



ความรู้เรื่อง **G-GOODs** และการนำไปใช้

12 กันยายน 2566
ณ ห้องสัมมนาวิศวกรรม
อาคารสภาวิศวกร ชั้น 7

ศาสตราจารย์ ดร.พันธุ์ดา พุฒิไพโรจน์
LEED AP (BD+C, O+M, ID+C, ND, Homes),
WELL AP

CONTENTS

- ❑ G-GOODs คืออะไร
- ❑ ทำไมภาครัฐต้องทำอาคารเขียว
- ❑ วัตถุประสงค์ของ G-GOODs
- ❑ ขั้นตอนของการพัฒนาเกณฑ์ G-GOODs
- ❑ ความแตกต่างของเกณฑ์ G-GOODs กับเกณฑ์อาคารเขียวอื่น
- ❑ เนื้อหาโดยรวมของเกณฑ์ G-GOODs

G-GOODs คือ อะไร

G-GOODs คือ คู่มือการออกแบบอาคารใหม่ และปรับปรุงอาคารเดิมของภาครัฐให้เป็นอาคารเขียวภาครัฐ ของ กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย

- เผยแพร่ให้หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนสามารถนำไปใช้ได้ฟรี
- เพื่อใช้เป็นแนวทางการออกแบบหรือประเมินงานของตนเอง โดยไม่ได้ให้การรับรองอาคารเขียว



เกณฑ์สำหรับอาคารสร้างใหม่ G-GOODs: NC



เกณฑ์สำหรับอาคารปรับปรุง G-GOODs: RV

อาคารเขียวคืออะไร



อาคารเขียว (Green Building) คืออะไร

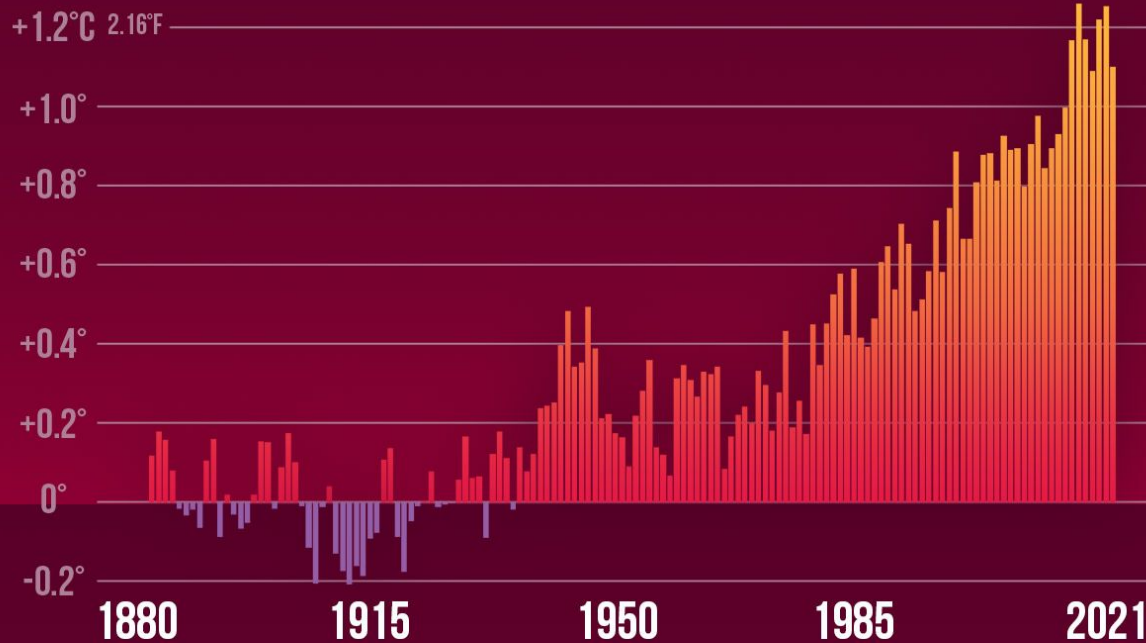
อาคารเขียว คือ อาคารซึ่งออกแบบ ก่อสร้าง หรือ มีการใช้งาน ที่สามารถลดผลกระทบเชิงลบ และสร้างผลกระทบเชิงบวก ต่อ สภาพภูมิอากาศ และ สภาพแวดล้อมธรรมชาติ เป็นอาคารที่สงวน รักษา ทรัพยากรธรรมชาติอันมีค่า และทำให้ คุณภาพชีวิตดีขึ้น (World Green Building Council)

“A ‘green’ building is a building that, in its design, construction or operation, reduces or eliminates negative impacts, and can create positive impacts, on our climate and natural environment. Green buildings preserve precious natural resources and improve our quality of life.” (World Green Building Council)



เป้าหมายมุ่งสู่
ความยั่งยืน (Sustainability)

GLOBAL TEMPERATURE DEPARTURE FROM 1881-1910 AVERAGE

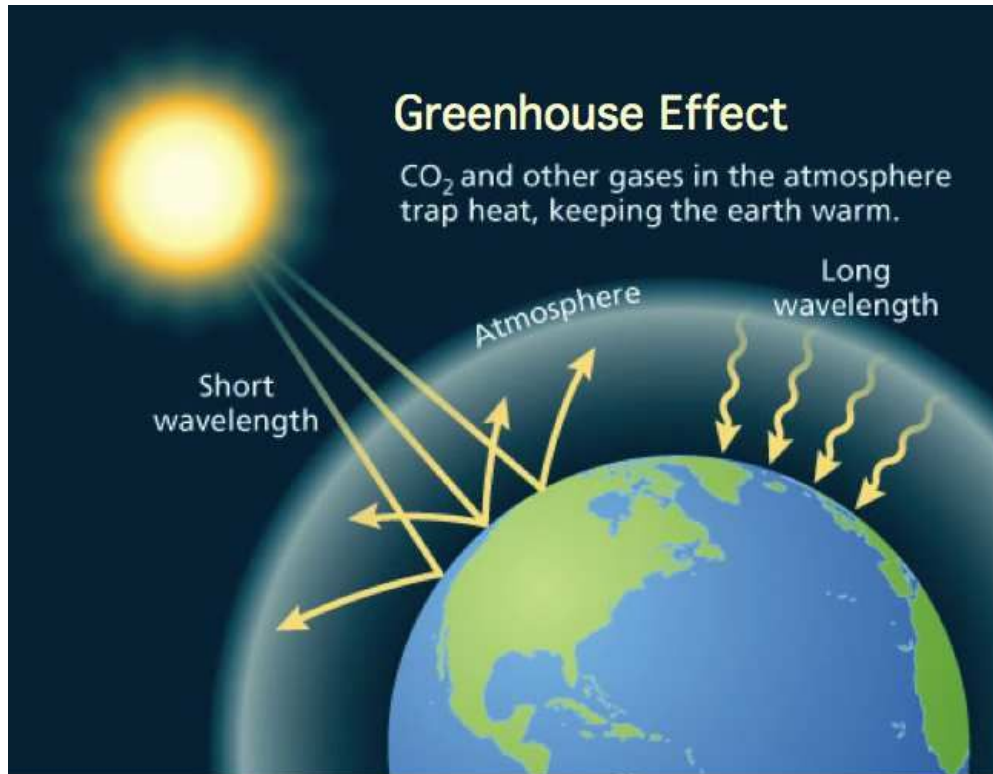


Source: NASA GISS & NOAA NCEI global temperature anomalies averaged and adjusted to early industrial baseline (1881-1910). Data as of 1/13/2022.

CLIMATE CENTRAL

ปัญหาสภาวะโลกร้อน

CO₂ และก๊าซบางชนิดทำให้ปรากฏการณ์เรือนกระจก



ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มีเพียง 7 ชนิด

1. **ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)**
2. ก๊าซมีเทน (CH₄)
3. ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O)
4. **ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC)**
5. ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC)
6. ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆)
7. ก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF₃)

ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ **สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon)** ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการผลิตโฟม แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออลแล้ว

**บทบาทของภาครัฐ
กับการแก้ปัญหา
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ**

Paris Agreement COP 21: 2015



รัฐบาลได้ตกลงที่จะลด การปล่อยก๊าซเรือนกระจก 20-25% ภายในปี 2030

เพื่อควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกให้ต่ำกว่า **2 องศาเซลเซียส** เมื่อเทียบกับยุคก่อน

อุตสาหกรรม

และมุ่งพยายามควบคุมการเพิ่มไม่ใหเกิน **1.5 องศาเซลเซียส**

การยกระดับเป้าหมายมุ่งสู่

- **ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality)** ภายในปี ค.ศ. **2050** และ
- **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emission)** ภายในปี ค.ศ. **2065** ในทุกสาขา

ประโยชน์ที่ได้รับจากการอาคารเขียว

- **ลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ** เพราะปลดปล่อยคาร์บอนต่ำจากการใช้พลังงานในอาคาร **และ** จากการเดินทาง
- ค่าสาธารณูปโภค ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำ ลดลง
- **คุณภาพอากาศในอาคารดีขึ้น** มีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานดีขึ้น
- **ได้ค่าเช่าสูงขึ้น** เพราะคุณภาพดีกว่า เป็นที่ต้องการของตลาด
- **ภาพลักษณ์ขององค์กรที่มีต่อสังคม**
- ในต่างประเทศมีสนับสนุนจากภาครัฐ เช่น การลดภาษีโรงเรือน
- ในบางหน่วยงานของรัฐในต่างประเทศ บังคับให้ทำอาคารเขียวอย่างน้อยที่ระดับผ่าน

- ในประเทศไทย การทำอาคารเขียว เป็นภาคสมัครใจ (Voluntary)
- กฎหมายควบคุมอาคาร (ม.ค. 2566) **บังคับ** เฉพาะ**อาคาร 9 ประเภท** ที่มีขนาดตั้งแต่ **2,000 ตารางเมตร** ให้ออกแบบตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2563

อาคารใดเป็นอาคารเขียว ?



เกณฑ์ที่ใช้ประเมินอาคารเขียวของประเทศต่าง ๆ

ระบบที่พบมีการใช้ในประเทศไทย

- **LEED** - (Leadership in Energy and Environmental Design) ของประเทศสหรัฐอเมริกา มีใช้ในประเทศไทยมากกว่าระบบอื่นๆ
- **TREES** - (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability)
- **DGNB** - (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) เยอรมัน
- **GREEN MARK** – สิงคโปร์





TREES

DGNB



LEED



โครงสร้างเกณฑ์อาคารเขียว

อาคารเขียวทุกระบบ จะมีเนื้อหาหลักคล้ายกัน
คือ ประกอบด้วยเรื่อง

1. การเลือกที่ตั้งอาคาร
2. การประหยัดน้ำ
3. การประหยัดพลังงานและ
บรรยากาศ
4. การเลือกวัสดุ
5. สภาพแวดล้อมภายในอาคาร

โดยอาจจะมีการเพิ่มหมวด หรือ แบ่งหมวดหมู่
แตกต่างกันบ้าง

การประเมินจะประกอบด้วยเกณฑ์ 2 ประเภท คือ

- เกณฑ์บังคับ ที่ไม่มีคะแนน และ
- เกณฑ์เลือกทำ

แล้วนำผลรวมของคะแนนมาจัดอันดับ

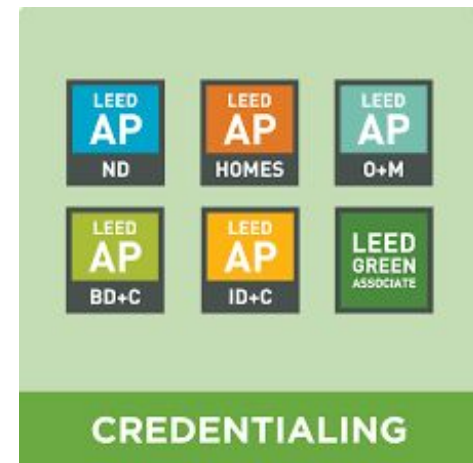
- ระดับผ่าน
- ระดับเงิน
- ระดับทอง
- ระดับ แพลตินัม

What Is Green Building?



© U.S. Green Building Council, 2008

ทำไมภาครัฐไม่ใช้เกณฑ์อาคารเขียวที่มีอยู่แล้ว



- ปัญหาค่าใช้จ่ายในการลงทะเบียน และตรวจรับรอง จากหน่วยงาน ที่ให้การรับรองที่สูง
- ปัญหาความไม่เข้าใจในวิธีการปฏิบัติตามคู่มือการประเมิน
- ค่าที่ปรึกษาอาคารเขียว เพื่อการยื่นขอการรับรอง
- เนื้อหาเกณฑ์บางข้อ อาจไม่เป็นประโยชน์อย่างแท้จริง กับบริบทของอาคารภาครัฐในประเทศไทย
- เป็นระบบการประเมินที่มีการให้คะแนนและ**จัดอันดับ** ซึ่งอาจไม่ใช่สิ่งจำเป็น สำหรับอาคารภาครัฐ



วงจรชีวิตอาคารเริ่มที่จุดใด

อาคารเขียวคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้น **ตลอดวงจรชีวิตของอาคาร**



การเลือกที่ตั้ง

เป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่สุดของอาคารเขียว เพราะเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนใน **การปลดปล่อยคาร์บอนจากการเดินทาง** และ การสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การเลือกที่ตั้งที่ใกล้ระบบขนส่งมวลชน เป็นข้อจำกัดของ อาคารภาครัฐ โดยเฉพาะในต่างจังหวัด



โครงสร้างคะแนนของ LEED : BD+C (v4)

Categories	points
Integrative Process	1
Location & Transportation	16
Sustainable Sites	10
Water Efficiency	11
Energy and Atmosphere	33
Materials and Resources	13
Indoor Environmental Quality	16
Innovation	6
Regional Priority	4
Total Score	110

Certified ≥ 40 , Silver ≥ 50 , Gold ≥ 60 , Platinum ≥ 80

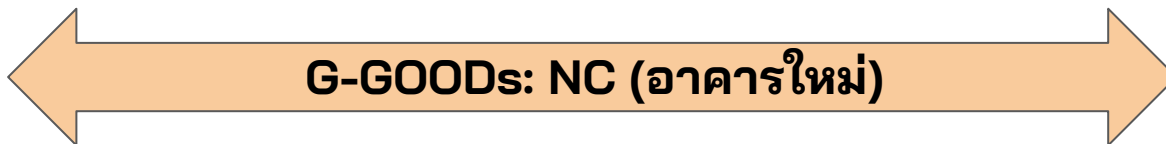
โครงสร้างคะแนนของ TREES : NC (V 1.1)



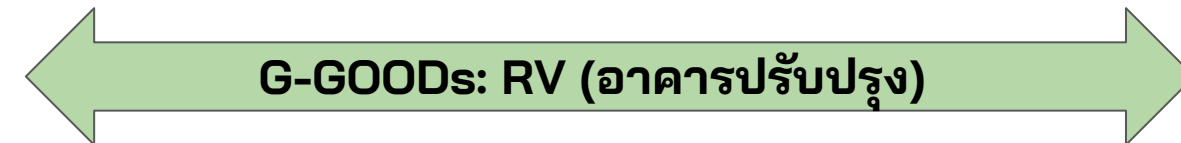
เกณฑ์การประเมิน	คะแนน เกณฑ์ TREES
หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร	3
หมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์	16
หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ	6
หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ	20
หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง	13
หมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร	17
หมวดที่ 7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	5
หมวดที่ 8 นวัตกรรม	5
รวม	85

Certified 30-37, Sliver 38-45, Gold 46-60, Platinum ≥ 61

Scope ของคู่มือ G-GOODs



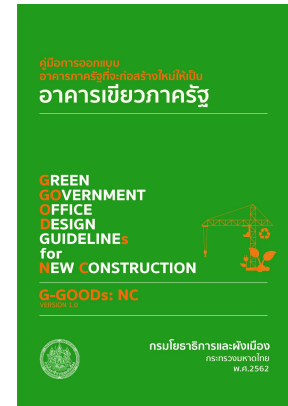
Design	Construction	Operation and Maintenance
--------	--------------	---------------------------



Scope ของ ระบบ LEED



Design for New Construction and Major Renovation	Construction	Operation and Maintenance
LEED NC		LEED O+M

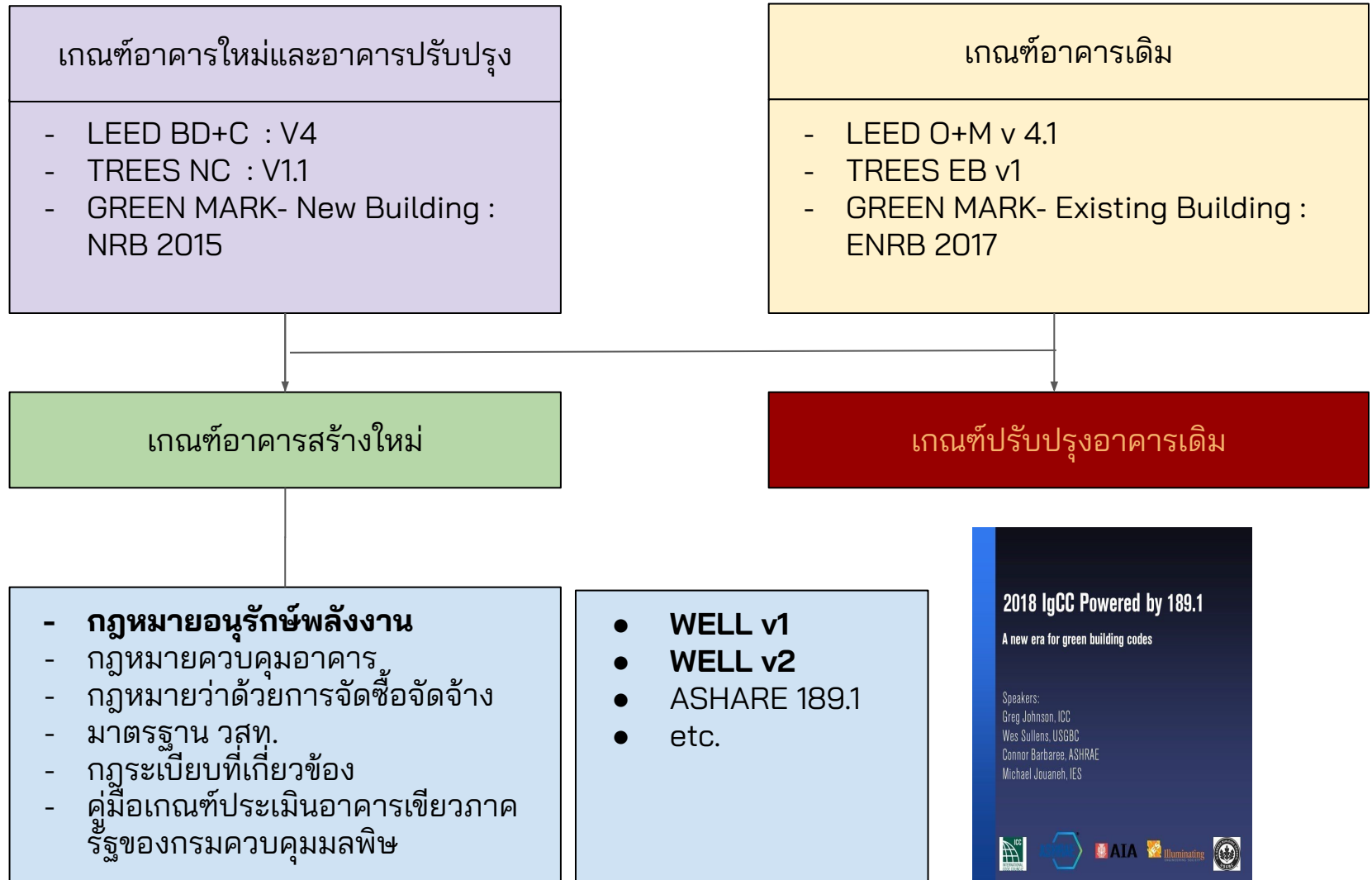


ข้อแตกต่างระหว่าง G-GOODs และเกณฑ์อาคารเขียวอื่น ๆ

- **G-GOODs เป็นคู่มือ** หรือ แนวทางในการออกแบบ ไม่ได้ใช้สำหรับการรับรองอาคารเขียว แก่หน่วยงานใด
- **เน้นเข้าใจและทำตามได้ง่าย โดยไม่ต้องใช้ที่ปรึกษา** - มีการจัดโครงสร้างของคู่มือ ตามประเภทของงานก่อสร้าง เช่น งานออกแบบสถาปัตยกรรม งานระบบปรับอากาศ
- **สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีในด้านสมรรถนะอาคาร** โดยไม่ต้องใช้การคำนวณมาก หรือ ใช้ทักษะในการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ขั้นสูง
- **ไม่เน้นการจัดอันดับ** การประเมินจะมีระดับผ่าน หรือ ไม่ผ่าน
 - **อาคารเขียวมาตรฐาน** คือ อาคารที่ผ่านเกณฑ์บังคับทั้งหมด
 - **อาคารขั้นสูง** คือ ผ่านเกณฑ์บังคับทั้งหมด + เกณฑ์เลือกทำอย่างน้อยครึ่งหนึ่ง
- **เน้นความคุ้มค่าในการลงทุน** และสิ่งที่สำคัญต่อ**สุขภาพ** จะกำหนดเป็นเกณฑ์บังคับ

1. การทบทวนเกณฑ์อาคารเขียว **LEED, TREES, GREEN MARK** และเกณฑ์อื่นๆ กฎระเบียบภาครัฐ
2. การสร้างเกณฑ์ (ร่าง)
3. **การทดสอบเกณฑ์ (ร่าง) กับแบบก่อสร้างอาคารใหม่ และอาคารที่สร้างแล้วและกำลังใช้งาน**
4. การศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุน (Value for Money) ทั้งอาคารใหม่ และ อาคารปรับปรุง
5. การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) ในการปรับปรุงในรายการมาตรการที่มีผลต่อค่าสาธารณูปโภค
6. ปรับปรุงเกณฑ์จากผลจากการศึกษาทางเศรษฐศาสตร์ แล้ว
7. เผยแพร่ให้หน่วยงานต่างๆ ใช้

การทบทวนเกณฑ์อาคารเขียวและเอกสารที่เกี่ยวข้อง



เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวภาครัฐ

หมวด	เกณฑ์อาคารใหม่			เกณฑ์อาคารเดิม		
	รวม	บังคับ	เลือกทำ	รวม	บังคับ	เลือกทำ
หมวด 1 การเลือกที่ตั้งโครงการ	6	0	6			
หมวด 2 กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ	6	3	3	6	3	3
หมวด 3 การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์	5	4	1	5	2	3
หมวด 4 การออกแบบงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม	42	19	23	44	15	29
หมวด 5 การก่อสร้างอาคาร	3	3	0	3	3	0
หมวด 6 การใช้และบำรุงรักษาอาคาร	10	3	7	10	3	7
รวม	72	32	40	68	26	42

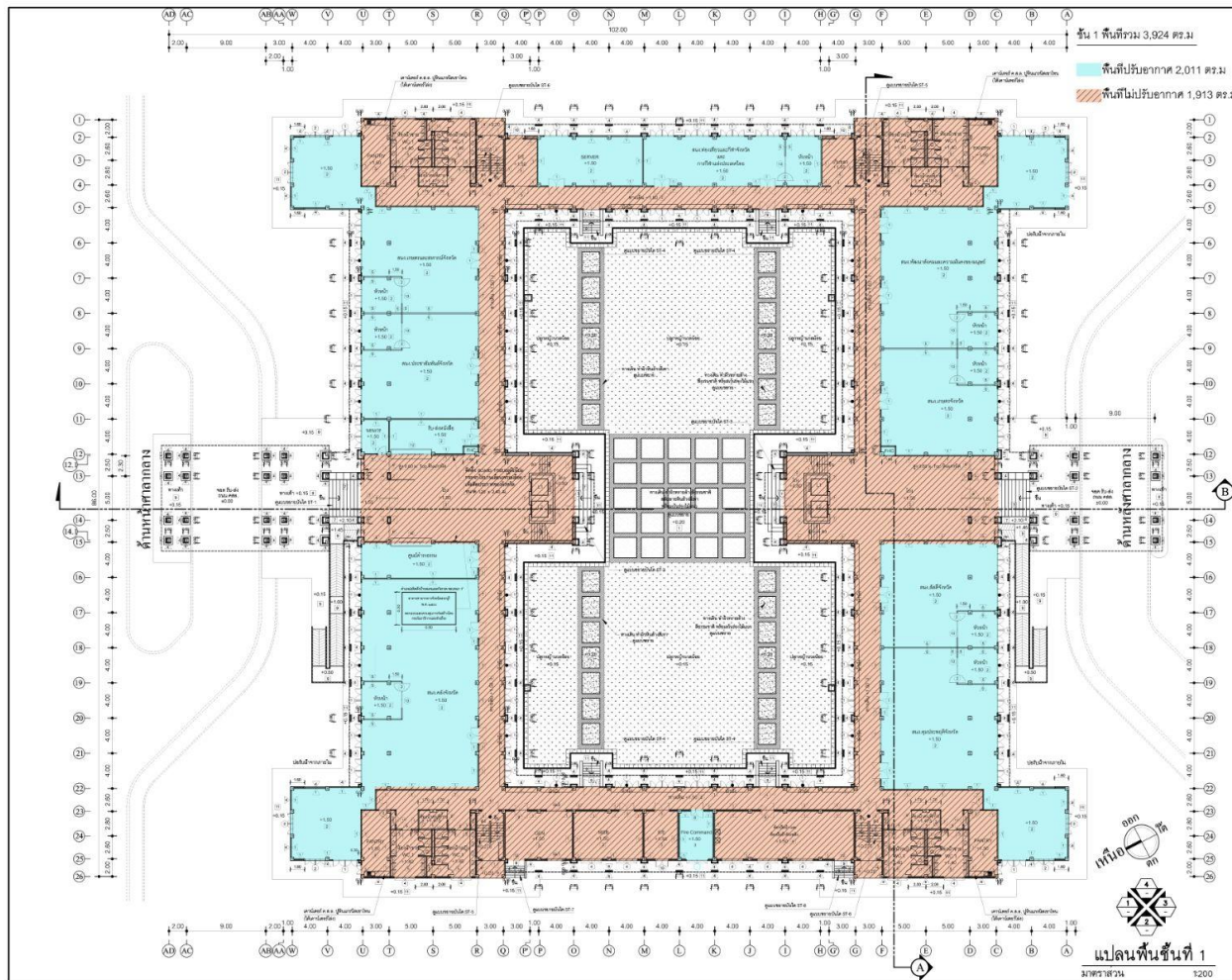
กรณีศึกษาอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

ศาลากลางจังหวัดสุรินทร์



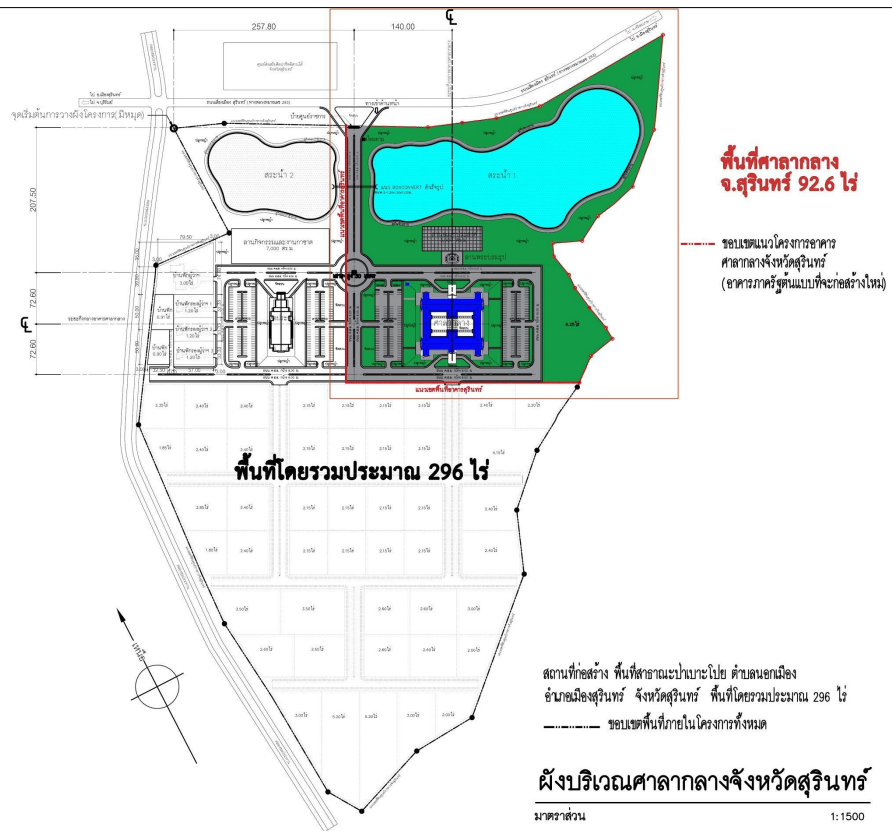
ที่ตั้ง - ถนนเลียบเมืองสุรินทร์ ต.นอกเมือง อ.เมืองสุรินทร์ จ. สุรินทร์

ศาลากลางจังหวัดสุรินทร์



ศาลากลางจังหวัดสุรินทร์

ขนาดที่ดิน: 92.6ไร่ (จากพื้นที่ทั้งหมด296 ไร่)



ทัศนียภาพภายนอก (ด้านหน้าอาคาร)



ทัศนียภาพภายนอก (ด้านหลังอาคาร)

กรณีศึกษาอาคารเดิมที่จะปรับปรุง

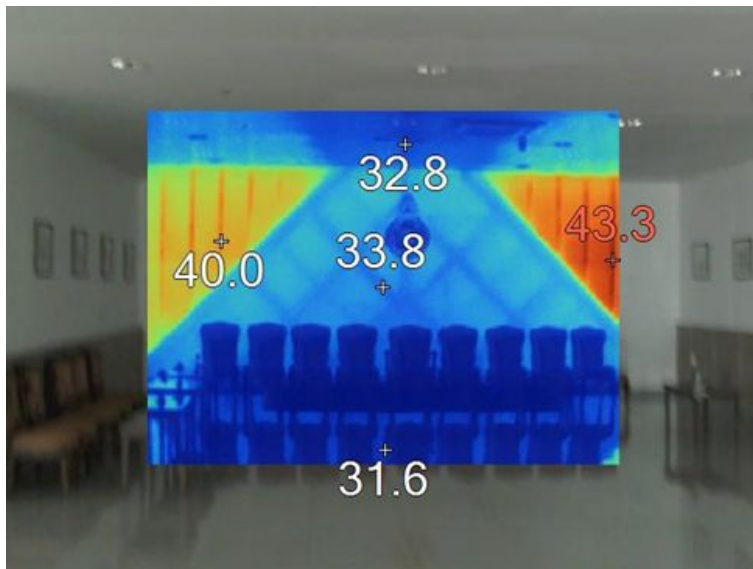
อาคารสำนักงาน ก.พ.



การวางตัวอาคาร - อาคารหันด้านหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ยาว 118 ม.

ลักษณะภายนอกอาคาร



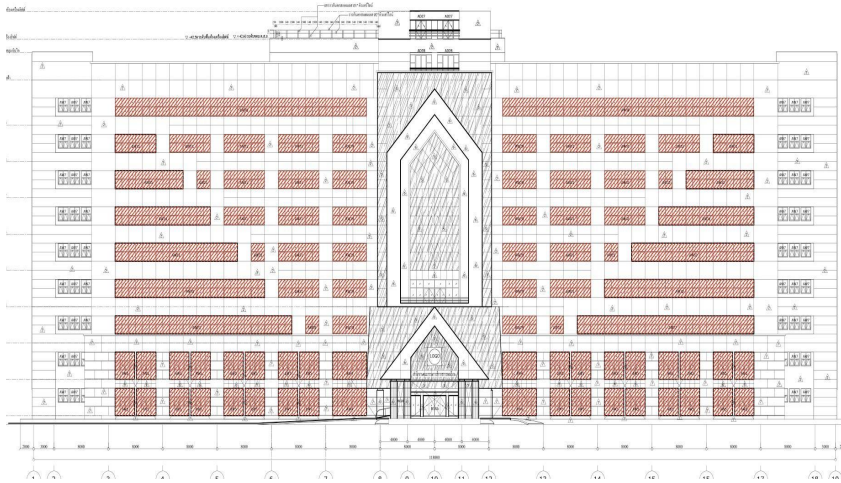


การใช้ Thermography ในการวิเคราะห์สภาพปัญหา



เกณฑ์บังคับที่ไม่ผ่าน

แนวทางการปรับปรุง AE 1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)
กรอบอาคาร : ติดฟิล์มที่มี **SHGC=0.44** ที่กระจกใสด้านในอาคาร ได้ค่า OTTV= 45.04 วัตต์/ตร.ม.



Technical Data Sheets and Specifications

3M™ Automotive Window Film – Single Pane 1/4" (6mm) Clear Glass

Film	SHGC	VLT	Visible Reflection Exterior	Visible Reflection Interior	U Value	Luminous Efficacy	UV Block	SC	TSER	Glare Reduction	Heat Loss Reduction	Heat Gain Reduction
1/4" Clear	0.82	89%	8%	9%	1.03	1.1	38%	0.94	19%	NA	NA	NA
CR40	0.40	89%	7%	7%	0.99	1.0	99.9%	0.46	60%	55%	3%	50%
CR50	0.44	80%	8%	7%	0.99	1.1	99.9%	0.50	56%	44%	3%	46%
CR60	0.47	80%	8%	8%	0.99	1.3	99.9%	0.54	53%	32%	3%	42%
CR70	0.50	69%	9%	9%	0.99	1.4	99.9%	0.58	50%	22%	3%	38%



ติดฟิล์มที่กระจกใสด้านในอาคาร

เกณฑ์บังคับที่ไม่ผ่าน

6) AE 6.1 อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

ไม่มีช่องนำอากาศเข้า มีแต่ช่องดูดอากาศทิ้งตาม
แนวทางเดินหน้าห้อง ซึ่งอยู่ใกล้ชุดระบายความร้อนของเครื่อง
ปรับอากาศ

แนวทางการปรับปรุง

ติดตั้งพัดลมเติมอากาศภายนอกเข้าที่ผนัง

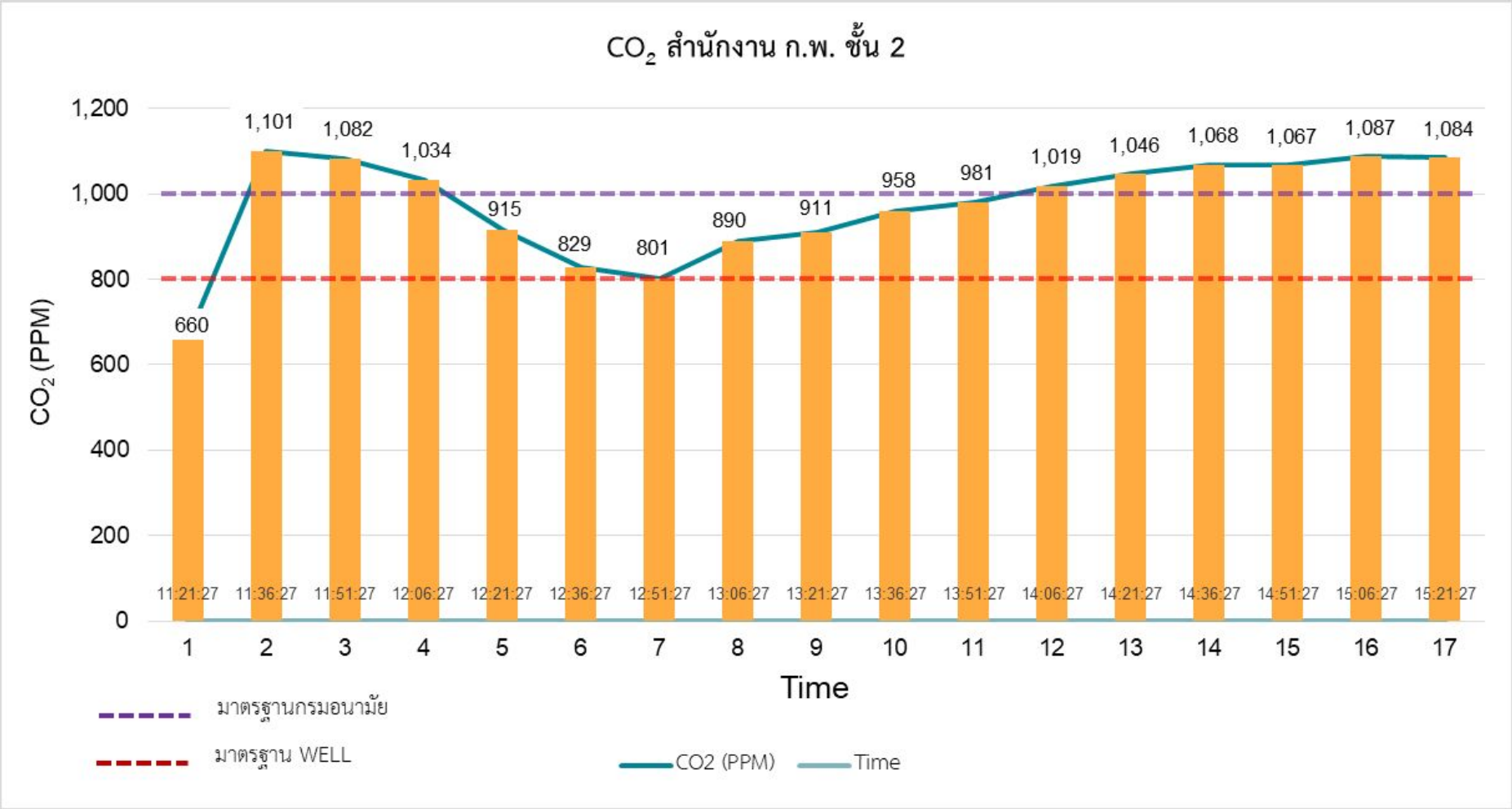


เกณฑ์บังคับที่ไม่ผ่าน



การวัดปริมาณ CO₂ ในห้องทำงาน

เกณฑ์บังคับที่ไม่ผ่าน



เกณฑ์บังคับที่ไม่ผ่าน

7) AE 8.3 มาตรฐานไฟฟ้าย่อยแยกตาม ประเภทการใช้งาน (ปรับเป็นเลือกทำ)

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

ไม่มีมาตรวัดย่อยสำหรับวัดค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบต่างๆ

แนวทางการปรับปรุง

ออกแบบเพิ่มมาตรวัดไฟฟ้าย่อย สำหรับระบบปรับอากาศ,
แสงสว่าง และอุปกรณ์อื่นๆ



เกณฑ์บังคับที่ไม่ผ่าน

8) AE 2.2 การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ

ผลการสำรวจ - ไม่ผ่านเกณฑ์

- โถสุขภัณฑ์ใช้น้ำ 6 ลิตร ไม่ผ่านเกณฑ์ฉลากเขียว
- ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างชาม ใช้น้ำมากกว่าเกณฑ์
- ฝักบัวอาบน้ำ ใช้น้ำมากกว่าเกณฑ์

แนวทางการปรับปรุง

- เปลี่ยนก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างชาม เป็นใช้น้ำไม่เกิน 4.5 ลิตรต่อนาที
- เปลี่ยนฝักบัวอาบน้ำ เป็นใช้น้ำไม่เกิน 6.5 ลิตรต่อนาที



เกณฑ์บังคับที่ไม่ผ่าน

10) AE 9.3 การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อย (ปรับเป็นเกณฑ์เลือกทำ)

ผลการสำรวจ

ไม่มีมาตรวัดน้ำย่อยแยกประเภทการใช้น้ำ

แนวทางการปรับปรุง

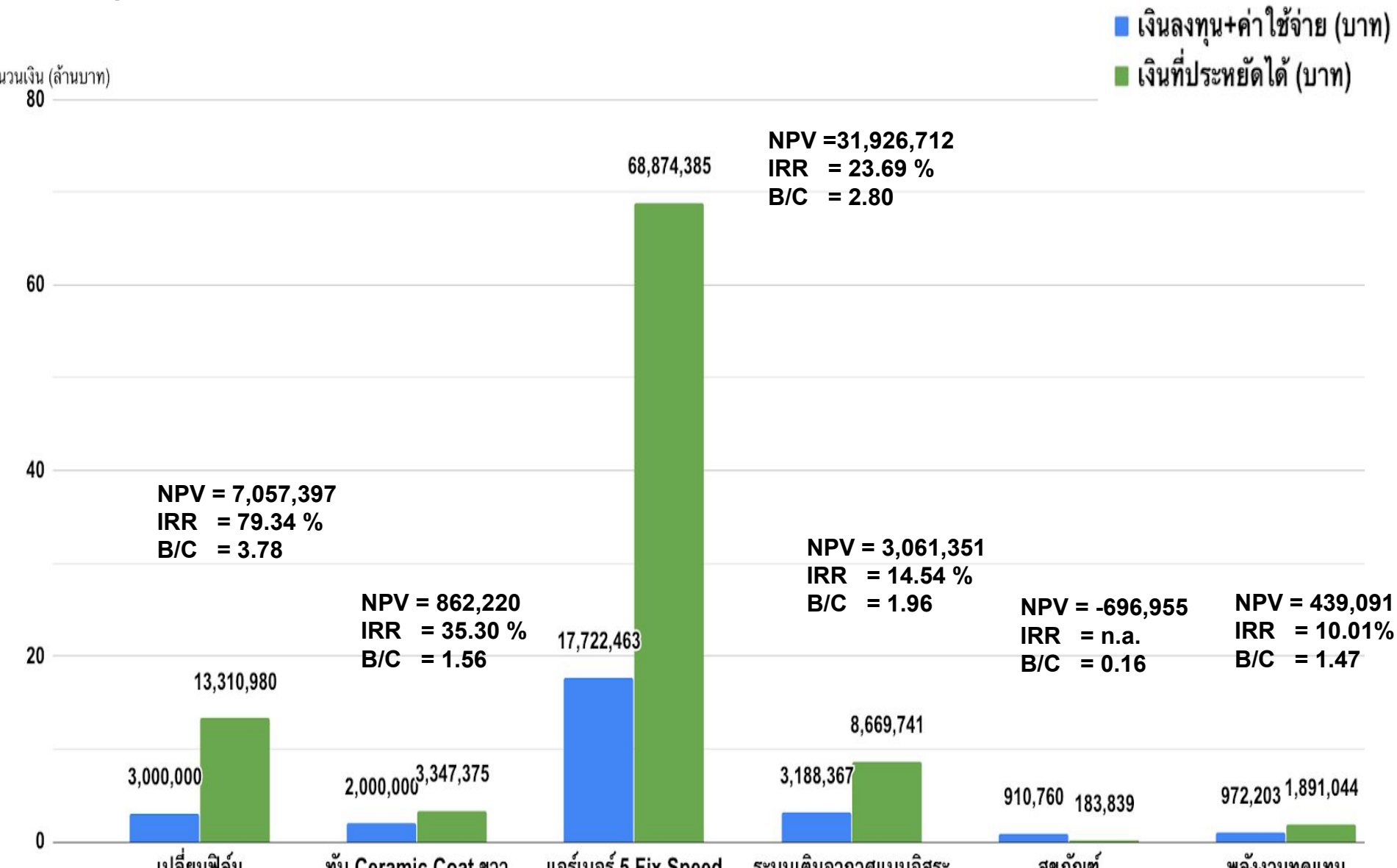
ออกแบบให้มีการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยแบบ Digital เพื่อแยกประเภทการใช้น้ำภายในโครงการ โดยพิจารณาประเภทการใช้งานตามที่ระบุในข้อกำหนด



ตัวอย่างมาตรวัดน้ำย่อยแบบ Digital

อาคารสำนักงาน ก.พ.

เงินลงทุนค่าใช้จ่าย เงินที่ประหยัด และอัตราผลตอบแทนของมาตรการปรับปรุงอาคารเดิม ก.พ. (6 มาตรการ ที่สามารถวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนได้)



เนื้อหาของเกณฑ์

ความครอบคลุมตามเป้าหมายของการเป็นอาคารเขียว

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

หมวด	เกณฑ์บังคับ	เกณฑ์เลือกทำ	รวม
1. การเลือกที่ตั้งอาคาร	-	6	6
2. กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ	3	3	6
3. การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์	4	1	5
4. การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม	19	23	42
5. การก่อสร้างอาคาร	3	-	3
6. การใช้และบำรุงรักษาอาคาร	3	7	10
รวม	32	40	72

หมวด 1 การเลือกที่ตั้งโครงการ (Site Selection : SS)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
SS 1	สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชน เช่น รถประจำทาง เรือ ในระยะ 400 เมตร	-
SS 2	สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชนแบบรางในระยะ 800 เมตร	-
SS 3	สามารถเข้าถึงได้จากโครงข่ายเส้นทางรถจักรยาน	-
SS 4	ตั้งอยู่ในย่านที่มีสาธารณูปโภคพร้อมรองรับการพัฒนา	-
SS 5	โดยรอบในระยะ 500 เมตร มีร้านค้าหรือกิจกรรมที่หลากหลาย 4 ประเภทขึ้นไป	-
SS 6	หลีกเลี่ยงที่ดินซึ่งมีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ หรือมีคุณค่าทางระบบนิเวศสูง	-



หมวด 2 กระบวนการออกแบบและบริหารโครงการ (Design Process : DP)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
DP 1	การตั้งคณะทำงานออกแบบและผู้ติดตามงาน	บังคับ
DP 2	การจัดทำบันทึกความต้องการของเจ้าของโครงการ (Owner Project Requirement, OPR)	บังคับ
DP 3	การประชุมร่วมกันของผู้ออกแบบฝ่ายต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการออกแบบ(Basis of Design, BOD) ร่วมกัน	บังคับ
DP 4	บุคลากรที่มีความรู้ด้านอาคารเขียวที่ผ่านการอบรม	-
DP 5	การใช้ระบบสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการออกแบบ	-
DP 6	การติดตามงานตั้งแต่ขั้นออกแบบ ก่อสร้าง และสร้างเสร็จเพื่อการเรียนรู้และพัฒนาเกณฑ์ต่อไป	-

หมวด 3 การออกแบบผังบริเวณและงานภูมิทัศน์ (Master Plan Design and Landscape : ML)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
ML 1	การจัดพื้นที่สันทนาการนอกอาคาร	บังคับ
ML 2	การเลือกพืชพรรณพื้นที่ที่เหมาะสม	บังคับ
ML 3	การลดความร้อนของผิวพื้นที่ลาดแข็ง	บังคับ
ML 4	การออกแบบพื้นที่ซึมน้ำ	บังคับ
ML 5	ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง	-

ML3 การลดความร้อนของผิวพื้นที่ลาดแข็ง เพื่อลดปรากฏการณ์ Urban Heat Island



ใช้บล็อกหญ้าซึ่งมีการปลูกพืชอย่างน้อย 50%
ของพื้นที่ผิวบล็อกหญ้า

ไม่ใช่แอสฟัลต์เพราะค่าการดูดกลืนรังสีความร้อนจะสูง

ML 4

การออกแบบพื้นที่ชุ่มน้ำ

บังคับ



ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวเฉลี่ยของทั้งโครงการ
(ไม่รวมพื้นที่หนองน้ำ) ให้ค่าเฉลี่ยที่ได้น้อยกว่า 0.7

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$$

C = สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวเฉลี่ยทั้งโครงการ

C_i = สัมประสิทธิ์การไหลบนผิวของพื้นที่แต่ละชนิด

A_i = ขนาดพื้นที่ผิวของพื้นที่แต่ละชนิด (ตารางเมตร)

ML 5

ขนาดสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่ง

-



มีพื้นที่ว่างมากกว่าที่กำหนดตาม**กฎหมายผังเมือง** หรือพื้นที่ว่างตาม**กฎหมายควบคุมอาคาร** หรือ พื้นที่ว่างที่เกิดจากระยะถอยร่นขั้นต่ำจากแนวเขตที่ดินตามกฎหมาย

โดยให้เลือกขนาดพื้นที่ว่างที่มากที่สุดเป็นเกณฑ์ และให้ออกแบบให้มีพื้นที่ว่าง**มากกว่า**ขนาดพื้นที่ว่างที่มากที่สุดที่ต้องการตามกฎหมายอีก **อย่างน้อยร้อยละ 10** แต่**ไม่ต้อง**ไม่ใช่ที่ว่างเพื่อจอดรถ

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม

AE 1	การออกแบบเปลือกอาคาร
AE 2	การออกแบบพื้นที่ใช้สอย
AE 3	การเลือกใช้วัสดุ
AE 4	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
AE 5	ระบบปรับอากาศ
AE 6	ระบบระบายอากาศ
AE 7	ระบบขนส่งทางดิ่ง
AE 8	ระบบการจัดการพลังงาน
AE 9	ระบบสุขาภิบาล
AE 10	การใช้พลังงานทดแทน

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	บังคับ
--------	--	--------

ข้อกำหนด

- 1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) ดีกว่าเกณฑ์ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน
- 2) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) ดีกว่าเกณฑ์ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน



อาคารที่มีพื้นที่กระจกมากมีแนวโน้มไม่ผ่าน OTTV

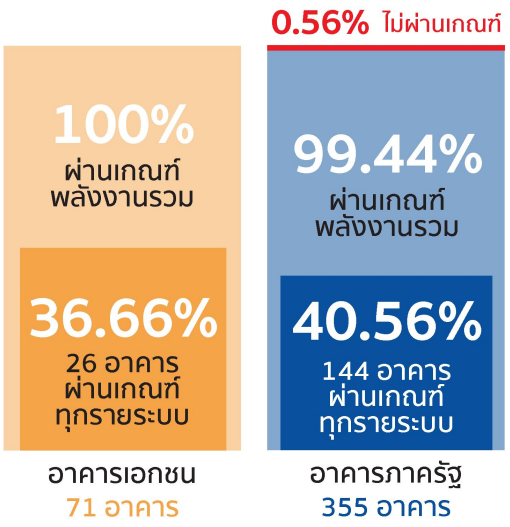
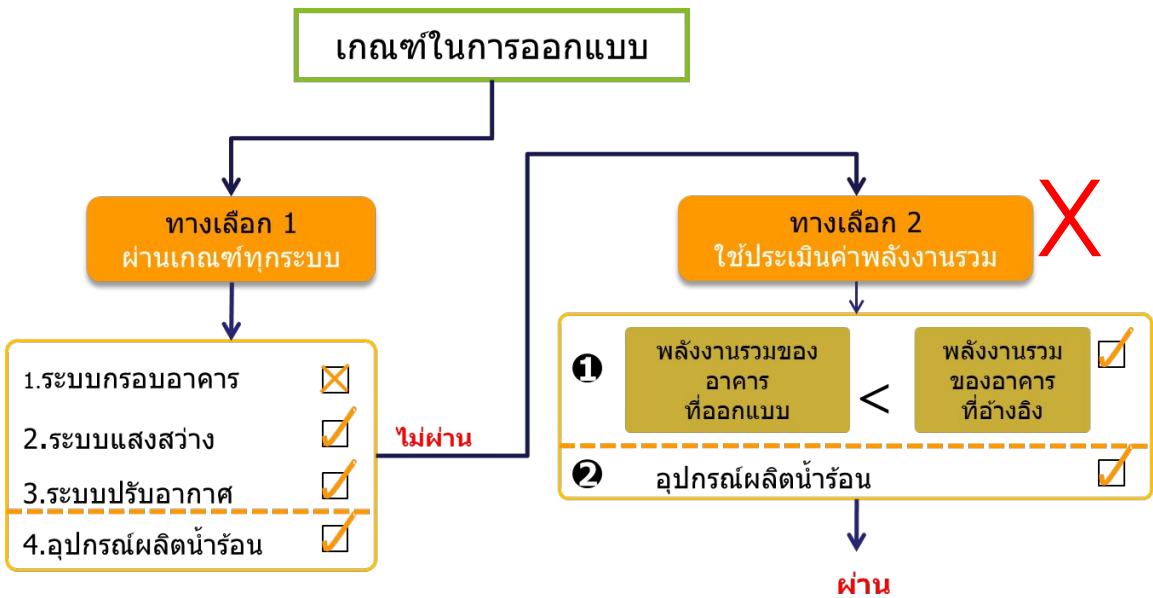
A screenshot of a software application window titled "BEC : Login". The window features a logo on the left with a green circular arrow and the text "2E BUILDING", and a red bird icon on the right with the text "Building Energy Code". Below the logo, there is a section for "Login to System" with a "Project Name" dropdown menu set to "BEC_Store" and a "Password" field with three asterisks. A "Login" button is positioned to the right of the password field. Below this, there is a "Create New Project" section with a "Create New Project" button. At the bottom of the window, there are two buttons: "Admin" and "Exit". The text "กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน" is visible in Thai script on the right side of the window.

โปรแกรม BEC (Building Energy Code)

การพัฒนาอาคารที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียว

AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	บังคับ
--------	--	--------

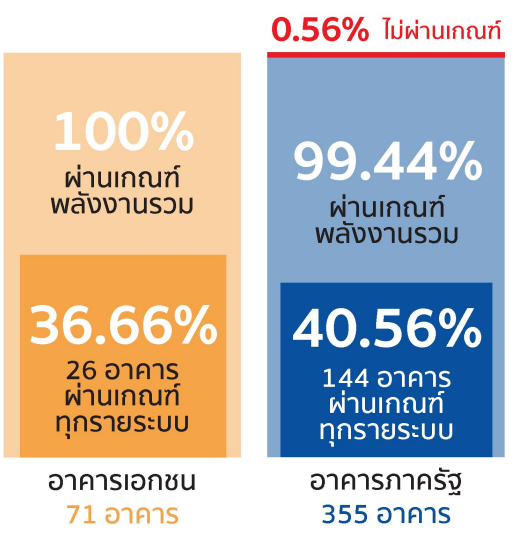
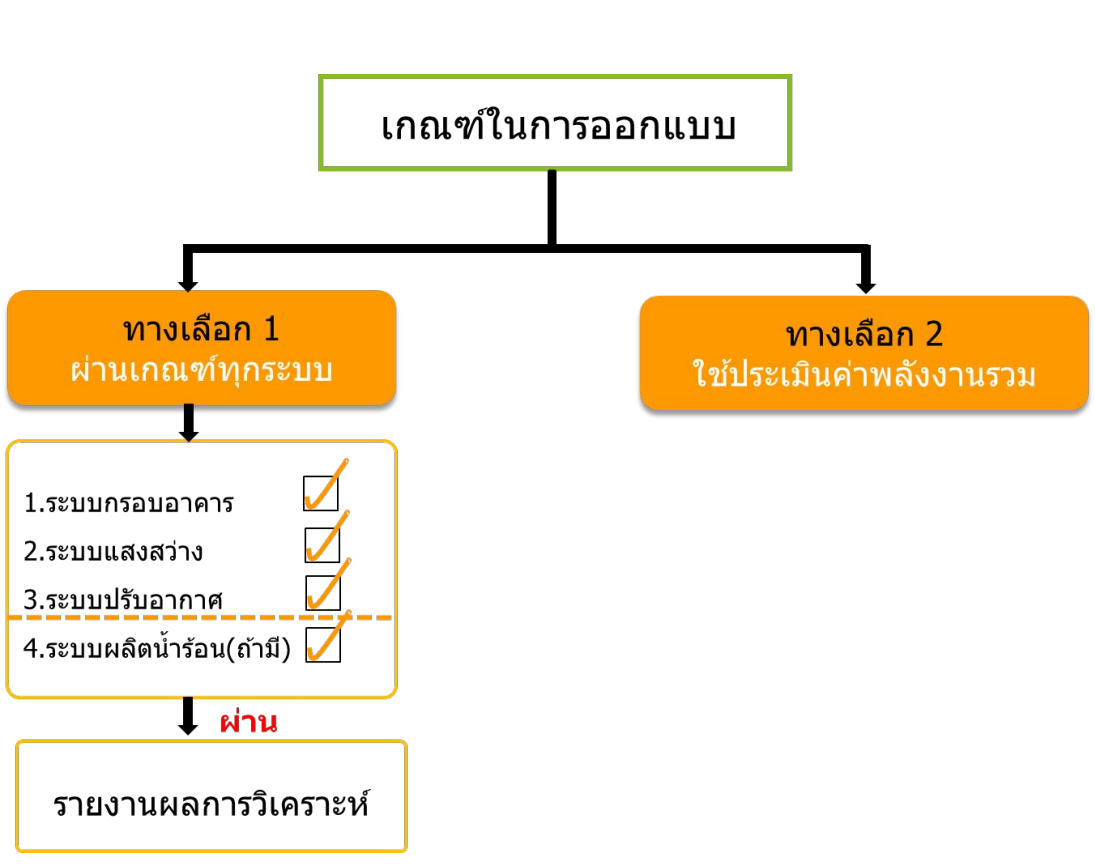
จะต้องออกแบบให้ผ่านกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน**ทุกระบบ** หรือ**ทางเลือก 1** เท่านั้น



การพัฒนาอาคารที่มีอยู่เดิมให้เป็นอาคารเขียว

AE 1.1	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และหลังคา (RTTV)	บังคับ
--------	--	--------

จะต้องออกแบบให้ผ่านกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน**ทุกระบบ** หรือ**ทางเลือก 1** เท่านั้น



เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่



ผนัง Curtain Wall ต้องใช้ออกแบบให้บางส่วนเป็นผนังทึบ และใส่ฉนวน และ ใช้กระจก ประสิทธิภาพสูง เพื่อลดค่า OTTV

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

AE 1.2	ค่าการสะท้อนแสงของกระจก	-
--------	-------------------------	---

ค่าการสะท้อนแสงของกระจกไม่เกิน 15% โดยให้ใช้ค่าอ้างอิงจากผู้ผลิตกระจก



ฉลากประสิทธิภาพสูง ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน



วัสดุกรอบอาคารเป็นกระจก
ที่มา:<https://www.dreamstime.com>

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

AE 2.1 ห้องเก็บขยะรีไซเคิล

บังคับ



ออกแบบให้มีพื้นที่ ดังนี้

- 1) มีพื้นที่หรือห้องคัดแยกขยะและเก็บเศษวัสดุ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่
- 2) มีจุดทิ้งขยะที่ระบุไว้อย่างชัดเจน

สามารถใช้ **พื้นที่ส่วนกลาง** ของหน่วยงาน เป็นที่การรวบรวมขยะรีไซเคิลแทนได้

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

AE 2.2	การเลือกสุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ	บังคับ
---------------	-----------------------------------	---------------

ใช้สุขภัณฑ์ที่ได้ **ฉลากเขียว** หรือได้มาตรฐานการประหยัดน้ำ ดังนี้

- โถส้วม < **4.8 ลิตรต่อครั้ง**
- วาล์วขับล้างสำหรับโถปัสสาวะชาย < 3.0 ลิตร/ครั้ง
- ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างหน้า-ล้างมือ < 4.5 ลิตร/นาที
- ก๊อกน้ำสำหรับอ่างล้างจาน < 4.5 ลิตร/นาที
- ฝักบัวอาบน้ำ < 6.5 ลิตร/นาที



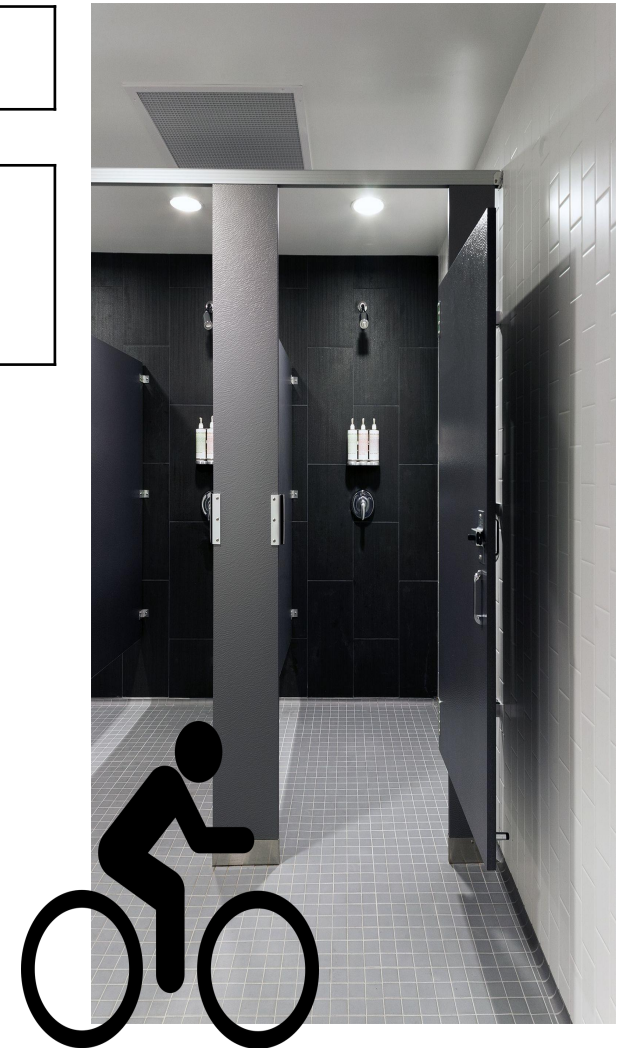
เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

AE 2	การออกแบบพื้นที่ใช้สอย
------	------------------------

AE 2.3	ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับ ผู้ใช้รถจักรยาน	-
--------	--	---

มีห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดสำหรับผู้ใช้จักรยาน **สามารถใช้พื้นที่ของอาคารอื่นใกล้เคียง** เช่น ศูนย์ออกกำลังกาย ที่พนักงานสามารถใช้ได้ ในระยะห่างจากทางเข้าไม่เกิน 100 ม.



เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

AE 2.4	ระบบดักฝุ่นทางเข้า	-
---------------	---------------------------	---

ติดตั้งระบบเก็บกักฝุ่นละอองบริเวณทางเข้าอาคาร ดังนี้

1) บริเวณทางเข้าหลัก ที่ด้านในของอาคาร ให้ติดตั้งระบบตะแกรงรองพื้นดักฝุ่น ตลอดความกว้างของประตู และยาวตามแนวทงเดินอย่างน้อย **2 เมตร ในกรณีที่โถงทางเข้ามีประตู 2 ชั้น** ให้ติดตั้งระบบตะแกรงรองพื้นดักฝุ่นระหว่างประตู

2) บริเวณทางเข้ารองหรือทางเข้าอื่นๆ สามารถใช้แผ่นวัสดุรองพื้นหรือวัสดุปูพื้นประเภทอื่นๆ เพื่อดักฝุ่นได้



การติดตั้งระบบตะแกรงรองพื้นดักฝุ่น

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 2.5 การใช้ผนังและเพดานดูดกลืนเสียง

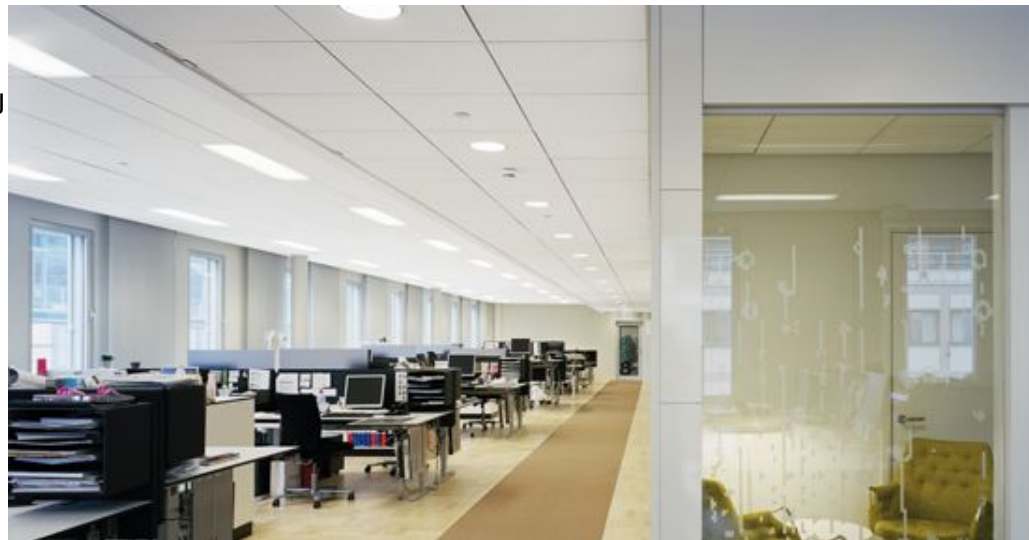
-

ค่า NRC (Noise Reduction Coefficient)

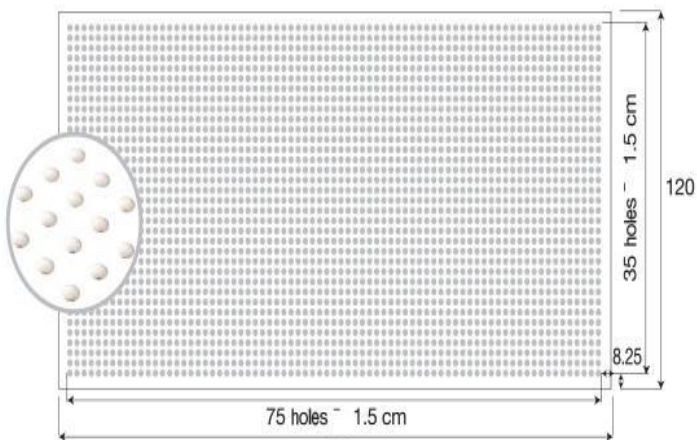
1) พื้นที่ฝ้าเพดานของสำนักงานแบบเปิดโล่งอย่างน้อย 75%
เป็นวัสดุดูดกลืนเสียงที่มีค่า $NRC \geq 0.7$

2) พื้นที่ฝ้าเพดานของห้องประชุมอย่างน้อย 50%
เป็นวัสดุดูดกลืนเสียงที่มีค่า $NRC \geq 0.7$

3) พื้นที่ผนังภายในห้องทำงานแบบปิด
และสำนักงานแบบเปิด
อย่างน้อยร้อยละ 25 ใช้วัสดุดูดกลืนเสียง
ที่มีค่า $NRC \geq 0.7$

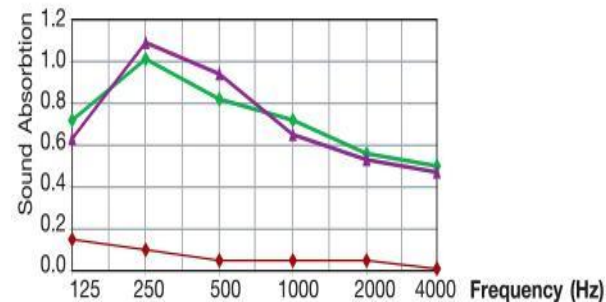


EchoBloc รุ่น R - 1 (ฉลужงกลม)



- ความหนาแผ่น 12 มม.
- ฉลужงกลม 1 กลุ่ม / แผ่น
- พื้นที่ฉลуж 16.1 %
- เส้นผ่าศูนย์กลางฉลуж 1.5 ซม.

* $NRC 0.80$



Frequency (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
▲ ระยะห่าง 10 ซม.	0.63	1.09	0.94	0.65	0.53	0.47
◆ ระยะห่าง 30 ซม.	0.72	1.01	0.82	0.72	0.56	0.50
◆ Standard Board	0.15	0.10	0.05	0.05	0.05	0.01

$NRC = 0.80$

$NRC = 0.80$

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

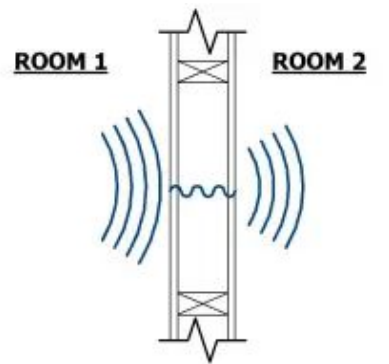
AE 2.6 การกันเสียงระหว่างห้อง

-

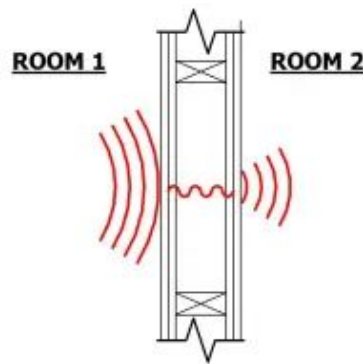
ค่า STC (Sound Transmission Class)

ข้อกำหนด

- 1) ผนังที่กันระหว่างสำนักงานทั่วไป
มีค่า STC = 40-50
- 2) ผนังที่กันระหว่างห้องเครื่องและห้องที่มีคนใช้งาน
มีค่า STC = 50-60

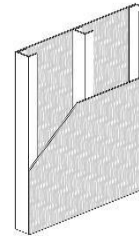


LOW STC - MORE SOUND TRANSFER FROM ROOM 1 TO ROOM 2



HIGH STC - LESS SOUND TRANSFER FROM ROOM 1 TO ROOM 2

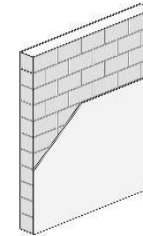
STC 41



แผ่น Wood Cement Board
หนา 91 มม.

Wood Cement Board หนา 8 มม.
ช่องว่างอากาศ หนา 75 มม.
Wood Cement Board หนา 8 มม.

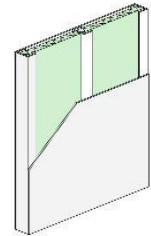
STC 43



อิฐมวลเบา หนา 100 มม.
ฉาบปูน 10 มม.

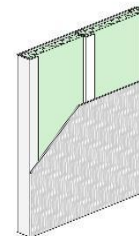
อิฐมวลเบา หนา 100 มม.
ฉาบปูน 10 มม. 2 ด้าน

STC 44



ผนัง Gypsum Board หนา 98 มม.
Gypsum Board หนา 12 มม.
ช่องว่างอากาศ หนา 74 มม.
ฉนวนใยแก้ว หนา 60 มม.
Gypsum Board หนา 12 มม.

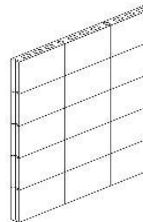
STC 50



แผ่น Wood Cement Board
หนา 91 มม.

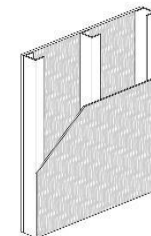
Wood Cement Board หนา 8 มม.
ช่องว่างอากาศ หนา 75 มม.
ฉนวนใยแก้ว หนา 60 มม.
Wood Cement Board หนา 8 มม.

STC 51



คอนกรีตบล็อก หนา 140 มม.

STC 55



แผ่น Wood Cement Board
หนา 95 มม.

Wood Cement Board หนา 12 มม.
ช่องว่างอากาศ หนา 75 มม.
Wood Cement Board หนา 8 มม.

ค่า STC ของผนังที่มีค่า STC ระหว่าง 40-60

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

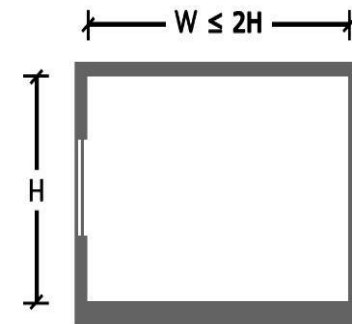
AE 2.7

สัดส่วนระหว่างความลึกต่อ
ความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ

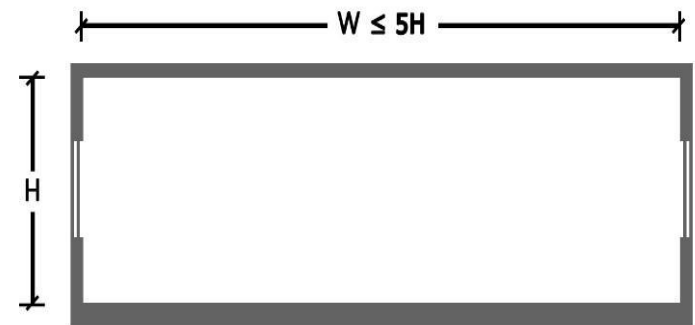
-

1) ห้องที่ระบายอากาศด้านเดียว (Single Sided Ventilation)
กำหนดให้ระยะความลึกของห้องวัดจากหน้าต่างภายนอก (W) และ
ความสูงจากพื้นถึงเพดาน (H) ต้องอยู่ในระยะ $W \leq 2H$

2) ห้องที่ระบายอากาศ 2 ด้านที่ตรงกันข้าม (Cross
Ventilation) กำหนดให้ $W \leq 5H$

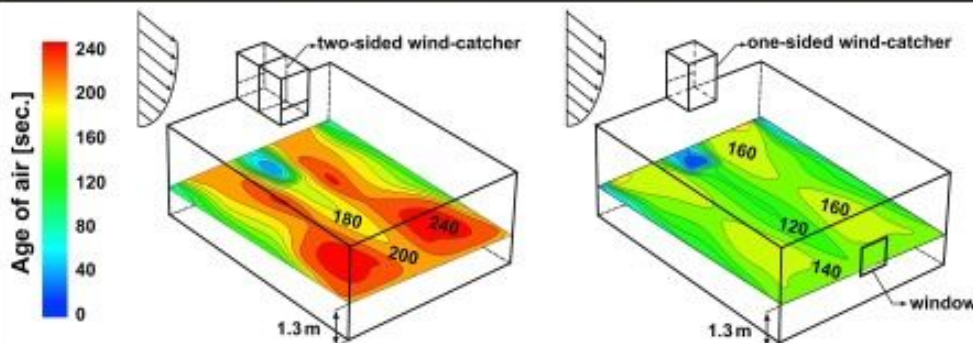


รูปตัด ห้องที่ระบายอากาศด้านเดียว



รูปตัด ห้องที่ระบายอากาศ 2 ด้านที่ตรงกันข้าม

CFD simulation of cross-ventilation in buildings using wind catchers



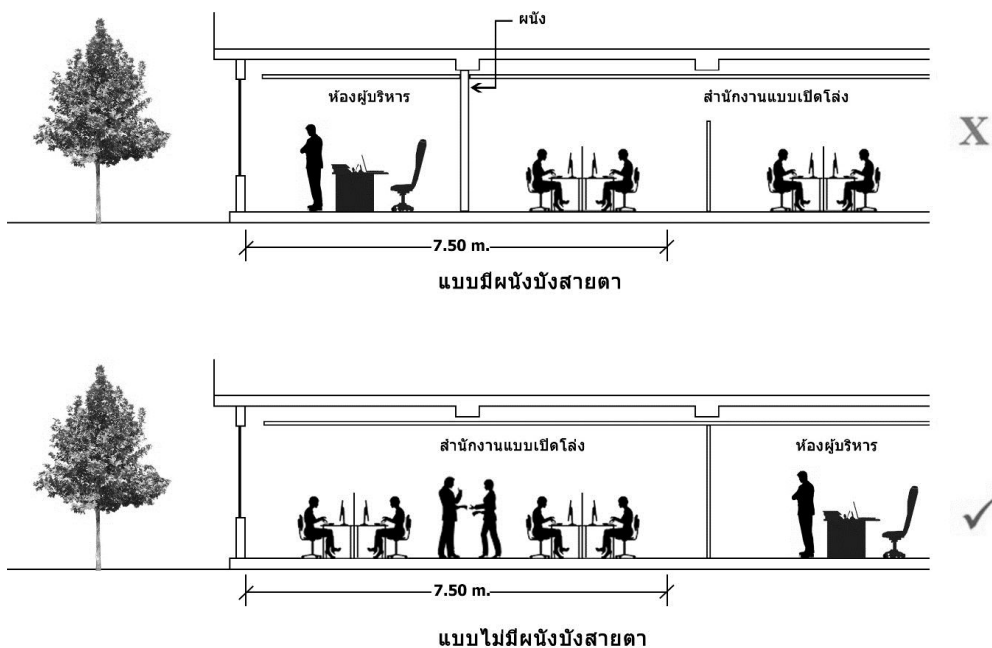
ใช้วิธีการระบุแนวทางการออกแบบอย่างง่าย
(Precriptive) แทนการใช้คอมพิวเตอร์จำลอง CFD
(Computational Fluid Dynamic)

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

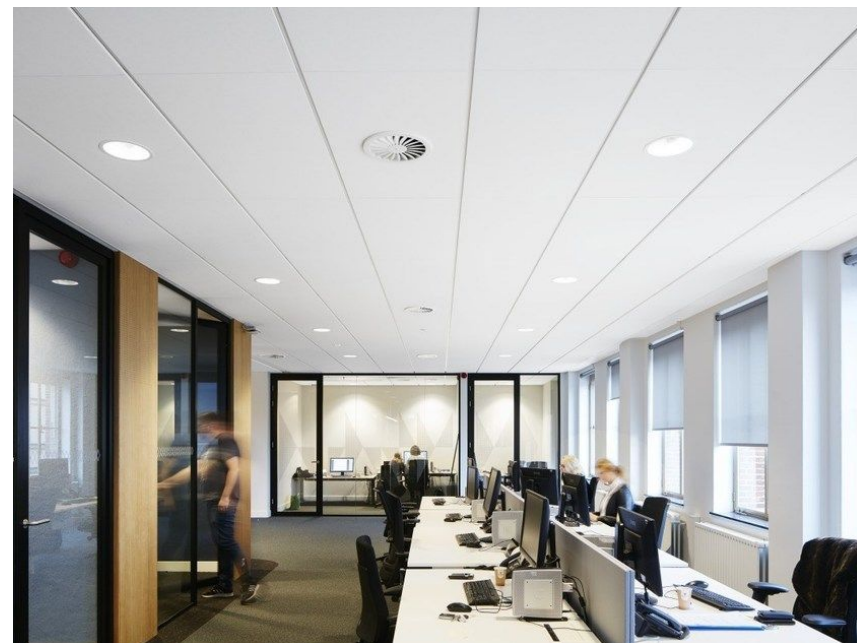
AE 2.8

พื้นที่ทำงานได้รับแสงธรรมชาติ
และเห็นทิวทัศน์ภายนอก

-



แสงมีผลต่อ การทำงานของนาฬิกาชีวภาพ
(Circadian Rhythm)



75% ของพื้นที่ทำงาน อยู่ในระยะ 7.5 เมตร
จากริมหน้าต่าง และ
95% ของพื้นที่ทำงาน อยู่ในระยะ 12 เมตร

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 2.9	พื้นที่จอดรถจักรยานหรือห้องเก็บรถจักรยาน	-
--------	--	---



ที่จอดรถจักรยานไม่น้อยกว่า 5% ของผู้ใช้อาคารประจำ

หรือ จัด Bike Sharing โดยสามารถจัดให้มีรถจักรยานหมุนเวียนให้เพียงพอ
กับความต้องการได้ตลอดเวลา

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 3	การเลือกใช้วัสดุ	
AE 3.1	การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ	บังคับ
AE 3.2	การเลือกใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือวัสดุในประเทศ	-
AE 3.3	วัสดุลังคาที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูง	-

AE 3.1 การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ

บังคับ

ให้เลือกใช้วัสดุประเภทเดียวกัน และมีคุณสมบัติเหมือนกัน ที่มีเครื่องหมายฉลากเขียว หรือ ฉลากลดคาร์บอน หรือ ฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ หรือ กำหนดเป็นคู่เทียบในรายการประกอบแบบ

สี กาวซีเมนต์ กาวยาแนว Low VOC



ฉลากเขียว ฉลากลดคาร์บอน
และฉลากลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 4 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

AE 4.1 ประสิทธิภาพระบบแสงสว่าง

บังคับ

จะต้องมีค่าความส่องสว่างของพื้นที่ต่างๆ ได้ตามกฎหมายควบคุมอาคาร หรือ ตามมาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทยด้วย

ตาราง ค่าความส่องสว่างของพื้นที่แบ่งตามประเภทอาคาร

ประเภทอาคาร	ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้า ส่องสว่างสูงสุด (วัดตั้งอยู่ตารางเมตรของ พื้นที่ใช้งาน)
1. สถานศึกษา สำนักงาน* 2. โรงมหรสพ ศูนย์การค้า อาคารชุมนุมคน 3. โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	8 วัตต์/ตารางเมตร 11 วัตต์/ตารางเมตร 12 วัตต์/ตารางเมตร

* *เกณฑ์ตามกฎหมายกำหนด ≤ 10 วัตต์/ตร.ม.



AE 4.2 คุณภาพของหลอดไฟ LED

บังคับ

ทางเลือก 1 ใช้หลอดไฟ LED ที่ได้ฉลากเบอร์ 5 ของ กฟผ.

ทางเลือก 2 ให้เลือกหลอดไฟที่มีคุณสมบัติ ดังนี้

1) สามารถคงความสว่างไม่น้อยกว่า 95% ที่ 1,000 ชั่วโมง หรือสามารถคงความสว่างที่ **L70** (หรือความสว่างที่ 70%) อย่างน้อย **24,000** ชั่วโมง

2) มีค่าดัชนีสีที่ปรากฏ หรือ **Color Rendering Index (CRI) $R_a \geq 80$** และ **$R9 > 0$** สำหรับพื้นที่ทำงาน หรือห้องทั่วไป

3) มีความคงเส้นคงวาของสี (Color Consistency) โดยดูจากค่า MacAdam Ellipses หรือ **SCDM (Standard Deviation of Color Matching) < 7 step**



หลอดไฟที่ได้ฉลากเบอร์ 5
ของ กฟผ.

ที่มา : <http://www.egat.co.th>

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

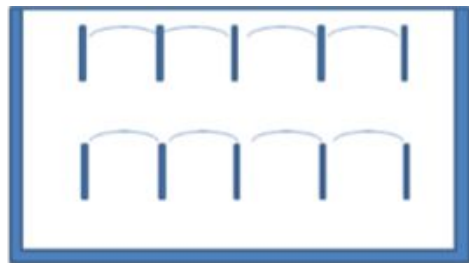
AE 4

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

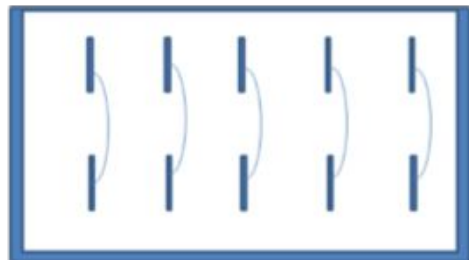
AE 4.3

การเปิด-ปิดของหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมหน้าต่าง

บังคับ



การควบคุมโดย
แยกสวิตช์ของหลอด
ในแถวริมหน้าต่าง



หลอดริมหน้าต่าง
และในอาคาร
ใช้สวิตช์รวมกัน

- แยกสวิตช์ของหลอดที่อยู่ริมอาคาร
- การควบคุมการเปิดปิดของหลอดไฟด้วย Daylight sensor



AE 4.4 ขนาดพื้นที่ควบคุมไฟฟ้าแสงสว่างต่อสวิตช์

บังคับ



การเปิด-ปิดหลอดไฟ ไม่เกิน **250 ตร.ม. /1 สวิตช์**

ห้องที่มีขนาดเล็กกว่า 250 ตร.ม. ต้องมีสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด อยู่ภายในห้องนั้น

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 5	ระบบปรับอากาศ	
AE 5.1	ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ	บังคับ
AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมให้เกิดความสบายได้	บังคับ
AE 5.3	การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ	บังคับ
AE 5.4	การกำหนดช่วงสภาวะน่าสบายโดยใช้มาตรฐานสากล	-
AE 5.5	ตำแหน่งหอระบายความร้อน (Cooling Tower) / เครื่องระบายความร้อน	-
AE 5.6	ประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศ	-
AE 5.7	การใช้ระบบ UVGI	-

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 5

ระบบปรับอากาศ

AE 5.1

ประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศ

บังคับ

1) เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
จะต้องมีประสิทธิภาพเทียบเท่า หรือดีกว่า
เกณฑ์ขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5
ของ กฟผ. ที่เป็นปัจจุบัน



2) เครื่องทำน้ำเย็น และส่วนประกอบที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ใช้
เกณฑ์ประสิทธิภาพตามกระทรวงพลังงาน

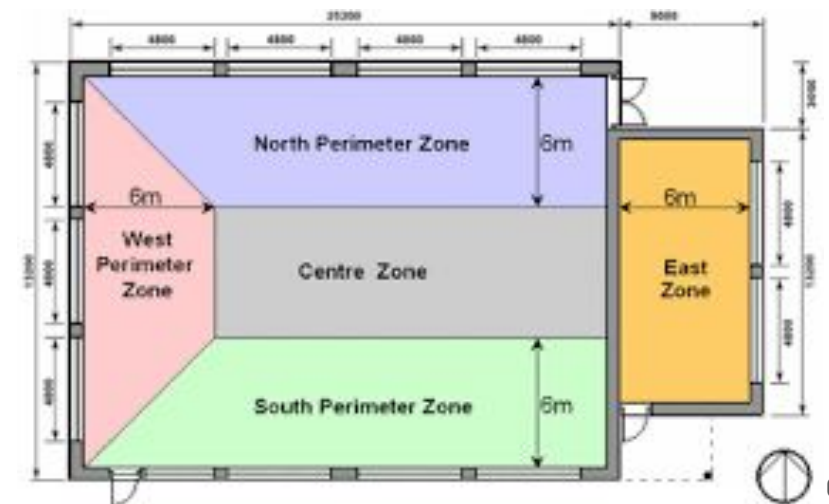


เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 5.2	ผู้ใช้อาคารสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบาย	บังคับ
--------	---	--------

ข้อกำหนด

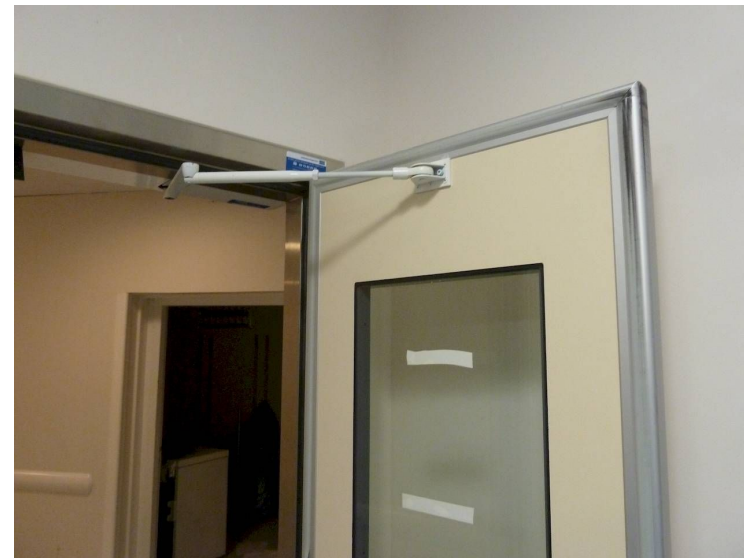
- 1) แยกชุดควบคุมโซนภายในและโซนที่มีผนังภายนอก
- 2) แต่ละโซนมีพื้นที่ใช้งานมากที่สุด **80 ตร.ม.** ต้องมีระบบควบคุมอุณหภูมิ หรือ ความเร็วลม หรือ ทิศทางการไหลของลม เพื่อให้ผู้ให้เกิดความสบายได้ หากพื้นที่มากกว่า 80 ตร.ม. หรือยาวกว่า 10 เมตร ให้แบ่งเป็นโซนใหม่
- 3) ติดตั้งอุปกรณ์ชุดควบคุมที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงและควบคุมได้ไว้ในโซนนั้น ๆ



AE 5.3

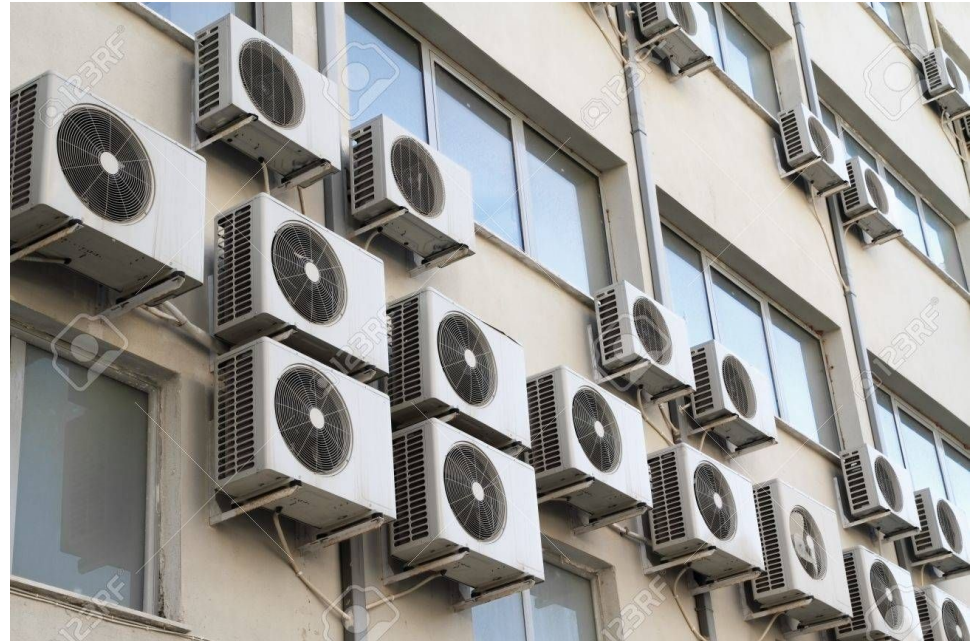
การออกแบบห้องที่มีมลพิษให้มีความดันเป็นลบ

บังคับ



ห้องถ่ายภาพเอกซเรย์ ห้องเก็บสารเคมี ต้องออกแบบให้มีความดันเป็นลบ และ มีประตูปิดกลับได้เอง

AE 5.5	ตำแหน่งการวางหอระบายความร้อน (Cooling Tower)/ เครื่องระบายความร้อน	-
--------	---	---



ให้วางชุดระบายความร้อน ได้แก่ เครื่องระบายความร้อน (Condensing Unit, CDU) ต่างๆ หรือ หอระบายความร้อน (Cooling Tower) ห่างจากที่ดินข้างเคียงอย่างน้อย **3 เมตร** แต่ถ้าเป็น **อาคารใหญ่พิเศษ** ต้องวางชุดระบายความร้อนห่างจากขอบที่ดินไม่น้อยกว่า **6 เมตร**

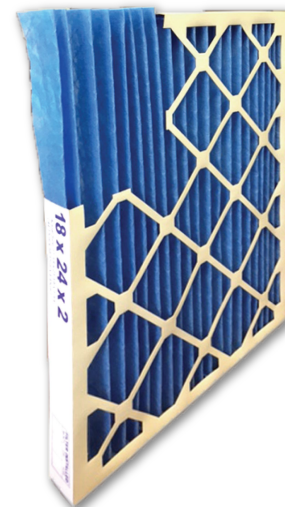
(TREES ให้ใช้ 4 ม. และ 8 ม. ห่างแนวเขตที่ดิน)

AE 5.6	ประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศ	-
--------	-----------------------------	---

ข้อกำหนด

1) เครื่องส่งลมเย็น (AHU) ที่มีอัตราการส่งลมเย็นตั้งแต่ 1,000 ลิตรต่อวินาทีขึ้นไป ต้องมีแผ่นกรองอากาศที่มีค่าประสิทธิภาพต่ำสุดอย่างน้อย **MERV 7**

2) สำหรับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก (FCU) ที่มีอัตราการส่งลมเย็นน้อยกว่า 1,000 ลิตรต่อวินาที ให้ติดตั้งแผ่นกรองอากาศ MERV 7 ไว้ที่ด้านดูดของเครื่องเติมอากาศภายนอก



แผ่นกรองอากาศ MERV 7

ที่มา: <http://regionalismblog9.appspot.com>

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 5

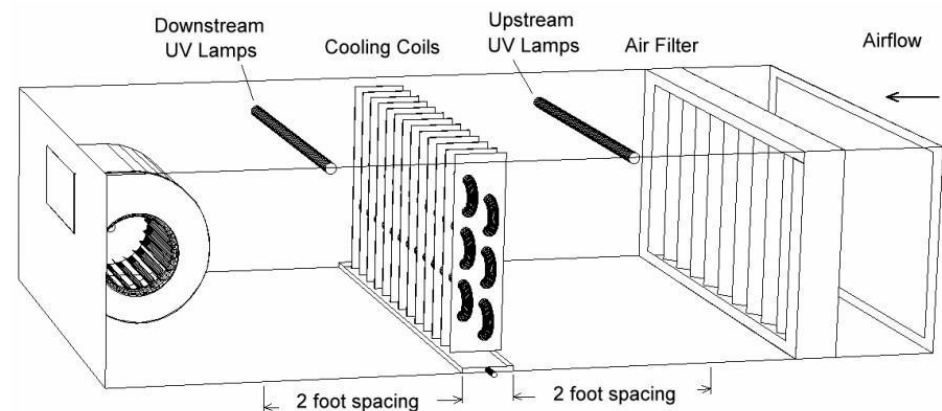
ระบบปรับอากาศ

AE 5.7

การใช้ระบบ UVGI

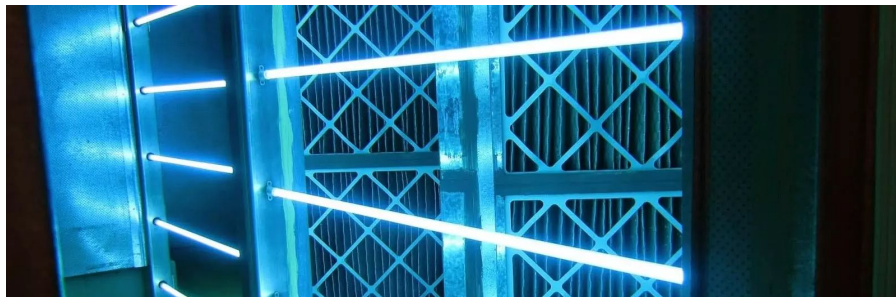
-

ติดตั้งระบบฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตฆ่าเชื้อโรคในอากาศ (Ultraviolet Germicidal Irradiation, UVGI) ที่มีค่าสมรรถนะในการฆ่าเชื้อ (UVGI Rating Value, URV) **ไม่ต่ำกว่า 11** ที่ AHU และ FCU



ระบบ UVGI

ที่มา : IUVA-G03A- 2005 : Guideline for Design and Installation of UVGI In-Duct Air Disinfection Systems



หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 6	ระบบระบายอากาศ	
AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	บังคับ
AE 6.2	อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐาน 30%	-
AE 6.3	การใช้ CO ₂ Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	-
AE 6.4	ระบบเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน	-

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 6	ระบบระบายอากาศ	
AE 6.1	อัตราการระบายอากาศและตำแหน่งช่องนำอากาศเข้า	บังคับ

ข้อกำหนด

1) ต้องมีอัตราการระบายอากาศตามเกณฑ์ที่กำหนดตามกฎหมายควบคุมอาคาร หรือ ตามเกณฑ์ที่กำหนดตาม**มาตรฐาน วสท. 031010-60 – มาตรฐานการระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้** ทั้งนี้ให้ใช้ค่าที่สูงกว่าเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ

2) ช่องนำอากาศภายนอกเข้ามาในระบบปรับอากาศ ประตูและหน้าต่างที่เปิดได้ ต้องมีระยะห่างจากแหล่งที่มีมลพิษหรือความร้อน เช่น ที่จอดรถ ปล่องควันจากครัว ไม่น้อยกว่าระยะที่ระบุไว้ในตารางที่ 5.5.1 **“ระยะห่างน้อยที่สุดของช่องนำอากาศภายนอกเข้า (Air Intake)”** ของ**มาตรฐาน วสท. 031010-60**



เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 6

ระบบระบายอากาศ

AE 6.2

อัตราการระบายอากาศสูงกว่ามาตรฐาน 30%

-

ข้อกำหนด

มีอัตราการเติมอากาศภายนอกสูงกว่าเกณฑ์**มาตรฐาน วสท. 031010-60**
มาตรฐานการระบายอากาศเพื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ยอมรับได้
อย่างน้อย 30%



เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 6	ระบบระบายอากาศ
------	----------------

AE 6.3	การใช้ CO ₂ Sensor ควบคุมปริมาณอากาศนำเข้า	-
--------	---	---

ใช้ CO₂ Sensor ในพื้นที่ที่มีการใช้งานหนาแน่น (>25 คน/100 ตร.ม.) โดยต้องติดตั้งอยู่ระหว่าง 0.9 ถึง 1.8 เมตร เหนือพื้น เพื่อควบคุมอัตราการนำอากาศภายนอกเข้ามาระบายให้ค่า CO₂ ในห้องต่ำกว่าระดับ **800 ppm**



เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 6

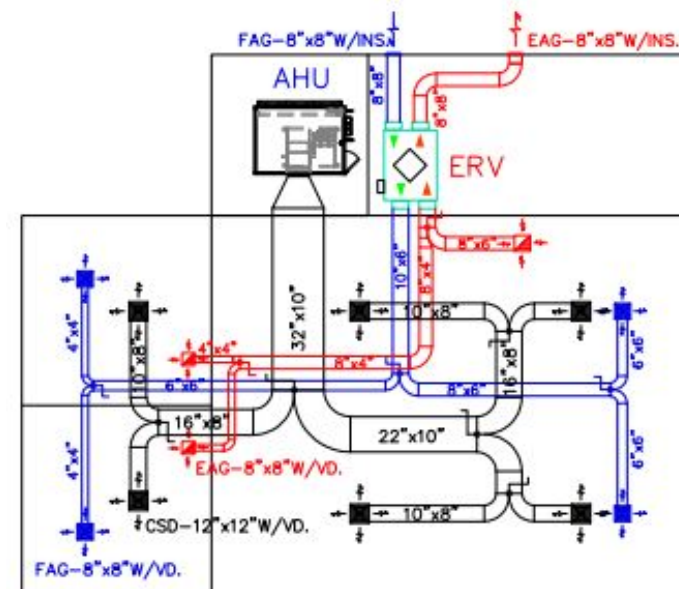
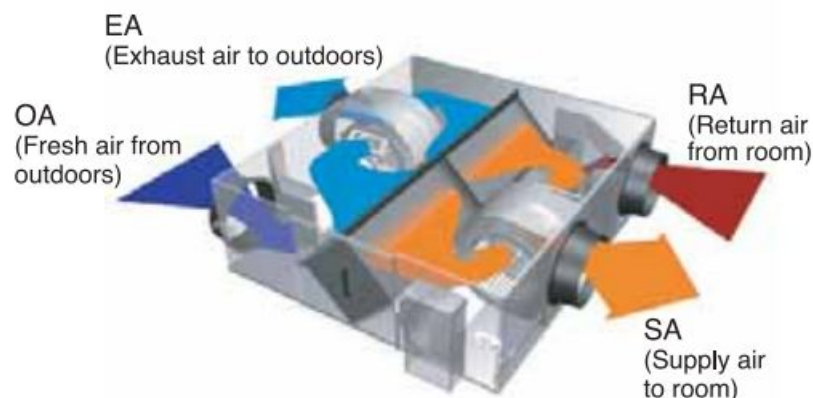
ระบบระบายอากาศ

AE 6.4

ระบบการเติมอากาศแบบอิสระและประหยัดพลังงาน

-

ใช้ **Dedicated Outdoor Air System (DOAS)** โดยติดตั้ง **Pre-Cooled Outdoor Air Unit (POAU)** พร้อมอุปกรณ์ช่วย Heat Recovery Ventilator (**HRV**) หรือ Energy Recovery Ventilator, (**ERV**) เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศภายนอกที่เติมเข้าอาคารกับอากาศที่ระบายทิ้ง



ระบบเติมอากาศภายนอกแบบอิสระ หรือ
(Dedicated Outdoor Air System, DOAS)

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 7	ระบบขนส่งทางดิ่ง	
AE 7.1	ประสิทธิภาพระบบขนส่งทางดิ่ง	บังคับ

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 7

ระบบขนส่งทางดิ่ง

AE 7.1

ประสิทธิภาพของระบบขนส่งทางดิ่ง

-

1. ใช้ลิฟต์และบันไดเลื่อน ระบบควบคุมแบบแปรเปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้า (Variable Voltage Variable Frequency, **VVVF**)
2. มีระบบ **Sleep Mode**



ที่มา: <http://www.mitsubishielevator.co.th>

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 8	ระบบการจัดการพลังงาน	
AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร	บังคับ
AE 8.2	มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย	บังคับ
AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทใช้งาน	บังคับ
AE 8.4	การใช้ระบบ BMS ควบคุม	-

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

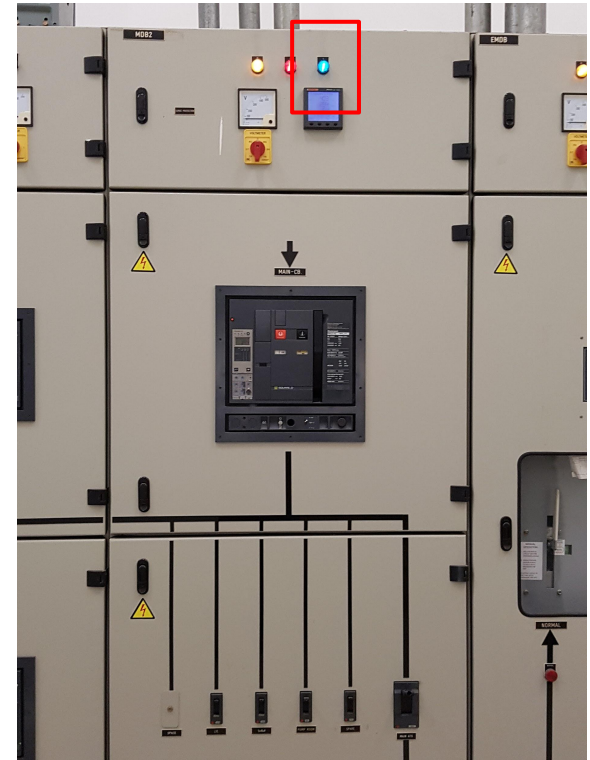
AE 8	ระบบการจัดการพลังงาน
------	----------------------

AE 8.1	มาตรวัดไฟฟ้าประจำอาคาร
--------	------------------------

บังคับ

ข้อกำหนด

มีมาตรวัดไฟฟ้าของระบบต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูล
การใช้พลังงานของอาคาร โดยมาตรวัดไฟฟ้า
ต้องสามารถแสดงการใช้พลังงานรายเดือน และ
สามารถส่งออกข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย
คอมพิวเตอร์



ตัวอย่างการติดตั้ง Digital Meter
ที่ตู้ MDB ของอาคาร สำนักงาน ก.พ.

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 8

ระบบการจัดการพลังงาน

AE 8.2

มาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย

บังคับ

ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้วัดพลังงานของระบบบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะ



Analog meter



Digital meter

มาตรวัดไฟฟ้าแบบต่างๆ

ที่มา : <https://www.sng2535.com>

ที่มา : <https://www.schneider-electric.co.th>

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 8	ระบบการจัดการพลังงาน
------	----------------------

AE 8.3	มาตรวัดไฟฟ้าย่อยแยกตามประเภทการใช้งาน	บังคับ
--------	---------------------------------------	--------

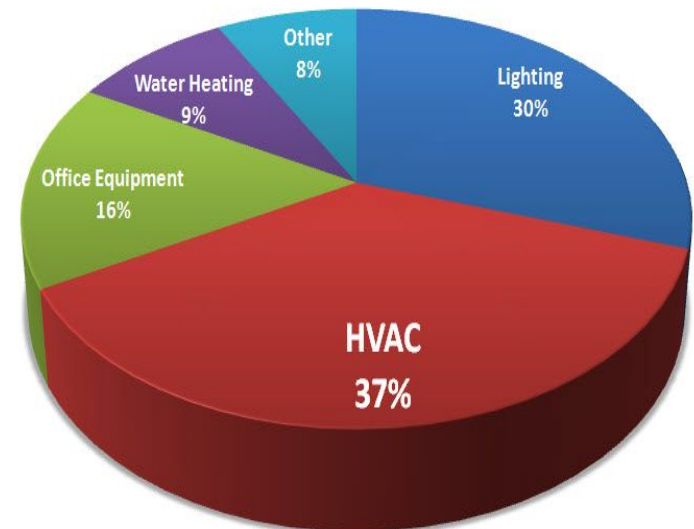
กำหนดให้มีมาตรวัดไฟฟ้าย่อย แยกตามประเภทการใช้งาน คือ

- ระบบปรับอากาศ
- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และ
- ระบบอุปกรณ์อื่นๆ หรือ

หรือ มาตรวัดย่อยตามหน่วยงานก็ได้

ทั้งนี้ขึ้นกับประเภทข้อมูลที่ต้องการนำไปใช้ในการวางแผนอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารนั้น

Commercial Energy Usage



เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

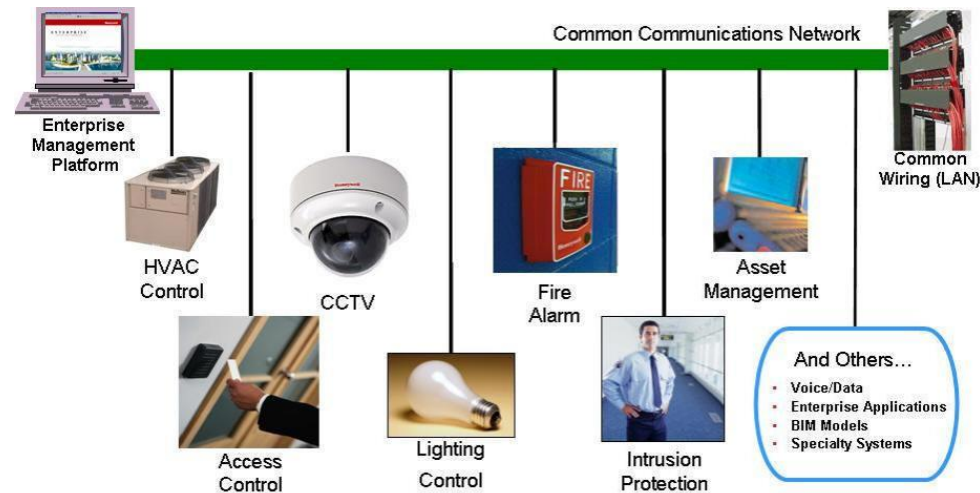
AE 8 ระบบการจัดการพลังงาน

AE 8.4 การใช้ระบบ BMS ควบคุม

-

ติดตั้งระบบ (Building Management System, BMS) เพื่อควบคุมและตรวจสอบสถานะการทำงานของ

- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือ
- ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ



ตัวอย่างไดอะแกรมระบบ BMS

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 9	ระบบสุขาภิบาล	
AE 9.1	การติดตั้งมาตรวัดน้ำประจำอาคาร	บังคับ
AE 9.2	ระบบดับเพลิงไม่ใช้สาร Halon, CFC, HCFC	บังคับ
AE 9.3	การติดตั้งมิเตอร์วัดน้ำย่อยประจำอาคาร	บังคับ
AE 9.4	การใช้น้ำจากแหล่งอื่นแทนน้ำประปา	-

หมวด 4 การออกแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม (Architectural and Engineering Design : AE)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
AE 10	การใช้พลังงานทดแทน	
AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	-
AE 10.2	การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	-

เกณฑ์ประเมินอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

AE 10	การใช้พลังงานทดแทน
-------	--------------------

AE 10.1	การผลิตพลังงานทดแทน	-
---------	---------------------	---

ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้
มากกว่า ร้อยละ 0.5 ของไฟฟ้าที่ต้องการในอาคาร โดย
พลังงานไฟฟ้าที่ต้องการให้ใช้ค่าพลังงานรวมที่คำนวณได้
จากโปรแกรม BEC



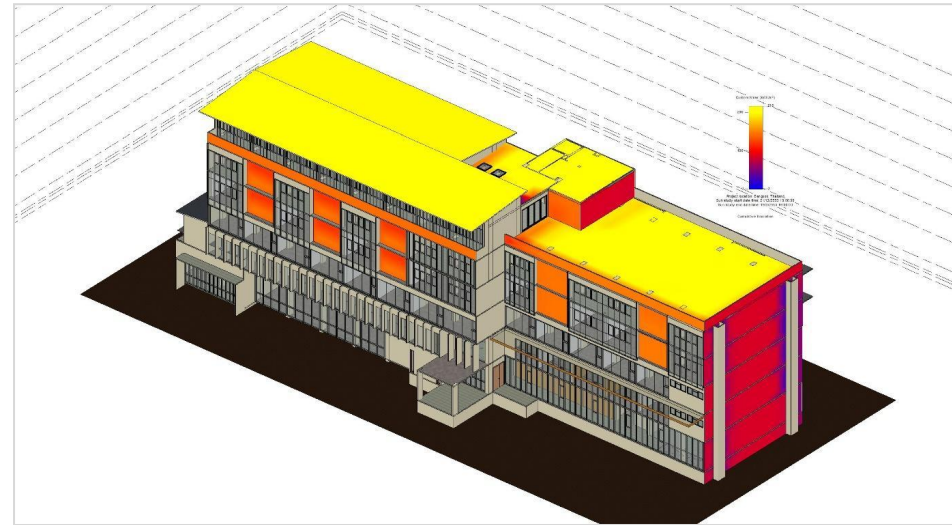
การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์
บนหลังคาอาคาร

AE 10.2 การออกแบบเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

-

ให้ออกแบบพื้นที่เตรียมรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยต้องออกแบบให้รองรับในเรื่อง

- งานโครงสร้าง
- งานไฟฟ้าและ
- การเข้าถึงพื้นที่ รวมทั้ง
- วิเคราะห์หาขนาดพื้นที่ซึ่งไม่มีเงาบังเพื่อรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคต ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



การวิเคราะห์ศักยภาพในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์
โดยใช้โปรแกรม Revit

Solar Ready Design

หมวด 5 การก่อสร้างอาคาร (Building Construction : BC)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
BC 1	การลดมลพิษจากการก่อสร้าง	บังคับ
BC 2	การจัดทำแผนเพื่อหาแนวทางการลดขยะ ลดการใช้น้ำ และพลังงานระหว่างการก่อสร้าง	บังคับ
BC 3	การป้องกันปัญหาฝุ่นเข้าไปในระบบปรับอากาศ	บังคับ



หมวด 6 การใช้และการบำรุงรักษาอาคาร (Building Operation and Maintenance : OM)

หมวด	เกณฑ์ประเมิน	ประเภท
OM 1	การรวบรวมข้อมูลการใช้ น้ำ	บังคับ
OM 2	การใช้พลังงาน	
OM 2.1	การจัดทำแผนบริหารจัดการด้านพลังงาน	บังคับ
OM 2.2	การรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน วิเคราะห์ และจัดทำมาตรการอนุรักษ์พลังงาน	บังคับ
OM 3	การตรวจสอบสิ่งปนเปื้อนในอากาศ	-
OM 4	การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	-
OM 5	การจัดการแมลงและสัตว์รบกวน	-
OM 6	การจัดการงานภูมิทัศน์	-
OM 7	การจัดการขยะ	-
OM 8	การทำความสะอาด	-
OM 9	การประเมินผลอาคารหลังการเข้าใช้งาน	-

ผลการศึกษาด้านราคาที่เพิ่มขึ้นของอาคารเขียว

กรณีปรับปรุงอาคารเดิม จากข้อที่ต้องแก้ไขในการออกแบบในประเด็นต่าง ๆ พบว่า ราคาที่เพิ่มขึ้นเพื่อให้ผ่านเกณฑ์บังคับทั้งหมด กรณีอาคารสำนักงาน ก.พ. ประกอบด้วย

- ค่าใช้จ่ายในการจัดทำพื้นที่สือบหรือนอกอาคาร
- การติดฟิล์มที่กระจกเพื่อลดความร้อน
- ทา Ceramic Coating สีขาว
- การเปลี่ยนสุขภัณฑ์
- การใช้เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 แบบ Fixed Speed
- การทำห้องถ่ายเอกสารที่ความดันเป็นลบ
- การปรับปรุงอัตราการระบายอากาศขั้นต่ำ และการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อยแบบดิจิทัล

เป็นค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ **3.71** (โดยค่าใช้จ่ายที่มากที่สุด คือ ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศร้อยละ 2.94)

ถ้าทำ**อาคารเขียวขั้นสูง** คือ ผ่านได้เกือบหมดทุกเกณฑ์ ยกเว้นเกณฑ์ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมียค่าใช้จ่ายเพิ่มร้อยละ **6.23**



ผลการศึกษาด้านราคาที่เพิ่มขึ้นของอาคารเขียว

อาคารก่อสร้างใหม่ จะมีราคาเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.38 เพื่อผ่านเกณฑ์บังคับทั้งหมด เป็นอาคารเขียวมาตรฐาน และร้อยละ **7.82** สำหรับการเป็นอาคารเขียวขั้นสูง ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นสำหรับอาคารเขียวมาตรฐาน ประกอบด้วย

- การจัดทำพื้นที่สูบน้ำหรือนอกอาคาร
- การจัดทำจุดทิ้งขยะแยกประเภทในแต่ละชั้น
- การติดตั้ง Daylight Sensor ให้กับหลอดไฟที่อยู่แนวริมหน้าต่าง
- การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศทั้งหมดเป็นเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5
- การออกแบบห้องถ่ายเอกสารให้มีความดันเป็นลบ
- การเพิ่มพัดลมระบายอากาศเพื่อแก้ไขอัตราการระบายอากาศขั้นต่ำ
- การติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าแบบดิจิตอล
- การติดตั้งมาตรวัดน้ำแบบดิจิตอล

จากการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุน โดยนำผลประหยัดค่าไฟฟ้า และค่าน้ำ มาเปรียบเทียบกับเงินลงทุน ในระยะเวลา 20 ปีพบว่า **การทำอาคารเขียวมาตรฐานจะมีความคุ้มค่ากว่า**



ผลการศึกษาด้านราคาที่เพิ่มขึ้นของอาคารเขียว

รายงานของ **World Green Building Council** (WGBC, 2013)

- อาคารในระดับผ่านการรับรองจะมีราคาเพิ่มขึ้นในระดับ **-0.4% ถึง 4%** ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาในโครงการ G-GOODs ที่ราคาเพิ่มขึ้น **1.38 % สำหรับอาคารใหม่** และ **3.71% สำหรับอาคารปรับปรุง**
- ส่วนการทำอาคารเขียวในระดับที่สูงขึ้นไปคือ LEED Silver หรือ Gold หรือ Green Mark Gold หรือ Gold Plus ราคาจะเพิ่มในช่วง **0-10%** ซึ่งอาคารเขียวชั้นสูงที่ศึกษาก็มีราคาในช่วงดังกล่าว คือราคาเพิ่มขึ้น **7.82 สำหรับอาคารใหม่** และ **6.23 สำหรับอาคารปรับปรุง** ส่วนการทำอาคารให้ได้รับการรับรองเป็นอาคารเขียวระดับสูงสุด เช่น LEED Platinum, Green Mark Platinum จะมีราคาเพิ่มขึ้น **2 - 12.5%**



(World Green Building Council. (2013). The Business Case for Green Building: A Review of the Costs and Benefits for Developers, Investors and Occupants)



อาคารต้นแบบสาธิตการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์
กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน

เกณฑ์ ปี พ.ศ.	BEC 2558	HEPS 2564	ECON 2570	ZEB 2573-2576
OTTV	50	40	30	20
RTTV	15	15	12	12
LPD	14	10	6	2
COP	3.22	3.64	4.43	5.45
EUI	171	141	82	57

OTTV = Overall Thermal Transfer Value ค่าความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังภายนอก (วัตต์/ตร.ม.ผนัง)

RTTV = Roof Thermal Transfer Value ค่าความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคา (วัตต์/ตร.ม หลังคา.)

LPD = Lighting Power Density ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัตต์/ตร.ม.)

COP = Coefficient of Performance ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบปรับอากาศ (ไม่มีหน่วย)

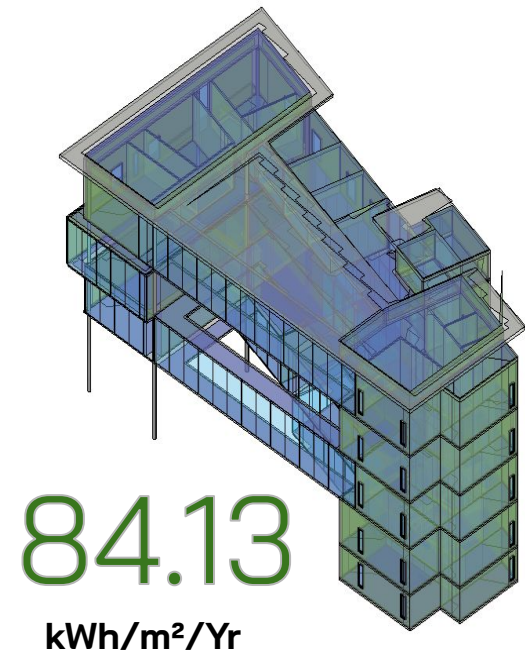
EUI = Energy Use Intensity ค่าความเข้มข้นในการใช้พลังงาน (กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ตร.ม./ปี)

DP 5 การใช้แบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ในการออกแบบ

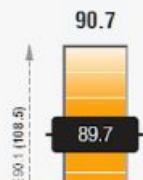
G-GOODs มีข้อเกณฑ์ที่ส่งเสริมการใช้ BIM เพื่อการวิเคราะห์สมรรถนะอาคาร ตั้งแต่รูปร่าง simple box จนมีรูปร่างอาคารที่มีรายละเอียดเพิ่มขึ้นทีละน้อย

EUI - Energy Use Intensity Analysis in Early Stage Design

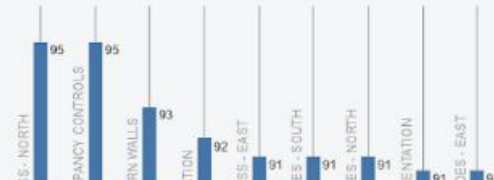
Energy Use Intensity (EUI)



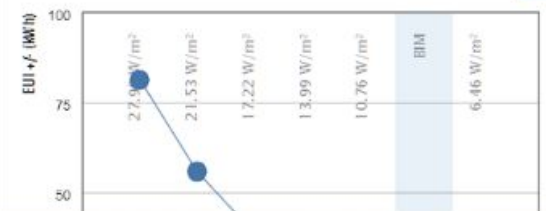
Benchmark Comparison
kWh / m² / yr



Model History
kWh / m² / yr

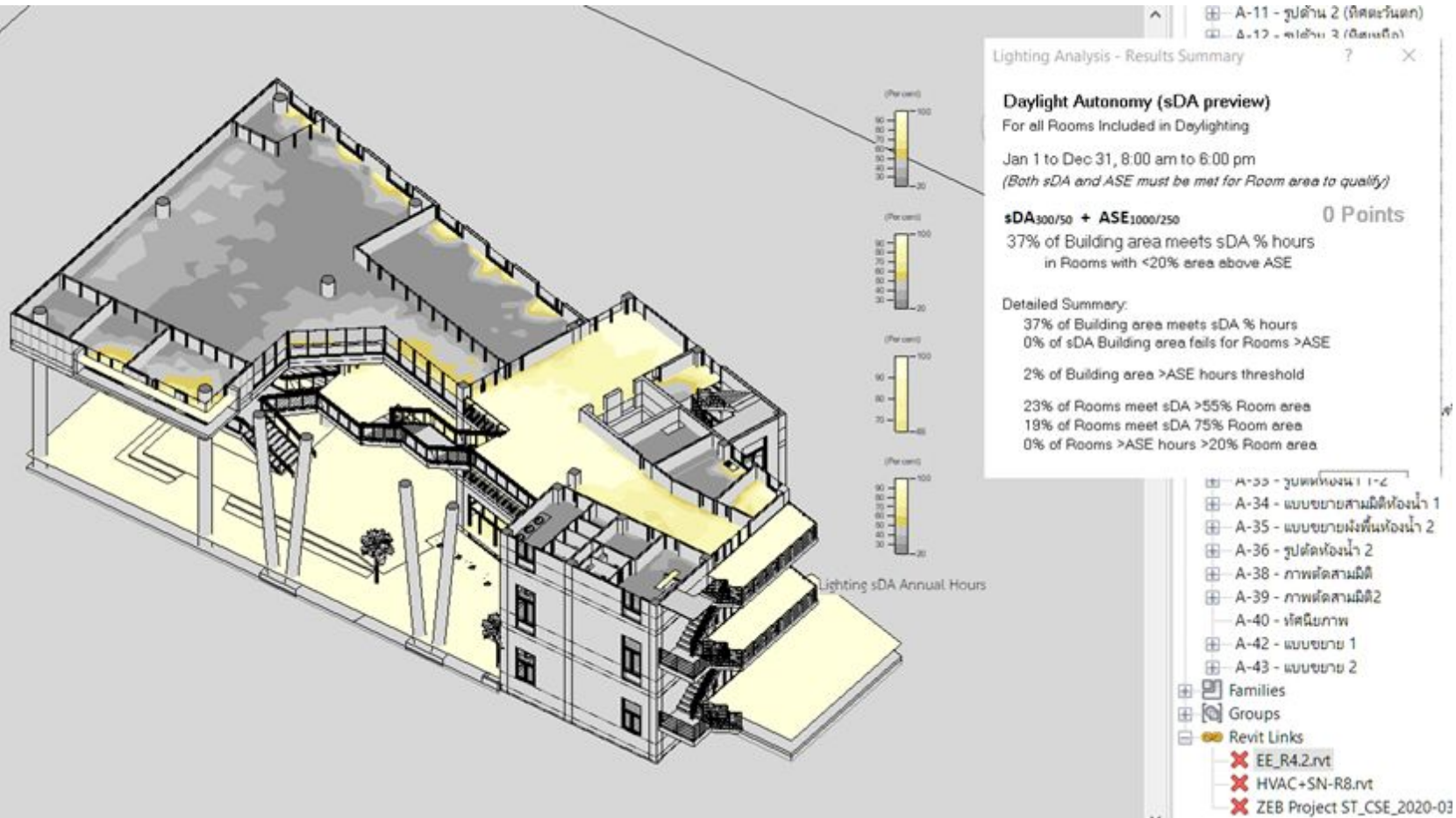


Plug Load Efficiency

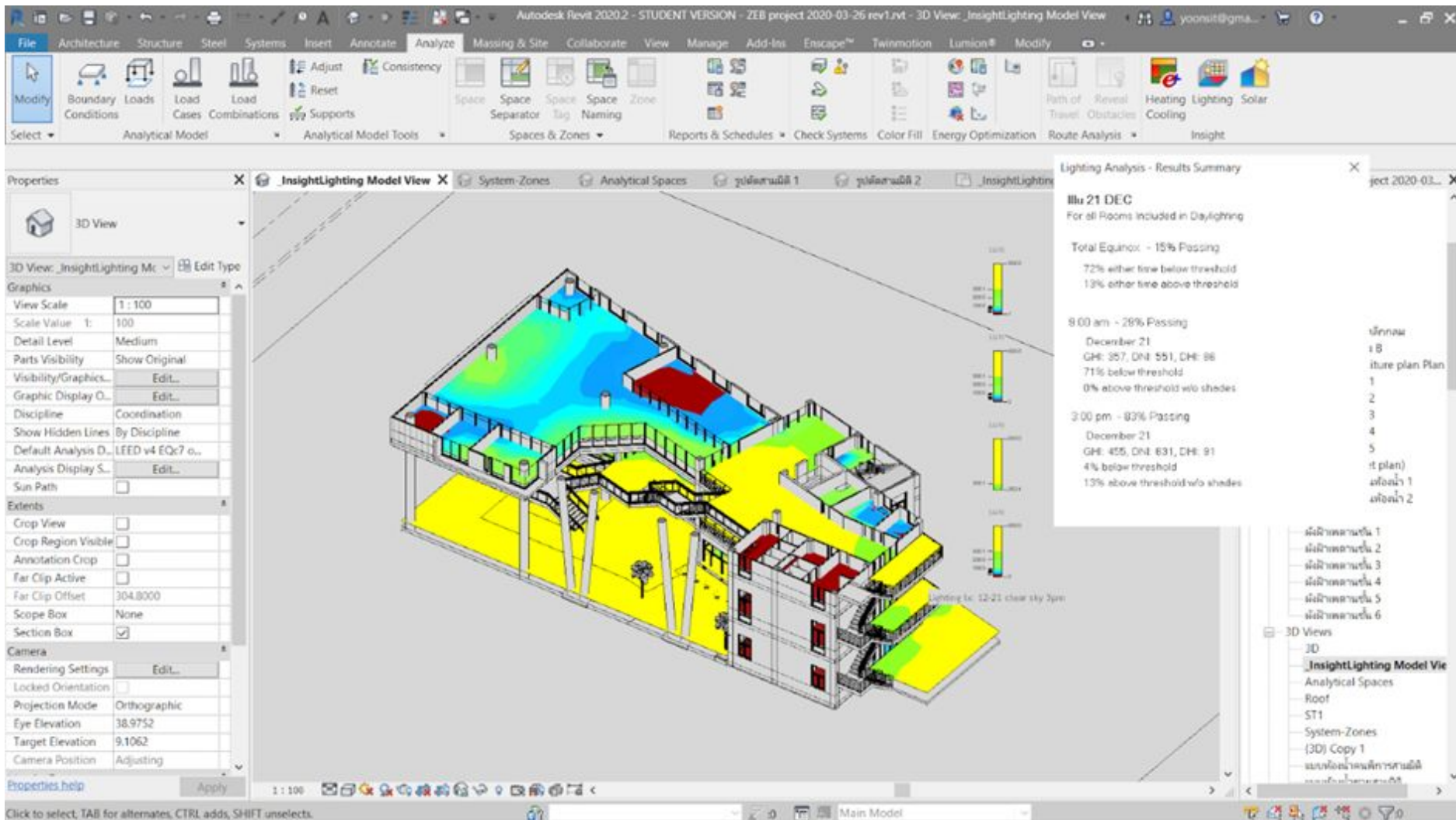


การใช้ BIM วิเคราะห์ Daylight

Daylighting Design สำหรับ LEED



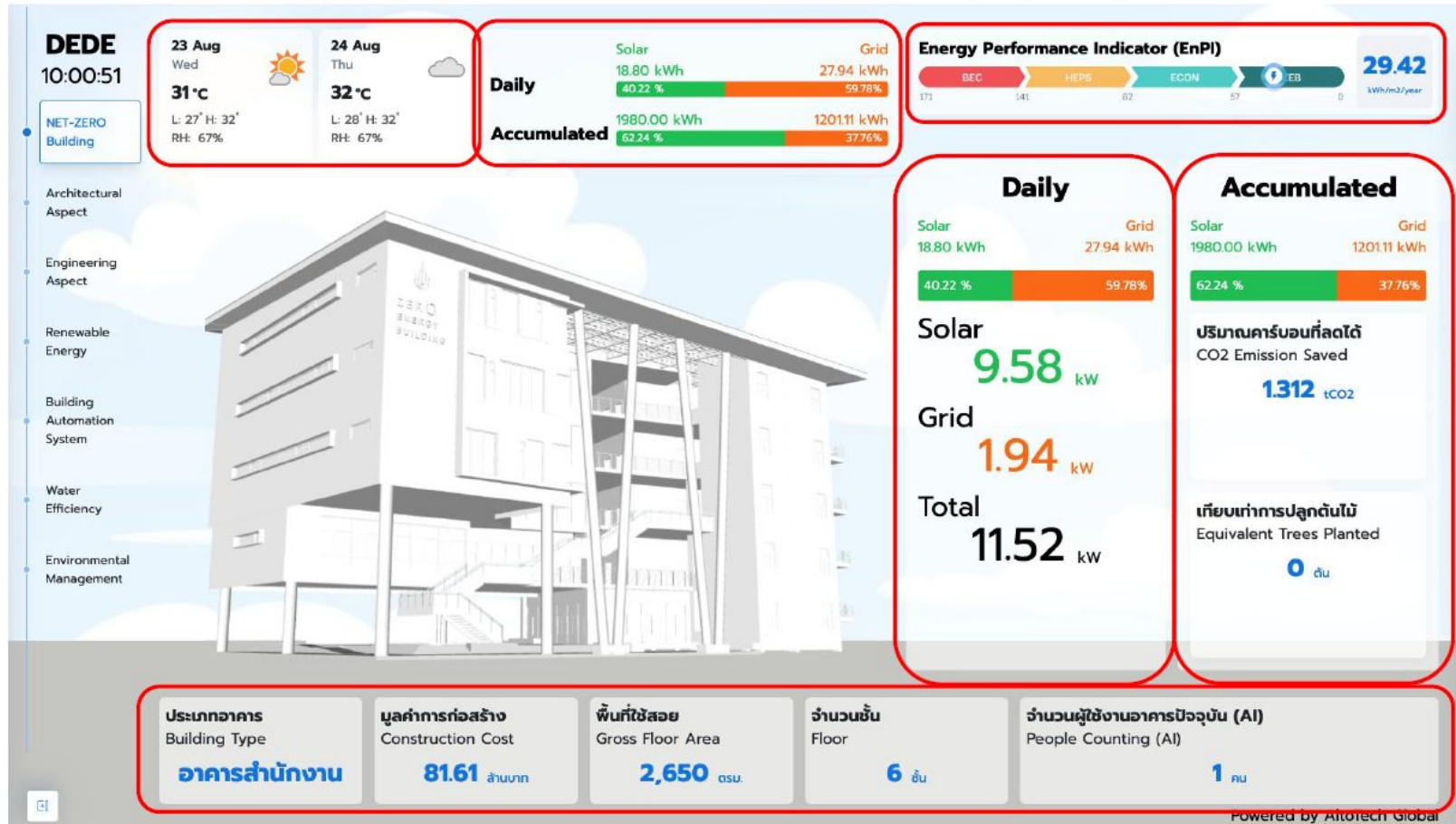
Daylighting Design สำหรับ TREES



Energy Generation from PV

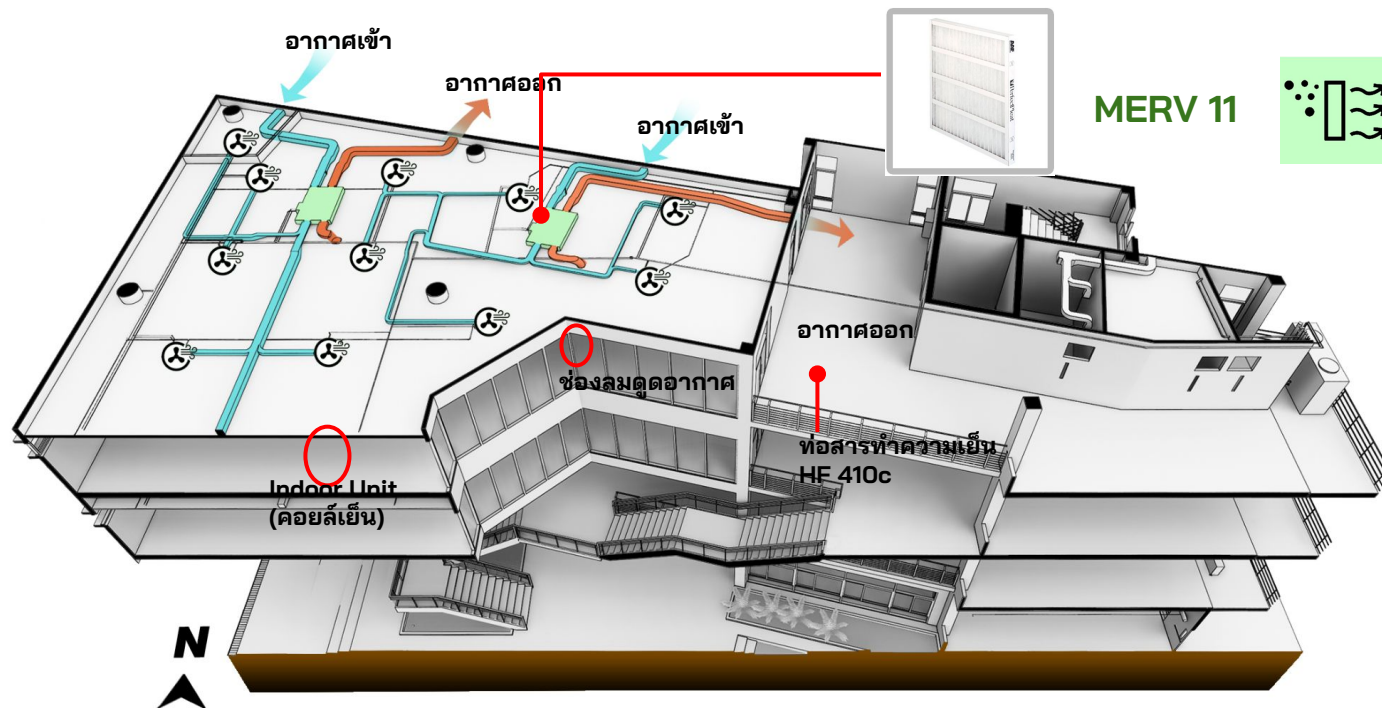


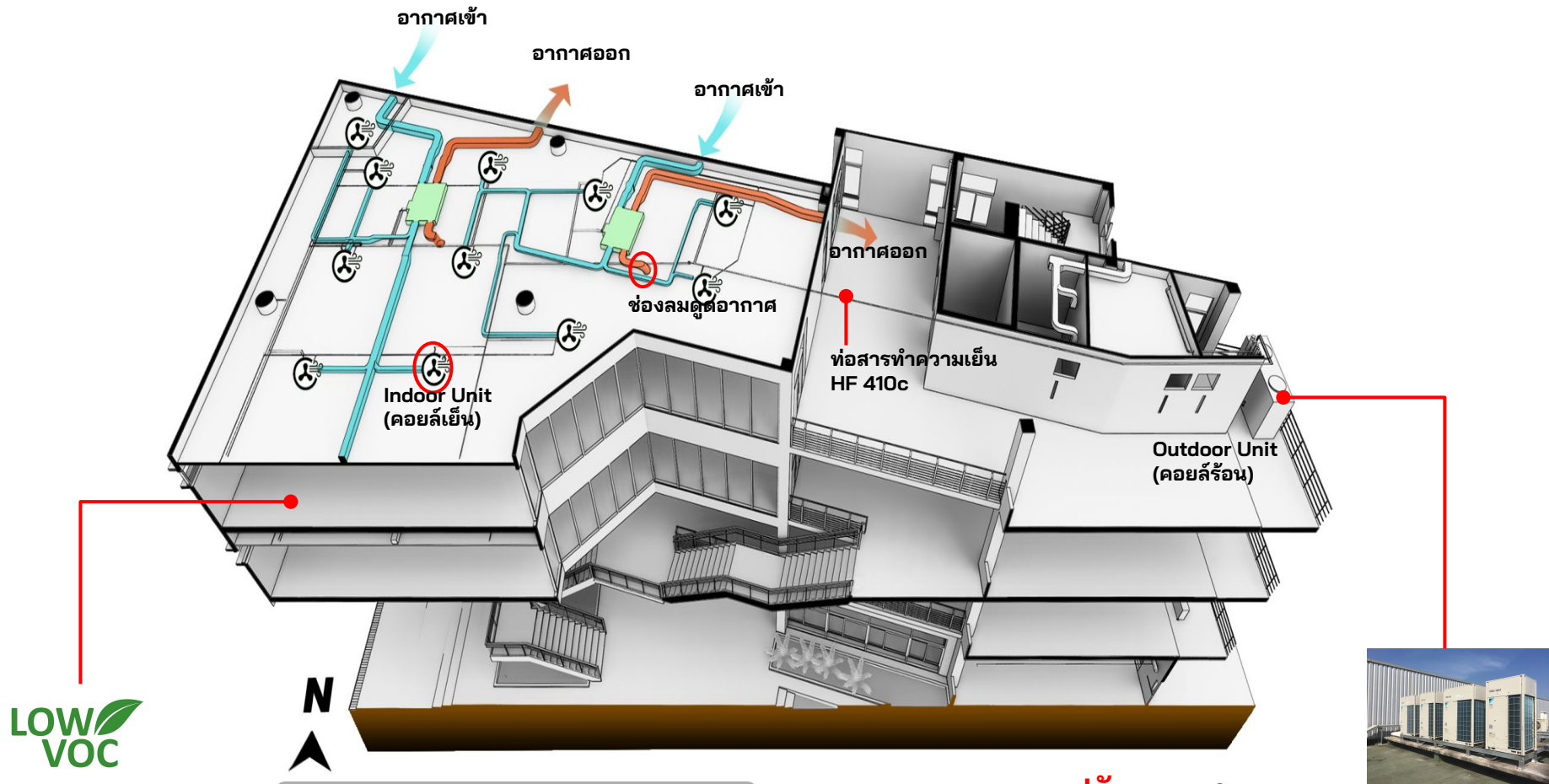
NET-ZERO Building



ระบบปรับอากาศ และ คุณภาพอากาศภายในอาคาร

- อัตราระบายอากาศใช้ **มาตรฐาน ASHRAE 62.1** (อาคารเขียว LEED)
- ที่ **ERV** ใช้ filter ประสิทธิภาพสูงระดับ **MERV 11** ที่ ERV (กรองฝุ่น PM 2.5 ได้ 65%)
- ระบบ **DOAS** มี **CO₂ sensor** ควบคุมการเติมอากาศบริสุทธิ์ ตามจำนวนคน ติดในระดับ 0.9-1.8 ม.
- วางท่ออากาศนำเข้า และอากาศระบายทิ้งให้ห่างกัน





วัสดุที่ใช้ในการออกแบบ เช่น สีทาภายใน กาว และ กาวยาแนวต่าง ๆ เป็นวัสดุ ที่มีสารอินทรีย์ระเหยต่ำ (Volatile Organic Compound, VOC)

Negative Pressure

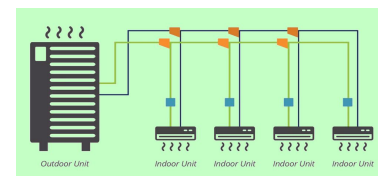
ห้องถ่ายเอกสาร
ทำให้เป็นห้อง Negative Pressure โดยการทำการประตูปิด กลับได้เองและดูด อากาศทิ้งสู่ภายนอก



ระบบปรับอากาศ

Variable Refrigerant Flow (VRF)

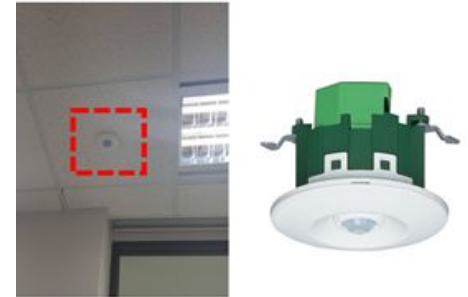
เครื่องปรับอากาศระบบ VRF ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP) 4.25-4.95 แยกคอยล์ร้อน 1 ชุดต่อชั้น เพราะคอยล์ร้อนขนาดเล็กจะมีค่า COP สูงกว่าขนาดใหญ่มาก และวางไว้ที่ระเบียงของแต่ละชั้น เพื่อใช้พื้นที่หลังคาให้ได้มากที่สุด สำหรับการติดตั้งแผง



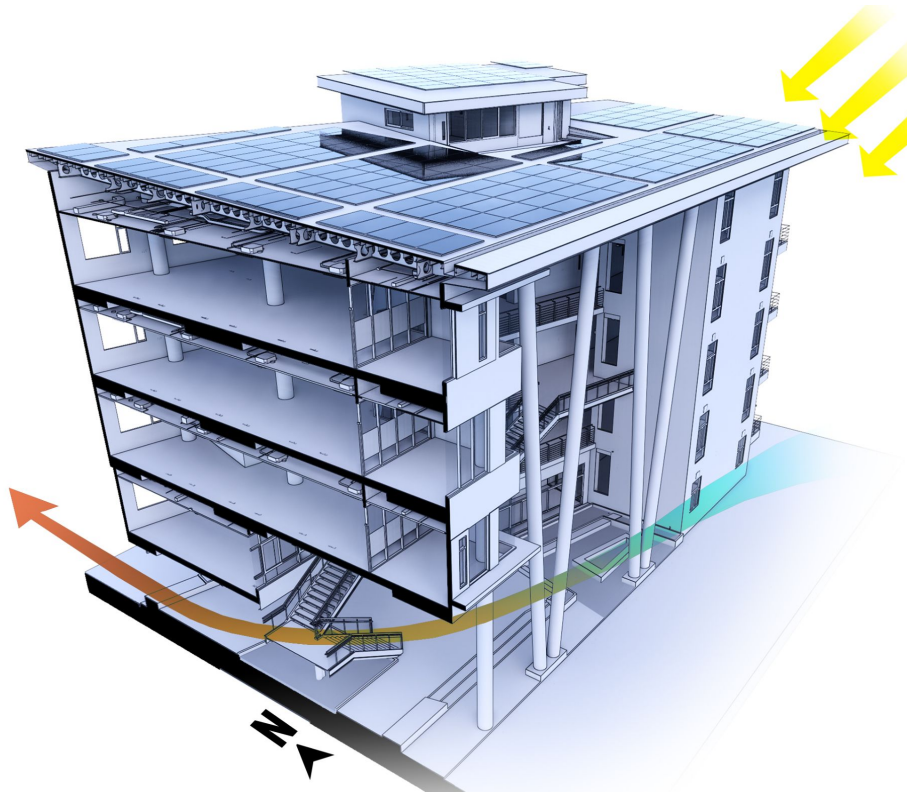
การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ (Daylight Harvesting)

AE 4.3 การเปิด-ปิดหลอดไฟที่อยู่ตามแนวริมอาคาร

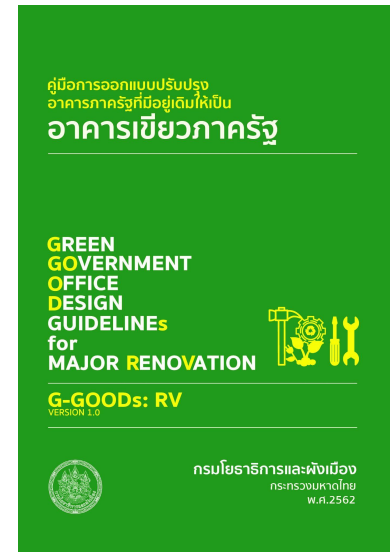
- แยกสวิทช์ของหลอดไฟที่อยู่แนวริมอาคาร
- ติดตั้ง daylight sensor เพื่อประหยัดพลังงาน
- ส่งเสริมการทำงานของนาฬิกาชีวภาพ (Circadian Rhythm)



AE 2.7 สัดส่วนระหว่างความลึกต่อความสูงของห้องไม่ปรับอากาศ



เกณฑ์ที่ส่งเสริมการใช้ลมธรรมชาติ โดยใช้สัดส่วนความสูงต่อความกว้างของห้อง เพื่อการระบายอากาศ



G-GOODs เป็นทางเลือกหนึ่งของผู้ที่ต้องการแนวทางในการออกแบบที่มุ่งสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยไม่ต้องการขอการรับรองเป็นอาคารเขียว จากบุคคลที่ 3 และ เป็นแนวทางที่ให้ความสำคัญในเรื่องความคุ้มค่าในการลงทุน

Thank you

ศาสตราจารย์ ดร.พันธุ์ดา พุฒิไพโรจน์
LEED AP (BD+C, O+M, ID+C, ND, Homes), WELL AP