SC ของผนังแบบ
ที่ 1 (ตะวันออก)

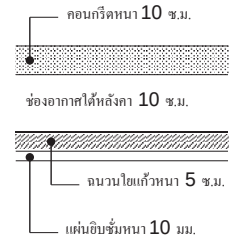
Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate Z1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate Z2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate Z3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4	Local Coordinate Z4
Window	0	0	0	270	90	0	0	8	0	8	2.5	0	2.5	0	0	0	0
Device 1	0	0	2.5	360	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Device 2	2	0	2	270	90	0	0	8	0	8	0.5	0	0.5	0	0	0	0

ตัวอย่างที่ 7

คำนวณค่า RTTV ของหลังคาของห้างสรรพสินค้า (สีหลังคาใช้สีอ่อน)

โครงสร้าง	$\Delta x/k$	ความ ต้านทาน (R)	หมายเหตุ
ฟิล์มอากาศด้านนอก		0.055	หลังคาแนวระนาบ
คอนกรีตหนา	0.10/1.442	0.070	ความหนา 10 ซม.
ช่องอากาศ		0.174	ความหนา 10 ซม.
ฉนวนใยแก้ว	0.05/0.033	1.515	ความหนา 5 ซม.
แผ่นยิปซัม	0.01/0.191	0.052	ความหนา 10 มม.
ฟิล์มอากาศด้านใน		0.162	
ความต้านทานความร้อนรวม (R_T)		2.028	
ความนำความร้อนรวม ($U_T = 1/R_T$)		0.493	



รายละเอียดของหลังคา
(รูปหน้าตัด)

ตัวอย่างที่ 7

คำนวณค่า RTTV ของหลังคาห้างสรรพสินค้า (สีหลังคาใช้สีอ่อน)

โครงสร้าง	Density specific heat (DSH)	
คอนกรีตหนา 0.1 m	0.10 x 2400 x 0.92	220.80
ช่องอากาศ	***	***
ฉนวนใยแก้ว 5 cm	0.05 x 32 x 0.96	1.54
แผ่นยิปซัมหนา 1.0 cm	0.010 x 880 x 1.09	9.59
DSH หลังคา		231.93

ค่า TD_{eq} ของหลังคาของห้างสรรพสินค้า = 18.52 °C [คู่มือ 5-23]
ค่า RTTV ของหลังคาของห้างสรรพสินค้า = 0.493 x 18.52 = 9.13 W/m²

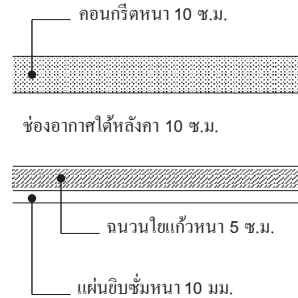
ประเภทอาคาร	ศักยภาพของระบบกรอบอาคาร		ผลประเมิน
	เกณฑ์ศักยภาพขั้นต่ำ	อาคารตัวอย่าง	
ห้างสรรพสินค้า	12 W/m ²	9.13 W/m ²	ผ่าน

*** กรณีที่ผนังมีช่องว่างอากาศอยู่ภายใน ให้ถือว่าช่องว่างอากาศดังกล่าวนี้
ไม่ทำให้ผลคูณของความหนาแน่นและความร้อนจำเพาะของผนังเปลี่ยนแปลงไป

โจทย์ที่ 8

คำนวณค่า RTTV ของหลังคาของอาคารสำนักงาน (สีหลังคาใช้สีอ่อน)

[สไลด์ 69] $\rightarrow U_r = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$
 [สไลด์ 70] $\rightarrow DSH = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$
 [คู่มือ 5-10] $\rightarrow TD_{eq} = \underline{\hspace{2cm}} ^\circ\text{C}$
 $RTTV = \underline{\hspace{2cm}} \text{ W/m}^2$

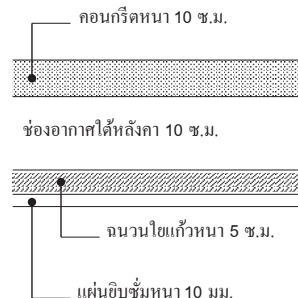


ประเภทอาคาร	ศักยภาพของระบบกรอบอาคาร		ผลประเมิน
	เกณฑ์ศักยภาพขั้นต่ำ	อาคารตัวอย่าง	
สำนักงาน	$\underline{\hspace{2cm}} \text{ W/m}^2$	$\underline{\hspace{2cm}} \text{ W/m}^2$	$\underline{\hspace{2cm}}$

โจทย์ที่ 8

คำนวณค่า RTTV ของหลังคาของอาคารสำนักงาน (สีหลังคาใช้สีอ่อน)

[สไลด์ 69] $\rightarrow U_r = \underline{0.493} \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$
 [สไลด์ 70] $\rightarrow DSH = \underline{231.93} \text{ kJ/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$
 [คู่มือ 5-10] $\rightarrow TD_{eq} = \underline{18.37} ^\circ\text{C}$
 $RTTV = \underline{9.06} \text{ W/m}^2$



ประเภทอาคาร	ศักยภาพของระบบกรอบอาคาร		ผลประเมิน
	เกณฑ์ศักยภาพขั้นต่ำ	อาคารตัวอย่าง	
สำนักงาน	$\underline{15} \text{ W/m}^2$	$\underline{9.06} \text{ W/m}^2$	$\underline{\checkmark}$

กรณีศึกษา

ผลของปัจจัยต่างๆที่มีต่อ
การเปลี่ยนแปลงค่า OTTV และ RTTV

การเลือกใช้วัสดุผนังทึบ

- ควรเลือกวัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อนสูง



ประเภทอาคาร	ค่า OTTV (W/m ²) **					กฎหมาย
สำนักงาน	45.9	29.3	22.8	7.8	5.9	≤50
สรรพสินค้า	42.8 X	26.9	22.5	7.2	5.4	≤40
โรงแรม	24.8	15.5	13.9	4.2	3.1	≤30

** ผนังทาสีอ่อน รูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ผนังทึบทั้งหมด

การเลือกใช้วัสดุผนังทึบ

- ควรเลือกวัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อนสูง



ประเภทอาคาร	ค่า OTTV (W/m ²) **					กฎหมาย
สำนักงาน	23.0	18.7	12.3	7.2	5.7	≤50
สรรพสินค้า	19.1	15.4	10.8	6.0	4.7	≤40
โรงแรม	10.9	8.8	6.2	3.4	2.7	≤30

** ผนังทึบสีอ่อน รูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ผนังทึบทั้งหมด คอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 620 kg/m³

การเลือกใช้วัสดุกระจก

- ควรเลือกกระจกที่ความร้อนผ่านได้น้อย เช่น กระจกสีเขียว แทนกระจกใส



กรณีออกแบบใช้ผนังกระจกทุกด้าน 100% จะไม่สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานได้

ประเภทอาคาร	ค่า OTTV (W/m ²) **					กฎหมาย
สำนักงาน	219.7 X	168.4 X	140.5 X	133.8 X	106.8 X	≤50
สรรพสินค้า	163.8 X	127.5 X	107.8 X	99.7 X	79.5 X	≤40
โรงแรม	100.6 X	78.2 X	66.0 X	61.3 X	48.9 X	≤30

** รูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส

การเลือกใช้วัสดุหลังคา

- ควรเลือกวัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อนสูง เช่น ใช้ฉนวนที่ใต้หลังคา

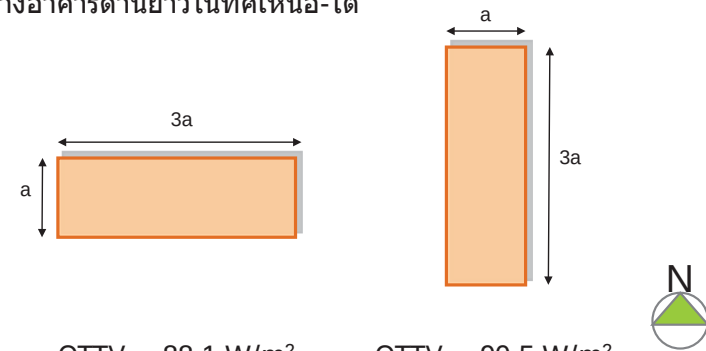


ประเภทอาคาร	ค่า RTTV (W/m ²) **				กฎหมาย
สำนักงาน	64.8 X	23.6 X	5.9	4	≤15
สรรพสินค้า	65.6 X	24.0 X	6	4.1	≤12
โรงแรม	39.3 X	14.5 X	3.6	2.5	≤10

** หลังคาทาสีอ่อน ไม่มีช่องแสงใต้หลังคา

ทิศทางการวางอาคาร

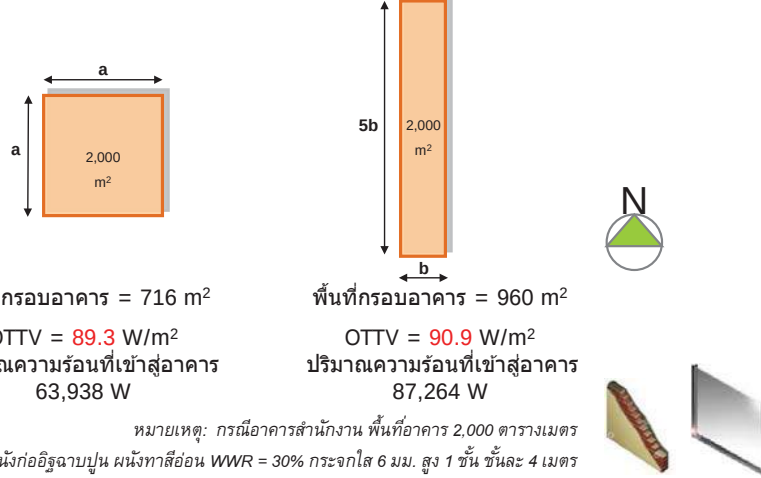
- วางอาคารด้านยาวในทิศเหนือ-ใต้



หมายเหตุ: กรณีอาคารสำนักงาน ผนังก่ออิฐฉาบปูน ผนังทาสีอ่อน WWR = 30% กระจกใส 6 มม. สัดส่วนด้านกว้าง: ด้านยาว = 1:3

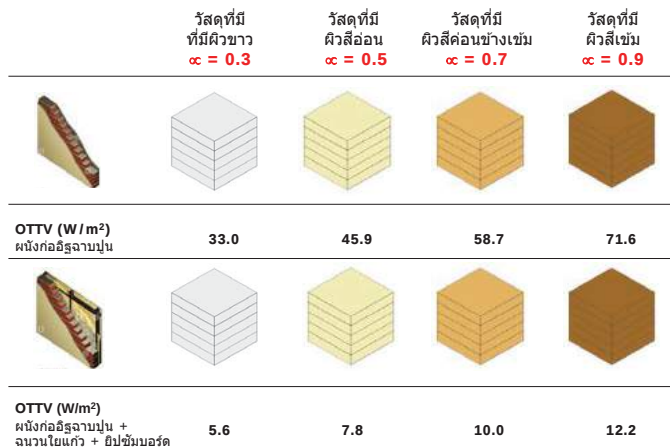
รูปร่างอาคาร

- ออกแบบรูปร่างอาคารให้มีพื้นที่ของกรอบอาคารที่น้อย เช่น รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพื่อลดปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคาร



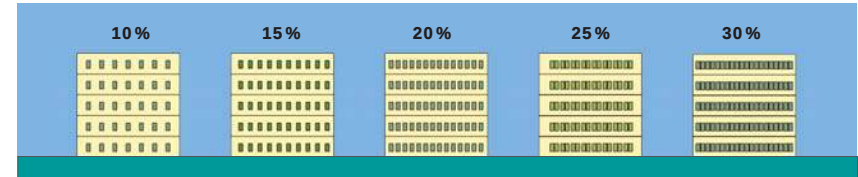
สีของผนังอาคาร

- ควรเลือกใช้ผนังและหลังคาสีอ่อน



พื้นที่หน้าต่างกระจก

- ไม่ควรออกแบบให้มีพื้นที่หน้าต่างกระจกมากเกินไป



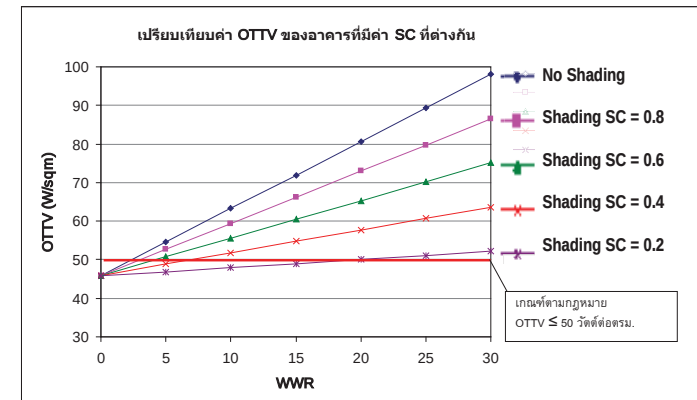
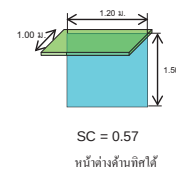
ประเภทอาคาร	ค่า OTTV (W/m ²)					กฎหมาย
สำนักงาน	28.5	39.1	49.7	60.4 ×	71.0 ×	≤50
สรรพสินค้า	21.8	29.7	37.5	45.4 ×	53.3 ×	≤40
โรงแรม	13.1	18.0	22.9	27.7	32.6 ×	≤30

อาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ผนังสีอ่อน กระฉงใส หนา 6 มม.
ผนังคอนกรีตมวลเบา + ฉนวนใยแก้ว 5 ซม + อีพ็อกซีบอร์ด หนา 12 มม.



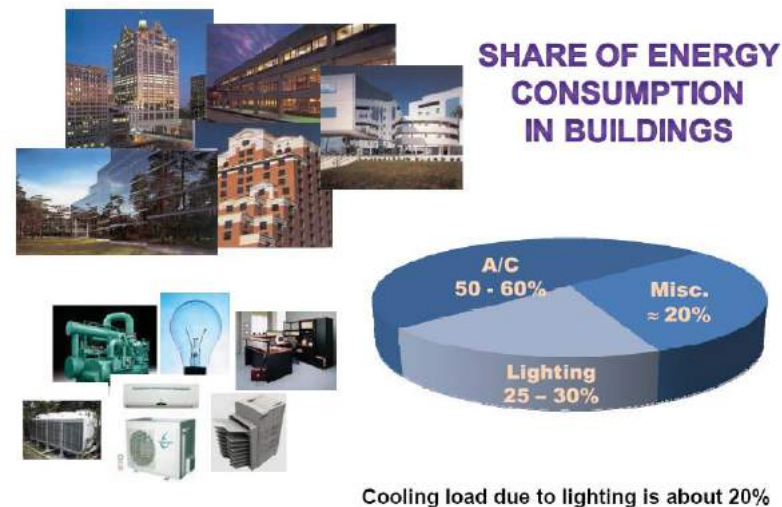
อุปกรณ์บังแดด

- ติดตั้งอุปกรณ์บังแดดที่หน้าต่างกระจก เพื่อลดความร้อน



กรณีอาคารสำนักงาน อาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ผนังก่ออิฐฉาบปูน หน้าต่างกระจกใส หนา 6 มม.

หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณ ประสิทธิภาพพลังงานของระบบไฟฟ้า แสงสว่างและการใช้แสงธรรมชาติ



เนื้อหา

1.แนวทางการให้แสงสว่าง

- 1.1 ปริมาณแสงธรรมชาติ และ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้าสำหรับระบบแสงสว่างในประเทศไทย
- 1.2 การให้แสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ

2.ประสิทธิภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

- 2.1 เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- 2.2 การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้แสงธรรมชาติ

การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพดี

Task Lighting

ให้ความสว่างอย่างเพียงพอในบริเวณที่ต้องการแสงสว่าง

Illuminance

งานต่างๆ ต้องการระดับแสงสว่างที่แตกต่างกันไป

Contrast

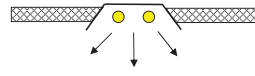
คำนึงถึงความแตกต่างในระดับความสว่างของงานและสภาพแวดล้อม



การให้แสงสว่างอย่างอนุรักษ์พลังงาน

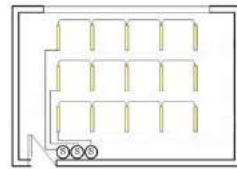
Direct lighting

ให้แสงสว่างจากแหล่งของแสงไปสู่อบริเวณที่ต้องการ
ส่องสว่างโดยตรง



Lighting zone

ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างควรจัดแยกโซนการให้
แสง



Colors

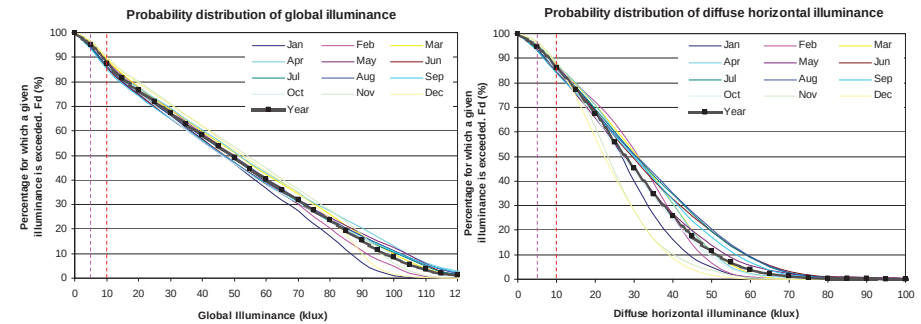
สีขาวหรือสีอ่อนจะช่วยสะท้อนแสงและเพิ่มความสว่าง



Lighting equipments

- โคมไฟฟ้า
- บัลลัสต์ร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่สามารถ
ปรับหรี่ได้

การกระจายความถี่สะสมของแสงธรรมชาติ

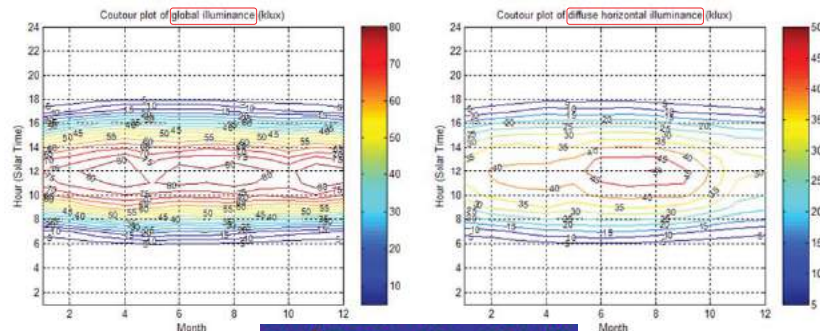


การกระจายความถี่สะสมของแสงธรรมชาติจากทั้งสี่รวม (ซ้าย) และ กระจาย (ขวา) ในแนวราบ

กว่า 95% และ 90% ที่ปริมาณแสงธรรมชาติจากทั้งสี่รวมและจากทั้งสี่กระจายจะเกิน
กว่า 5 กิโลลักซ์ และ 10 กิโลลักซ์ ตามลำดับ

ปริมาณแสงธรรมชาติในประเทศไทย

- ปริมาณและจำนวนชั่วโมงที่สามารถใช้แสงธรรมชาติสูงตลอดทั้งปี
- ทุกภูมิภาคของประเทศไทยมีแสงธรรมชาติอย่างเพียงพอในช่วงเวลากลางวัน



ปริมาณแสงธรรมชาติรวม (ซ้าย) และกระจาย (ขวา) บนแนวระนาบ

ปริมาณแสงธรรมชาติในแนวระนาบมีค่าเกินกว่า 10 กิโลลักซ์ (klux) ตั้งแต่ 7.00-17.00 น.
ของทุกวันในทุกเดือนของปี

เทคนิคการใช้แสงธรรมชาติ

❑ Side light



❑ Top light



❑ Light shelf



❑ Light pipe



เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

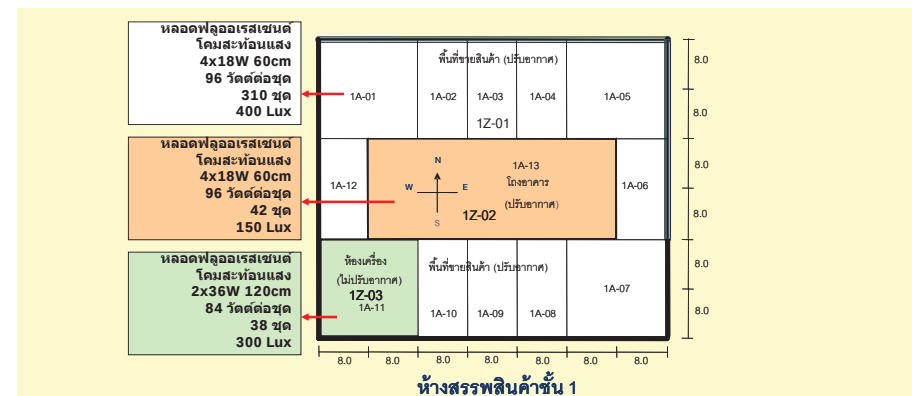
ประเภทอาคาร ⁽¹⁾	ค่ากำลังไฟฟ้า ส่องสว่างสูงสุด, วัตต์/ตร.ม. ของพื้นที่ใช้งาน ⁽³⁾
สถานศึกษา สำนักงาน	14
ศูนย์การค้า ห้างสรรพสินค้า ⁽²⁾ โรงแรมที่พัก อาคารชุมนุมคน สถานบริการ	18
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	12

หมายเหตุ

- (1) อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนจะต้องใช้ค่าในตารางตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ส่วนนั้นๆ
- (2) รวมถึงไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไปที่ใช้ในการโฆษณาเผยแพร่สินค้า ยกเว้นที่ใช้ในตู้กระจกแสดงสินค้าและที่ไม่ได้ติดตั้งอย่างถาวร
- (3) ไม่รวมพื้นที่จอดรถ

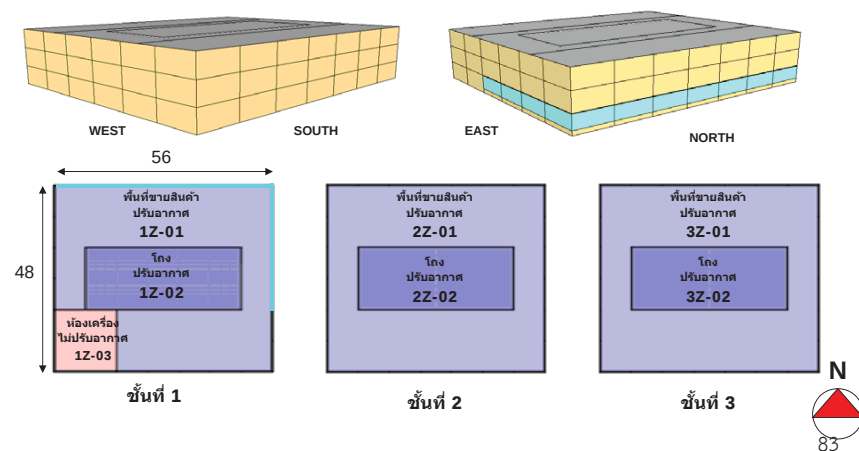
เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ตัวอย่างที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารห้างสรรพสินค้า



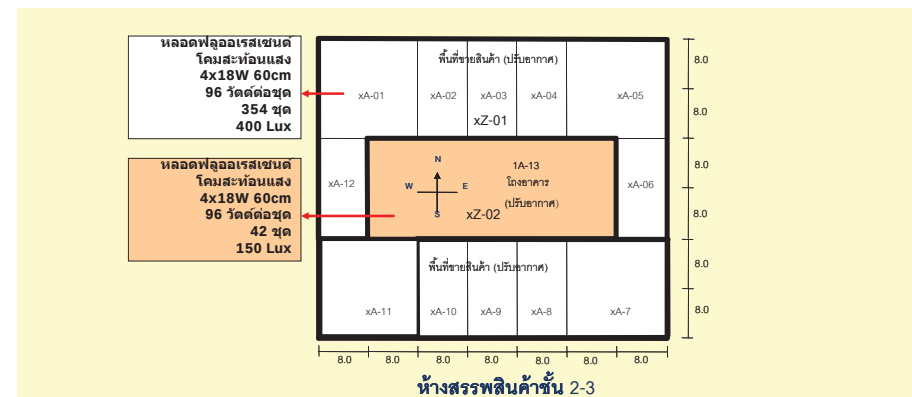
เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ตัวอย่างที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารห้างสรรพสินค้า



เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ตัวอย่างที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารห้างสรรพสินค้า



เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ตัวอย่างที่ 1 ประเมินประสิทธิภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารห้างสรรพสินค้า

รายละเอียด	พื้นที่ขายสินค้า (xZ-01)	โถงอาคาร (xZ-02)	ห้องเครื่อง (xZ-03)
ชุดโคมส่องสว่าง	โคมสะท้อนแสง 4x18W 60cm	โคมสะท้อนแสง 4x18W 60cm	โคมสะท้อนแสง 2x36W 120cm
ชนิดหลอดไฟฟ้า	หลอดฟลูออ-เรสเซนต์ 18 W	หลอดฟลูออ-เรสเซนต์ 18 W	หลอดฟลูออ-เรสเซนต์ 36 W
จำนวนหลอดต่อโคม	4	4	2
ปริมาณแสงต่อโคม (ลูเมน/ชุด)	4x1100	4x1100	2x2680
บัลลาสต์	Low loss	Low loss	Low loss
กำลังไฟฟ้าต่อชุด (วัตต์/ชุด)	96	96	84
การออกแบบระบบ	Uniform 400 Lux	Uniform 150 Lux	Uniform 300 Lux

เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

ค่ากำลังไฟฟ้าของระบบแสงสว่างของอาคารชั้นที่ 2-3

$$= 2 \times (33,984 + 4,032)$$

$$= 76,032 \text{ วัตต์}$$

ค่ากำลังไฟฟ้าของระบบแสงสว่างต่อพื้นที่อาคาร

$$= (36,984 + 76,032) / (2,688 + 5,376)$$

$$= 113,016 / 8,064$$

$$= 14.01 \text{ วัตต์/ตร.ม.}$$

ประเภทอาคาร	ศักยภาพของระบบส่องสว่าง		ผลประเมิน
	เกณฑ์ศักยภาพขั้นต่ำ	อาคารตัวอย่าง	
ห้างสรรพสินค้า	18 Wm ⁻²	14.01 Wm ⁻²	ผ่าน

เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

ชั้นที่	โซน	พื้นที่โซน (ตร.ม.)	จำนวนชุด (ชุด)	กำลังไฟฟ้าต่อชุด (วัตต์/ชุด)	กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม.)
1	1Z-01	1,792	310	96	29,760	16.61
	1Z-02	640	42	96	4,032	6.30
	1Z-03	256	38	84	3,192	12.47
2-3	xZ-01	2,048	354	96	33,984	16.59
	xZ-02	640	42	96	4,032	6.30

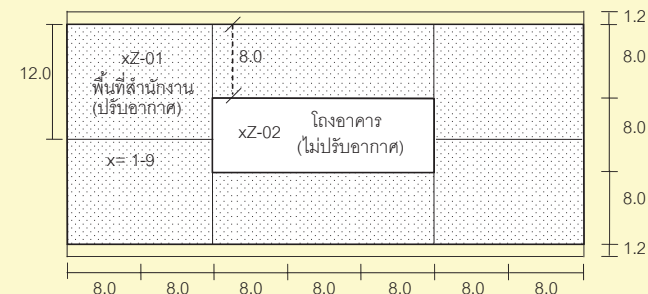
พื้นที่ใช้สอยของอาคารชั้นที่ 1 = 1,792 + 640 + 256 = 2,688 ตร.ม.

พื้นที่ใช้สอยของอาคารชั้นที่ 2-3 = 2 x (2,048 + 640) = 5,376 ตร.ม.

ค่ากำลังไฟฟ้าของระบบแสงสว่างของอาคาร ชั้นที่ 1 = 29,760 + 4,032 + 3,192 = 36,984 วัตต์

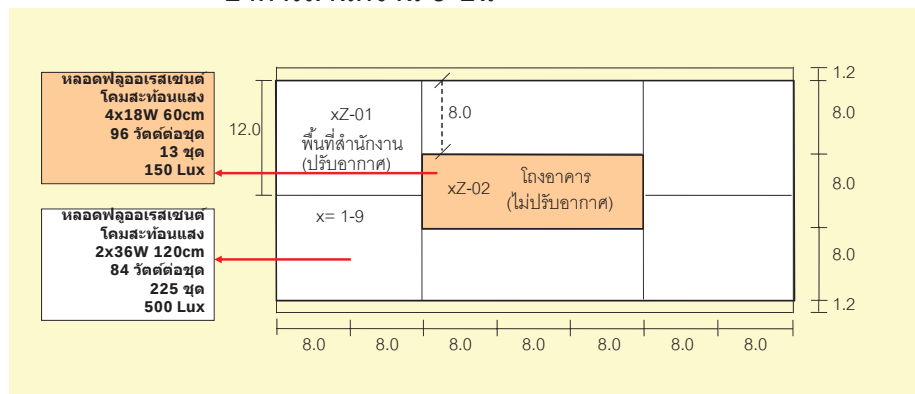
เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

โจทย์ที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 9 ชั้น



เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

โจทย์ที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 9 ชั้น



เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

โจทย์ที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 9 ชั้น

โซน	พื้นที่โซนต่อชั้น (ตร.ม./ชั้น)	จำนวนชุด (ชุด)	กำลังไฟฟ้าต่อชุด (วัตต์/ชุด)	กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม./ชั้น)
(1-9)Z-01	1,152	225			
(1-9)Z-02	192	13			

กำลังไฟฟ้ารวมของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (9 ชั้น) _____ วัตต์
พื้นที่รวมทั้งหมดของอาคาร (9 ชั้น) _____ ตร.ม.
กำลังไฟฟ้ารวมระบบไฟฟ้าแสงสว่างต่อพื้นที่รวม _____ วัตต์/ตร.ม.
เกณฑ์ศักยภาพพลังงานระบบแสงสว่างอาคารสำนักงาน _____ วัตต์/ตร.ม.
ผลประเมินตามเกณฑ์ _____ ผ่าน
_____ ไม่ผ่าน

เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

โจทย์ที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 9 ชั้น

รายละเอียด	พื้นที่สำนักงาน (1-9)Z-01	โถงอาคาร (1-9)Z-02
ชุดโคมส่องสว่าง	โคมสะท้อนแสง 2x36W 120cm	โคมสะท้อนแสง 4x18W 60cm
ชนิดหลอดไฟฟ้า	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W	ฟลูออเรสเซนต์ 18 W
จำนวนหลอดต่อโคม	2	4
ปริมาณแสงต่อโคม (ลูเมน/ชุด)	2x2680	4x1100
บัลลาสต์	Low loss	Low loss
กำลังไฟฟ้าต่อชุด (วัตต์/ชุด)	84	96
ระดับแสงสว่าง	Uniform 500 Lux	Uniform 150 Lux

เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

โจทย์ที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 9 ชั้น

โซน	พื้นที่โซนต่อชั้น (ตร.ม./ชั้น)	จำนวนชุด (ชุด)	กำลังไฟฟ้าต่อชุด (วัตต์/ชุด)	กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม./ชั้น)
(1-9)Z-01	1,152	225	84	18,900	16.41
(1-9)Z-02	192	13	96	1,248	6.50

กำลังไฟฟ้ารวมของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (9 ชั้น) 181,332 วัตต์
พื้นที่รวมทั้งหมดของอาคาร (9 ชั้น) 12,096 ตร.ม.
กำลังไฟฟ้ารวมระบบไฟฟ้าแสงสว่างต่อพื้นที่รวม 14.99 วัตต์/ตร.ม.
เกณฑ์ศักยภาพพลังงานระบบแสงสว่างอาคารสำนักงาน 14.00 วัตต์/ตร.ม.
ผลประเมินตามเกณฑ์ _____ ผ่าน
_____ **x** ไม่ผ่าน

เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

โจทย์ที่ 2 การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบแสงสว่างโดยใช้ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

- ชุดโคมส่องสว่าง 4x18W จะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการส่องสว่างลดลงจาก **96 วัตต์ต่อชุด** เป็น **76 วัตต์/ชุด** (หรือลดลงประมาณร้อยละ 21) และ
- ชุดโคมส่องสว่าง 2x36W จะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้ลดลงจาก **84 วัตต์ต่อชุด** เป็น **74 วัตต์/ชุด** โดยที่ปริมาณแสงจากโคมไม่ลดลง

โซน	พื้นที่โซนต่อชั้น (ตร.ม./ชั้น)	จำนวนชุด (ชุด)	กำลังไฟฟ้าต่อชุด (วัตต์/ชุด)	กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม./ชั้น)
(1-9)Z-01	1,152	225			
(1-9)Z-02	192	13			

กำลังไฟฟ้ารวม (9 ชั้น) _____ วัตต์ พื้นที่รวมทั้งหมด (9 ชั้น) _____ ตร.ม.

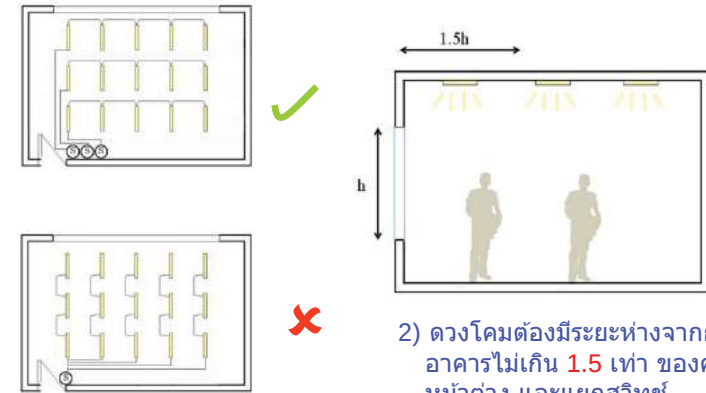
กำลังไฟฟ้ารวมระบบไฟฟ้าแสงสว่างต่อพื้นที่ _____ วัตต์/ตร.ม.

ผลประเมินตามเกณฑ์ _____ ผ่าน _____ ไม่ผ่าน

การขดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ

เงื่อนไขการพิจารณาต้องครบทุกข้อดังต่อไปนี้

- 1) ออกแบบแยกสวิตช์เปิด-ปิดดวงโคมสำหรับพื้นที่ตามแนวรอบอาคาร



- 2) ดวงโคมต้องมีระยะห่างจากขอบอาคารไม่เกิน **1.5 เท่า** ของความสูงหน้าต่าง และแยกสวิตช์

เกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

โจทย์ที่ 2 การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบแสงสว่างโดยใช้ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

- ชุดโคมส่องสว่าง 4x18W จะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการส่องสว่างลดลงจาก **96 วัตต์ต่อชุด** เป็น **76 วัตต์/ชุด** (หรือลดลงประมาณร้อยละ 21) และ
- ชุดโคมส่องสว่าง 2x36W จะทำให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้ลดลงจาก **84 วัตต์ต่อชุด** เป็น **74 วัตต์/ชุด** โดยที่ปริมาณแสงจากโคมไม่ลดลง

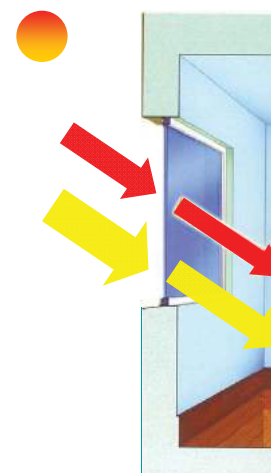
โซน	พื้นที่โซนต่อชั้น (ตร.ม./ชั้น)	จำนวนชุด (ชุด)	กำลังไฟฟ้าต่อชุด (วัตต์/ชุด)	กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม./ชั้น)
(1-9)Z-01	1,152	225	74	16,650	14.45
(1-9)Z-02	192	13	76	988	5.15

กำลังไฟฟ้ารวม (9 ชั้น) **158,742** วัตต์ พื้นที่รวมทั้งหมด (9 ชั้น) **12,096** ตร.ม.

กำลังไฟฟ้ารวมระบบไฟฟ้าแสงสว่างต่อพื้นที่ **13.12** วัตต์/ตร.ม.

ผลประเมินตามเกณฑ์ ☒ ผ่าน _____ ไม่ผ่าน

การขดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ



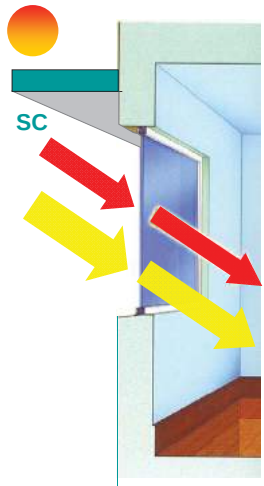
3. อัตราส่งผ่านของแสงต่อความร้อน (light to solar gain, LSG) ของกระจก มากกว่า 1

$$LSG = \frac{T_{vis}}{SHGC} > 1$$

ความร้อน
(ค่า Solar Heat gain Coefficient, **SHGC** ของกระจก)

แสงธรรมชาติ
(ค่า Visible Transmittance, **T_{vis}** ของกระจก)

การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ



4. กระจกหน้าต่าง ตามแนวกรอบอาคารต้องมี
ค่าประสิทธิภาพของสัมประสิทธิ์การบังแดด
(Effective Shading Coefficient, SCeff)
ไม่น้อยกว่า 0.3

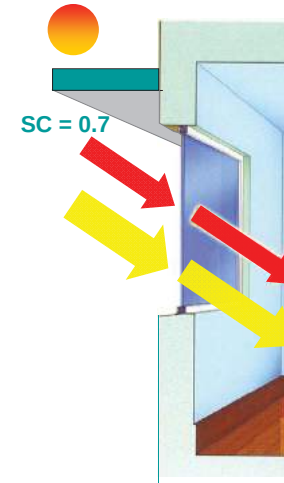
$$SC_{eff} = SC \times T_{vis} \geq 0.3$$

ความร้อน
(ค่า SHGC ของกระจก)

แสงธรรมชาติ
(ค่า Visible Transmittance, Tvis ของกระจก)

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ



ตัวอย่าง

$$\begin{aligned} LSG &= \frac{T_{vis}}{SHGC} \\ &= \frac{0.8}{0.5} \\ &= 1.6 > 1 \checkmark \end{aligned}$$

SHGC = 0.5

VT = 0.8

$$\begin{aligned} SC_{eff} &= SC \times T_{vis} \\ &= 0.7 \times 0.8 \\ &= 0.56 \geq 0.3 \checkmark \end{aligned}$$

การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ

4) ค่าประสิทธิภาพของสัมประสิทธิ์การบังแดด (Effective
shading coefficient, SCeff) **ไม่น้อยกว่า 0.3**

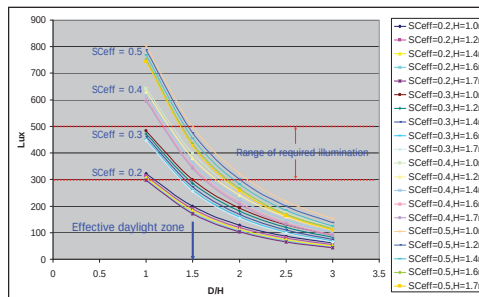
$$SC_{eff} = SC \cdot \tau_{vis}$$

เมื่อ

SC_{eff} คือ ประสิทธิภาพของ
สัมประสิทธิ์การบังแดด

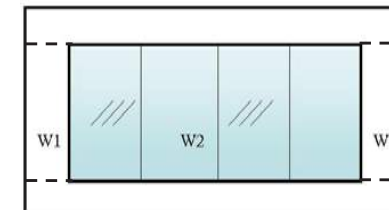
SC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด
ของอุปกรณ์บังแดด

τ_{vis} คือ การส่องผ่านแสงช่วงตา
มองเห็น (Visible
transmittance)



การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ

5) พื้นที่กระจกหน้าต่างตามแนวกรอบอาคาร
ต้องไม่น้อยกว่าพื้นที่ผนังทึบ

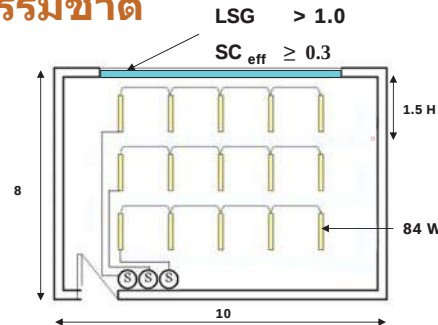


$$W2 \geq W1$$

การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ

ขั้นตอนการชดเชยเกณฑ์

- คำนวณจำนวนชุดหลอดไฟฟ้าแสงสว่างที่เป็นไปตามเงื่อนไขของการชดเชยเกณฑ์จากการใช้แสงธรรมชาติ
- นำจำนวนหลอดไฟฟ้าจากการชดเชยไปหักจากหลอดไฟฟ้าที่ออกแบบไว้แต่เดิม
- คำนวณค่าพลังไฟฟ้าของระบบแสงสว่างต่อหน่วยพื้นที่
- หากค่าที่คำนวณได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำที่กำหนดไว้ ให้ถือว่าระบบแสงสว่างเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด



1. จำนวนดวงโคมทั้งหมด = 15 ชุด
2. จำนวนดวงโคมที่นำไปชดเชยได้ = 5 ชุด
3. จำนวนดวงโคมที่คิดค่าพลังไฟฟ้า = 10 ชุด
4. ค่าพลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด = 10 x 84 W
5. พื้นที่ห้อง = 80 sq.m.
6. ค่าพลังไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่ = 840 / 80 (ผ่านเกณฑ์อาคารสำนักงาน) = 10.5 W/m²

การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ

ตัวอย่างที่ 2 ความสามารถในการชดเชยตามเกณฑ์ขั้นต่ำของ ระบบแสงสว่างจากการใช้แสงธรรมชาติ

ค่าประสิทธิภาพของสัมประสิทธิ์การบังแดด (Effective shading coefficient, SC_{eff})

$$SC_{eff} = SC \cdot \tau_{vis}$$

$$SC_{eff} = (0.365)(0.76) = 0.277$$

เกณฑ์มาตรฐาน

≥ 0.3



อัตราส่วนแสงต่อความร้อน (Light to solar gain, LSG)

$$LSG = \frac{\tau_{vis}}{SHGC}$$

$$LSG = (0.76)/(0.54) = 1.407$$

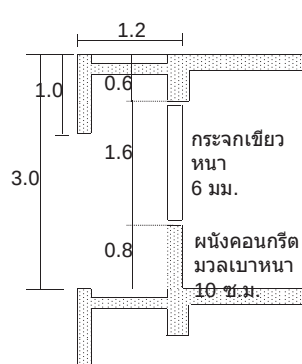
> 1.0



เนื่องจากค่า SC_{eff} ต่ำกว่า 0.3 จึงไม่สามารถชดเชยตามเกณฑ์ขั้นต่ำของระบบแสงสว่างจากการใช้แสงธรรมชาติ

การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ

ตัวอย่างที่ 2 ความสามารถในการชดเชยตามเกณฑ์ขั้นต่ำของ ระบบแสงสว่างจากการใช้แสงธรรมชาติ



รูปข้างล่างแสดงผนังอาคารสำนักงานแห่งหนึ่ง ซึ่งมีอุปกรณ์บังแดดภายนอก ($SC=0.365$) และมีสวิตช์เปิด-ปิดระบบแสงสว่างบริเวณผนังกระจกแยกต่างหากซึ่งสามารถปิดไฟฟ้าได้เมื่อแสงธรรมชาติเพียงพอ ค่ากำลังไฟฟ้าแสงสว่างต่อพื้นที่เท่ากับ 15.2 วัตต์/ตารางเมตร

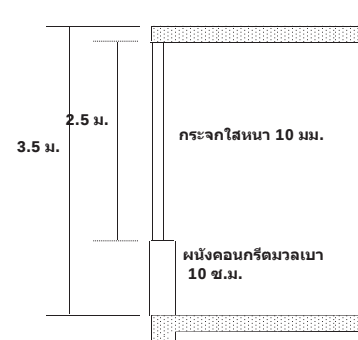
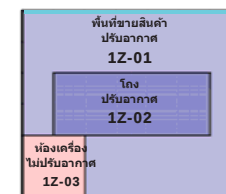
กำหนดให้คุณสมบัติกระจก

$$\tau_{vis} = 0.76$$

$$SHGC = 0.54$$

การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ

โจทย์ที่ 2 ความสามารถในการชดเชยตามเกณฑ์ขั้นต่ำของระบบแสงสว่างจากการใช้แสงธรรมชาติ



จากรูปในตัวอย่างที่ 1 ผนังด้านทิศเหนือและทิศตะวันออกของอาคารเป็นผนังกระจก และมีการติดตั้งสวิตช์เปิด-ปิดระบบแสงสว่างบริเวณผนังกระจกแยกต่างหากซึ่งสามารถปิดไฟฟ้าได้เมื่อแสงธรรมชาติเพียงพอ

จำนวนชุดโคมไฟฟ้าที่สามารถเปิด-ปิดแยกต่างหากได้เมื่อมีแสงธรรมชาติเพียงพอมีจำนวน 57 โคม

กำหนดให้คุณสมบัติกระจก

$$\tau_{vis} = 0.88$$

$$SHGC = 0.73$$

การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ

โจทย์ที่ 2 ความสามารถในการชดเชยตามเกณฑ์ขั้นต่ำของระบบ
แสงสว่างจากการใช้แสงธรรมชาติ

ค่าประสิทธิผลของสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC_{eff})

$$SC_{eff} = SC \cdot \tau_{vis}$$

$$SC_{eff} = (1)(0.88) = 0.88$$

เกณฑ์มาตรฐาน

$$\geq 0.3 \quad \checkmark$$

อัตราส่วนแสงต่อความร้อน (LSG)

$$LSG = \frac{\tau_{vis}}{SHGC}$$

$$LSG = (0.88)/(0.73) = 1.205$$

$$> 1 \quad \checkmark$$

เนื่องจากค่า SC_{eff} มากกว่า 0.3 และค่า LSG มากกว่า 1 จึงสามารถชดเชยตามเกณฑ์ขั้นต่ำของระบบแสงสว่างจากการใช้แสงธรรมชาติ

การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ

โจทย์ที่ 2 ความสามารถในการชดเชยตามเกณฑ์ขั้นต่ำของระบบ
แสงสว่างจากการใช้แสงธรรมชาติ

โซน	พื้นที่โซน (ตร.ม.)	จำนวน โคม (ชุด)	กำลังไฟฟ้าต่อชุด (วัตต์/ชุด)	จำนวนโคมที่ลดลง (ชุด)	กำลังไฟฟารวม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม.)
1Z-01	1,792	310	96	57	24,288	13.55
1Z-02	640	42	96	-	4,032	6.30
1Z-03	256	38	84	-	3,192	12.47

กำลังไฟฟารวมระบบไฟฟ้าแสงสว่างต่อพื้นที่รวม 13.336 (วัตต์/ตร.ม.)

เกณฑ์ศักยภาพขั้นต่ำ

✓ ผ่าน
 ไม่ผ่าน

$$\begin{aligned} \text{กำลังไฟฟารวม (เดิม)} &= 113,016 \text{ W} \\ \text{กำลังไฟฟ้าที่ลดลง} &= 57 \times 96 = 5,472 \text{ W} \\ \text{เหลือกำลังไฟฟารวม} &= 113,016 - 5,472 = 107,544 \text{ W} \\ \text{กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่} &= 107,544 / 8,064 \text{ W/m}^2 \\ &= 13.336 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

ข้อมูลบางส่วนได้มาจากสไลด์ที่ 15

การชดเชยเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้ แสงธรรมชาติ

โจทย์ที่ 2 ความสามารถในการชดเชยตามเกณฑ์ขั้นต่ำของระบบ
แสงสว่างจากการใช้แสงธรรมชาติ

โซน	พื้นที่โซน (ตร.ม.)	จำนวน โคม (ชุด)	กำลังไฟฟ้าต่อชุด (วัตต์/ชุด)	จำนวนโคมที่ลดลง (ชุด)	กำลังไฟฟารวม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม.)
1Z-01	1,792	310				
1Z-02	640	42				
1Z-03	256	38				

กำลังไฟฟารวมระบบไฟฟ้าแสงสว่างต่อพื้นที่รวม _____ (วัตต์/ตร.ม.)

เกณฑ์ศักยภาพขั้นต่ำ

_____ ผ่าน
_____ ไม่ผ่าน

หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณ ประสิทธิภาพพลังงานของ ระบบปรับอากาศ



เนื้อหา

1. ระบบปรับอากาศ

- 1.1 ความสบายเชิงอุณหภูมิ (Thermal comfort)
- 1.2 การปรับสภาพแวดล้อมในอาคารเพื่อให้เกิดความสบายเชิงอุณหภูมิ
- 1.3 ข้อควรพิจารณาในการออกแบบระบบปรับอากาศ
- 1.4 การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

2. เกณฑ์ศักยภาพด้านพลังงานของระบบปรับอากาศ

- 2.1 เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก (Unitary air-conditioners)
- 2.2 ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ (Large air-conditioning system)
- 2.3 การประเมินศักยภาพพลังงานระบบปรับอากาศ

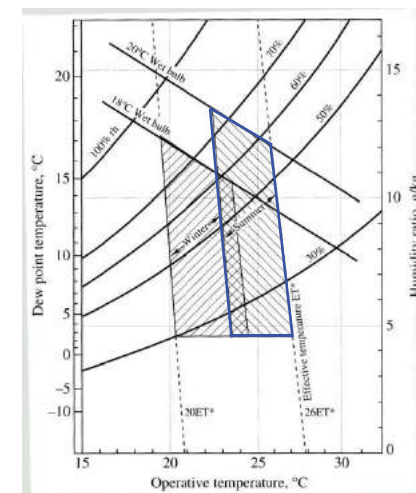
3. เกณฑ์ศักยภาพด้านพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

- 3.1 การทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน
- 3.2 เกณฑ์ประสิทธิภาพด้านพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

ความสบายเชิงอุณหภูมิ (Thermal comfort)

- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศประกอบเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 40-60 ของปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในอาคาร
- อาคารที่มีพื้นที่ปรับอากาศสูงทำให้ระบบปรับอากาศมีต้นทุนที่สูงไปด้วย
- เป้าหมายสำคัญในการออกแบบ คือ การปรับให้อาคารมีสภาวะที่ผู้ใช้อาคารเกิดความสบายเชิงอุณหภูมิ
 - อุณหภูมิกระเปาะแห้งอากาศระหว่าง 24-27°C
 - ความชื้นสัมพัทธ์อากาศระหว่าง 30-70%
 - อุณหภูมิผิวของสภาวะแวดล้อมเท่ากับอุณหภูมิอากาศ
 - ความเร็วลมน้อยกว่า 0.15 เมตร/วินาที
 - ผู้อยู่อาศัยสวมเสื้อผ้าเบา (ไม่ใส่สูท) และทำงานในสำนักงาน

ความสบายเชิงอุณหภูมิ (Thermal comfort)



ASHRAE Thermal Comfort Zone

ประเภทระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดียว (Unitary System)

- แบบแยกส่วน (Split-type)
- แบบติดหน้าต่าง (Window-type)
- แบบเป็นชุด (Packaged Unit)



เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน



เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง



เครื่องปรับอากาศแบบเป็นชุด

ตัวบ่งชี้สมรรถนะของระบบปรับอากาศ

ค่าสมรรถนะการทำความเย็น (COP)

$$COP = \frac{Q_L}{E} \quad \begin{array}{l} Q_L = \text{ความสามารถในการทำ} \\ \text{ความเย็น, kW} \\ E = \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้, kW} \end{array}$$

ค่าอัตราส่วนของประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio, EER) แสดงระดับประสิทธิภาพการทำความเย็นเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

$$EER [BTU.h^{-1}W^{-1}] = 3.412 COP [W_{th}/W_{el}]$$

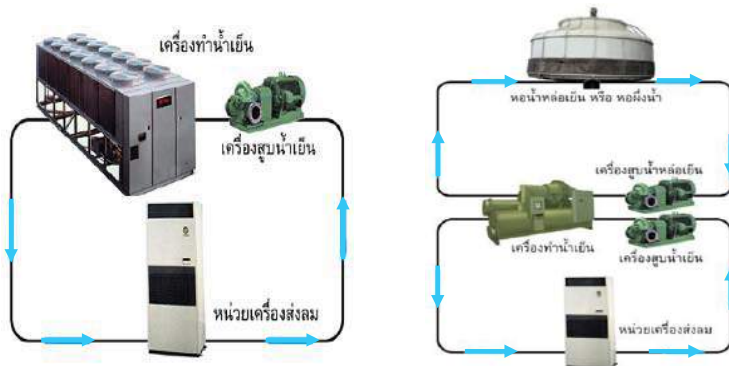
ค่ากิโลวัตต์ต่อตันความเย็น (kW/ton) แสดงประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบปรับอากาศขนาดใหญ่

$$\begin{aligned} 1 \text{ ตันความเย็น} &= 12,000 \text{ บีทียูต่อชั่วโมง (BTU.h}^{-1}\text{)} \\ &= 3.517 \text{ กิโลวัตต์ความร้อน (kW}_{th}\text{)} \end{aligned}$$

ประเภทระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Central System)

- ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled System)
- ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water-cooled System)



ตัวบ่งชี้สมรรถนะของระบบปรับอากาศ

สามารถแปลงค่าระหว่าง COP, EER, kW/Tr

$$\begin{aligned} \text{kW/Tr} &= 12 / \text{EER} \\ \text{kW/Tr} &= 12 / (\text{COP} \times 3.412) \\ &= 3.517 / \text{COP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COP} &= \text{EER} / 3.412 \\ \text{COP} &= 12 / (\text{kW/Tr} \times 3.412) \\ &= 3.517 / (\text{kW/Tr}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{EER} &= 12 / \text{kW/Tr} \\ \text{EER} &= \text{COP} \times 3.412 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{If a chiller efficiency is rated at 1 kW/Tr} \\ \text{COP} &= 3.517 (=12/3.412) \\ \text{EER} &= 12 \end{aligned}$$

$$\frac{\text{kW}}{\text{Tr}} = \frac{3.517}{\text{COP}} = \frac{12}{\text{EER}}$$

ค่าเกณฑ์มาตรฐานฯ ของระบบปรับอากาศ (ขนาดเล็ก)

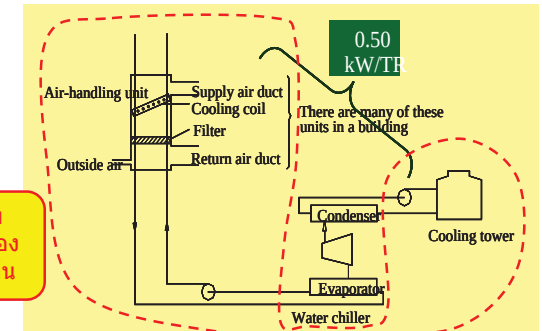
ขนาดของ เครื่องปรับอากาศ (วัตต์)	ค่าสัมประสิทธิ์ สมรรถนะ (วัตต์ต่อวัตต์)	อัตราส่วน ประสิทธิภาพพลังงาน (บีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์)
ไม่เกิน 12,000	3.22	11

(3.4 ตันความเย็น หรือ
40,948 Btu/h)



ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ (Large air-conditioning system)

- อุปกรณ์อื่นๆ ยกเว้นเครื่องทำน้ำเย็นของระบบปรับอากาศ ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย
 - ระบบระบายความร้อน
 - ระบบจ่ายน้ำเย็น และ
 - ระบบส่งลมเย็น



ต้องเทียบกับ
ตันความเย็นของ
เครื่องทำน้ำเย็น

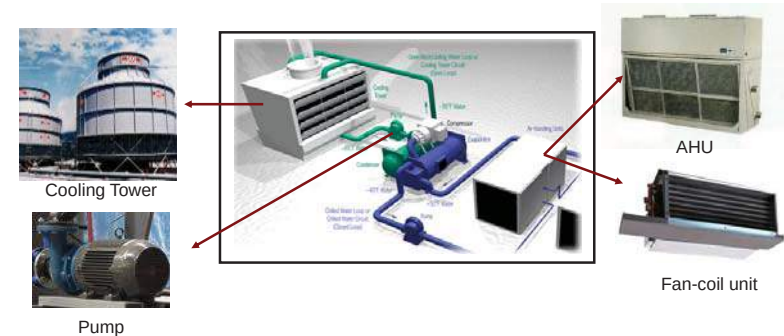
ต้องมีสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำรวมกัน (COP) 7.03 หรือ 0.5 กิโลวัตต์/
ตันความเย็น

ค่าเกณฑ์มาตรฐานฯ ของระบบปรับอากาศ (ขนาดใหญ่)

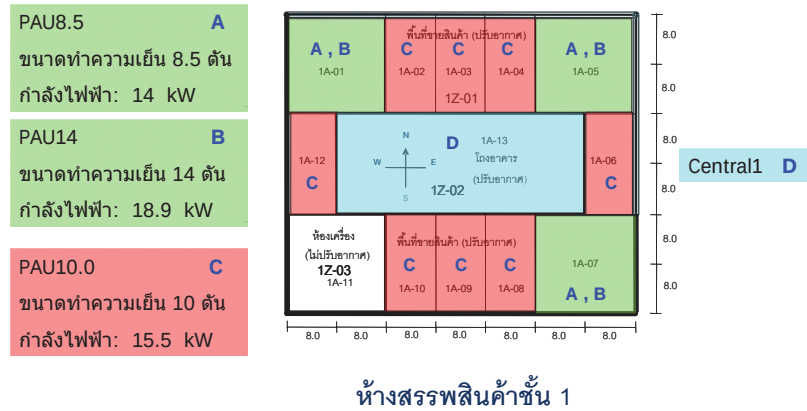
ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็น สำหรับระบบปรับอากาศ		ขนาดความสามารถ ในการทำ ความเย็น ที่ภาระพิกัดของ เครื่องทำน้ำเย็น (ตันความเย็น)	ค่าพลังไฟฟ้า ต่อตันความเย็น (กิโลวัตต์ต่อตัน ความเย็น)	COP
ชนิดการระบาย ความร้อน	แบบของเครื่องอัด			
ระบายความร้อน ด้วยอากาศ	ทุกชนิด	น้อยกว่า 300	1.33	2.64
		มากกว่า 300	1.31	2.68
ระบายความร้อน ด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	1.24	2.84
	แบบโรตารี แบบสกรู หรือ แบบสกรอลล์	น้อยกว่า 150	0.89	3.95
		มากกว่า 150	0.78	4.51
	แบบแรงเหวี่ยง	น้อยกว่า 500	0.76	4.63
		มากกว่า 500	0.62	5.67

ค่าเกณฑ์มาตรฐานฯ ของระบบปรับอากาศ (ขนาดใหญ่)

ส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย ระบบระบายความร้อน ระบบจ่ายน้ำเย็น และระบบส่งลมเย็น ต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นรวมกันไม่เกิน 0.5 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น



ตัวอย่างที่ 1 ห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งมีการจัดพื้นที่ใช้สอย และการใช้เครื่องปรับอากาศ ดังรูป



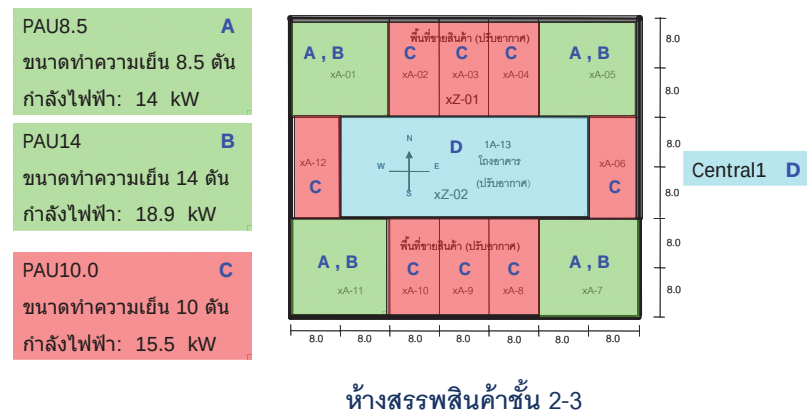
การประเมินศักยภาพด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

ห้างสรรพสินค้ามีการติดตั้งระบบปรับอากาศ 2 ระบบ คือ เครื่องปรับอากาศ
Package air cooled ตามร้านค้า (ขนาด 8.5, 10.0 และ 14.0 ตัน)

เครื่องปรับอากาศ แบบเป็นชุด	xPAU-01-08 x=1-3	ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	10 15.5 8	พื้นที่ขายสินค้า xA-02-04, 06,08-10, 12 x=1-3
เครื่องปรับอากาศ แบบเป็นชุด	xPAU-01a-04a x=1-3	ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	8.5 14.0 11	พื้นที่ขายสินค้า 1A-01, 05, 07 2A-01, 05, 07, 11
เครื่องปรับอากาศ แบบเป็นชุด	xPAU-01b-04b x=1-3	ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	14 18.9 11	3A-01, 05, 07, 11

ตัวอย่างที่ 1 ห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งมีการจัดพื้นที่ใช้สอย และการใช้เครื่องปรับอากาศ ดังรูป



การประเมินศักยภาพด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

เครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยอากาศสำหรับบริเวณโถงอาคาร

เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	CH-03	ประเภทเครื่องทำน้ำเย็น ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	Scroll 120 132 1	เฉพาะพื้นที่โถง อาคารชั้น 1-3
ปั๊มน้ำเย็น (Chilled water pump)	CHP-03	ปริมาณน้ำเย็น (แกลลอนต่ออนาที) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	48 4.5 1	
เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling unit)	xAHU-01-04 (x=1-3)	ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	15 3.0 12	

การประเมินศักยภาพด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

การประเมินศักยภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบเป็นชุด

xPAU-01-08 (10 ตัน) COP = $(10 \times 3.517) / 15.5 = 2.27$ (EER = 7.74)

xPAU-01a-04a (8.5 ตัน) COP = $(8.5 \times 3.517) / 14.0 = 2.14$ (EER = 7.29)

xPAU-01b-04b (14 ตัน) COP = $(14 \times 3.517) / 18.9 = 2.60$ (EER = 8.89)

ชื่ออุปกรณ์	ประสิทธิภาพการทำความเย็น, COP (EER)		ผลประเมิน
	เกณฑ์การอนุรักษ์พลังงาน	อาคารตัวอย่าง	
xPAU-01-08	ไม่มีเกณฑ์ประเมิน	2.27 (7.74)	ไม่มีเกณฑ์ประเมิน
xPAU-01a-04a		2.14 (7.29)	
xPAU-01b-04b		2.60 (8.89)	

การประเมินศักยภาพด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

ผลประเมินศักยภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายนความร้อน
ด้วยอากาศ

ระบบปรับอากาศ	ประสิทธิภาพ, COP (kW.RFT ⁻¹)		ผล ประเมิน
	เกณฑ์การอนุรักษ์ พลังงาน	อาคารตัวอย่าง	
เครื่องทำน้ำเย็นแบบ Air-cooled water chillers ขนาด 120 ตัน	2.64 (1.33)	3.197 (1.10)	ผ่าน
กำลังไฟรวมของเครื่องส่งน้ำเย็น เครื่องส่ง น้ำระบายนความร้อน หอผึ่งลมเย็น และ เครื่องส่งลมเย็น	7.03 (0.5)	14.78 (0.238)	ผ่าน

การประเมินศักยภาพด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

- การประเมินศักยภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์

$$\begin{aligned} \text{AHU } (12 \times 15) \text{ Tr ใช้กำลังไฟฟ้า} &= (12 \times 3) \text{ kW} \\ (120) \text{ Tr ใช้กำลังไฟฟ้า} &= (12 \times 3) \times 120 = 24 \text{ kW} \\ & (12 \times 15) \end{aligned}$$

- เครื่องทำน้ำเย็นขนาด 120 ตัน

- กำลังไฟฟ้า 132 กิโลวัตต์ ระบายนความร้อนด้วยอากาศ
- สมรรถนะ $132 / 120 = 1.1$ กิโลวัตต์ต่อตัน (COP = 3.197)

- ส่วนอื่นของระบบปรับอากาศ

- เครื่องส่งน้ำเย็น กำลังไฟฟ้า 4.5 กิโลวัตต์
- เครื่องส่งลมเย็น กำลังไฟฟ้า $(120 / (12 \times 15)) \times (12 \times 3.0) = 24$ กิโลวัตต์
- กำลังไฟฟ้าส่วนอื่นๆ = $4.5 + 24 = 28.5$ กิโลวัตต์
- สมรรถนะ $28.5 / 120 = 0.238$ กิโลวัตต์ต่อตัน (COP = 14.808)

การประเมินศักยภาพด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

โจทย์ที่ 1

อาคารสำนักงานแห่งหนึ่งใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายนความร้อนด้วยน้ำ
รายละเอียดของระบบแสดงดังตาราง จงประเมินศักยภาพของระบบปรับอากาศ

เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	CH-01 CH-02	ประเภทเครื่องทำน้ำเย็น ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	โรตารี 300 190 2
ปั๊มน้ำเย็น (Chilled water pump)	CHP-01 CHP-02	ปริมาณน้ำเย็น (แกลลอนต่อนาที) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	720 20 2
ปั๊มน้ำระบายนความร้อน (Condenser water pump)	CDP-01 CDP-02	ปริมาณน้ำระบายนความร้อน (แกลลอนต่อนาที) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	900 33 2

การประเมินศักยภาพด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

โจทย์ที่ 1

อาคารสำนักงานแห่งหนึ่งใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยน้ำ
รายละเอียดของระบบแสดงดังตาราง จงประเมินศักยภาพของระบบปรับอากาศ

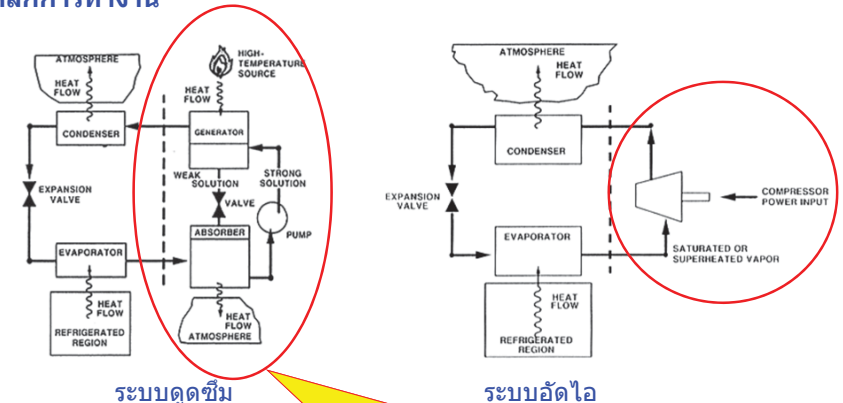
หอผึ่งลมเย็น (Cooling tower)	CT-01 CT-02	ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	375 7.5 2
เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling unit)	xAHU-01-06 x=1-9	ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด)	13 1.9 54

เครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ

- ขนาดทำความเย็น 600 ตัน
- กำลังไฟฟ้า 380 กิโลวัตต์
- สมรรถนะ $\frac{380}{600} = 0.63$ กิโลวัตต์ต่อตัน
(COP = 5.55)

เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

หลักการทำงาน



ใช้เครื่องกำเนิด เครื่องดูดซึม และปั๊ม
แทนคอมเพรสเซอร์

การประเมินศักยภาพด้านพลังงานของ ระบบปรับอากาศ

โจทย์คำถามที่ 1 (ต่อ)

ส่วนอื่นของระบบปรับอากาศ

- ปั๊มน้ำเย็น กำลังไฟฟ้ารวม 40 กิโลวัตต์
- ปั๊มน้ำระบายความร้อน กำลังไฟฟ้ารวม 66 กิโลวัตต์
- หอผึ่งลมเย็น กำลังไฟฟ้ารวม 15 กิโลวัตต์
- เครื่องส่งลมเย็น กำลังไฟฟ้ารวม 87.69 กิโลวัตต์
- กำลังไฟฟ้ารวมส่วนอื่นๆ ของระบบปรับอากาศ 208.69 กิโลวัตต์
- สมรรถนะ 0.35 กิโลวัตต์ต่อตัน (COP = 10.11)

$$= 208.69 / 600 = 0.35 \text{ kW/Tr} \quad \text{COP} = 3.517 / 0.35 = 10.11$$

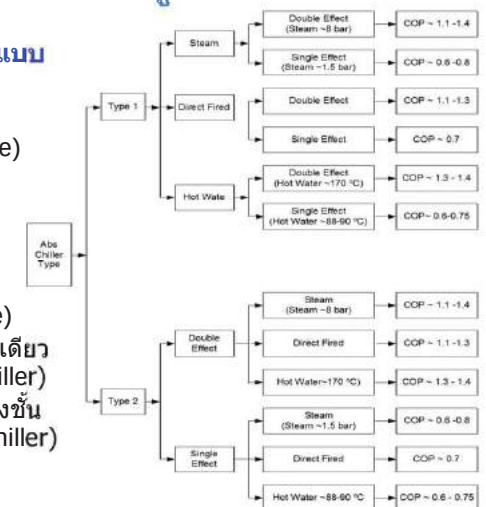
ระบบปรับอากาศ	ประสิทธิภาพ, COP (kW.RFT ⁻¹)	เกณฑ์มาตรฐาน อาคารตัวอย่าง	ผลประเมิน
เครื่องทำน้ำเย็นแบบ Water-cooled water chillers ขนาด 300 ตัน	4.51 (0.78)	5.55 (0.63)	ผ่าน
กำลังไฟฟ้ารวมของเครื่องส่งน้ำเย็น เครื่องส่งน้ำระบายความร้อน หอผึ่งลมเย็น และเครื่องส่งลมเย็น	7.03 (0.5)	10.11 (0.35)	ผ่าน

เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

การจำแนกประเภทเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

- แหล่งพลังงานที่ใช้ (Energy source)
 - ไอน้ำ
 - ก๊าซเชื้อเพลิง
 - น้ำร้อน

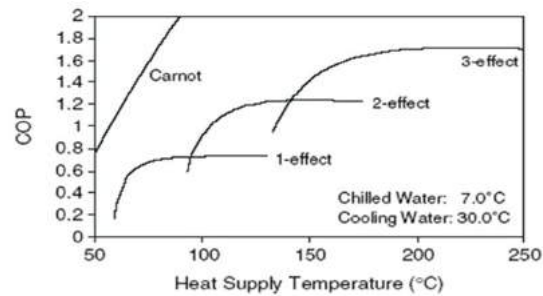
- วงจรการทำงาน (Absorption cycle)
 - เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนชั้นเดียว (Single Effect Absorption Chiller)
 - เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนสองชั้น (Double Effect Absorption Chiller)



เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

การกำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนมักเลือกตาม
วงจรการทำงาน เนื่องจาก

- วงจรการทำงานมีอิทธิพลชัดเจน และ
- มีความต้องการระดับอุณหภูมิของแหล่งพลังงานต่างกันชัดเจน



เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

ประสิทธิภาพขั้นต่ำเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

รูปแบบที่ 2

ชนิด เครื่องทำน้ำเย็น แบบดูดกลืน	ภาวะพิกัด				สัมประสิทธิ์ สมรรถนะขั้นต่ำ (Minimum COP)
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิ น้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิ น้ำเย็นออก	อุณหภูมิหน้าเข้า เครื่องควบแน่น	อุณหภูมิหน้าออก เครื่องควบแน่น	
ก. ชั้นเดียว (Single Effect)	53.6 °F 12.0 °C	44.6 °F 7.0 °C	89.6 °F 32.0 °C	99.5 °F 37.5 °C	0.65
ข. สองชั้น (Double Effect)	53.6 °F 12.0 °C	44.6 °F 7.0 °C	89.6 °F 32.0 °C	99.5 °F 37.5 °C	

หมายเหตุ

- 1) ประสิทธิภาพเชิงพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (COP) คิดเฉพาะความร้อนที่ใช้เท่านั้น ไม่รวมกำลังไฟฟ้าอื่นในระบบ
- 2) ไม่มีการนับรวมพลังงานที่ใช้ในเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนกับพลังงานอื่น เนื่องจากเป็นความร้อนทั้ง

เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

ประสิทธิภาพขั้นต่ำเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน

รูปแบบที่ 1

ชนิดของเครื่อง ทำน้ำเย็น แบบดูดกลืน	ภาวะพิกัด				สัมประสิทธิ์ สมรรถนะขั้นต่ำ (Minimum COP)
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิ น้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิ น้ำเย็นออก	อุณหภูมิ น้ำเข้า เครื่องควบแน่น	อัตราการไหล ของน้ำเข้า เครื่องควบแน่น	
ก. ชั้นเดียว (Single Effect)	53.6 °F	44.6 °F	89.6 °F	5.85 GPM.Ton ⁻¹	0.65
	12.0 °C	7.0 °C	32.0 °C	0.105 Ls ⁻¹ .kW ⁻¹	
ข. สองชั้น (Double Effect)	53.6 °F	44.6 °F	89.6 °F	4.4 GPM.Ton ⁻¹	1.10
	12.0 °C	7.0 °C	32.0 °C	0.079 Ls ⁻¹ .kW ⁻¹	

หมายเหตุ

- 1) ประสิทธิภาพเชิงพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (COP) คิดเฉพาะความร้อนที่ใช้เท่านั้น ไม่รวมกำลังไฟฟ้าอื่นในระบบ
- 2) ไม่มีการนับรวมพลังงานที่ใช้ในเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนกับพลังงานอื่น เนื่องจากเป็นความร้อนทั้ง

หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณ ประสิทธิภาพพลังงาน ของอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน



เนื้อหาการบรรยาย

1. ระบบทำน้ำร้อน

- 1.1 การใช้น้ำร้อนและอุณหภูมิน้ำร้อน
- 1.2 การจัดกลุ่มอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน
- 1.3 เกณฑ์ศักยภาพด้านพลังงานของระบบทำน้ำร้อน

2. เครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊ม

- 2.1 หลักการทำงาน
- 2.2 เกณฑ์ศักยภาพด้านพลังงานของเครื่องน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊ม

การใช้น้ำร้อนและอุณหภูมิน้ำร้อน

อุณหภูมิของน้ำร้อนที่มีการใช้ในอาคารขนาดใหญ่ โดยทั่วไป
สามารถแบ่งช่วงของอุณหภูมิตามลักษณะการใช้งานได้ 2 แบบ คือ

➢ การอาบน้ำชำระร่างกาย

น้ำร้อนที่จ่ายเข้าห้องมีอุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส

➢ การใช้งานทั่วไปในอาคาร

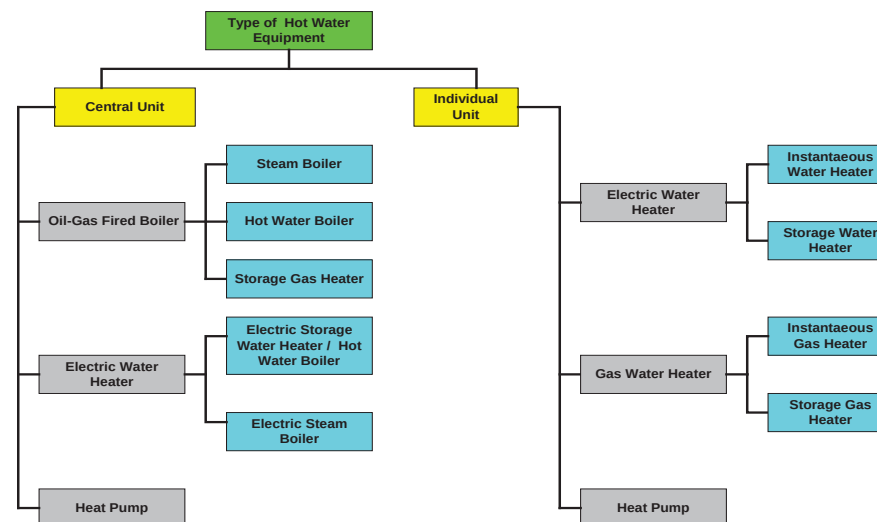
- ✓ **การใช้น้ำร้อนสำหรับทำความสะอาดภาชนะ (ในครัว)**

น้ำร้อนที่ใช้มีอุณหภูมิตั้งแต่ 70-90 องศาเซลเซียส

- ✓ **การซักผ้าและฆ่าเชื้อโรคในโรงพยาบาล**

จะใช้น้ำร้อนหรือน้ำร้อนโดยตรงที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

กลุ่มอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน



ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำประเภทต่างๆ

Item	Type of Boiler	Type of Fuel	Boiler Efficiency (%)		
			Maximum	Minimum	Average
1	Oil Fired Steam Boiler	Heavy Oil	96.2	83.9	89.8
		Light Oil	95.8	74.2	85.4
		Kerosene ¹	94.6	85.8	88.8
2	Oil Fired Hot Water Boiler	Heavy Oil	81.17	78.30	79.89
		Light Oil	88.02	79.68	80.67
		Kerosene ¹	86.95	82.79	85.79
3	Gas Fired Steam Boiler	NG, LPG	81.17	78.30	79.89
4	Gas Fired Hot Water Boiler	NG, LPG	80.32	79.90	80.01

เกณฑ์ศักยภาพด้านพลังงานของระบบทำน้ำร้อน

เครื่องทำน้ำร้อนแบบน้ำผ่าน (Instantaneous Water Heater)

ไม่มีการกำหนดเกณฑ์ (ประสิทธิภาพมีค่าใกล้เคียง 100%)

หม้อกำเนิดไอน้ำ (Boiler)

ประเภท	ค่าประสิทธิภาพ ขั้นต่ำ (ร้อยละ)
(ก) หม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (Oil Fired Steam Boiler)	85
(ข) หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (Oil Fired Hot Water Boiler)	80
(ค) หม้อไอน้ำที่ใช้ แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (Gas Fired Steam Boiler)	80
(ง) หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้ แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (Gas Fired Hot Water Boiler)	80

เกณฑ์ศักยภาพด้านพลังงานของระบบทำน้ำร้อน

พิจารณาเฉพาะประสิทธิภาพที่ตัวอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนเท่านั้น

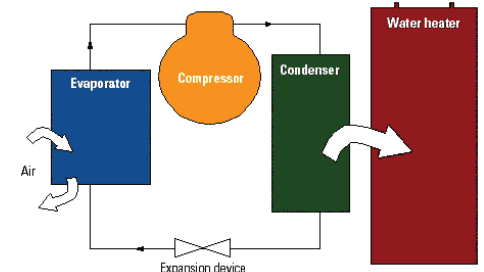
การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (Whole Building Performance) จะไม่นำพลังงานที่ใช้สำหรับผลิตน้ำร้อนภายในอาคารมาใช้ในการคำนวณ เนื่องจาก

- ✓ มีการใช้เฉพาะอาคารบางประเภทเท่านั้น
- ✓ ไม่สามารถจำกัดหรือกำหนดปริมาณการใช้ น้ำร้อนภายในอาคารแต่ละประเภทอย่างชัดเจน
- ✓ ปัญหาในการแปลงค่าพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงเทียบเท่าค่าพลังงานไฟฟ้า

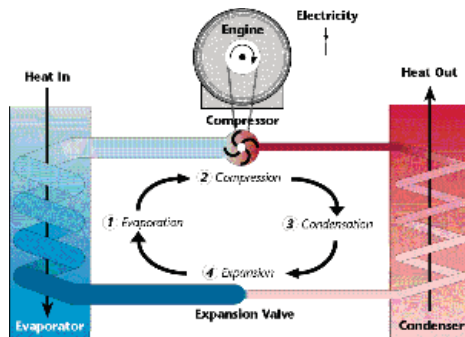
เครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊ม

- ทำงานโดยการดึงความร้อนจากแหล่งความร้อน (Heat Source) แล้วนำไปถ่ายเทในบริเวณที่ต้องการความร้อน (Heat Sink)
- ฮีตปั๊มเป็นตัวส่งผ่านความร้อน (ไม่ได้สร้างความร้อน) ซึ่งวัฏจักรการทำงานเหมือนกับระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Mechanical Vapor Compression Refrigeration System)

- ฮีตปั๊มจะเลือกใช้ประโยชน์จากด้านความร้อนเป็นหลัก และควบคุมอุณหภูมิด้านความร้อนแทนด้านความเย็น
- ความเย็นที่ได้จะเป็นผลพลอยได้ของระบบ



Mechanical Vapor Compression Refrigeration System



อุปกรณ์หลัก

ชุดคอยล์ร้อน (Condenser)

ระบายความร้อนจากสารทำงาน

ชุดคอยล์เย็น (Evaporator)

ดูดความร้อนจากแหล่งความร้อน

เครื่องอัดไอ (Compressor)

อัดไอของสารทำงานให้มีอุณหภูมิสูง

กว่าอุณหภูมิรอบคอนเดนเซอร์เพื่อจะ

ถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำงาน

วาล์วขยายตัว (Expansion Valve)

ลดความดันของสารทำงาน

อุปกรณ์เสริม

ถังน้ำหุ้มฉนวน มีหน้าที่สำคัญกักเก็บ

น้ำเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ

น้ำอุ่นของอาคารนั้น และเพื่อแบ่ง

ระดับอุณหภูมิน้ำ

ที่มา <http://www.heatpumpcentre.org>

ประสิทธิภาพด้านพลังงานขั้นต่ำของ Air Source-Heat Pump Water Heater

ชนิดของสารทำความเย็น	สัมประสิทธิ์สมรรถนะฮีตปั๊ม (COP)	
ทุกชนิด	Max	4.94
	Min	3.00
	Average	3.72
R134A	Max	4.94
	Min	3.00
	Average	3.82
R22	Max	4.25
	Min	3.09
	Average	3.64

ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำ ของเครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊ม

ภาวะทดสอบ				สัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ (Minimum COP)
แบบ	อุณหภูมิ น้ำเข้า	อุณหภูมิ น้ำออก	อุณหภูมิ อากาศ	
แบบที่ 1	30 C	50 C	30 C	3.5
แบบที่ 2	30 C	60 C	30 C	3.0

หมายเหตุ

เกณฑ์ที่กำหนดนี้ ใช้เฉพาะสำหรับเครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊ม แบบใช้อากาศเป็นแหล่งพลังงาน (air-source heat pump water heater) เท่านั้น

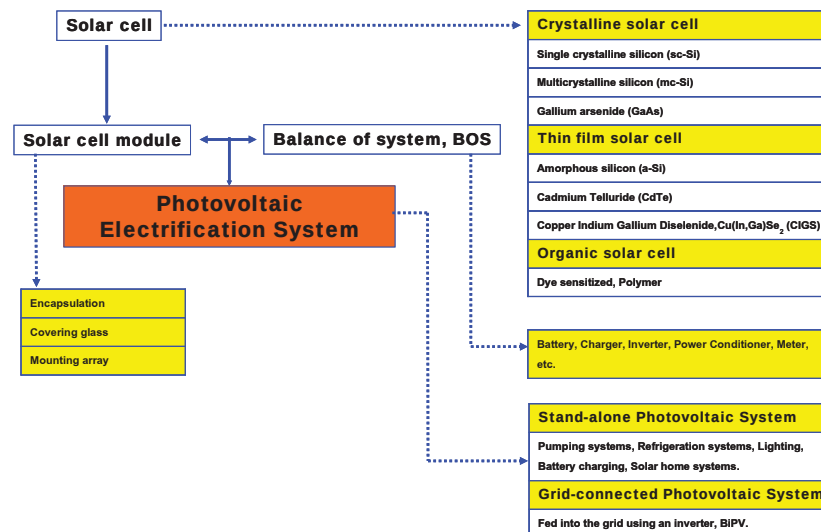
หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณ การชดเชยค่าพลังงานไฟฟ้า ด้วยไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์



เนื้อหาการบรรยาย

1. ระบบเซลล์แสงอาทิตย์
2. การชดเชยค่าพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (photovoltaic electrification system)

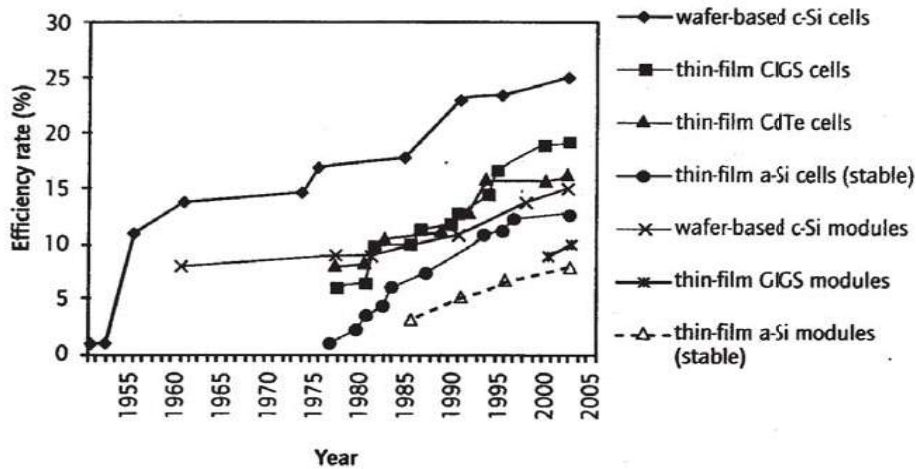


ประสิทธิภาพรวมของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

$$\eta_{sys} = \eta_{module} \cdot \eta_{BOS}$$

- η_{sys} คือ ประสิทธิภาพรวมของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (photovoltaic electrification system)
- η_{module} คือ ประสิทธิภาพของตัวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell module)
- η_{BOS} คือ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ประกอบในระบบอื่นๆ (Balance Of System; BOS)

ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์



Sources: IEA-PVPS Task 7 (2003), "Education and Training Material for Architects", Utrecht.

การคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรายปี ที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์ (Yearly average electricity produced by photovoltaic electrification system, PVE)

$$PVE = \frac{(9) \cdot (365) \cdot A_{\text{mod}} \cdot \eta_{\text{sys}} \cdot ESR_{PV}}{1000}$$

(9)(365) คือ จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ใน 1 ปี
โดย (9) คือ จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่มีแสงอาทิตย์ใน 1 วัน
(365) คือ จำนวนวันใน 1 ปี

PVE คือ พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรายปีที่ผลิตได้โดยเซลล์แสงอาทิตย์ *กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh)*
 A_{mod} คือ พื้นที่รวมทั้งหมดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้ง *ตารางเมตร*
 η_{sys} คือ ประสิทธิภาพรวมของระบบ
 ESR_{PV} คือ ค่ารังสีอาทิตย์ที่มุมเอียงและทิศทางที่ตรงกับารติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ *วัตต์/ตร.ม. (Wm^{-2})*

ประสิทธิภาพและราคาของเซลล์แสงอาทิตย์

วัตถุดิบในการผลิต	ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์	ราคา	เทคโนโลยีที่ใช้
mono-crystalline silicon	20-24%	สูง	crystalline
poly-crystalline silicon	13-18%	ต่ำ	crystalline
gallium-arsenide	20-29%	สูงมาก	crystalline
amorphous silicon	8-13%	สูงมาก	thin-film
cadmium telluride	10-17%	ต่ำ	thin-film
Copper indium gallium diselenide	10-19%	ต่ำ	thin-film

ค่ารังสีอาทิตย์ (ESR_{PV})

ค่ารังสีอาทิตย์ (ESR_{PV}) ที่ใช้ประกอบการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรายปีที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์, W/m^2

มุมเอียง (องศา)	ทิศทางของผนัง							
	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออก	ตะวันออกเฉียงใต้	ใต้	ตะวันตกเฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตกเฉียงเหนือ
0	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38	437.38
15	405.00	421.74	433.61	440.00	441.62	438.90	431.51	419.53
30	358.99	390.20	412.96	425.48	428.59	422.98	408.39	385.65
45	306.68	348.31	379.58	397.17	401.47	393.20	372.57	341.61
60	255.37	301.60	337.61	358.44	363.45	353.18	328.62	293.33
75	212.39	255.60	291.21	312.65	317.70	306.52	281.11	246.70
90	185.06	215.84	244.53	263.14	267.41	256.82	234.58	207.62

การชดเชยค่าพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงาน ไฟฟ้าที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์

หากอาคารควบคุมมีการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์ (photovoltaic electrification system) จะสามารถนำค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปชดเชยกับพลังงานที่คำนวณได้ตามสมการพลังงาน ซึ่งใช้ในการพิจารณาการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร หรือ whole building compliance

การชดเชยค่าพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงาน ไฟฟ้าที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์

ตัวอย่างที่ 1 คำนวณ PVE ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชุดที่ 1

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชุดที่ 1

- ค่า ESR_{PV} ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชุดที่ 1 เท่ากับ 441.62 วัตต์ต่อ ตร.ม.
- พื้นที่แผงเซลล์ เท่ากับ 20 ตร.ม.
- ประสิทธิภาพระบบรวม เท่ากับ 11%

$$PVE = \frac{(9) \cdot (365) \cdot A_{mod} \cdot \eta_{sys} \cdot ESR_{PV}}{1000}$$

$$PVE_1 = \frac{(9) \cdot (365) \cdot (20) \cdot (0.11) \cdot (441.62)}{1000}$$

$$= 3,191.59 \text{ kWh/Y}$$

การชดเชยค่าพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงาน ไฟฟ้าที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์

ตัวอย่างที่ 1 คำนวณ PVE ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชุดที่ 1

อาคารมีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 30 ตร.ม.

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดพื้นที่ 20 ตร.ม. หันไปยังทิศใต้
2. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดพื้นที่ 10 ตร.ม. หันไปยังทิศตะวันตกเฉียงใต้

กำหนดให้

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งสองแผงทำมุม 15 กับระนาบแนวนอน
- ประสิทธิภาพรวมของระบบเท่ากับร้อยละ 11

การชดเชยค่าพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงาน ไฟฟ้าที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์

โจทย์คำถามที่ 1

จากตัวอย่างที่ 1 จงคำนวณหาปริมาณพลังงานไฟฟ้าทั้งปีที่ผลิตได้โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชุดที่ 2 และปริมาณพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมดที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 2 แผง

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชุดที่ 2

ค่า ESR_{PV} ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชุดที่ 2	<u>438.90</u>	วัตต์ต่อ ตร.ม.
พื้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เท่ากับ	<u>10</u>	ตร.ม.
ประสิทธิภาพระบบรวม เท่ากับ	<u>11</u>	%
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงเซลล์ชุดที่ 2	<u>1,585.97</u>	กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี
ปริมาณพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมด	<u>4,777.56</u>	กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี

หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร



เนื้อหา

1. องค์ประกอบการใช้พลังงานในอาคาร

- 1.1 การใช้พลังงานของอาคาร
- 1.2 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในบริเวณปรับอากาศ
- 1.3 ผลของรูปทรงอาคารและประสิทธิภาพของระบบต่างๆ ต่อศักยภาพ การใช้พลังงานในบริเวณอาคารปรับอากาศ

2. การประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

- 2.1 สมการพลังงาน
- 2.2 ความต้องการใช้พลังงานของอาคารอ้างอิง

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

- ศักยภาพในการใช้พลังงานหรืออนุรักษ์พลังงานของอาคารสามารถประเมินได้จากดัชนีแสดงประสิทธิภาพของระบบต่างๆ ในอาคาร
- การเลือกอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในอาคารควรพิจารณาอุปกรณ์ที่มีมูลค่ารวมตลอดอายุใช้งานของอุปกรณ์ต่ำ

ภาระเฉลี่ยของคอยล์เย็น (Cooling Coil Load, CCL)

- **ภาระจากองค์ประกอบภายนอกอาคาร (external factor)** เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอกซึ่งมีรังสีอาทิตย์เป็นกลไกสำคัญ ในการขับเคลื่อนความร้อนผ่านผนังเข้าสู่ภายในอาคาร
- **ภาระจากองค์ประกอบภายใน (internal factor)** เกิดจากความร้อนที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างและอุปกรณ์ใช้พลังงานในอาคาร ซึ่งลักษณะและช่วงเวลาใช้ส่งผลต่อลักษณะของภาระที่เกิดขึ้น

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

ภาระของคอยล์ที่สืบเนื่องจากองค์ประกอบภายนอกอาคาร

- สัมพันธ์โดยตรงกับค่าการถ่ายเทความร้อนรวม

$$\text{ภาระของคอยล์เย็นจากองค์ประกอบภายนอกต่อพื้นที่ของบริเวณปรับอากาศ} = OTTV \cdot \frac{A_w}{A_f} + RTTV \cdot \frac{A_r}{A_f}$$

OTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก (วัตต์/ตร.ม.)

RTTV คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (วัตต์/ตร.ม.)

$\frac{A_w}{A_f}$ คือ สัดส่วนพื้นที่ผนังต่อพื้นที่ของบริเวณปรับอากาศ (ไม่มีหน่วย)

$\frac{A_r}{A_f}$ คือ สัดส่วนพื้นที่หลังคาต่อพื้นที่ของบริเวณปรับอากาศ (ไม่มีหน่วย)

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

ภาระของคอยล์เย็นสืบเนื่องจากองค์ประกอบภายใน

- เกิดจากภาระความร้อนที่เกิดจากการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD), อุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน (EQD), ผู้อยู่อาศัย (OCCU) และอากาศระบาย (VENT) ดังนั้น

$$\text{ภาระของคอยล์เย็นจากองค์ประกอบภายในต่อพื้นที่บริเวณปรับอากาศ} \\ (C_i)(LPD) + (C_e)(EQD) + 130(C_o)(OCCU) + 24(C_v)(VENT)$$

C_i , C_e , C_o และ C_v คือ สัมประสิทธิ์ของภาระจากองค์ประกอบแต่ละชนิด

LPD คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ส่องสว่างต่อหน่วยพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม.)

EQD คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่อหน่วยพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม.)

OCCU คือ จำนวนผู้อยู่อาศัยเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ (คน/ตร.ม.)

VENT คือ ปริมาณอากาศระบายและอากาศรั่ว (ลิตร/วินาที /ตร.ม.)

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

ภาระของคอยล์และพลังงานไฟฟ้า

- กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของระบบปรับอากาศในช่วงเวลาหนึ่งมีความสัมพันธ์กับภาระเฉลี่ยของคอยล์เย็นดังนี้

$$\text{กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยในการปรับอากาศ, } P_{ac} \\ = (\text{สัดส่วนไฟฟ้าที่ใช้ต่อภาระคอยล์เย็น, } ER) \times (\text{ภาระเฉลี่ยของคอยล์เย็น, } CCL)$$

- ค่าสมรรถนะของระบบปรับอากาศ (COP) เป็นสัดส่วนผกผันของกำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อภาระของคอยล์เย็น ดังนั้น ความสัมพันธ์ข้างต้นเขียนใหม่ได้ดังนี้

$$P_{ac} = CCL / COP$$

P_{ac} คือ กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยในการปรับอากาศ (วัตต์/ตร.ม.)

CCL คือ ภาระเฉลี่ยของคอยล์เย็น (วัตต์/ตร.ม.)

COP คือ สัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศ (ไม่มีหน่วย)

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

ภาระเฉลี่ยของคอยล์เย็น

ความสัมพันธ์ภาระความร้อนเฉลี่ยกับองค์ประกอบอื่นๆ

$$CCL = OTTV \cdot \frac{A_w}{A_f} + RTTV \cdot \frac{A_r}{A_f} : \text{ภาระของคอยล์เย็นอันเนื่องมาจากองค์ประกอบภายนอก} \\ + C_i (LPD) : \text{ภาระของคอยล์เย็นอันเนื่องมาจากไฟฟ้าส่องสว่าง} \\ + C_e (EQD) : \text{ภาระของคอยล์เย็นอันเนื่องมาจากอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน} \\ + 130 C_o (OCCU) : \text{ภาระของคอยล์เย็นอันเนื่องมาจากผู้อยู่อาศัย} \\ + 24 C_v (VENT) : \text{ภาระของคอยล์เย็นอันเนื่องมาจากการระบายอากาศ}$$

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

พลังงานไฟฟ้า (E_n) ที่ใช้ในบริเวณปรับอากาศ

- ความสัมพันธ์ของค่าพลังงานต่อองค์ประกอบต่างๆ

$$E_n = \frac{[(CCL/COP) + LPD + EQD] n_h}{1000}$$

เมื่อ

E_n คือ พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตร.ม. ต่อปี)

CCL/COP หรือ P_{ac} คือ กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยในการปรับอากาศ (วัตต์/ตร.ม.)

LPD คือ กำลังไฟฟ้าอันเนื่องมาจากไฟฟ้าส่องสว่าง (วัตต์/ตร.ม.)

EQD คือ กำลังไฟฟ้าอันเนื่องมาจากอุปกรณ์ไฟฟ้า (วัตต์/ตร.ม.)

n_h คือ จำนวนชั่วโมงทำงานในช่วง 1 ปี (ชั่วโมง)

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

อิทธิพลของรูปทรงอาคารและประสิทธิภาพของระบบต่างๆ ต่อ
ศักยภาพการใช้พลังงานในบริเวณอาคารปรับอากาศ

ลำดับ →	1	2	3	4	5	6	7	8	9
แถว ↓	รายการ	ค่าที่กำหนดและผลที่ได้							
1	OTTV, W/m^2	65	25	65	65	65	65	65	25
2	A_w/A_f , m ²	1	1	0.24	1	1	1	1	1
3	COP	2.2	2.2	2.2	3.5	2.2	2.2	2.2	3.5
4	LPD, W/m^2	20	20	20	20	10	20	20	10
5	EQD, W/m^2	30	30	30	30	30	30	30	30
6	OCCU, %	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
7	VENT, %	1	1	1	1	1	1	2	1
8	CCL, W/m^2	140.6	100.6	91.2	140.6	132.2	152.3	162.2	92.2
9	Ext, %	46	25	17	46	49	43	40	27
10	Int, %	54	75	83	54	51	57	60	73
11	AC_E , $kWh/m^2 \cdot Y^{-1}$	149.5	107.0	97.0	94.0	140.6	162.0	172.5	61.6
12	L_E , $kWh/m^2 \cdot Y^{-1}$	39.3	39.3	39.3	39.3	19.7	39.3	39.3	19.7
13	E_n , $kWh/m^2 \cdot Y^{-1}$	214.4	171.8	161.8	158.8	185.8	226.8	237.3	106.8
14	AC_E/E_n	69.8	62.3	59.9	59.2	75.7	71.4	72.7	57.7
15	L_E/E_n	18.3	22.9	24.3	24.8	10.6	17.3	16.6	18.4

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

- กรณีที่ระบบใดระบบหนึ่งหรือมากกว่าของอาคารควบคุมที่พิจารณาไม่บรรลุเกณฑ์ที่กำหนด อาคารดังกล่าวยังสามารถนำเข้าสู่วิธีการประเมินการใช้พลังงานของทั้งอาคาร โดยคำนวณค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ในรอบ 1 ปี นำมาเทียบกับค่าการใช้พลังงานรวมตลอด 1 ปี ของอาคารอ้างอิง เพื่อตรวจสอบว่าบรรลุเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานได้

การประเมินความต้องการใช้พลังงานของอาคารควบคุม

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

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

OTTV	คือ การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (W/m^2)
A_w/A_f	คือ สัดส่วนพื้นที่ผนังอาคารต่อพื้นที่ใช้สอย (ไม่มีหน่วย)
COP	คือ สมรรถนะของระบบปรับอากาศ (ไม่มีหน่วย)
LPD	คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ส่องสว่างต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (W/m^2)
EQD	คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (W/m^2)
OCCU	คือ จำนวนผู้อยู่อาศัยเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (per m^2)
VENT	คือ ปริมาณอากาศระบายและอากาศรั่ว ($l/s \cdot m^2$)
CCL	คือ ภาระของคอยล์เย็น (W/m)
Ext	คือ สัดส่วนของภาระที่เกิดจากองค์ประกอบภายนอก (%)
Int	คือ สัดส่วนของภาระที่เกิดจากองค์ประกอบภายใน (%)
AC_E	คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบปรับอากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ($kWh/m^2 \cdot Y^{-1}$)
L_E	คือ พลังงานไฟฟ้าส่องสว่างต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ($kWh/m^2 \cdot Y^{-1}$)
E_n	คือ พลังงานไฟฟ้ารวมต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ($kWh/m^2 \cdot Y^{-1}$)
AC_E/E_n	คือ สัดส่วนของพลังงานที่ใช้ปรับอากาศต่อพลังงานไฟฟ้ารวม (ไม่มีหน่วย)
L_E/E_n	คือ สัดส่วนของพลังงานที่ใช้ส่องสว่างต่อพลังงานไฟฟ้ารวม (ไม่มีหน่วย)

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

- กรณีที่ระบบใดระบบหนึ่งหรือมากกว่าของอาคารควบคุมที่พิจารณาไม่บรรลุเกณฑ์ที่กำหนด อาคารดังกล่าวยังสามารถนำเข้าสู่วิธีการประเมินการใช้พลังงานของทั้งอาคาร โดยคำนวณค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ในรอบ 1 ปี นำมาเทียบกับค่าการใช้พลังงานรวมตลอด 1 ปี ของอาคารอ้างอิง เพื่อตรวจสอบว่าบรรลุเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานได้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมของทั้งอาคาร

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของระบบปรับอากาศ

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของอุปกรณ์

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของระบบแสงสว่าง

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

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

- ค่าสัมประสิทธิ์ของภาระคอยล์เย็นจากองค์ประกอบต่างมีปรากฏในเกณฑ์มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานและเป็นดังที่ปรากฏในตาราง

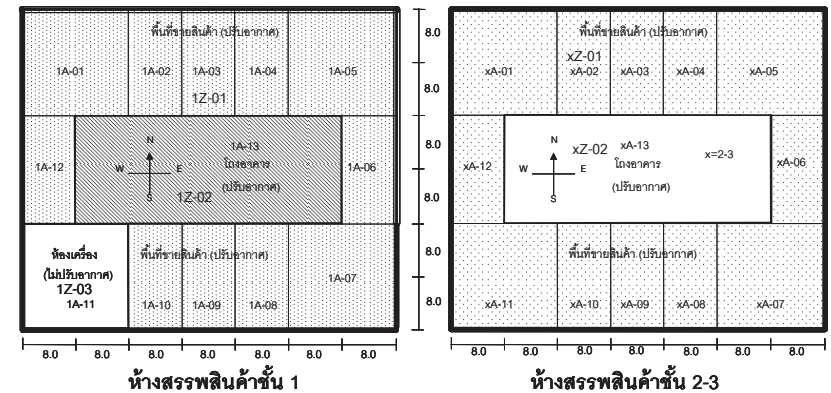
ประเภทของอาคาร	C_f	C_e	C_o	C_v	η_h
สำนักงาน สถานศึกษา	0.84	0.85	0.90	0.90	2340
ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า ซูเปอร์สโตร์					4380
โรงแรม โรงพยาบาล / สถานพักฟื้น	1.0	1.0	1.0	1.0	8760

- C_f , C_e , C_o , และ C_v คือ สัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่ระบบปรับอากาศ จากไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ผู้ใช้อาคารและการระบายอากาศ ตามลำดับ
- พารามิเตอร์ η_h คือจำนวนชั่วโมงใช้งานสำหรับอาคารแต่ละประเภท
- สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ ไม่มีการใช้พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศ ดังนั้น เทอมแรกของสมการพลังงานไม่ปรากฏในสมการคำนวณพลังงาน

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

ตัวอย่างที่ 1

- ห้างสรรพสินค้า 3 ชั้น แห่งหนึ่ง พื้นที่ใช้สอยแสดงดังรูปข้างล่าง



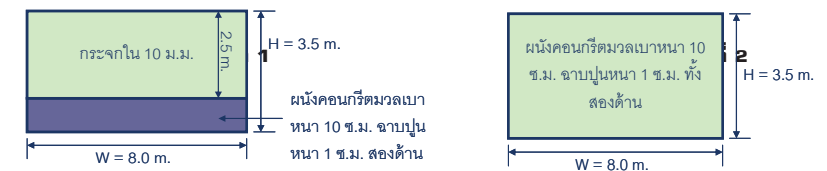
องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

การประเมินความต้องการใช้พลังงานของอาคารอ้างอิง

- อาคารอ้างอิงมีรูปร่างและผังอาคารเช่นเดียวกับอาคารควบคุมที่พิจารณา
- ในแต่ละพื้นที่จะต้องมีอุปกรณ์ (EQD), จำนวนผู้ใช้อาคาร (OCCU) และอัตราการระบายอากาศ (VENT) เช่นเดียวกับอาคารควบคุมที่พิจารณา
- ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและของหลังคาอาคารแต่ละด้านของอาคารอ้างอิงจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดฯ
- กำลังงานไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารในพื้นที่แต่ละส่วน ต้องมีค่า LPDc ค่าเดียวกันตามข้อกำหนดฯ ของอาคารแต่ละประเภท
- สัมประสิทธิ์สมรรถนะหรือค่า COP ของระบบปรับอากาศสำหรับพื้นที่ปรับอากาศแต่ละส่วน COPci ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดฯ

องค์ประกอบการใช้พลังงานของอาคาร

ตัวอย่างที่ 1



ทิศ	เหนือ	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก
OTTV ผนังแบบที่ 1 (W/m^2)	97.65	113.98	128.65	120.15
OTTV ผนังแบบที่ 2 (W/m^2)	26.24	31.39	33.07	31.22
RTTV หลังคา (W/m^2)	9.13			

องค์ประกอบการใช้พลังงานในอาคาร

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ) ระบบปรับอากาศ $OTTV = \frac{(A_{w1})(OTTV_1) + (A_{w2})(OTTV_2) + \dots + (A_{wi})(OTTV_i)}{A_{w1} + A_{w2} + \dots + A_{wi}}$

$$OTTV \text{ โซน 1Z-01} = \frac{(196 \times 97.65) + (112 \times 113.98) + (56 \times 31.39) + (140 \times 33.07) + (112 \times 31.22)}{(196 + 112 + 56 + 140 + 112)}$$

โซน	พื้นที่ผนัง (ตร.ม.)					พื้นที่หลังคา (ตร.ม.)	พื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	OTTV (วัตต์/ตร.ม.)	RTTV (วัตต์/ตร.ม.)
	แบบผนัง	เหนือ	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก				
1Z-01	แบบที่ 1	196.0	112.0	0.0	0.0	0.0	1,792.0	67.84	0.00
	แบบที่ 2	0.0	56.0	140.0	112.0				
1Z-02	แบบที่ 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	640.0	0.00	0.00
	แบบที่ 2	0.0	0.0	0.0	0.0				
1Z-03	แบบที่ 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	256.0	0.00	0.00
	แบบที่ 2	0.0	0.0	0.0	0.0				
2Z-01	แบบที่ 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,048.0	30.42	0.00
	แบบที่ 2	196.0	168.0	196.0	168.0				
2Z-02	แบบที่ 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	640.0	0.00	0.00
	แบบที่ 2	0.0	0.0	0.0	0.0				
3Z-01	แบบที่ 1	0.0	0.0	0.0	0.0	2,048.0	2,048.0	30.42	9.13
	แบบที่ 2	196.0	168.0	196.0	168.0				
3Z-02	แบบที่ 1	0.0	0.0	0.0	0.0	640.0	640.0	0.00	9.13
	แบบที่ 2	0.0	0.0	0.0	0.0				

องค์ประกอบการใช้พลังงานในอาคาร

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ) ระบบปรับอากาศ

- ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ระบายความร้อนด้วยอากาศสำหรับพื้นที่โถงอาคาร และเครื่องปรับอากาศแบบ Package air-cooled จะใช้กับร้านค้าต่างๆ

โซน	ระบบ	อุปกรณ์	ขนาดทำความเย็น (ตัน)	จำนวน	ประสิทธิภาพ (COP)	ประสิทธิภาพรวม (COP)
1Z-01	เป็นชุด	1PAU-01-08	10.0	8	2.27	2.33
		1PAU-01a-03a	8.5	3	2.14	
		1PAU-01b-03b	14.0	3	2.60	
1Z-02	รวมศูนย์	1AHU-01-04	15.0	4	2.63	2.63
1Z-03	-	-	-	-	-	-
2Z-01	เป็นชุด	2PAU-01-08	10.0	8	2.27	2.34
		2PAU-01a-04a	8.5	4	2.14	
		2PAU-01b-04b	14.0	4	2.60	
2Z-02	รวมศูนย์	2AHU-01-04	15.0	4	2.63	2.63
3Z-01	เป็นชุด	3PAU-01-08	10.0	8	2.27	2.34
		3PAU-01a-04a	8.5	4	2.14	
		3PAU-01b-04b	14.0	4	2.60	
3Z-02	รวมศูนย์	3AHU-01-04	15.0	4	2.63	2.63

องค์ประกอบการใช้พลังงานในอาคาร

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ) ระบบแสงสว่าง

รายละเอียด	พื้นที่ขายสินค้า (xZ-01)	โถงอาคาร (xZ-02)	ห้องเครื่อง (xZ-03)
ชุดโคมส่องสว่าง	โคมสะท้อนแสง 4x18W 60cm	โคมสะท้อนแสง 4x18W 60cm	โคมสะท้อนแสง 2x36W 120cm
ชนิดหลอดไฟฟ้า	หลอดฟลูออ-เรสเซนต์ 18 W	หลอดฟลูออ-เรสเซนต์ 18 W	หลอดฟลูออ-เรสเซนต์ 36 W
จำนวนหลอดต่อโคม	4	4	2
บัลลาสต์	บัลลาสต์ Low loss	บัลลาสต์ Low loss	บัลลาสต์ Low loss

ชั้นที่	โซน	พื้นที่โซน (ตร.ม.)	จำนวนชุด (ชุด)	กำลังไฟฟ้าต่อชุด (วัตต์/ชุด)	กำลังไฟฟ้ารวม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้าต่อพื้นที่ (วัตต์/ตร.ม.)
1	1Z-01	1,792	310	96	29,760	16.61
	1Z-02	640	42	96	4,032	6.30
	1Z-03	256	38	84	3,192	12.47
2-3	xZ-01	2,048	354	96	33,984	16.59
	xZ-02	640	42	96	4,032	6.30

องค์ประกอบการใช้พลังงานในอาคาร

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ) ระบบปรับอากาศ

- วิธีการคำนวณหาค่า COP ของแต่ละโซน

โซน	ระบบ	อุปกรณ์	ขนาดทำความเย็น (ตัน)	จำนวน	ประสิทธิภาพ (COP)	ประสิทธิภาพรวม (COP)
1Z-01	เป็นชุด	1PAU-01-08	10.0	8	2.27	2.33
		1PAU-01a-03a	8.5	3	2.14	
		1PAU-01b-03b	14.0	3	2.60	
1Z-02	รวมศูนย์	1AHU-01-04	15.0	4	2.63	2.63

$$COP (1Z-01) = \frac{(10 \times 8 \times 2.27) + (8.5 \times 3 \times 2.14) + (14 \times 3 \times 2.6)}{(10 \times 8) + (8.5 \times 3) + (14 \times 3)} = 2.33$$

$$COP (1Z-02) = \frac{\text{ขนาดทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น (Tr)} \times 3.517}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำน้ำเย็น (kW)} + \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของอุปกรณ์อื่นๆ (kW)}} = \frac{120 \times 3.517}{132 + 28.5} = 2.63$$

องค์ประกอบการใช้พลังงานในอาคาร

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

- คำนวณการใช้พลังงานของอาคารตัวอย่าง

โซน	ชั้นที่	จำนวน ชั้น (ชั้น)	ปรับ/ไม่ ปรับ อากาศ	พื้นที่ใช้ สอย (m ²)	พื้นที่ผนัง ภายนอก (m ²)	พื้นที่ หลังคา (m ²)	OTTV (W/m ²)	RTTV (W/m ²)	LPD (W/m ²)	COP	EQD (W/m ²)	OCCU (Head m ²)	VENT (L.s ⁻¹ .m ⁻²)	Energy (kWh/Y ⁻¹)
1Z-01	1	1	AC	1,792.0	616.0	0.0	67.84	0.00	16.61	2.33	20	0.1	0.25	527,779.23
1Z-02	1	1	AC	640.0	0.0	0.0	0.00	0.00	6.30	2.63	20	0.1	0.25	115,710.34
1Z-03	1	1	N-AC	256.0	0.0	0.0	0.00	0.00	12.47	0	20	0.1	0.25	36,407.96
2Z-01	2	1	AC	2,048.0	728.0	0.0	30.42	0.00	16.59	2.34	20	0.1	0.25	553,814.79
2Z-02	2	1	AC	640.0	0.0	0.0	0.00	0.00	6.30	2.63	20	0.1	0.25	115,710.34
3Z-01	3	1	AC	2,048.0	728.0	2,048.0	30.42	9.13	16.59	2.34	20	0.1	0.25	588,814.06
3Z-02	3	1	AC	640.0	0.0	640.0	0.00	9.13	6.30	2.63	20	0.1	0.25	125,441.60
ศักยภาพการใช้ไฟฟ้าของอาคารตัวอย่าง														2,063,678.33

องค์ประกอบการใช้พลังงานในอาคาร

โจทย์ที่ 1

- จากข้อมูลตามตัวอย่างที่ 1 จะคำนวณศักยภาพการใช้พลังงานตลอดทั้งปีของโซน 1Z-01
 - ระบบปรับอากาศ
 - ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
 - ระบบอุปกรณ์อื่นๆ
 - และการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของทั้งโซน

$$E_{pa} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{A_{wt}(OTTV_i)}{COP_i} + \frac{A_{rt}(RTTV_i)}{COP_i} \right] + A_{fi} \left\{ \frac{C_i(LPDI_i) + C_e(EQDI_i) + 130C_o(OCCU_i) + 24C_v(VENT_i)}{COP_i} \right\} n_h + \sum_{i=1}^n A_{fi}(LPDI_i + EQDI_i)n_h$$

องค์ประกอบการใช้พลังงานในอาคาร

ตัวอย่างที่ 1 (ต่อ)

- คำนวณการใช้พลังงานของอาคารอ้างอิง

ตามเกณฑ์

โซน	ชั้นที่	จำนวน ชั้น (ชั้น)	ปรับ/ไม่ ปรับ อากาศ	พื้นที่ใช้ สอย (m ²)	พื้นที่ผนัง ภายนอก (m ²)	พื้นที่ หลังคา (m ²)	OTTV (W/m ²)	RTTV (W/m ²)	LPD (W/m ²)	COP	EQD (W/m ²)	OCCU (Head m ²)	VENT (L.s ⁻¹ .m ⁻²)	Energy (kWh/Y ⁻¹)
1Z-01	1	1	AC	1,792.0	616.0	0.0	40.00	0.00	18.00	2.56	20	0.1	0.25	491,326.50
1Z-02	1	1	AC	640.0	0.0	0.0	0.00	0.00	18.00	2.07	20	0.1	0.25	173,175.47
1Z-03	1	1	N-AC	256.0	0.0	0.0	0.00	0.00	18.00	0	20	0.1	0.25	42,608.64
2Z-01	2	1	AC	2,048.0	728.0	0.0	40.00	0.00	18.00	2.56	20	0.1	0.25	563,158.50
2Z-02	2	1	AC	640.0	0.0	0.0	0.00	0.00	18.00	2.07	20	0.1	0.25	173,175.47
3Z-01	3	1	AC	2,048.0	728.0	2,048.0	40.00	12.00	18.00	2.56	20	0.1	0.25	605,206.50
3Z-02	3	1	AC	640.0	0.0	640.0	0.00	12.00	18.00	2.07	20	0.1	0.25	189,425.90
ศักยภาพการใช้ไฟฟ้าของอาคารอ้างอิง														2,238,076.97

องค์ประกอบการใช้พลังงานในอาคาร

โจทย์ที่ 1 (ต่อ)

- ค่า OTTV = 67.84 W/m²
- ค่า COP = 2.33
- ค่า EQD = 20 W/m²
- ค่า VENT = 0.25 l/s/m²
- ค่า A_w = 616 m²
- ค่า A_r = 0 m²
- ค่า A_f = 1,792 m²
- ค่า RTTV = 0 W/m²
- ค่า LPD = 16.61 W/m²
- ค่า OCCU = 0.1 per/m²
- ค่า n_h = 4,380 hr/Y
- ค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ = 240,428.80 kWh/Y
- ค่าการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง = 130,371.23 kWh/Y
- ค่าการใช้พลังงานในระบบอุปกรณ์อื่นๆ = 156,979.20 kWh/Y
- การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของทั้งโซน = 527,779.23 kWh/Y

- ค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

$$= \left[\frac{616(67.84)}{2.33} + 1792 \left\{ \frac{0.84(16.61) + 0.85(20) + 130 \times 0.9(0.1) + 24 \times 0.9(0.25)}{2.33} \right\} \right] 4380$$

- ค่าการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

$$= A_{fi}(LPD_i)n_h$$

$$= 1792 \times 16.61 \times 4380$$

- ค่าการใช้พลังงานในระบบอุปกรณ์อื่นๆ

$$= A_{fi}(EQD_i)n_h$$

$$= 1792 \times 20 \times 4380$$

โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพ พลังงานของอาคาร BEC

กรอบอาคาร : OTTV / RTTV



เนื้อหา

1. ฐานข้อมูล-กรอบอาคาร

- 1.1 วัสดุ (Material)
- 1.2 องค์ประกอบของผนัง/หลังคา (Component of Section)
- 1.3 ส่วนของผนัง / หลังคา (Section of Wall)
- 1.4 ผนัง (Wall)

2. แบบจำลองอาคาร

- 2.1 การสร้างแบบจำลองอาคาร (Zone)

3. การวิเคราะห์ผลระบบกรอบอาคาร

- 3.1 ค่า OTTV / RTTV ของอาคารตัวอย่าง
- 3.2 พลังงานของรวมของอาคารตัวอย่าง

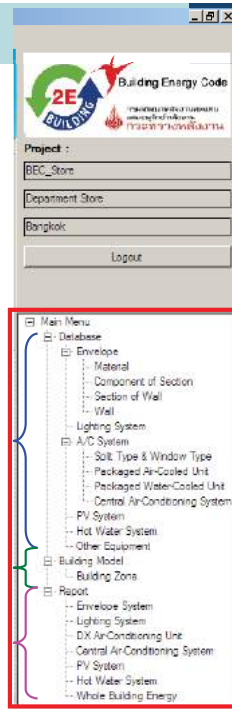
โครงสร้างของโปรแกรม

- **ฐานข้อมูล**
 - วัสดุกรอบอาคาร (ผนังทึบ ผนังกระจก อุปกรณ์บังแดด)
 - ส่วนของผนังอาคาร
 - อุปกรณ์ของระบบอาคาร (ไฟฟ้าแสงสว่าง, ปรับอากาศ,...)
- **แบบจำลองอาคาร**
 - การสร้างแบบจำลองอาคาร (โซน)
 - การป้อนข้อมูลอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับอาคาร
- **รายงานผลวิเคราะห์**
 - กรอบอาคาร
 - ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
 - ระบบปรับอากาศ และอื่นๆ

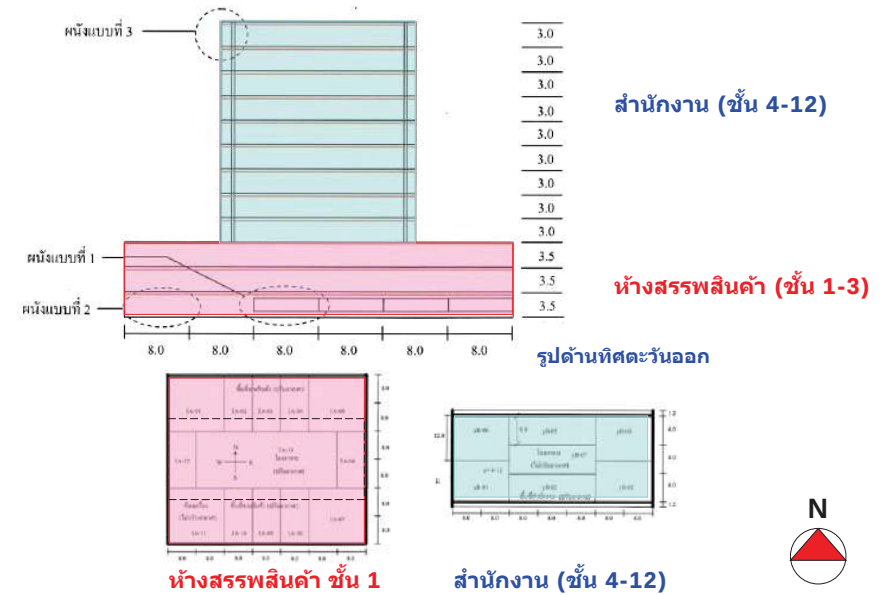
Database
ฐานข้อมูล

Building Model
แบบจำลองอาคาร

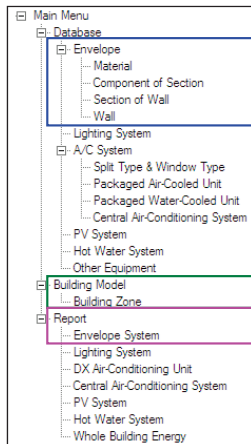
Report
รายงานผลวิเคราะห์



แบบอาคาร ตัวอย่างที่ 1



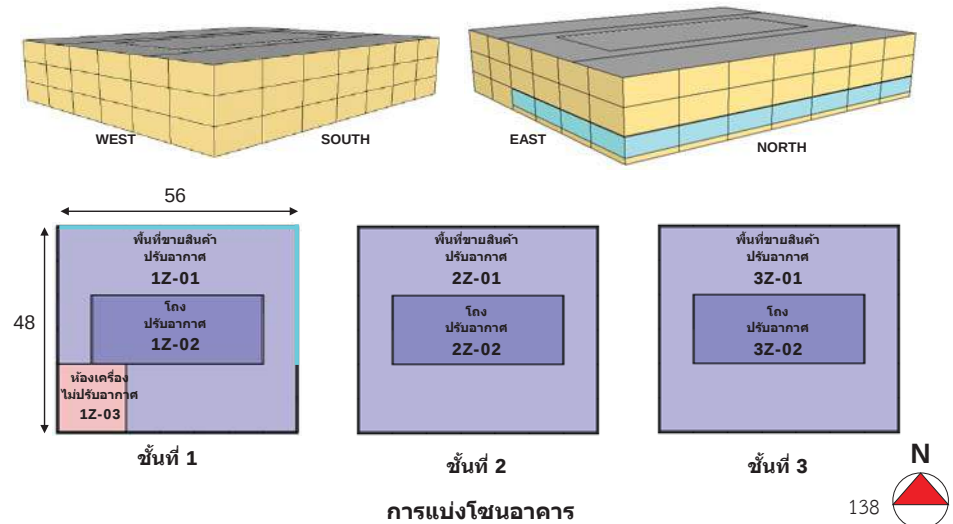
รายการที่เกี่ยวข้องกับการจำลองกรอบอาคาร



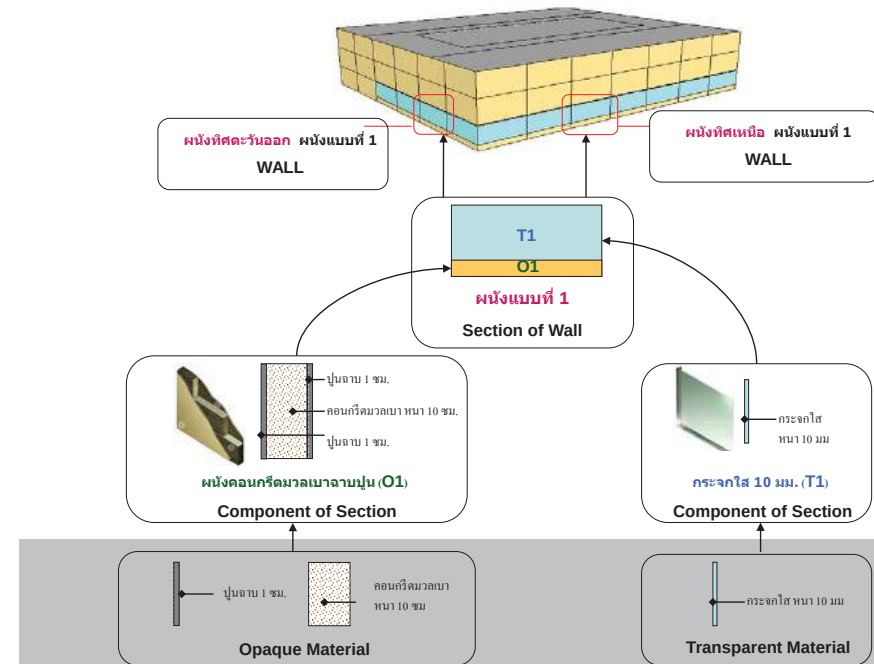
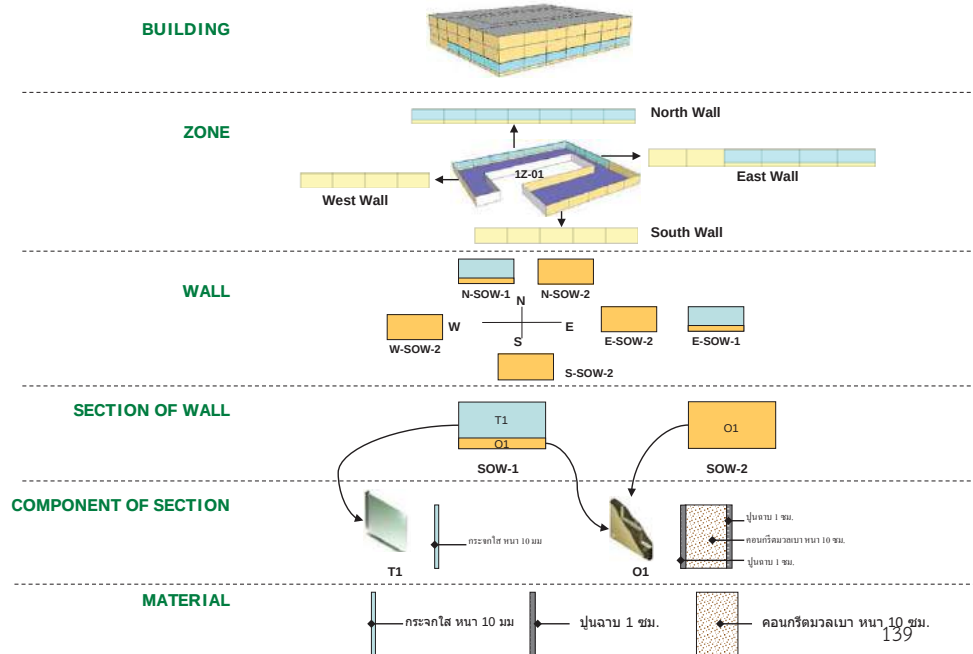
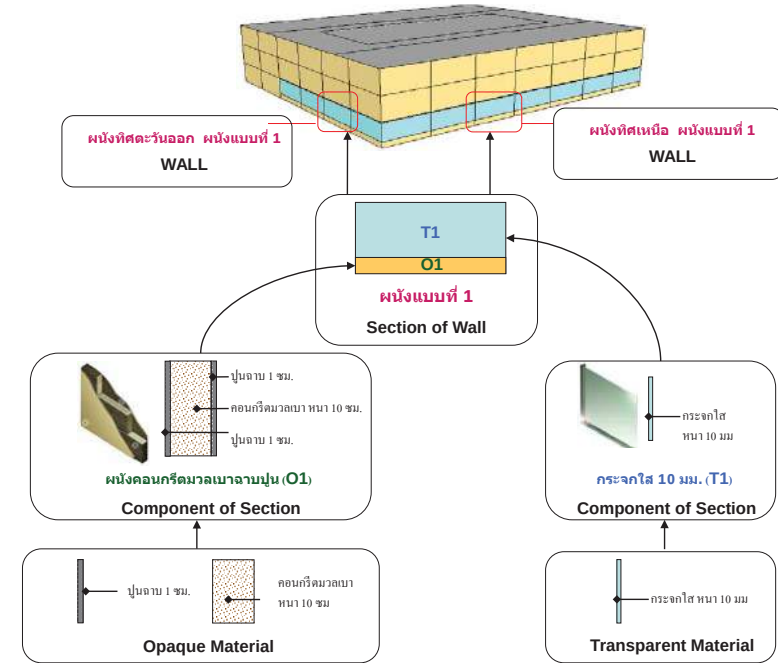
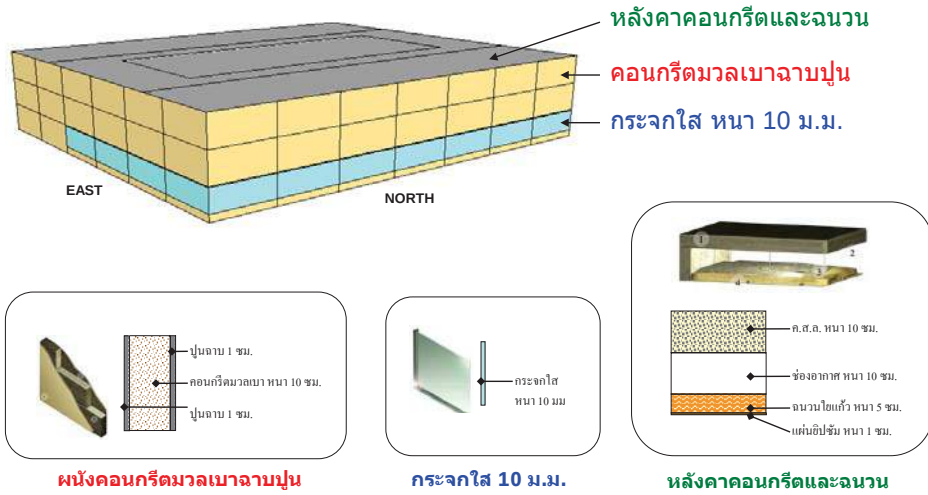
- **Envelope**
 - Material
 - Component of Section
 - Section of Wall
 - Wall
- **Building Model**
 - Building Zone
- **Report**
 - Envelope System

แบบอาคาร ตัวอย่างที่ 1

- อาคารห้างสรรพสินค้า สูง 3 ชั้น



วัสดุของผนัง / หลังคา



ฐานข้อมูล-วัสดุกรอบอาคาร

Material

Table: List of Material

Material Name	Thermal Conductivity (W/mK)	Density (kg/m ³)	Specific Heat (kJ/kgK)
1. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.395	2000	1
2. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.384	1700	1
3. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.441	2000	1
4. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.341	930	0.93
5. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.213	1340	1.93
6. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.191	1700	1.93
7. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.202	1500	1.93
8. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.16	1340	1.93
9. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.993	2400	0.79
10. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.421	1500	1.51

- ฐานข้อมูล
 - วัสดุผนังทึบ (Opaque materials)
 - วัสดุผนังกระจก (Transparent materials)
 - วัสดุเพิ่มเติม (Custom materials)

แบบฝึกหัด: การสร้างวัสดุของกรอบอาคาร

Material

Table: List of Material

Material Name	Thermal Conductivity (W/mK)	Density (kg/m ³)	Specific Heat (kJ/kgK)
1. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.395	2000	1
2. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.384	1700	1
3. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.441	2000	1
4. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.341	930	0.93
5. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.213	1340	1.93
6. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.191	1700	1.93
7. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.202	1500	1.93
8. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.16	1340	1.93
9. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.993	2400	0.79
10. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.421	1500	1.51

1. ชื่อวัสดุ
2. ค่าความนำความร้อน
3. ความหนาแน่น
4. ความจุความร้อนจำเพาะ

ลบข้อมูลวัสดุ ไม่เห็นแจ้ง2
ทดลองป้อนข้อมูล
Material Name: ไม่เห็นแจ้ง2
Thermal Conductivity: 0.138
Density: 702
Specific Heat: 1.30

ขั้นตอน: การสร้างวัสดุของกรอบอาคาร

Material

Table: List of Material

Material Name	Thermal Conductivity (W/mK)	Density (kg/m ³)	Specific Heat (kJ/kgK)
1. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.395	2000	1
2. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.384	1700	1
3. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.441	2000	1
4. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.341	930	0.93
5. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.213	1340	1.93
6. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.191	1700	1.93
7. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.202	1500	1.93
8. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.16	1340	1.93
9. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.993	2400	0.79
10. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.421	1500	1.51

1. ชื่อวัสดุ
2. ค่าความนำความร้อน
3. ความหนาแน่น
4. ความจุความร้อนจำเพาะ

1. เข้าฐานข้อมูลวัสดุ (Material)
2. เลือก Custom Material
3. เลือก Opaque Material
4. กด New Data เพื่อสร้างข้อมูลใหม่
5. ป้อนชื่อวัสดุ
6. ป้อนค่าสมบัติทางความร้อน
7. กด Save บันทึกข้อมูล (กด Delete ถ้าต้องการลบข้อมูล)

ขั้นตอน: การสร้างวัสดุกระจก

Material

Table: List of Material

Material Name	Thickness (m)	Visible Rays (Reflectance)	Visible Rays (Transmittance)	Solar Energy (Reflectance)	Solar Energy (Transmittance)	Solar Energy (Absorption)	SHGC	U-value Summer Daytime (W/m ² K)	Thermal Conductivity (W/mK)
1. คอนกรีตเสริมเหล็กหนา	0.01	0.88					0.73	1.093	0.395

1. ชื่อวัสดุ
2. ค่าความหนา (Thickness)
3. Visible Transmittance
4. SHGC
5. Thermal Conductivity

1. เข้าฐานข้อมูลวัสดุ (Material)
2. เลือก Custom Material
3. เลือก Transparent Material
4. กด New Data เพื่อสร้างข้อมูลใหม่
5. ป้อนชื่อวัสดุกระจก
6. ป้อนค่าคุณสมบัติของกระจก
7. กด Save บันทึกข้อมูล

แบบฝึกหัด: การสร้างวัสดุกระจก

Material

Table: L1 Material

New Data Save Data Delete Data

Opaque Material (Default) Transparent Material (Default) Custom Material

Opaque Materials Transparent Materials Air Gap

Material Name	Thickness (m)	Visible Rays (Transmittance)	Visible Rays (Reflectance)	Solar Energy (Reflectance)	Solar Energy (Transmittance)	Solar Energy (Absorption)	SHGC	U-value Summer Daytime (W/m ² K)	Thermal Conductivity (W/mK)	Description
กระจกใส 10 มม.	0.01	0.88					0.73	1.053	กระจกใส 10 มม.	
กระจกเขียว 10 มม.	0.01	0.76					0.54	1.053	กระจกเขียว 10 มม.	

Material Name

Enter Material Name in alphanumeric

OK Cancel

กระจกเขียว 10 มม.

ทดลองป้อนข้อมูล กระจกเขียว หก 10 มม.
Material Name: กระจกเขียว 10 มม.
Thickness: 10 มม.
Visible Transmittance: 0.76
SHGC: 0.54
Thermal Conductivity: 1.053

แบบฝึกหัด: การสร้างช่องอากาศระหว่างวัสดุผนัง

Material

Table: L1 Material

New Data Save Data Delete Data

Opaque Material (Default) Transparent Material (Default) Custom Material

Opaque Materials Transparent Materials Air Gap

Material Name	Wall/Roof	Air Gap Type	Thickness (m)	Air Gap Resistance
ช่องอากาศ หน้า 1	Wall	พื้นผิวที่ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.01	0.124
ช่องอากาศ หน้า 2	Wall	พื้นผิวที่ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.01	0.359

Material Name

Enter Material Name in alphanumeric

OK Cancel

ช่องอากาศ หน้า 2

ทดลองป้อนข้อมูล ช่องอากาศ หน้า 2
Air Gap Type: พื้นผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ
Thickness: 10 มม.

ช่องอากาศ 10 มม.
จำนวนไขควง
หมุนพอมล์

ขั้นตอน: การสร้างช่องอากาศระหว่างวัสดุผนัง

Material

Table: L1 Material

New Data Save Data Delete Data

Opaque Material (Default) Transparent Material (Default) Custom Material

Opaque Materials Transparent Materials Air Gap

Material Name	Wall/Roof	Air Gap Type	Thickness (m)	Air Gap Resistance
ช่องอากาศ หน้า 1	Wall	พื้นผิวที่ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.01	0.124

โปรแกรมคำนวณค่าให้

Material Name

Enter Material Name in alphanumeric

OK Cancel

ช่องอากาศ หน้า 1

1. เข้าฐานข้อมูลวัสดุ (Material)
2. เลือก Custom Material
3. เลือก Air Gap
4. เลือก Wall
5. กด New Data เพื่อสร้างข้อมูลใหม่
6. ป้อนชื่อช่องอากาศ
7. เลือกประเภทช่องอากาศ (แผ่รังสีต่ำ / สูง)
8. ใส่ความหนาช่องอากาศ
9. กด Save บันทึกข้อมูล (จะแสดง ค่า R)

ช่องอากาศ 10 มม.
จำนวนไขควง

ขั้นตอน: การสร้างช่องอากาศระหว่างวัสดุหลังคา

Material

Table: L1 Material

New Data Save Data Delete Data

Opaque Material (Default) Transparent Material (Default) Custom Material

Opaque Materials Transparent Materials Air Gap

Material Name	Wall/Roof	Air Gap Type	Thickness (m)	Degree	Air Gap Resistance
ช่องอากาศ หน้า 1	Roof	พื้นผิวที่ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.1	0	0.174

โปรแกรมคำนวณค่าให้

Material Name

Enter Material Name in alphanumeric

OK Cancel

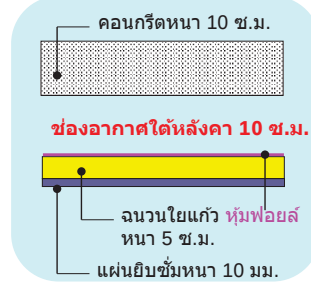
ช่องอากาศ หน้า 1

1. เข้าฐานข้อมูลวัสดุ (Material)
2. เลือก Custom Material
3. เลือก Air Gap
4. เลือก Roof
5. กด New Data เพื่อสร้างข้อมูลใหม่
6. ป้อนชื่อช่องอากาศ
7. เลือกประเภทช่องอากาศ (แผ่รังสีต่ำ / สูง)
8. ใส่ความหนาช่องอากาศ
9. ใส่มุมมองของช่องอากาศ
10. กด Save บันทึกข้อมูล (โปรแกรมจะคำนวณค่า R ให้)

คอนกรีตหนา 10 ซม.
ช่องอากาศใต้หลังคา 10 ซม.
จำนวนไขควง หนา 5 ซม.
แผ่นยิบซัมหนา 10 มม.

แบบฝึกหัด: การสร้างช่องอากาศระหว่างวัสดุหลังคา

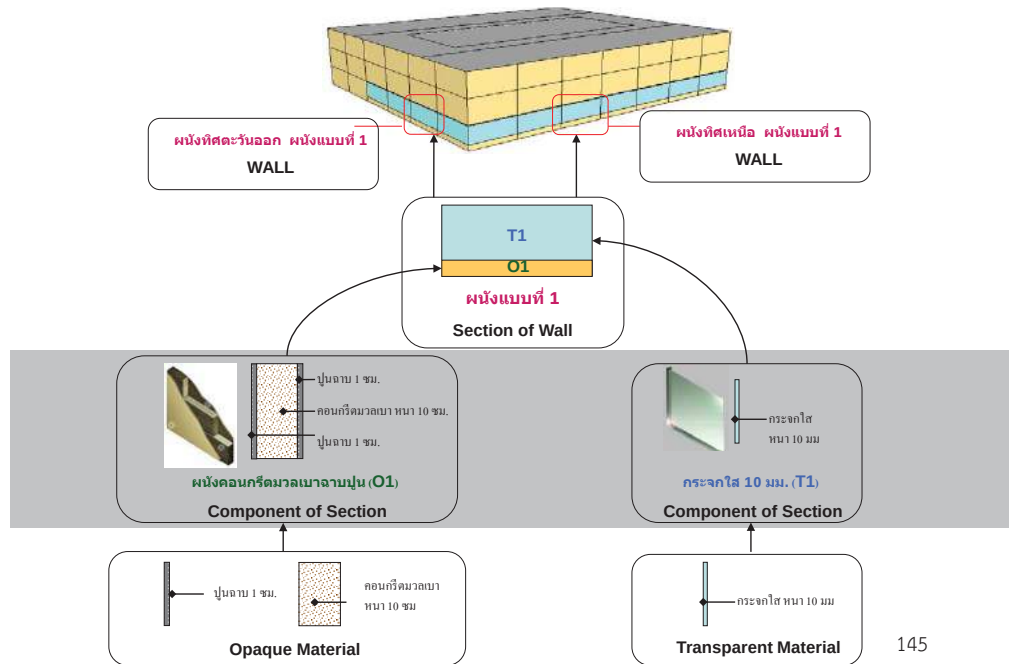
ทดลองป้อนข้อมูล ช่องอากาศ หลังคา 2
Air Gap Type: พื้นผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์
การแผ่รังสีต่ำ
Thickness: 10 ซม.
Degree: 0 องศา



ฐานข้อมูล-องค์ประกอบผนัง (ชั้นวัสดุ)

ชั้นของวัสดุผนัง

รายการวัสดุผนัง



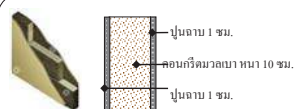
ตัวอย่าง: การใส่ข้อมูลองค์ประกอบของผนัง

ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน
Component of Section

ขั้นตอน: การใส่ข้อมูลองค์ประกอบของผนัง

กำหนดชื่อผนังที่
ระบุผนัง/หลังคา
ระบุสีด้านนอกของผนังที่
ระบุการแผ่รังสีที่ผิวผนังด้านใน

ส่วนประกอบของผนัง



1. เข้าฐานข้อมูล Component of Section
2. เลือก Opaque Component
3. กดปุ่ม New Data
4. ใส่ชื่อ Component of Section และ ความหนา ของรายการวัสดุทั้งหมด
5. ระบุว่าเป็น ผนัง หรือ หลังคา ระบุสีด้านนอกของผนังที่ ระบุการแผ่รังสีที่ผิวผนังด้านใน
6. กด Save Data บันทึกข้อมูล
7. กดปุ่ม Edit
8. กดปุ่ม New Data (ใน Component Details)
9. ใส่รายชื่อวัสดุ (Material Name) และ ความหนา ของรายการวัสดุทั้งหมด
10. กด Save Data บันทึกข้อมูล (ใน Component Details)

ขั้นตอน: การใส่ข้อมูลองค์ประกอบของผนังโปร่งแสง

โปรแกรมจะแสดงค่า SHGC และ Transmittance



1. เข้าฐานข้อมูล Component of Section
2. เลือก Transparent Component
3. กดปุ่ม New Data
4. เลือกชื่อ Component Name จากรายการ
5. เลือก Wall / Roof
6. กด Save บันทึกข้อมูล โปรแกรมจะแสดงค่า SHGC Transmittance ขึ้นมาให้

แบบฝึกหัด: การใส่ข้อมูลองค์ประกอบของผนัง

กดปุ่ม Edit

ทดลองสร้างลักษณะผนังที่

ชื่อ: ผนังอิฐฉาบปูน

สีผนัง: สีอ่อน

ลำดับชั้นวัสดุ:

ปูนฉาบ (ซีเมนต์ผสมทราย) 1 ซม.

อิฐมวลเบา 10 ซม.

ปูนฉาบ (ซีเมนต์ผสมทราย) 1 ซม.

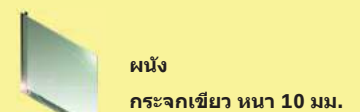


แบบฝึกหัด: การใส่ข้อมูลองค์ประกอบของผนังโปร่งแสง

โปรแกรมจะแสดงค่า SHGC และ Transmittance

ทดลองสร้างลักษณะผนังโปร่งแสง

ชื่อ: กระจกเขียว 10 มม.



ตัวอย่าง: การใส่ข้อมูลองค์ประกอบของหลังคา

File View Tool Help

Component of Section

Table: List of Component of Section

Opaque Component	Transparent Component
1 Edit	Component Name
2 Edit	Wall/Floor
3 Edit	Outer Surface Color
4 Edit	Inner Surface Color
5 Edit	Description

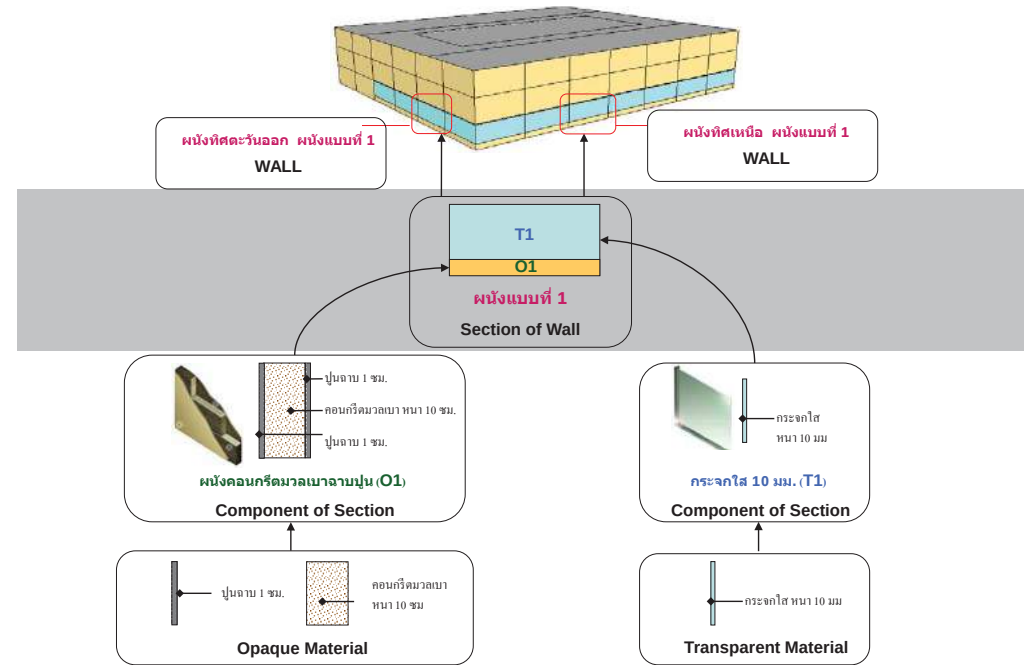
ชื่อของหลังคาที่
ประเภท หลังคา
สีของหลังคา
การแผ่รังสีที่ผิวหลังคาด้านใน

Material Name

Material Name	Thickness (m)
1 คอนกรีต	0.1
2 ช่องอากาศ หลังคา 1	0.1
3 ฉนวนใยแก้ว	0.05
4 แผ่นยิปซัม	0.01

แสดงองค์ประกอบ
ของหลังคาที่
1. คอนกรีต
2. ช่องอากาศ
3. ฉนวนใยแก้ว
4. แผ่นยิปซัม

คอนกรีตหนา 10 ซม.
ช่องอากาศใต้หลังคา 10 ซม.
ฉนวนใยแก้ว หนา 5 ซม.
แผ่นยิปซัม หนา 10 มม.



แบบฝึกหัด: การใส่ข้อมูลองค์ประกอบของหลังคา

File View Tool Help

Component of Section

Table: List of Component of Section

Opaque Component	Transparent Component
1 Edit	Component Name
2 Edit	Wall/Floor
3 Edit	Outer Surface Color
4 Edit	Inner Surface Color
5 Edit	Description

ชื่อของหลังคาที่
ประเภท หลังคา
สีของหลังคา
การแผ่รังสีที่ผิวหลังคาด้านใน

Material Name

Material Name	Thickness (m)
1 คอนกรีต	0.1
2 ช่องอากาศ หลังคา 2	0.1
3 ฉนวนใยแก้ว	0.05
4 แผ่นยิปซัม	0.01

แสดงองค์ประกอบ
ของหลังคาที่
1. คอนกรีต
2. ช่องอากาศ
3. ฉนวนใยแก้ว
4. แผ่นยิปซัม

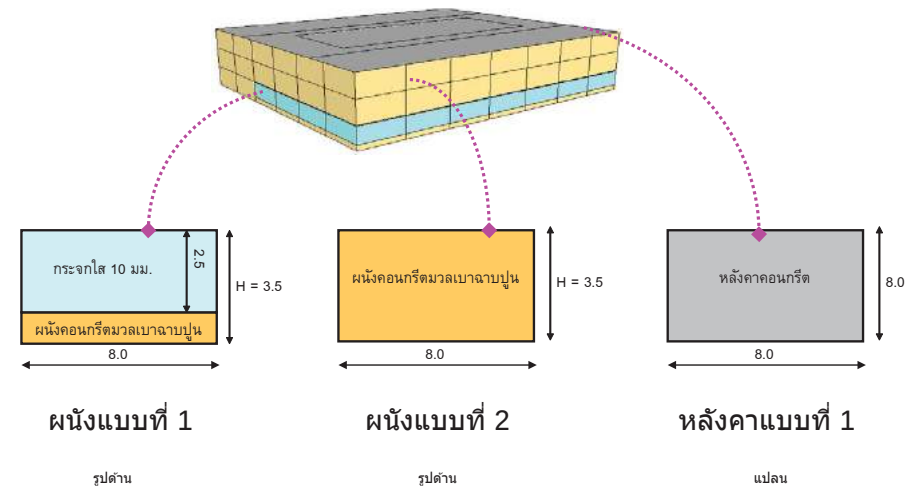
คอนกรีตหนา 10 ซม.
ช่องอากาศใต้หลังคา 10 ซม.
ฉนวนใยแก้ว หนา 5 ซม.
แผ่นยิปซัม หนา 10 มม.

หลังคาแบบที่ 1

หลังคาแบบที่ 2

หลังคาแบบที่ 3

ส่วนของผนัง (Section of Wall) และหลังคา



ฐานข้อมูล-ส่วนของผนัง

ชื่อส่วนของผนัง

Edt	Section Name	Wall/Floor	Description
1	ผนังแบบที่ 1	Wall	
2	ผนังแบบที่ 2	Wall	
3	ผนังแบบที่ 3	Roof	

ส่วนของผนังทึบและผนังกระจก

Component Name	Area (m²)
ผนังทึบแบบที่ 1	8
กระจกใส 10 มม.	20

ขั้นตอน: การสร้างส่วนของผนัง/หลังคา

Section of Wall

Edt	Section Name	Wall/Floor	Description
1	ผนังแบบที่ 1	Wall	
2	ผนังแบบที่ 2	Wall	
3	ผนังแบบที่ 3	Roof	

Table Section Details

Component Name	Area (m²)
ผนังทึบแบบที่ 1	8
กระจกใส 10 มม.	20

1. เข้าฐานข้อมูล Section of Wall
2. กดปุ่ม New Data
3. ใส่ชื่อ Section Name
4. ระบุว่าเป็น ผนัง หรือ หลังคา
5. กด Save Data บันทึกข้อมูล

6. กด Edit
7. กดปุ่ม New Data
8. เลือก Component Name และ ใส่ขนาดพื้นที่ ให้ครบทุกส่วน
9. กด Save Data

กระจกใส 10 มม. 2.0
ผนังทึบแบบที่ 1 8.0
H = 3.5
8.0

ตัวอย่าง: การใส่ข้อมูลส่วนของผนัง

Section of Wall

Edt	Section Name	Wall/Floor	Description
1	ผนังแบบที่ 1	Wall	
2	ผนังแบบที่ 2	Wall	
3	ผนังแบบที่ 3	Roof	

Table Section Details

Component Name	Area (m²)
ผนังทึบแบบที่ 1	8
กระจกใส 10 มม.	20

1.0
2.5

ใส่พื้นที่ตามจริง หรือ คำนวณส่วนพื้นที่ ก็ได้

แบบฝึกหัด: การสร้างส่วนของผนัง/หลังคา

Section of Wall

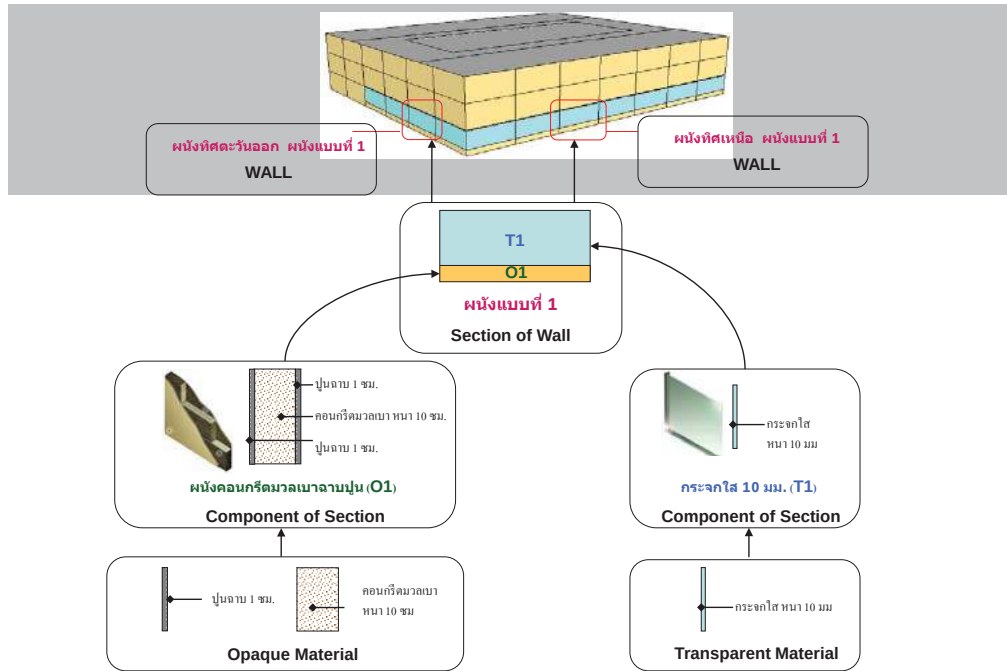
Edt	Section Name	Wall/Floor	Description
1	ผนังแบบที่ 1	Wall	
2	ผนังแบบที่ 2	Wall	
3	ผนังแบบที่ 3	Roof	

Table Section Details

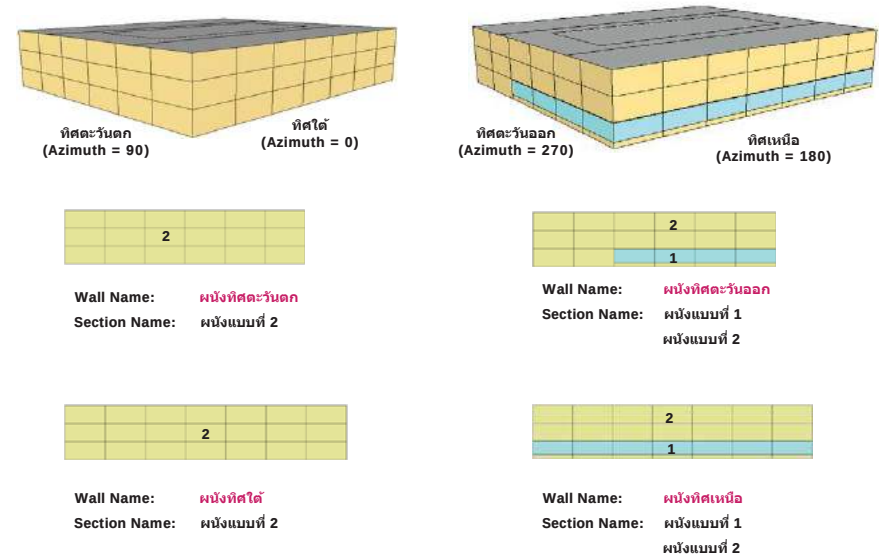
Component Name	Area (m²)
ผนังทึบแบบที่ 1	1
กระจกใส 10 มม.	2.5

ทดลองสร้าง ส่วนของผนัง Section of Wall
ชื่อ: ผนังแบบที่ 3
ประกอบด้วย:
ผนังอิฐฉาบปูน พื้นที่ 8 ตร.ม.
กระจกเขียว 10 มม. พื้นที่ 20 ตร.ม.

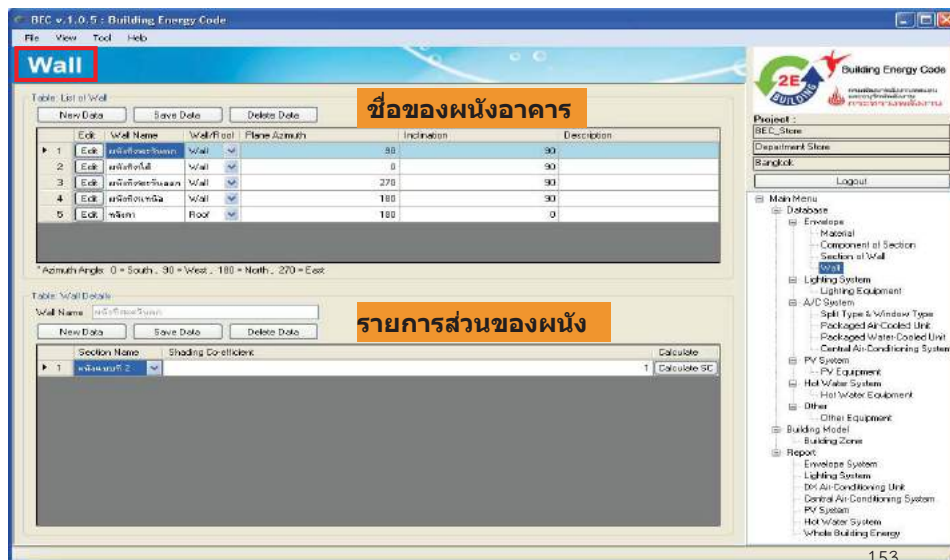
กระจกเขียว 10 มม. 2.5
ผนังอิฐฉาบปูน 8.0
H = 3.5
8.0



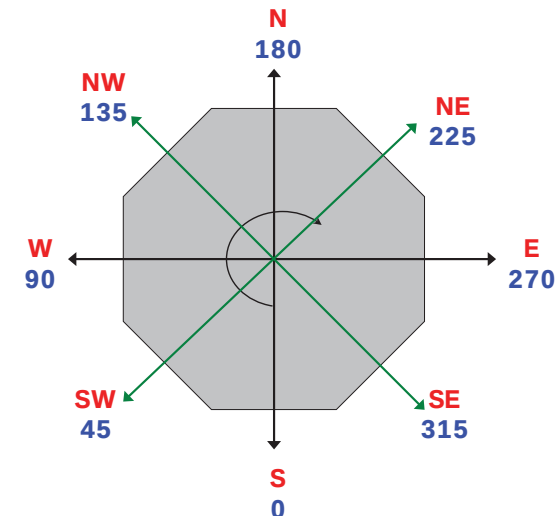
ผนังของอาคารตัวอย่าง



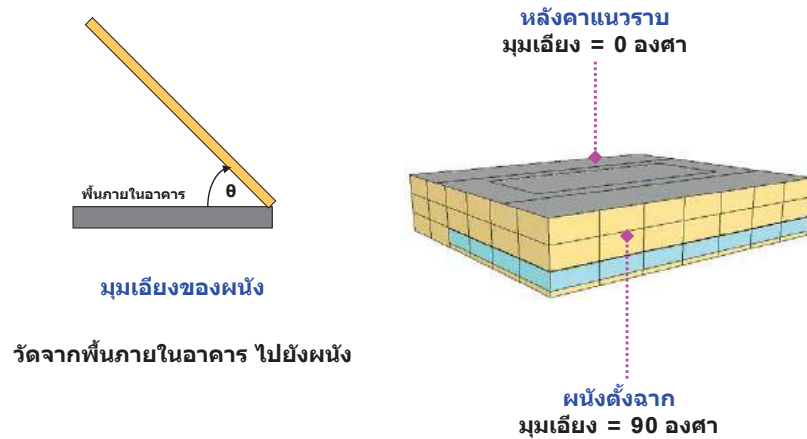
ฐานข้อมูล-ผนังอาคาร



ทิศของผนังอาคาร (Plane Azimuth)

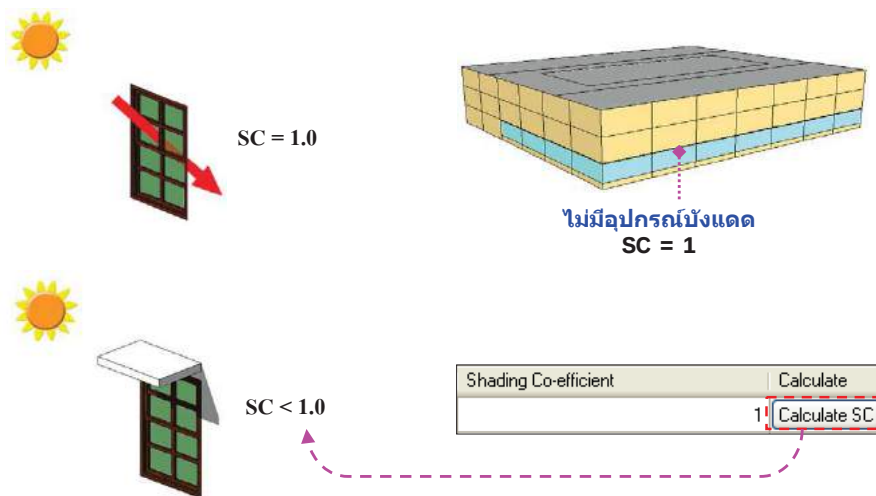


มุมเอียงของผนังอาคาร



ตัวอย่าง: การใส่ข้อมูลผนังอาคาร

ค่า Shading Coefficient (SC)



ขั้นตอน: การสร้างผนังอาคาร

1. เข้าฐานข้อมูล Wall
2. กดปุ่ม New Data
3. ใส่ชื่อ Wall Name
4. ระบุว่า เป็น ผนัง หรือ หลังคา ใส่ Plane Azimuth ใส่ Inclination
5. กด Save Data
6. กด Edit
7. กดปุ่ม New Data
8. เลือก Section Name ใส่ค่า SC ให้ครบทุก Section ที่มีในทิศนั้นๆ
9. กด Save Data

แบบฝึกหัด: การสร้างผนังอาคาร

Wall

Table: List of Wall

Edit	Wall Name	Wall/Floor	Plane Azimuth	Inclination	Description
1 Edit	ผนังทิศตะวันออก	Wall	90	30	
2 Edit	ผนังทิศใต้	Wall	0	30	
3 Edit	ผนังทิศตะวันตก	Wall	270	30	
4 Edit	ผนังทิศเหนือ	Wall	180	30	
5 Edit	หลังคา	Floor	150	0	

Table: Wall Details

Wall Name: ผนังทิศตะวันออก

Section Name: ผนังแบบที่ 1

Shading Coefficient: 1

Calculate SC

Table: Components in Building Zone

Zone Name: 12-01

Table: Components in Building Zone

Wall Name	Section Name	Area (m ²)
ผนังทิศตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	112
ผนังทิศใต้	ผนังแบบที่ 2	140
ผนังทิศตะวันตก	ผนังแบบที่ 1	112
ผนังทิศเหนือ	ผนังแบบที่ 2	56
ผนังหลังคา	ผนังแบบที่ 1	196

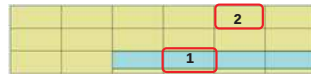
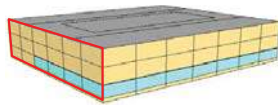
ทดลองสร้าง ผนังอาคาร (WALL)
ด้านทิศตะวันออก

ชื่อ: ผนังทิศตะวันออก-1

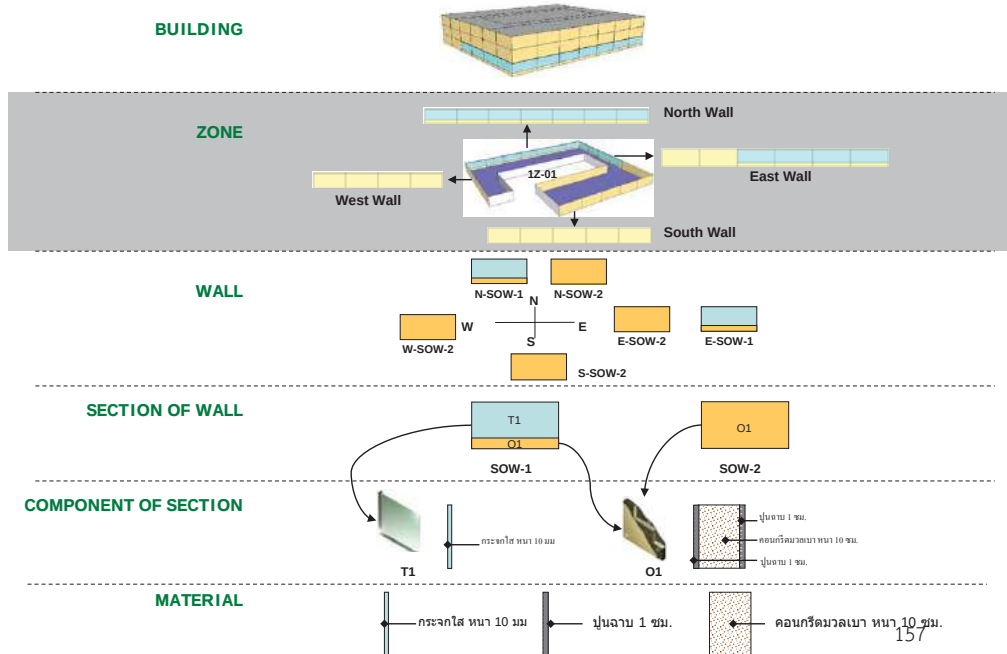
ประกอบด้วย:

ผนังแบบที่ 1 SC = 1

ผนังแบบที่ 2 SC = 1



ผนังทิศตะวันออก



การจำลองอาคาร

Building Zone

Table: List of Building Zone

Edit	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
1 Edit	12-01	1	1792	
2 Edit	12-02	1	840	
3 Edit	12-03	1	256	
4 Edit	22-01	2	2048	
5 Edit	22-02	2	840	
6 Edit	32-01	3	2048	
7 Edit	32-02	3	840	

Table: Components in Building Zone

Zone Name: 12-01

Table: Components in Building Zone

Wall Name	Section Name	Area (m ²)
ผนังทิศตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	112
ผนังทิศใต้	ผนังแบบที่ 2	140
ผนังทิศตะวันตก	ผนังแบบที่ 1	112
ผนังทิศเหนือ	ผนังแบบที่ 2	56
ผนังหลังคา	ผนังแบบที่ 1	196

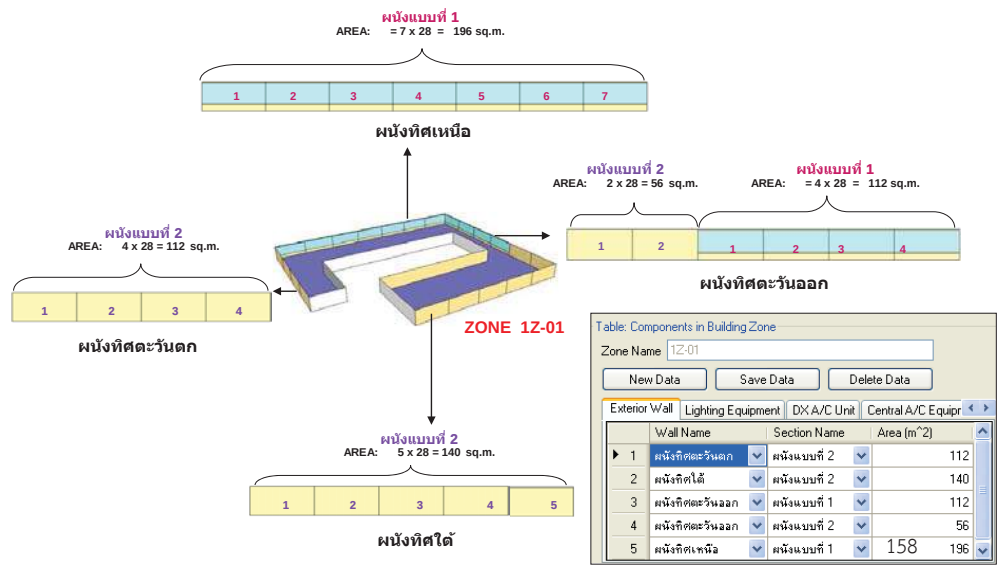
ชื่อของโซนในอาคาร

- ชั้นอาคาร
- พื้นที่ของโซน

รายการต่าง ๆ ของโซน

- ครอบอาคาร
- อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง
- ระบบปรับอากาศ

ตัวอย่าง: การใส่ผนังอาคารของโซน



ขั้นตอน: การใส่ข้อมูลผนังของโซน

Building Zone

Table: List of Building Zone

Edit	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
1 Edit	1Z-01	1	1792	
2 Edit	1Z-02	1	640	
3 Edit	1Z-03	1	256	
4 Edit	2Z-01	2	2048	
5 Edit	2Z-02	2	640	
6 Edit	3Z-01	3	2048	
7 Edit	3Z-02	3	640	

Table: Components in Building Zone

Zone Name: 1Z-01

Table: Exterior Wall

Wall Name	Section Name	Area (m ²)
ผนังทิศตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	112
ผนังทิศใต้	ผนังแบบที่ 2	140
ผนังทิศตะวันตก	ผนังแบบที่ 1	112
ผนังทิศเหนือ	ผนังแบบที่ 2	56
ผนังทึบผนัง	ผนังแบบที่ 1	136

1. เข้า Building Zone
2. กดปุ่ม New Data
3. ใส่ชื่อ Zone Name
4. ใส่ชั้นของโซน และ พื้นที่

5. กด Save Data
6. กด Edit
7. กด Exterior Wall
8. กด New Data

9. เลือก Wall Name
เลือก Section Name
ใส่พื้นที่

10. กด Save Data

1Z-01

Envelope System
Material
Component of Section
Section of Wall
Wall
Lighting System
Lighting Equipment
A/C System
Split Type & Window Type
Packaged Air-Cooled Unit
Packaged Water-Cooled Unit
Central Air-Conditioning System
PV System
PV Equipment
Hot Water System
Hot Water Equipment
Other Equipment
Building Model
Building Zone
Report
Envelope System
Lighting System
DX Air-Conditioning Unit
Central Air-Conditioning System
PV System
Whole Building Energy

แบบฝึกหัด: การใส่ข้อมูลผนัง / หลังคา ของโซน

Building Zone

Table: List of Building Zone

Edit	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
1 Edit	1Z-01	1	1792	
2 Edit	1Z-02	1	640	
3 Edit	1Z-03	1	256	
4 Edit	2Z-01	2	2048	
5 Edit	2Z-02	2	640	
6 Edit	3Z-01	3	2048	
7 Edit	3Z-02	3	640	

Table: Components in Building Zone

Zone Name: 3Z-01

Table: Exterior Wall

Wall Name	Section Name	Area (m ²)
ผนังทิศตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	168
ผนังทิศใต้	ผนังแบบที่ 2	196
ผนังทิศตะวันตก	ผนังแบบที่ 2	168
ผนังทิศเหนือ	ผนังแบบที่ 2	196
ผนังทึบ	ผนังแบบที่ 1	1344

8. กด Save Data
9. กด Edit
10. กด Save Data

1. เลือก Wall Name
เลือก Section Name
ใส่พื้นที่

10. กด Save Data

3Z-01

Envelope System
Material
Component of Section
Section of Wall
Wall
Lighting System
Lighting Equipment
A/C System
Split Type & Window Type
Packaged Air-Cooled Unit
Packaged Water-Cooled Unit
Central Air-Conditioning System
PV System
PV Equipment
Hot Water System
Hot Water Equipment
Other Equipment
Building Model
Building Zone
Report
Envelope System
Lighting System
DX Air-Conditioning Unit
Central Air-Conditioning System
PV System
Whole Building Energy

ผนัง และ หลังคา ของ โซน 3Z-01 ทั้งหมด
ทดลองสร้าง ผนัง และ หลังคา ของโซน 3Z-01 ทั้งหมด

โซน 3Z-01

พื้นที่ชายเส้น
ปรนอากาศ
3Z-01

โรง
ปรนอากาศ
3Z-02

NORTH
196 m²

EAST
168 m²

WEST
168 m²

SOUTH
196 m²

Roof
1344 m²

ขั้นที่ 3

Table: Components in Building Zone

Zone Name: 3Z-01

Table: Exterior Wall

Wall Name	Section Name	Area (m ²)
ผนังทิศตะวันออก	ผนังแบบที่ 2	168
ผนังทิศใต้	ผนังแบบที่ 2	196
ผนังทิศตะวันตก	ผนังแบบที่ 2	168
ผนังทิศเหนือ	ผนังแบบที่ 2	196
ผนังทึบ	ผนังแบบที่ 1	1344

รายงานผล - กรอบอาคาร (1)

BEC v.1.0.2 : Building Energy Code

Report : Envelope System

Table: OTTV/RTTV Report

OTTV (AVC Zones)	RTTV (AVC Zones)
40.12 W/m ²	5.16 W/m ²

Building OTTV Status: Passed

Building RTTV Status: Passed

รายงานผลการวิเคราะห์ระบบอาคาร

- OTTV และ RTTV
- ผลประเมินตามเกณฑ์ ผ่าน / ไม่ผ่าน

รายละเอียดผลคำนวณ OTTV / RTTV

- แยกตามผนัง
- ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง

Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Wall Name	Wall / Roof	OTTV / RTTV	WWR
ผนังทิศตะวันออก	Wall	29.63	0.00

Table: OTTV/RTTV by Section

Section Name	OTTV / RTTV	WWR
ผนังแบบที่ 2	40.12	5.16

Table: Component Area per Wall

Wall Name	Area (m ²)
ผนังทิศตะวันออก	168
ผนังทิศใต้	196
ผนังทิศตะวันตก	168
ผนังทิศเหนือ	196
ผนังทึบ	1344

รายงานผล - กรอบอาคาร (2)

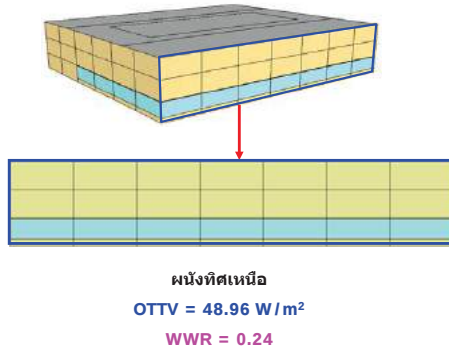
Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Select a Wall

☒ Wall ผนังทิศเหนือ ☐ Roof หลังคา

Total Wall OTTV/RTTV Report

Section Name	Wall / Roof	OTTV / RTTV	WWR
1 ผนังทิศเหนือ	Wall	48.96	0.24



รายงานผล - กรอบอาคาร (4)

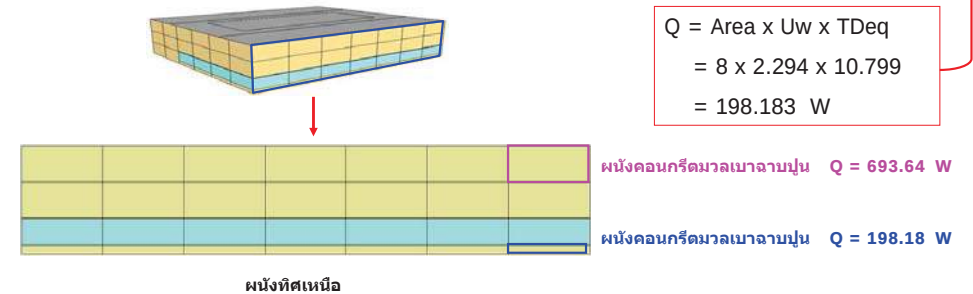
Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Select a Wall

☒ Wall ผนังทิศเหนือ ☐ Roof หลังคา

Opaque Components in Wall

Section Name	Component Name	Area (m ²)	Uw	DSH (kJ/m ² ·3)	Component Color	Solar Absorbance	TDeq	Q
1 ผนังแบบที่ 1	ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน	8	2.294	127.68	Surface of pale...	0.5	10.799	198.183
2 ผนังแบบที่ 2	ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน	28	2.294	127.68	Surface of pale...	0.5	10.799	693.641



รายงานผล - กรอบอาคาร (3)

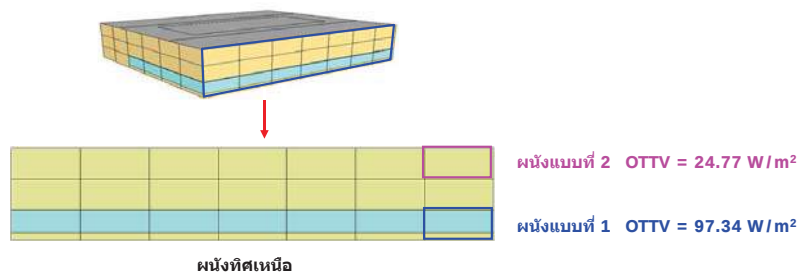
Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Select a Wall

☒ Wall ผนังทิศเหนือ ☐ Roof หลังคา

OTTV/RTTV by Section

Section Name	Section Name	OTTV / RTTV	WWR
1 ผนังทิศเหนือ	ผนังแบบที่ 1	97.344	0.71
2 ผนังทิศเหนือ	ผนังแบบที่ 2	24.773	0.00



รายงานผล - กรอบอาคาร (5)

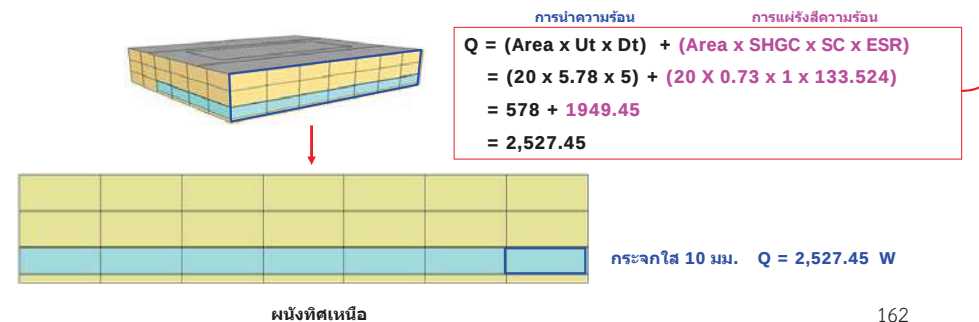
Table: OTTV/RTTV by Wall Report

Select a Wall

☒ Wall ผนังทิศเหนือ ☐ Roof หลังคา

Transparent Components in Wall

Section Name	Component Name	Area (m ²)	Ut	Dt	SHGC	Shading Coefficient	ESR	Q
1 ผนังแบบที่ 1	กระจกใส 10 มม.	20	5.78	5	0.73	1	133.524	2527.45



รายงานผล - กรอบอาคาร (6)

Table: OTTV/RTTV by Wall Report

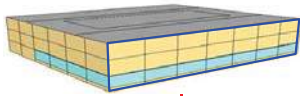
Select a Wall

☒ Wall หน้าทิศเหนือ

☐ Roof หลังคา

Component Area per Wall

Wall Name	Component Name	Component Area (m ²)	Percentage
1 หน้าทิศเหนือ	กระจกใส 10 มม.	139.94	23.80 %
2 หน้าทิศเหนือ	ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน	448.06	76.20 %



ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน	76.20 %
กระจกใส 10 มม.	23.80 %

ผนังทิศเหนือ

รายงานผล - กรอบอาคาร (7)

Report : Whole Building Energy

Table: Whole Building Energy Report

Building Energy Consumption: 2,032,596.42 kWh/Year

Energy from PV System: 4,777.59 kWh/Year

Net Energy Consumption (Evaluated Building): 2,027,808.93 kWh/Year

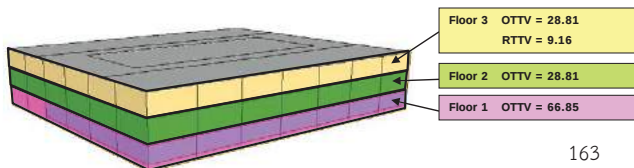
Net Energy Consumption (Reference Building): 2,202,616.37 kWh/Year

Building Energy Code Compliance: Passed

Energy by Floor

Floor	Floor Area (m ²)	Wall Area (m ²)	Floor Area (m ²)	OTTV (W/m ²)	RTTV (W/m ²)	COP	LPG (W/m ²)
1	2,938.00	616.00	0.00	66.85	0.00	2.52	13
2	2,688.00	728.00	0.00	28.81	0.00	2.52	14
3	2,688.00	728.00	1,344.00	28.81	9.16	2.52	14

OTTV / RTTV ของแต่ละชั้น



รายงานผล - กรอบอาคาร (8)

Report : Whole Building Energy

Table: Whole Building Energy Report

Building Energy Consumption: 2,032,596.42 kWh/Year

Energy from PV System: 4,777.59 kWh/Year

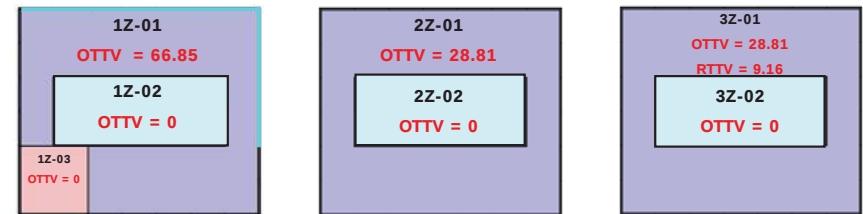
Net Energy Consumption (Evaluated Building): 2,027,808.93 kWh/Year

Net Energy Consumption (Reference Building): 2,202,616.37 kWh/Year

Building Energy Code Compliance: Passed

Energy by Floor

Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Wall Area (m ²)	Floor Area (m ²)	OTTV (W/m ²)	RTTV (W/m ²)	COP
1Z-01	1	1,792.00	616.00	0.00	66.85	0.00	2.34
1Z-02	1	640.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63
1Z-03	1	256.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2Z-01	2	2,048.00	728.00	0.00	28.81	0.00	2.35
2Z-02	2	640.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63
2Z-03	2	2,048.00	728.00	1,344.00	28.81	9.16	2.35
3Z-01	3	640.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63



แบบฝึกหัดที่ 1

- เปิดไฟล์ BEC_Store_2
- Save as "BEC_Store_Color"
- ให้เปลี่ยนสีของผนังภายนอกทั้งหมด
 - จากเดิม สีอ่อน (Pale Color)
 - เปลี่ยนเป็น สีเข้ม (Dark Color)
- หาค่า OTTV และ พลังงานรวม ของอาคาร

	ก่อนปรับค่า	หลังปรับค่า
ค่า OTTV (W/m ²)	40.12	
ค่า พลังงานรวม (kWh/Year)	2,027,808.93	



แบบฝึกหัดที่ 2

- เปิดไฟล์ “BEC_Store_Glass”
- ให้เปลี่ยนชนิดกระจกของผนังภายนอกทั้งหมด
 - จากเดิม กระจกใส หนา 10 มม.
 - เปลี่ยนเป็น กระจกสีเขียว หนา 10 มม.
- หาค่า OTTV และ พลังงานรวม ของอาคาร

	ก่อนปรับค่า	หลังปรับค่า
ค่า OTTV (W/m ²)	40.12	
ค่า พลังงานรวม (kWh/Year)	2,027,808.93	



แบบฝึกหัดที่ 3

- เปิดไฟล์ “BEC_Store_Wall”
- ให้เปลี่ยนชนิดวัสดุของผนังภายนอกทั้งหมด
 - จากเดิม ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน
 - เปลี่ยนเป็น ผนังก่ออิฐฉาบปูน
- หาค่า OTTV และ พลังงานรวม ของอาคาร

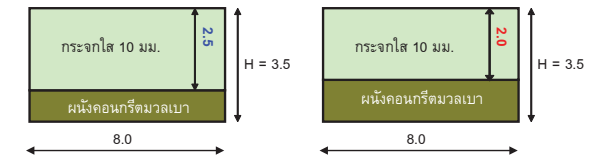
	ก่อนปรับค่า	หลังปรับค่า
ค่า OTTV (W/m ²)	40.12	
ค่า พลังงานรวม (kWh/Year)	2,027,808.93	



แบบฝึกหัดที่ 4

- เปิดไฟล์ “BEC_Store_WWR”
- ให้ลดขนาดพื้นที่กระจก
 - จากเดิม หน้าต่าง สูง 2.5 เมตร (WWR = 71 %)
 - เปลี่ยนเป็น หน้าต่าง สูง 2.0 เมตร (WWR = 57 %)
- หาค่า OTTV และ พลังงานรวม ของอาคาร

	ก่อนปรับค่า	หลังปรับค่า
ค่า OTTV (W/m ²)	40.12	
ค่า พลังงานรวม (kWh/Year)	2,027,808.93	



แบบฝึกหัดที่ 5

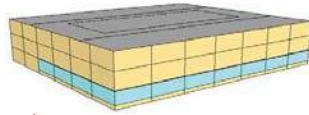
- เปิดไฟล์ “BEC_Store_Roof”
- ให้เปลี่ยนชนิดฉนวนใต้ฝ้าเพดาน
 - จากเดิม ฉนวนใยแก้ว หนา 5 ซม.
 - เปลี่ยนเป็น ฉนวนใยแก้ว หุ้มฟอยล์ หนา 5 ซม.
- หาค่า RTTV และ พลังงานรวม ของอาคาร

	ก่อนปรับค่า	หลังปรับค่า
ค่า RTTV (W/m ²)	9.16	
ค่า พลังงานรวม (kWh/Year)	2,027,808.93	



แบบฝึกหัดที่ 6

- เปิดไฟล์ “BEC_Store_Shading”
- ให้เพิ่มแผงกันแดด
 - จากเดิม **ไม่มีแผงกันแดด**
 - เปลี่ยนเป็น **แผงกันแดดแนวนอน ระยะยื่น 1.0 เมตร 7 หน้าต่าง ด้านทิศเหนือ และ ตะวันออก**
- หาค่า OTTV และ พลังงานรวม ของอาคาร



	ก่อนปรับค่า	หลังปรับค่า
ค่า OTTV (W/m ²)	40.12	
ค่า พลังงานรวม (kWh/Year)	2,027,808.93	

โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพ พลังงานของอาคาร BEC

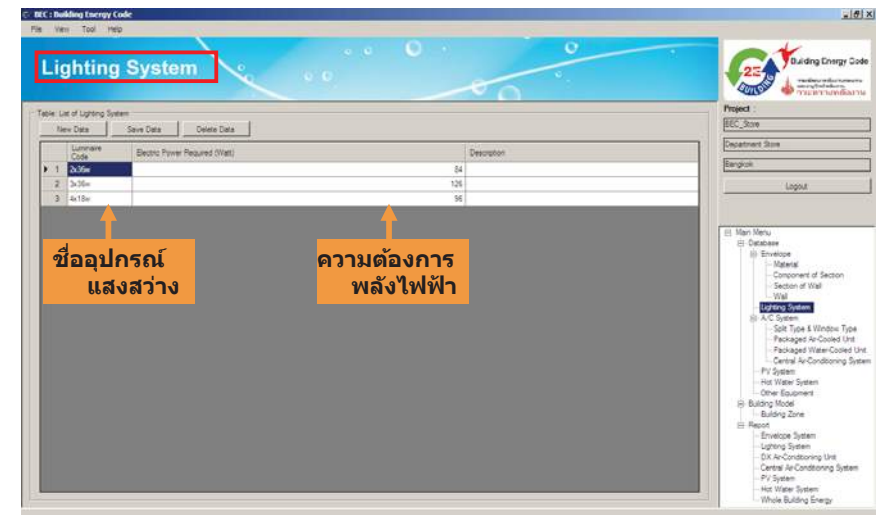
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง



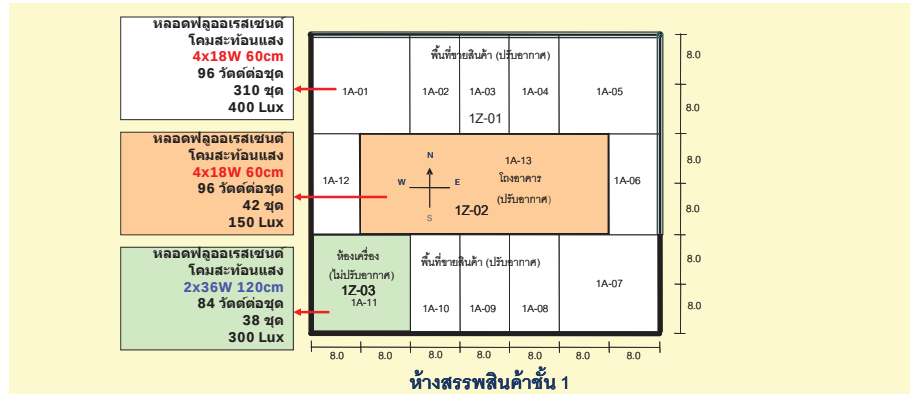
คำตอบแบบฝึกหัด

ค่า	ต้นแบบ	ปรับปรุง 1	ปรับปรุง 2	ปรับปรุง 3	ปรับปรุง 4	ปรับปรุง 5	ปรับปรุง 6
OTTV (W/m ²)	40.12	53.10	37.21	49.51	37.84	40.12	35.93
RTTV (W/m ²)	9.16	9.16	9.16	9.16	9.16	5.67	9.16
พลังงานรวม (Wh/Year)	2,027,809	2,077,932	2,016,560	2,064,074	2,018,975	2,019,073	2,011,591

ฐานข้อมูล-ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง



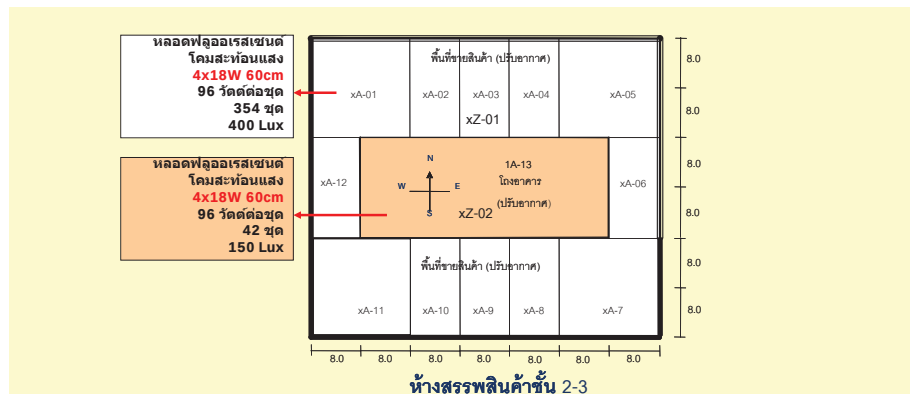
ตัวอย่างที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ของอาคารห้างสรรพสินค้า



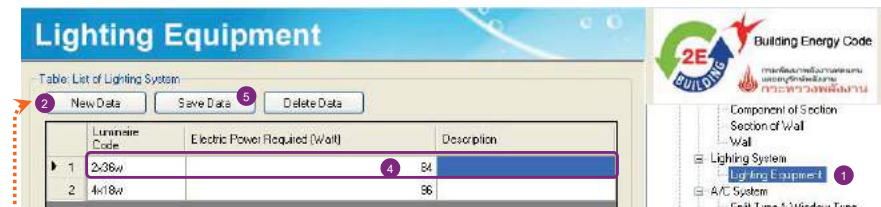
ตัวอย่างที่ 1 ประเมินประสิทธิภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสง สว่างของอาคารห้างสรรพสินค้า

รายละเอียด	พื้นที่ขายสินค้า (xZ-01)	โกดังอาคาร (xZ-02)	ห้องเครื่อง (xZ-03)
ชุดโคมส่องสว่าง	โคมสะท้อนแสง 4x18W 60cm	โคมสะท้อนแสง 4x18W 60cm	โคมสะท้อนแสง 2x36W 120cm
ชนิดหลอดไฟฟ้า	หลอดฟลูออ-เรสเซนต์ 18 W	หลอดฟลูออ-เรสเซนต์ 18 W	หลอดฟลูออ-เรสเซนต์ 36 W
จำนวนหลอดต่อโคม	4	4	2
ปริมาณแสงต่อโคม (ลูเมน/ชุด)	4x1100	4x1100	2x2680
บัลลาสต์	Low loss	Low loss	Low loss
กำลังไฟฟ้าต่อชุด (วัตต์/ชุด)	96	96	84
การออกแบบระบบ	Uniform 400 Lux	Uniform 150 Lux	Uniform 300 Lux

ตัวอย่างที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ของอาคารห้างสรรพสินค้า



ขั้นตอน: การสร้างฐานข้อมูลอุปกรณ์แสงสว่าง



1. เข้าฐานข้อมูลอุปกรณ์แสงสว่าง
2. กด New Data เพื่อสร้างข้อมูลใหม่
3. ป้อนชื่อข้อมูล (Luminaire Code)
4. ใส่ข้อมูลกำลังไฟฟ้า (Watt) ของดวงโคม
5. กด Save Data บันทึกข้อมูล

แบบฝึกหัด: การสร้างฐานข้อมูลอุปกรณ์แสงสว่าง

Lighting Equipment

Table: List of Lighting System

New Data Save Data Delete Data

	Luminaire Code	Electric Power Required (Watt)	Description
1	2x36w	84	
2	4x18w	96	
3	3x36w	126	

Component of Section
Section of Wall
Wall

Lighting System
Lighting Equipment
A/C System
Split Type & Window Type
Packaged Air Cooled Unit
Packaged Water Cooled Unit

Luminaire Code

Enter Luminaire Code in alphanumeric

OK Cancel

3x36w

ทดลองป้อนข้อมูลชุดโคมไฟฟ้า
กำหนดชื่อ: 3x36w
กำลังไฟฟ้าต่อชุด: 126 w

ขั้นตอน: การจำลองอาคาร-ระบบแสงสว่าง

Building Zone

Table: List of Building Zone

New Data Save Data Delete Data

	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
1	12-01	1	1792	
2	12-02	1	640	
3	12-03	1	256	
4	22-01	2	2048	
5	22-02	2	640	
6	32-01	3	2048	
7	32-02	3	640	

Table: Components in Building Zone

Zone Name: 12-01

New Data Save Data Delete Data

Exterior Wall Lighting Equipment DK A/C Unit Central A/C Equipment Other Equipment

	Luminaire Code	Quantity	Quantity in Daylighted Zone
1	4x18w	310	0

1. คลิกเลือก Building Zone
2. กดปุ่ม Edit หน้าชื่อโซนที่จะใส่ข้อมูล
3. เลือก Lighting Equipment
4. กด New Data เพื่อสร้างข้อมูลใหม่

5. เลือกข้อมูล (Luminaire Code)
6. ใส่จำนวนดวงโคม
7. ใส่จำนวนดวงโคม ใน Daylighted Zone
8. กด Save Data บันทึกข้อมูล

การจำลองอาคาร-ระบบแสงสว่าง

BEC v.1.0.5 : Building Energy Code

File View Tool Help

Building Zone

Table: List of Building Zone

New Data Save Data Delete Data

	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
1	12-01	1	1792	
2	12-02	1	640	
3	12-03	1	256	
4	22-01	2	2048	
5	22-02	2	640	
6	32-01	3	2048	
7	32-02	3	640	

Table: Components in Building Zone

Zone Name: 12-01

New Data Save Data Delete Data

Exterior Wall Lighting Equipment DK A/C Unit Central A/C Equipment Other Equipment

	Luminaire Code	Quantity	Quantity in Daylighted Zone
1	4x18w	310	0

รายการ
โซนทั้งหมด

รายการ
อุปกรณ์แสงสว่าง
ที่อยู่ในโซนที่เลือก

แบบฝึกหัด: การจำลองอาคาร-ระบบแสงสว่าง

Building Zone

Table: List of Building Zone

New Data Save Data Delete Data

	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
1	12-01	1	1792	
2	12-02	1	640	
3	12-03	1	256	
4	22-01	2	2048	
5	22-02	2	640	
6	32-01	3	2048	
7	32-02	3	640	
2	12-01-A	1	1792	

Table: Components in Building Zone

Zone Name: 12-01-A

New Data Save Data Delete Data

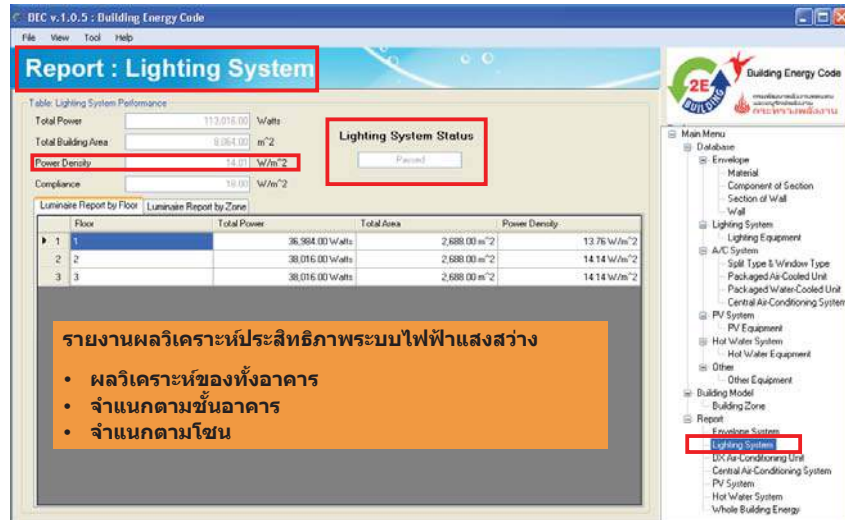
Exterior Wall Lighting Equipment DK A/C Unit Central A/C Equipment Other Equipment

	Luminaire Code	Quantity	Quantity in Daylighted Zone
1	3x36w	290	40

ทดลองป้อนข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า
สร้างโซน 12-01-A (ชั้น 1 พื้นที่ 1,792 ตร.ม.)
อุปกรณ์ไฟฟ้า: 3x36w
จำนวนดวงโคมทั้งหมด: 290
จำนวนดวงโคมที่อยู่ใน Daylighted Zone: 40

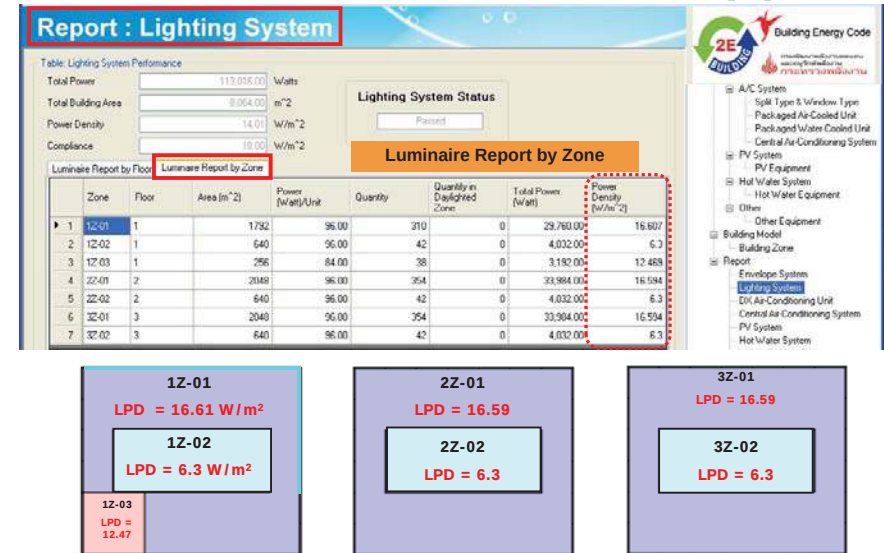
หลังจากทดลองสร้าง
ข้อมูล 12-01-A เสร็จแล้ว
ให้กดปุ่ม Delete โซนนี้
ก่อนที่จะ Report ผล

รายงานผล-ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (1)

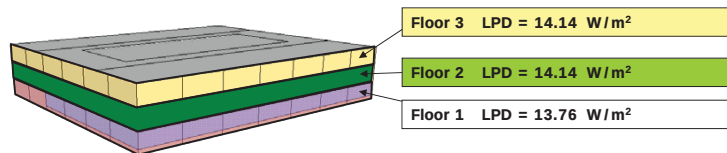
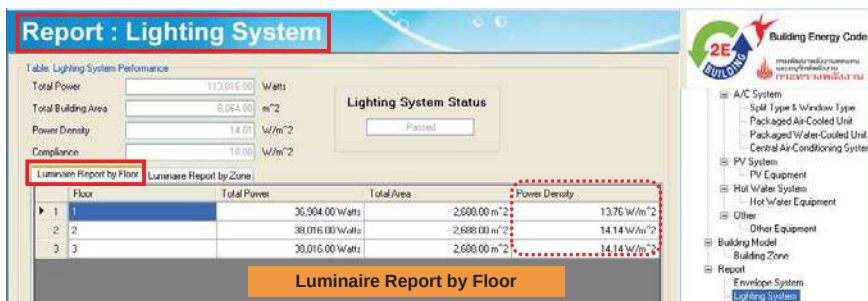


ลองเปรียบเทียบค่าตอบกับเอกสารประกอบการอบรม หน้า 98 Slide ที่ 13

รายงานผล-ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (3)



รายงานผล-ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (2)



LPD : Lighting Power Density

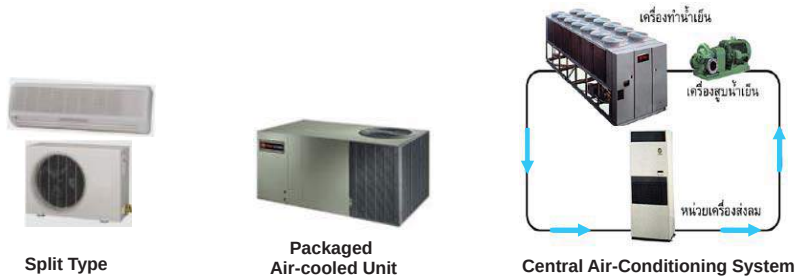
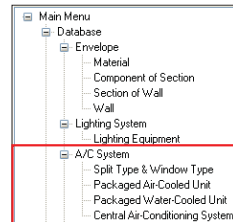
โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพ พลังงานของอาคาร BEC

ระบบปรับอากาศ PV
อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน พลังงานรวม

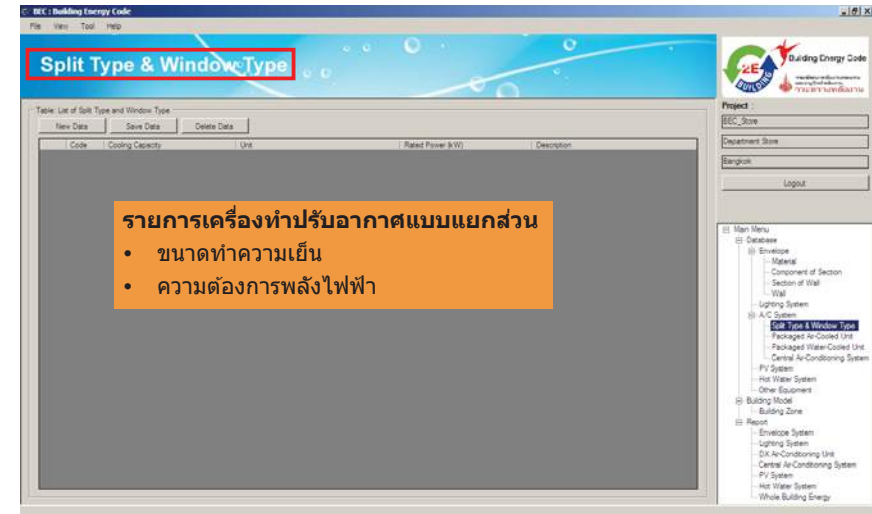


ระบบปรับอากาศ

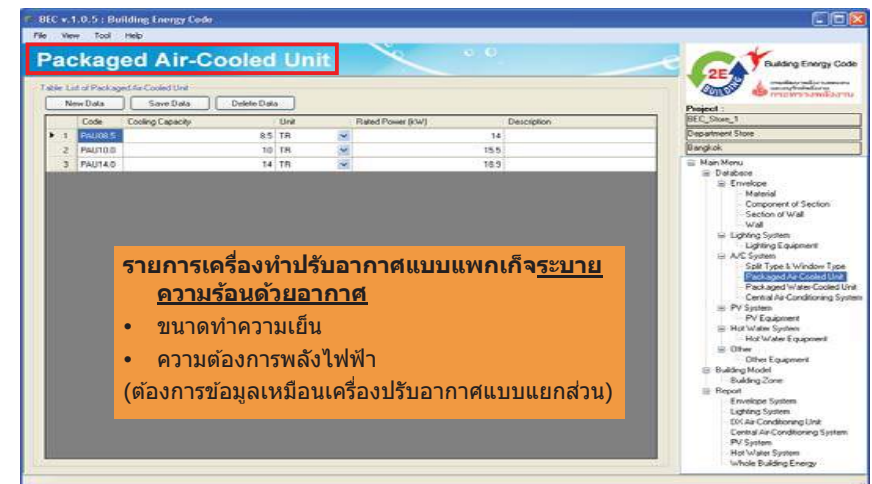
- Split Type & Window Type
- Packaged Air-Cooled Unit
- Packaged Water-Cooled Unit
- Central Air-Conditioning System



ฐานข้อมูล- เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน



ฐานข้อมูล-เครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจ



ฐานข้อมูล- เครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจ

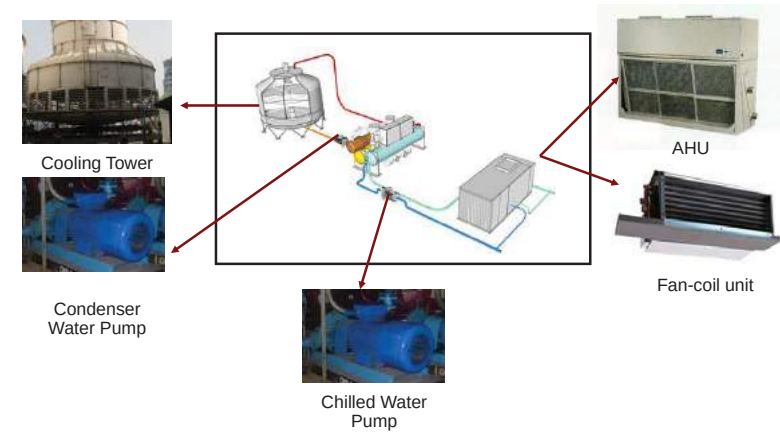
รายการเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจระบายความร้อนด้วยน้ำ

- ขนาดทำความเย็น
- ความต้องการพลังไฟฟ้า

รายการอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบ

- ปั๊มน้ำคอนเดนเซอร์
- หอผึ่งลมเย็น

เครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์



ฐานข้อมูล-ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

รายการของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

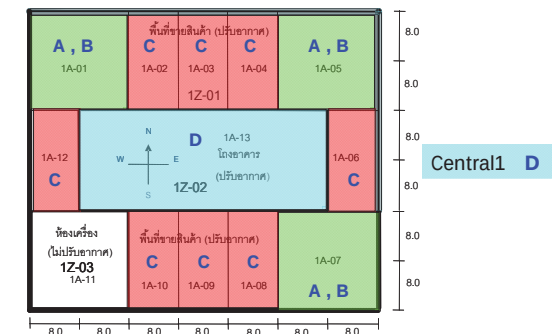
จำนวนอุปกรณ์ในระบบ (แสดงอัตโนมัติ)

รายละเอียดอุปกรณ์ในระบบ

- เครื่องทำน้ำเย็น
- AHU, FCU, และอื่นๆ

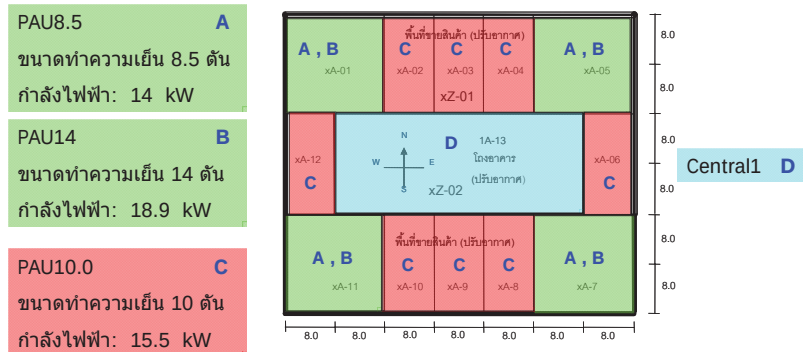
ตัวอย่างที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบปรับอากาศของอาคารห้างสรรพสินค้า

- PAU8.5 A
ขนาดทำความเย็น 8.5 ตัน
กำลังไฟฟ้า: 14 kW
- PAU14 B
ขนาดทำความเย็น 14 ตัน
กำลังไฟฟ้า: 18.9 kW
- PAU10.0 C
ขนาดทำความเย็น 10 ตัน
กำลังไฟฟ้า: 15.5 kW



ห้างสรรพสินค้าชั้น 1

ตัวอย่างที่ 1 ประเมินศักยภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ ของอาคารห้างสรรพสินค้า



แบบฝึกหัด: การสร้างฐานข้อมูลเครื่องปรับอากาศ Split-type / Air-Cooled Package

Packaged Air-Cooled Unit

Table List of Packaged Air-Cooled Unit

Code	Cooling Capacity	Unit	Rated Power (kW)	Description
1 PAU08.5	8.5 TR	TR	14	
2 PAU10.0	10 TR	TR	15.5	
3 PAU14.0	14 TR	TR	18.9	
4 PAU20.0	20 TR	TR	30	

Packaged Air-Cooled Name

Enter Packaged Air-Cooled Name in alphanumeric

PAU20.0

ทดลองป้อนข้อมูลเครื่องปรับอากาศ
ประเภท: Packaged Air-Cooled Unit
กำหนดชื่อ: PAU20.0
ขนาดทำความเย็น: 20 ตัน
กำลังไฟฟ้า: 30 กิโลวัตต์

ขั้นตอน: การสร้างฐานข้อมูลเครื่องปรับอากาศ Split-type / Air-Cooled Package

Packaged Air-Cooled Unit

Table List of Packaged Air-Cooled Unit

Code	Cooling Capacity	Unit	Rated Power (kW)	Description
1 PAU08.5	8.5 TR	TR	14	
2 PAU10.0	10 TR	TR	15.5	
3 PAU14.0	14 TR	TR	18.9	

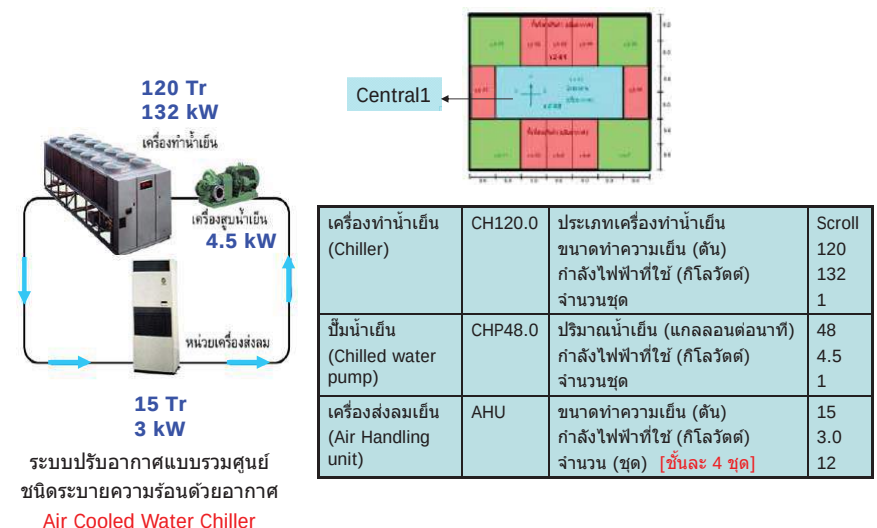
Packaged Air-Cooled Name

Enter Packaged Air-Cooled Name in alphanumeric

PAU08.5

1. เข้าฐานข้อมูล Packaged Air-Cooled Unit
2. กด New Data เพื่อสร้างข้อมูลใหม่
3. ป้อนชื่อข้อมูลเครื่องปรับอากาศ
4. ใส่ขนาดทำความเย็น และ หน่วยที่ใช้
5. ใส่ขนาดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW)
6. กด Save Data

ข้อมูลการใช้เครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ของห้างสรรพสินค้า



ขั้นตอน: การสร้างฐานข้อมูลเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (1)

Central Air-Conditioning System

Table: List of Central Air-Conditioning System

2 New Data Delete Data

1 Edit System Name Number of Equipments

3 Edit Central1

1. โปรแกรมคำนวณให้

2. 1. เข้าฐานข้อมูล Central Air Condition.
2. กด New Data เพื่อสร้างข้อมูลใหม่
3. ป้อนชื่อข้อมูลเครื่องปรับอากาศ
4. กดปุ่ม Edit

3. Enter CHW A/C Name in alpha-numeric

4. OK Cancel

1. เลือก Air Cooled Water Chiller
2. กด New Data เพื่อสร้างข้อมูลใหม่
3. ใส่ชื่อ Equipment Name
4. ระบุจำนวนที่ใช้ ขนาดทำความเย็น และ กำลังไฟฟ้า (ต่อเครื่อง)
5. กดปุ่ม Save Data

Table: Central Air-Conditioning System Details

System Name Central1

2 New Data Save Data 5 Delete Data

1 Air Cooled Water Chiller Water Cooled Water Chiller Single Staged Absorption Chiller Double Staged Absorption Chiller Chilled Water

Equipment Name	Equipment Type	Quantity	Cooling Capacity	Cooling Capacity Unit	Power Rating	Power Rating Unit
1 CH120.0	Air Cooled Water ...	1	120	TR	132	kW

แบบฝึกหัด: สร้างฐานข้อมูลเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์

สร้างฐานข้อมูล Central2

150 Tr
165 kW
เครื่องทำน้ำเย็น

4.5 kW
เครื่องสูบน้ำเย็น

20 Tr
5 kW
หน่วยเครื่องส่งลม

Central2

เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	CH150.0	ประเภทเครื่องทำน้ำเย็น ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวนชุด	Scroll 150 165 1
ปั๊มน้ำเย็น (Chilled water pump) <td>CHP48.0</td> <td>ปริมาณน้ำเย็น (แกลลอนต่อนาที) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวนชุด</td> <td>48 4.5 1</td>	CHP48.0	ปริมาณน้ำเย็น (แกลลอนต่อนาที) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวนชุด	48 4.5 1
เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling unit) <td>AHU20.0</td> <td>ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด) [ขั้นละ 3 ชุด]</td> <td>20 5.0 9</td>	AHU20.0	ขนาดทำความเย็น (ตัน) กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) จำนวน (ชุด) [ขั้นละ 3 ชุด]	20 5.0 9

ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์
ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ
Air Cooled Water Chiller

ขั้นตอน: การสร้างฐานข้อมูลเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (2)

Table: Central Air-Conditioning System Details

System Name Central1

2 New Data 5 Save Data Delete Data

Single Staged Absorption Chiller Double Staged Absorption Chiller 1 Chilled Water Pump Condenser Water Pump Cooling Tower Fan

Equipment Name	Equipment Type	Quantity	Power Rating	Power Rating Unit
1 CHP48	Chilled Water Pump	1	4.5	kW

1. เลือก Chilled Water Pump
2. กด New Data เพื่อสร้างข้อมูลใหม่
3. ใส่ชื่อ Equipment Name
4. ใส่จำนวนที่ใช้ และ กำลังไฟฟ้า (ต่อเครื่อง)
5. กดปุ่ม Save Data

Table: Central Air-Conditioning System Details

System Name Central1

2 New Data 5 Save Data Delete Data

Double Staged Absorption Chiller Chilled Water Pump Condenser Water Pump Cooling Tower Fan Coil Unit Air Handling Unit

Equipment Name	Equipment Type	Cooling Capacity	Cooling Capacity Unit	Power Rating	Power Rating Unit
1 AHU15.0	Air Handling Unit	15	TR	3	kW

1. เลือก Air Handling Unit
2. กด New Data เพื่อสร้างข้อมูลใหม่
3. ใส่ชื่อ Equipment Name
4. ใส่ค่าตันความเย็น และ กำลังไฟฟ้า (ต่อเครื่อง)
5. กดปุ่ม Save Data

แบบฝึกหัด: สร้างฐานข้อมูลเครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์

1 Packaged Water-Cooled Unit
Central Air-Conditioning System

2 New Data Delete Data

3 Edit System Name Number of Equipments

4 Edit Central1 3

5 Edit Central2 3

System Name Central2

2 New Data Save Data Delete Data

1 Air Cooled Water Chiller Water Cooled Water Chiller Single Staged Absorption Chiller Double Staged Absorption Chiller Chilled Water

Equipment Name	Equipment Type	Quantity	Cooling Capacity	Cooling Capacity Unit	Power Rating	Power Rating Unit
1 CH150.0	Air Cooled Water Chiller	1	150	TR	165	kW

3 Edit Equipment Name

4 Edit Equipment Name

System Name Central2

2 New Data Save Data Delete Data

Water Cooled Water Chiller Single Staged Absorption Chiller Double Staged Absorption Chiller 1 Chilled Water Pump Condenser Water

Equipment Name	Equipment Type	Quantity	Power Rating	Power Rating Unit
1 CHP48.0	Chilled Water Pump	1	4.5	kW

3 Edit Equipment Name

4 Edit Equipment Name

System Name Central2

2 New Data Save Data Delete Data

Double Staged Absorption Chiller Chilled Water Pump Condenser Water Pump Cooling Tower Fan Coil Unit 1 Air Handling Unit

Equipment Name	Equipment Type	Cooling Capacity	Cooling Capacity Unit	Power Rating	Power Rating Unit
1 AHU20.0	Air Handling Unit	20	TR	5	kW

ขั้นตอน: การจำลองอาคาร-ระบบปรับอากาศ (แบบ DX A/C Unit)

Building Zone

Table List of Building Zone

Edit	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
2	12-01	1	1792	PAU18.5 A
2	12-02	1	640	ขนาดอาคารเป็น 8.5 ชั้น กำลังไฟฟ้า: 14 kW
3	12-03	1	256	PAU14 B
4	22-01	2	2048	ขนาดอาคารเป็น 14 ชั้น กำลังไฟฟ้า: 18.9 kW
5	22-02	2	640	PAU10.0 C
6	32-01	3	2048	ขนาดอาคารเป็น 10 ชั้น กำลังไฟฟ้า: 15.5 kW
7	32-02	3	640	

Table Components in Building Zone

Zone Name: 12-01

4 New Data Save Data Delete Data

Exterior Wall Lighting Equip. DX A/C Unit Central A/C Equipment Other Equipment

DX A/C Name	Quantity
1 PAU10.0	8
2 PAU14.0	3
3 PAU18.5	3

1. เข้าฐานข้อมูล Building Zone
2. กด Edit หน้าชื่อโซนที่จะใส่ข้อมูล
3. เลือก DX A/C Unit

4. กดปุ่ม New Data
5. เลือกการกระจายเครื่องปรับอากาศที่มีอยู่ในโซน
6. ระบุจำนวนเครื่องปรับอากาศที่มีอยู่ในโซน
7. กดปุ่ม Save Data

แบบฝึกหัด: การจำลองอาคาร-ระบบปรับอากาศ (แบบ DX A/C Unit)

Building Zone

Table List of Building Zone

Edit	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
2	12-01	1	1792	
2	12-02	1	640	
3	12-03	1	256	
4	22-01	2	2048	
5	22-02	2	640	
6	32-01	3	2048	
7	32-02	3	640	

Table Components in Building Zone

Zone Name: 12-01

4 New Data Save Data Delete Data

Exterior Wall Lighting Equip. DX A/C Unit Central A/C Equipment Other Equipment

DX A/C Name	Quantity
1 PAU10.0	8
2 PAU14.0	3
3 PAU18.5	3

ลบข้อมูลเครื่องปรับอากาศ ในโซน 12_01

ทดลองป้อนข้อมูลเครื่องปรับอากาศ
โซน: 12_01
ประกอบด้วย PAU10.0 8 เครื่อง
PAU14.0 3 เครื่อง
PAU18.5 3 ชุด

ขั้นตอน: การจำลองอาคาร-ระบบปรับอากาศ (แบบ Central A/C)

Building Zone

Table List of Building Zone

Edit	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
1	12-01	1	1792	
2	12-02	1	640	
3	12-03	1	256	
4	22-01	2	2048	
5	22-02	2	640	
6	32-01	3	2048	
7	32-02	3	640	

Table Components in Building Zone

Zone Name: 12-02

4 New Data Save Data Delete Data

Exterior Wall Lighting Equip. DX A/C Central A/C Equipment Other Equipment

ChW A/C System Name	ChW A/C Equipment Name	Quantity
1 Central	AHU15.0	4

1. เข้าฐานข้อมูล Building Zone
2. กด Edit หน้าชื่อโซนที่จะใส่ข้อมูล
3. เลือก Central A/C Equipment
4. กดปุ่ม New Data

5. เลือกชื่อ ChW A/C System Name
6. เลือกชื่อ ChW A/C Equipment Name
7. ระบุจำนวนที่มีอยู่ในโซน
8. กดปุ่ม Save Data

แบบฝึกหัด: การจำลองอาคาร-ระบบปรับอากาศ (แบบ Central A/C)

Building Zone

Table List of Building Zone

Edit	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
1	12-01	1	1792	
2	12-02	1	640	
3	12-03	1	256	
4	22-01	2	2048	
5	22-02	2	640	
6	32-01	3	2048	
7	32-02	3	640	

Table Components in Building Zone

Zone Name: 12-02

4 New Data Save Data Delete Data

Exterior Wall Lighting Equip. DX A/C Central A/C Equipment Other Equipment

ChW A/C System Name	ChW A/C Equipment Name	Quantity
1 Central	AHU15.0	4

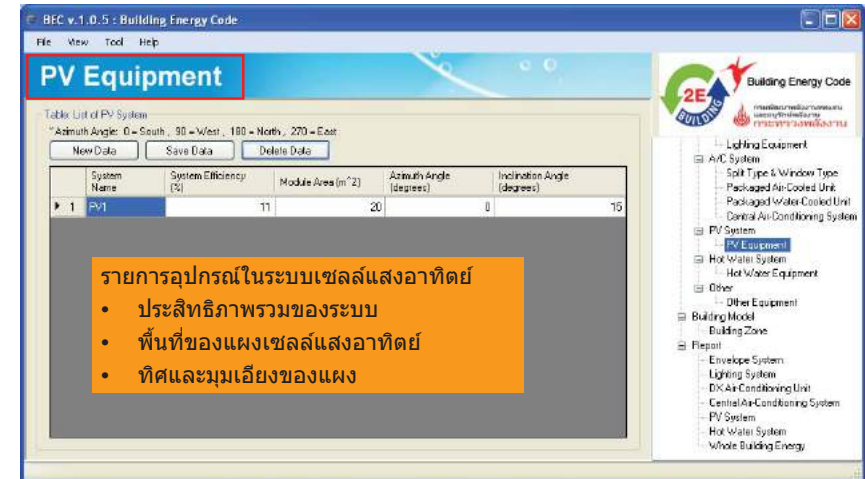
ลบข้อมูลเครื่องปรับอากาศ ในโซน 12_02

ทดลองป้อนข้อมูลเครื่องปรับอากาศ
โซน: 12_02
ประกอบด้วย Central1
AHU15.0 4 เครื่อง

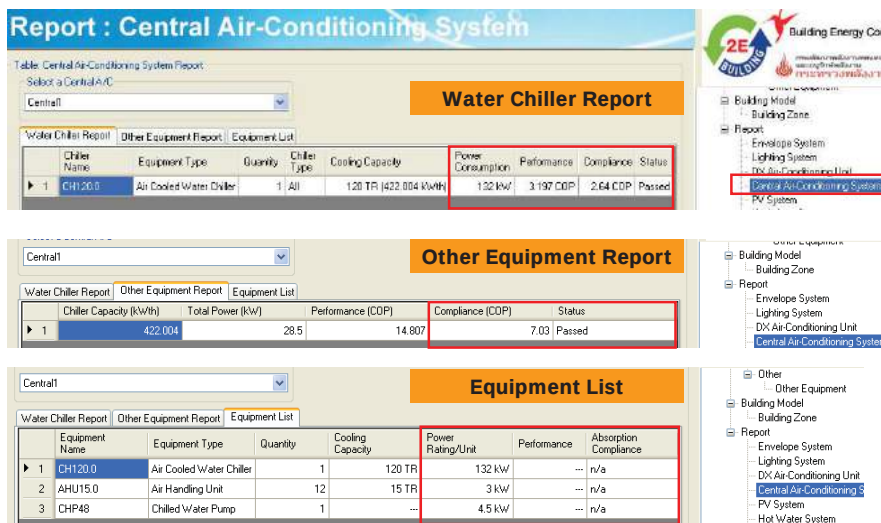
รายงานผลวิเคราะห์-ระบบปรับอากาศ (1)



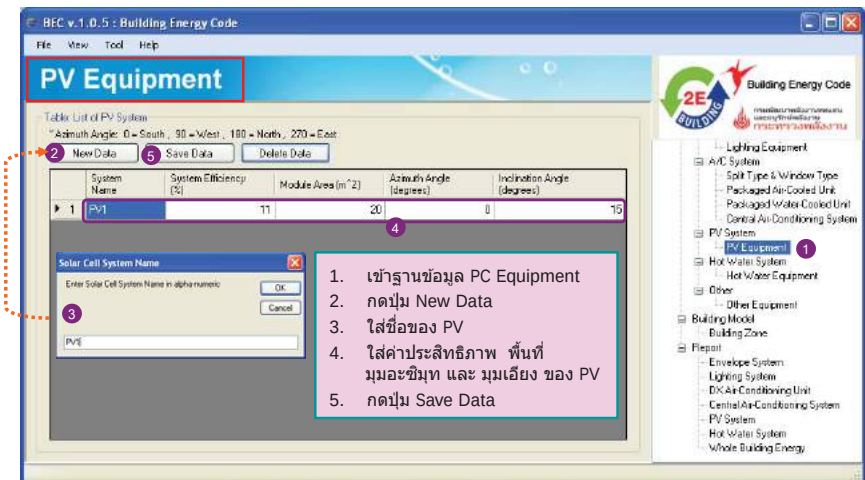
ฐานข้อมูล-ระบบ PV



รายงานผลวิเคราะห์-ระบบปรับอากาศ (2)



ขั้นตอน: การสร้างฐานข้อมูล-ระบบ PV



แบบฝึกหัด: การสร้างฐานข้อมูล-ระบบ PV

PV Equipment

Table: List of PV System

* Azimuth Angle: 0 = South, 90 = West, 180 = North, 270 = East

New Data Save Data Delete Data

System Name	System Efficiency (%)	Module Area (m ²)	Azimuth Angle (degrees)	Inclination Angle (degrees)
1 PV1	11	20	0	15
2 PV2	11	10	45	15

Solar Cell System Name

Enter Solar Cell System Name in alpha numeric

OK Cancel

ทดลองป้อนข้อมูลระบบเซลล์แสงอาทิตย์

ชื่อระบบ: PV2
ขนาดพื้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 10 ตร.ม.
แผงหันไปยังทิศตะวันตกเฉียงใต้
ทำมุม 15 กับระนาบแนวนอน
ประสิทธิภาพรวมของระบบเท่ากับร้อยละ 11

ฐานข้อมูล-ระบบผลิตน้ำร้อน

Hot Water Equipment

Table: List of Hot Water System

New Data Save Data Delete Data

System Name	Boiler Type	Boiler Efficiency (%)	Heat Pump Type	Heat Pump Efficiency (COP)	Description
1 Hotwater1	Oil Fired Steam Boiler	97	None	0	

รายการอุปกรณ์ในระบบผลิตน้ำร้อน

- ชนิดของอุปกรณ์ทำน้ำร้อน
- ประสิทธิภาพของอุปกรณ์

รายงานผลวิเคราะห์-ระบบ PV

Report : PV System

Table: PV System Report

System Name	Efficiency (%)	Module Area (m ²)	Azimuth Angle (degrees)	Inclination Angle (degrees)	ESR	Total Energy (kWh/year)
1 PV1	11	20	0	15	441.623	3191.605
2 PV2	11	10	45	15	438.903	1585.976

$$PVE = \frac{(9) \cdot (365) \cdot A_{mod} \cdot \eta_{sys} \cdot ESR_{PV}}{1000}$$

$$PVE_1 = \frac{(9) \cdot (365) \cdot (20) \cdot (0.11) \cdot (441.62)}{1000}$$

$$= 3,191.59 \text{ kWh/Y}$$

PV1

ค่า ESR ดูในตาราง 5.12
คู่มือ หน้า 5-56

ขั้นตอน: การสร้างฐานข้อมูล-ระบบผลิตน้ำร้อน

Hot Water Equipment

Table: List of Hot Water System

New Data Save Data Delete Data

System Name	Boiler Type	Boiler Efficiency (%)	Heat Pump Type	Heat Pump Efficiency (COP)	Description
1 Hotwater1	Oil Fired Steam Boiler	97	None	0	

Hot Water

Enter Hot Water Name in alpha numeric

OK Cancel

1. เข้าฐานข้อมูล Hot Water Equipment
2. กดปุ่ม New Data
3. ใส่ชื่อของ Hot Water Equipment
4. ใส่ประเภท และ ประสิทธิภาพ
5. กดปุ่ม Save Data

แบบฝึกหัด: การสร้างฐานข้อมูล-ระบบผลิตน้ำร้อน

Hot Water Equipment

Table: List of Hot Water System

System Name	Boiler Type	Boiler Efficiency (%)	Heat Pump Type	Heat Pump Efficiency (COP)	Description
Hotwater1	Oil Fired Steam Boiler	87	None	0	
Hotwater2	None	0	Outlet Temperature 50 Degree or Over	3.3	

Hot Water

Enter Hot Water Name in alphanumeric:

Hotwater2

ทดลองป้อนข้อมูลระบบผลิตน้ำร้อน

ชื่อระบบ: Hotwater2
เครื่องทำน้ำร้อนชนิด Heat Pump
อุณหภูมิน้ำเข้า 30 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิน้ำออก 50 องศาเซลเซียส
ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ 3.3

ฐานข้อมูล-อุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าส่วนอื่นๆ

Other Equipment

Table: List of Other Equipment

Equipment Code	Electric Power Required (Watt)	Description
Equip_12-01	35940	
Equip_12-02	12900	
Equip_12-03	5120	
Equip_22-01	40960	
Equip_22-02	12900	

อุปกรณ์อื่นๆ ในอาคาร

- ชื่อของอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า
- ความต้องการพลังไฟฟ้าของอุปกรณ์

รายงานผลวิเคราะห์-ระบบผลิตน้ำร้อน

Report : Hot Water System

Table: Hot Water System Report

System Name	Boiler Type	Boiler Efficiency (%)	Heat Pump Type	Heat Pump Efficiency (COP)	Boiler Complete	Heat Pump Complete
Hotwater1	Oil Fired Steam Boiler	87	None	0	Passed	...
Hotwater2	None	...	Outlet Temperature 50 Degree or Over	3.3	...	Failed

ค่าเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน
ดูได้ที่คู่มือฯ หน้า 4-5 และ 4-6

ขั้นตอน: การสร้างฐานข้อมูล-อุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าส่วนอื่นๆ

Other Equipment

Table: List of Other Equipment

Equipment Code	Electric Power Required (Watt)	Description
Equip_12-01	35940	
Equip_12-02	12900	
Equip_12-03	5120	
Equip_22-01	40960	
Equip_22-02	12900	

1. เข้าฐานข้อมูล Other Equipment
2. กดปุ่ม New Data
3. ใส่ชื่อของ Equipment
4. ใส่ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ (Watt)
5. กดปุ่ม Save Data

แบบฝึกหัด: การสร้างฐานข้อมูล-อุปกรณ์ใช้ไฟฟ้าส่วนอื่นๆ

Other Equipment

Table: List of Other Equipment

Equipment Code	Electric Power Required (Watt)	Description
Equip_12-01	7000	
Equip_12-02	12800	
Equip_12-03	5120	
Equip_22-01	40960	
Equip_22-02	12800	
Equip_12-01-A	7000	

Equipment Code: Equip_12-01-A
Enter Equipment Code in alpha numeric: Equip_12-01-A

ทดลองสร้างฐานข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า
ชื่อ Equip_12-01-A
กำลังไฟฟ้า 7,000 Watt

แบบฝึกหัด: การจำลองอาคาร-อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ

Building Zone

Table: List of Building Zone

Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
12-01	1	1792	
12-02	1	640	
12-03	1	256	
22-01	2	2048	
22-02	2	640	
32-01	3	2048	
32-02	3	640	

Table: Components in Building Zone

Zone Name: 12-01

Other Equipment Name	Quantity
Equip_12-01	1
Equip_12-01-A	2

ทดลองป้อนข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ
ชื่อโซน 12-01
ชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้า Equip_12-01-A
จำนวน 2 ชุด

ขั้นตอน: การจำลองอาคาร-อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ

Building Zone

Table: List of Building Zone

Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Description
12-01	1	1792	
12-02	1	640	
12-03	1	256	
22-01	2	2048	
22-02	2	640	
32-01	3	2048	
32-02	3	640	

Table: Components in Building Zone

Zone Name: 12-01

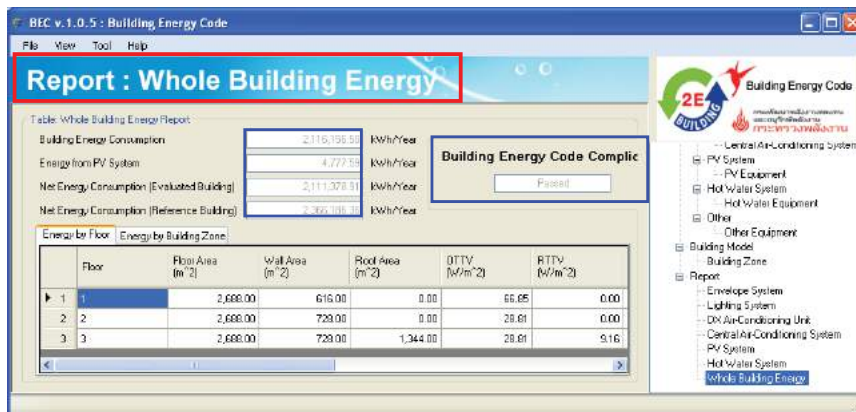
Other Equipment Name	Quantity
Equip_12-01	1
Equip_12-01-A	2

1. เข้าฐานข้อมูล Building Zone
2. กด Edit หน้าชื่อโซนที่จะใส่ข้อมูล
3. เลือก Other Equipment
4. กดปุ่ม New Data
5. เลือกรายการการเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอยู่ในโซน
6. ระบุจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอยู่ในโซน
7. กดปุ่ม Save Data

รายงานผลวิเคราะห์การใช้พลังงานรวม

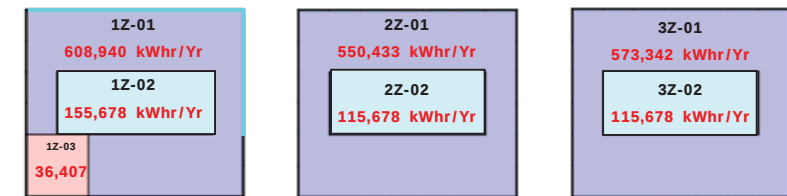
$$E_{pa} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{A_{wi}(OTTV_i)}{COP_i} + \frac{A_{ri}(RTTV_i)}{COP_i} \right] + A_{fi} \left\{ \frac{C_i(LPD_i) + C_e(EQD_i) + 130C_o(OCCU_i) + 24C_v(VENT_i)}{COP_i} \right\} n_h + \sum_{i=1}^n A_{fi}(LPD_i + EQD_i)n_h$$

รายงานผลวิเคราะห์การใช้พลังงานรวม



รายงานผลวิเคราะห์การใช้พลังงานรวม

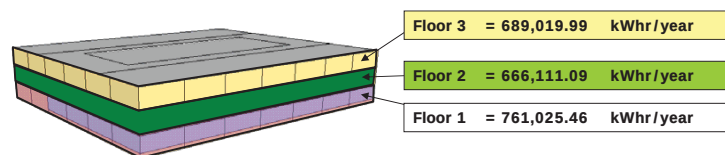
Energy by Floor		Energy by Building Zone		Energy by Building Zone										
	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Wall Area (m ²)	Roof Area (m ²)	OTTV (W/m ²)	RTTV (W/m ²)				Energy Consumption of A/C System (kWh/Year)	Energy Consumption of Lighting System (kWh/Year)	Energy Consumption of Equipment (kWh/Year)	Total Energy Consumption (kWh/Year)
▶	1Z-01	1	1,792.00	616.00	0.00	66.85	0.00				260,297.22	130,347.68	218,295.28	608,940.18
2	1Z-02	1	640.00	0.00	0.00	0.00	0.00				41,954.28	17,660.16	56,064.00	115,678.44
3	1Z-03	1	256.00	0.00	0.00	0.00	0.00				0.00	13,981.24	22,425.60	36,406.84
4	2Z-01	2	2,048.00	728.00	0.00	28.81	0.00				222,175.66	148,852.16	179,404.80	550,432.63
5	2Z-02	2	640.00	0.00	0.00	0.00	0.00				41,954.28	17,660.16	56,064.00	115,678.44
6	3Z-01	3	2,048.00	728.00	1,344.00	28.81	9.16				245,084.59	148,852.16	179,404.80	573,341.55
7	3Z-02	3	640.00	0.00	0.00	0.00	0.00				41,954.28	17,660.16	56,064.00	115,678.44



รายงานผลวิเคราะห์การใช้พลังงานรวม

Energy by Floor

Energy by Floor		Energy by Building Zone										
	Floor	Floor Area (m ²)	Wall Area (m ²)	Roof Area (m ²)	OTTV (W/m ²)	RTTV (W/m ²)	COP	LPD (W/m ²)	EPD (W/m ²)	OCCU (Head/m ²)	VENT (l/s/m ²)	Total Energy Consumption (kWh/Year)
► 1	1	2,688.00	616.00	0.00	66.85	0.00	2.52	13.76	25.21	0.10	0.25	761,025.46
	2	2,688.00	728.00	0.00	28.81	0.00	2.52	14.14	20.00	0.10	0.25	666,111.06
	3	2,688.00	728.00	1,344.00	28.81	9.16	2.52	14.14	20.00	0.10	0.25	689,019.99



การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (Shading Coefficient) ของอุปกรณ์บังแดด



สัมประสิทธิ์การบัง (SC)

ความสำคัญ

- อุปกรณ์บังแดดจะบังทั้งรังสีตรงจากดวงอาทิตย์และรังสีกระจายจากท้องฟ้าไม่ให้ส่งตรงผ่านกระจกหน้าต่างเข้าสู่ภายในอาคาร
- อุปกรณ์บังแดดที่ดีควรบังรังสีตรง แต่ยังให้รังสีกระจายส่งผ่านได้ในระดับที่เหมาะสม
- วัตถุประสงค์หลักของอุปกรณ์บังแดดเป็นการป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์
- เงาของอุปกรณ์บังแดดคำนวณได้เมื่อทราบ
 - ตำแหน่งของอาคาร
 - ตำแหน่งของดวงอาทิตย์
 - ตำแหน่งหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดด

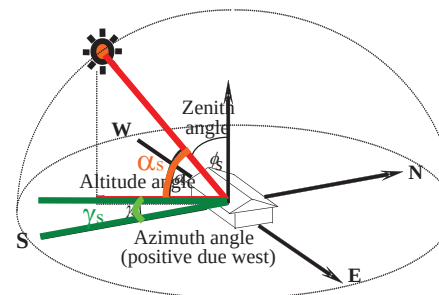
สัมประสิทธิ์การบัง (SC)

ตำแหน่งของอาคาร

- Latitude
- Longitude

ตำแหน่งของดวงอาทิตย์

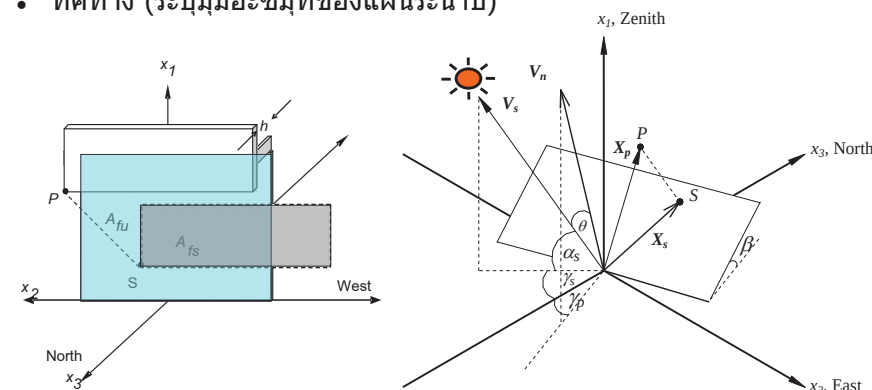
- มุมเงย (Altitude) ของดวงอาทิตย์ เป็นมุมที่แนวเส้นตรงซึ่งลากจากจุดบนพื้นโลกไปยังดวงอาทิตย์กระทำกับพื้นราบ
- มุมอะซิมุทของดวงอาทิตย์ เป็นมุมที่ตำแหน่งดวงอาทิตย์ในแนวระนาบกระทำกับทิศใต้ของโลก (วัดตามเข็มนาฬิกามีค่าเป็นบวก)



สัมประสิทธิ์การบัง (SC)

ตำแหน่งของหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดด

- ขนาด (ระบุค่าพิทกแทน X, Y, Z)
- ทิศทาง (ระบุมุมอะซิมุทของแผนระนาบ)



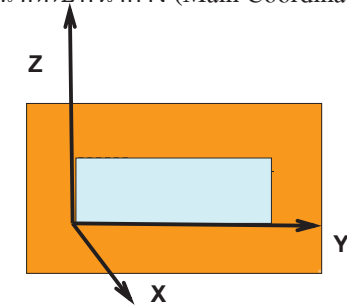
สัมประสิทธิ์การบัง (SC)

- โปรแกรม BEC คำนวณ
 - ผลเสียการบังรังสีอาทิตย์โดยตรงจากดวงอาทิตย์
 - ผลเสียการบังรังสีกระจายจากท้องฟ้า
- สัมประสิทธิ์การบังรังสีตรง (SCs)** คือ ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของรังสีตรงที่ผ่านอุปกรณ์บังแดดถึงหน้าต่าง ต่อปริมาณรังสีทั้งหมดที่ตกบนหน้าต่างเมื่อไม่มีอุปกรณ์บังแดด
- สัมประสิทธิ์การบังรังสีกระจาย (SCd)** คือ ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของรังสีกระจายที่ผ่านอุปกรณ์บังแดดถึงหน้าต่าง ต่อปริมาณรังสีทั้งหมดที่ตกบนหน้าต่างเมื่อไม่มีอุปกรณ์บังแดด
- สัมประสิทธิ์การบังรังสีรวม (SC)** โดย $SC = SCs + SCd$

$$OTT_i = (U_w)(1-WWR)(TD_{eq}) + (U_i)(WWR)\Delta T + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

การกำหนดแกนของ Main Coordinate

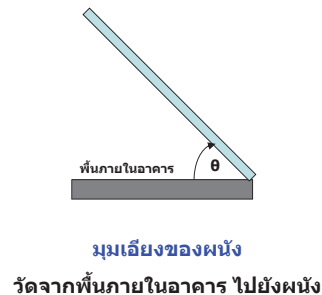
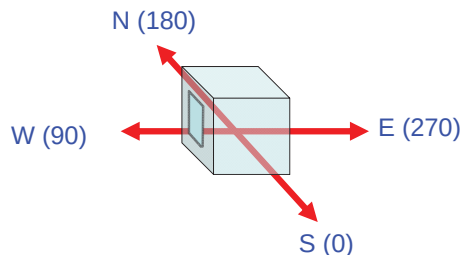
- จุด ORIGIN ต้องอยู่ที่เส้นรอบรูปของหน้าต่าง (ควรอยู่มุมล่างซ้าย)
- หน้าต่างต้องอยู่ในระนาบ Y-Z
- แกน Y ต้องอยู่ในแนวนอน
- แกน X ต้องพุ่งออกในแนวตั้งฉากกับหน้าต่าง (Main Coordinate Azimuth)



การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

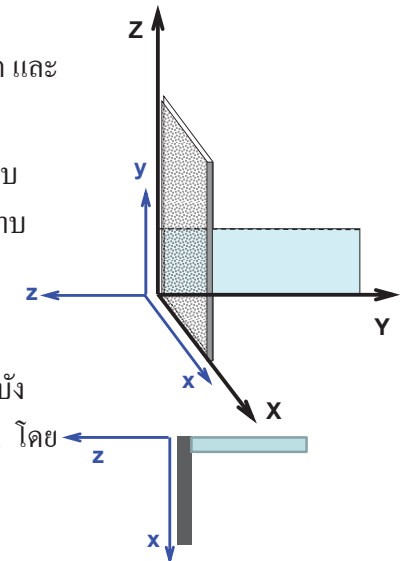
การคำนวณสัมประสิทธิ์การบังแดดโดย BEC

- กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของอาคาร
- กำหนด มุมอะซิมุท ของหน้าต่าง
- กำหนดมุมเอียง ของหน้าต่าง



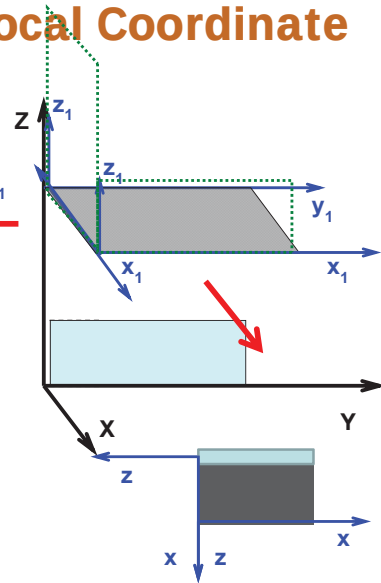
การกำหนดแกนของ Local Coordinate

- แกน Z พุ่งออกจากระนาบที่บังแดด และเป็น Azimuth ของแผงบังแดด
- แกน X อยู่ในแนวระดับ และอยู่ขอบของที่บังแดด โดยที่บังแดดอยู่ระนาบ X-Y
- หรือสามารถหา Azimuth ของแผงบังแดด โดยลากเส้นตั้งฉากกับแกน X โดยให้จุด ORIGIN อยู่ทางด้านซ้าย



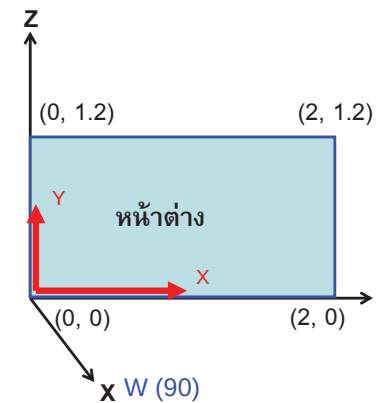
การกำหนดแกนของ Local Coordinate

- แกน Z พุ่งออกจากระนาบที่บังแดด
- แกน X อยู่ในแนวระดับ และอยู่ขอบของที่บังแดด โดยที่บังแดดอยู่ระนาบ X-Y
- หมุนแผงบังแดดรอบแกน X จะได้แกน Z เป็น Azimuth ของแผงบังแดด หรือสามารถหา Azimuth ของแผงบังแดด โดยลากเส้นตั้งฉากกับแกน X โดยให้จุด ORIGIN อยู่ทางด้านซ้าย



การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

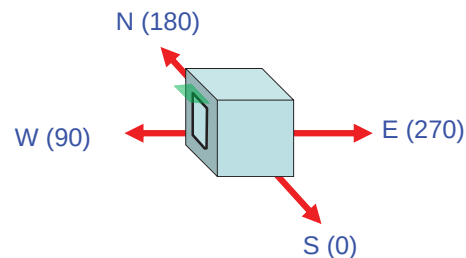
- หน้าต่งอยู่บนระนาบแกน Y และแกน Z
- มุมแรกของหน้าต่ง คือ มุมจุดเริ่มของแกนหลักที่ (0, 0, 0)
- มุมที่สองของหน้าต่ง คือ ตำแหน่ง (2,0) บนระนาบแกน Y และแกน Z
- มุมที่สามและสี่ของหน้าต่งอยู่ที่ตำแหน่ง (2, 1.2) และ (0, 1.2) ตามลำดับ



การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

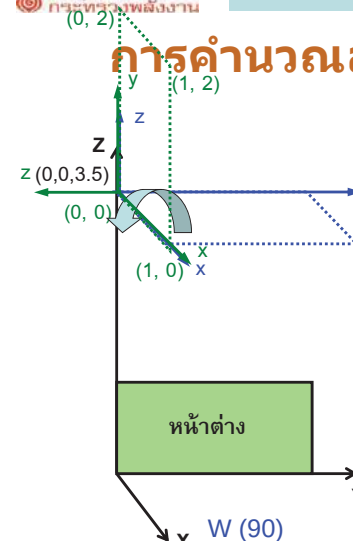
กรณีหน้าต่งตัวอย่าง

- ทิศของหน้าต่ง คือ ทิศตะวันตก (W)
- จุดกำเนิด (Origin) ของแกนหลักของหน้าต่งอยู่ที่มุมซ้ายล่างของหน้าต่ง
- มุมอะซิมุท (Az) = 90 และ มุมเอียง (Inc) = 90
- แกน X ของ Main coordinate ชี้ไปแนวเดียวกับทิศของมุมอะซิมุทของหน้าต่ง
- กำหนดแกนรอง (Local coordinate) ของอุปกรณ์บังแดดแต่ละชิ้น และกำหนดมุมของแผงบังแดด ในทิศทางของแกนรองให้ครบทุกมุม



การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

- พิกัดของแกนรองของแผงบังแดด, บนแกนหลัก คือ (0.0, 0.0, 3.5)
- มุมอะซิมุทของแผงบังแดด หาได้โดยการหมุนแผงรอบแกน x ทิศที่แกน z ชี้คือทิศของมุมอะซิมุทของแผงซึ่งเท่ากับ 180°
- มุมที่ 1 ของแผงบนแกนรอง คือ (0.0, 0.0)
- มุมต่อๆ ไปอยู่ที่ (1, 0) ; (1, 2) ; (0, 2) ตามลำดับ
- เมื่อป้อนค่าพิกัดของหน้าต่งและของแผงแล้วก็สามารถคำนวณสัมประสิทธิ์การบังแดดของแผงบังแดดได้

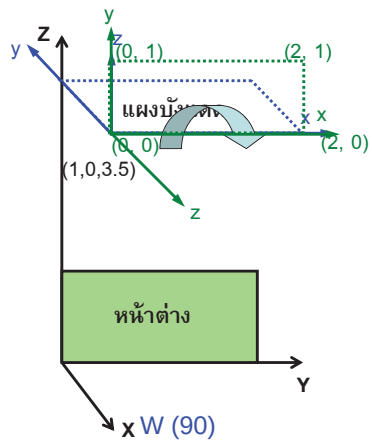


$$SC_s = 0.395 \quad SC_d = 0.576$$

$$SC = 0.971$$

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	90	90	0	0	2	0	2	1.2	0	1.2
Device 1	0	0	3.5	180	0	0	0	1	0	1	2	0	2

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)



- พิกัดของแกนรองของแผงบังแดด, บนแกนหลัก คือ (1.0, 0.0, 3.5)
- มุมอะซิมุทของแผงบังแดด หาได้โดยการหมุนแผงรอบแกน x ทิศที่แกน z ชี้ คือทิศของมุมอะซิมุทของแผงซึ่งเท่ากับ 90°
- มุมที่ 1 ของแผงบนแกนรอง คือ (0.0, 0.0)
- มุมต่อๆ ไปอยู่ที่ (2, 0) ; (2, 1) ; (0, 1) ตามลำดับ
- เมื่อป้อนค่าพิกัดของหน้าต่างและของแผงแล้วก็สามารถคำนวณสัมประสิทธิ์การบังแดดของแผงบังแดดได้

$$SC_s = 0.395 \quad SC_d = 0.576$$

$$SC = 0.971$$

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	90	90	0	0	2	0	2	1.2	0	1.2
Device 1	1	0	3.5	90	0	0	0	2	0	2	1	0	1

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

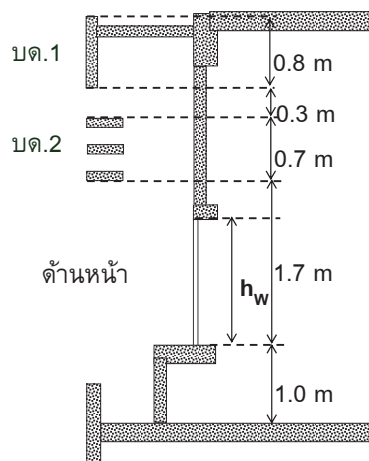


หน้าต่างรูปแบบย่อยที่ 1

- ความกว้าง 2.0 m
- ความสูง 1.2 m
- หันสู่ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) และตะวันตกเฉียงใต้ (SW)

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

กรณีตัวอย่างภาพตัดของผนังด้านนอกบริเวณที่ปรับอากาศ



- ภาพตัดของผนังที่มีหน้าต่างในบริเวณปรับอากาศ
- ลักษณะและมิติที่แสดงนี้เป็นเหมือนกันหมดทุกหน้าต่าง
- อุปกรณ์บังแดดเหนือหน้าต่าง ประกอบด้วย บด.1 และ บด.2
- ฐานหน้าต่างยกจากพื้น 1 m.
- ความสูงของหน้าต่าง h_w มีสองค่าขึ้นกับลักษณะย่อยแต่ละชนิด

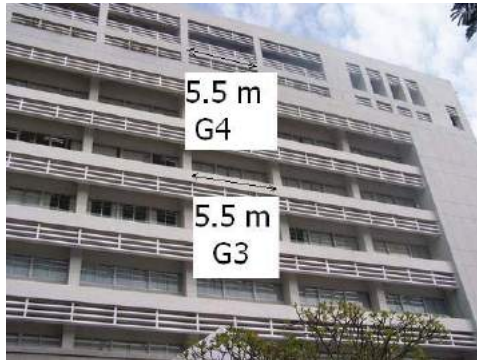
การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)



หน้าต่างรูปแบบย่อยที่ 2

- ความกว้าง 3.0 m
- ความสูง 1.2 m
- หันสู่ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)



หน้าตารูปแบบย่อยที่ 3

- ความกว้าง 5.5 m
- ความสูง 1.2 m
- หันสู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)

หน้าตารูปแบบย่อยที่ 4

- ความกว้าง 5.5 m
- ความสูง 2.1 m
- หันสู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE)

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบังแดดโดย BEC

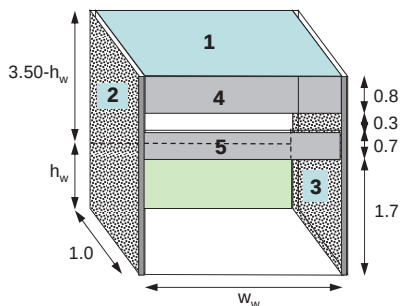
- กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของอาคาร
- กำหนด มุมอะซิมุท และ มุมเอียงของแกนหลัก (Main coordinate) ของหน้าตาดังกล่าว

กรณีหน้าตารูปแบบ G1

- ทิศของหน้าตาดังกล่าว คือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ NE
- จุดกำเนิด (Origin) ของแกนหลักของหน้าตาดังกล่าวอยู่ที่มุมซ้ายล่างของหน้าตาดังกล่าว
- มุมอะซิมุท (Az) = 225 และ มุมเอียง (Inc) = 90
- แกน X ของ Main coordinate ชี้ไปแนวเดียวกับทิศของมุมอะซิมุทของหน้าตาดังกล่าว
- กำหนดแกนรอง (Local coordinate) ของอุปกรณ์บังแดดแต่ละชั้น และกำหนดมุมของแผงบังแดด ในทิศทางของแกนรองให้ครบ
- ทุกมุม ใส่ข้อมูลของแผงบังแดดแต่ละชั้น จนครบแล้วจึงให้ BEC คำนวณ

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

แบบจำลองเพื่อใช้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด

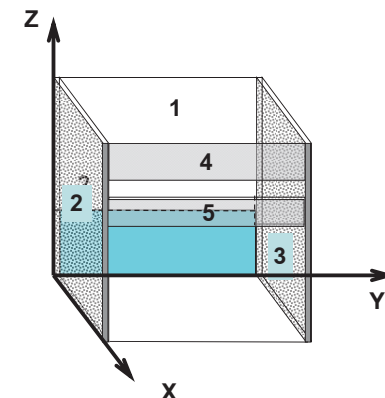


มิติและทิศของหน้าตาดังกล่าว

รูปแบบย่อย	มิติของหน้าตาดังกล่าว		ทิศ
	ความกว้าง W_w (m)	ความสูง h_w (m)	
G1	2.0	1.2	NE,SW
G2	3.0	1.2	NW
G3	5.5	1.2	SE
G4	5.5	2.1	SE

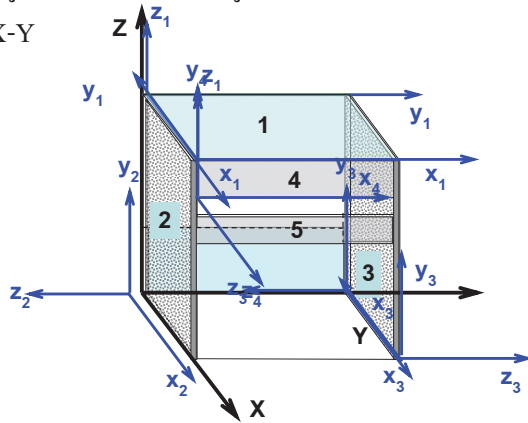
Main Coordinate

- แกน X ชี้ไปแนวเดียวกับทิศของมุมอะซิมุทของหน้าตาดังกล่าว
- แกน Y อยู่ในแนวระดับ และอยู่ขอบล่างของหน้าตาดังกล่าวโดยหน้าตาดังกล่าวอยู่ในระนาบ Y-Z

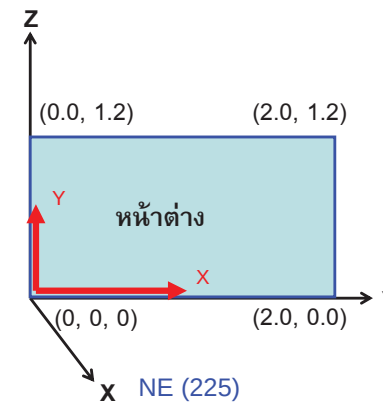


Local Coordinate

- แกน Z พุ่งออกจากระนาบที่บังแดด
- แกน X อยู่ในแนวระดับ และอยู่ขอบของที่บังแดด โดยที่บังแดดอยู่ระนาบ X-Y

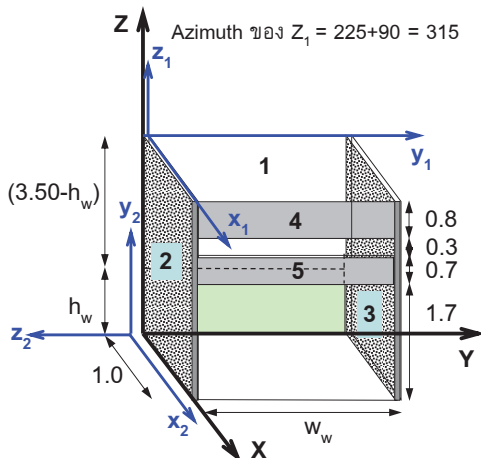


การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)



- หน้าต่างอยู่บนระนาบแกน Y และแกน Z
- มุมแรกของหน้าต่าง คือ มุมจุดเริ่มของแกนหลักที่ (0, 0, 0)
- มุมที่สองของหน้าต่าง คือ ตำแหน่ง (2,0) บนระนาบแกน Y และแกน Z
- มุมที่สามและสี่ของหน้าต่างอยู่ที่ตำแหน่ง (2, 1.2) และ (0, 1.2) ตามลำดับ

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)



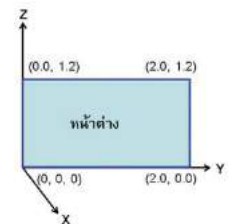
- หน้าต่างหันทิศ NE
- มุมอะซิมุท คือ มุมทิศของหน้าต่างและตรงกับมุมของแกน X ซึ่งในที่นี้เท่ากับ 225°
- มุมเอียงเท่ากับ 90°
- ทิศใต้ คือ ทิศอ้างอิง มุมตามเข็มนาฬิกาเป็นบวก
- มุมอะซิมุทของแกนรอง คือ มุมที่แกน z ชี้

Azimuth ของ $Z_2 = 225 + 90 = 315$

Azimuth ของ NE = $180 + 45 = 225$

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

- เรียกโปรแกรม Shading Calculation ใน BEC และป้อนข้อมูลของหน้าต่าง
- มุมแรกของหน้าต่างอยู่ที่ $(X_1, Y_1) = (0.0, 0.0)$
- มุมถัดไปเรียงทวนเข็มนาฬิกา $(X_2, Y_2) = (2.0, 0.0)$
 $(X_3, Y_3) = (2.0, 1.2)$
 $(X_4, Y_4) = (0.0, 1.2)$



Shading-Coefficient Calculation

Wall Azimuth: 225 Degrees (0 - 360)
Wall Inclination: 90 Degrees (0 - 90)

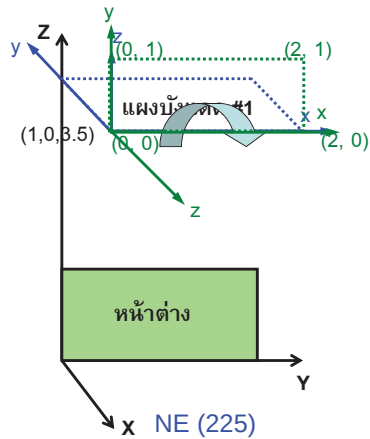
Direct Solar: 0
Diffuse Solar: 0
Total: 0

Calculate Shading-Coefficient

Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	225	90	0	0	2	0	2	1.2	0	1.2

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)



- พิกัดของแกนรองของแผงบังแดด #1, บนแกนหลัก คือ (1.0, 0.0, 3.5)
- มุมอะซิมุทของแผง #1 หาได้โดยการหมุนแผงรอบแกน x ทิศที่แกน z ชี้ คือทิศของมุมอะซิมุทของแผงซึ่งเท่ากับ 225°
- มุมที่ 1 ของแผงบนแกนรอง คือ (0.0, 0.0)
- มุมต่อไปอยู่ที่ (2, 0) ; (2, 1) ; (0, 1) ตามลำดับ
- เมื่อป้อนค่าพิกัดของหน้าต่างและของแผงแล้วก็สามารถคำนวณสัมประสิทธิ์การบังแดดของแผง #1 ได้

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

Shading Coefficient Calculation

Wall Azimuth: 225 Degrees (0 - 360)
Wall Inclination: 90 Degrees (0 - 90)

Direct Solar: 0
Diffuse Solar: 0
Total: 0

Calculate Shading Coefficient

Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	225	90	0	0	2	0	2	1.2	0	1.2
Device 1	0	0	3.5	315	0	0	0	1	0	1	2	0	2

กด Update และ Calculate Shading Coefficient ผลที่ได้จะปรากฏในกรอบ Result

Shading Coefficient Calculation

Wall Azimuth: 225 Degrees (0 - 360)
Wall Inclination: 90 Degrees (0 - 90)

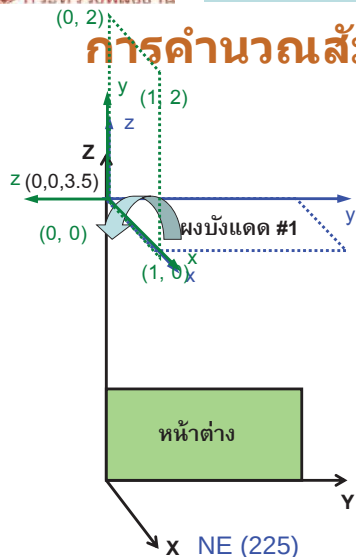
Direct Solar: 0.203452
Diffuse Solar: 0.76335
Total: 0.966802

Calculate Shading Coefficient

Variables Input

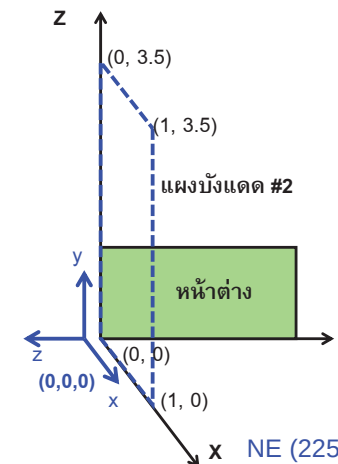
Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	225	90	0	0	2	0	2	1.2	0	1.2
Device 1	0	0	3.5	315	0	0	0	1	0	1	2	0	2

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)



- พิกัดของแกนรองของแผงบังแดด #1, บนแกนหลัก คือ (0.0, 0.0, 3.5)
- มุมอะซิมุทของแผง #1 หาได้โดยการหมุนแผงรอบแกน x ทิศที่แกน z ชี้ คือทิศของมุมอะซิมุทของแผงซึ่งเท่ากับ 315°
- มุมที่ 1 ของแผงบนแกนรอง คือ (0.0, 0.0)
- มุมต่อไปอยู่ที่ (1, 0) ; (1, 2) ; (0, 2) ตามลำดับ
- เมื่อป้อนค่าพิกัดของหน้าต่างและของแผงแล้วก็สามารถคำนวณสัมประสิทธิ์การบังแดดของแผง #1 ได้

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)



- พิกัดของแกนรองของแผงบังแดด #2 บนแกนหลัก คือ (0, 0, 0)
- มุมอะซิมุทของแผงที่ 2 หาได้จากทิศที่แกน z ชี้ซึ่งคือมุม 315
- มุมที่ 1 ของแผงบนแกนรอง คือ (0, 0)
- มุมถัดไป คือ (1.0, 0.0) ; (1.0, 3.5) ; (0.0, 3.5) ตามลำดับ
- เมื่อเติมค่าพิกัดของหน้าต่างและของแผง #1 และ #2 ก็สามารถคำนวณสัมประสิทธิ์การบังแดดจากทั้งสองแผงได้

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

- แผงบังแดด #1 แผงเดี่ยวผลการบังแดดยังไม่ดี
- ใช้แผงบังแดด 2 แผงรวมกันบังรังสีตรงเหลือ 7.9%

สัมประสิทธิ์	แผง #1	แผง #1 และ #2
SCs	0.203	0.079
SCd	0.794	0.617
SC = SCs+SCd	0.967	0.696

Shading-Coefficient Calculation

Wall Azimuth: 225 Degrees (0 - 360)
Wall Inclination: 90 Degrees (0 - 90)

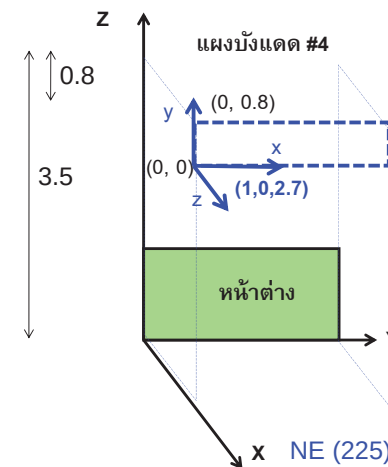
Direct Solar: 0.0793758
Diffuse Solar: 0.617282
Total: 0.696658

Calculate Shading-Coefficient

Variables Input

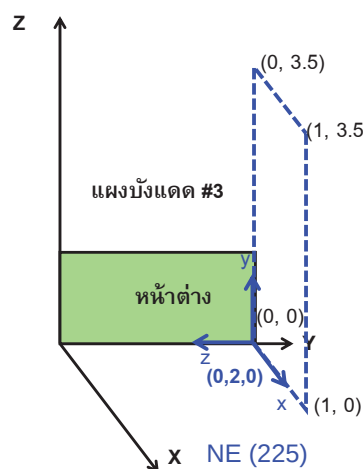
Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	225	90	0	0	2	0	2	1.2	0	1.2
Device 1	0	0	3.5	315	0	0	0	1	0	1	2	0	2
Device 2	0	0	0	315	90	0	0	1	0	1	3.5	0	3.5

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)



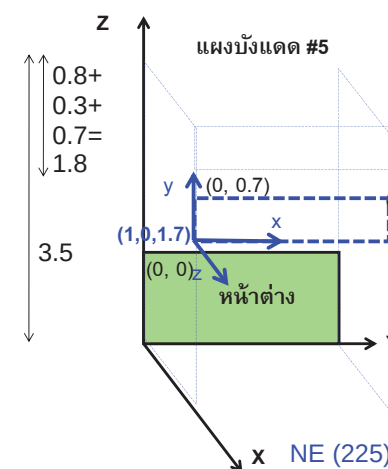
- พิกัดของแกนรองของแผงบังแดด #4 บนแกนหลัก คือ (1, 0, 2.7)
 - มุมอะซิมุทของแผงที่ 4 หาได้จากทิศที่แกน z ซึ่งคือมุม 225
 - มุมที่ 1 ของแผงบนแกนรอง คือ (0, 0)
 - มุมถัดๆ ไป คือ (2, 0); (2, 0.8); (0, 0.8) ตามลำดับ
 - เมื่อเติมค่าพิกัดของหน้าต่างและของแผง #1 #2 #3 #4 ก็สามารถคำนวณสัมประสิทธิ์การบังแดดจากทั้งสองแผงได้
- SCs = 0.067 SCd = 0.455
SC = 0.522

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)



- พิกัดของแกนรองของแผงบังแดด #3 บนแกนหลัก คือ (0, 2, 0)
 - มุมอะซิมุทของแผงที่ 3 หาได้จากทิศที่แกน z ซึ่งคือมุม 315
 - มุมที่ 1 ของแผงบนแกนรอง คือ (0, 0)
 - มุมถัดๆ ไป คือ (1.0, 0.0); (1.0, 3.5); (0.0, 3.5) ตามลำดับ
 - เมื่อเติมค่าพิกัดของหน้าต่างและของแผง #1 #2 #3 ก็สามารถคำนวณสัมประสิทธิ์การบังแดดจากทั้งสองแผงได้
- SCs = 0.078 SCd = 0.471
SC = 0.549

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)



- พิกัดของแกนรองของแผงบังแดด #5 บนแกนหลัก คือ (1, 0, 1.7)
 - มุมอะซิมุทของแผงที่ 5 หาได้จากทิศที่แกน z ซึ่งคือมุม 225
 - มุมที่ 1 ของแผงบนแกนรอง คือ (0, 0)
 - มุมถัดๆ ไป คือ (2, 0); (2, 0.7); (0, 0.7) ตามลำดับ
 - เมื่อเติมค่าพิกัดของหน้าต่างและของแผง #1 #2 #3 #4 ก็สามารถคำนวณสัมประสิทธิ์การบังแดดจากทั้งสองแผงได้
- SCs = 0.042 SCd = 0.387
SC = 0.429

การคำนวณสัมประสิทธิ์การบัง (SC)

- เมื่อป้อนข้อมูลครบทั้ง 5 แผงแล้ว ผลการบังแดดปรากฏดังในภาพข้างล่าง
- ค่าสัมประสิทธิ์รังสีตรงเท่ากับร้อยละ 4.1 และรังสีกระจายเท่ากับร้อยละ 39

Shading-Coefficient Calculation

Wall Azimuth: 225 Degrees (0 - 360)
Wall Inclination: 90 Degrees (0 - 90)

Add new Shading Device Update data

How to use SC Calculator? Reset data

Calculate Shading-Coefficient

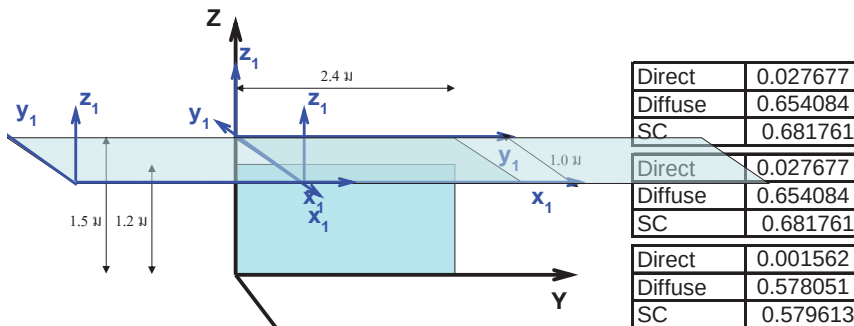
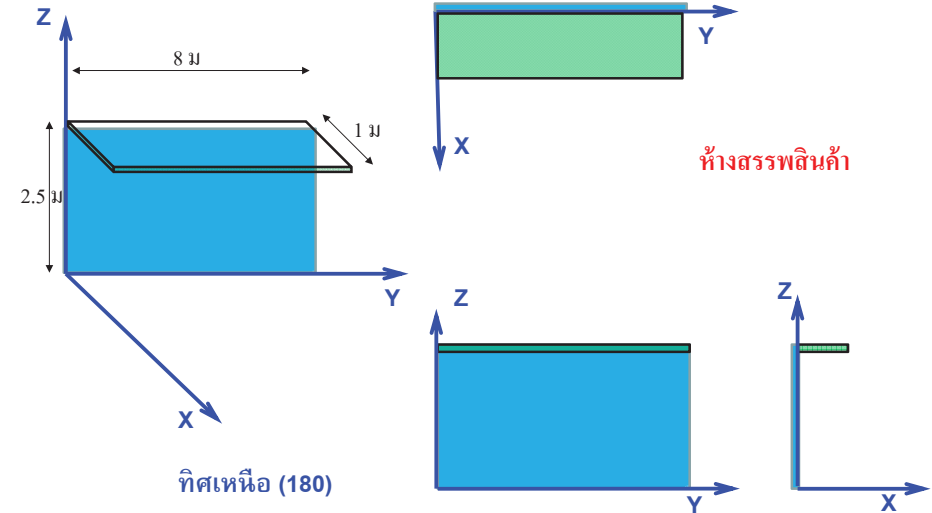
Result

Direct Solar: 0.0417988
Diffuse Solar: 0.386779
Total: 0.428578

Picture

Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	225	90	0	0	2	0	2	1.2	0	1.2
Device 1	0	0	3.5	315	0	0	0	1	0	1	2	0	2
Device 2	0	0	0	315	90	0	0	1	0	1	3.5	0	3.5
Device 3	0	2	0	315	90	0	0	1	0	1	3.5	0	3.5
Device 4	1	0	2.7	225	90	0	0	2	0	2	0.8	0	0.8
Device 5	1	0	1.7	225	90	0	0	2	0	2	0.7	0	0.7



BEC : Shading-Coefficient Calculation

Wall Name: ห้างสรรพสินค้า

Section Name: หน้าบานที่ 1

Shading Coefficient Calculation

Window Azimuth: 180 Degrees (0 - 360)
Window Inclination: 90 Degree (0 - 90)

* Azimuth Angle: 0 = South, 90 = West, 180 = North, 270 = East

Add new Shading Device Save data Delete data

How to use SC Calculator? Reset data

Use This Value Calculate

Result

Direct Solar: 0.015442
Diffuse Solar: 0.636815
Total: 0.652257

ห้างสรรพสินค้า

Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	180	90	0	0	8	0	8	2.5	0	2.5
Device 1	1	0	2.5	180	0	0	0	8	0	8	1	0	1

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	180	90	0	0	8	0	8	2.5	0	2.5
Device 1	0	0	2.5	270	0	0	0	1	0	1	8	0	8

BEC : Shading-Coefficient Calculation

Well Name: มหิทธิสารรังสรรค์
Section Name: หลังคาแบบที่ 1

Shading Coefficient Calculation

Window Azimuth: 270 Degrees (0 - 360)
Window Inclination: 90 Degrees (0 - 90)

* Azimuth Angle: 0 = South, 90 = West, 180 = North, 270 = East

Add new Shading Device Save data Delete data

How to use SC Calculator? Reset data Use This Value Calculate

Result

Direct Solar: 0.0782521
Diffuse Solar: 0.507257
Total: 0.585509

ห้างสรรพสินค้า

Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	270	90	0	0	8	0	8	2.5	0	2.5
Device 1	1	0	2.5	270	0	0	0	8	0	8	1	0	1

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	270	90	0	0	8	0	8	2.5	0	2.5
Device 1	0	0	2.5	360	0	0	0	1	0	1	8	0	8

BEC : Shading-Coefficient Calculation

Shading Coefficient Calculation

Well Azimuth: 180 Degrees (0 - 360)
Well Inclination: 90 Degrees (0 - 90)

Add new Shading Device Update data

How to use SC Calculator? Reset data Use This Value Calculate

Result

Direct Solar: 0.012054
Diffuse Solar: 0.379391
Total: 0.391445

ค่า SC ของผนังแบบที่ 1 (เหนือ)

Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	180	90	0	0	8	0	8	2.5	0	2.5
Device 1	0	0	2.5	270	0	0	0	2	0	2	8	0	8
Device 2	2	0	2	180	90	0	0	8	0	8	0.5	0	0.5

BEC : Shading-Coefficient Calculation

Shading Coefficient Calculation

Well Azimuth: 270 Degrees (0 - 360)
Well Inclination: 90 Degrees (0 - 90)

Add new Shading Device Update data

How to use SC Calculator? Reset data Use This Value Calculate

Result

Direct Solar: 0.0196311
Diffuse Solar: 0.297427
Total: 0.317138

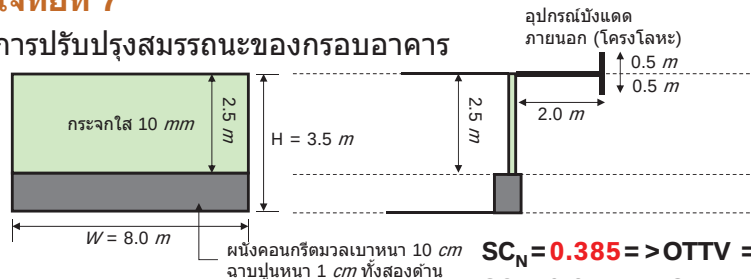
ค่า SC ของผนังแบบที่ 1 (ตะวันออก)

Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	270	90	0	0	8	0	8	2.5	0	2.5
Device 1	0	0	2.5	360	0	0	0	2	0	2	8	0	8
Device 2	2	0	2	270	90	0	0	8	0	8	0.5	0	0.5

โจทย์ที่ 7

การปรับปรุงสมรรถนะของกรอบอาคาร



$$SC_N = 0.385 \Rightarrow OTTV = 54.48$$

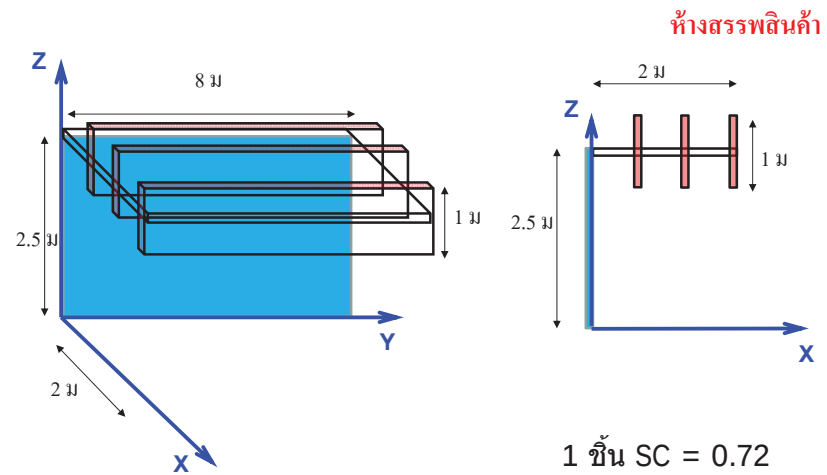
$$SC_E = 0.317 \Rightarrow OTTV = 55.88$$

ประเภทของอาคาร	OTTV (W/m ²)			
	N	E	S	W
ห้างสรรพสินค้า	34.69	35.59	31.35	29.65

OTTV รวม = 32.96 วัตต์/ตร.ม.

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)TD_{eq} + (U_g)(WWR)\Delta T + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

$$OTTV_i = (2.297)(1-0.714)10.8 + (5.764)(0.714)5 + (0.714)(0.73)(0.385)(133.52) = 54.48$$



ทิศเหนือ (180)

1 ชั้น SC = 0.72

2 ชั้น SC = 0.61

3 ชั้น SC = 0.54

BEC : Shading Coefficient Calculation

Wall Name:
Section Name:

Shading Coefficient Calculation

Window Azimuth: Degree (0 - 360)
Window Inclination: Degree (0 - 90)
* Azimuth Angle: 0 = South, 90 = West, 180 = North, 270 = East

Result

Direct Solar:
Diffuse Solar:
Total:

Buttons: Add new Shading Device, Save data, Delete data, Use This Value, Calculate

How to use SC Calculator?

Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Main Coordinate X1	Main Coordinate Y1	Main Coordinate X2	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	180	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0
Device 1	0.67	0	2	180	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Device 2	1.33	0	2	180	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

BEC : Shading Coefficient Calculation

Wall Name:
Section Name:

Shading Coefficient Calculation

Window Azimuth: Degree (0 - 360)
Window Inclination: Degree (0 - 90)
* Azimuth Angle: 0 = South, 90 = West, 180 = North, 270 = East

Result

Direct Solar:
Diffuse Solar:
Total:

Buttons: Add new Shading Device, Save data, Delete data, Use This Value, Calculate

How to use SC Calculator?

Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Main Coordinate X1	Main Coordinate Y1	Main Coordinate X2	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	180	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0
Device 1	0.67	0	2	180	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Device 2	1.33	0	2	180	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Device 3	2	0	2	180	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

BEC : Shading Coefficient Calculation

Wall Name:
Section Name:

Shading Coefficient Calculation

Window Azimuth: Degree (0 - 360)
Window Inclination: Degree (0 - 90)
* Azimuth Angle: 0 = South, 90 = West, 180 = North, 270 = East

Result

Direct Solar:
Diffuse Solar:
Total:

Buttons: Add new Shading Device, Save data, Delete data, Use This Value, Calculate

How to use SC Calculator?

Variables Input

Device Name	Main Coordinate X0	Main Coordinate Y0	Main Coordinate Z0	Main Coordinate Azimuth	Main Coordinate Inclination	Main Coordinate X1	Main Coordinate Y1	Main Coordinate X2	Local Coordinate X1	Local Coordinate Y1	Local Coordinate X2	Local Coordinate Y2	Local Coordinate X3	Local Coordinate Y3	Local Coordinate X4	Local Coordinate Y4
Window	0	0	0	180	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0
Device 1	0.67	0	2	180	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Device 2	1.33	0	2	180	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

กรณีศึกษา

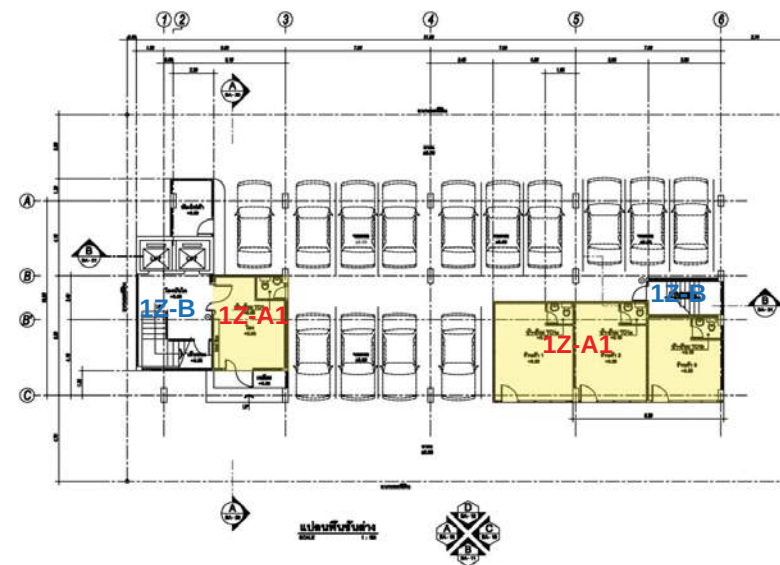
การประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร ตามเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน



ข้อมูลทั่วไป

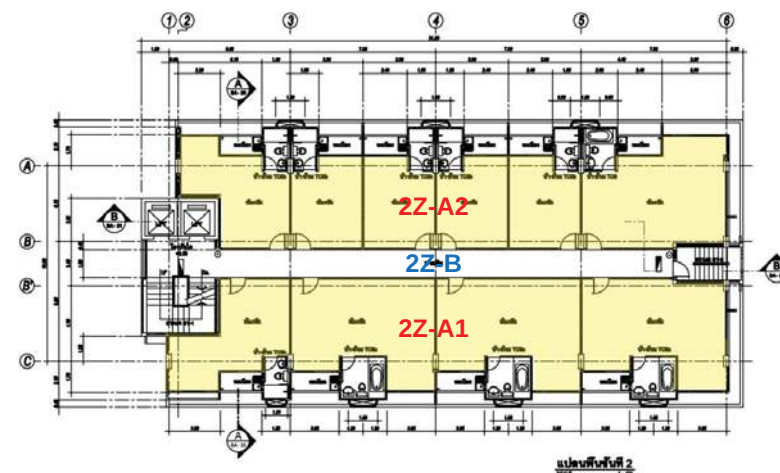
ประเภทอาคาร:	อาคารชุด		ชั้น 1	ที่จอดรถ โถง ร้านค้า
สถานที่ตั้ง:	จังหวัดสมุทรปราการ		ชั้น 2	ห้องพัก 1
พื้นที่ทั้งหมด:	3,241	ตารางเมตร	ชั้น 3-4	ห้องพัก 2
พื้นที่ใช้สอย:	3,006	ตารางเมตร	ชั้น 5-8	ห้องพัก 3
พื้นที่ปรับอากาศ:	2,121	ตารางเมตร	ดาดฟ้า	ห้องเครื่องลิฟต์ ถังเก็บน้ำ
พื้นที่ไม่ปรับอากาศ:	885	ตารางเมตร		
พื้นที่จอดรถ	235	ตารางเมตร		

การจำลองแบบอาคาร



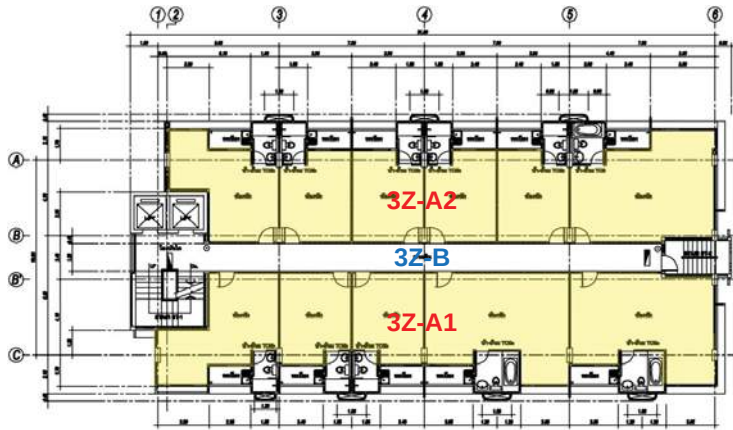
ชั้นที่ 1

การจำลองแบบอาคาร



ชั้นที่ 2

การจำลองแบบอาคาร

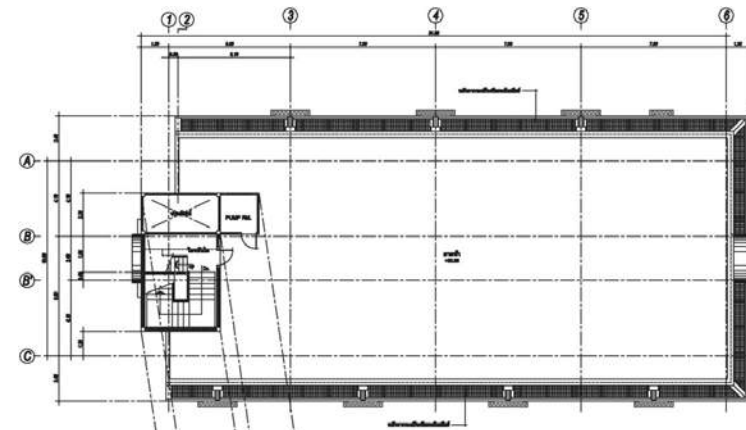


แบบพื้นที่ 3-4

พื้นที่
พื้นที่ 3-4 : 11.78
พื้นที่ 3-5 : 11.78
พื้นที่ 3-6 : 11.78
พื้นที่ 3-7 : 11.78
พื้นที่ 3-8 : 11.78

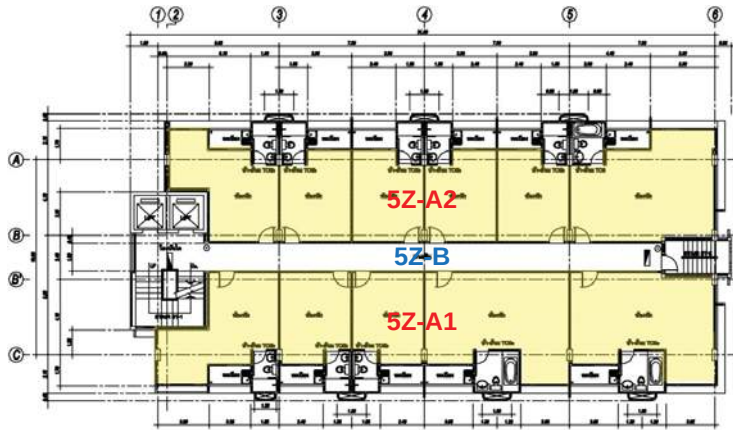
ชั้นที่ 3-4

การจำลองแบบอาคาร



ดาดฟ้า

การจำลองแบบอาคาร



แบบพื้นที่ 5-6

พื้นที่
พื้นที่ 5-6 : 11.78
พื้นที่ 5-7 : 11.78
พื้นที่ 5-8 : 11.78
พื้นที่ 5-9 : 11.78
พื้นที่ 5-10 : 11.78

ชั้นที่ 5-8

การแบ่งโซนอาคาร

Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)	Zone Name	Zone Floor	Zone Area (m ²)
1Z-A1	1	80	1Z-B	1	45
2Z-A1	2	151.73	2Z-A2	2	120
2Z-A2	2	143.91	3Z-B	3	120
3Z-A1	3	146.88	4Z-B	4	120
3Z-A2	3	144.05	5Z-B	5	120
4Z-A1	4	146.88	6Z-B	6	120
4Z-A2	4	144.05	7Z-B	7	120
5Z-A1	5	146.88	8Z-B	8	120
5Z-A2	5	144.05			
6Z-A1	6	146.88			
6Z-A2	6	144.05			
7Z-A1	7	146.88			
7Z-A2	7	144.05			
8Z-A1	8	146.88			
8Z-A2	8	144.05			

กรอบอาคาร – Component of Section

Component Name	Description	Surface Color	Material Name	Thickness (m)
O1-1	เสานา 0.8	pale color	คอนกรีต	0.8
O1-2	เสานา 0.6	pale color	คอนกรีต	0.6
O1-3	เสานา 0.3	pale color	คอนกรีต	0.3
O2-1	คานหนา 0.4	pale color	คอนกรีต	0.4
O2-2	คานหนา 0.25	pale color	คอนกรีต	0.25
O2-3	คานหนา 0.2	pale color	คอนกรีต	0.2
O2-4	คานหนา 0.30	pale color	คอนกรีต	0.3

กรอบอาคาร – Component of Section

Component Name	Description	Surface Color	Material Name	Thickness (m)
O3-5	ผนังห้องน้ำ	pale color	ปูนฉาบสำหรับคอนกรีตมวลเบา	0.0125
			คอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 620 กก./ลบ.ม.	0.075
			กระเบื้องเซรามิค	0.0125
O4	หน้าต่างบาน เกล็ดอลูมิเนียม	Reflective - white	โลหะผสมของอลูมิเนียม แบบธรรมดา	0.001
O5	หลังคาคอนกรีต	slightly dark	คอนกรีตสแลบ	0.1
Clear Float Glass 5 mm			Clear Float Glass 5 mm	0.005
Clear Float Glass 6 mm			Clear Float Glass 6 mm	0.006

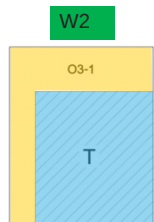
กรอบอาคาร – Component of Section

Component Name	Description	Surface Color	Material Name	Thickness (m)
O3-1	ผนังอิฐมวลเบา1 ชั้น	pale color	ปูนฉาบสำหรับคอนกรีตมวลเบา	0.0125
			คอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 620 กก./ลบ.ม.	0.075
			ปูนฉาบสำหรับคอนกรีตมวลเบา	0.0125
O3-2	ผนังอิฐมวลเบา2 ชั้น มีช่องอากาศ	pale color	ปูนฉาบสำหรับคอนกรีตมวลเบา	0.0125
			คอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 620 กก./ลบ.ม.	0.075
			airgap wall 12.5cm	0.125
			คอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 620 กก./ลบ.ม.	0.075
			ปูนฉาบสำหรับคอนกรีตมวลเบา	0.0125
O3-3	ผนังอิฐมวลเบา2 ชั้น ไม่มีช่อง อากาศ	pale color	ปูนฉาบสำหรับคอนกรีตมวลเบา	0.0125
			คอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 620 กก./ลบ.ม.	0.15
			ปูนฉาบสำหรับคอนกรีตมวลเบา	0.0125
O3-4	ผนังลิฟท์	pale color	คอนกรีต	0.25

การจำลองแบบอาคาร



การจำลองแบบอาคาร

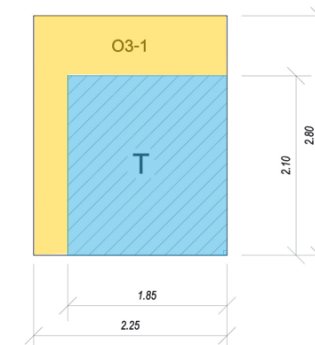


รูปด้านทิศเหนือ

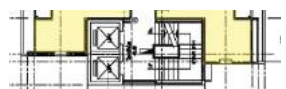
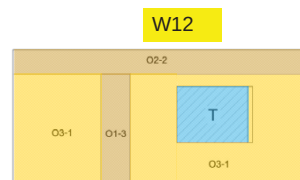
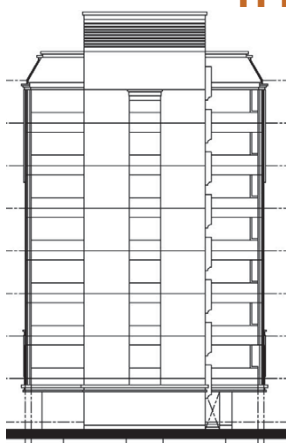
กรอบอาคาร – Section of Wall

- ตัวอย่างส่วนของผนังของกรอบอาคาร

Section Name	Component Name	Area (sq.m.)
W2	O3-1	2.415
	Clear Float	3.885
	Glass 5mm	



การจำลองแบบอาคาร

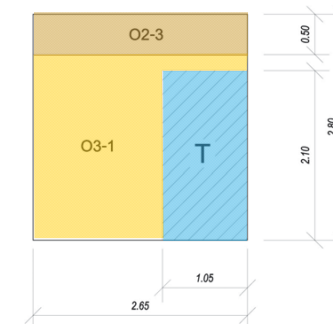


รูปด้านทิศตะวันตก
และตะวันออก

กรอบอาคาร – Section of Wall

- ตัวอย่างส่วนของผนังของกรอบอาคาร

Section Name	Component Name	Area (sq.m.)
W3	O3-1	3.89
	O2-3	1.325
	Clear Float	2.205
	Glass 5mm	



กรอบอาคาร – Section of Wall

- ตัวอย่างส่วนของผนังของกรอบอาคาร

Section Name	Component Name	Area (sq.m.)
W12	O1-3	1.38
	O2-2	3.05
	O3-1	10.9825
	Clear Float Glass 5mm	1.6675

กรอบอาคาร – Section of Wall

Section Name	Component Name	Area (sq.m.)
W10	O3-1	4.8875
	Clear Float Glass 5 mm	3.3925
	O2-3	1.8
W11	O3-1	7.6075
	Clear Float Glass 5 mm	3.6225
	O1-3	2.76
W12	O2-2	3.05
	O3-1	10.9825
	Clear Float Glass 5 mm	1.6675
W13	O2-2	3.05
	O1-3	1.38
	Clear Float Glass 6 mm	6.15

กรอบอาคาร – Section of Wall

Section Name	Component Name	Area (sq.m.)
W1	O3-1	3.795
	O2-3	1.4
	Clear Float Glass 5 mm	2.645
W2	O3-1	2.42
	Clear Float Glass 5 mm	3.88
W2-2	O3-1	3.105
	Clear Float Glass 5 mm	3.895
W3	O3-1	3.625
	O2-3	1.325
	Clear Float Glass 5 mm	2.205
W4	O3-1	3.625
	O2-3	1.325
	Clear Float Glass 5 mm	2.205

กรอบอาคาร – Section of Wall

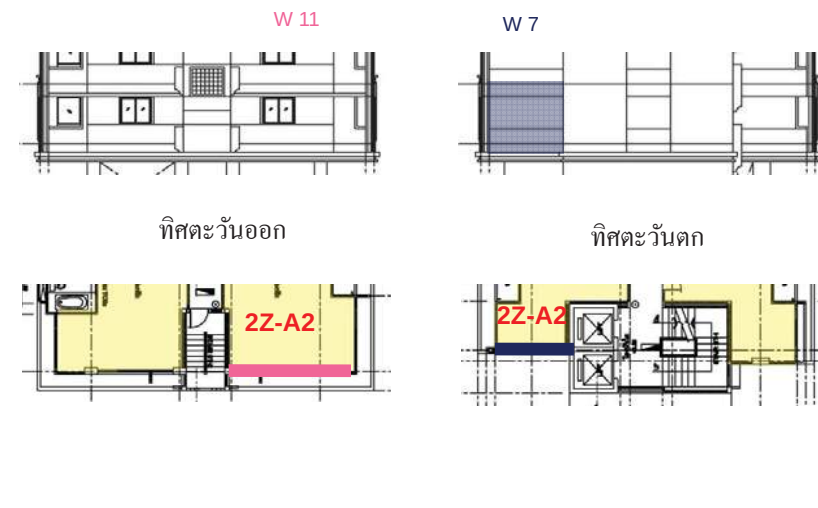
Section Name	Component Name	Area (sq.m.)
W18	O3-1	10.235
	Clear Float Glass 5 mm	1.45
W19	O3-4	6.4125
	O3-1	11.6625
W20	O2-3	2.625
	O2-2	0.9
W21	O1-3	1.71
	O3-1	4.23
W22	O3-4	5.04
	O2-2	0.675
W23	O3-1	0.905
	Clear Float Glass 5 mm	2.2
W24	O2-3	1.1
	Clear Float Glass 5 mm	2.24
W25	O3-1	3.92
	O2-3	0.375
W26	O3-1	1.125
	Clear Float Glass 5 mm	0.6
W27	O2-3	0.9
	Clear Float Glass 5 mm	0.28
R1	O3-5	3.86
	O2-3	0.8
R1	O3-5	3.68
	O2-3	1.3
R1	O3-5	5.98
	O5	411

กรอบอาคาร – Wall

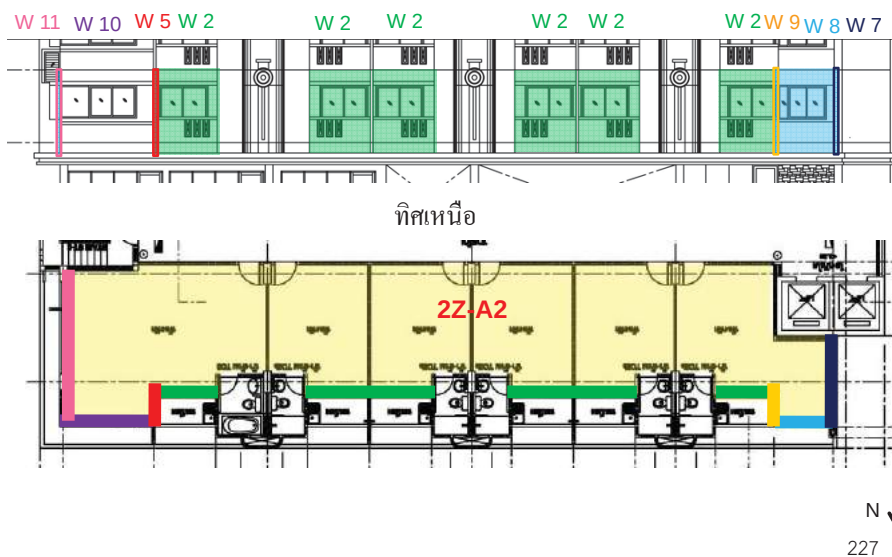
- ตัวอย่างส่วนของผนังของกรอบอาคาร ที่คำนวณค่า SC

Wall Name	Section Name	Shaing Co-efficient
ผนัง E	W11	0.738087
ผนัง E	W12	0.912848
ผนัง E	W15	1
ผนัง E	W5	1
ผนัง E	W23	1
ผนัง E	W25	1
ผนัง E	W9	1
ผนัง E	W20	1

กรอบอาคาร – Building Zone



กรอบอาคาร – Building Zone



กรอบอาคาร – Building Zone

ตัวอย่างข้อมูลส่วนของผนังลงในแต่ละโซน

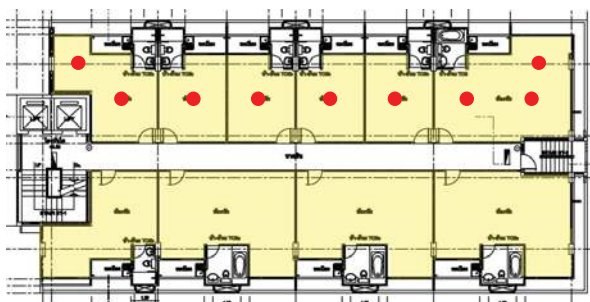
Zone Name	Wall Name	Section Name	Area (m ²)	Zone Name	Wall Name	Section Name	Area (m ²)
2Z-A1	ผนัง S	W1	7.84	2Z-B	ผนัง S	W22	3.78
2Z-A1	ผนัง S	W2	6.3	2Z-B	ผนัง S	W24	2.1
2Z-A1	ผนัง S	W3	14.8	2Z-B	ผนัง S	W26	4.48
2Z-A1	ผนัง S	W4	7.4	2Z-B	ผนัง S	W27	21.84
2Z-A1	ผนัง W	W6	8.4	2Z-B	ผนัง W	W19	21.3
2Z-A1	ผนัง E	W12	17	2Z-B	ผนัง W	W25	35
2Z-A1	ผนัง E	W5	8.4	2Z-B	ผนัง N	W21	5.1
2Z-A1	ผนัง S	W2-2	21	2Z-B	ผนัง N	W24	2.1
2Z-A2	ผนัง N	W2	37.8	2Z-B	ผนัง N	W27	21.8
2Z-A2	ผนัง N	W8	6.44	2Z-B	ผนัง E	W23	6.16
2Z-A2	ผนัง N	W10	10	2Z-B	ผนัง E	W25	20
2Z-A2	ผนัง W	W7	9.66				
2Z-A2	ผนัง W	W5	2.8				
2Z-A2	ผนัง E	W11	17				
2Z-A2	ผนัง E	W9	3				

Lighting

อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร

Luminaire Code	ชนิดโคมส่องสว่าง	Electric Power Required (watt)
FL 32w	ฟลูออเรสเซนต์ 32 W 1 หลอด บัลลาสต์แกนเหล็ก 11W	43
FL15 w	ฟลูออเรสเซนต์ 15 W 1 หลอด บัลลาสต์แกนเหล็ก 11W	26

ตัวอย่างข้อมูลส่วนของไฟฟ้าแสงสว่างลงในแต่ละโซน

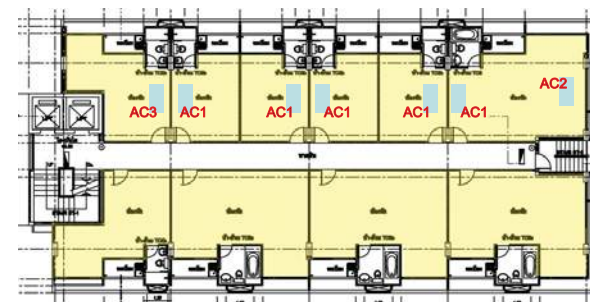


A/C System

อุปกรณ์ในระบบปรับอากาศของอาคาร (Split Type)

Code	Cooling Capacity	Unit	Rated Power	Unit
AC1	24	kBtu/h	2.18	kW
AC2	28	kBtu/h	2.54	kW
AC3	36	kBtu/h	3.27	kW

ตัวอย่างข้อมูลส่วนของระบบปรับอากาศลงในแต่ละโซน



Lighting – Building Zone

อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร

Luminaire Code	ชนิดโคมส่องสว่าง	Electric Power Required (watt)
FL 32w	ฟลูออเรสเซนต์ 32 W 1 หลอด บัลลาสต์แกนเหล็ก 11W	43
FL15 w	ฟลูออเรสเซนต์ 15 W 1 หลอด บัลลาสต์แกนเหล็ก 11W	26

ตัวอย่างข้อมูลส่วนของไฟฟ้าแสงสว่างลงในแต่ละโซน

Zone Name	Luminaire Code	Quantity	Quantity in Daylighted Zone
2Z-A1	FL32w	11	0
2Z-A2	FL32w	9	0
2Z-B	FL32w	3	0
2Z-B	FL15w	26	0

A/C System – Building Zone

อุปกรณ์ในระบบปรับอากาศของอาคาร (Split Type)

Code	Cooling Capacity	Unit	Rated Power	Unit
AC1	24	kBtu/h	2.18	kW
AC2	28	kBtu/h	2.54	kW
AC3	36	kBtu/h	3.27	kW

ตัวอย่างข้อมูลส่วนของระบบปรับอากาศลงในแต่ละโซน

Zone Name	DX A/C Name	Quantity
1Z-01	AC1	2
1Z-01	AC2	2
2Z-A1	AC1	3
2Z-A1	AC2	3
2Z-A1	AC3	1
2Z-A2	AC1	5
2Z-A2	AC2	1
2Z-A2	AC3	1