แนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

โดย

นายโกมล บัวเกตุ
ผู้ตรวจราชการกระทรวงพลังงาน
กระทรวงพลังงาน

นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักร รุ่นที่ 65
ประจำปีการศึกษา พุทธศักราช 2565 - 2566

บทคัดย่อ

เรื่อง แนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ผู้วิจัย นายโกมล บัวเกตุ **หลักสูตร** วปอ. **รุ่นที่** 65

ประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและพลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และเป็นปัจจัยพื้นฐานการผลิตในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรม การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยในปี พ.ศ.2560 มีปริมาณ 80,752 ktoe โดยเรียงลำดับจากภาคขนส่งมากที่สุด ภาคอุตสาหกรรม ภาคบ้านอยู่อาศัยร้อยละ ภาคธุรกิจการค้า และภาคเกษตรกรรม งานวิจัยนี้มุ้งเน้นศึกษาและเสนอแนวคิดหรือแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ในการบังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร โดยศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี

แนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารควรใช้กลยุทธ์ภาคบังคับและภาคการส่งเสริมการผลักดันการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงานบังคับใช้กับอาคารที่จะขออนุญาตก่อสร้างใหม่หรือดัดแปลง โดยมีแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ได้แก่ การบังคับใช้กฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน โดยประสานงานกับกรมโยธาธิการและผังเมือง วางแผนยกระดับเกณฑ์มาตรฐานให้มีการพัฒนาการแต่ละระดับให้สูงขึ้นในแต่ปี และส่งเสริมให้มีการสร้างอาคารที่ใช้พลังงานจากภายนอกในระดับใกล้ศูนย์ Zero Energy Building การส่งเสริมพัฒนาต่อยอดการวิจัยที่เกี่ยวกับวัสดุอนุรักษ์พลังงาน และส่งเสริมการก่อสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานโดยการติดฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร สนับสนุนด้วยมาตรการการเงินให้กับการสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานด้วยเงินทุนดอกเบี้ยต่ำ และสนับสนุนให้อาคารใหม่ได้รับการประเมินมาตรฐานอาคารเขียวทั้งในระดับชาติและนานาชาติ และการสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการบังคับใช้กฎหมายให้ขยายวงกว้างขึ้น ร่วมมือกันในการพัฒนาบุคลากรให้มีองค์ความรู้ในด้านการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน สนับสนุน ผลักดัน และจัดกิจกรรมการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์การส่งเสริมการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ร่วมมือในการให้ข้อมูลของสินค้าวัสดุก่อสร้างที่อนุรักษ์พลังงาน

Abstract

Title Development Guidelines for Energy Conservation in Buildings

Field Science and Technology

Name Mr.Komol Buaket **Course** NDC **Class** 65

Thailand's demand for energy has steadily increased, with energy acting as a critical aspect in meeting the basic requirements of the people as well as a foundational component in corporate and industrial production processes. Thailand's final energy consumption in 2017 was 80,752 ktoe, divided by region. The transportation industry contributed the most, followed by the industrial sector. Residential, commercial, and agricultural sectors were all represented. This study looks at and proposes principles or guidelines for developing energy conservation in buildings that are appropriate for Thailand. In accordance with the 20-year Energy Efficient Plan, the goal is to enforce building energy efficiency requirements by examining the potential for energy conservation in buildings.

Building energy conservation guidelines should include required solutions as well as promotional activities to encourage energy-efficient building design. This comprises providing authorization for new constructions or alterations based on energy conservation requirements for buildings. Ministerial Regulation should be strictly implemented, ensuring that buildings are planned with energy saving in mind in partnership with the Departments of Public Works and Town and Country Planning. Furthermore, there should be strategies in place to gradually enhance development requirements at all levels each year, while encouraging the construction of buildings with near-zero external energy usage. Moreover, promote further research and development in energy conservation materials and encourage the construction of energy-efficient buildings, the following measures should be implemented: labeling buildings based on their energy efficiency, providing financial support through low-interest capital for energy conservation building projects, conducting assessments of new constructions according to national and international green building standards, establishing a network for cooperation in law enforcement to ensure widespread compliance, collaborating on personnel development to enhance knowledge in designing energy-efficient buildings, actively supporting and organizing public relations activities to promote energy conservation in building design, and cooperating in the dissemination of information on energy-saving construction materials.

คำนำ

ประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และพลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และยังเป็นปัจจัยพื้นฐานการผลิตในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมจึงต้องมีการจัดหาพลังงาน ให้มีปริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดี กระทรวงพลังงานจึงวางกรอบแผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติ ที่ให้ความสำคัญใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความมั่นคงทางพลังงาน (Securit) ในการตอบสนองต่อปริมาณความต้องการพลังงานที่สอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ อัตราการเพิ่มของประชากร และอัตราการขยายตัวของเขตเมือง ด้านเศรษฐกิจ (Economy) ที่ต้องคำนึงถึงต้นทุนพลังงานที่มีความเหมาะสมและไม่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในระยะยาว การปฏิรูปโครงสร้างราคาเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับต้นทุน และให้มีภาระภาษีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของประเทศไม่ให้เกิดการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือย รวมถึงส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และ ด้านสิ่งแวดล้อม (Ecology) ต้องลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยการสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบไฟฟ้า (Efficiency) ทั้งด้านการผลิตไฟฟ้าและด้านการใช้ไฟฟ้าโดยพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริด (Smart grid) เป็นต้น

คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ได้เห็นชอบแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี พ.ศ.2561-2580 ซึ่งใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการกำหนดทิศทางการพัฒนาพลังงานที่สำคัญ 5 ด้าน ประกอบด้วย แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) แผนอนุรักษ์พลังงาน (EEP) แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ (Gas Plan) และแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Plan) โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาและเสนอแนวคิดหรือแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี โดยการรวบรวมข้อมูลจากทฤษฎี งานวิจัย บทความทางวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหาร การอนุรักษ์พลังงาน กฎหมายและกฎระเบียบด้านพลังงาน รวบรวมข้อมูลผลการดำเนินงาน องค์ความรู้ เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอาคารของประเทศไทยและที่นิยมใช้ในต่างประเทศ ทิศทางการก่อสร้างอาคารในปัจจุบันและในอนาคต ความก้าวหน้าของการพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เพื่อนำเสนอข้อมูลกับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอแนวคิดแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์พลังงาน การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

(นายโกมล บัวเกตุ)
นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ 65
ผู้วิจัย

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ของวิทยาลัยป้องกัน-ราชอาณาจักร และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด ขอขอบคุณคณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ ทุกท่าน ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ซึ่งสนับสนุนในด้านกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

(นายโกมล บัวเกตุ)
นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร
หลักสูตร วปอ. รุ่นที่ 65
ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	**ก**
Abstract	**ข**
คำนำ	**ค**
กิตติกรรมประกาศ	**ง**
สารบัญ	**จ**
สารบัญตาราง	**ช**
สารบัญแผนภาพ	**ฌ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
วิธีดำเนินการวิจัย	2
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	3
คำจำกัดความ	3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**4**
แนวนโยบายและข้อกำหนดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	4
นโยบายและกฎระเบียบที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน	7
การออกแบบอาคาร Passive Design	24
การออกแบบอาคาร Active Design	31
เทคโนโลยีอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน	32
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
กรอบแนวคิดการวิจัย	38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การเปรียบเทียบมาตรฐานประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงาน ในอาคารของไทยและต่างประเทศ **40**
ประเทศไทย 40
ประเทศสิงคโปร์ 51
ประเทศญี่ปุ่น 58
ประเทศออสเตรเลีย 68
สหรัฐอเมริกา 71
สหรัฐราชอาณาจักร 79
การวิเคราะห์เปรียบเทียบ 87
สรุป 89
บทที่ 4 การพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร **90**
ปัญหางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร 90
ศักยภาพในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี 91
รูปแบบการออกแบบและต้นทุนของการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร 93
รูปแบบงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และเทคโนโลยีเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ที่ประสบความสำเร็จ 94
แนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร 96
สรุป 98
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ **99**
สรุป 99
ข้อเสนอแนะ 100
บรรณานุกรม **101**
ประวัติย่อผู้วิจัย **103**

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2 - 1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร 12
2 - 2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร 12
2 - 3 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคาร 13
2 - 4 ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ 14
2 - 5 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (อัตราการไหลของน้ำ) 15
2 - 6 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (อุณหภูมิของน้ำ) 15
2 - 7 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของหม้อไอน้ำและหม้อต้มน้ำร้อน 16
2 - 8 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊มแบบอากาศสู่อากาศ 16
3 - 1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร 40
3 - 2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร 42
3 - 3 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคาร 42
3 - 4 ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ 43
3 - 5 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (อัตราการไหลของน้ำ) 44
3 - 6 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (อุณหภูมิของน้ำ) 44
3 - 7 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของหม้อไอน้ำและหม้อต้มน้ำร้อน 45
3 - 8 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊มแบบอากาศสู่อากาศ 45
3 - 9 การเปรียบเทียบคะแนนจากการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร EA1 50
3 - 10 ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ Singapore Energy Labeling Scheme 55
3 - 11 มาตรฐานประสิทธิภาพของการปรับอากาศชนิดต่าง ๆ 56
3 - 12 ค่าความสว่างของพื้นที่ในอาคารสำนักงาน 56
3 - 13 ค่าแสงจ้าของการให้แสงสว่างภายในอาคาร 57
3 - 14 ค่าความต้องการการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้า 57
3 - 15 ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ Singapore Energy Labeling Scheme 59
3 - 16 ระดับคะแนนที่ขึ้นอยู่กับค่า BEE และการประเมินเกณฑ์ CASBEE 60
3 - 17 การประเมินด้านคุณภาพ (Q : Environmental Quality) 61
3 - 18 การประเมินด้านภาระโหลด (L : Environmental Load Reduction) 64
3 - 19 ผลการประเมินรูปของดาวของเกณฑ์ NABER 69

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

3 - 20 ตัวอย่างข้อมูลเกณฑ์ NABERS ของอาคารที่ก่อสร้างในออสเตรเลีย 70
3 - 21 เกณฑ์การให้คะแนนในหัวข้อ Optimize Energy Performance 76
3 - 22 ระดับเกณฑ์ BREEAM 84
3 - 23 ระดับ EPRNC benchmark scale 85
3 - 24 การเปรียบเทียบมาตรฐานประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร 87
3 - 25 สรุปเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอาคารแต่ละประเทศ 89
4 - 1 แนวทางการยกระดับเกณฑ์ออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 97

สารบัญแผนภาพ

หน้า

แผนภาพที่

2 - 1 ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในอดีตและแนวโน้มในอนาคต 9
2 - 2 ความเชื่อมโยงของกฎหมายอนุรักษ์พลังงานและควบคุมอาคาร 10
2 - 3 สมการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง 13
2 - 4 การรับรองผลตรวจประเมินอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 17
2 - 5 การขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1) 18
2 - 6 การขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.5) 18
2 - 7 วิธีการผ่านการประเมินการตรวจประเมินแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน 20
2 - 8 ข้อมูลสถิติอาคารที่ตรวจประเมินแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน 21
2 - 9 อาคารธนพิพัฒน์ ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา 22
2 - 10 อาคาร S OASIS บริษัท แม็กซ์ฟิวเตอร์ จำกัด 23
2 - 11 โครงการ THE CUVEE ติวานนท์ บริษัท เจ้าพระยามหานคร จำกัด (มหาชน) 24
2 - 12 ออกแบบอาคารประหยัดพลังงานด้วยวิธีการ Passive Design 25
2 – 13 ปัจจัยธรรมชาติปรับอุณหภูมิแวดล้อมอาคารให้มีความเย็นสบาย 27
2 - 14 การวางตัวอาคารที่สอดคล้องกับการโคจรของดวงอาทิ 28
2 - 15 ภาระความร้อนที่เข้าสู่กรอบอาคารในลักษณะต่าง ๆ 30
2 - 16 เกณฑ์ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 แบบใหม่ แบบมีดาว 31
2 - 17 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย 32
2 - 18 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย 33
2 - 19 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน 34
2 - 20 ระบบบริหารจัดการพลังงานภายในอาคาร 35
2 - 21 ระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน (VRF) 36
2 - 22 เครื่องแลกเปลี่ยนความเย็นให้กับอากาศ ERV 36
3 - 1 ประเภทอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 40
3 - 2 หลักเกณฑ์การผ่านการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 46
3 - 3 การแบ่งตามวิธี Hypothetical Boundary 60
3 - 4 รูปแบบผลการประเมินเกณฑ์ CAEBEE 61
3 - 5 ชนิดของเกณฑ์ NABERS 69

สารบัญแผนภาพ (ต่อ)

หน้า

แผนภาพที่

3 - 6 ขั้นตอนการตรวจประเมินของเกณฑ์ NABERS 70
3 - 7 การเปรียบเทียบปริมาณ GHG intensity 71
3 - 8 ระดับเกณฑ์ LEED 75
3 - 9 ประเภทอาคารของเกณฑ์ Energy Star 78
3 - 10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามาตรฐาน EER กับ Energy Star Score 78
3 - 11 เกณฑ์มาตรฐาน BREEAM Certification mark 84
4 - 1 ความเชื่อมโยงของกฎหมายอนุรักษ์พลังงานและควบคุมอาคาร 90
4 - 2 ศักยภาพในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี ของเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 91
4 - 3 การขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1) 92
4 - 4 การขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.5) 93

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และพลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และยังเป็นปัจจัยพื้นฐานการผลิตในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมจึงต้องมีการจัดหาพลังงาน ให้มีปริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดี กระทรวงพลังงานจึงวางกรอบแผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติ ที่ให้ความสำคัญใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความมั่นคงทางพลังงาน (Securit) ในการตอบสนองต่อปริมาณความต้องการพลังงานที่สอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ อัตราการเพิ่มของประชากร และอัตราการขยายตัวของเขตเมือง ด้านเศรษฐกิจ (Economy) ที่ต้องคำนึงถึงต้นทุนพลังงานที่มีความเหมาะสมและไม่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในระยะยาว การปฏิรูปโครงสร้างราคาเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับต้นทุน และให้มีภาระภาษีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของประเทศ ไม่ให้เกิดการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือย รวมถึงส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และด้านสิ่งแวดล้อม (Ecology) ต้องลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยการสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบไฟฟ้า (Efficiency) ทั้งด้านการผลิตไฟฟ้าและด้านการใช้ไฟฟ้าโดยพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริด (Smart grid) เป็นต้น

การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยในปี พ.ศ.2560 มีปริมาณ 80,752 ktoe ซึ่งการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในแต่ละภาคเศรษฐกิจในปี พ.ศ.2560 พบว่า โดยรวมมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ประกอบด้วย การใช้พลังงานในภาคเกษตรกรรม 2,652 ktoe ภาคอุตสาหกรรม 28,459 ktoe ภาคบ้านอยู่อาศัย 10,867 ktoe ภาคธุรกิจการค้า 6,452 ktoe และภาคขนส่ง 32,322 ktoe ทั้งนี้ เป็นการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาคขนส่งมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาเป็นการใช้ในภาคอุตสาหกรรม ภาคบ้านอยู่อาศัย ภาคธุรกิจการค้าและภาคเกษตรกรรม ร้อยละ 35.2, 13.5, 8 และ 3.3 ตามลำดับ จากสถานการณ์การใช้พลังงานในปัจจุบัน และความต้องการพลังงานที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ประเทศไทยจึงได้มีการกำหนดแผนหรือนโยบายต่างๆ ที่มีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีระยะเวลาครอบคลุมปี พ.ศ.2561 - 2580 และจากมติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ได้เห็นชอบแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2561 - 2580 ซึ่งใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการกำหนดทิศทางการพัฒนาพลังงานที่สำคัญ 5 ด้าน ประกอบด้วย แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) แผนอนุรักษ์พลังงาน (EEP) แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ (Gas Plan) และแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Plan)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี
2. เพื่อศึกษารูปแบบการออกแบบและต้นทุนของการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
3. เพื่อศึกษาวิเคราะห์รูปแบบงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และเทคโนโลยีเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ประสบความสำเร็จ

4. เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาและเสนอแนวคิดหรือแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ในการบังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร (Building Energy Code) เสนอแนวทางส่งเสริมให้มีการผลักดันและบังคับใช้กฎหมายที่กำหนดประเภทหรือขนาดอาคารให้มีมาตรการบังคับมาตรฐานอาคารก่อสร้างใหม่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยมีวิธีการศึกษาและเก็บข้อมูลปฐมภูมิเกี่ยวกับกฎหมายและวิธีการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน และมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับสถิติการก่อสร้างอาคารและผลการตรวจแบบอาคาร มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลจากทฤษฎี งานวิจัย บทความทางวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารการอนุรักษ์พลังงาน กฎหมาย และกฎระเบียบด้านพลังงาน พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2550) แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2561 – 2580 และกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร มาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2563

2. รวบรวมข้อมูลผลการดำเนินงาน องค์ความรู้ เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอาคารของประเทศไทยและที่นิยมใช้ในต่างประเทศ ทิศทางการก่อสร้างอาคารในปัจจุบันและในอนาคต ความก้าวหน้าของการพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และทำการตรวจดูความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล นำมาเสนอเป็นแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

4. นำเสนอข้อมูลกับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ที่ได้จากการวิจัยนำเสนอข้อมูลและสรุปผลการศึกษา

การวิจัยนี้สอดคล้องกับแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2561 - 2580 (EEP2018) ที่เกี่ยวข้องกับกลยุทธ์ภาคบังคับของมาตรการเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และเชื่อมโยงกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ด้านพลังงาน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ผลประโยชน์ทางด้านยุทธศาสตร์การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ได้ทราบศักยภาพในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารของประเทศไทย

2. ได้รูปแบบการออกและต้นทุนของการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย

3. ได้รูปแบบงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และเทคโนโลยีเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ประสบความสำเร็จ

4. เสนอแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์พลังงาน การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำจำกัดความ

อนุรักษ์พลังงาน	หมายถึง	การผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัด และลดปัญหาสิ่งแวดล้อม
ความเข้มข้นการใช้พลังงาน	หมายถึง	สัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศลดลง (Energy Intensity)
พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ	หมายถึง	หน่วยการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ขั้นสุดท้าย (ktoe)

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความต้องการพลังงานที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ทำให้กระทรวงพลังงานกำหนดแผนหรือนโยบายต่าง ๆ ที่มีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีระยะเวลาครอบคลุมปี พ.ศ.2561 - 2580 ดังนั้นเพื่อการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ดังนั้น เพื่อการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย จึงเป็นที่มาของการวิจัย เรื่องแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร โดยผู้ทำวิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางของงานวิจัยฉบับนี้ ดังนี้

1. แนวนโยบายและข้อกำหนดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
2. นโยบายและกฎระเบียบที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน
3. การออกแบบอาคาร Passive Design
4. การออกแบบอาคาร Active Design
5. เทคโนโลยีอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
6. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. กรอบแนวคิดการวิจัย

แนวนโยบายและข้อกำหนดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

1. ปฏิญญาสากลเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความมั่นคงทางพลังงาน และการพัฒนาพลังงานสะอาด การประชุมผู้นำกลุ่มความร่วมมือทางเศรษฐกิจเอเชีย-แปซิฟิก (APEC) ระหว่างวันที่ 12-13 พฤศจิกายน 2554 ที่ฮอนโนลูลูประเทศสหรัฐอเมริกา ผู้นำ APEC ทั้ง 21 เขตเศรษฐกิจรวมถึงประเทศไทยได้ประกาศปฏิญญาในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความมั่นคงทางพลังงาน และ การพัฒนาพลังงานสะอาด (APEC Leaders' Declaration on Climate Change, Energy Security and Clean Development) โดยประกาศเจตจำนงของ APEC ในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นมีเป้าหมายร่วมที่จะลดอัตราส่วนของปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อผลของกิจกรรมหรือลดความเข้มการใช้พลังงาน(Energy Intensity : EI) ลงอย่างน้อยร้อยละ 45 ภายในปี พ.ศ.2578 (ค.ศ.2035) โดยมีสัดส่วนที่ประเทศพึงจะสามารถมีส่วนร่วมได้ประมาณร้อยละ 26-30 ทั้งนี้เป็นการประมาณการเบื้องต้นจาก Asia Pacific Energy Research Centre หรือ APERC

2. อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.1 ในช่วงทศวรรษที่ 1980 การที่โลกต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรงมากขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ได้เป็นแรงผลักดันให้นานาประเทศหันมาสนใจและตระหนักถึงผลกระทบและความเสียหายในด้านต่าง ๆ ที่จะตามมา โครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Environment Programme : UNEP) ร่วมกับองค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (World Meteorological Organization : WMO) ได้จัดตั้งคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC) ขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1988 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเพื่อเตรียมมาตรการและกลยุทธ์ที่เป็นไปได้ในการบริหาร

จัดการที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยในปี ค.ศ.1990 IPCC ได้จัดทำรายงานที่มีข้อสรุปยืนยันว่ากิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศจริง ประกอบกับในปีนั้นได้มีการจัดการประชุม Second World Climate Conference ขึ้น จึงทำให้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นเรื่องที่อยู่ในความสนใจของนานาประเทศ

2.2 จากจุดเริ่มต้นดังกล่าว จึงเกิดการประชุมระดับนานาชาติขึ้นเพื่อหาแนวทางยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ โดยได้มีการลงนามรับรองอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change : UNFCCC) หรืออนุสัญญาฯ เมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม ค.ศ.1992 ณ สำนักงานใหญ่องค์การสหประชาชาติ นครนิวยอร์ค ต่อมาประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก จำนวนมากกว่า 150 ประเทศ ได้ลงนามให้สัตยาบันในระหว่างการประชุมสหประชาชาติว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (United Nations Conference on Environment and Development : UNCED) หรือการประชุมสุดยอดโลก (Earth Summit) เมื่อเดือนมิถุนายน ค.ศ.1992 จุดประสงค์หลักของอนุสัญญาฯ ได้จัดทำขึ้น เนื่องจากความกังวลว่ากิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ได้ทำให้ระดับก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก การเพิ่มขึ้นนี้ ทำให้ปรากฏการณ์เรือนกระจกในธรรมชาติทวีความรุนแรงขึ้น โดยทำให้พื้นผิวและบรรยากาศของโลกร้อนมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศธรรมชาติ ดังนั้น เพื่อหาแนวทางยับยั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ ซึ่งครอบคลุมถึงการดำเนินงานและความร่วมมือที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งหมด

2.3 อนุสัญญาฯ จึงได้กำหนดหลักการที่สำคัญไว้ ดังนี้ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติระดับโลกที่ต้องการความร่วมมือระหว่างประเทศ โดยจำเป็นต้องอาศัยการมีส่วนร่วมและการแก้ปัญหาร่วมกันระหว่างประเทศที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ตามหลักการความรับผิดชอบร่วมในระดับที่แตกต่าง (Common but Differentiated Responsibilities) และเป็นไปตามความสามารถและสภาพเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ วัตถุประสงค์หลักของอนุสัญญาฯ เพื่อรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศให้คงที่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อระบบสภาวะอากาศ ซึ่งวัตถุประสงค์นี้ควรที่จะบรรลุภายในระยะเวลาอันพอเหมาะกับการให้ระบบนิเวศปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอย่างเป็นธรรมชาติ และเพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบที่รุนแรงต่อการผลิตอาหาร ตลอดจนเป็นการส่งเสริมการพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน

2.4 ประเทศไทยได้เข้าร่วมเป็นภาคีอนุสัญญา UNFCCC เมื่อปี 2537 และเมื่อปี 2545 ได้ให้สัตยาบันเข้าร่วมรับรองพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งเป็นข้อตกลงที่กำหนดพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับประเทศพัฒนาแล้ว และผลักดันให้ประเทศกำลังพัฒนามีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกด้วยความสมัครใจ และเมื่อปี 2559 ที่ประชุมรัฐภาคีอนุสัญญา UNFCCC ได้จัดทำความตกลงปารีส (Paris Agreement) เพื่อกำหนดความร่วมมือการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายร่วมกันระดับโลก 3 เป้าหมายหลัก ได้แก่ 1) การควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส และพยายามควบคุมให้เพิ่มขึ้นไม่เกิน 1.5 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับยุคก่อนอุตสาหกรรม 2) การเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัว และ 3) การสร้างเงินกองทุนหมุนเวียนที่สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ ในการเจรจาภายใต้กรอบอนุสัญญา UNFCCC ไทยเป็นสมาชิกกลุ่ม G77 และจีน ซึ่งประกอบด้วยประเทศกำลังพัฒนาและพัฒนาน้อยที่สุดรวม 134 ประเทศ มีวัตถุประสงค์เพื่อผลักดันท่าทีร่วมกัน และเพิ่มน้ำหนักและอำนาจต่อรองในการเจรจาในส่วนของประเทศไทยนั้น ได้มีการตั้งเป้าหมายการมีส่วนร่วมของประเทศ (Nationally Determined Contributions : NDC) ใน 3 สาขา ได้แก่ 1) สาขาพลังงานและขนส่ง 2) สาขาของเสีย และ 3) สาขากระบวนการทางอุตสาหกรรม โดยตั้งเป้า

จะลดก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 20-25 ภายในปี 2573 เมื่อเทียบกับการดำเนินการปกติ (Business as Usual : BAU)

2.5 โดยแนวคิดหลักของการจัดทำ NDC ของไทยนั้นมีอยู่ 4 ประการ คือ 1) สอดคล้องกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและหลักการพัฒนาที่ยั่งยืน 2) บูรณาการและต่อยอดนโยบายและแผนการพัฒนาประเทศ 3) มุ่งเน้นแผนที่ขับเคลื่อนโดยภาครัฐที่สนับสนุนการปรับรูปแบบสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน และนำไปสู่การดำเนินงานได้จริง ซึ่งสามารถติดตามและประเมินผลได้ และ 4) ต่อยอดจากการดำเนินงานในกรอบ NAMAs (Nationally Determined Mitigation Actions) ที่มีเป้าหมายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศ ร้อยละ 7-20 ภายในปี 2563 โดยเน้นสาขาพลังงานและขนส่ง ซึ่งเป็นสาขาที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุดของประเทศ ทั้งนี้ จากรายงานการติดตามประเมินผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการภาคพลังงาน พ.ศ.2559 ซึ่งรวมปริมาณก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานที่ลดได้ 45.72 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 12.45 เป็นส่วนหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยสามารถดำเนินการได้ตามเป้าหมายในการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กในประเทศไทยมีส่วนสำคัญที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ปัญหาการจราจร ประกอบกับการกระจายตัวของฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศแย่ลง ซึ่งก็มีความสัมพันธ์กับความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความกดอากาศ ลม และสภาพอากาศที่นิ่ง และหากฝุ่นละอองขนาดเล็กนี้ยังถูกปล่อยเพิ่มขึ้นไปอย่างต่อเนื่อง ก็อาจส่งผลกระทบต่อปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้จึงหวังว่าการมุ่งมั่นร่วมมือดำเนินการระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง จะมีส่วนช่วยให้สถานการณ์ปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นในไทยขณะนี้คลี่คลายโดยเร็ว

นโยบายและกฎระเบียบที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน

1. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2550)

1.1 เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานเพื่อตอบสนองการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศได้เพิ่มขึ้นในอัตราที่สูง อันเป็นภาระแก่ประเทศในการลงทุนเพื่อจัดหาพลังงานทั้งในและนอกประเทศไว้ใช้ตามความต้องการที่เพิ่มขึ้นดังกล่าว และปัจจุบันการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานเพื่อให้มีการผลิตและการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการก่อให้เกิดการผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงและวัสดุที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงานขึ้นภายในประเทศนั้น ยังไม่สามารถเร่งรัดดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายได้ ด้วยเหตุนี้ กระทรวงพลังงาน จึงได้ยกร่างกฎหมายส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานขึ้นมา เพื่อกำหนดมาตรการในการกำกับ ดูแล ส่งเสริม และช่วยเหลือเกี่ยวกับการใช้พลังงาน โดยมีการกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน เป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน การตรวจสอบและวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงาน วิธีปฏิบัติในการอนุรักษ์พลังงาน การกำหนดระดับการใช้พลังงานในเครื่องจักรและอุปกรณ์ การจัดตั้งกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานเพื่อให้การอุดหนุน ช่วยเหลือในการอนุรักษ์พลังงาน การป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงาน ตลอดจนการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับพลังงานและกำหนดมาตรการเพื่อส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์พลังงาน หรือผลิตเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงหรือวัสดุเพื่อใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน เรียกว่า “พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535” ซึ่งผ่านการพิจารณาจากสภานิติบัญญัติแห่งชาติและได้มีพระบรมราชโองการฯ ให้ประกาศในราชกิจ-จานุเบกษาเมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ.2535 โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน พ.ศ.2535

1.2 อย่างไรก็ดี เนื่องจากพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 มีบทบัญญัติบางประการไม่เหมาะสมกับสภาวการณ์ในปัจจุบัน ฝ่ายนิติบัญญัติจึงเห็นสมควรแก้ไขเพิ่มเติมบทบัญญัติดังกล่าวเพื่อให้สามารถกำกับและส่งเสริมการใช้พลังงานการอนุรักษ์พลังงานให้มีประสิทธิภาพและสามารถปรับเปลี่ยนแนวทางการอนุรักษ์พลังงานให้ทันต่อเทคโนโลยี กำหนดมาตรฐานด้านประสิทธิภาพของการผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ การเก็บรักษาเงินและทรัพย์สินของกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการมอบหมายให้บุคคลหรือนิติบุคคลตรวจสอบและรับรองการจัดการพลังงาน การใช้พลังงานในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และคุณภาพวัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานแทน พนักงานเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมจึงได้ตรา “พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550” ขึ้นใช้บังคับ โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2550 และให้มีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ.2551 เป็นต้นไป มีวัตถุประสงค์หลักอยู่ 3 ประการ ดังนี้

1.2.1 เพื่อกำกับดูแล ส่งเสริม และสนับสนุนให้ผู้ที่ต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายมีการอนุรักษ์พลังงานด้วยการผลิตและใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด

1.2.2 เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงรวมทั้งวัสดุที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงานขึ้นใช้ในประเทศ และให้มีการใช้อย่างแพร่หลาย

1.2.3 เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นรูปธรรม โดยการจัดตั้ง “กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน” เพื่อใช้เป็นกลไกในการให้ความช่วยเหลือทางการเงินแก่ผู้ที่ต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

1.3 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม) ประกอบด้วยบทบัญญัติทั้งสิ้น 9 หมวด ดังนี้

บทบัญญัติทั่วไปและคำนิยามศัพท์ (มาตรา 1-6)

หมวด 1 รอกานุรักษ์พลังงานในโรงงาน (มาตรา 7-16)

หมวด 2 การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร (มาตรา 17-22)

หมวด 3 การอนุรักษ์พลังงานในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์และส่งเสริมการใช้วัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (มาตรา 23)

หมวด 4 กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (มาตรา 24-39)

หมวด 5 มาตรการส่งเสริมและช่วยเหลือ (มาตรา 40-41)

หมวด 6 ค่าธรรมเนียมพิเศษ (มาตรา 42-46)

หมวด 7 พนักงานเจ้าหน้าที่ (มาตรา 47-49)

หมวด 8 การอุทธรณ์ (มาตรา 50-52)

หมวด 9 บทกำหนดโทษ (มาตรา 53-61)

2. แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2561 – 2580

2.1 มติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ได้เห็นชอบแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2561 - 2580 ซึ่งใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการกำหนดทิศทางการพัฒนาพลังงานที่สำคัญ 5 ด้าน ประกอบด้วย แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) แผนอนุรักษ์พลังงาน (EEP) แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ (Gas Plan) และแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Plan)

2.2 แผนอนุรักษ์พลังงานระยะ 20 ปี (EEP2018) ขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับการประชุมผู้นำกลุ่มความร่วมมือทางเศรษฐกิจเอเชียแปซิฟิก (APEC) ระหว่างวันที่ 12 - 13 พฤศจิกายน 2554 ที่ฮอนโนลูประเทศสหรัฐอเมริกา ผู้นำ APEC ทั้ง 21 เขตเศรษฐกิจรวมถึงประเทศไทยได้ ประกาศปฏิญญาในเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความมั่นคงทางพลังงานและการพัฒนาพลังงานสะอาด (APEC Leaders’

Declaration on Climate Change, Energy Security and Clean Development) โดยประกาศเจตจำนงของ APEC ในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีเป้าหมายร่วมที่จะลดอัตราส่วนของปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อผลของกิจกรรมหรือลดความเข้มการใช้พลังงาน (Energy Intensity, EI) ลงอย่างน้อยร้อยละ 45 ภายในปี พ.ศ.2578 โดยมีสัดส่วนที่ประเทศพึงจะสามารถมีส่วนร่วมได้ประมาณร้อยละ 26 - 30 ทั้งนี้เป็นการประมาณการเบื้องต้นจาก Asia Pacific Energy Research Centre หรือ APERC

2.3 แผน EEP 2018 การกำหนดแนวนโยบายและแนวทางการดำเนินการด้านการอนุรักษ์พลังงานของประเทศในระยะยาวโดยมีสาระสำคัญของการจัดทำแผนเพื่อยกระดับความเข้มข้นของการขับเคลื่อนแผนอนุรักษ์พลังงานให้ดีขึ้นและเหมาะสมกว่าแผนเดิมโดยมีเป้าหมาย ดังนี้

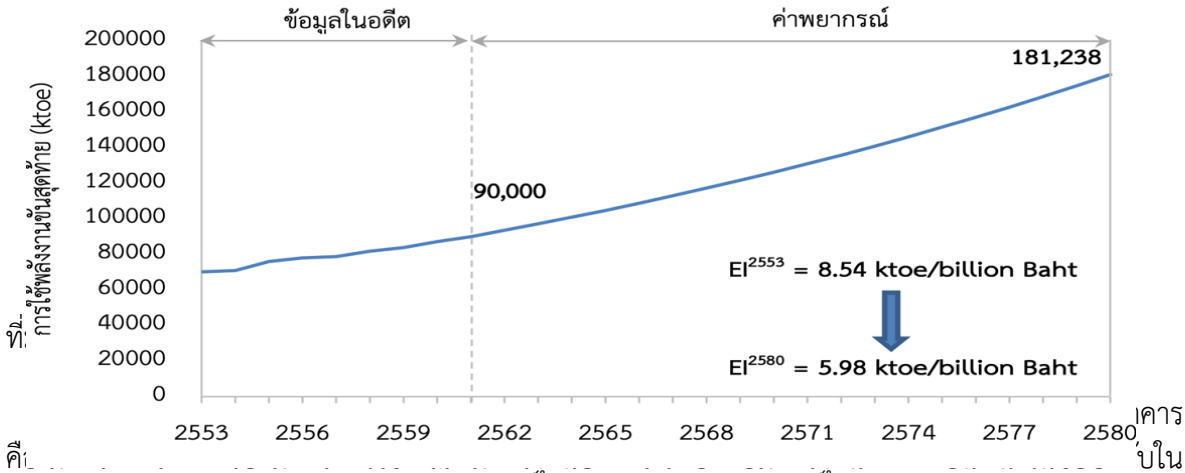
2.3.1 เพื่อลดความเข้มข้นของการลดใช้พลังงาน (Energy Intensity : EI) ลงร้อยละ 30 ในปี พ.ศ.2580 เมื่อเปรียบเทียบกับปีฐาน พ.ศ.2553

2.3.2 ตระหนักถึงเจตจำนงของ APEC มีเป้าหมายร่วมในการลด EI ลงร้อยละ 45 ในปี พ.ศ.2578 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ.2548 โดยมุ่งเน้นสัดส่วนที่ประเทศไทยจะ สามารถมีส่วนร่วมได้เป็นหลัก

2.3.3 ตระหนักถึงเจตจำนงของ UNFCCC ในการประชุม COP 20 ที่ประเทศไทยได้เสนอ เป้าหมาย NAMAs ในปี พ.ศ.2563 จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่ง และ ภาคพลังงานให้ได้ร้อยละ 7 - 20 จากปริมาณที่ปล่อยในปี พ.ศ.2548 ในภาวะปกติ (สำหรับกรณีที่ไม่ได้รับความช่วยเหลือจากชาติอื่น)

2.4 โดยได้กำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานของประเทศในระยะสั้น 5 ปี และระยะยาว 20 ปีทั้งในภาพรวมของประเทศและในรายภาคเศรษฐกิจที่มีการใช้พลังงานมาก ได้แก่ ภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรมภาคอาคารธุรกิจ และภาคบ้านอยู่อาศัย ให้สามารถประหยัดพลังงานได้ 56,142 ktoe ดังแผนภาพที่ 2-1

แผนภาพที่ 2-1 ค่าพยากรณ์ความต้องการใช้พลังงานในอดีตและแนวโน้มในอนาคต



การขออนุญาตก่อสร้างตาม พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร พร้อมกับบังคับใช้มาตรการส่งเสริมอาคารก่อสร้างใหม่ใช้เกณฑ์มาตรฐานอาคาร BEC กับทั้งหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน รวมทั้งส่งเสริมมาตรฐานชั้นสูงให้โดยมีมาตรการสนับสนุนเพื่อยกระดับอาคารที่ก่อสร้างใหม่ให้ได้ระดับการประเมินมาตรฐานอาคาร เขียวในระดับสากล เช่น มาตรฐาน LEED หรือ มาตรฐาน TREES ของสถาบันอาคารเขียวไทย โดยมีเป้าหมายผลประหยัด 1,166 ktoe

2.6 มาตรการการใช้เกณฑ์มาตรฐานอาคารนอกจากมีเป้าหมายผลประหยัด 1,166 ktoe แล้วยังมีการยกระดับการพัฒนาการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพของภาคอาคารแต่ละระดับให้สูงขึ้นไปในทุก 6 ปีโดยเริ่มบังคับใช้มาตรการเกณฑ์มาตรฐานอาคาร BEC ในปี พ.ศ.2566 และเพิ่มระดับเป็น HEPS (High Energy Performance Standard) คือ ระดับเกณฑ์มาตรฐานขั้นสูงของระบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นเป้าหมายที่

บรรลุด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบัน ในปี พ.ศ.2568 เป็น Econ (Economic building) คือ ระดับเป้าหมายในอนาคตอันใกล้เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีของอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปอีกแต่ยังมีความคุ้มค่าในการลงทุนในปี พ.ศ.2574 และส่งเสริมให้มีการสร้างอาคาร ZEB (Zero Energy Building) คือระดับที่อาคารใช้พลังงานที่จ่ายเข้าจากภายนอกในระดับใกล้ศูนย์ เนื่องจากความต้องการพลังงานของอาคารที่ต่ำมากและยังมีการผลิตพลังงานที่ใช้ในอาคารจากพลังงานหมุนเวียนด้วย

ดังนั้น การที่จะทำให้บรรลุตามเป้าหมายของแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี ของกระทรวงพลังงานในอาคารธุรกิจขนาดใหญ่นั้น จึงจำเป็นต้องประสานความร่วมมือกับหน่วยงานราชการและรัฐวิสาหกิจ ที่มีการก่อสร้างอาคารใหม่ให้มีการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามมติคณะรัฐมนตรี โดยผ่านการตรวจประเมินและรับรองจาก พพ. และการเผยแพร่องค์ความรู้ด้านการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์ให้กลุ่มเป้าหมายที่เกี่ยวข้องในทุกภาคส่วน พร้อมทั้งไปสู่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยการดำเนินการร่วมกันกับทั้งหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และหน่วยงานหรือองค์กรวิชาชีพต่าง ๆ เพื่อก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคารอย่างเป็นรูปธรรม

3. กฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร มาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2563

3.1 จากพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 (แก้ไขเพิ่มเติม 2550) มาตรา 20 ระบุไว้ว่า ถ้าคณะกรรมการควบคุมอาคารให้ความเห็นชอบให้ถือเสมือนกฎกระทรวงฯ และประกาศอื่น ๆ ที่ออกตามมาตรา 19 นั้น ถือเสมือนออกตามมาตรา 8 ของพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522

แผนภาพที่ 2-2 ความเชื่อมโยงของกฎหมายอนุรักษ์พลังงานและควบคุมอาคาร

ที่ม

ปฏิบ ใน
ได้ออกกฎหมายที่เกี่ยวข้องด้วยกันอยู่ 4 ฉบับ ได้แก่

3.1.1.1 กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2563

3.1.1.2 ประกาศกระทรวงพลังงานเรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2564

3.1.1.3 ประกาศกระทรวงพลังงานเรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการคำนวณ และการรับรองผลการตรวจประเมินในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่าง ๆ ของอาคาร พ.ศ.2564

3.1.1.4 ประกาศกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เรื่อง การรับรองผู้ทำหน้าที่ผู้ตรวจประเมินในการออกแบบก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2564

3.2 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ได้ออกกฎกระทรวงกำหนด ประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2563 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2563 โดยมีสาระสำคัญ คือ อาคารก่อสร้างใหม่หรือดัดแปลงอาคาร ที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียว ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไปในกลุ่ม 9 ประเภทอาคารดังต่อไปนี้ จะต้องออกแบบอาคารให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอาคารด้านพลังงาน และจัดทำรายงานการตรวจประเมินฯ ก่อนการยื่นขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร และขอเปิดใช้งานอาคาร โดยมีมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ดังนี้

3.2.1 ระบบเปลือกอาคาร ต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมเป็นไปตามค่ามาตรฐานที่รัฐมนตรีประกาศ กำหนดผนังด้านนอกและหลังคาของอาคารที่มีการปรับอากาศของแต่ละประเภทอาคาร และระบบเปลือกอาคารลักษณะอื่น มีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (overall thermal transfer value; OTTV) ผ่านเข้าสู่ด้านในของอาคารที่มีการปรับอากาศของแต่ละประเภทอาคาร ต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (วัตต์ต่อตารางเมตร)
(1) โรงมหรสพ	40
(2) โรงแรม	30
(3) สถานบริการ	40
(4) สถานพยาบาล	30
(5) สถานศึกษา	50
(6) สำนักงานหรือที่ทำการ	50
(7) ห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า	40
(8) อาคารชุด	30
(9) อาคารชุมนุมคน	40

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2564, 2564

3.2.1.2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (roof thermal transfer value; RTTV) ผ่านเข้าสู่ด้านในของอาคารที่มีการปรับอากาศของแต่ละประเภทอาคาร ต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร

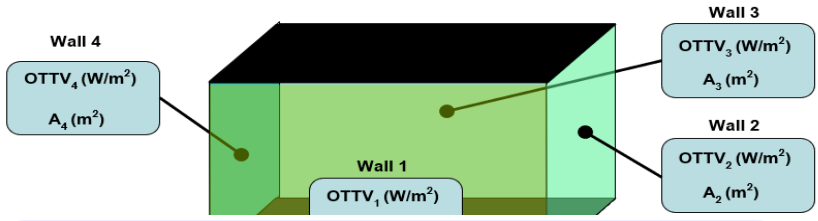
ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (วัตต์ต่อตารางเมตร)
(1) โรงมหรสพ	8
(2) โรงแรม	6
(3) สถานบริการ	8
(4) สถานพยาบาล	6
(5) สถานศึกษา	10
(6) สำนักงานหรือที่ทำการ	10
(7) ห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า	8
(8) อาคารชุด	6
(9) อาคารชุมนุมคน	8

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2564, 2564

3.2.1.3 ซึ่งค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารผ่านเข้าสู่ด้านในของอาคารที่มีการปรับอากาศของแต่ละประเภทอาคาร และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารผ่านเข้าสู่ด้านในของอาคารที่มีการปรับอากาศของแต่ละประเภทอาคารนั้น ให้คำนวณจากค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักแต่ละด้านรวมกัน

แผนภาพที่ 2-3 สมการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง

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



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

ที่มา : คู่มือการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2565.

3.2.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร ต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคารไม่เกินค่าที่กำหนดในแต่ละประเภทของอาคาร ตามค่ามาตรฐานที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ดังนี้

ตารางที่ 2-3 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคาร

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคาร (วัตต์ต่อตารางเมตร)
(1) โรงมหรสพ	11
(2) โรงแรม	12
(3) สถานบริการ	11
(4) สถานพยาบาล	12
(5) สถานศึกษา	10
(6) สำนักงานหรือที่ทำการ	10
(7) ห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า	11
(8) อาคารชุด	12
(9) อาคารชุมนุมคน	11

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2564, 2564

3.2.2.1 การใช้ไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่จอดรถต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างเฉลี่ยสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และต้องเป็นไปตามที่กฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้นกำหนด

3.2.2.2 อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคารไม่เกินค่าที่กำหนด ตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่แต่ละส่วนนั้น

3.2.3 ระบบปรับอากาศ ในแต่ละประเภทและขนาดที่ติดตั้งเพื่อใช้สำหรับอาคารต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล หรือค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.3.1 เครื่องปรับอากาศขนาดไม่เกิน 12,000 วัตต์ ต้องมีค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล เป็นไปตามเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 (ขั้นต่ำ) ที่เป็นปัจจุบันของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

3.2.3.2 เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ อ้างอิงจากการทดสอบสภาวะมาตรฐานที่มีค่าอุณหภูมิน้ำออกจากระบบจ่ายน้ำเย็น 7.2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิน้ำออกจากระบบระบายความร้อน 32.2 องศาเซลเซียส ต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นไม่เกินค่าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-4 ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ		ขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็น (ตันความเย็น)	ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ชนิดการระบายความร้อน	แบบของเครื่องอัด		
ระบายความร้อนด้วยอากาศ	ทุกชนิด	ทุกขนาด	1.12
ระบายความร้อนด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	0.88
	แบบโรตารีหรือแบบสกรู	ทุกขนาด	0.70
	แบบสครอลล์	ทุกขนาด	0.89

	แบบแรงเหวี่ยง	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 300 มากกว่า 300	0.67 0.61

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2564, 2564

3.2.3.3 ส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยระบบระบาย ความร้อน ระบบจ่ายน้ำเย็น และระบบส่งลมเย็น ต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นรวมกันไม่เกิน 0.5 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น

3.2.3.4 เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบดูดกลืน ให้ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำแล้วแต่กรณีไม่ต่ำกว่าค่า ดังต่อไปนี้

(ก) กำหนดภาวะพิกัดโดยระบุอุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนเข้าเครื่องควบแน่น ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-5 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (อัตราการไหลของน้ำ)

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบดูดกลืน	ภาวะพิกัด				ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิน้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิน้ำเย็นออก	อุณหภูมิน้ำเข้าเครื่องควบแน่น	อัตราการไหลของน้ำเข้าเครื่องควบแน่น	
	(องศาเซลเซียส)			(ลิตรต่อวินาทีต่อกิโลวัตต์)	
ก. ชั้นเดียว	12.0	7.0	32.0	0.105	0.65
ข. สองชั้น	12.0	7.0	32.0	0.079	1.10

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2564, 2564

(ข) กำหนดภาวะพิกัดโดยระบุอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเข้าและออกจากเครื่องควบแน่นต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-6 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (อุณหภูมิของน้ำ)

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบดูดกลืน	ภาวะพิกัด				ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิน้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิน้ำเย็นออก	อุณหภูมิน้ำเข้าเครื่องควบแน่น	อุณหภูมิน้ำออกจากเครื่องควบแน่น	

	(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

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2564, 2564

ทั้งนี้ การคิดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะจะคิดเฉพาะค่าความร้อนเท่านั้น โดยไม่รวมกำลังไฟฟ้าในระบบ ซึ่งค่าประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศที่กล่าวไปข้างต้นนั้น จะไม่ใช้บังคับกับระบบปรับอากาศที่ใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Thermal Air Conditioning)

3.2.4 อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน ที่ติดตั้งเพื่อใช้สำหรับอาคาร ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ และค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำ เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

3.2.4.1 หม้อไอน้ำและหม้อต้มน้ำร้อน (steam boiler and hot water boiler) ต้องมีค่าประสิทธิภาพ ไม่ต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-7 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของหม้อไอน้ำและหม้อต้มน้ำร้อน

ประเภท	ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำ (ร้อยละ)
ก. หม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (oil fired steam boiler)	85
ข. หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (oil fired hot water boiler)	80
ค. หม้อไอน้ำที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (gas fired steam boiler)	80
ง. หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (gas fired hot water boiler)	80

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2564, 2564

3.2.4.2 เครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊มแบบอากาศสู่อากาศ (air-source heat pump water heater) ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-8 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊มแบบอากาศสู่อากาศ

ภาวะพิกัด				ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ
ลักษณะการใช้งาน	อุณหภูมิน้ำเข้า	อุณหภูมิน้ำออก	อุณหภูมิอากาศ	
	(องศาเซลเซียส)			
ก. แบบที่ 1	30.0	50.0	30.0	3.5
ข. แบบที่ 2	30.0	60.0	30.0	3.0

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2564, 2564

ในกฎกระทรวงฯ อาคารอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2563 ยังครอบคลุมถึงกระบวนการตรวจประเมินเพื่อใช้ประกอบการขออนุญาตก่อสร้าง (อ.1) หรือขอเปิดใช้งานอาคาร (อ.5) ไว้อีกด้วย ดังนี้

ข้อ 14 การตรวจประเมิน ให้กระทำโดยผู้ได้รับใบประกอบวิชาชีพให้เป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม หรือผู้ได้รับใบประกอบวิชาชีพให้เป็นผู้ประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรมควบคุม และได้รับการรับรองจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ว่าเป็นผู้สำเร็จการฝึกอบรมตามหลักสูตรที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกำหนด

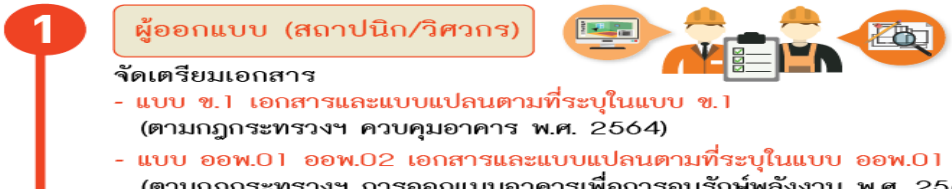
ข้อ 15 การรับรองผลตรวจประเมิน ให้เจ้าของอาคารมีหน้าที่จัดทำรายงานผลการตรวจประเมินในการออกแบบก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารตามแบบที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด และจัดหาผู้ที่มีคุณสมบัติในการตรวจประเมินตามที่กำหนดในข้อ 14 เป็นผู้รับรอง เพื่อประกอบการยื่นคำขอรับใบอนุญาตหรือแจ้งก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารเมื่อได้มีการก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารแล้วเสร็จ ให้เจ้าของอาคารมีหน้าที่ ยื่นเอกสารที่มีการรับรองว่าอาคารได้มีการออกแบบและก่อสร้างหรือดัดแปลงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานอีกครั้งหนึ่ง เพื่อใช้ประกอบการยื่นขอใบรับรองการก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

แผนภาพที่ 2-4 การรับรองผลตรวจประเมินอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ข้

แนวทางการปฏิบัติตามกฎกระทรวงฯ อาคารอนุรักษ์พลังงาน ในการขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1) มีรายละเอียดดังภาพ

แผนภาพที่ 2-5 การขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1)



ที่มา : คู่มือแนวทางปฏิบัติตามกฎหมายเกณฑ์มาตรฐานอาคารด้านพลังงาน, 2564

สำหรับอาคารที่จัดเป็นอาคารควบคุมการใช้งานตามมาตรา 32 ของ พ.ร.บ.ควบคุมอาคาร จะต้องทำการขออนุญาตเปิดใช้งานอาคารก่อนจึงจะสามารถเข้าใช้งานอาคารได้ ซึ่งแนวทางการปฏิบัติให้สอดคล้องกับตามกฎกระทรวงฯ อาคารอนุรักษ์พลังงาน ในการขออนุญาตเปิดใช้งานอาคาร รายละเอียดดังภาพ

แผนภาพที่ 2-6 การขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.5)

ที่

ซึ่งการตรวจประเมินอาคารอนุรักษ์พลังงานให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ กล่าวไปข้างต้นนั้น ต้องดำเนินการโดยผู้ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อที่ 14 โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ออกประกาศกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเรื่อง การรับรองผู้ทำหน้าที่ผู้ตรวจประเมินในการออกแบบก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2564 โดยตามหมวด 6 ของประกาศกรมฯ ฉบับดังกล่าวระบุว่า

หมวด 6 คุณสมบัติผู้ตรวจประเมินในการออกแบบก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ข้อ 12 ผู้ตรวจประเมินในการออกแบบก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

(1) ได้รับใบประกอบวิชาชีพให้เป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม หรือได้รับใบประกอบวิชาชีพให้เป็นผู้ประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรมควบคุม

(2) สำเร็จการฝึกอบรมและได้รับใบรับรองจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ว่าเป็นผู้สำเร็จการฝึกอบรมตามหลักสูตรฝึกอบรมที่กำหนด”

ทั้งนี้ ผู้ตรวจประเมินมีหน้าที่รับผิดชอบเฉพาะในเรื่องการตรวจประเมินอาคารด้านพลังงานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้เท่านั้น ส่วนการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม/สถาปัตยกรรมควบคุม ก็เป็นไปตามขอบข่ายของใบอนุญาตประกอบวิชาชีพที่กำหนด มีหน้าที่ความรับผิดชอบที่แตกต่างกัน ไม่มีผลลดทอนวิชาชีพแต่อย่างใด

ผู้มีคุณสมบัติในการตรวจประเมินฯ อาคารอนุรักษ์พลังงานจะเป็นผู้ที่ทำหน้าตรวจประเมินแบบอาคารก่อสร้างใหม่ หรือดัดแปลงที่เข่าข่ายต้องปฏิบัติตาม โดยมีวิธีการที่เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

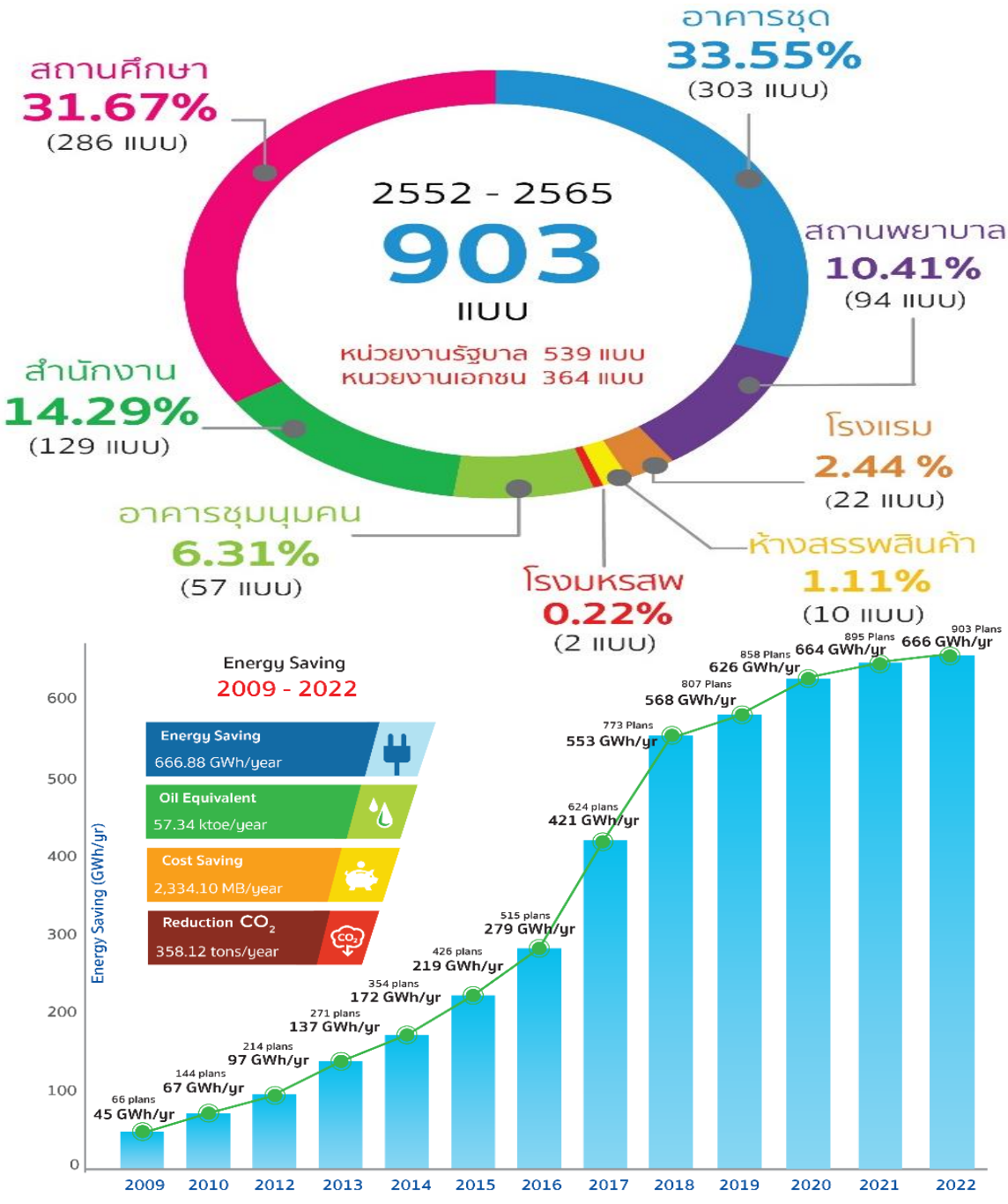
ในกระบวนการตรวจประเมินแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานฯ มีวิธีการผ่านการประเมินด้วยกันอยู่ 2 วิธีการ คือ 1. ผ่านทุกเกณฑ์มาตรฐานของรายระบบที่มีในอาคารนั้น ๆ เช่น ระบบเปลือกอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ หรือ 2. พิจารณาตามเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร หากมีระบบในระบบหนึ่งในอาคารไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยต้องมีค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารดังกล่าวต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิง

แผนภาพที่ 2-7 วิธีการผ่านการประเมินการตรวจประเมินแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน

ที่มา : คู่มือแนว

ข้อมูลสถิติอาคารที่ตรวจประเมินแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน ณ วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2565 ที่ดำเนินการโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

แผนภาพที่ 2-8 ข้อมูลสถิติอาคารที่ตรวจประเมินแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน



ที่มา : คู่มือตัวอย่างอาคารที่ผ่านการตรวจประเมิน BEC, 2562.

ในจำนวนอาคารทั้ง 904 อาคารนั้น มีตัวอย่างอาคารที่ผ่านการตรวจประเมินแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานที่จะขอนำเสนอข้อมูลจำนวน 3 อาคาร ดังนี้

1. อาคารธนพิพัฒน์ (Dhanaphiphat Building) ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550 เป็นอาคารประเภทสำนักงาน ของบริษัท ธนารักษ์พัฒนาสินทรัพย์ จำกัด ตั้งอยู่ ณ ศูนย์ราชการแจ้งวัฒนะ มีพื้นที่อาคาร 4,630 ตารางเมตร ซึ่งจากการประเมินเกณฑ์มาตรฐานอาคารอนุรักษ์พลังงานรายระบบต่าง ๆ อาคารหลังนี้ มีค่า OTTV เท่ากับ 37.44 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่า RTTV เท่ากับ 1.99 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่า LPD เท่ากับ 5.62 วัตต์ต่อตารางเมตร นอกจากนี้ยังมีการติดแผงโซล่าเซลล์ที่ช่วยให้การใช้พลังงานในอาคารลดลงอีกด้วย โดยอาคารหลังนี้มีการใช้พลังงานในอาคารโดยรวมอยู่ที่ 20,736 kWh/year มีรายละเอียดการออกแบบอาคาร ดังนี้

แผนภาพที่ 2-9 อาคารธนพิพัฒน์ ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา

ที่ม

2. อาคาร S OASIS เป็นอาคารประเภทที่ทำงานสวัสดิการของบริษัท แม็กซ์ฟิวเตอร์ จำกัด มีพื้นที่อาคารประมาณ 6,800 ตารางเมตร ซึ่งจากการประเมินเกณฑ์มาตรฐานอาคารอนุรักษ์พลังงานรายระบบต่าง ๆ อาคารหลังนี้ มีค่า OTTV เท่ากับ 37.45 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่า RTTV เท่ากับ 8.27 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่า LPD เท่ากับ 8.39 วัตต์ต่อตารางเมตร อาคารหลังนี้มีการใช้พลังงานในอาคารโดยรวมอยู่ที่ 461,187 kWh/year มีรายละเอียดการออกแบบอาคาร ดังนี้

แผนภาพที่ 2-10 อาคาร S OASIS บริษัท แม็กซ์ฟิวเตอร์ จำกัด

ที่มา

ครจำกัด (มหาชน) มีพื้นที่ประมาณ 23,000 ตารางเมตร ซึ่งจากการประเมินเกณฑ์มาตรฐานอาคารอนุรักษ์พลังงานรายระบบต่าง ๆ อาคารหลังนี้ มีค่า OTTV เท่ากับ 29.47 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่า RTTV เท่ากับ 4.76 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่า LPD เท่ากับ 1.43 วัตต์ต่อตารางเมตร อาคารหลังนี้มีการใช้พลังงานในอาคารโดยรวมอยู่ที่ 1,818,401 kWh/year มีรายละเอียดการออกแบบอาคาร ดังนี้

แผนภาพที่ 2-11 โครงการ THE CUVEE ติวานนท์ บริษัท เจ้าพระยามหานคร จำกัด (มหาชน)

ที่มา : คู่มือตัวอย่างอาคารที่ผ่านการตรวจประเมิน BEC, 2562.

การออกแบบอาคาร Passive Design

1. การออกแบบอาคารประหยัดพลังงานด้วยวิธีการ Passive Design คือวิธีการออกแบบอาคารโดยใช้ประโยชน์จากธรรมชาติเข้ามาเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบ โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อให้อาคารมีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานสูงสุด ขณะที่มีค่าใช้จ่ายในการออกแบบและอาคารต่ำ ซึ่งแนวคิดหลักก็คือการใช้ปัจจัยธรรมชาติและป้องกันความร้อนเข้าสู่กรอบอาคาร (Passive Design) ตัวอย่างเช่น

1.1 การวางผังอาคารให้เหมาะสม โดยวางตามแนวทิศเหนือ - ใต้

1.2 การใช้ประโยชน์จากธรรมชาติและสภาพแวดล้อม เช่น ต้นไม้ น้ำ เป็นต้น เพื่อใช้ในการลดความร้อนก่อนเข้ามาในอาคารและป้องกันเสียงและฝุ่นจากภายนอก

1.3 การใช้แสงธรรมชาติ (แสงเหนือ หรือ Indirect Light)

1.4 ตำแหน่งและขนาดของช่องหน้าต่างให้สามารถระบายความร้อนได้ดี

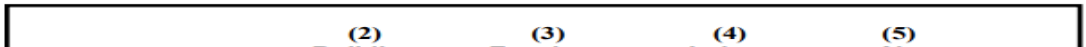
1.5 ใช้วัสดุเปลือกอาคารที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง

1.6 ใช้หลังคาที่มีค่าความต้านทานความร้อนที่ดี

1.7 ลดพื้นที่ดาดแข็ง หรือให้ร่มเงาแก่พื้นที่ดาดแข็งและหน้าต่างกระจกด้วยต้นไม้หรืออุปกรณ์บังแดด

วิธีการเหล่านี้จะช่วยให้อาคารมีการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศที่ระดับต่ำสุด เนื่องจากการใช้พลังงานในอาคารนั้น คิดเป็นร้อยละ 60 เป็นการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศ หากมีการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศที่ต่ำย่อมทำให้อาคารเกิดการประหยัดพลังงานขึ้น มีแนวคิดการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานด้วยวิธีการ Passive Design ดังภาพ

แผนภาพที่ 2-12 ออกแบบอาคารประหยัดพลังงานด้วยวิธีการ Passive Design



ที่มา : เอกสารเผยแพร่ภาคอาคารธุรกิจ, http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/ websemple/ Commercial%28PDF%29/Bay38%20Building%20Features.pdf., 2560

2. ขั้นตอนการออกแบบอาคาร Passive Design

2.1 การตระหนักถึงความสำคัญของการออกแบบอาคาร Passive Design หรือการผสมผสานการออกแบบระบบต่างๆ ให้มีความสอดคล้องกัน ตั้งแต่ในขั้นตอนการวางแผนงานและการออกแบบอาการจะสามารถลดต้นทุนทุนและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้มาก ขณะเดียวกันก็สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของอาการให้สูงขึ้นได้มาด้วย

2.2 กลยุทธ์การออกแบบอาคาร Passive Design เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน วางผังการใช้ที่ดินแบบยั่งยืน การใช้น้ำอย่างปลอดภัย สร้างสภาวะภายในอาคารที่ดี และการใช้วัสดุที่เอื้อต่อสภาพแวดล้อม ผู้ออกแบบทุกๆ ฝ่ายตั้งแต่วิศวกรโยธาไปจนถึงนักออกแบบตกแต่งภายในควรกำหนดเป้าหมายที่เป็นประเด็นหลักในโปรแกรมการออกแบบอาคาร การจัดหาบริการทั้งด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมควรเน้นให้การทำงานในระบบทีม และการทำงานในแบบบูรณาการควรถูกระบุไว้อย่างชัดเจนในข้อตกลง ตัวอย่างเช่น ควรกำหนดความถี่ในการประชุมและระดับความสำคัญของวิศวกรงานระบบที่จะวิเคราะห์ทางเลือกในการออกแบบ โดยมีแนวคิดในการออกแบบทั้งทางด้าน Passive Design สำหรับอาคารนั้น จะแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

2.2.1 การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมบริเวณรอบอาคารให้ร่มรื่น เย็นสบาย มีแนวคิดที่สำคัญคือ การทำให้สภาวะแวดล้อมโดยรอบภายนอกอาคารมีอุณหภูมิลดต่ำลงกว่าสภาพภูมิอากาศปกติ และลดผลกระทบที่เกิดจากความร้อนของรังสีอาทิตย์ในเวลากลางวัน ซึ่งจะมีผลทำให้สามารถลดภาระในการทำความเย็นให้กับตัวอาคารได้โดยมีตัวแปรที่ควรพิจารณาใช้ ได้แก่ พืชพรรณธรรมชาติ สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ มีรายละเอียดดังนี้

- ปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่ที่มีทรงแผ่กว้างและพุ่มใบโปร่งบริเวณรอบ ๆ อาคารเพื่อให้ร่มเงาช่วยลดความที่เกิดจากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Sun) แต่ไม่กักเก็บความชื้น
- ใช้ไม้พุ่มเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็น โดยให้มีลมพัดทำให้เกิดการระเหยของน้ำ
- ปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดินเพื่อป้องกันความร้อนให้กับดิน และทำให้อุณหภูมิผิวของสภาพแวดล้อมเย็นลง

- ปรับความลาดเอียงของพื้นดินให้เอียงไปทางทิศเหนือ (North Slope) เพื่อให้รับแสงแดดน้อยลง

- ปรับแต่งเนินดินรอบอาคารเพื่อช่วยให้กระแสลมเย็นสามารถพัดผ่านตัวอาคาร

- ใช้ประโยชน์จากอุณหภูมิของดินที่เย็นกว่าอากาศ โดยให้พื้นชั้นล่างของอาคารสัมผัสกับผิวดิน หรือออกแบบให้ผนังอาคารบางส่วนอยู่ใต้ดิน

- ใช้แหล่งน้ำขนาดใหญ่ (ความลึกตั้งแต่ 1.5 เมตรขึ้นไป) สร้างความเย็นให้แก่สภาพแวดล้อม โดยให้มีกระแสลมพัดผ่านเพื่อทำให้เกิดการระเหยของน้ำ

- การใช้ประโยชน์จากลม (Cross Ventilation) สำหรับประเทศไทยมีกระแสลมหลัก มาจากทิศใต้/ตะวันตกเฉียงใต้ในฤดูร้อน และจากทางทิศเหนือ/ตะวันออกเฉียงเหนือ ในฤดูหนาว จึงควรวางอาคารและช่องเปิดให้ขวางทิศทางลม

- ควรออกแบบให้อาคารมีช่องทางให้ลมเขาและลมออกที่มีขนาดเหมาะสม โดยให้ลม พัดผ่านช่วงตัวผู้อยู่ภายในอาคาร (บริเวณไม่มีการปรับอากาศ)

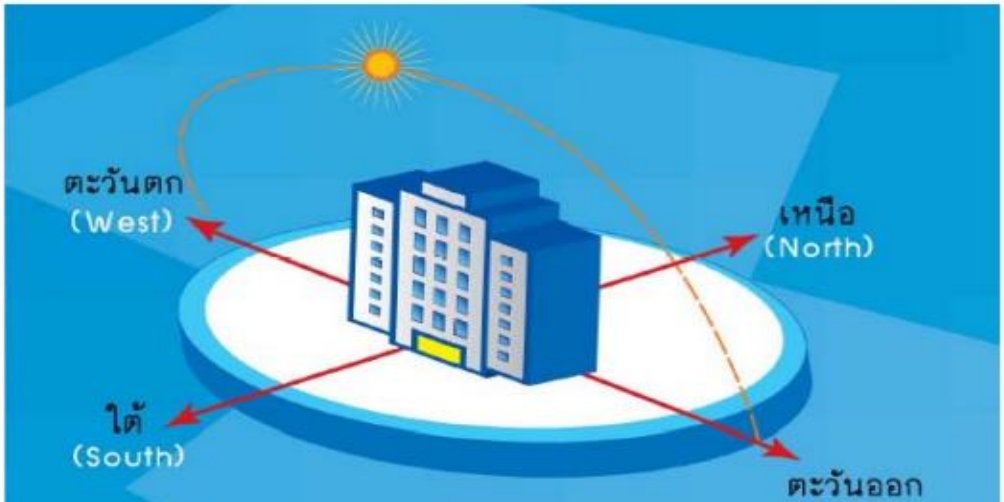
แผนภาพที่ 2-13 ปัจจัยธรรมชาติปรับอุณหภูมิแวดล้อมอาคารให้มีความเย็นสบาย

ที่มา : เอกสารเผยแพร่ภาคอาคารธุรกิจ, http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/ websemple/ Commercial%28PDF%29/Bay38%20Building%20Features.pdf., 2560

2.2.2 การเลือกรูปทรงอาคารและการใช้ประโยชน์จากปัจจัยธรรมชาติให้เกิดการประหยัดพลังงาน รูปทรงอาคารที่ดีต้องมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำสุด และมีรูปทรงโค้งมน เพื่อลดการรั่วซึมของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารซึ่งเป็นการลดภาระการความเย็นของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคารเป็นอย่างมากถัดไปคือทิศการวางตัวอาคาร เพราะความร้อนจากรังสีอาทิตย์ซึ่งเป็นที่มาของภาระการทำความเย็นจะแปรผันไปตามทิศทางของดวงอาทิตย์โดยทิศการวางตัวอาคารที่เหมาะสมควรหันด้านแคบของอาคารไปทางทิศตะวันออก - ทิศตะวันตก เพื่อลดผลกระทบจากรังสีแสงอาทิตย์ตอนบ่ายที่มีความร้อนสูงให้มากที่สุดมี รายละเอียดดังนี้

- หันด้านแคบของอาคารไปทางทิศตะวันออก - ตะวันตก หรือให้ด้านแคบของอาคาร หันไปทางทิศที่ได้รับแสงอาทิตย์ตอนบ่าย (ทิศตะวันตกเฉียงใต้)
- ใช้การวางทิศทางอาคารของอาคารประกอบกับการปลูกต้นไม้รอบอาคารเพื่อช่วยในการ กำหนดทิศทางลมให้พัดผ่านอาคาร
- วางตัวอาคารให้ตั้งฉากกับทิศทางลมโดยพิจารณาความเร็วและทิศทางของลมในแต่ละฤดูกาล เพื่อใช้ประโยชน์จากลมธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- อุดหรือปิดรอยต่อในส่วนต่าง ๆ ของอาคารเพื่อลดการรั่วซึมของอากาศ เช่น ตามวงกบหน้าต่างและประตู ระหว่างผนังกับฐานราก ระหว่างกำแพงกับหลังคา รอยต่อระหว่างผนัง ช่องเจาะที่พื้น ผนังหรือหลังคาสำหรับการเดินท่อต่าง ๆ ให้สนิทด้วยซีเมนต์และซิลิโคน
- มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำสุดหรือให้กรอบอาคารมีเส้นรอบรูปน้อย
- มีการรั่วซึมของอากาศต่ำ แต่ยอมให้มีการไหลเวียนอากาศผ่านผิวอาคาร
- ควรลดปริมาณกระจกทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตกให้เหลือน้อยที่สุดเพื่อลดความร้อนที่เข้าอาคารและการระคายเคืองในการมองเห็น (Glare)
- ติดตั้งอุปกรณ์บังแดด (Shading Device) แบบถาวรเหนือกระจกเพื่อบังรังสีอาทิตย์ โดยตรง (Direct Solar Radiation) หรือพิจารณาใช้การออกแบบภูมิทัศน์ (Landscape) ช่วยในการบังแดด และจำกัดปริมาณกระจกในทิศตะวันออกและตะวันตกให้มีน้อยที่สุด เพราะบังแดดได้ยากกว้ากระจกทางด้านทิศใต้
- ไม่ควรมีช่องแสงขนาดใหญ่บนหลังคา (Skylight) ยกเว้นกรณีที่ได้มีการออกแบบให้ สามารถป้องกันรังสีตรงได้อย่างสมบูรณ์

แผนภาพที่ 2-14 การวางตัวอาคารที่สอดคล้องกับการโคจรของดวงอาทิตย์



ที่มา : เอกสารเผยแพร่ภาคอาคารธุรกิจ, http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/ websemple/ Commercial%28PDF%29/Bay38%20Building%20Features.pdf., 2560

2.2.3 การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคาร ระบบเปลือกอาคารนั้นเป็นดังเกราะป้องกันความร้อนของอาคาร มีปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบระบบเปลือกอาคารคือการพิจารณาใช้มวลสารและฉนวนป้องกันความร้อนอย่างเหมาะสม โดยต้องสามารถลดภาระร้อนและความชื้นผ่านกรอบอาคารได้ทุกทิศทาง ความร้อนที่เข้าผ่านเข้าสู่กรอบอาคาร มีหลายรูปแบบ อาทิการรั่วซึมของความร้อนความชื้นตามรอยแยกของกรอบอาคาร การแผ่รังสีความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์ผ่านทางหน้าต่าง การนำและการแผ่รังสีความร้อนผ่านกรอบอาคารในส่วนของผนังทึบ หลังคา เสาและคาน ดังนั้น การใช้มวลสารที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง ไม่ว่าจะเป็นผนังทึบ หรือผนังโปร่งแสงและการใช้ฉนวนกันความร้อนเสริมบริเวณชั้นผนัง หรือ ช่องว่างใต้หลังคา จะเป็นการป้องกันและหน่วงเวลา (Time-lag) ของความร้อนที่เข้าสู่กรอบอาคารได้เป็นอย่างดี มีรายละเอียดดังนี้

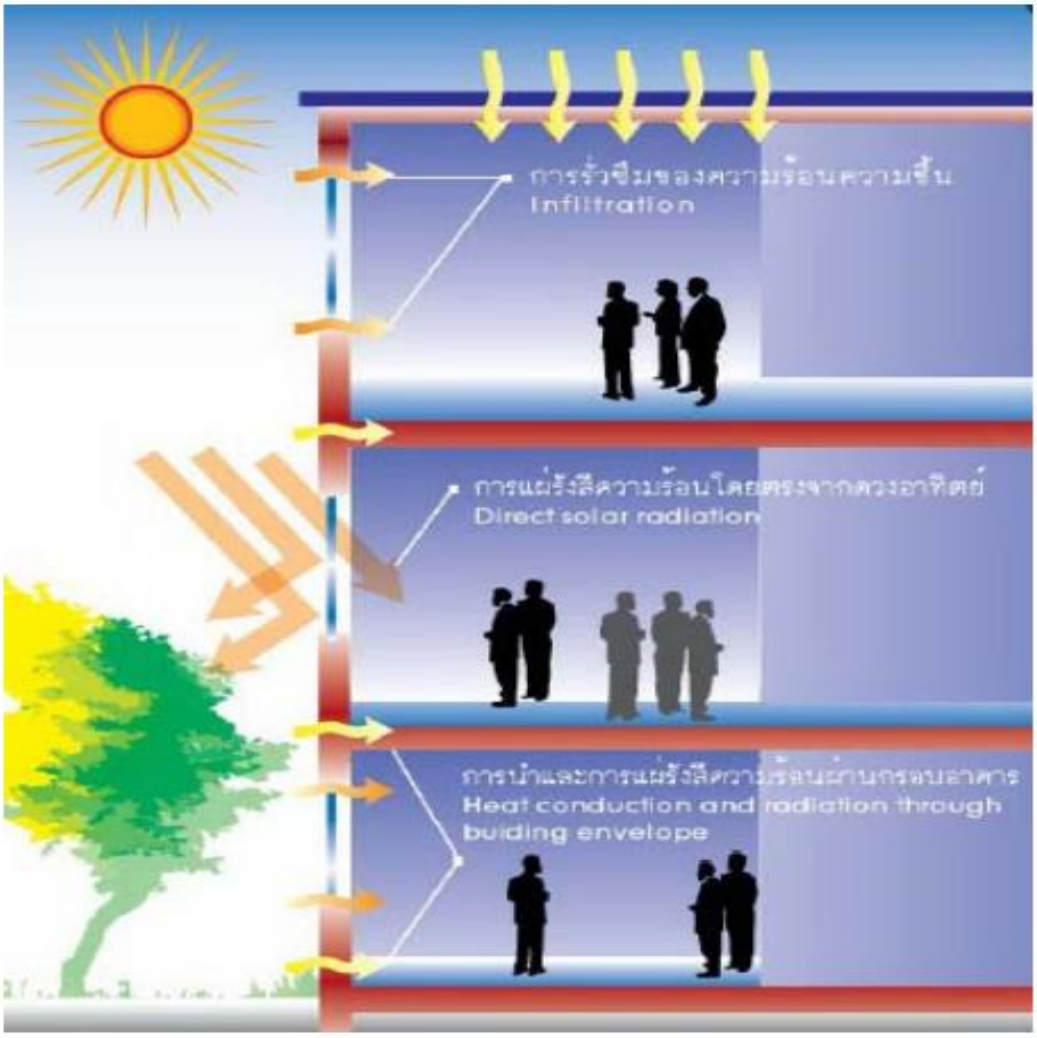
- เพิ่มความสามารถในการต้านทานความร้อนให้กับผนัง (ค่า R สูง) หรือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) ต่ำโดยการติดตั้งหรือบุฉนวนกันความร้อนที่ผนังด้านนอกของอาคาร หรือใช้ผนัง 2 ชั้นมีช่องว่างอากาศ (Air-Gap) ระหว่างชั้นของผนังเป็นอากาศหรือฉนวนเพื่อกันความร้อน ในบางกรณีที่มีความเหมาะสม เช่น ไม่ต้องการใช้ระบบปรับอากาศในอาคาร อาจออกแบบผนังให้มีมวลสารที่หน่วงความร้อนได้ 12 ชั่วโมง เพื่อปรับปรุงสภาวะน่าสบายและเพิ่มประสิทธิภาพของอาคาร โดยเฉพาะผนังทางทิศตะวันตกที่ได้รับความร้อนมาก
- อาคารปรับอากาศที่มีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศระยะยาว อาจพิจารณาใช้ผนังที่มีการผสมผสานของมวลสารและฉนวนอย่างเหมาะสม โดยให้มวลสารอยู่ด้านนอกติดตั้งฉนวน ในด้านในผนังอาคาร และใช้ฉนวนสะท้อนความร้อนเพิ่มค่า R ให้ช่องว่างอากาศระหว่างผนัง
- อาคารปรับอากาศที่มีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศระยะสั้น ควรใช้ผนังที่มีมวลสารน้อย ติดตั้งฉนวนความร้อนและใช้วัสดุที่มีการสะสมความร้อนความชื้นน้อย ตัวอย่างเช่น ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (External Insulation and Finished System : EIFS)
- สีของผนังภายนอกอาคารควรเป็นสีโทนอ่อน หรือใช้วัสดุผิวมันเพื่อสะท้อนความร้อน
- เพิ่มความสามารถในการตานทานความร้อนกับหลังคา (ค่า R สูง) โดยการติดตั้งหรือบุฉนวนกันความร้อนใต้หลังคาหรือระหว่างชั้นฝ้าเพดานกับหลังคา โดยอาจมีช่องระบายอากาศเพื่อระบายอากาศร้อนจากใต้หลังคาออกสู่ภายนอกอาคาร
- ติดตั้งแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ (Reflective Aluminum Film) บาง ๆ ที่สะท้อนความร้อนได้ ไว้ที่ด้านล่างของหลังคา
- ฉนวนใยแก้วหรือไฟเบอร์กลาส มีคุณสมบัติในการกันความร้อนได้ดีมีค่าการกันไฟได้สูงถึง 300 องศาเซลเซียส และกันเสียงได้ด้วยแต่ไม่ทนต่อความชื้น
- ใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient : SC) ต่ำเพื่อลดปริมาณรังสีอาทิตย์ (คลื่นสั้น) ที่ผ่านกระจกเข้าสู่ภายในอาคารและเปลี่ยนเป็นความร้อน (คลื่นยาว)

- ใช้กระจกที่มีค่าการส่องผ่านของแสง (Light Transmittance : LT) ในช่วงคลื่นที่จำเป็นต่อการมองเห็น (Visible Light) สูงมากพอที่จะนำแสงธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ในอาคารได้ (LT ไม่ควรน้อยกว่า 20%)

- ควรพิจารณากระจกที่มีอัตราส่วน LSG (Light-to-Solar-Gain Ratio) สูง ซึ่งค่า LSG เป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบปริมาณของแสงสว่างกับปริมาณความร้อนที่ผ่านกระจก (LT/SC) ดังนั้น ถ้ากระจกมีค่า LSG มากกว่า 1 แสดงว่ามีแสงสว่างผ่านเข้ามาภายในอาคารมากกว่าความร้อน และเป็นกระจกเหมาะสมสำหรับนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร

- ใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) ต่ำ เพื่อลดปริมาณความร้อนที่เกิดจากนำ (Conduction) จากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร เช่น กระจก 2 ชั้น (Double Glazing) หรือ 3 ชั้น (Triple Glazing)

แผนภาพที่ 2-15 ภาระความร้อนที่เข้าสู่กรอบอาคารในลักษณะต่าง ๆ



ที่ ...ะ/
Cc

การออกแบบอาคาร Active Design

1. การออกแบบ Active Design คือการใช้ระบบเครื่องกลเพื่อช่วยแก้ปัญหาในส่วนที่ Passive Design ทำได้ไม่เพียงพอ เช่น การใช้เครื่องปรับอากาศในการช่วยลดอุณหภูมิและความชื้น เนื่องจากสภาพอากาศในประเทศไทยโดยเฉพาะในเขตชุมชนเมืองที่ไม่ว่าจะออกแบบได้ดีเพียงใดก็ไม่สามารถทำให้รู้สึกสบายได้

การเลือกใช้เครื่องปรับอากาศเข้าช่วยจึงเป็นอีกทางเลือกที่สามารถนำมาใช้ร่วมกันได้ แต่จะทำอย่างไรที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน และวางตำแหน่ง Condensing Unit (CDU) ที่ห่างจากทางลมออก

1.2 การเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง

แผนภาพที่ 2-16 เกณฑ์ฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 แบบใหม่ แบบมีดาว

ชนิด	ขนาด (บีทียู/ชั่วโมง)	เบอร์ 5	เบอร์ 5★	เบอร์ 5★★	เบอร์ 5★★★
Fixed Speed	≤27,296	12.85 – 13.84	13.85 – 14.84	14.85 – 15.84	≥15.85
	>27,296 - 40,944	12.40 – 13.39	13.40 – 14.39	14.40 – 15.39	≥15.40
	>40,944 - 61,416	10.00 – 10.99	11.00 – 11.99	12.00 – 12.99	≥13.00
Inverter	≤27,296	15.00 – 17.49	17.50 – 19.99	20.00 – 22.49	≥22.50
	>27,296 - 40,944	14.00 – 16.49	16.50 – 18.99	19.00 – 21.49	≥21.50
	>40,944 - 61,416	14.00 – 16.49	16.50 – 18.99	19.00 – 21.49	≥21.50

หมายเหตุ การคำนวณค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (Seasonal Energy Efficiency Ratio : SEER) สำหรับเครื่องปรับอากาศ ชนิด Fixed speed และ Variable speed/Inverter ดังนี้

- ประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล (Cooling Seasonal Performance Factor : CSPF)

CSPF = ขีดความสามารถทำความเย็นรวมทั้งหมด (Cooling Seasonal Total Load : CSTL) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

ที่ Commercial%28PDF%29/Bay38%20Building%20Features.pdf., 2563

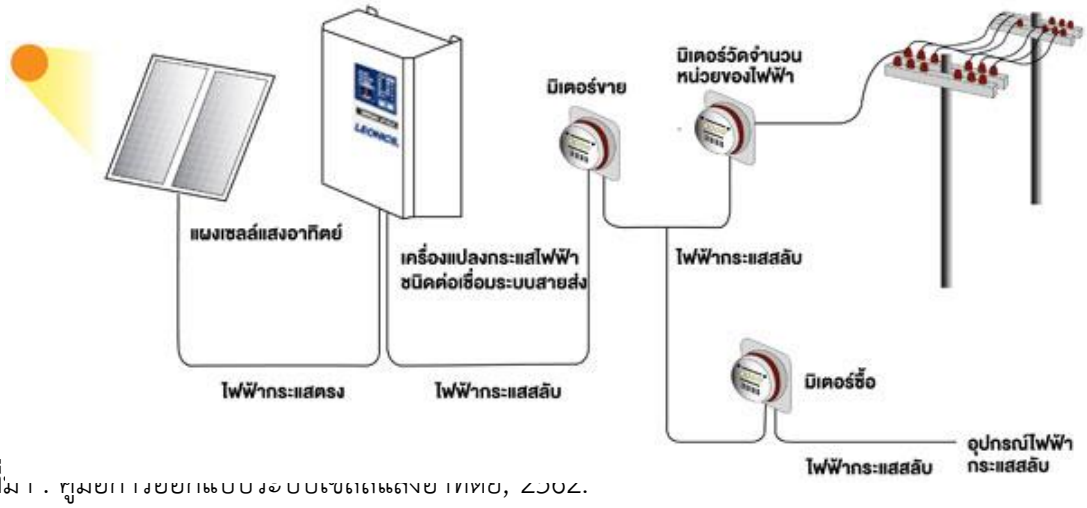
เทคโนโลยีอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

1. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) หรือเซลล์โฟโตวอลเทอิก (Photovoltaic Cell) เป็นอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงหรือโฟตอนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงเป็นการผลิตพลังงานทดแทนและการพัฒนาด้านพลังงานที่ยั่งยืนเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายเป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้า National Grid โดยตรง มีหลักการทำงานแบ่งเป็น 2 ช่วง กล่าวคือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดได้โดยตรง โดยผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ และหากมีพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินจะถูกจ่ายเข้าระบบ

จำหน่ายไฟฟ้า สังเกตได้เนื่องจากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนกลับทาง ส่วนในช่วงกลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะจ่ายให้แก่โหลดโดยตรงสังเกตได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนปกติ ดังนั้น ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายจะเป็นการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าในเขตเมืองหรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า Grid connected เป็นต้น

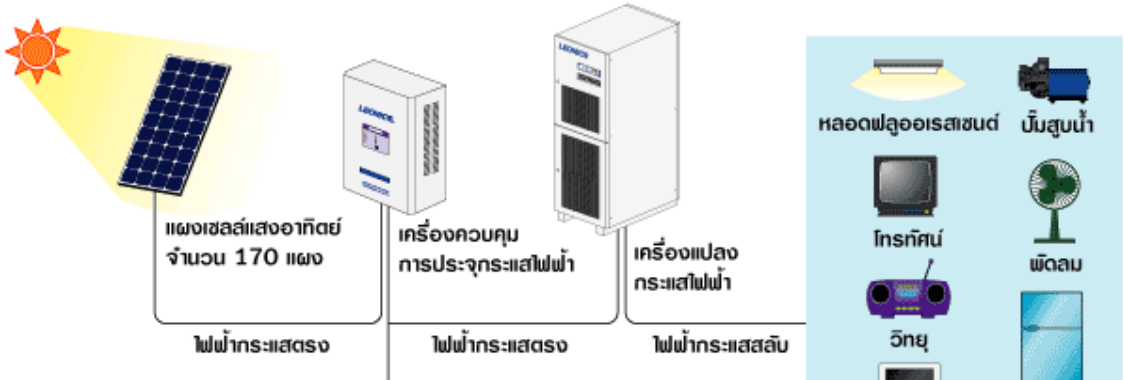
แผนภาพที่ 2-17 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย



ที่มา : คู่มือการใช้งานระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์, 2562.

1.2 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระถูกออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าจาก National Grid โดยมีหลักการทำงานแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา กล่าวคือ ช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดพร้อมทั้งประจุพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินไว้ในแบตเตอรี่พร้อมๆ กัน ส่วนในช่วงกลางคืน เซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้รับแสงแดดจึงไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้น พลังงานจากแบตเตอรี่ที่เก็บประจุไว้ในช่วงกลางวันจะถูกจ่ายให้แก่โหลด จึงสามารถกล่าวได้ว่า ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โหลดได้ทั้งกลางวันและกลางคืน อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิด Stand alone เป็นต้น

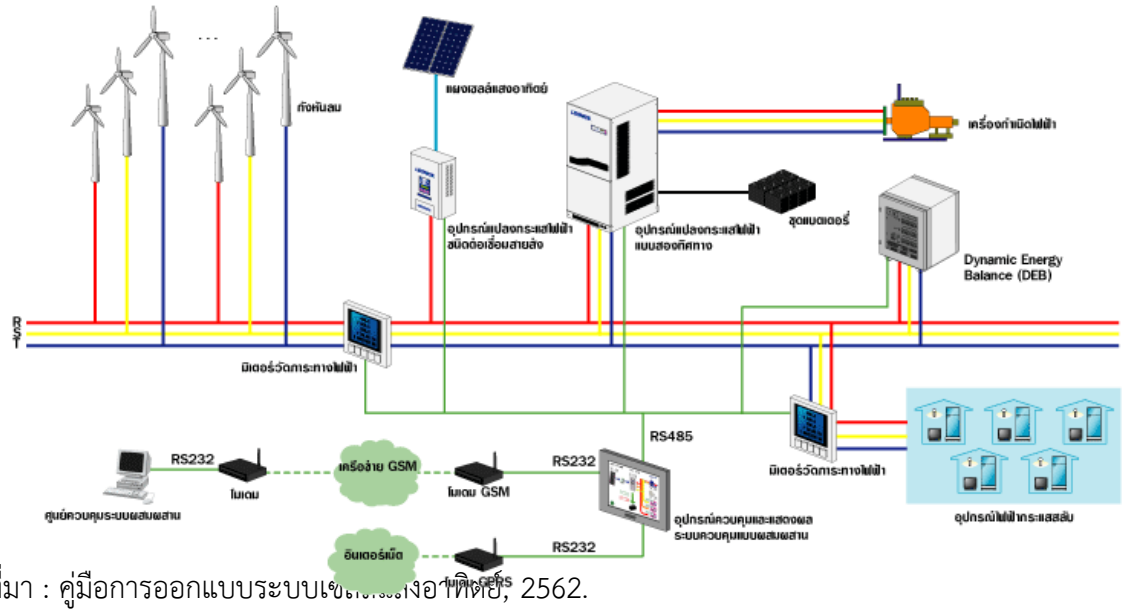
แผนภาพที่ 2-18 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย



ที่มา : คู่มือการออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์, 2562.

1.3 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสานเป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล มีหลักการทำงาน กล่าวคือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าได้ จะจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิด Multi-function ทำงานร่วมกับไฟฟ้าจากพลังงานลม จ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลดพร้อมทั้งทำงานประจุไฟฟ้าส่วนที่เกินไว้ในแบตเตอรี่ ในกรณีพลังงานลมต่ำไม่สามารถผลิตไฟฟ้าหรือเวลากลางคืนไม่มีไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ชุดแบตเตอรี่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โหลด และกรณีแบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้ามากจนถึงพิกัดที่ออกแบบไว้ เครื่องยนต์ดีเซลจะทำงานโดยอัตโนมัติเป็นอุปกรณ์สำรองพลังงาน กล่าวคือจะจ่ายกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่โดยตรงและแบ่งจ่ายให้แก่โหลดพร้อมกัน และหากโหลดมีมากเกินไประบบจะหยุดทำงานทันทีและจะทำงานใหม่อีกครั้งเมื่อเซลล์แสงอาทิตย์หรือพลังงานลมสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ได้ปริมาณตามพิกัดที่ออกแบบไว้พร้อมทั้งขนาดโหลดอยู่ในพิกัดที่ชุดแบตเตอรี่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้

แผนภาพที่ 2-19 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน



ที่มา : คู่มือการออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์, 2562.

2. ระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคาร (Building Energy Management System : BEMS) เป็นระบบพื้นฐาน IoT ที่ใช้มาขยายความสามารถในเรื่องของการตรวจจับ (Sensing) การควบคุม รวมถึงฮาร์ดแวร์ในระบบอัตโนมัติ (Automation Hardware) มาควบคุมการดำเนินงานของระบบต่าง ๆ ภายในอาคารแบบอัตโนมัติ โดยอุปกรณ์ในระบบทำหน้าที่ในการเป็นอุปกรณ์รับ - ส่งสัญญาณเชื่อมต่อเพื่อบริหารจัดการพลังงาน ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ทำงานร่วมกัน เพื่อสร้างทำให้อาคารมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถตรวจสอบความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวม และควบคุมการ

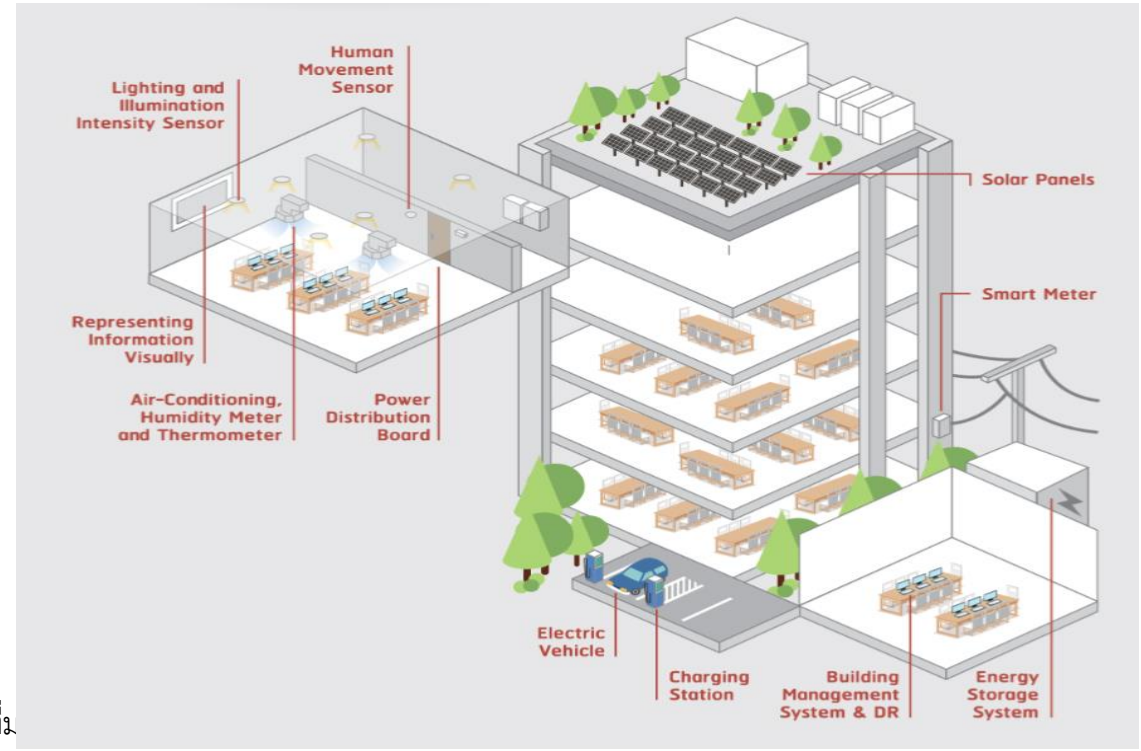
ทำงานของเครื่องปรับอากาศเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดและควบคุมพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า ระบบ BEMS จะช่วยจัดการควบคุม และติดตามระบบพลังงานต่าง ๆ ภายในอาคาร เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟแสงสว่าง เป็นต้น โดยจะรวบรวมข้อมูลที่ตรวจวัดในส่วนต่าง ๆ ประมวลผล และส่งข้อมูลที่จำเป็นให้ผู้ควบคุมระบบของอาคารเข้าใจถึงการลักษณะการใช้พลังงานในอาคารโดยระบบจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ

2.1 อุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุม (Device) ติดตั้งด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมระบบต่าง ๆ

2.2 การเชื่อมโยงผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (Network) เป็นตัวเชื่อมโยงข้อมูลและคำสั่งควบคุมให้ต่อถึงกันเป็นระบบ ในส่วนนี้จะประยุกต์ใช้โครงข่ายอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการในท้องตลาดที่มีอยู่แพร่หลาย

2.3 ระบบฐานข้อมูลและแอปพลิเคชั่น ติดตั้งอยู่ในเครื่องแม่ข่าย (Server) บนโครงข่ายอินเทอร์เน็ต ทำหน้าที่เก็บบันทึกข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์และควบคุมทั้งหมด และเว็บแอปพลิเคชั่นที่เป็นเครื่องมือหลักในการตรวจสอบสถานะควบคุมการใช้กำลังไฟฟ้าจากส่วนกลาง

แผนภาพที่ 2-20 ระบบบริหารจัดการพลังงานภายในอาคาร

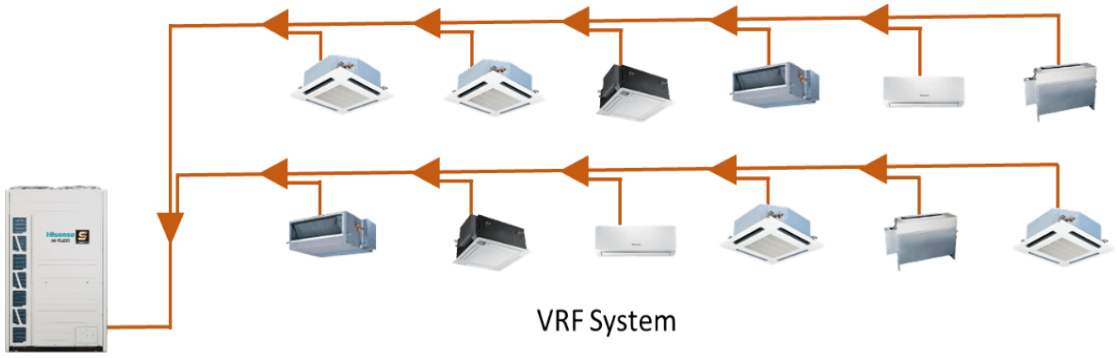


ที่ม

3. ระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน (Variable Refrigerant Flow; VRF) เป็นระบบเครื่องปรับอากาศที่ลักษณะการทำงานที่สามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณสารทำความเย็นตามภาระโหลดของการทำความเย็นและจำนวนตัวเครื่องภายในที่ทำการติดตั้งเป็นระบบเครื่องปรับอากาศในเชิงพาณิชย์ที่เหมาะในลักษณะการติดตั้งที่จำกัดด้วยพื้นที่ติดตั้งคอยล์ร้อน (Outdoor Unit) เนื่องจากคอยล์ 1 ตัว สามารถติดตั้งคอยล์เย็น (Indoor Unit) ได้หลายตัว ซึ่งคอยล์เย็นจะแยกการทำงานโดยอิสระ จึงสามารถควบคุมอุณหภูมิได้แม่นยำ การทำงานของระบบ VRF มีลักษณะการทำงานของตัวเครื่องภายนอกจะทำงานในลักษณะการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลของสารทำความเย็นในระบบ ตามภาระโหลดของการทำความเย็นของตัวเครื่องภายใน โดยตัวเครื่องภายนอกจะถูกออกแบบให้มีคอมเพรสเซอร์อย่างน้อย 2 ตัวขึ้นไป

ซึ่งการทำงานของคอมเพรสเซอร์จะถูกออกแบบให้ทำงานลักษณะสลับการทำงานแล้วส่งสารทำความเย็นไปตามท่อของเหลวไปยังตัวเครื่องภายใน ซึ่งตัวเครื่องภายในก็จะมีตัวควบคุมปริมาณของสารทำความเย็น (PMV Valve) เป็นตัวจ่ายสารทำความเย็นตามภาระโหลดการทำงาน และตัวคอมเพรสเซอร์จะทำงานเต็มที่เมื่อมีการเปิดใช้ จำนวนตัวเครื่องภายในมากขึ้น

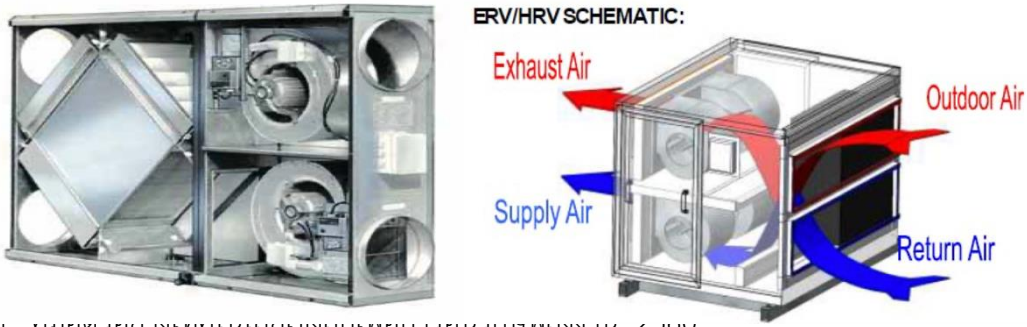
แผนภาพที่ 2-21 ระบบปรับอากาศแบบปรับน้ำยาแปรผัน (VRF)



ที่มา : คู่มือตัวอย่างเทคโนโลยีเชิงลึกเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2560.

4. เครื่องแลกเปลี่ยนความเย็นให้กับอากาศ (Energy Recovery Ventilator : ERV) ที่นำเข้าสู่อาคาร เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบอากาศ (Air-to-Air Heat Exchanger) แบบแผ่นแลกเปลี่ยนความร้อนใช้แลกเปลี่ยนความร้อนและความชื้นระหว่างอากาศภายใน (Indoor Air) และอากาศภายนอก (Outdoor Air) ซึ่งการทำงานเป็นการควบคุมระบบระบายอากาศให้เกิดการสมดุลด้วยการใช้พัดลม 2 ตัว ดูดอากาศบริสุทธิ์ที่เติมเข้ามาจากภายนอก (Fresh Air from Outside) และขณะเดียวกันพัดลมอีกตัวหนึ่งดูดอากาศเย็นที่ใช้แล้วจากภายใน (Exhaust Air From Inside) อากาศที่ทั้งดูดเข้าและออกไหลผ่านตัวกรองอากาศเพื่อถ่ายเทความร้อน และกรองสิ่งเจือปนของ กระแสลมที่เข้าและออกจะไหลเป็นลักษณะทแยงมุมผ่านตัวกรอง เพื่อไม่มีการเจือปนใด ๆ ของอากาศออกและอากาศเข้า และจะช่วยลดพลังงานพร้อมทำให้อากาศภายในหมุนเวียน โดยระบบปรับอากาศทำงานน้อยลง เนื่องจากภาระโหลดภายนอกที่อุณหภูมิสูงจะมีอุณหภูมิลดลง ทำให้อุณหภูมิของอากาศที่จ่ายเข้าห้องมีอุณหภูมิต่ำโดยใช้พลังงานน้อยลง และสามารถปรับเปลี่ยนความสบายภายในห้องได้ตามค่าที่ต้องการ ดังนั้นจึงสามารถประยุกต์ใช้ได้กับระบบปรับอากาศในอาคารธุรกิจทุกประเภทที่ต้องมีการเติมอากาศบริสุทธิ์เพื่อให้ได้มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร (IAQ)

แผนภาพที่ 2-22 เครื่องแลกเปลี่ยนความเย็นให้กับอากาศ ERV



ที่มา : คู่มือตัวอย่างเทคโนโลยีเชิงลึกเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2560.

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิติกร ธรรมนิยาย (2553) ได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานในอาคารสำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (แจ้งวัฒนะ) ที่เป็นอาคารสำนักงานสูง 10 ชั้น พื้นที่ใช้สอยกว่า 51,000 ตร.ม. ลักษณะอาคารเป็นอาคารสมัยใหม่ผนังกระจกอาคารทั้ง 4 ด้าน จากการศึกษาพบว่าในอาคารมีสัดส่วนการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศมากที่สุดในอาคาร คือ ร้อยละ 72 รองลงมาคือ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ร้อยละ 25 และระบบอื่น ๆ ร้อยละ 5 แนวทางการประหยัดพลังงานในอาคาร แบ่งเป็น 4 ระบบใหญ่ ๆ คือ ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าโดยวิธีรวมหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1,600 KVA จำนวน 2 ลูก เข้าด้วยกันเพื่อลดภาระของหม้อแปลงและใช้มาตรการปรับปรุง Power factor ในระบบปรับอากาศใช้การเปลี่ยนแปลงปรับอากาศที่ประสิทธิภาพต่ำให้มีปะสิทธิภาพสูงขึ้น พร้อมทั้งล้างเครื่องอากาศปีละ 2 ครั้ง อีกทั้งยังลดเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศในแต่ละวันด้วย ในระบบแสงสว่างใช้วิธีเปลี่ยนหลอดไปเป็นหลอดประหยัดพลังงานร่วมกับการปิดไฟช่วงกลางวันในระบบอื่น ๆ เช่น การใช้ลิฟต์ เครื่องใช้สำนักงานอื่น ๆ มีการทำให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงานและมีมาตรการในการใช้งานและบำรุงรักษาอย่างมีประสิทธิภาพ

พลตรี ศยาม จันทรวิโรจน์ (2557) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง ศูนย์การเรียนรู้การอนุรักษ์พลังงานทดแทนในเมืองเพื่อความมั่นคงด้านพลังงาน : วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอาคารเรียนที่เน้นประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในการนำไปศึกษาพฤติกรรม แนวความคิด ความตระหนักรู้เกี่ยวกับความอนุรักษ์พลังงาน และการหาพลังงานทดแทนที่มีต้นทุนต่ำตลอดจนศึกษาแนวคิดการดำเนินงานของศูนย์ การเรียนรู้การอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนในเมือง โดยผลการวิจัยได้ทำโมเดลออกแบบอาคาร 60 พรรษา ราชสุดาสมภพ เป็นอาคารเขียวประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งตรวจสอบความเข้าใจและพฤติกรรมของบุคลากรทุกกลุ่มที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งติดตามการใช้พลังงานโดยเครื่องมือประเมินผล การบริหารจัดการกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและสิ่งแวดล้อมซึ่งมีผลดีมาก

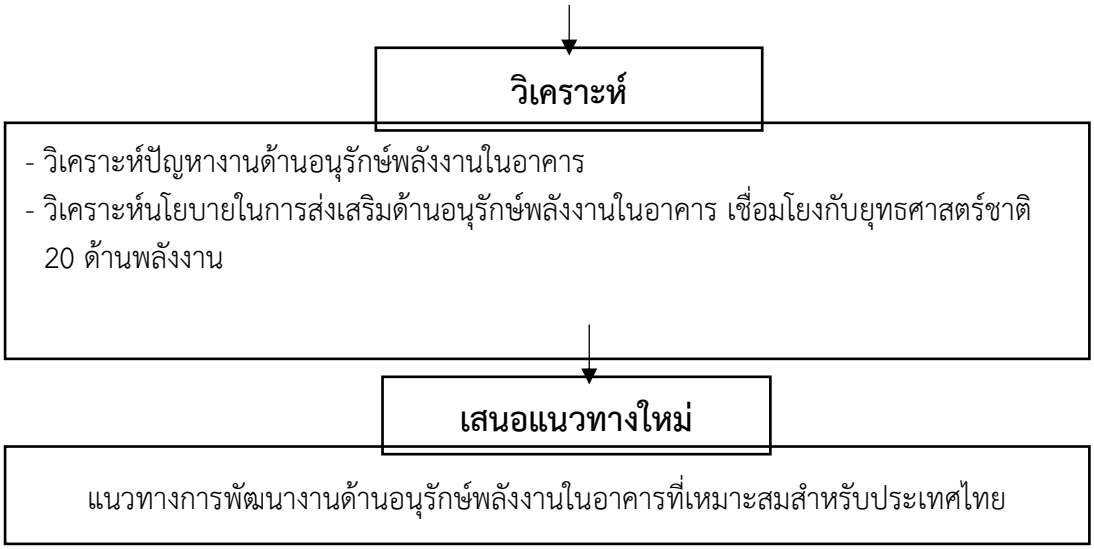
พลเรือตรี ทรงศักดิ์ จุมปามัญ (2564) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง แนวทางการพัฒนาและขับเคลื่อนการอนุรักษ์พลังงานของกองทัพเรือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์ เกณฑ์การใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานของอาคาร กรณีศึกษาตามเกณฑ์มาตรฐานอาคารด้านพลังงานเพื่อเป็นแนวทางการอนุรักษ์พลังงานให้กับอาคารต่าง ๆ ของกองทัพเรือ จากการศึกษา พบว่า ระบบต่าง ๆ ไม่ผ่านเกณฑ์เป็นส่วนใหญ่ จึงส่งผลให้ผลรวมการใช้พลังงานของอาคารมีค่าต่ำกว่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน การปรับปรุงอาคารอาจมีผลกระทบต่อตัวอาคาร พื้นที่ใช้สอย และใช้งบประมาณสูง จึงควรให้ความสำคัญต่อแบบของอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ทุกประเภทให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงาน นโยบายควรกำหนดเป้าหมายในการดำเนินการที่ชัดเจนในระยะสั้นและระยะยาว และควรกำหนดการอนุรักษ์พลังงานให้อยู่ในแผนปฏิบัติราชการของทุกหน่วย รวมถึงการสร้างความตระหนักรู้ให้แก่กำลังพล และต้องสร้างความร่วมมือกับหน่วยที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนางานด้านการอนุรักษ์พลังงานให้มีความก้าวหน้า สามารถพึ่งพาตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ รวมถึงสร้างความสำคัญอย่างเป็นรูปธรรม

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยนี้สอดคล้องกับแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2561 - 2580 (EEP2018) ที่เกี่ยวข้องกับกลยุทธ์ภาคบังคับของมาตรการเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และเชื่อมโยงกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ด้านพลังงาน

ศึกษาค้นคว้า

- ศึกษาปฏิญญาสากลเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



1. รวบรวมข้อมูลจากทฤษฎี งานวิจัย บทความทางวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารการอนุรักษ์พลังงาน กฎหมาย และกฎระเบียบด้านพลังงาน พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2550) แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2561 – 2580 และกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร มาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2563

2. รวบรวมข้อมูลผลการดำเนินงาน องค์ความรู้ เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอาคารของประเทศไทยและที่นิยมใช้ในต่างประเทศ ทิศทางการก่อสร้างอาคารในปัจจุบันและในอนาคต ความก้าวหน้าของการพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และทำการตรวจดูความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล นำมาเสนอเป็นแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

4. นำเสนอข้อมูลกับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ที่ได้จากการวิจัยนำเสนอข้อมูลและสรุปผลการศึกษา

บทที่ 3
การเปรียบเทียบมาตรฐานประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของไทยและต่างประเทศ

เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอาคารแต่ละประเทศมีการกำหนดเพื่อใช้งานในการส่งเสริมและสนับสนุนการใช้พลังงานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ โดยยกตัวอย่างประเทศและเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ประเทศไทย ประเทศสิงคโปร์ ประเทศญี่ปุ่น ประเทศออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา และ สหรัฐราชอาณาจักร มีรายระเอียด ดังนี้

ประเทศไทย

กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2563 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ได้ออกกฎกระทรวงกำหนด ประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2563 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2563 โดยมีสาระสำคัญคือ อาคารก่อสร้างใหม่หรือดัดแปลงอาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียว ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไปในอาคาร 9 ประเภท จะต้องออกแบบอาคารให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอาคารด้านพลังงาน และจัดทำรายงานการตรวจประเมินฯ ก่อนการยื่นขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร และขอเปิดใช้งานอาคาร

แผนภาพที่ 3-1 ประเภทอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ที่มา

1. ระบบเปลือกอาคารต้องต่อเบน ต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวม เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดมีรายละเอียด ดังนี้

- ผนังด้านนอกและหลังคาของอาคารที่มีการปรับอากาศของแต่ละประเภทอาคาร
- ระบบเปลือกอาคารลักษณะอื่น

1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (overall thermal transfer value; OTTV) ผ่านเข้าสู่ด้านในของอาคารที่มีการปรับอากาศของแต่ละประเภทอาคาร ต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (วัตต์ต่อตารางเมตร)
(1) โรงมหรสพ	40
(2) โรงแรม	30
(3) สถานบริการ	40
(4) สถานพยาบาล	30
(5) สถานศึกษา	50
(6) สำนักงานหรือที่ทำการ	50
(7) ห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า	40
(8) อาคารชุด	30
(9) อาคารชุมนุมคน	40

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564, 2564

1.2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (roof thermal transfer value; RTTV) ผ่านเข้าสู่ด้านในของอาคารที่มีการปรับอากาศของแต่ละประเภทอาคาร ต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (วัตต์ต่อตารางเมตร)
(1) โรงมหรสพ	8
(2) โรงแรม	6
(3) สถานบริการ	8
(4) สถานพยาบาล	6
(5) สถานศึกษา	10
(6) สำนักงานหรือที่ทำการ	10
(7) ห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า	8

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (วัตต์ต่อตารางเมตร)
(8) อาคารชุด	6
(9) อาคารชุมนุมคน	8

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564, 2564

ซึ่งค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารผ่านเข้าสู่ด้านในของอาคารที่มีการปรับอากาศของแต่ละประเภทอาคาร และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารผ่านเข้าสู่ด้านในของอาคารที่มีการปรับอากาศของแต่ละประเภทอาคารนั้น ให้คำนวณจากค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักแต่ละด้านรวมกัน

2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

2.1 อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร ต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคารไม่เกินค่าที่กำหนดในแต่ละประเภทของอาคาร ตามค่ามาตรฐานที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ดังนี้

ตารางที่ 3-3 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคาร

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคาร (วัตต์ต่อตารางเมตร)
(1) โรงมหรสพ	11
(2) โรงแรม	12
(3) สถานบริการ	11
(4) สถานพยาบาล	12
(5) สถานศึกษา	10
(6) สำนักงานหรือที่ทำการ	10
(7) ห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า	11
(8) อาคารชุด	12
(9) อาคารชุมนุมคน	11

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564, 2564

2.2 การใช้ไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่จอดรถต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างเฉลี่ยสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และต้องเป็นไปตามที่กฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้นกำหนด

2.3 อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของอาคารไม่เกินค่าที่กำหนด ตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่แต่ละส่วนนั้น

3. ระบบปรับอากาศ ในแต่ละประเภทและขนาดที่ติดตั้งเพื่อใช้สำหรับอาคารต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล หรือค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องปรับอากาศขนาดไม่เกิน 12,000 วัตต์ ต้องมีค่าประสิทธิภาพพลังงานตามฤดูกาล เป็นไปตามเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 (ขั้นต่ำ) ที่เป็นปัจจุบันของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

3.2 เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ อ้างอิงจากการทดสอบสภาวะมาตรฐานที่มีค่าอุณหภูมิน้ำออกจากระบบจ่ายน้ำเย็น 7.2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิน้ำออกจากระบบระบายความร้อน 32.2 องศาเซลเซียส ต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นไม่เกินค่าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-4 ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบอัดไอ		ขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็น (ตันความเย็น)	ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ชนิดการระบายความร้อน	แบบของเครื่องอัด		
ระบายความร้อนด้วยอากาศ	ทุกชนิด	ทุกขนาด	1.12
ระบายความร้อนด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	0.88
	แบบโรตารีหรือแบบสกรู	ทุกขนาด	0.70
	แบบสครอลล์	ทุกขนาด	0.89
	แบบแรงเหวี่ยง	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 300 มากกว่า 300	0.67 0.61

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564, 2564

ส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย ระบบระบายความร้อน ระบบจ่ายน้ำเย็น และระบบส่งลมเย็น ต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นรวมกันไม่เกิน 0.5 กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น

เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบดูดกลืน ให้ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำแล้วแต่กรณีไม่ต่ำกว่าค่าดังต่อไปนี้

(ก) กำหนดภาวะพิกัดโดยระบุอุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำระบายความร้อนเข้าเครื่องควบแน่น ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-5 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (อัตราการไหลของน้ำ)

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบดูดกลืน	ภาวะพิกัด				ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิน้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิน้ำเย็นออก	อุณหภูมิน้ำเข้าเครื่องควบแน่น	อัตราการไหลของน้ำเข้าเครื่องควบแน่น	
	(องศาเซลเซียส)			(ลิตรต่อวินาทีต่อกิโลวัตต์)	
ก. ชั้นเดียว	12.0	7.0	32.0	0.105	0.65
ข. สองชั้น	12.0	7.0	32.0	0.079	1.10

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564, 2564

(ข) กำหนดภาวะพิกัดโดยระบุอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเข้าและออกจากเครื่องควบแน่น ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-6 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (อุณหภูมิของน้ำ)

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศแบบดูดกลืน	ภาวะพิกัด				ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิน้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิน้ำเย็นออก	อุณหภูมิน้ำเข้าเครื่องควบแน่น	อุณหภูมิน้ำออกจากเครื่องควบแน่น	
	(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

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564, 2564

ทั้งนี้ การคิดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะจะคิดเฉพาะค่าความร้อนเท่านั้น โดยไม่รวมกำลังไฟฟ้าในระบบ ซึ่งค่าประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศที่กล่าวไปข้างต้นนั้น จะไม่ใช้บังคับกับระบบปรับอากาศที่ใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Thermal Air Conditioning)

4. อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนที่ติดตั้งเพื่อใช้สำหรับอาคาร ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำและค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำ เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

4.1 หม้อไอน้ำและหม้อต้มน้ำร้อน (steam boiler and hot water boiler) ต้องมีค่าประสิทธิภาพ ไม่ต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-7 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของหม้อไอน้ำและหม้อต้มน้ำร้อน

ประเภท	ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำ (ร้อยละ)
ก. หม้อไอน้ำที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (oil fired steam boiler)	85
ข. หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (oil fired hot water boiler)	80
ค. หม้อไอน้ำที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (gas fired steam boiler)	80
ง. หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (gas fired hot water boiler)	80

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564, 2564

4.2 เครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊มแบบอากาศสู่อากาศ (air-source heat pump water heater) ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ไม่ต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

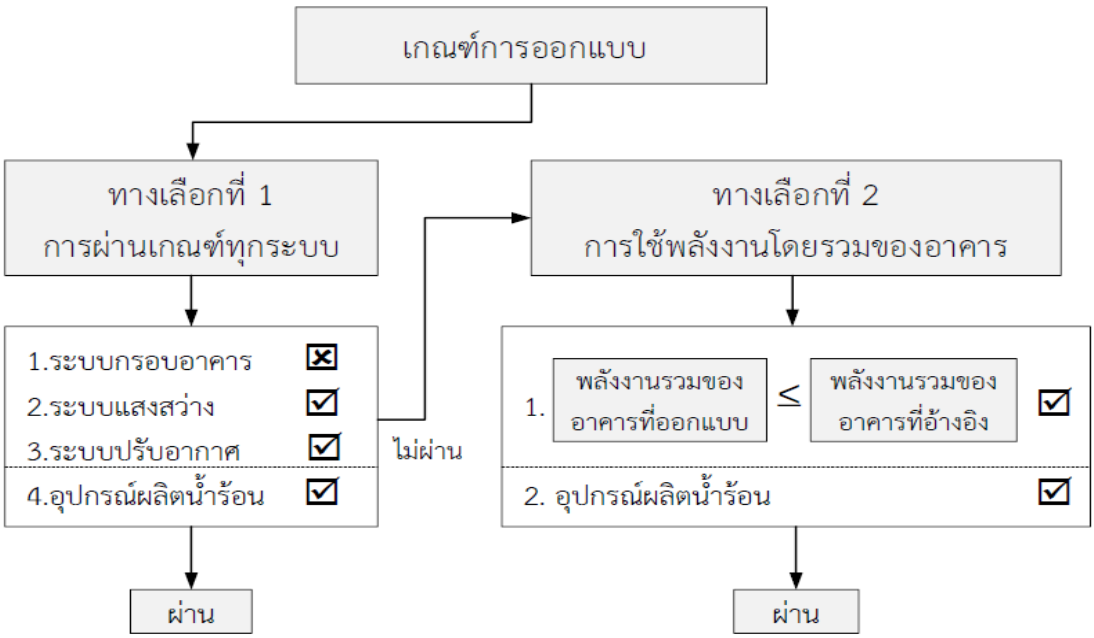
ตารางที่ 3-8 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊มแบบอากาศสู่อากาศ

ภาวะพิกัด				ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ
ลักษณะการใช้งาน	อุณหภูมิน้ำเข้า	อุณหภูมิน้ำออก	อุณหภูมิอากาศ	
	(องศาเซลเซียส)			
ก. แบบที่ 1	30.0	50.0	30.0	3.5
ข. แบบที่ 2	30.0	60.0	30.0	3.0

ที่มา : ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564, 2564

หลักเกณฑ์การผ่านของการตรวจประเมินแบบอาคารให้พิจารณาจากเกณฑ์การออกแบบแบ่งการผ่านเกณฑ์เป็น 2 ทางเลือก โดยทางเลือกที่ 1 คือการผ่านเกณฑ์ทุกระบบ หากผลการตรวจประเมินผ่านทุกรายระบบจะถือว่าอาคารนี้ผ่านเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน แต่ถ้าหากมีบางส่วนไม่ผ่านเกณฑ์รายระบบใด ระบบหนึ่งให้พิจารณาทางเลือกที่ 2 คือการผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารต่อปี โดยนำค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารที่ออกแบบมาเปรียบเทียบกับค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิงตามกฎกระทรวง ถ้ามีค่าต่ำกว่าจึงถือว่าเป็นการผ่านเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานเช่นกัน

แผนภาพที่ 3-2 หลักเกณฑ์การผ่านการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน



ที่:

TREES (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability) หรือเกณฑ์อาคารเขียวเป็นมาตรฐานเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารสร้างใหม่และอาคารปรับปรุงดัดแปลงของประเทศไทย โดยได้แนวคิดมาจาก LEED และแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของกระทรวงพลังงาน มาเป็นแนวทางในการกำหนดความเป็นอาคาร

เขียวที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ และสังคมของประเทศไทย และได้จัดตั้ง สถาบันอาคารเขียวไทย (Thai Green Building Institute) โดยความร่วมมือของสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ และวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ การประเมินเกณฑ์อาคารเขียวไทยเป็นแบบการให้คะแนนตามรายการ

1. TREES-NC/CS (TREES for New Construction and Major Renovation And Core and Shell Building) สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ และอาคารประเภท พื้นที่ส่วนกลาง และกรอบอาคาร

2. TREES-PreNC (TREES for Preparation of New Building Construction & Major Renovation) สำหรับการเตรียมความพร้อมการก่อสร้างและอาคารปรับปรุงใหม่

3. TREES-EB (TREES for Existing Building: Operation and Maintenance) สำหรับอาคารระหว่างการใช้งาน

เกณฑ์ TREES สำหรับอาคารสร้างใหม่หรือปรับปรุงใหญ่จะใช้เกณฑ์ TREES for New Construction and Major Renovation (TREES-NC) มีการให้คะแนนของแบบประเมิน 8 หมวด รวม 85 คะแนน ประกอบด้วย

การบริหารจัดการอาคาร (Building Management) (3 คะแนน) เป็นความร่วมมือของทุกฝ่ายในการแสดงเจตนารมณ์และจุดยืนในการสร้างอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมไม่สร้างมลพิษให้กับบริบทโดยรอบ มีการดำเนินการทั้งในส่วนของการใช้งานคือการสร้างความเข้าใจให้กับผู้ใช้อาคาร การวางแผนการบริหารจัดการ การบำรุงรักษาอาคารอย่างเหมาะสม การตรวจสอบ และประเมินตลอดช่วงอายุการใช้งานของอาคาร

BM P1 การเตรียมความพร้อมความเป็นอาคารเขียว (บังคับ)

BM1 การประชาสัมพันธ์สู่สังคม (1 คะแนน)

BM2 คู่มือและการฝึกอบรมแนะนำการใช้งานและบำรุงรักษาอาคาร (1 คะแนน)

BM3 การติดตามประเมินผลขณะออกแบบ ก่อสร้างและเมื่ออาคารแล้วเสร็จ (1 คะแนน)

ผังบริเวณและภูมิทัศน์ (Site and Landscape) (16 คะแนน)

การเลือกพื้นที่ก่อสร้างและการพัฒนาพื้นที่ก่อสร้างอย่างเหมาะสมเป็นกระบวนการขั้นแรก ที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการก่อสร้างอาคารใหม่ คะแนนในหมวดนี้เน้นการคำนึงถึงการหลีกเลี่ยง และการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการออกแบบวางผังอาคาร การออกแบบและก่อสร้างภูมิทัศน์และพื้นที่ภายนอกอาคาร การเลือกวัสดุและวัสดุพืชพันธุ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่ โดยคำนึงถึงผลระยะยาวเพื่อความยั่งยืนของโครงการ

SL P1 การหลีกเลี่ยงที่ตั้งที่ไม่เหมาะสมกับการสร้างอาคาร (บังคับ)

SL P2 การลดผลกระทบต่อพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ (บังคับ)

SL1 การพัฒนาโครงการบนพื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้ว (1 คะแนน)

SL2 การลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว (4 คะแนน)

SL3 การพัฒนาพื้นที่โครงการที่ยั่งยืน (3 คะแนน)

SL4 การซึมน้ำและลดปัญหาน้ำท่วม (4 คะแนน)

SL5 การลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากการพัฒนาโครงการ (4 คะแนน)

การประหยัดน้ำ (Water Conservation) (6 คะแนน) การประหยัดน้ำประปาและการใช้น้ำประปาอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นหนทางหนึ่งที่สามารถช่วยปัญหาการขาดแคลนน้ำในอนาคต การเลือกใช้สุขภัณฑ์และก๊อกน้ำประหยัดน้ำ หรือผลิตภัณฑ์ฉลากเขียวทดแทนการใช้ผลิตภัณฑ์แบบทั่วไปจะช่วยลดการใช้น้ำประปาลงได้อย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงการกักเก็บน้ำฝนเพื่อใช้ในบางส่วนของโครงการเพื่อทดแทนน้ำประปาและการติดตั้งมาตรวัดน้ำย่อย ที่ช่วยให้การบริหารจัดการน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

WC1 การประหยัดน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere) (20 คะแนน) เป็นเกณฑ์ที่มีคะแนนสูงสุดสำหรับหมวดพลังงานและบรรยากาศ โดยครอบคลุมประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร ส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนประเภทต่าง ๆ ภายในพื้นที่โครงการ ควบคุมสารทำความเย็นที่อยู่ในระบบปรับอากาศ ลดการเกินเรือนกระจก

EA P1 การประกันคุณภาพอาคาร (บังคับ)

EA P2 ประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ (บังคับ)

EA1 ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (16 คะแนน)

EA2 การใช้พลังงานทดแทน (2 คะแนน)

EA3 การตรวจสอบและพิสูจน์ผลเพื่อยืนยันการประหยัดพลังงาน (1 คะแนน)

EA4 สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ (1 คะแนน)

วัสดุและทรัพยากร (Materials and Resources) (13 คะแนน) เป็นการจัดการขยะซึ่งเกิดจากภาคการก่อสร้างนั้นมีปริมาณมากทั้งจากกระบวนการการใช้งานอาคารและกระบวนการก่อสร้างอาคาร อีกทั้งการก่อสร้างอาคารนั้นจำต้องใช้ทรัพยากรเป็นปริมาณมหาศาล ซึ่งทั้งขยะและการใช้ทรัพยากรส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของมลภาวะและการทำลายธรรมชาติ

MR1 การใช้อาคารเดิม (2 คะแนน)

MR2 การบริหารจัดการขยะจากการก่อสร้าง (2 คะแนน)

MR3 การเลือกใช้วัสดุใช้แล้ว (2 คะแนน)

MR4 การเลือกใช้วัสดุรีไซเคิล (2 คะแนน)

MR5 การใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือในประเทศ (2 คะแนน)

MR6 วัสดุที่ผลิตหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ (3 คะแนน)

คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality) (17 คะแนน) เกณฑ์การประเมินในส่วนของสภาพแวดล้อมภายในมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ดี ส่งเสริมคุณภาพชีวิตทั้งทางด้าน สภาวะน่าสบาย แสงธรรมชาติ และวิว ตลอดจนคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดี ไม่มีการสะสม ของสารพิษหรือสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ โดยการกำหนดแนวทางการออกแบบและเลือกใช้ระบบอาคารที่เหมาะสม การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพไม่มีการปล่อยสารเคมีที่เป็นอันตราย

IE P1 ปริมาณการระบายอากาศภายในอาคาร (บังคับ)

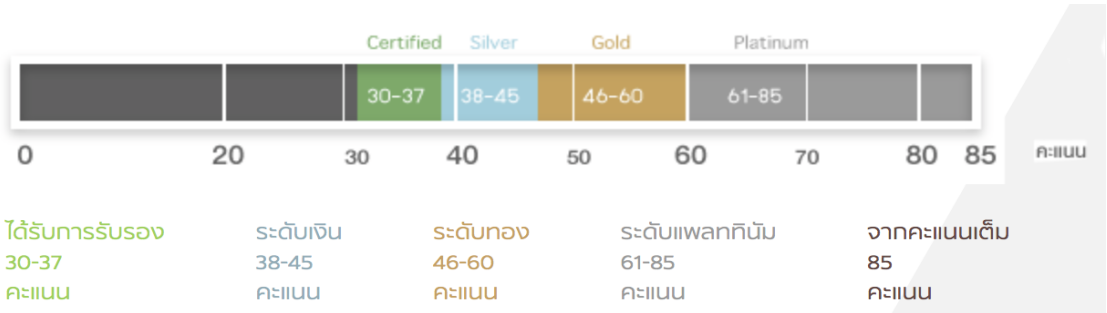
IE P2 ความส่องสว่างภายในอาคาร (บังคับ)
IE1 การลดผลกระทบมลภาวะ (5 คะแนน)
IE2 การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ (4 คะแนน)
IE3 การควบคุมแสงสว่างภายในอาคาร (1 คะแนน)
IE4 การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร (4 คะแนน)
IE5 สภาวะน่าสบาย (3 คะแนน)

การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Protection) (5 คะแนน) มาตรการป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโครงการก่อสร้างเป็นมาตรการสำคัญที่จำเป็นที่ผู้ออกแบบและผู้เกี่ยวข้องต้องคำนึงถึง ตั้งแต่เริ่มกระบวนการออกแบบและก่อสร้าง เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบระยะยาวต่อระบบนิเวศวิทยา และสุขภาวะและสุขภาพของมนุษย์

EP P1 การลดมลพิษจากการก่อสร้าง (บังคับ)
EP P2 การบริหารจัดการขยะ (บังคับ)
EP1 ใช้สารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยในระบบดับเพลิง (1 คะแนน)
EP2 ตำแหน่งเครื่องระบายความร้อน (1 คะแนน)
EP3 การใช้กระจกภายนอกอาคาร (1 คะแนน)
EP4 การควบคุมโรคที่เกี่ยวข้องกับอาคาร (1 คะแนน)
EP5 ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย (1 คะแนน)

นวัตกรรมการออกแบบ (Green Innovation) (5 คะแนน) เพื่อกระตุ้นให้มีการออกแบบก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพเกินกว่าที่กำหนดไว้ และ กระตุ้นให้มีการเสนอแนวคิดเพื่อความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมในประเด็นที่มีความสร้างสรรค์และไม่ได้ระบุไว้ในเกณฑ์

คะแนนเต็มมีทั้งสิ้น 62 คะแนน ซึ่งเมื่อรวมคะแนนทั้งหมดแล้ว ถ้าได้คะแนนรวม 30 - 37 คะแนน จะได้ระดับ “Certified” ถ้าได้คะแนน 38 - 45 คะแนน จะได้ระดับ “Silver” ถ้าได้คะแนน 46 - 60 จะได้ระดับ “Gold” และถ้าได้คะแนน 61-85 จะได้ระดับ “Platinum”



หมวดพลังงาน Energy and Atmosphere เป็นหมวดที่มีคะแนนมากที่สุด (20 คะแนน) เป็นเกณฑ์ที่มีคะแนนสูงสุดสำหรับหมวดพลังงานและบรรยากาศ โดยครอบคลุมประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร ส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนประเภทต่าง ๆ ภายในพื้นที่โครงการ ควบคุมสารทำความเย็นที่อยู่ในระบบปรับอากาศ ลดการเกินเรือนกระจก โดยเกณฑ์ EA1 ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (16 คะแนน) เป็นการพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารให้สูงกว่าอาคารมาตรฐาน ASHRAE 90.1-2007 หรือกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2563 ภายใต้ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 หรือ การเทียบค่าจากการประเมินอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม

หรืออาคารติดฉลาก (TEEAM) เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดมาจากการใช้พลังงาน ผู้ออกแบบอาคารต้องคำนึงถึงการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพทางด้านพลังงานสูง โดยมีการออกแบบและเลือกใช้ระบบเปลือกอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานที่เหมาะสมกับภูมิอากาศและมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐานทั่วไป เพื่อให้อาคารมีการใช้พลังงานรวมต่ำกว่าอาคารอ้างอิง ตามข้อกำหนดการใช้พลังงานตามกฎหมายสำหรับอาคารสร้างใหม่ตามทางเลือกที่กำหนดไว้

ตารางที่ 3-9 การเปรียบเทียบคะแนนจากการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร EA1

คะแนน TREES-NC	คะแนน TREES-NC	กฎกระทรวง พ.ศ.2563 (ค่าพลังงาน)		ASHRAE 90.1-2007 Appendix G (ค่าพลังงาน)	
		อาคารปรับปรุง	อาคารใหม่	อาคารปรับปรุง	อาคารใหม่
4	6	0-5	6-10	0-5	6-10
6	8	6-10	11-15	6-10	11-15
8	10	11-15	16-20	11-15	16-20
10	12	16-20	21-25	16-20	21-25
12	14	21-25	26-30	21-25	26-30
14	16	26-30	31-35	26-30	31-35
16	18	31-35	36-40	31-35	36-40

ที่มา : เกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียวไทย, 2556.

ประเทศสิงคโปร์

Green Mark เป็นการประเมินอาคารเพื่อสิ่งแวดล้อมของประเทศสิงคโปร์ ซึ่งเผยแพร่โดย Building and Construction Authority (BCA) ในปี 2005 เพื่อประชาสัมพันธ์การตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมในกระบวนการก่อสร้างและการลงทุนด้านอสังหาริมทรัพย์ โดยมีเป้าหมายสูงสุดเพื่อประสบความสำเร็จในการสร้างสภาพแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน ด้วยการรวมการทำงานที่ดีที่สุดในด้านการออกแบบและการก่อสร้างเพื่อสิ่งแวดล้อม และการนำเอาเทคโนโลยีอาคารเขียวเข้ามาใช้ แบบประเมินนี้ถูกบังคับใช้สำหรับอาคารใหม่ทั้งหมดที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป เกณฑ์การประเมินครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญคือ

1. Energy Efficiency การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
2. Water Efficiency การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ
3. Environmental Protection การปกป้องสิ่งแวดล้อม
4. Indoor Environmental Quality คุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร
5. Other Green Features and Innovation คุณสมบัติอื่น ๆ และนวัตกรรมที่นำไปสู่การก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพของอาคารเขียว

สำหรับเกณฑ์ในการให้คะแนนของแบบประเมินอาคารตามมาตรฐาน Green Mark ซึ่งครอบคลุมสำหรับอาคารที่พักอาศัยและอาคารที่ไม่ใช่ที่พักอาศัย สำหรับเกณฑ์มาตรฐาน BCA Green Mark for New Residential Buildings (RB) คะแนนเต็ม 155 คะแนน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ความต้องการที่สัมพันธ์ด้านพลังงาน (Energy Related Requirements) 30 คะแนน

Energy Efficiency (87 คะแนน) เป็นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างเหมาะสม ประกอบด้วย

RB 1-1 Thermal Performance of Building Envelope - RETV (15 คะแนน)
RB 1-2 Naturally Ventilated Design and Air-Conditioning System (22 คะแนน)
RB 1-3 Daylighting (6 คะแนน)
RB 1-4 Artifical Lighting (10 คะแนน)
RB 1-5 Ventilation in Carparks (6 คะแนน)
RB 1-6 Lifts (1 คะแนน)
RB 1-7 Energy Efficient Features (7 คะแนน)
RB 1-8 Renewable Energy (20 คะแนน)

ความต้องการด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ (Other Green Requirements) 20 คะแนน

Water Efficiency (14 คะแนน) เป็นการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณสมบัติในการลดการใช้น้ำ รวมไปถึงระบบชลประทานและภูมิประเทศที่เหมาะสม ประกอบด้วย

RB 2-1 Water Efficiency Fittings (10 คะแนน)
RB 2-2 Water Usage Monitoring (1 คะแนน)
RB 2-3 Irrigation System and Landscaping (3 คะแนน)

Environmental Protection (41 คะแนน) เป็นการใช้วัสดุก่อสร้างอาคารอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นวัสดุที่มาจากแหล่งที่ต้องไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

RB 3-1 Sustainable Construction (10 คะแนน)
RB 3-2 Sustainable Product (8 คะแนน)
RB 3-3 Greenery Provision (8 คะแนน)
RB 3-4 Environmental Management Practice (8 คะแนน)
RB 3-5 Green Transport (4 คะแนน)
RB 3-6 Stormwater Management (3 คะแนน)

Indoor Environmental Quality (6 คะแนน) เป็นการออกแบบ ก่อสร้างและบริหารจัดการให้อาคารมีสภาวะแวดล้อมภายในที่น่าสบาย ปลอดสารพิษ โดยวิธีการใช้วัสดุก่อสร้างและตกแต่งอาคารที่เหมาะสม การจัดให้มีการระบายอากาศที่เพียงพอ การได้รับแสงสว่างธรรมชาติ รวมถึงการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ประกอบด้วย

RB 4-1 Noise Level (1 คะแนน)
RB 4-2 Indoor Air Pollutants (2 คะแนน)
RB 4-3 Waste Disposal (1 คะแนน)

RB 4-4 Indoor Air Quality in Wet Areas (2 คะแนน)

Other Green Features and Innovation (7 คะแนน) เป็นการออกแบบส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ผู้ออกแบบอาคารสร้างสรรค์ขึ้นมาให้เป็นนวัตกรรมที่ช่วยแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

RB 5-1 Green Features and Innovation (7 คะแนน)

สำหรับเกณฑ์ในการให้คะแนนของแบบประเมินอาคารตามมาตรฐาน Green Mark ซึ่งครอบคลุมสำหรับอาคารพักอาศัยและอาคารที่ไม่ใช่ที่พักอาศัย สำหรับเกณฑ์มาตรฐาน BCA Green Mark for New Non-Residential Buildings (NRB) คะแนนเต็ม 190 คะแนน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ความต้องการที่สัมพันธ์ด้านพลังงาน (Energy Related Requirements) 30 คะแนน

Energy Efficiency (คะแนนรวมสูงสุด 116 คะแนน) เป็นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบอาคารให้มีประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างเหมาะสม ประกอบด้วย

NRB 1-1 Thermal Performance of Building Envelope - EETV (12 คะแนน)
NRB 1-2 Air-Conditioning System (30 คะแนน)
NRB 1-3 Building Envelope (35 คะแนน)
NRB 1-4 Natural Ventilation (20 คะแนน)
NRB 1-5 Daylighting (6 คะแนน)
NRB 1-6 Artifical Lighting (12 คะแนน)
NRB 1-7 Ventilation in Carparks (4 คะแนน)
NRB 1-8 Ventilation in Common Areas (5 คะแนน)
NRB 1-9 Lifts and Escalators (2 คะแนน)
NRB 1-10 Energy Efficient Practices & Features (12 คะแนน)
NRB 1-11 Renewable Energy (20 คะแนน)

ความต้องการด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ (Other Green Requirements) 20 คะแนน

Water Efficiency (17 คะแนน) เป็นการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและมีคุณสมบัติในการลดการใช้น้ำ รวมไปถึงระบบชลประทานและภูมิประเทศที่เหมาะสม ประกอบด้วย

NRB 2-1 Water Efficient Fittings (10 คะแนน)
NRB 2-2 Water Usage and Detection (2 คะแนน)
NRB 2-3 Irrigation System and Landscaping (3 คะแนน)
NRB 2-4 Water Consumption of Cooling Towers (2 คะแนน)

Environmental Protection (42 คะแนน) เป็นการใช้วัสดุก่อสร้างอาคารอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นวัสดุที่มาจากแหล่งที่ต้องไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

NRB 3-1 Sustainable Construction (10 คะแนน)
NRB 3-2 Sustainable Product (8 คะแนน)
NRB 3-3 Greenery Provision (8 คะแนน)

NRB 3-4 Environmental Management Practice (7 คะแนน)
NRB 3-5 Green Transport (4 คะแนน)
NRB 3-6 Refrigerants (2 คะแนน)
NRB 3-7 Stormwater Management (3 คะแนน)

Indoor Environmental Quality (8 คะแนน) เป็นการออกแบบ ก่อสร้าง และบริหารจัดการให้อาคารมีสภาวะแวดล้อมภายในที่น่าสบาย ปลอดสารพิษ โดยวิธีการใช้วัสดุก่อสร้างและตกแต่งอาคารที่เหมาะสม การจัดให้มีการระบายอากาศที่เพียงพอ การได้รับแสงสว่างธรรมชาติ รวมถึงการจัดการบริหารอาคารและการทำความสะอาดอย่างเหมาะสมและสม่ำเสมอ ประกอบด้วย

NRB 4-1 Thermal Comfort (1 คะแนน)
NRB 4-2 Noise Level (1 คะแนน)
NRB 4-3 Indoor Air Pollutants (2 คะแนน)
NRB 4-4 Indoor Air Quality Management (2 คะแนน)
NRB 4-5 High Frequency Ballasts (2 คะแนน)

Other Green Features and Innovation (7 คะแนน) เป็นการออกแบบส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ผู้ออกแบบอาคารสร้างสรรค์ขึ้นมาให้เป็นนวัตกรรมที่ช่วยแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

NRB 5-1 Green Features and Innovation (7 คะแนน)

ในการประเมินจากการรวมคะแนนของประสิทธิภาพ มีรายละเอียดในการแบ่งระดับดังนี้

คะแนนรวม 50 - 74 คะแนน จะได้ระดับ “Certified”
คะแนนรวม 75 - 84 คะแนน จะได้ระดับ “Gold”
คะแนนรวม 85 - 90 คะแนน จะได้ระดับ “GoldPlus”
คะแนนรวม 90 คะแนนขึ้นไป จะได้ระดับ “Platinum”

เกณฑ์ด้านพลังงานของ GREEN MARK มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของค่า OTTV (Overall thermal transfer value) ของกรอบอาคารมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1979 สำหรับอาคารที่ไม่ใช่อาคารอยู่อาศัย (Non-residential buildings) และมีการปรับอากาศ ต่อมาได้มีการปรับปรุงแก้ไขสูตรการคำนวณค่า OTTV ใหม่ ในปี ค.ศ.2000 ซึ่งมีความถูกต้องแม่นยำมากกว่า และมีชื่อเรียกว่า ETTV (Thermal Performance of Building Envelope) นอกจากนั้นยังมีการนำดัชนีที่คล้ายคลึงกับค่า OTTV แต่บังคับใช้สำหรับหลังคาของอาคารเรียกว่า RTTV (Roof thermal transfer value) เนื่องจากค่า ETTV เป็นค่าจากการคำนวณที่ใช้กับอาคารที่มีการปรับอากาศและใช้งานอาคารในช่วงกลางวัน จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับอาคารที่พักอาศัย (Residential buildings) ที่เดิมมาออกแบบให้มีการถ่ายเทอากาศโดยธรรมชาติ แต่ปรากฏว่าอาคารที่พักอาศัยที่ใช้งานในช่วงเวลากลางคืนกลับมีการปรับอากาศมากในระยะหลัง ในปี ค.ศ.2008 จึงได้มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของค่า RETV (Residential Envelope Transmittance Value)

Residential Envelope Transmittance Value (RETV) นำมาใช้กับอาคารที่พักอาศัย (Residential buildings) ข้อกำหนดของสิงคโปร์กำหนดให้ค่า RETV ต้องไม่เกิน 25 W/m2 โดยสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$RETV_{Weighted\ average} = (RETV_{bldg} \times A_{bldg}) / A_{devt}$$

เมื่อ RETVbldg = ค่า RETV สำหรับอาคารที่พักอาศัย (W/m2)
Abldg = ผลรวมของพื้นที่อาคารที่พักอาศัยทั้งหมดที่เป็นห้องนั่งเล่น ห้องรับประทานอาหาร ห้องทำงาน และห้องนอน (m2)
Adevt = ผลรวมของพื้นที่อาคารที่พักอาศัยทั้งหมด (m2)

Thermal Performance of Building Envelope (ETTV) กลไลการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการลดความร้อนที่ได้รับของกรอบอาคาร กำหนดค่า ETTV ต้องไม่เกิน 50 W/m2 โดยสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$ETTV_{Weighted\ average} = \sum(ETTV_{bldg} \times A_{bldg}) / A_{devt}$$

เมื่อ ETTVbldg = ค่า ETTV สำหรับอาคารที่พักอาศัย (W/m2)
Abldg = ผลรวมของพื้นที่อาคารที่มีการปรับอากาศทั้งหมด (m2)
Adevt = ผลรวมของพื้นที่อาคารทั้งหมด (m2)

มาตรฐานในการออกแบบระบบปรับอากาศ ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศได้รับการรับรองมาตรฐานภายใต้ Singapore Energy Labeling Scheme ได้รับเครื่องหมาย 4-Ticks ขึ้นไป ดังตารางประสิทธิภาพการปรับอากาศ (Coefficent of Performance : COP)

ตารางที่ 3-10 ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ Singapore Energy Labeling Scheme

Ticks	Energy Efficiency Rating
1	Low
2	Fair
3	Good
4	Very Good
5	Excellent

ที่มา : BCA Green Mark Certification Standard for New Building, 2012.

ตารางที่ 3-11 มาตรฐานประสิทธิภาพของการปรับอากาศชนิดต่าง ๆ

Type of Air-Conditioners	Cooling Capacity	Minimum Coefficient of Performance (COP)
Casement and Windows	Up to 8.8 kW	COP100% 2.90
Single Split Inverter	< 10 kW	Weighted COP 3.34 and COP100% 3.06
	≥ 10 kW	Weighted COP 2.78
Single Split Non-inverter	< 10 kW	COP100% 3.34
	≥ 10 kW	COP100% 2.78

Type of Air-Conditioners	Cooling Capacity	Minimum Coefficient of Performance (COP)
Multi Split Inverter	< 10 kW	Weighted COP 3.34 and COP100% 3.06
	≥ 10 kW	Weighted COP 2.64
Multi Split Non-inverter	< 10 kW	COP100% 3.34
	≥ 10 kW	COP100% 2.64

ที่มา : BCA Green Mark Certification Standard for New Building, 2012.

มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้าในอาคารของสิงคโปร์มี Singapore Standard CP 38 : 1999 - Code of practice for artificial lightings in building and design intent เป็นมาตรฐานกำหนดค่าความสว่างของพื้นที่ในอาคารสำนักงาน Singapore Standard 531 : Part 1 : 2006 - Code of practice for lightings of work places เป็นมาตรฐานกำหนดค่าแสงจ้าของการให้แสงสว่างภายในอาคาร หรือ Unified Glare Rating (UGR) การใช้พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับทำงาน และ Singapore Standard 530 - Code of practice for energy efficiency standard for building services and equipment เป็นมาตรฐานกำหนดค่าความต้องการการใช้พลังงานของระบบ

ตารางที่ 3-12 ค่าความสว่างของพื้นที่ในอาคารสำนักงาน

Area or Activity	Illumination (Lux)	
	Range	Recommended
Conference rooms	300 - 750	500
General offices	300 - 750	500
Computer workstation	300 - 750	500
Computer and data preparation rooms	500 – 1000	750
Filing print rooms	200 – 500	300
Drawing office (General)	300 – 750	500
Drawing boards	500 – 1000	750

ที่มา : BCA Green Mark Certification Standard for New Building, 2012.

ตารางที่ 3-13 ค่าแสงจ้าของการให้แสงสว่างภายในอาคาร

Type of Interior or Activity	Em (Luk)	UGR	Ra
Entrance halls	100	22	60
Lounges	200	22	80
Circulation areas and corridors	100	28	40
Stairs, escalator, travelators	150	25	40
Loading ramps/bays	150	25	40
Canteens	200	22	80
Rest rooms	100	22	80
Rooms for physical exercise	300	22	80

Type of Interior or Activity	Em (Luk)	UGR	Ra
Cloakrooms, washrooms, bathrooms, toilets	200	25	80
Rooms for medical attention	500	16	90
Plant rooms, switch gear rooms	200	25	60
Post room,switchboard	500	19	80
Store, stockrooms, cold store	100	25	60
Dispatch packing handling areas	300	25	60
Control Station	150	22	60

ที่มา : BCA Green Mark Certification Standard for New Building, 2012.

ตารางที่ 3-14 ค่าความต้องการ การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้า

Type of usage	Maximum lighting power budget (W/m2)
Offices	15
Classrooms	15
Lecture theatres	15
Auditoriums / Concert halls	10
Shop / Supermarket / Departmental stores (including general, accent and display lighting)	25
Restaurants	15
Lobbies / Atriums / Concourses	10

ตารางที่ 3-14 ค่าความต้องการ การใช้พลังงานของระบบไฟฟ้า (ต่อ)

Type of usage	Maximum lighting power budget (W/m2)
Stairs	6
Corridors	10
Car parks	5
Electronic manufacturing and fine detail / Assembly industries	20
Medium and heavy industries	15
Warehouses / Storage areas	10

ที่มา : BCA Green Mark Certification Standard for New Building, 2012.

ประเทศญี่ปุ่น

CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) เป็นแบบประเมินของประเทศญี่ปุ่น ที่ได้รับการพัฒนาจาก Japan Sustainable Building Consortium (JSBC) มาตั้งแต่ปี พ.ศ.2544 (ค.ศ.2001) ประกอบด้วยบุคลากรจากวงการก่อสร้าง หน่วยงานราชการ และนักวิชาการ โดยการสนับสนุนจากกระทรวงที่ดิน โครงข่าย และการคมนาคม ซึ่งประเทศญี่ปุ่นกำลังพัฒนาระบบดังกล่าวไปสู่ภาคบังคับให้เป็นระบบที่กำหนดมูลค่าของอาคารในอนาคต ซึ่งมีวิธีการประเมินด้านสิ่งแวดล้อมที่ครอบคลุมถึงคุณภาพของการใช้งานอาคาร รูปแบบอาคาร การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงานหรือส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมน้อย ซึ่งปัจจุบันทาง JSBC ได้พัฒนาระบบ CASBEE แบ่งออกเป็น 4 หัวข้อหลักประกอบด้วย

1. Housing scale
    - 1.1 CASBEE for Housing Unit
    - 1.2 CASBEE for Detached House
    - 1.3 CASBEE Housing Health Checklist
2. Building Scale
    - 2.1 CASBEE for New Construction
    - 2.2 CASBEE for Existing Building
    - 2.3 CASBEE for Renovation
    - 2.4 CASBEE for Temporary Construction
    - 2.5 CASBEE for Heat Island Relaxation
    - 2.6 CASBEE for Schools
    - 2.7 CASBEE for Interior Space
    - 2.8 CASBEE for Market Promotion
3. District scale
    - 3.1 CASBEE for Urban Development
    - 3.2 CASBEE Community Health Checklist
4. City scale
    - 4.1 CASBEE for Cities
    - 4.2 CASBEE for Cities -Pilot version for worldwide use

เกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับอาคารก่อสร้างใหม่ในปัจจุบันใช้เวอร์ชั่น CASBEE New Construction 2014 edition ซึ่งครอบคลุมอาคารที่อยู่อาศัยและไม่ใช่ที่อยู่อาศัยโดยแบ่งประเภทอาคารที่มีพื้นที่มากกว่า 2,000 ตารางเมตร

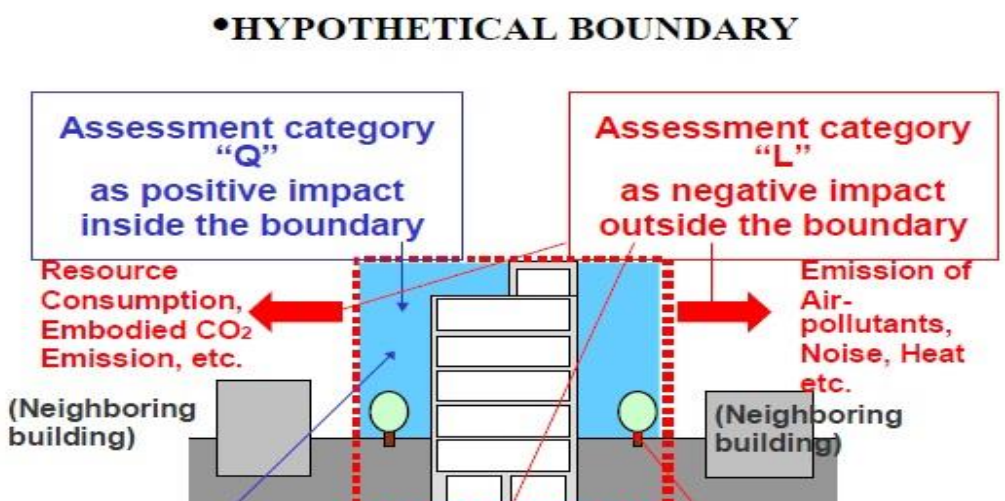
CASBEE มีหลักการประเมินเป็น 2 ส่วน คือ ด้านคุณภาพ (Q – Environmental Quality of Building) และด้านภาระโหลด (L – Environmental Load Reduction of Building) ตามวิธี Hypothetical Boundary แสดงในรูปที่ ก 1.1-29 คำนวณค่าดัชนีมาตรฐานอาคาร โดยนำค่า Q หารด้วยค่า L ดังนั้น อาคารที่มีคุณภาพสูงสอดคล้องกับมาตรฐานคุณภาพ ได้แก่ การใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อนุรักษ์พลังงาน ความปลอดภัย ความมั่นคงแข็งแรง คุณภาพอากาศภายในอาคาร อาคารที่มีค่าดัชนีมาตรฐานอาคารสูง จะเป็นอาคารที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะในระหว่างการก่อสร้าง มีการจัดการขยะของเสียและนำเศษวัสดุกลับมาใช้ใหม่และมีความกลมกลืนกับวัฒนธรรมท้องถิ่น เอื้อประโยชน์กับชุมชน ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบในตารางมาตรฐานจะสามารถระบุระดับมาตรฐานเป็น A B C หรือ S ซึ่ง S คือ Sustainable Building นับว่าเป็นระดับมาตรฐานสูงสุดของ CASBEE

ตารางที่ 3-15 ประเภทอาคารที่อยู่อาศัยและไม่ใช่ที่อยู่อาศัยตามเกณฑ์ CASBEE

หมวดหมู่	ประเภทอาคาร	รายละเอียด
อาคารที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย	สำนักงาน (Off)	ออฟฟิศ อาคารของรัฐ ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ ไปรษณีย์ และอื่น ๆ
	โรงเรียน (Sch)	ประถมศึกษา มัธยมศึกษา มหาวิทยาลัย วิทยาลัยเทคนิค และโรงเรียนอื่น ๆ
	ร้านค้า (Rtl)	ห้างสรรพสินค้า ซุปเปอร์มาร์เก็ต และอื่น ๆ
	ร้านอาหาร (Rst)	ร้านอาหาร โรงอาหาร คาเฟ่ และอื่น ๆ
	ห้องโถง (Hal)	ศูนย์จัดแสดงงาน ลานโบว์ลิ่ง โรงยิม โรงหนัง หอประชุม และอื่น ๆ
	โรงงาน (Fct)	โรงงาน คลังสินค้า ตลาดขายส่ง ห้องคอมพิวเตอร์ อู่รถยนต์ และอื่น ๆ
อาคารที่อยู่อาศัย	โรงพยาบาล (Hsp)	โรงพยาบาล บ้านพักคนชรา บ้านพักคนพิการ และอื่น ๆ
	โรงแรม (Htl)	โรงแรม โรงแรมขนาดเล็ก และอื่น ๆ
	อพาร์ตเมนท์ (Apt)	อพาร์ตเมนท์ (ไม่รวมบ้านแฝด)

ที่มา : CASBEE for Building (New Construction), 2014.

แผนภาพที่ 3-3 การแบ่งตามวิธี Hypothetical Boundary



ที่มา : CASBEE for Building (New Construction), 2014.

ค่าดัชนีมาตรฐานอาคาร Built Environment Efficiency (BEE) ที่ได้จากอัตราส่วนค่า Q และ L คำนวณได้ดังในสมการ แล้วนำผลการประเมินทั้งหมดมาพล็อตกราฟ กำหนดให้แกน Y เป็นค่า Q และแกน X เป็นค่า L และกำหนดตำแหน่งของ BEE บนกราฟจะสามารถรู้ระดับผลการประเมิน Rank S ถึง C ตามรูปที่ ก1.1-30 และกำหนดช่วงคะแนนในแต่ละระดับ

$$BEE = \frac{Q:\text{Environmental Quality of Building}}{L:\text{Environmental Load of Building}} = \frac{25\times(SQ-1)}{25\times(5-SLR)}$$

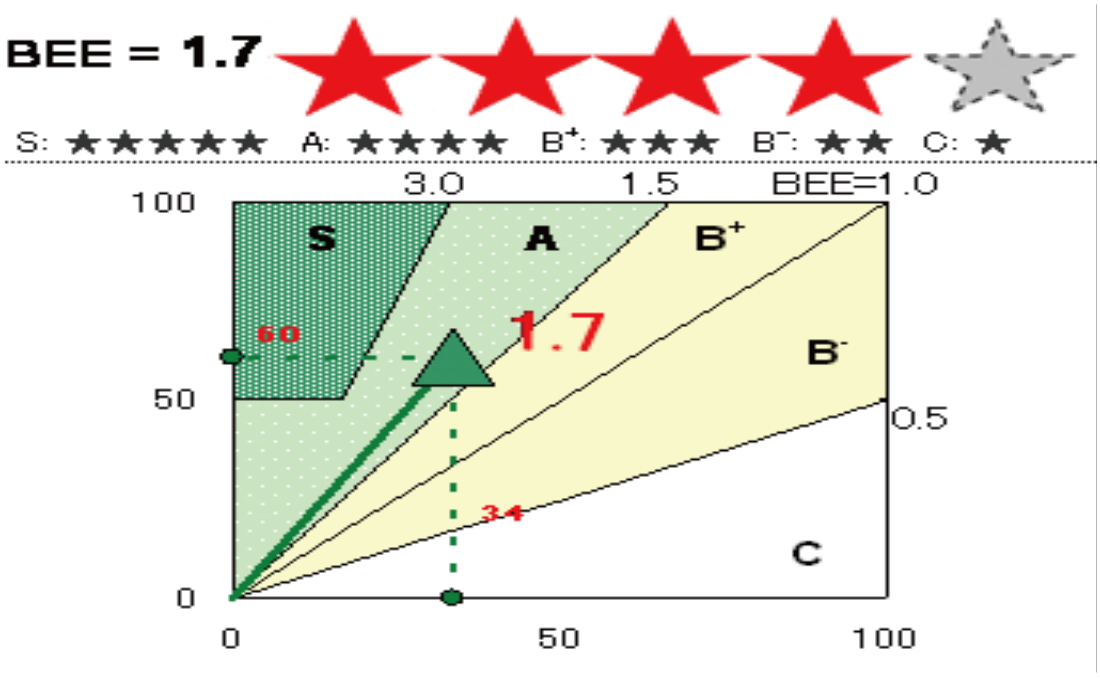
เมื่อ SQ = คะแนนการประเมินด้านคุณภาพ
SLR = คะแนนการประเมินด้านภาระโหลด

ตารางที่ 3-16 ระดับคะแนนที่ขึ้นอยู่กับค่า BEE และการประเมินเกณฑ์ CASBEE

Ranks	Assessment	BEE Value, etc.	Expression
S	Excellent	BEE ≥ 3.0, Q ≥ 50	★★★★★
A	Very Good	BEE = 1.5 – 3.0 BEE ≥ 30, Q < 50	★★★★
B+	Good	BEE = 1.0 – 1.5	★★★
B	Fairy Poor	BEE = 0.5 – 1.0	★★
C	Poor	BEE < 0.5	★

ที่มา : CASBEE for Building (New Construction), 2014.

แผนภาพที่ 3-4 รูปแบบผลการประเมินเกณฑ์ CAEBEE



ที่มา

ในการประเมินของ CASBEE ได้แบ่งหัวข้อการประเมินออกเป็น 2 ส่วน ซึ่งรายละเอียดการประเมินในแต่ละหัวข้อและคะแนนในการะประเมิน แบ่งเป็นด้านคุณภาพ (Q : Environmental Quality) และด้านภาระโหลด (L : Environmental Load Reduction) ดังนี้

ตารางที่ 3-17 การประเมินด้านคุณภาพ (Q : Environmental Quality)

Q : Environmental Quality of Building		
Q1. Indoor Environment	1. Sound Environment	1.1 Noise (5 คะแนน)
		1.2 Sound Insulation (20 คะแนน) - Sound Insulation of Openings - Sound Insulation of Partition Walls - Sound Insulation Performance of Floor Slabs (light – weight impact source) - Sound Insulation Performance of Floor Slabs (heavy – weight impact source)
		1.3 Sound Absorption (5 คะแนน)

ตารางที่ 3-17 การประเมินด้านคุณภาพ (Q : Environmental Quality) (ต่อ)

Q : Environmental Quality of Building		
	2. Thermal Comfort	2.1 Room Temperature Control (15 คะแนน) - Room Temperature - Perimeter Performance - Zoned Control
		2.2 Humidity Control (5 คะแนน)
		2.3 Type of Air Conditioning System (5 คะแนน)
	3. Lighting & Illumination	3.1 Daylight (15 คะแนน) - Daylight Factors - Openings by Orientation - Daylight Devices
		3.2 Anti – glare Measures (10 คะแนน) - Daylight Control - Reflection Control
		3.3 Illuminance Level (5 คะแนน)
		3.4 Lighting Controllability (5 คะแนน)
	4. Air Quality	4.1 Source Control (10 คะแนน) - Chemical Pollutants - Asbestos
		4.2 Ventilation (15 คะแนน) - Ventilation Rate - Natural Ventilation Performance - Consideration of Outside Air Intake
		4.3 Operation Plan (10 คะแนน) - CO2 Monitoring - Control of Smoking
Q2. Quality of Service	1. Service Ability	1.1 Functionality & Usability (15 คะแนน) - Provision of Space & Storage - Use of Advanced Information System - Barrier – free Planning

ตารางที่ 3-17 การประเมินด้านคุณภาพ (Q : Environmental Quality) (ต่อ)

Q : Environmental Quality of Building		
		1.2 Amenity (15 คะแนน) - Perceived Spaciousness & Access to view - Space for Refreshment - Décor Planning
		1.3 Maintenance (10 คะแนน) - Design that Considers Maintenance - Securing Maintenance Functions
	2. Durability & Reliability	2.1 Earthquake Resistance (10 คะแนน) - Earthquake – resistance - Seismic Isolation & Vibration Damping Systems
		2.2 Service Life of Components (30 คะแนน) - Service Life of Structural Materials - Necessary Renewal Interval for Main Interior Finishes - Necessary Replacement Interval for Air Conditioning & Ventilation Ducts - Necessary Renewal Interval for HVAC and Water Supply and Drainage pipes - Necessary Renewal Interval for Major Equipment and Services
		2.4 Reliability (25 คะแนน) - HVAC System - Water Supply & Drainage - Electrical Equipment - Support Method of Machines & Ducts - Communications & IT Equipment
	3. Flexibility & Adaptability	3.1 Spatial Margin (10 คะแนน) - Allowance for Floor to Floor Height - Flexibility in Floor Layout

ตารางที่ 3-17 การประเมินด้านคุณภาพ (Q : Environmental Quality) (ต่อ)

Q : Environmental Quality of Building		
		3.2 Floor Load Margin
		3.3 System Renewability (30 คะแนน) - Ease of Air Conditioning Duct Renewal - Ease of Water Supply & Drain pipe Renewal - Ease of Electrical Wiring Renewal - Ease of Communications Cable Renewal - Ease of Equipment Renewal - Provision of Backup Space
Q3. Outdoor Environment (On - Site)	1.Preservtion & Creation of Biotope (5 คะแนน)	
	2. Townscape & Landscape (5 คะแนน)	
	3. Local Characteristics & Outdoor Amenity	3.1 Attention to Local Character & Improvement of Comfort (5 คะแนน)
		3.2 Improvement of the Thermal Environment on Site (5 คะแนน)

ที่มา : CASBEE for Building (New Construction), 2014.

ตารางที่ 3-18 การประเมินด้านภาระโหลด (L : Environmental Load Reduction)

L : Environmental Load Reduction of Building		
LR1. Energy	1. Control of Heat Load on the Outer Surface of Buildings (5 คะแนน)	
	2. Natural Energy Utilization (5 คะแนน)	
	3. Efficiency in Building Service (5 คะแนน)	
	4. Efficient Operation	4.1 Monitoring (5 คะแนน)
		4.2 Operation and Management System (5 คะแนน)

ตารางที่ 3-18 การประเมินด้านภาระโหลด (L : Environmental Load Reduction) (ต่อ)

L : Environmental Load Reduction of Building		
LR2. Resources & Materials	1. Water Resources	1.1 Water Saving (5 คะแนน)
		1.2 Rain Water & Grey Water (10 คะแนน) - Rain Water Use System - Grey Water Use System
	2. Reducing Use of Non – renewable Resources	2.1 Reducing Use of Materials (5 คะแนน)
		2.2 Continuing Use of Existing Structure Frame, etc. (5 คะแนน)
		2.3 Use of Recycled Materials as Structural Materials (5 คะแนน)
		2.4 Use of Recycled Materials as Non – structural Materials (5 คะแนน)
		2.5 Timber from Sustainable Forestry (5 คะแนน)
		2.6 Efforts to Enhance the Reusability of Components and Materials (5 คะแนน)
	3. Avoiding the Use of Materials with Pollutant Content	3.1 Use of Materials without Harmful Substances (5 คะแนน)
		3.2 Elimination of CFCs and Halons (15 คะแนน) - Fire Retardant - Forming Agents (Insulation Materials, etc.) - Refrigerants
LR3. Off – Site Environment	1. Consideration of Global Warming (5 คะแนน)	
	2. Consideration of Local Environment	2.1 Air Pollution (5 คะแนน)
		2.2 Heat Island Effect (5 คะแนน)
		2.3 Load on Local Infrastructure (20 คะแนน) - Reduction of Rain Water Discharge Loads - Sewage Load Suppression - Traffic Load Control - Waste Treatment Loads

ตารางที่ 3-18 การประเมินด้านภาระโหลด (L : Environmental Load Reduction) (ต่อ)

L : Environmental Load Reduction of Building		
	3. Consideration of Surrounding Environment	3.1 Noise, Vibration & Odor (15 คะแนน) - Noise - Vibration - Odor
		3.2 Wind/Sand Damage & Daylight Obstruction (15 คะแนน) - Restriction of Wind Damage - Sand and Dust - Restriction of Daylight Obstruction
		3.3 Light Pollution (10 คะแนน) - Outdoor Illumination and Light that Spills from Interiors - Measured of Reflects Solar Glare from Building Walls

ที่มา : CASBEE for Building (New Construction), 2014.

การประเมินด้านพลังงานสอดคล้องตามกฎหมายควบคุมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือ กฎหมายอนุรักษ์พลังงานและ Japan housing performance standard ภายใต้พระราชบัญญัติการรับรองคุณภาพอาคาร พิจารณา 4 หัวข้อหลัก

1. การควบคุมโหลดความร้อนและพื้นผิวนอกอาคาร

พิจารณาจากการลดค่าการถ่ายเทความร้อนและการสูญเสียความร้อนของกรอบอาคาร การควบคุมโหลดความร้อนต่าง ๆ ที่สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานของอาคารได้ สำหรับอาคารทุกประเภท ยกเว้น อพาร์ตเมนท์สามารถประเมินได้จาก Annual thermal load standard BPI (Building PAL Index) และสำหรับอพาร์ตเมนท์ประเมินจากการใช้ฉนวนกันความร้อนของกรอบอาคารตาม Thermal load control of building outer surfaces items

2. การใช้ประโยชน์จากพลังงานธรรมชาติ

วิธีการนำพลังงานจากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์พิจารณา 2 รูปแบบคือทางตรงและทางอ้อม ทางตรงคือการนำพลังงานจากธรรมชาติมาใช้โดยไม่ผ่านอุปกรณ์ใด ๆ เช่น การใช้แสงจากดวงอาทิตย์ในอาคารและการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ สำหรับทางอ้อมเช่น การใช้แผงโซล่าเซลล์รับความร้อนจากดวงอาทิตย์แปลงเป็นพลังงานไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น ๆ ไปใช้ประโยชน์ในอาคาร

3. ประสิทธิภาพระบบการบริหารจัดการอาคาร

การประเมินในหัวข้อนี้แบ่งวิธีการประเมินเป็น 3 วิธีตามประเภทอาคารและขนาดของอาคาร ดังนี้

3.1 การประเมินตาม Primary energy consumption ของอาคาร สำหรับอาคารทุกประเภทที่มีขนาดมากกว่า 5,000 m2 และพื้นที่สาธารณะของอพาร์ตเมนท์ พิจารณาจาก Building Energy Index (BEI) คือค่าปริมาณการใช้พลังงานทุกระบบของอาคาร สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 พิจารณา

ระบบปรับอากาศ ระบบระบายอากาศ ระบบแสงสว่าง ระบบทำน้ำอุ่น ระบบขนส่ง ระบบอื่น ๆ และระบบปรับปรุงการประหยัดพลังงาน เช่น การใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์และระบบพลังงานร่วม (Co – Generation Systems) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารและปริมาณการใช้พลังงานของอาคาร

$$BEI = \frac{\text{Design primary energy consumption of the building subject to assessment}}{\text{Standard primary energy consumption of the building subject to assessment}}$$

$$= \frac{E_T}{E_{ST}} = \frac{(E_{AC}+E_V+E_L+E_{HW}+E_{EV}-E_S+E_M)\times 10^{-3}}{(E_{SAC}+E_{SV}+E_{SL}+E_{SHW}+E_{SEV}+E_{SM})\times 10^{-3}}$$

เมื่อ E_T = ค่าการออกแบบการใช้พลังงานเบื้องต้น (MJ/year)

E_V = ค่าการออกแบบการใช้พลังงานเบื้องต้นของเครื่องระบายอากาศที่ไม่ใช่เครื่องปรับอากาศ (MJ/year)

E_{AC} = ค่าการออกแบบการใช้พลังงานเบื้องต้นของเครื่องปรับอากาศ (MJ/year)

E_L = ค่าการออกแบบการใช้พลังงานเบื้องต้นของระบบแสงสว่าง (MJ/year)

E_{HW} = ค่าการออกแบบการใช้พลังงานเบื้องต้นของอุปกรณ์ทำน้ำอุ่น (MJ/year)

E_{EV} = ค่าการออกแบบการใช้พลังงานเบื้องต้นของระบบขนส่งในอาคาร (MJ/year)

E_M = ค่าการออกแบบการใช้พลังงานเบื้องต้นของระบบอื่น ๆ (MJ/year)

E_S = ค่าการออกแบบการใช้พลังงานเบื้องต้นที่ลดลงเนื่องจากการใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน (MJ/year)

E_{ST} = ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานเบื้องต้น (MJ/year)

E_{SAC} = ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานเบื้องต้นของเครื่องปรับอากาศ (MJ/year)

E_{SV} = ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานเบื้องต้นของเครื่องระบายอากาศที่ไม่ใช่เครื่องปรับอากาศ (MJ/year)

E_{SL} = ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานเบื้องต้นของระบบแสงสว่าง (MJ/year)

E_{SHW} = ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานเบื้องต้นของอุปกรณ์ทำน้ำอุ่น (MJ/year)

E_{SEV} = ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานเบื้องต้นของระบบขนส่งในอาคาร (MJ/year)

E_{SM} = ค่ามาตรฐานการใช้พลังงานเบื้องต้นของระบบอื่น ๆ (MJ/year)

3.2 การประเมินตาม BEIm of the Model Building Method

สำหรับอาคารที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัยและมีพื้นที่รวมน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000 m2 พิจารณาจากค่า BEIm เป็นค่ามาตรฐานของ Model Building Method คำนวณได้จากโปรแกรมการประเมินของ CASBEE

3.3 การประเมินตาม Primary energy consumption สำหรับอพาร์ตเมนท์

พิจารณาจากค่า Consumption ratio ของค่ามาตรฐานการใช้พลังงานเบื้องต้นและค่าการออกแบบการใช้พลังงานเบื้องต้นไม่รวมการใช้พลังงานจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คำนวณได้จาก

$$\text{Consumption ratio (\%)} = \frac{\text{Design primary energy consumption}}{\text{Standard primary energy consumption}} \times 100$$

ระดับการประเมินของวิธีที่ 3 = -0.1 x Consumption ratio + 14

4. Efficient operation

4.1 การตรวจสอบ (Monitoring) อาคารทุกประเภท ยกเว้น อพาร์ตเมนท์จะมีการตรวจสอบปริมาณการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องในแต่ละขั้นตอนดำเนินงานต่าง ๆ หลังจากก่อสร้างเสร็จส่วนอาคารประเภทอพาร์ตเมนท์จะประเมินตามหัวข้อ การจัดการและควบคุมพลังงานใน CASBEE in Dwelling unit พิจารณาแนวทางการตรวจสอบการใช้พลังงานในแต่ละระบบของอาคาร เช่น การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบการใช้พลังงานในระบบ การติดตั้งระบบตัดไฟของแผงวงจรไฟฟ้าอาคาร จะประเมินเฉพาะระบบหลักในอาคารอย่างน้อย 4 ระบบ เช่น ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ระบบระบายอากาศ เป็นต้น

4.2 การดำเนินการและระบบการบริหารจัดการ สำหรับอาคารทุกประเภท ยกเว้นอพาร์ตเมนท์จะประเมินตามหัวข้อ Presentation of lifestyle advice ใน CASBEE for Dwelling Unit พิจารณาจากขั้นตอนการวางแผนการดำเนินงานและการบริหารจัดการระบบ การซ่อมบำรุง และแนวทางการประหยัดพลังงานของอาคาร

ประเทศออสเตรเลีย

NABERS (The National Australian Built Environment Rating System) เป็นมาตรฐานการประเมินอาคารอนุรักษ์พลังงาน ของประเทศ ออสเตรเลีย ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร ดำเนินงานโดย NSW Office of Environment and Heritage ในนามของรัฐบาลออสเตรเลียผลการประเมินจะแสดงในรูปของดาวจำนวน 1-6 ดวงบนฉลาก เกณฑ์ NABER แบ่งเกณฑ์การประเมินเป็น 4 ด้านหลักๆ ดังนี้ Energy, Water, Waste และ Indoor Environment

1. NABERS for Offices
2. NABERS for Shopping Centers
3. NABERS for Hotels
4. NABERS for Home
5. NABERS for Data Centre

แผนภาพที่ 3-5 ชนิดของเกณฑ์ NABERS

ที่มา : NABERS Energy Guide to Building Energy Estimation, 2011

ตารางที่ 3-19 ผลการประเมินรูปของดาวของเกณฑ์ NABER

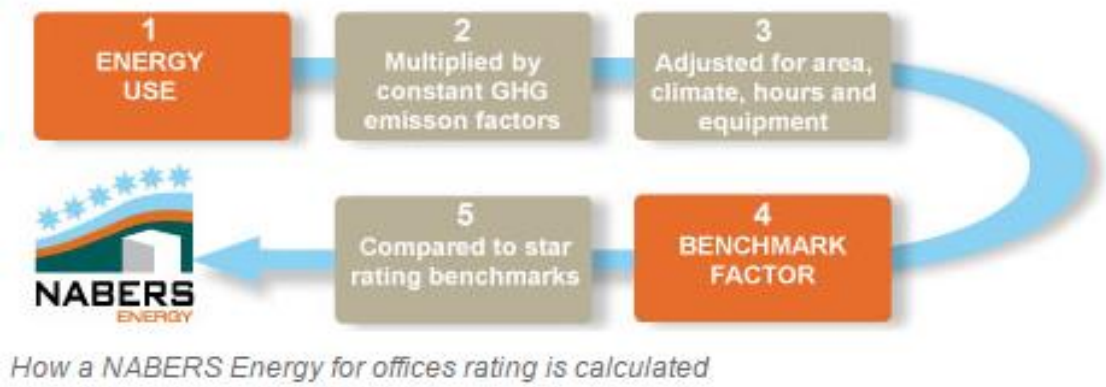
The NABERS rating scale	Indoor Environment, Energy and Water Offices, Shopping centers, Hotels and Home	Waste for offices
Market leading performance	6 stars	5 stars
Excellent performance	5 stars	4 stars
Good performance	4 stars	3 stars
Average performance	3 stars	2.5 stars
Below average performance	2 stars	2 star
Poor performance	1 star	1 star
Very poor performance	0 stars	0 stars

ที่มา : NABERS Energy Guide to Building Energy Estimation, 2011

NABERS for Office ประกอบด้วยเกณฑ์ NABERS Energy, NABERS Water, NABERS Waste และ NABERS Indoor Environment สามารถใช้กับรูปแบบอาคารสำนักงานได้ 3 ประเภทคือ Base building คือ พื้นที่บริการส่วนกลาง พื้นที่ใช้สอยทั่วไปสำหรับอาคารสำนักงาน, Office tenancy คือ พื้นที่สำหรับให้เช่าภายในอาคารสำนักงาน และ Whole building คือพื้นที่ใช้สอยรวมภายในอาคารสำนักงาน

การประเมินผลตามเกณฑ์มาตรฐาน NABERS ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานรวมภายในอาคาร ได้แก่การใช้พลังงานไฟฟ้า, แสงสว่าง, ระบบปรับอากาศ, ลิฟต์, การใช้น้ำรวมถึงการใช้ประโยชน์จากน้ำ และการประเมินสภาพแวดล้อมภายในอาคาร ซึ่งใช้การเก็บข้อมูลด้านต่าง ๆ ย้อนหลังภายในระยะเวลา 12 เดือน เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของระดับฉลากดาว ตามเกณฑ์ประเภทนั้น ๆ มีขั้นตอนการประเมินดังรูป

แผนภาพที่ 3-6 ขั้นตอนการตรวจประเมินของเกณฑ์ NABERS



How a NABERS Energy for offices rating is calculated

ที่มา : NABERS Energy Guide to Building Energy Estimation, 2011

แนวทางการประเมินการใช้พลังงานตามเกณฑ์ของ NABERS

1. การเก็บข้อมูลการใช้พลังงานภายในอาคารในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา โดยเก็บข้อมูลจากบิลค่าใช้จ่าย ข้อมูลการใช้พลังงาน

2. การคำนวณการใช้พลังงานภายในอาคาร ซึ่งถูกคูณค่าด้วยค่าคงที่ของ NABERS Greenhouse Gas (GHG) factor ที่มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลา 1 ปี เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลในช่วงเวลานั้น ๆ

3. การคำนวณการใช้พลังงานภายในอาคารสอดคล้องกับ ลักษณะพื้นที่ตั้ง สภาพภูมิอากาศ ชั่วโมงการทำงาน และจำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสำนักงาน

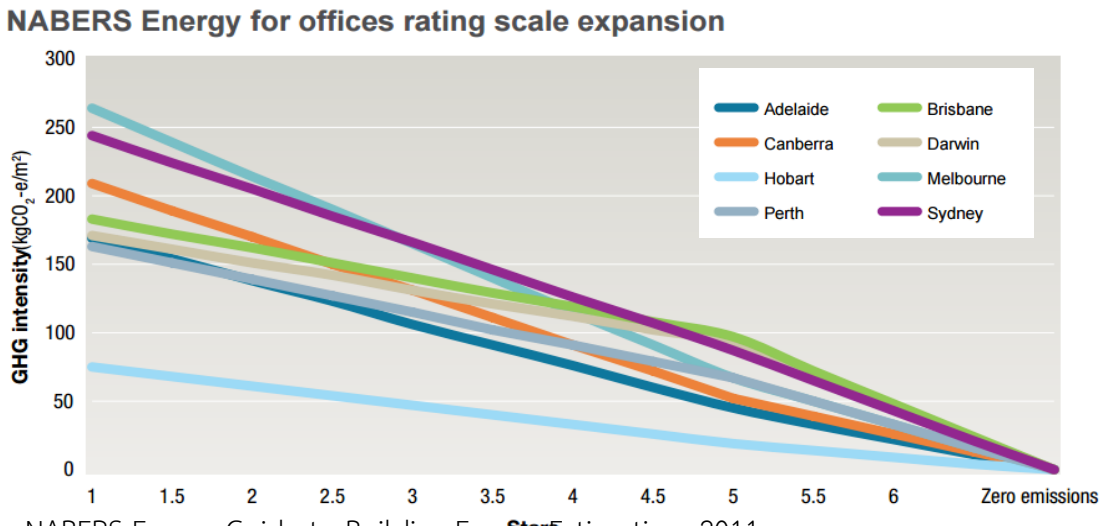
4. Benchmark Factor เป็นค่ามาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบอาคารที่ตั้งอยู่ในสถานที่ภูมิศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อให้อาคารนั้นผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งพิจารณาจากปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่ โดยคำนวณเทียบจาก National Greenhouse Accounting factors อาคารที่จะได้รับฉลากดาวระดับต่างๆ ต้องมีการใช้พลังงานไม่มากกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด

ตารางที่ 3-20 ตัวอย่างข้อมูลเกณฑ์ NABERS ของอาคารที่ก่อสร้างในออสเตรเลีย

Star rating	Comments	Emissions (kg CO2/m2)
1 stars	Poor	199
2 stars	Average	167
3 stars	Very good	135
4 stars	Excellent	103
5 stars	Exceptional	71

ที่มา : NABERS Energy Guide to Building Energy Estimation, 2011

แผนภาพที่ 3-7 การเปรียบเทียบปริมาณ GHG intensity



ที่มา : NABERS Energy Guide to Building Energy Estimation, 2011

สหรัฐอเมริกา

LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) เป็นมาตรฐานการประเมินอาคารเขียวที่ได้รับการยอมรับ แพร่หลายมากที่สุดทั่วโลกจาก U.S. Green Building Council (USGBC) มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรของอาคารและช่วยลดผลกระทบด้านลบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยของผู้ใช้อาคาร โดยคำนึงตลอดวงจรชีวิตของอาคาร นั้นได้รับการออกแบบให้เป็นอาคารเขียว (Green buildings) อย่างถูกวิธี จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดเป็นมาตรฐานขึ้นมา ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้วิธีการให้

คะแนนตามรายการ ซึ่งได้แยกเกณฑ์ การให้คะแนนเป็นข้อ ๆ โดยอาคารที่ผ่านเกณฑ์แต่ละข้อก็จะได้คะแนนสะสมในระดับต่าง ๆ เกณฑ์มาตรฐาน LEED เวอร์ชั่นปัจจุบันคือ LEED v.4 ประกอบด้วย

1. LEED for Building Design and Construction (LEED BD+C) สำหรับอาคารสร้างใหม่หรือปรับปรุงใหญ่
2. LEED for Interior Design and Construction (LEED ID+C) สำหรับงานตกแต่งภายใน
3. LEED for Building Operations and Maintenance (LEED O+M) สำหรับอาคารเดิมที่เน้นการบริหารจัดการ
4. LEED for Neighborhood Development (LEED-ND) สำหรับงานวางผังชุมชน
5. LEED for Homes สำหรับบ้าน และอาคารพักอาศัยรวม

เกณฑ์ LEED สำหรับอาคารสร้างใหม่ หรือปรับปรุงใหญ่จะใช้เกณฑ์ LEED for Building Design and Construction (LEED BD+C) มีการให้คะแนนของแบบประเมินอาคารตามมาตรฐาน LEED BD+C ทั้งหมด 7 หมวด คะแนนรวม 110 คะแนน

Location and Transportation (16 คะแนน) เป็นการให้คะแนนกับทำเลที่ตั้งของโครงการที่มีทำเลอยู่ใกล้กับการบริการขนส่งสาธารณะ เพื่อสนับสนุนการคมนาคมขนส่งมวลชนสามารถเข้าถึงได้ เพื่อประหยัดพลังงานจากการใช้น้ำมัน หรือรถยนต์ส่วนตัว ประกอบด้วย

- Sensitive Land Protection (1 คะแนน)
- High Priority Site (2 คะแนน)
- Surrounding Density and Diverse Uses (5 คะแนน)
- Access to Quality Transit (5 คะแนน)
- Bicycle Facilities (1 คะแนน)
- Reduced Parking Footprint (1 คะแนน)
- Green Vehicles (1 คะแนน)

Sustainable Site (10 คะแนน) เป็นการเลือกสถานที่ตั้งโครงการที่ไม่รุกล้ำพื้นที่ที่เป็นแหล่งธรรมชาติเดิม นอกจากนี้การให้คะแนนในหัวข้อนี้ก็จะเกี่ยวข้องกับการพยายามรักษาหน้าดินเดิมการป้องกันการกัดกร่อนของหน้าดิน การจัดการระบบระบายน้ำฝน การลดมลภาวะทางด้านแสงสว่างรบกวนสู่สภาพแวดล้อมข้างเคียงในเวลากลางคืน

- Construction Activity Pollution Prevention (Required)
- Site Assessment (1 คะแนน)
- Site Development - Protect or Restore Habitat (2 คะแนน)
- Open Space (1 คะแนน)
- Rainwater Management (3 คะแนน)
- Heat Island Reduction (2 คะแนน)
- Light Pollution Reduction (1 คะแนน)

Water Efficiency (11 คะแนน) เป็นการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมที่ไม่สิ้นเปลืองน้ำเพื่อการบำรุงรักษาต้นไม้ ซึ่งรวมถึงการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสีย

- Outdoor Water Use Reduction (Required)

- Indoor Water Use Reduction (Required)
- Building-Level Water Metering (Required)
- Outdoor Water Use Reduction (2 คะแนน)
- Indoor Water Use Reduction (6 คะแนน)
- Cooling Tower Water Use (2 คะแนน)
- Water Metering (1 คะแนน)

Energy and Atmosphere (33 คะแนน) เป็นการใช้ทรัพยากรพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้พลังงานทดแทนอย่างเหมาะสม ทางด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เจ้าของอาคารจะต้องมีแผนการจัดการพลังงาน และแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์งานระบบอาคารอย่างเหมาะสมและสม่ำเสมอ รวมทั้งการตรวจวัดการใช้พลังงานของอาคาร (Measurement & Verification) หัวข้อนี้ยังจัดให้คะแนนแก่การออกแบบที่ช่วยลดก๊าซเรือนกระจก ที่พบว่าทำให้เกิดรูโหว่ของโอโซนชั้นบรรยากาศโลก

- Fundamental Commissioning and Verification (Required)
- Minimum Energy Performance (Required)
- Building-Level Energy Metering (Required)
- Fundamental Refrigerant Management (Required)
- Enhanced Commissioning (6 คะแนน)
- Optimize Energy Performance (18 คะแนน)
- Advanced Energy Metering (1 คะแนน)
- Demand Response (2 คะแนน)
- Renewable Energy Production (3 คะแนน)
- Enhanced Refrigerant Management (1 คะแนน)
- Green Power and Carbon Offsets (2 คะแนน)

Materials and Resources (13 คะแนน) เป็นการใช้วัสดุก่อสร้างอาคารอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นวัสดุที่มาจากแหล่งที่ต้องไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม โดยหลักการทั่วไป มักจะได้แก่วัสดุรีไซเคิล หรือวัสดุก่อสร้างพื้นถิ่นที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายหรือค่าพลังงานในการขนส่งมาจากแหล่งอื่น รวมทั้งการวางแผนจัดการขยะจากการก่อสร้างอาคารอีกด้วย

- Storage and Collection of Recyclables (Required)
- Construction and Demolition Waste Management Planning
- Building Life-Cycle Impact Reduction (5 คะแนน)
- Environmental Product Declarations (2 คะแนน)
- Sourcing of Raw Materials (2 คะแนน)
- Material Ingredients (2 คะแนน)
- Construction and Demolition Waste Management (2 คะแนน)

Indoor Environmental Quality (16 คะแนน) เป็นการออกแบบ ก่อสร้าง และบริหารจัดการให้อาคารมีสภาวะแวดล้อมภายในที่น่าสบาย ปลอดสารพิษ โดยวิธีการใช้วัสดุก่อสร้างและตกแต่งอาคารที่เหมาะสม การจัดให้มีการระบายอากาศที่เพียงพอ การได้รับแสงสว่างธรรมชาติ รวมถึงการจัดการบริหารอาคารและการทำความสะอาดอย่างเหมาะสมและสม่ำเสมอ

- Minimum IAQ Performance (Required)
- Environmental Tobacco Smoke Control (Required)
- Enhanced Indoor Air Quality Strategies (2 คะแนน)
- Low-Emitting Materials (3 คะแนน)
- Construction Indoor Air Quality Management Plan(1 คะแนน)
- Indoor Air Quality Assessment (2 คะแนน)
- Thermal Comfort (1 คะแนน)
- Interior Lighting (2 คะแนน)
- Daylight (3 คะแนน)
- Quality Views (1 คะแนน)
- Acoustic Performance (1 คะแนน)

Innovation (6 คะแนน) เป็นการออกแบบส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ผู้ออกแบบอาคารสร้างสรรค์ขึ้นมาให้เป็นนวัตกรรมที่ช่วยแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ แบบประเมิน LEED ยังได้ให้คะแนนพิเศษแก่โครงการที่มีผู้เชี่ยวชาญพิเศษที่ได้การรับรองว่ามีความสามารถที่จะเสนอแนะแนวทางการออกแบบอาคารให้สอดคล้องกับแนวทางของ LEED อีกด้วย

- Innovation (1 คะแนน)
- LEED Accredited Professional (1 คะแนน)

Regional Priority (4 คะแนน) เป็นหมวดที่ให้อาคารเลือกออกแบบอาคารตามความจำเป็นของภูมิภาคเร่งด่วนของภูมิภาคนั้น เช่น การประหยัดน้ำในอาคาร ซึ่งความจำเป็นของแต่ละภูมิภาคจะไม่เหมือนกัน โดยตรวจสอบได้จาก www.usgbc.org

- Regional Priority: Specific Credit (1 คะแนน)
- Regional Priority: Specific Credit (1 คะแนน)
- Regional Priority: Specific Credit (1 คะแนน)
- Regional Priority: Specific Credit (1 คะแนน)

LEED BD+C ประกอบด้วย 57 ประเด็นการประเมินใน 8 หมวด คะแนนเต็มมีทั้งสิ้น 110 คะแนน ซึ่งเมื่อรวมคะแนนทั้งหมดแล้ว คะแนนรวม 40-49 คะแนนได้ระดับ “Certified” คะแนน 50-59 คะแนนได้ระดับ “Silver” คะแนน 60-79 ได้ระดับ “Gold” และคะแนน 80+ ได้ระดับ “Platinum”

แผนภาพที่ 3-8 ระดับเกณฑ์ LEED

ที่มา : LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION, 2016.

หมวดพลังงาน Energy and Atmosphere เป็นหมวดที่มีคะแนนมากที่สุด (33 คะแนน) เป็นการใช้ทรัพยากรพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้พลังงานทดแทนอย่างเหมาะสม ทางด้านการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์งานระบบอาคารอย่างเหมาะสมและสม่ำเสมอ รวมทั้งการตรวจวัดการใช้พลังงานของอาคาร (Measurement & Verification) การออกแบบที่ช่วยลดก๊าซเรือนกระจก โดยหมวดนี้มีทั้งหมด 11 ประเด็น มีรายละเอียดและการคำนวณ ดังต่อไปนี้

1. Fundamental Commissioning and Verification (Required) การทดสอบการทำงานของระบบพลังงานในอาคารโดยจะต้องแต่งตั้งผู้รับผิดชอบในการทดสอบ (Commissioning Authority) ที่มีประสบการณ์ด้านการทดสอบอย่างน้อย 2 ปี โดยต้องไม่เป็นบุคคลเดียวกับผู้ออกแบบหรือผู้รับเหมา และต้องรายงานผลการตรวจสอบให้เจ้าของทราบโดยตรง ระบบที่ต้องทดสอบการทำงาน อย่างน้อยที่สุดจะต้องประกอบด้วย ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ระบบแสงสว่าง ระบบน้ำร้อน ระบบพลังงานหมุนเวียน

2. Minimum Energy Performance (Required) อาคารมีสมรรถนะขั้นต่ำด้านการประหยัดพลังงานได้ตามมาตรฐานที่กำหนด เพื่อลดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและการใช้พลังงานที่มากเกินไป มีการพิจารณา 3 ทางเลือกการจำลองค่าพลังงานโดยรวมของอาคารทั้งหมด (Whole building simulation) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เปรียบเทียบระหว่างอาคารที่ออกแบบและอาคารอ้างอิง (Baseline building) ตามวิธีการคำนวณที่ระบุใน ASHRAE 90.1-20010 Appendix G ทั้งนี้อาคารที่ออกแบบใหม่ต้องมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำกว่าอย่างน้อย 5% แต่ถ้าเป็นอาคารสำนักงาน หรือ ร้านค้าปลีกขนาดไม่เกิน 20,000 ตร.ฟุต (1,858 ตร.ม.) หรือคลังสินค้าขนาดไม่เกิน 50,000 ตร. ฟุต (4,645 ตร.ม.) ก็อาจใช้วิธีทำตามข้อกำหนดที่ระบุใน ASHRAE Advance Energy Design Guide โดยไม่ต้องใช้วิธีจำลองโดยคอมพิวเตอร์

3. Building-Level Energy Metering (Required) เป็นการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าของอาคารเพื่อตรวจสอบค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารเป็นการสนับสนุนการจัดการพลังงานและการประหยัด

4. Fundamental Refrigerant Management (Required) เป็นการจัดการสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่ไม่ทำลายระดับของการทำลายโอโซน (Ozone Depletion Potential) และทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential) ผ่านเกณฑ์คำนวณจากสูตรที่กำหนด หรือไม่ใช้สารดับเพลิงที่มี CFCs, HCFCs (Hydro chlorofluorocarbons) และ Halons

5. Enhanced Commissioning (6 คะแนน) เป็นการให้คะแนนการทดสอบการทำงานของระบบมากกว่าเกณฑ์บังคับ โดยให้ทีมทดสอบเข้ามามีส่วนร่วมในโครงการตั้งช่วงต้นของการออกแบบ ขั้นตอนตรวจสอบการส่งมอบงานของผู้รับเหมา และตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของระบบหลังจากอาคารใช้งานแล้วภายใน 10 เดือน หรือทางเลือกที่ 2 คือ การกระทำ Envelope commissioning ซึ่งเป็นการตรวจสอบการก่อสร้างระบบเปลือกอาคารตามมาตรฐาน ASHARE Guideline 0-2005 และ National institute of Building Sciences (NIBS) Guideline 3-2012 Exterior Enclosure Technical Requirements for the Commissioning Process ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงาน น้ำคุณภาพสภาพแวดล้อมและความทนนาน

6. Optimize Energy Performance (18 คะแนน) สมรรถนะในการประหยัดพลังงานที่เหมาะสมต้องออกแบบให้มีค่าใช้จ่ายพลังงานต่อปีต่ำกว่าอาคารที่ใช้เป็นฐานตั้งแต่ 6% - 50% สำหรับอาคารใหม่ 4% - 48% สำหรับอาคารที่ปรับปรุงให้ผู้ออกแบบต้องกำหนดเป้าหมาย การประหยัดพลังงานเบื้องต้นไว้ก่อน สำหรับผู้ออกแบบที่เลือก integrative Process credit ควรวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นก่อนแล้วจึงจำลองการใช้พลังงานของอาคารโดยใช้ ASHRAE Standard 90.1-2010 Appendix G

ตารางที่ 3-21 เกณฑ์การให้คะแนนในหัวข้อ Optimize Energy Performance

New Construction	Major Renovation	Core and Shell	Points (except Schools, Healthcare)	Points Healthcare	Points Schools

8%	6%	5%	2	4	2
10%	8%	7%	3	5	3
12%	10%	9%	4	6	4
14%	12%	11%	5	7	5
16%	14%	13%	6	8	6
18%	16%	15%	7	9	7
20%	18%	17%	8	10	8
22%	20%	19%	9	11	9
24%	22%	21%	10	12	10
26%	24%	23%	11	13	11
29%	27%	26%	12	14	12
32%	30%	29%	13	15	13
35%	33%	32%	14	16	14
38%	36%	35%	15	17	15
42%	40%	39%	16	18	16
46%	44%	43%	17	19	-
50%	48%	47%	18	20	-

ที่มา

Energy Star ร่วมกันก่อตั้งขึ้นในปี 1992 โดย U.S. Environmental Protection Agency (EPA) เป็นความคิดริเริ่มการติดฉลากโดยสมัครใจ ซึ่งการออกแบบมาเพื่อวิธีการส่งเสริมประสิทธิภาพการใช้พลังงานในความหลากหลายของผลิตภัณฑ์และลดก๊าซเรือนกระจก (GHG) ผลิตภัณฑ์แรกที่มีการกำหนดเป้าหมายโดย ENERGY STAR คือคอมพิวเตอร์และจอคอมพิวเตอร์ และได้ขยายให้มีความหลากหลายของเครื่องใช้ไฟฟ้า, อุปกรณ์สำนักงาน, อุปกรณ์แสงสว่างความร้อนและอุปกรณ์ทำความเย็น, เครื่องใช้ไฟฟ้า, อาคารที่อยู่อาศัยและอาคารพานิชย์ จากนั้นได้มีการร่วมมือกันระหว่าง U.S. Department of Energy (DOE) กับ EPA และในปี 1996 เพื่อเป็นการส่งเสริมให้การใช้พลังงานและเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารเกณฑ์ Energy Star สำหรับอาคารจึงได้ถูกพัฒนาขึ้น

การประเมินของ Energy star ของ EPA เป็นการอัตราประสิทธิภาพการทำงานของอาคารที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระดับ 1 ถึง 100 เป็นการทำดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Index) และการเปรียบเทียบสมรรถนะด้านพลังงาน (Energy Benchmark) กับอาคารอื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น อาคาร Park Ventures ที่เป็นอาคารประหยัดพลังงานอันดับต้นของประเทศไทยมีดัชนีการใช้พลังงานที่ 113 kWh/m2 ต่อปี ในขณะที่ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานของอาคารประเภทเดียวกันจะอยู่ที่ 233 kWh/m2 ต่อปี ซึ่งมีผลประหยัดเมื่อเปรียบเทียบกับอาคารประเภทเดียวกันประมาณ 54% ดังนั้นเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้พลังงาน EPA จึงมีเครื่องมือที่เรียกว่า Portfolio Manager ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้ EPA และเจ้าของอาคารสามารถติดตามและวิเคราะห์การใช้พลังงาน โดยเป็นการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของอาคารพาณิชย์ทั่วประเทศ พร้อมกับเก็บข้อมูลปัจจัยตัวแปรการใช้พลังงาน ได้แก่ จำนวนชั่วโมงที่ใช้อาคาร จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร จำนวนพนักงานต่อพื้นที่ของอาคาร และสัดส่วนของพื้นที่ปรับอากาศต่อพื้นที่อาคารทั้งหมด โดยฐานข้อมูลนี้จะแบ่งตามประเภทอาคารต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ในเขตอากาศต่าง ๆ กัน ซึ่งเมื่อ EPA ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ โดยใช้สมการถดถอยแบบหลายตัวแปร (Multivariate Regression) ในการทำนายอาคารที่เข้าข่ายมีการใช้สอยเดียวกันตามปัจจัยตัวแปรการ

ใช้พลังงานมีค่าดัชนีการใช้พลังงานเท่าไหร่ อาคารที่ Energy Star ให้การรับรองได้แก่ ธนาคาร ศาล ศูนย์ข้อมูล ศูนย์กระจายสินค้า สำนักงานการเงินโรงพยาบาล (ทั่วไปทางการแพทย์และการผ่าตัด) โรงแรม โรงเรียน สำนักงาน ร้านค้าปลีก ชุมชนดูแลอาวุโส ซุปเปอร์มาร์เก็ตร้านขายของชำ คลังสินค้า สโมสรขายส่ง/ซุปเปอร์เซ็นเตอร์ และสถานนมัสการ

แผนภาพที่ 3-9 ประเภทอาคารของเกณฑ์ Energy Star

ที่มา : ENERGY STAR® Portfolio Manager, 2015.

โปรแกรม Portfolio Manager ของ Energy Star เจ้าของอาคารจะต้องเข้าไปในเว็บไซต์ Energy Star Portfolio Manager เพื่อป้อนข้อมูลเกี่ยวกับอาคารที่จะนำไปเทียบกับฐานข้อมูล โดยป้อนตัวเลขตามข้อมูลปัจจัยตัวแปรการใช้พลังงานจะได้ค่าดัชนีการใช้พลังงานมาตรฐาน (Predicted Energy Use) สำหรับอาคารที่มีรูปแบบการใช้สอยตามข้อมูลปัจจัยตัวแปรการใช้พลังงาน จากนั้นจึงป้อนข้อมูลการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจริง (Actual Energy Use) ระบบ Energy Star จะเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้จริงต่อการใช้มาตรฐาน และให้คะแนนประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Efficiency Ratio - EER) เป็นคะแนน Energy Star Score ออกมา เช่น หากมีการใช้พลังงานเป็น 50% ของค่ามาตรฐาน (EER = 0.50) ก็จะได้ Energy Star Score เท่ากับ 88 คะแนน หรือเทียบเท่ากับประสิทธิภาพการใช้พลังงานดีเด่นในอันดับเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 88 ของฐานข้อมูล

แผนภาพที่ 3-10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามาตรฐาน EER กับ Energy Star Score

ที่มา : ENERGY STAR® Portfolio Manager, 2015.

Energy Star มีประโยชน์ต่อการจัดการพลังงานในอาคารเพราะนอกจากจะเทียบอาคารที่มีลักษณะการใช้สอยที่คล้ายกันได้อย่างมีความน่าเชื่อถือทางสถิติแล้ว ยังช่วยจัดอันดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารให้อยู่ในค่า 1-100 โดยอาคารที่จะขอฉลาก Energy Star Certification ได้ต้องเป็นอาคารที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานมากกว่า 75 คะแนนขึ้นไป โดยปัจจุบันสภาอาคารเขียวแห่งสหรัฐอเมริกา หรือ USGBC ได้รับรองระบบการคำนวณดัชนีพลังงาน และระบบการเทียบสมรรถนะของ Energy Star แล้ว โดยบรรจุเข้าเป็นเกณฑ์การให้คะแนนอาคารเขียว LEED ในหมวดพลังงานและบรรยากาศ ของเกณฑ์ LEED for Building Operation and Maintenance (LEED O+M)

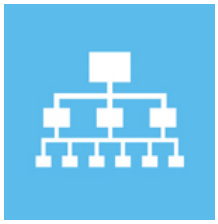
สหรัฐราชอาณาจักร

BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) เป็นรูปแบบการประเมินการพัฒนาอย่างยั่งยืนสำหรับสภาพแวดล้อมในอาคารครั้งแรกของโลก มีการสนับสนุนการใช้งานอย่างมากในสหราชอาณาจักร ซึ่งมีทั้งการออกแบบอาคาร การก่อสร้าง และการใช้งานอย่างยั่งยืน ในปัจจุบัน BREEAM เป็นมาตรฐานสากลที่มีการดัดแปลง ดำเนินการ และนำไปใช้ผ่านเครือข่ายของผู้ประกอบการระหว่างประเทศ ผู้ประเมิน และผู้เชี่ยวชาญด้านอุตสาหกรรม โดยการประยุกต์และใช้ BREEAM มาช่วยในการวัดเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของอาคาร สร้างมูลค่าเพิ่ม และลดความเสี่ยงของสินทรัพย์ ซึ่งได้รับความนิยมประเมินมากกว่า 530,000 อาคาร ในกว่า 70 ประเทศทั่วโลก

BREEAM ในสหราชอาณาจักร ดำเนินการโดย BRE Global Limited เป็นผู้พัฒนาและดำเนินการแผนการ BREEAM เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมของอาคารในขั้นตอนต่าง ๆ ตลอดการใช้งาน ประกอบด้วยเกณฑ์ ดังนี้

1. BREEAM Communities สำหรับต้นแบบการวางแผนอาคารของชุมชนขนาดใหญ่
2. BREEAM New Construction สำหรับอาคารใหม่ ทั้งอาคารที่พักอาศัยและไม่ใช่ที่พักอาศัย
3. BREEAM In-Use สำหรับอาคารที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัยมีการใช้งานอยู่
4. BREEAM Refurbishment สำหรับอาคารที่อยู่อาศัย (ตั้งแต่ในช่วงฤดูร้อนปี 2014) และอาคารที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ที่จำเป็นและการปรับปรุง

BREEAM Construction 2014 เป็นเกณฑ์สำหรับอาคารใหม่สามารถนำมาใช้ในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของอาคารใหม่ทั้งอาคารที่พักอาศัยและไม่ใช่ที่พักอาศัย ทั้งในขั้นตอนการออกแบบและการก่อสร้าง เพื่อส่งเสริมการก่อสร้างโครงสร้างใหม่ และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่มีอยู่แล้ว สามารถแบ่งประเภทอาคารที่พักอาศัยและไม่ใช่ที่พักอาศัย และนอกจากนั้นยังมีเกณฑ์ที่ใช้ในอาคารที่มีการใช้งานแบบผสมในอาคารหลังเดียวกันและอาคารที่มีความคล้ายคลึงกันด้วย BREEAM เป็นวิธีการประเมินแบบ Performance Based มีเกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินอาคารทั้งหมด 10 หมวด ดังนี้



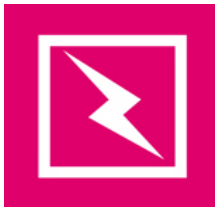
1. Management ได้แก่
   1.1 Project brief and design (4 คะแนน)
      - Stakeholder consultation (2 คะแนน)
      - Sustainability Champion (2 คะแนน)
   1.2 Life cycle cost and service life planning (4 คะแนน)
      - Elemental life cycle cost (LCC) (2 คะแนน)
      - Component level LCC Plan (1 คะแนน)
      - Capital cost reporting (1 คะแนน)
   1.3 Responsible construction practices (6 คะแนน)
      - Environmental management (1 คะแนน)
      - Sustainability Champion (1 คะแนน)
      - Considerate construction (2 คะแนนขึ้นไป)
      - Monitoring of construction-site impacts (2 คะแนน)
   1.4 Commissioning and handover (4 คะแนน)
      - Commissioning and testing schedule and responsibilities (1 คะแนน)
      - Commissioning building services (1 คะแนน)
      - Testing and inspecting building fabric (1 คะแนน)
      - Handover (1 คะแนน)
   1.5 Aftercare 3 (คะแนน)
      - Aftercare support (1 คะแนน)
      - Seasonal commissioning (1 คะแนน)
      - Post occupancy evaluation (1 คะแนน)

2. Health and Wellbeing ได้แก่
   2.1 Visual comfort (6 คะแนนขึ้นไป)
      - Glare control (1 คะแนน)
      - Daylighting (2 คะแนนขึ้นไป ขึ้นกับประเภทอาคาร)
      - View out (1 คะแนน ยกเว้น Healthcare building with inpatient areas ใช้ 2 คะแนน)
      - Internal and external lighting (1 คะแนน)
   2.2 Indoor air quality (5 คะแนน)
      - Minimising sources of air pollution (4 คะแนน)
      - Adaptability - potential for natural ventilation (1 คะแนน)
   2.3 Safe containment in laboratories (2 คะแนน)
      - Laboratory containment devices and containment areas (1 คะแนน)
      - Buildings with containment level 2 and 3 laboratory facilities (1 คะแนน)
   2.4 Thermal comfort (3 คะแนน)
      - Thermal modelling (1 คะแนน)

- Adaptability - for a projected climate change scenario (1 คะแนน)
- Thermal zoning and controls (1 คะแนน)

2.5 Acoustic performance (4 คะแนนขึ้นไป)
- Sound insulation
- Indoor ambient noise level
- Reverberation times.

2.6 Safety and security (2 คะแนน)
- Safe access (1 คะแนน)
- Security of site and building (1 คะแนน)



3. Energy ได้แก่

3.1 Reduction energy and carbon emissions (12 คะแนน)

3.2 Energy monitoring 2 คะแนน
- Sub-metering of major energy consuming systems (1 คะแนน)
- Sub-metering of high energy load and tenancy areas (1 คะแนน)

3.3 External lighting (1 คะแนน)

3.4 Low carbon design (3 คะแนน)
- Passive design (2 คะแนน)
- Low or zero carbon technologies (1 คะแนน)

3.5 Energy efficient cold storage (2 คะแนน)
- Refrigeration energy consumption (1 คะแนน)
- Indirect greenhouse gas emissions (1 คะแนน)

3.6 Energy efficient transportation systems (3 คะแนน)
- One credit - Energy consumption (1 คะแนน)
- Two credits - Energy efficient features (2 คะแนน)

3.7 Energy efficient laboratory systems (5 คะแนนขึ้นไป)
- Design specification (1 คะแนน)
- Best practice energy efficient measures (4 คะแนนขึ้นไป ขึ้นกับประเภทอาคาร)

3.8 Energy efficient equipment (2 คะแนน)

3.9 Drying space (1 คะแนน)

4. Transport ได้แก่

4.1 Public transport accessibility (5 คะแนนขึ้นไป)
- Accessibility Index (5 คะแนนขึ้นไป ขึ้นกับประเภทอาคาร)
- Dedicated bus service (1 คะแนน)

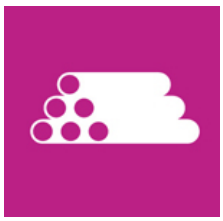
4.2 Proximity to amenities (2 คะแนนขึ้นไป)

4.3 Cyclist facilities 2 คะแนนขึ้นไป
- Cycle storage (1 คะแนน)
- Cyclist facilities (1 คะแนน)
- Cycle storage and cyclist facilities (1 คะแนน)

4.4 Maximum car parking capacity (2 คะแนนขึ้นไป)

4.5 Travel plan (1 คะแนน)

5. Water ได้แก่
   - 5.1 Water consumption (5 คะแนน)
   - 5.2 Water monitoring (1 คะแนน)
   - 5.3 Water leak detection (2 คะแนน)
     - Leak detection system (1 คะแนน)
     - Flow control devices (1 คะแนน)
   - 5.4 Water efficient equipment (1 คะแนน)



6. Materials ได้แก่
   - 6.1 Life cycle impacts 6 คะแนนขึ้นไป
   - 6.2 Hard landscaping and boundary protection (1 คะแนน)
   - 6.3 Responsible sourcing of materials Insulation (4 คะแนน)
     - Sustainable procurement plan (1 คะแนน)
     - Responsible sourcing of materials (RSM) (3 คะแนนขึ้นไป)
   - 6.4 Insulation (1 คะแนน)
     - Embodied impact (1 คะแนน)
   - 6.5 Designing for durability and resilience (1 คะแนน)
   - 6.6 Material efficiency (1 คะแนน)

7. Waste ได้แก่
   - 7.1 Construction waste management (4 คะแนน)
     - Construction resource efficiency (3 คะแนน)
     - Diversion of resources from landfill (1 คะแนน)
   - 7.2 Recycled aggregates (1 คะแนน)
   - 7.3 Operational waste (1 คะแนน)
   - 7.4 Speculative floor and ceiling finishes (1 คะแนน)
   - 7.5 Adaptation to climate change (1 คะแนน)
     - Adaptation to climate change – structural and fabric resilience (1 คะแนน)
   - 7.6 Functional adaptability (1 คะแนน)

8. Land Use and Ecology ได้แก่
   - 8.1 Site selection (2 คะแนน)
     - Previously occupied land (1 คะแนน)
     - Contaminated land (1 คะแนน)
   - 8.2 Ecological value of site and protection of ecological features (2 คะแนน)
     - Ecological value of site (1 คะแนน)
     - Protection of ecological features (1 คะแนน)
     - Functional adaptability (1 คะแนน)
   - 8.3 Minimising impact on existing site ecology (2 คะแนน) โดย
     - Change in ecological value 1 จะได้ 2 คะแนน

- Change in ecological value 2 จะได้ 1 คะแนน

8.4 Enhancing site ecology (2 คะแนน)

- Ecologist's report and recommendations (1 คะแนน)
- Increase in ecological value (คะแนน)

8.5 Long term impact on biodiversity (2 คะแนน)

9. Pollution ได้แก่

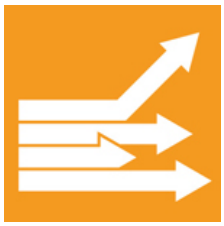
9.1 Impact of refrigerants 3 คะแนน

- Impact of refrigerant (1 to 2 credits)
- Leak detection (1 credit)

9.2 NO_x emissions (3 คะแนนขึ้นไป)

9.3 Surface water run-off (5 คะแนน)

- Flood risk (1 ถึง 2 คะแนน)
- Surface water run-off (2 คะแนน)
- Minimising water course pollution (1 คะแนน)



9.4 Reduction of night time light pollution (1 คะแนน)

9.5 Reduction of noise pollution (1 คะแนน)

10 Innovation (10 คะแนน)

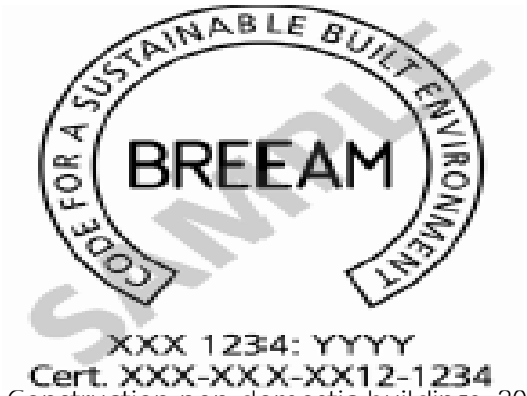
BREEAM UK New Construction ประกอบด้วย 51 ประเด็นการประเมิน ใน 9 หมวด และหมวดเพิ่มเติม Innovation รวมทั้งหมด 10 หมวด ดังกล่าวข้างต้น โดยแต่ละหมวดมีการกำหนดคะแนนตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การได้รับคะแนนแต่ละหมวดแสดงให้เห็นว่าอาคารมีระดับการปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับผลการดำเนินงานกำหนดไว้สำหรับเนื้อหาแต่ละหมวดนั้นสามารถลดทอนผลกระทบเหล่านั้นได้ สำหรับในส่วนของนวัตกรรม เป็นจุดมุ่งหมายหมายหนึ่งของ BREEAM เพื่อสนับสนุนนวัตกรรมการก่อสร้างและห่วงโซ่อุปทานที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยให้ลูกค้าและทีมงานการออกแบบเพิ่มประสิทธิภาพอาคาร และยังช่วยในการสนับสนุนการตลาดสำหรับนวัตกรรมทางเทคโนโลยีใหม่ และวิธีการการออกแบบหรือการก่อสร้างด้วย โดยมีระดับเกณฑ์มาตรฐาน BREEAM UK New Construction 2014

ตารางที่ 3-22 ระดับเกณฑ์ BREEAM

BREEAM Rating	% score
Outstanding	≥ 85
Excellent	≥ 70
Very good	≥ 55
Good	≥ 45
Pass	≥ 30
Unclassified	< 30

ที่มา : BREEAM UK New Construction non-domestic buildings, 2014.

แผนภาพที่ 3-11 เกณฑ์มาตรฐาน BREEAM Certification mark



ที่มา : BREEAM UK New Construction non-domestic buildings, 2014.

เกณฑ์ด้านพลังงานของ BREEAM ในหมวดของพลังงานจะกระตุ้นให้เกิดการประหยัดพลังงานและการออกแบบการใช้พลังงานอย่างประสิทธิภาพในอาคาร ระบบและอุปกรณ์ที่สนับสนุนการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนของพลังงานในอาคาร และการจัดการอย่างยั่งยืน ซึ่งมีการประเมินมาตรการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร กระตุ้นลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และสนับสนุนการจัดการที่มีประสิทธิภาพตลอดช่วงอายุการใช้งาน แบ่งได้ 9 ประเด็น มีรายละเอียดและการคำนวณดังต่อไปนี้

1. Reduction of energy use and carbon emissions (12 คะแนน) เพื่อส่งเสริมให้อาคารที่ถูกออกแบบเพื่อลดความต้องการพลังงานในการดำเนินงาน การใช้พลังงานหลัก และการปล่อยก๊าซ CO2 โดยมี Energy Performance Ratio for New Construction (EPRNC) เป็นเครื่องมือในการตัดสิน

ตารางที่ 3-23 ระดับ EPRNC benchmark scale

BREEAM credits	EPR_{NC}	Rating	Minimum requirements
1	0.075	Pass Good Very Good	Requires a performance improvement progressively better than the relevant national building regulations compliant standard
2	0.15		
3	0.225		
4	0.30		
5	0.375	Excellent	Requires 5 credits to be achieved (equivalent to an EPR of at least 0.375)
6	0.45		
7	0.525		
8	0.6	Outstanding	Requires 8 credits to be achieved (equivalent to an EPR of at least 0.6)
9	0.675		
10	0.75		
11	0.825		
12	0.90 and Zero Net Regulated CO2 emissions		

ที่มา : BREEAM UK New Construction non-domestic buildings, 2014.

2. Energy monitoring (2 คะแนน) เพื่อกระตุ้นให้เกิดการติดตั้งการวัดพลังงานสำรองในการอำนวยความสะดวกในการตรวจสอบการใช้พลังงาน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

2.1 Sub-metering of major energy consuming systems (1 คะแนน)

2.1.1 มีการติดตั้งระบบการวัดพลังงานอย่างน้อย 95% ของการใช้พลังงานประจำปีของแต่ละเชื้อเพลิงที่ได้รับมอบหมายไปสู่หมวดสิ้นสุดการใช้งานระบบการใช้พลังงานต่าง ๆ

2.1.2 ระบบการใช้พลังงานในอาคารมีพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์มากกว่า 1,000 m2 ถูกวัดโดยใช้ระบบตรวจสอบและจัดการพลังงาน ส่วนในอาคารที่เล็กกว่าถูกวัดโดยใช้ระบบตรวจสอบและจัดการพลังงาน หรือการวัดพลังงานสำรองแบบแยก

2.1.3 การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายมีการแสดงให้ผู้ใช้อาคาร เช่น ฉลาก เป็นต้น

2.2 Sub-metering of high energy load and tenancy areas (1 คะแนน) มีการจัดเตรียมระบบตรวจสอบและจัดการพลังงาน หรือการวัดพลังงานสำรองแบบแยก ครอบคลุมส่วนสำคัญของการจัดหาพลังงานในพื้นที่ที่ถูกเช่า หรือในกรณีของอาคารที่มีการครอบครองแบบเดี่ยวในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง หรืออาคารร้านค้า

3. External lighting (1 คะแนน) เพื่อส่งเสริมข้อจำกัดประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์แสงสว่างสำหรับพื้นที่ภายในอาคารให้การออกแบบโดยการใช้แสงสว่างภายนอก ต้องมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการส่องสว่างเริ่มต้นของอุปกรณ์แสงภายนอกภายในโซนการก่อสร้างต้องไม่น้อยกว่า 60 ll/cW (Luminaire lumens per circuit Watt)

3.2 อุปกรณ์แสงสว่างภายนอกจะถูกควบคุมโดยอัตโนมัติสำหรับการป้องกันของการดำเนินงานในช่วงเวลากลางวันและการแสดงการตรวจสอบในพื้นที่ทางเดิน

4. Low carbon design (3 คะแนน) เพื่อส่งเสริมให้มีการดัดแปลงมาตรการการออกแบบซึ่งลดการใช้พลังงานในอาคารและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประกอบด้วย 2 ส่วน

4.1 Passive design (2 คะแนน)

4.1.1 Passive design analysis (1 คะแนน) คือ ระดับ Thermal comfort ที่เหมาะสมในพื้นที่อยู่อาศัย และการวิเคราะห์การพัฒนาหรือการออกแบบอาคารซึ่งมีผลต่อการแก้ปัญหา Passive design เพื่อลดความต้องการใช้พลังงานในอาคาร

4.1.2 Free cooling (1 คะแนน) คือการทำความเย็นแบบอิสระ เพื่อลดความต้องการพลังงานในการทำความเย็นโดยการประเมินการประหยัดพลังงานเปรียบเทียบกับความต้องการพลังงานทั้งหมดของการวัด Passive design

4.2 Low or zero carbon technologies (1 คะแนน) ความต้องการเทคโนโลยีที่มีระดับการปล่อยคาร์บอนต่ำหรือเป็นศูนย์ (The Low and/or Zero Carbon : LZC)

5. Energy efficient cold storage (2 คะแนน) เพื่อส่งเสริมให้เกิดการติดตั้งระบบทำความเย็นที่มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการลดการดำเนินงานที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นผลมาจากการใช้พลังงานของระบบ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

5.1 Refrigeration energy consumption (1 คะแนน) ระบบควบคุมและส่วนประกอบของระบบแช่เย็นต้องได้รับการออกแบบ ติดตั้ง และจัดซื้อ ให้สอดคล้องกับมาตรการการลดคาร์บอนไดออกไซด์ในส่วนของระบบแช่เย็นและปั๊มความร้อน

5.2 Indirect greenhouse gas emissions (1 คะแนน) เป็นระบบจัดการใช้พลังงานของการใช้งาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดการใช้งาน

6. Energy efficient transportation systems (3 คะแนน) เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพพลังงานของระบบการขนส่ง

6.1 Energy consumption (1 คะแนน) การวิเคราะห์ของรูปแบบการใช้งานและความต้องการพลังงานในระบบขนของอาคาร การใช้งานของอุปกรณ์ขับเคลื่อนควรได้รับการพิจารณาและมีการระบุระบบการขนส่งด้วยการใช้พลังงานต่ำที่สุด

6.2 Energy efficient features 2 (คะแนน) ประสบความสำเร็จในส่วนของ Energy consumption เช่น ความพร้อมของลิฟต์ปฏิบัติงาน ระบบไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์มีประสิทธิภาพ

7. Energy efficient laboratory systems (5 คะแนนขึ้นไป) เพื่อส่งเสริม พื้นที่ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพและลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ

7.1 Design specification (1 คะแนน) ข้อจำกัดการออกแบบที่พิจารณา มีดังนี้

7.1.1 Description of purpose
7.1.2 Occupant/process activities
7.1.3 Containment requirements and standards
7.1.4 Air change rate requirements
7.1.5 Ventilation system performance and efficiencies
7.1.6 Heating and cooling requirements
7.1.7 Interaction between systems
7.1.8 Flexibility/adaptability of laboratory facilities

7.2 Best practice energy efficient measures (4 คะแนนขึ้นไป) ขึ้นกับประเภทอาคาร โดยอาคารต้องแสดง ระบบและแผนของห้องปฏิบัติตามที่ถูกออกแบบ และติดตั้งเพื่อสนับสนุนพลังงานที่มีประสิทธิภาพ มาแสดงผ่านการปฏิบัติตาม

8. Energy efficient equipment (2 คะแนน) เพื่อกระตุ้นให้เกิดการจัดซื้อ จัดจ้างอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน เพื่อให้การประเมินประสิทธิภาพพลังงานมีความเหมาะสม

9. Drying space (1 คะแนน) เพื่อจัดเตรียมวิธีลดพลังงานของการทำแห้งของกรอบอาคารประกอบด้วย Self-contained dwellings

การวิเคราะห์เปรียบเทียบ

การเปรียบเทียบมาตรฐานประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของไทยและต่างประเทศ ซึ่งในเกณฑ์มาตรฐานทุกเกณฑ์จะให้คะแนนด้านพลังงานในสัดส่วนสูงที่สุด

ตารางที่ 3-24 การเปรียบเทียบมาตรฐานประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

ชื่อเกณฑ์	เกณฑ์ออกแบบอาคาร	ระดับการประเมิน	รายละเอียดการประเมิน	
LEED	LEED for Building Design Construction (LEED BD+C)	เต็ม ๑๑๐ คะแนน Platinum ≥ ๘๐ Gold = ๖๐ – ๗๙ Silver = ๕๐ – ๕๙ Certified = ๔๐ - ๔๙	Location and Transportation	๑๖
			Sustainable Site	๑๐
			Water Efficiency	๑๑
			Energy and Atmosphere	๓๓
			Materials and Resources	๑๓
			Indoor Environmental Quality	๑๖
			Innovation	๖
			Regional Priority	๔
Energy star	Energy Star Portfolio Manager	เต็ม ๑๐๐ คะแนน Energy star score ≥ ๗๕	Gross floor area	
			Weekly Operation Hours	
			Number of Computer	
			Number of Worker on Main Shift	
			Percent That Can Be Heated	
			Percent That Can Be Cooled	

ตารางที่ 3-24 การเปรียบเทียบมาตรฐานประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร (ต่อ)

ชื่อเกณฑ์	เกณฑ์ออกแบบอาคาร	ระดับการประเมิน	รายละเอียดการประเมิน	
BREEAM	BREEAM UK for New Construction ๒๐๑๔	เต็ม ๑๐๐ คะแนน Outstanding ≥ ๘๕ Excellent ≥ ๗๐ Very good ≥ ๕๕ Good ≥ ๔๕	Management	๑๒
			Health and Wellbeing	๑๕
			Energy	๑๕

ตารางที่ 3-24 การเปรียบเทียบมาตรฐานประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร (ต่อ)

ชื่อเกณฑ์	เกณฑ์ออกแบบอาคาร	ระดับการประเมิน	รายละเอียดการประเมิน	
TREES	TREES – NC v๑.๑	เต็ม ๘๕ คะแนน Platinum = ๖๑ – ๘๕ Gold = ๔๖ – ๖๐ Silver = ๓๘ – ๔๕ Certified = ๓๐ – ๓๗	Building Management	๓
			Site and Landscape	๑๖
			Water Conservation	๖
			Energy and Atmosphere	๒๐
			Materials and Resources	๑๓
			Indoor Environmental Quality	๑๗
			Environmental Protection	๕
			Green Innovation	๕
BEC	BEC	๑. ผ่านเกณฑ์ทุกระบบ ๒. ผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารต่อปี	ระบบกรอบอาคาร	
			ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
			ระบบปรับอากาศ	
			อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน	
			การใช้พลังงานหมุนเวียน	

ที่มา : ประมวลโดยผู้วิจัย, 2566

สรุป

เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอาคารแต่ละประเทศแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือเกณฑ์อาคารอนุรักษ์พลังงานและเกณฑ์อาคารเขียว

ตารางที่ 3-25 สรุปเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอาคารแต่ละประเทศ

ลำดับ	ประเทศ	ชื่อเกณฑ์	ชื่อหน่วยงาน	รูปแบบเกณฑ์
1	ไทย	BEC	กระทรวงพลังงาน	อาคารอนุรักษ์พลังงาน
2		TREES	สถาบันอาคารเขียวไทย	อาคารเขียว
3	สิงคโปร์	Green Mark	BCA	อาคารเขียว
4	ญี่ปุ่น	CASBEE	JSBC	อาคารเขียว
5	ออสเตรเลีย	NABER	NSW	อาคารอนุรักษ์พลังงาน
6		Green star	Green star	อาคารเขียว
7	สหรัฐอเมริกา	LEED	USGBC	อาคารเขียว
8		Enegy star	EPA	อาคารอนุรักษ์พลังงาน
9	สหรัฐ ราชอาณาจักร	BREEAM	BREEAM	อาคารเขียว

ที่มา : ประมวลโดยผู้วิจัย, 2566

บทที่ 4
การพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

การพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร เนื่องด้วยความรู้การออกแบบและเทคโนโลยีทางด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมเป็นสิ่งที่สามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการได้ตลอดเวลาอยู่แล้ว สิ่งที่ตามมาคือการวางนโยบายในการส่งเสริมและผลักดันจากหน่วยงานรัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงทั้งในด้านพลังงานและด้านการก่อสร้างอาคาร สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ปัญหางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

ปัญหางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำหรับประเทศไทย ปัจจุบันเป็นเรื่องการกำหนดนโยบายดำเนินงานและอำนาจหน้าที่ในการปฏิบัติตามกฎกระทรวงของแต่ละหน่วยงาน กล่าวคืออำนาจในการควบคุมการก่อสร้างอาคาร หรือดัดแปลงอาคารเป็นหน้าที่ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย อ้างอิงตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 “มาตรา 8 ระบุไว้ว่าเพื่อประโยชน์แห่งความมั่นคงแข็งแรง ปลอดภัย การป้องกันอัคคีภัย การสาธารณสุข การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม การผังเมือง การสถาปัตยกรรม และการอำนวยความสะดวกแก่การจราจร ตลอดจนการอื่นที่จำเป็น เพื่อปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้ ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมอาคารมีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนด” ซึ่งไม่มีคำว่าพลังงานจึงทำให้ที่ผ่านมากรมโยธาธิการและผังเมืองไม่ได้ดำเนินการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคารแต่อย่างใด

แผนภาพที่ 4-1 ความเชื่อมโยงของกฎหมายอนุรักษ์พลังงานและควบคุมอาคาร

ที่มา : คู่มือการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2565.

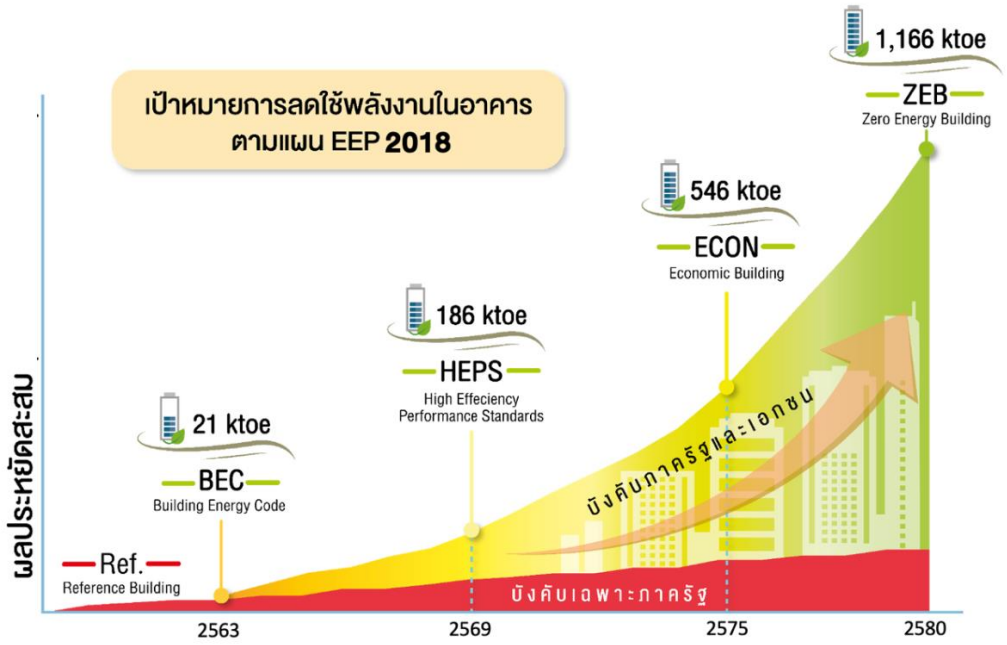
และสำหรับกระทรวงพลังงาน ที่ทำงานภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 (แก้ไขเพิ่มเติม 2550) นั้น เป็นเพียงกฎหมายส่งเสริมไม่ได้มีอำนาจในการอนุญาตการก่อสร้างอาคารหรือดัดแปลงอาคารแต่อย่างใด จึงเป็นเหตุให้การดำเนินการด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำหรับอาคารที่จะก่อสร้างใหม่หรือดัดแปลงต้องมีการบูรณาการทำงานร่วมกัน โดยพระราชบัญญัติการส่งเสริม

การอนุรักษ์พลังงานจึงได้ระบุไว้ว่า “มาตรา 19 ให้ออกกฎกระทรวงและประกาศเรื่องการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน” และ “มาตรา 20 ถ้าคณะกรรมการควบคุมอาคารให้ความเห็นชอบให้ถือเสมือนกฎกระทรวงฯ และประกาศอื่น ๆ ที่ออกตามมาตรา 19 นั้น ถือเสมือนออกตามมาตรา 8 ของพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522”

ศักยภาพในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี

กระทรวงพลังงานได้กำหนดเรื่องการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานเป็นส่วนหนึ่งของแผนอนุรักษ์พลังงาน ในมาตรการที่ 2 เรื่องมาตรการใช้เกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นหนึ่งในข้อบังคับในการขออนุญาตก่อสร้างตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พร้อมกับบังคับใช้มาตรการส่งเสริมอาคารก่อสร้างใหม่ใช้เกณฑ์มาตรฐานนี้ กับทั้งหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน โดยมีศักยภาพผลประหยัด 1,166 ktoe ตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี

แผนภาพที่ 4-2 ศักยภาพในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี ของเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน



ที่มา : คู่มือการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2565.

เพื่อให้เกิดการบูรณาการทำงานร่วมกันของทั้ง 2 หน่วยงาน ได้แก่ กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน นั้น เมื่อกระทรวงพลังงานออกกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร มาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2563 และประกาศที่เกี่ยวข้องแล้ว ควรส่งไปให้คณะกรรมการควบคุมอาคารให้ความเห็นชอบ และประกาศบังคับใช้กฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน ให้เป็นส่วนหนึ่งในการขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร โดยกำหนดประเมิน ให้เจ้าของอาคารมีหน้าที่จัดทำรายงานผลการตรวจประเมินในการออกแบบก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารตามแบบที่กำหนด และจัดหาผู้ที่มีคุณสมบัติในการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มาลงนามรับรองเพื่อประกอบการยื่นคำขอรับใบอนุญาตหรือแจ้งก่อสร้าง

หรือดัดแปลงอาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และเมื่อได้มีการก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารแล้วเสร็จ ให้เจ้าของอาคารมีหน้าที่ ยื่นเอกสารที่มีการรับรองว่าอาคารได้มีการออกแบบและก่อสร้างหรือดัดแปลงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานอีกครั้งหนึ่ง เพื่อใช้ประกอบการยื่นขอใบรับรองการก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารโดยมีแนวทางการปฏิบัติตามกฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน ในการขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1) และสำหรับอาคารที่จัดเป็นอาคารควบคุมการใช้งานตามมาตรา 32 ของ พ.ร.บ.ควบคุมอาคาร จะต้องทำการขออนุญาตเปิดใช้งานอาคาร (อ.5) ก่อนจึงจะสามารถเข้าใช้งานอาคารได้ ซึ่งแนวทางการปฏิบัติให้สอดคล้องกับตามกฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน ดังนี้

แผนภาพที่ 4-3 การขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1)

ที่มา :
แผนภ

ที่มา : คู่มือแนวทางปฏิบัติตามกฎหมายเกณฑ์มาตรฐานอาคารด้านพลังงาน, 2565.

รูปแบบการออกแบบและต้นทุนของการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

รูปแบบการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานควรส่งเสริมให้มีการออกแบบด้วยวิธีการPassive Design คือวิธีการออกแบบอาคารโดยใช้ประโยชน์จากธรรมชาติเข้ามาเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบก่อน โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อให้อาคารมีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานสูงสุด ซึ่งแนวคิดหลักก็คือการใช้ปัจจัยธรรมชาติและป้องกันความร้อนเข้าสู่กรอบอาคาร เช่น การวางผังอาคารให้เหมาะสม โดยวางตามแนวทิศเหนือ – ใต้ การใช้ประโยชน์จากธรรมชาติและสภาพแวดล้อม เช่น ต้นไม้ น้ำ เป็นต้น เพื่อใช้ในการลดความร้อนก่อนเข้ามาในอาคารและป้องกันเสียงและฝุ่นจากภายนอก การใช้แสงธรรมชาติ (แสงเหนือ หรือ Indirect Light) ตำแหน่งและขนาดของช่องหน้าต่างมีความเหมาะสมและสามารถระบายความร้อนได้ดี การใช้วัสดุเปลือกอาคารที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง และการใช้หลังคาที่มีค่าความต้านทานความร้อนที่ดี จากนั้นนำวิธีการ Active Design คือการใช้ระบบเครื่องกลเพื่อช่วยแก้ปัญหาในส่วนที่ Passive Design ทำได้ไม่เพียงพอ เช่น การใช้เครื่องปรับอากาศในการช่วยลดอุณหภูมิและความชื้นที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง

ต้นทุนของการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร จากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่ดำเนินการตรวจประเมินแบบอาคารที่จะก่อสร้างใหม่กว่า 900 อาคาร พบว่าอาคารส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์ระบบเปลือกอาคาร ซึ่งมีวิธีการปรับปรุงเปลือกอาคารให้สามารถผ่านเกณฑ์ได้ ผนังอาคาร เช่น การเปลี่ยนอิฐมอญเป็นคอนกรีตมวลเบา การเปลี่ยนกระจกใสเป็นกระจกเขียวตัดแสงหรือกระจกสะท้อนแสง เป็นต้น และหลังคาอาคาร เช่น ติดฉนวนกันความร้อนใต้หลังคาการหุ้มอลูมิเนียมฟอยล์และการเพิ่มฉนวนใยแก้วกันความร้อน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้อาคารมีต้นทุนในการก่อสร้างเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับอาคารทั่วไป ในขณะเดียวกันอาคารที่ก่อสร้างตามเกณฑ์มาตรฐานจะสามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าอาคารทั่วไปไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 โดยเมื่อคำนวณกับต้นทุนค่าก่อสร้างที่ปรับสูงขึ้นจะใช้ระยะเวลาในการคืนทุนในส่วนของต้นทุนที่ปรับสูงขึ้นได้ภายในระยะเวลา 3 - 5 ปี

รูปแบบงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และเทคโนโลยีเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ประสบความสำเร็จ

เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอาคารที่มีใช้ในประเทศต่าง ๆ มักมีส่วนประกอบของเกณฑ์หรือข้อกำหนดคล้ายคลึงกัน เนื่องจากปัจจัยพื้นฐานที่สืบเนื่องจากความต้องการใช้อาคารคล้ายคลึงกันซึ่งอาจมีวิธีการกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพมีความแตกต่างกันอยู่บ้าง โดยมีแนวคิดในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพคือต้องการควบคุมสภาพอากาศในอาคารที่แตกต่างจากสภาพภายนอก ซึ่งเกี่ยวกับเปลือกอาคาร ระบบควบคุมสภาพอากาศหรือระบบปรับอากาศในอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์และเครื่องจักรในอาคาร

1. ระบบเปลือกอาคาร (Envelope System) เปลือกอาคารประกอบด้วยผนังภายนอกอาคารและหลังคา ผนังประกอบด้วยส่วนของผนังทึบและผนังโปร่งแสงหรือกระจก ที่เป็นส่วนของหน้าต่างที่ปิดด้วยกระจกและอุปกรณ์บังแดดภายนอกและภายในอาคาร เช่น ม่าน และรวมถึงพื้นอาคาร เมื่อพิจารณาจากประเทศที่มีภูมิอากาศหนาวเย็นนั้นเปลือกอาคารจะช่วยลดการสูญเสียความร้อนจากภายในอาคารออกสู่ภายนอกเพราะต้องการให้ในอาคารอุ่น ซึ่งต้องอาศัยรังสีอาทิตย์ในการให้ความร้อนแก่อาคาร การดูดซับรังสีอาทิตย์ของผนังทึบที่เก็บความร้อนได้ดี แต่ในฤดูร้อนในประเทศแถบอบอุ่นหรือทุกฤดูของประเทศใน

แถบร้อนชื้น รังสีอาทิตย์จากท้องฟ้าให้แสงสว่างธรรมชาติได้แต่พลังงานที่มีอยู่ในรังสีตรงจากดวงอาทิตย์มีมากเกินกว่าที่จะใช้ประโยชน์ได้โดยวิธีทั่วไปส่วนประกอบอีกส่วนหนึ่งของเปลือกอาคารในประเทศหนาวที่ใช้กันความร้อนรั่วไหลออกคือพื้นของชั้นที่ติดกับพื้นดิน ซึ่งในประเทศเหล่านี้พื้นดินและชั้นใต้ดินมีอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอาคารในประเทศหนาวจึงมีข้อกำหนดให้ใช้ฉนวนระหว่างพื้นอาคารและพื้นดิน จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าในประเทศที่มีภูมิอากาศหนาวเย็น รังสีอาทิตย์สามารถให้ประโยชน์ได้เต็มที่ แต่ในประเทศที่มีอากาศอบอุ่นและร้อนชื้นไม่ต้องการใช้ประโยชน์จากรังสีอาทิตย์เพราะส่งผลให้มีปริมาณความร้อนในอาคารมากเกินความต้องการ ผนังอาคารจึงต้องสามารถใช้งานได้ทั้งรังสีอาทิตย์ในฤดูหนาวและฤดูร้อน ซึ่งคุณสมบัติเชิงอุณหภาพของผนังทึบที่ใช้กัน คือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม หรือ U-value โดยทั่วไปผนังทึบมีคุณสมบัติต้านการถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่ากระจก ดังนั้นสัดส่วนของพื้นที่กระจกจะเป็นตัวแปรที่กำหนดคุณสมบัติของผนังโดยรวม ซึ่งกระจกสามารถถ่ายเทความร้อนได้เช่นเดียวกันจึงมีค่า U-value แต่ค่า U-value ของกระจกมักสูงกว่าของผนังทึบมา นอกจากนั้นกระจกยังส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์ทั้งโดยตรงและโดยอ้อม ซึ่งดัชนีที่ใช้บ่งบอกถึงปริมาณการส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์ คือค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ (Solar Heat Gain Coefficient, SHGC)

1.1 สำหรับในประเทศแถบร้อนชื้น เปลือกอาคารที่ใช้ควรสามารถจำกัดผลการถ่ายเทความร้อนจากรังสีตรงดวงอาทิตย์ได้ดี และควรใช้อุปกรณ์บังแดดซึ่งบังรังสี โดยจะใช้ประโยชน์จากแสงกระจายในท้องฟ้าในการส่องสว่างภายในอาคารแทน หลายประเทศในแถบร้อนชื้น เช่น สิงคโปร์ ฮ่องกง และประเทศไทย ได้พัฒนาดัชนีที่เป็นตัวบ่งชี้หรือมาตรฐานเพื่อใช้วัดสมรรถนะอุณหภาพ (Thermal performance) ของผนังอาคารที่เรียกว่า Overall Thermal Transfer Value (OTTV) และ Effective Thermal Transfer Value (ETTV) ซึ่งทั้งสองดัชนีมีความหมายคล้ายกัน และดัชนีที่ใช้บ่งชี้ประสิทธิผลการบังแดด คือ สัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC) ในประเทศร้อนชื้น รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคามีผลต่อการถ่ายเทความร้อนมาก ดังนั้น การใช้ฉนวนใต้หลังคาและเหนือฝ้าเพดานจึงมีการปฏิบัติกันมากในประเทศไทย และการรั่วไหลของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในหรือจากภายในสู่ภายนอกก่อให้เกิดความสูญเสียพลังงานในการทำความเย็นและลดความชื้นในอากาศ ดังนั้นในเกณฑ์กำหนดประสิทธิภาพพลังงานของอาคารมักมีข้อกำหนดเกี่ยวกับการจำกัดการรั่วไหลของอากาศด้วย

2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารพาณิชย์เป็นระบบที่ใช้พลังงานเป็นอันดับสองรองจากระบบปรับอากาศดังนั้นประสิทธิภาพการให้แสงสว่างของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ เช่นหลอดไฟและบัลลาสต์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง ดัชนีที่ใช้ชี้ประสิทธิภาพของการให้แสงของหลอดไฟฟ้ามีหน่วยเป็นปริมาณฟลักซ์ของแสงต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ (Lumen/Watt หรือ lm/W) และการกำหนดประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าแสงสว่างใช้วิธีกำหนดค่าขั้นสูงของกำลังไฟฟ้าของระบบแสงสว่างของแต่ละประเภทของพื้นที่หรือของทั้งอาคารโดยรวม (Lighting Power Density, LPD)

3. ระบบปรับอากาศ (Air-conditioning System) ระบบปรับอากาศประกอบด้วยระบบทำความเย็นให้แก่อากาศ ระบบทำความร้อนอากาศ ระบบระบายอากาศ ระบบควบคุมความชื้นอากาศ ระบบจ่ายน้ำร้อนหรือน้ำเย็น และระบบจ่ายอากาศร้อนหรือเย็น ระบบปรับอากาศเป็นระบบที่ใช้พลังงานมากที่สุดของอาคาร ส่วนของระบบปรับอากาศที่ใช้พลังงานมากที่สุดคือ ระบบทำความร้อนหรือระบบทำความเย็น ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศมีผลสำคัญต่อการใช้พลังงานของทั้งอาคาร ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศจะดีได้ควรจะมีการออกแบบและเลือกอุปกรณ์ที่ดีทั้งระบบ

3.1 ระบบทำความร้อนในประเทศที่มีอากาศหนาวเย็นมักจะผลิตน้ำร้อนด้วยหม้อต้มน้ำร้อน (Boiler) และจ่ายน้ำร้อนผ่านท่อเพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของอาคารเพื่อถ่ายความร้อนให้กับอากาศ ประเทศส่วนใหญ่ใช้เชื้อเพลิงในการผลิตน้ำร้อนโดยใช้หม้อน้ำร้อน ดังนั้นจึงมีการกำหนดประสิทธิภาพของระบบผลิต

น้ำร้อน และในกรณีที่ใช้งานระบบผลิตน้ำร้อนขนาดเล็กที่มีการใช้ตามบ้านพักอาศัยหรือโรงแรมที่ต้องการอุณภูมิไม่สูงมากอาจใช้ระบบการผลิตน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน (Heat Pump) แทน

3.2 ระบบทำความเย็นมีสองระบบหลักซึ่งมักเลือกใช้ตามขนาดของอาคารอาคารขนาดใหญ่มักจะใช้ระบบผลิตน้ำเย็นและจ่ายน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ขนาดใหญ่ มีการกำหนดค่าขั้นต่ำของสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP) ของระบบผลิตน้ำเย็น แต่มักกำหนดประสิทธิภาพส่วนประกอบอื่นในระบบด้วย เช่นในอาคารขนาดย่อมหรือขนาดเล็กที่นิยมใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ซึ่งเป็นระบบที่จ่ายน้ำยาทำความเย็น (Refrigerant) โดยตรงไปสู่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศ ระบบเช่นนี้เรียกโดยรวมว่าระบบขยายตัวโดยตรง (Direct Expansion-DX System) ซึ่งมีการกำหนดค่าขั้นต่ำของสัมประสิทธิ์สมรรถนะเช่นกัน

3.3 ระบบระบายอากาศ (Ventilation) อากาศระบายจะถูกนำผ่านระบบทำความเย็นและปรับความชื้นซึ่งต้องใช้พลังงาน ดังนั้นจึงมักกำหนดปริมาณอากาศระบายที่ให้ใช้กับระบบควบคุมความชื้นอากาศ ซึ่งในกรณีประเทศหนาวเย็นอากาศภายในอาคารจะแห้งกว่าอากาศภายนอกอาคารดังนั้นมักจะให้ความชื้นแก่อากาศภายในอาคารด้วยการจ่ายไอน้ำแก่อากาศที่หมุนเวียน และในกรณีของประเทศร้อนชื้น อากาศในธรรมชาติมีความชื้นสูง ในอาคารที่ปรับอากาศความชื้นในอากาศหมุนเวียนที่ไหลผ่านคอยล์เย็นของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะกลั่นตัวเป็นน้ำและถูกระบายทิ้งไป ดังนั้นการปรับความเย็นอากาศก่อให้เกิดการลดความชื้นอากาศโดยอัตโนมัติ ในกรณีนี้มักจะห้ามไม่ให้ใช้การลดความชื้นในอากาศที่ชื้นมาก โดยการลดอุณหภูมิของคอยล์เย็นให้ต่ำกว่าปกติ เพื่อลดปริมาณไอน้ำในอากาศ แล้วให้ความร้อนแก่อากาศเพื่อให้อุณหภูมิอากาศกลับเข้าระดับที่ต้องการ

3.4 ระบบจ่ายน้ำร้อนหรือน้ำเย็นเนื่องจากน้ำร้อนหรือน้ำเย็นหรือน้ำยาทำความเย็นที่ส่งตามท่อมีอุณหภูมิแตกต่างจากอากาศโดยรอบค่อนข้างมาก การใช้ฉนวนในระดับที่เหมาะสมจะลดการสูญเสียความร้อนหรือความเย็นและเพิ่มประสิทธิภาพของทั้งระบบได้เป็นอย่างดี

4. อุปกรณ์ เครื่องจักรและระบบจำหน่ายไฟฟ้าในอาคาร (Other Equipment) ประสิทธิภาพพลังงานของอาคารในบางประเทศมีข้อกำหนดเกี่ยวกับประสิทธิภาพของอุปกรณ์เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ และเครื่องถ่ายเอกสาร หลายประเทศมีข้อกำหนดเกี่ยวกับเครื่องจักรเช่น ลิฟต์และบันไดเลื่อน ในบางประเทศมีข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้มอเตอร์และหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงและการออกแบบระบบจ่ายไฟฟ้าที่จำกัดค่าแรงดันตกที่จุดจ่ายไฟฟ้าแก่อุปกรณ์ การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานจึงอ้างอิงเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ประเภทนั้น ๆ ตามกฎหมายได้ สำหรับประเทศไทยจะเป็นที่นิยมในชื่อฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

5. การใช้พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ข้อกำหนดการนำผลการใช้พลังงานหมุนเวียนมาชดเชยร่วมกับพลังงานตามจริงที่ออกแบบแบบไม่มีการใช้พลังงานทดแทน พลังงานหมุนเวียนที่นำมาใช้อาจเป็นแสงธรรมชาติที่ใช้ส่องสว่างแทนแสงสว่างจากหลอดไฟ ไฟฟ้าที่ผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์หรือความร้อนทิ้งที่เหลือจากการผลิตไฟฟ้า ในกรณีหลังนี้อาจใช้ความร้อนทิ้งผลิตน้ำร้อนหรือผลิตความเย็นโดยการใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (Absorption Chiller) ได้

แนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

แนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ควรใช้กลยุทธ์ภาคบังคับและภาคการส่งเสริมการผลักดันกฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน ให้สอดคล้องกับแผนที่กำหนดในแผนอนุรักษ์พลังงาน เพื่อบังคับใช้กับอาคารที่จะขออนุญาตก่อสร้างใหม่หรือดัดแปลงที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร ขึ้นไป ให้มีการออกแบบให้ระบบต่างๆ ของอาคารเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายกับอาคาร 9 ประเภท

1. การบังคับใช้กฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน โดยประสานงานกับกรมโยธาธิการและผังเมือง ให้บังคับเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน เป็นหนึ่งในข้อบังคับของการขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1) และการขออนุญาตเปิดใช้งานอาคาร (อ.5) โดยดำเนินการตรวจสอบ รับรอง และติดตามผลผ่านกลไกวิชาชีพโดยความร่วมมือกับสภาวิศวกรและสภา

สถาปนิกในการพัฒนาให้มีผู้ตรวจประเมินแบบที่ขึ้นทะเบียนกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน และทยอยผลักดันบังคับใช้กับอาคารทั้ง 9 ประเภท ภายในระยะเวลา 3 ปี ดังนี้

1.1 ปีที่ 1 สำหรับอาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในอาคารหลังเดียวกันตั้งแต่ ๕,๐๐๐ ตารางเมตรแต่ไม่ถึง ๑๐,๐๐๐ ตารางเมตร

1.2 ปีที่ 2 สำหรับอาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในอาคารหลังเดียวกันตั้งแต่ ๒,๐๐๐ ตารางเมตรแต่ไม่ถึง ๕,๐๐๐ ตารางเมตร

1.3 ปีที่ 3 สำหรับอาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในอาคารหลังเดียวกันตั้งแต่ ๒,๐๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป

2. วางแผนยกระดับเกณฑ์มาตรฐานเดิม BEC (Building Energy Code) ให้มีการพัฒนาการแต่ละระดับให้สูงขึ้นทุก 6 ปีและเพิ่มระดับเป็น HEPS (High Energy Performance Standard) คือระดับเกณฑ์มาตรฐานขั้นสูงของระบบต่าง ๆ และเป็น Econ (Economic building) คือระดับเป้าหมายเมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีของอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปอีก และมีความคุ้มค่าในการลงทุนและส่งเสริมให้มีการสร้างอาคาร ZEB (Zero Energy Building) คือระดับที่อาคารใช้พลังงานที่จ่ายเข้าจากภายนอกในระดับเข้าใกล้ศูนย์ต่อไป

ตารางที่ 4-1 แนวทางการยกระดับเกณฑ์ออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

กลุ่มอาคาร	ปีที่เริ่มบังคับ	2552	2563	2569	2575	2580
	ระดับเกณฑ์	BEC	BEC*	HEPS	Econ	ZEB
สถานศึกษา สำนักงาน	OTTV (W/m2)	50	50	40	30	20
ห้างสรรพสินค้า		40	40	30	20	15
โรงพยาบาล โรงแรม		30	30	20	15	10
สถานศึกษา สำนักงาน	RTTV (W/m2)	15	10	8	6	5
ห้างสรรพสินค้า		12	8	9	6	4
โรงพยาบาล โรงแรม		10	6	8	6	3
สถานศึกษา สำนักงาน	LPD (W/m2)	14	10	8	4	2
ห้างสรรพสินค้า		18	11	10	8	6
โรงพยาบาล โรงแรม		12	12	8	6	4
เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กแบบหน่วยเดียว (SEER)		ปรับตามเกณฑ์มาตรฐานแอร์เบอร์ 5 ของ กฟผ.				
เครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (kW/ton)		1.33	1.12	0.8	0.6	0.4
เครื่องปรับอากาศรวมศูนย์ ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (kW/ton)		1.24	0.88	0.6	0.4	0.3
ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของหม้อไอน้ำ (ร้อยละ)		80	80	85	90	95

ที่มา : ประมวลโดยผู้วิจัย, 2566

3. การส่งเสริมอาคารก่อสร้างใหม่ให้เป็นไปตามที่กฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงานกำหนด โดยมีแนวทางในการส่งเสริมพัฒนาต่อยอดการวิจัยที่เกี่ยวกับวัสดุอนุรักษ์พลังงานและส่งเสริมการก่อสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานโดยการติดฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร สนับสนุนด้วยมาตรการการเงินให้กับการสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานด้วยเงินทุนดอกเบี้ยต่ำและ

สนับสนุนให้อาคารใหม่ได้รับการประเมินมาตรฐานอาคารเขียวทั้งในระดับชาติและนานาชาติ เช่น มาตรฐาน LEED หรือ มาตรฐาน TREES

4. การส่งเสริมการก่อสร้างอาคาร Zero Energy Building (ZEB) ซึ่งเป็นอาคารใช้พลังงานจากภายนอกในระดับใกล้ศูนย์ เนื่องจากความต้องการพลังงานของอาคารที่ต่ำมากและยังมีการผลิตพลังงานที่ใช้ในอาคารจากพลังงานหมุนเวียนได้เอง เช่น โซล่าเซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ภายในอาคาร หรือการติดตั้งกังหันลม โดยทำการศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้ในการออกแบบอาคารทุกอย่างต้องมีประสิทธิภาพสามารถลดการใช้พลังงานได้ดี รวมถึงการออกแบบอาคาร รูปร่าง ทิศทางอาคาร เช่น ทิศตะวันออก ควรออกแบบให้มีผนังที่ทึบไม่ติดตั้งกระจกมากเกินความจำเป็น และมีอุปกรณ์บังแสงแดดที่ดีด้วย

5. การสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการบังคับใช้กฎหมายให้ขยายวงกว้างขึ้น ร่วมมือกันในการพัฒนาบุคลากรให้มีองค์ความรู้ในด้านการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน สนับสนุน ผลักดันและจัดกิจกรรมการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์การส่งเสริมการออกแบบอาคาร เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ร่วมมือในการให้ข้อมูลของสินค้าวัสดุก่อสร้างที่อนุรักษ์พลังงาน

สรุป

การพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำหรับประเทศไทยต้องผลักดันในส่วนของนโยบาย โดยประสานงานกับกรมโยธาธิการและผังเมือง ประกาศให้กฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงานเป็นส่วนหนึ่งในข้อบังคับของการขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1) และการขออนุญาตเปิดใช้งานอาคาร (อ.5) มีการวางแผนยกระดับเกณฑ์มาตรฐานให้มีการพัฒนาการแต่ละระดับให้สูงขึ้นให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี สนับสนุนสร้างอาคารใหม่ให้ได้รับการประเมินมาตรฐานอาคารทั้งในระดับชาติและนานาชาติ ส่งเสริมพัฒนาต่อยอดการวิจัยที่เกี่ยวกับวัสดุอนุรักษ์พลังงาน สนับสนุนด้วยมาตรการการเงินให้กับการสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานด้วยเงินทุนดอกเบี้ยต่ำ ส่งเสริมการก่อสร้างอาคาร Zero Energy Building ซึ่งเป็นอาคารใช้พลังงานจากภายนอกในระดับใกล้ศูนย์ให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในประเทศ สร้างเครือข่ายความร่วมมือ และประชาสัมพันธ์ส่งเสริมการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้ทุกหน่วยงานและประชาชนตระหนักถึงความคุ้มค่าของการสร้างอนุรักษ์พลังงานเพิ่มมากขึ้น

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

แนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ควรใช้กลยุทธ์ภาคบังคับและภาคการส่งเสริมการผลักดันกฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน ให้สอดคล้องกับแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี เพื่อบังคับใช้กับอาคารที่จะขออนุญาตก่อสร้างใหม่หรือดัดแปลงให้มีการออกแบบให้ระบบต่างๆ ของอาคารเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร มาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2563 โดยแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ได้ดังนี้

1. การบังคับใช้กฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน โดยประสานงานกับกรมโยธาธิการและผังเมือง ให้บังคับเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน เป็นหนึ่งในข้อบังคับของการขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1) และการขออนุญาตเปิดใช้งานอาคาร (อ.5) โดยดำเนินการตรวจสอบ รับรอง และติดตามผลผ่านกลไกวิชาชีพโดยความร่วมมือกับสภาวิศวกรและสภาสถาปนิกในการพัฒนาให้มีผู้ตรวจประเมินแบบที่ขึ้นทะเบียนกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน และทยอยผลักดันบังคับใช้กับอาคารทั้ง 9 ประเภท ภายในระยะเวลา 3 ปี

2. วางแผนยกระดับเกณฑ์มาตรฐานเดิม BEC (Building Energy Code) ให้มีการพัฒนาการแต่ละระดับให้สูงขึ้นทุก 6 ปีและเพิ่มระดับเป็น HEPS (High Energy Performance Standard) คือระดับเกณฑ์มาตรฐานขั้นสูงของระบบต่าง ๆ และเป็น Econ (Economic building) คือระดับเป้าหมายเมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีของอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปอีก และมีความคุ้มค่าในการลงทุน และส่งเสริมให้มีการสร้างอาคาร ZEB (Zero Energy Building) คือระดับที่อาคารใช้พลังงานที่จ่ายเข้าจากภายนอกในระดับเข้าใกล้ศูนย์ต่อไป

3. การส่งเสริมอาคารก่อสร้างใหม่ให้เป็นไปตามที่กฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงานกำหนด โดยมีแนวทางในการส่งเสริมพัฒนาต่อยอดการวิจัยที่เกี่ยวกับวัสดุอนุรักษ์พลังงาน และส่งเสริมการก่อสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานโดยการติดฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร สนับสนุนด้วยมาตรการการเงินให้กับการสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานด้วยเงินทุนดอกเบี้ยต่ำ และสนับสนุนให้อาคารใหม่ได้รับการประเมินมาตรฐานอาคารเขียวทั้งในระดับชาติและนานาชาติ เช่น มาตรฐาน LEED หรือ มาตรฐาน TREES

4. การส่งเสริมการก่อสร้างอาคาร Zero Energy Building (ZEB) ซึ่งเป็นอาคารใช้พลังงานจากภายนอกในระดับใกล้ศูนย์ เนื่องจากความต้องการพลังงานของอาคารที่ต่ำมากและยังมีการผลิตพลังงานที่ใช้ในอาคารจากพลังงานหมุนเวียนได้เอง เช่น โซล่าเซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ภายในอาคาร หรือการติดตั้งกังหันลม โดยทำการศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้ในการออกแบบอาคารทุกอย่างต้องมีประสิทธิภาพสามารถลดการใช้พลังงานได้ดี รวมถึงการออกแบบอาคาร รูปร่าง ทิศทางอาคาร เช่น ทิศตะวันออก ควรออกแบบให้มีผนังที่ทึบไม่ติดตั้งกระจกมากเกินความจำเป็น และมีอุปกรณ์บังแสงแดดที่ดีด้วย

5. การสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการบังคับใช้กฎหมายให้ขยายวงกว้างขึ้น ร่วมมือกันในการพัฒนาบุคลากรให้มีองค์ความรู้ในด้านการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน สนับสนุน ผลักดัน

และจัดกิจกรรมการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์การส่งเสริมการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ร่วมมือในการให้ข้อมูลของสินค้าวัสดุก่อสร้างที่อนุรักษ์พลังงาน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

การพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำหรับประเทศไทยต้องผลักดันในส่วนของนโยบาย โดยประสานงานกับกรมโยธาธิการและผังเมือง ประกาศให้กฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงานเป็นส่วนหนึ่งในข้อบังคับของการขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1) และการขออนุญาตเปิดใช้งานอาคาร (อ.5) มีการวางแผนยกระดับเกณฑ์มาตรฐานให้มีการพัฒนาการแต่ละระดับให้สูงขึ้นให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี สนับสนุนสร้างอาคารใหม่ให้ได้รับการประเมินมาตรฐานอาคารทั้งในระดับชาติและนานาชาติ ส่งเสริมพัฒนาต่อยอดการวิจัยที่เกี่ยวกับวัสดุอนุรักษ์พลังงาน สนับสนุนด้วยมาตรการการเงินให้กับการสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานด้วยเงินทุนดอกเบี้ยต่ำ ส่งเสริมการก่อสร้างอาคาร Zero Energy Building

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การทำเอกสารวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ซึ่งกล่าวถึงเพียงการออกแบบอาคารก่อสร้างใหม่ให้มีการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่เริ่มต้น แต่ยังไม่ได้กล่าวถึงการใช้พลังงานในอาคารระหว่างเปิดใช้งานอาคารจนถึงหมดอายุการใช้งานอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการพลังงาน มาตรการที่ต้องดำเนินการระหว่างใช้งานอาคารในกรณีที่ต่าง ๆ เช่น การปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศมีอายุการใช้งานนาน เป็นต้น ดังนั้น ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาแนวทางการใช้งานอาคารให้มีประสิทธิภาพพลังงาน หรือการวางแผนการจัดการพลังงานในอาคาร เป็นต้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. แนวทางการตรวจรับรองแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2566.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. คู่มือการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2565.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. คู่มือแนวทางปฏิบัติตามกฎหมายเกณฑ์มาตรฐานอาคารด้านพลังงาน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2564.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. คู่มือตัวอย่างอาคารที่ผ่านการตรวจประเมิน BEC. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. คู่มือการออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2562.

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. คู่มือตัวอย่างเทคโนโลยีเชิงลึกเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2560.

สถาบันอาคารเขียวไทย. เกณฑ์มาตรฐานอาคารเขียวไทย การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมสำหรับการเตรียมความพร้อมการก่อสร้างและอาคารปรับปรุงใหม่. กรุงเทพฯ, 2556.

กฎหมาย

“พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2550)”. ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 109 ตอนที่ 33 ก, 2 เมษายน 2535, หน้า 1.

“กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2563”. ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 137 ตอนที่ 94 ก, 12 พฤศจิกายน 2563, หน้า 7.

“ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๖๔” ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 138 ตอนพิเศษ 315 ง, 24 ธันวาคม 2564.

“ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการคำนวณ และการรับรองผลการตรวจประเมินในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่าง ๆ ของอาคาร พ.ศ. 2564” ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 138 ตอนพิเศษ 315 ง, 24 ธันวาคม 2564, หน้า 9.

“ประกาศกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเรื่อง การรับรองผู้ทำหน้าที่ผู้ตรวจประเมินในการออกแบบก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564” ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 138 ตอนพิเศษ 274 ง, 24 ธันวาคม 2564, 8 พฤศจิกายน 2564, หน้า 21.

ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. “เกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Commercial%28PDF%29/Bay38%20Building%20Features.pdf., 2563

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. “แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2561-2580 (EEP2018)”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก https://testwww.dede.go.th/uploads/14_2561_2580_EEP_2018_19299e5625.pdf., 2563

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. “เอกสารเผยแพร่ภาคอาคารธุรกิจ”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www2 .dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Commercial%2 8 PDF%29/Bay38%20Building%20Features.pdf., 2560

ภาษาต่างประเทศ

Building and Construction Authority. BCA Green Mark Certification Standard for New Building. Singapore. 2012.

Building Research Establishment. BREEAM UK New Construction non-domestic buildings. Bucknalls Lane Watford. 2014.

Japan Sustainable Building Consortium. CASBEE for Building (New Construction). Tokyo. 2014.

New South Wales Government. NABERS Energy Guide to Building Energy Estimation. New South Wales. 2011.

U.S. Environmental Protection Agency. ENERGY STAR® Portfolio Manager. Pennsylvania. 2015.

U.S. Green Building Council. LEED v4 for BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION. Washington DC. 2016.

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายโกมล บัวเกตุ	
วัน เดือน ปีเกิด	15 กุมภาพันธ์ 2515	
การศึกษา	พ.ศ. 2561-2564	ปริญญาเอก บริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต (บธ.ด) สาขาวิชาการพัฒนาธุรกิจอุตสาหกรรมและทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	พ.ศ. 2545-2547	ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (วศ.ม) สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	พ.ศ. 2537-2540	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
การทำงาน	พ.ศ. 2565-ปัจจุบัน	ตำแหน่ง ผู้ตรวจราชการ หน่วยงาน กระทรวงพลังงาน
	พ.ศ. 2563-2565	ตำแหน่ง รองอธิบดีกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน หน่วยงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
	พ.ศ. 2559-2563	ตำแหน่ง ผู้อำนวยการกองกำกับและอนุรักษ์พลังงาน หน่วยงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
	พ.ศ. 2553-2559	ตำแหน่ง ผู้อำนวยการกลุ่มพลังงานควบคุมและกลุ่มกำกับการอนุรักษ์พลังงาน อาคารและโรงงานควบคุม หน่วยงานกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
	ตำแหน่งปัจจุบัน	ผู้ตรวจราชการกระทรวงพลังงาน

สรุปย่อ

ลักษณะวิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

เรื่อง แนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร Development Guidelines for Energy Conservation in Buildings

ผู้วิจัย นายโกมล บัวเกตุ **หลักสูตร** วปอ. **รุ่นที่** 65

ตำแหน่ง ผู้ตรวจราชการกระทรวงพลังงาน

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และพลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของประชาชน และยังเป็นปัจจัยพื้นฐานการผลิตในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมจึงต้องมีการจัดหาพลังงาน ให้มีปริมาณที่เพียงพอ มีราคาที่เหมาะสม และมีคุณภาพที่ดี กระทรวงพลังงานจึงวางกรอบแผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติ ที่ให้ความสำคัญใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความมั่นคงทางพลังงาน (Securit) ในการตอบสนองต่อปริมาณความต้องการพลังงานที่สอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ อัตราการเพิ่มของประชากร และอัตราการขยายตัวของเขตเมือง ด้านเศรษฐกิจ (Economy) ที่ต้องคำนึงถึงต้นทุนพลังงานที่มีความเหมาะสมและไม่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศในระยะยาว การปฏิรูปโครงสร้างราคาเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับต้นทุน และให้มีภาระภาษีที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของประเทศ ไม่ให้เกิดการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือย รวมถึงส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และด้านสิ่งแวดล้อม (Ecology) ต้องลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยการสนับสนุนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบไฟฟ้า (Efficiency) ทั้งด้านการผลิตไฟฟ้าและด้านการใช้ไฟฟ้า โดยพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริด (Smart grid) เป็นต้น

การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศไทยในปี พ.ศ.2560 มีปริมาณ 80,752 ktoe ซึ่งการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในแต่ละภาคเศรษฐกิจในปี พ.ศ.2560 พบว่า โดยรวมมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น ประกอบด้วย การใช้พลังงานในภาคเกษตรกรรม 2,652 ktoe ภาคอุตสาหกรรม 28,459 ktoe ภาคบ้านอยู่อาศัย 10,867 ktoe ภาคธุรกิจการค้า 6,452 ktoe และภาคขนส่ง 32,322 ktoe ทั้งนี้ เป็นการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาคขนส่งมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาเป็นการใช้ในภาคอุตสาหกรรม ภาคบ้านอยู่อาศัย ภาคธุรกิจการค้าและภาคเกษตรกรรม ร้อยละ 35.2, 13.5, 8 และ 3.3 ตามลำดับ จากสถานการณ์การใช้พลังงานในปัจจุบัน และความต้องการพลังงานที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ประเทศไทยจึงได้มีการกำหนดแผนหรือนโยบายต่างๆ ที่มีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีระยะเวลาครอบคลุมปี พ.ศ.2561 - 2580 และจากมติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ได้เห็นชอบแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ.2561-2580 ซึ่งใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการกำหนดทิศทางการพัฒนาพลังงานที่สำคัญ 5 ด้าน ประกอบด้วย แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (AEDP) แผนอนุรักษ์พลังงาน (EEP) แผนบริหารจัดการก๊าซธรรมชาติ (Gas Plan) และแผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง (Oil Plan)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี

2. เพื่อศึกษารูปแบบการออกแบบและต้นทุนของการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

3. เพื่อศึกษาวิเคราะห์รูปแบบงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และเทคโนโลยีเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ประสบความสำเร็จ

4. เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้มุ้งเน้นศึกษาและเสนอแนวคิดหรือแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ในการบังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร (Building Energy Code) เสนอแนวทางส่งเสริมให้มีการผลักดันและบังคับใช้กฎหมายที่กำหนดประเภทหรือขนาดอาคารให้มีมาตรการบังคับมาตรฐานอาคารก่อสร้างใหม่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลจากทฤษฎี งานวิจัย บทความทางวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารการอนุรักษ์พลังงาน กฎหมาย และกฎระเบียบด้านพลังงาน พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2550) แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2561 – 2580 และกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร มาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2563

2. รวบรวมข้อมูลผลการดำเนินงาน องค์ความรู้ เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอาคารของประเทศไทยและที่นิยมใช้ในต่างประเทศ ทิศทางการก่อสร้างอาคารในปัจจุบันและในอนาคต ความก้าวหน้าของการพัฒนาเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และทำการตรวจดูความครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูล นำมาเสนอเป็นแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

4. นำเสนอข้อมูลกับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ที่ได้จากการวิจัยนำเสนอข้อมูลและสรุปผลการศึกษา

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

ศักยภาพในการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารตามแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี

1. กระทรวงพลังงานได้กำหนดเรื่องการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานเป็นส่วนหนึ่งของแผนอนุรักษ์พลังงาน ในมาตรการที่ 2 เรื่องมาตรการใช้เกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นหนึ่งในข้อบังคับในการขออนุญาตก่อสร้างตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พร้อมกับบังคับใช้มาตรการส่งเสริมอาคารก่อสร้างใหม่ใช้เกณฑ์มาตรฐานนี้ กับทั้งหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน โดยมีศักยภาพผลประหยัด 1,166 ktoe

2. การบูรณาการทำงานร่วมกันของทั้ง 2 หน่วยงาน ได้แก่ กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย และกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ในการตรวจสอบอาคารที่จะก่อสร้างใหม่ให้เป็นไปตามกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2563 เป็นเครื่องมือในการผลักดันให้เกิดการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารได้

ผลการวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

รูปแบบการออกแบบและต้นทุนของการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

1. การออกแบบด้วยวิธีการ Passive Design คือวิธีการออกแบบอาคารโดยใช้ประโยชน์จากธรรมชาติเข้ามาเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบก่อน โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อให้อาคารมีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานสูงสุด ซึ่งแนวคิดหลักก็คือการใช้ปัจจัยธรรมชาติและป้องกันความร้อนเข้าสู่กรอบอาคาร การใช้แสงธรรมชาติ การใช้ช่องหน้าต่างมีความเหมาะสมและสามารถระบายความร้อนได้ดี การใช้วัสดุเปลือกอาคารที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง และการใช้หลังคาที่มีค่าความต้านทานความร้อนที่ดี

2. การออกแบบด้วยวิธีการ Active Design คือการใช้ระบบเครื่องกลเพื่อช่วยแก้ปัญหาในส่วนที่ Passive Design ทำได้ไม่เพียงพอ เช่น การใช้เครื่องปรับอากาศในการช่วยลดอุณหภูมิและความชื้นที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง

3. ต้นทุนของการดำเนินงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร จากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่ดำเนินการตรวจประเมินแบบอาคารที่จะก่อสร้างใหม่กว่า 900 อาคาร พบว่าอาคารส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์ระบบเปลือกอาคาร ซึ่งมีวิธีการปรับปรุงเปลือกอาคารให้สามารถผ่านเกณฑ์ได้ ผนังอาคาร เช่น การเปลี่ยนอิฐมอญเป็นคอนกรีตมวลเบา การเปลี่ยนกระจกใสเป็นกระจกเขียวตัดแสงหรือกระจกสะท้อนแสง เป็นต้น และหลังคาอาคาร เช่น ติดฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา การหุ้มอลูมิเนียมฟอยล์และการเพิ่มฉนวนใยแก้วกันความร้อน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้อาคารมีต้นทุนในการก่อสร้างเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับอาคารทั่วไป ในขณะเดียวกันอาคารที่ก่อสร้างตามเกณฑ์มาตรฐานจะสามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าอาคารทั่วไปไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 โดยเมื่อคำนวณกับต้นทุนค่าก่อสร้างที่ปรับสูงขึ้นจะใช้ระยะเวลาในการคืนทุนในส่วนของต้นทุนที่ปรับสูงขึ้นได้ภายในระยะเวลา 3 - 5 ปี

ผลการวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 3

รูปแบบงานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และเทคโนโลยีเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ประสบความสำเร็จ

1. ระบบเปลือกอาคาร (Envelope System) เปลือกอาคารประกอบด้วยผนังภายนอกอาคารและหลังคา ผนังประกอบด้วยส่วนของผนังทึบและผนังโปร่งแสงหรือกระจก ที่เป็นส่วนของหน้าต่างที่ปิดด้วยกระจกและอุปกรณ์บังแดดภายนอกและภายในอาคาร เช่น ม่าน และรวมถึงพื้นอาคาร เมื่อพิจารณาจากประเทศที่มีภูมิอากาศหนาวเย็นนั้นเปลือกอาคารจะช่วยลดการสูญเสียความร้อนจากภายในอาคารออกสู่ภายนอกเพราะต้องการให้ในอาคารอุ่น ซึ่งต้องอาศัยรังสีอาทิตย์ในการให้ความร้อนแก่อาคาร การดูดซับรังสีอาทิตย์ของผนังทึบที่เก็บความร้อนได้ดี แต่ในฤดูร้อนในประเทศแถบอบอุ่นหรือทุกฤดูของประเทศในแถบร้อนชื้น รังสีอาทิตย์จากท้องฟ้าให้แสงสว่างธรรมชาติได้แต่พลังงานที่มีอยู่ในรังสีตรงจากดวงอาทิตย์มีมากเกินกว่าที่จะใช้ประโยชน์ได้โดยวิธีทั่วไปส่วนประกอบอีกส่วนหนึ่งของเปลือกอาคารในประเทศหนาวที่ใช้กันความร้อนรั่วไหลออกคือพื้นของชั้นที่ติดกับพื้นดิน ซึ่งในประเทศเหล่านี้พื้นดินและชั้นใต้ดินมีอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอาคารในประเทศหนาวจึงมีข้อกำหนดให้ใช้ฉนวนระหว่างพื้นอาคารและพื้นดิน จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าในประเทศที่มีภูมิอากาศหนาวเย็น รังสีอาทิตย์

สามารถให้ประโยชน์ได้เต็มที่ แต่ในประเทศที่มีอากาศอบอุ่นและร้อนชื้นไม่ต้องการใช้ประโยชน์จากรังสีอาทิตย์เพราะส่งผลให้มีปริมาณความร้อนในอาคารมากเกินความต้องการ ผนังอาคารจึงต้องสามารถใช้งานได้ทั้งรังสีอาทิตย์ในฤดูหนาวและฤดูร้อน ซึ่งคุณสมบัติเชิงอุณหภาพของผนังทึบที่ใช้กัน คือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม หรือ U-value โดยทั่วไปผนังทึบมีคุณสมบัติต้านการถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่ากระจก ดังนั้นสัดส่วนของพื้นที่กระจกจะเป็นตัวแปรที่กำหนดคุณสมบัติของผนังโดยรวม ซึ่งกระจกสามารถถ่ายเทความร้อนได้เช่นเดียวกันจึงมีค่า U-value แต่ค่า U-value ของกระจกมักสูงกว่าของผนังทึบมาก นอกจากนั้นกระจกยังส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์ทั้งโดยตรงและโดยอ้อม ซึ่งดัชนีที่ใช้บ่งบอกถึงปริมาณการส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์ คือค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ (Solar Heat Gain Coefficient, SHGC)

สำหรับในประเทศแถบร้อนชื้น เปลือกอาคารที่ใช้ควรสามารถจำกัดผลการถ่ายเทความร้อนจากรังสีตรงดวงอาทิตย์ได้ดี และควรใช้อุปกรณ์บังแดดซึ่งบังรังสี โดยจะใช้ประโยชน์จากแสงกระจายในท้องฟ้าในการส่องสว่างภายในอาคารแทน หลายประเทศในแถบร้อนชื้น เช่น สิงคโปร์ ฮ่องกง และประเทศไทย ได้พัฒนาดัชนีที่เป็นตัวบ่งชี้หรือมาตรฐานเพื่อใช้วัดสมรรถนะอุณหภาพ (Thermal performance) ของผนังอาคารที่เรียกว่า Overall Thermal Transfer Value (OTTV) และ Effective Thermal Transfer Value (ETTV) ซึ่งทั้งสองดัชนีมีความหมายคล้ายกัน และดัชนีที่ใช้บ่งชี้ประสิทธิผลการบังแดดคือสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC) ในประเทศร้อนชื้น รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคามีผลต่อการถ่ายเทความร้อนมาก ดังนั้น การใช้ฉนวนใต้หลังคาและเหนือฝ้าเพดานจึงมีการปฏิบัติกันมากในประเทศไทย และการรั่วไหลของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในหรือจากภายในสู่ภายนอกก่อให้เกิดความสูญเสียพลังงานในการทำความเย็นและลดความชื้นในอากาศ ดังนั้นในเกณฑ์กำหนดประสิทธิภาพพลังงานของอาคารมักมีข้อกำหนดเกี่ยวกับการจำกัดการรั่วไหลของอากาศด้วย

2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารพาณิชย์เป็นระบบที่ใช้พลังงานเป็นอันดับสองรองจากระบบปรับอากาศดังนั้นประสิทธิภาพการให้แสงสว่างของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบ เช่นหลอดไฟและบัลลาสต์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง ดัชนีที่ใช้ชี้ประสิทธิภาพของการให้แสงของหลอดไฟฟ้ามีหน่วยเป็นปริมาณฟลักซ์ของแสงต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ (Lumen/Watt หรือ lm/W) และการกำหนดประสิทธิภาพระบบไฟฟ้าแสงสว่างใช้วิธีกำหนดค่าขั้นสูงของกำลังไฟฟ้าของระบบแสงสว่างของแต่ละประเภทของพื้นที่หรือของทั้งอาคารโดยรวม (Lighting Power Density, LPD)

3. ระบบปรับอากาศ (Air-conditioning System) ระบบปรับอากาศประกอบด้วยระบบทำความเย็นให้แก่อากาศ ระบบทำความร้อนอากาศ ระบบระบายอากาศ ระบบควบคุมความชื้นอากาศ ระบบจ่ายน้ำร้อนหรือน้ำเย็น และระบบจ่ายอากาศร้อนหรือเย็น ระบบปรับอากาศเป็นระบบที่ใช้พลังงานมากที่สุดของอาคาร ส่วนของระบบปรับอากาศที่ใช้พลังงานมากที่สุดคือ ระบบทำความร้อนหรือระบบทำความเย็น ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศมีผลสำคัญต่อการใช้พลังงานของทั้งอาคาร ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศจะดีได้ควรจะมีการออกแบบและเลือกอุปกรณ์ที่ดีทั้งระบบ

3.1 ระบบทำความร้อนในประเทศที่มีอากาศหนาวเย็นมักจะผลิตน้ำร้อนด้วยหม้อต้มน้ำร้อน (Boiler) และจ่ายน้ำร้อนผ่านท่อเพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของอาคารเพื่อถ่ายความร้อนให้กับอากาศ ประเทศส่วนใหญ่ใช้เชื้อเพลิงในการผลิตน้ำร้อนโดยใช้หม้อน้ำร้อน ดังนั้นจึงมีการกำหนดประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อน และในกรณีที่ใช้งานระบบผลิตน้ำร้อนขนาดเล็กที่มีการใช้ตามบ้านพักอาศัยหรือโรงแรมที่ต้องการอุณภูมิไม่สูงมากอาจใช้ระบบการผลิตน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อน (Heat Pump) แทน

3.2 ระบบทำความเย็นมีสองระบบหลักซึ่งมักเลือกใช้ตามขนาดของอาคาร อาคารขนาดใหญ่มักจะใช้ระบบผลิตน้ำเย็นและจ่ายน้ำเย็นแบบรวมศูนย์ขนาดใหญ่ มีการกำหนดค่าขั้นต่ำของสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP) ของระบบผลิตน้ำเย็น แต่มักกำหนดประสิทธิภาพส่วนประกอบอื่นในระบบด้วย เช่นในอาคารขนาดย่อมหรือขนาดเล็กที่นิยมใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ซึ่งเป็นระบบที่จ่ายน้ำยาทำความเย็น (Refrigerant) โดยตรงไปสู่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศ ระบบเช่นนี้เรียกโดยรวมว่าระบบขยายตัวโดยตรง (Direct Expansion-DX System) ซึ่งมีการกำหนดค่าขั้นต่ำของสัมประสิทธิ์สมรรถนะเช่นกัน

3.3 ระบบระบายอากาศ (Ventilation) อากาศระบายจะถูกนำผ่านระบบทำความเย็นและปรับความชื้นซึ่งต้องใช้พลังงาน ดังนั้นจึงมักกำหนดปริมาณอากาศระบายที่ให้ใช้กับระบบควบคุมความชื้นอากาศ ซึ่งในกรณีประเทศหนาวเย็นอากาศภายในอาคารจะแห้งกว่าอากาศภายนอกอาคาร ดังนั้นมักจะให้ความชื้นแก่อากาศภายในอาคารด้วยการจ่ายไอน้ำแก่อากาศที่หมุนเวียน และในกรณีของประเทศร้อนชื้น อากาศในธรรมชาติมีความชื้นสูง ในอาคารที่ปรับอากาศความชื้นในอากาศหมุนเวียนที่ไหลผ่านคอยล์เย็นของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะกลั่นตัวเป็นน้ำและถูกระบายทิ้งไป ดังนั้นการปรับความเย็นอากาศก่อให้เกิดการลดความชื้นอากาศโดยอัตโนมัติ ในกรณีนี้มักจะห้ามไม่ให้ใช้การลดความชื้นในอากาศที่ชื้นมาก โดยการลดอุณหภูมิของคอยล์เย็นให้ต่ำกว่าปกติ เพื่อลดปริมาณไอน้ำในอากาศ แล้วให้ความร้อนแก่อากาศเพื่อให้อุณหภูมิอากาศกลับเข้าระดับที่ต้องการ

3.4 ระบบจ่ายน้ำร้อนหรือน้ำเย็นเนื่องจากน้ำร้อนหรือน้ำเย็นหรือน้ำยาทำความเย็นที่ส่งตามท่อมีอุณหภูมิแตกต่างจากอากาศโดยรอบค่อนข้างมาก การใช้ฉนวนในระดับที่เหมาะสมจะลดการสูญเสียความร้อนหรือความเย็นและเพิ่มประสิทธิภาพของทั้งระบบได้เป็นอย่างดี

4. อุปกรณ์ เครื่องจักรและระบบจำหน่ายไฟฟ้าในอาคาร (Other Equipment) ประสิทธิภาพพลังงานของอาคารในบางประเทศมีข้อกำหนดเกี่ยวกับประสิทธิภาพของอุปกรณ์เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ และเครื่องถ่ายเอกสาร หลายประเทศมีข้อกำหนดเกี่ยวกับเครื่องจักรเช่น ลิฟต์และบันไดเลื่อน ในบางประเทศมีข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้มอเตอร์และหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงและการออกแบบระบบจ่ายไฟฟ้าที่จำกัดค่าแรงดันตกที่จุดจ่ายไฟฟ้าแก่อุปกรณ์ การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานจึงอ้างอิงเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ประเภทนั้น ๆ ตามกฎหมายได้ สำหรับประเทศไทยจะเป็นที่นิยมในชื่อฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

5. การใช้พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ข้อกำหนดการนำผลการใช้พลังงานหมุนเวียนมาชดเชยร่วมกับพลังงานตามจริงที่ออกแบบแบบไม่มีการใช้พลังงานทดแทน พลังงานหมุนเวียนที่นำมาใช้อาจเป็นแสงธรรมชาติที่ใช้ส่องสว่างแทนแสงสว่างจากหลอดไฟ ไฟฟ้าที่ผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์ หรือความร้อนทิ้งที่เหลือจากการผลิตไฟฟ้า ในกรณีหลังนี้อาจใช้ความร้อนทิ้งผลิตน้ำร้อนหรือผลิตความเย็นโดยการใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (Absorption Chiller) ได้

ผลการวิจัยเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 4

แนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

1. การบังคับใช้กฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน โดยประสานงานกับกรมโยธาธิการและผังเมือง ให้บังคับเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน เป็นหนึ่งในข้อบังคับของการขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1) และการขออนุญาตเปิดใช้งานอาคาร (อ.5) โดยดำเนินการตรวจสอบ รับรอง และติดตามผลผ่านกลไกวิชาชีพโดยความร่วมมือกับสภาวิศวกรและสภาสถาปนิกในการพัฒนาให้มีผู้ตรวจประเมินแบบที่ขึ้นทะเบียนกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน และทยอยผลักดันบังคับใช้กับอาคารทั้ง 9 ประเภท ภายในระยะเวลา 3 ปี

2. วางแผนยกระดับเกณฑ์มาตรฐานเดิม BEC (Building Energy Code) ให้มีการพัฒนาการแต่ละระดับให้สูงขึ้นทุก 6 ปีและเพิ่มระดับเป็น HEPS (High Energy Performance Standard) คือระดับเกณฑ์มาตรฐานขั้นสูงของระบบต่าง ๆ และเป็น Econ (Economic building) คือระดับเป้าหมายเมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีของอุปกรณ์และระบบต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปอีก และมีความคุ้มค่าในการลงทุน และส่งเสริมให้มีการสร้างอาคาร ZEB (Zero Energy Building) คือระดับที่อาคารใช้พลังงานที่จ่ายเข้าจากภายนอกในระดับเข้าใกล้ศูนย์ต่อไป

3. การส่งเสริมอาคารก่อสร้างใหม่ให้เป็นไปตามที่กฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงานกำหนด โดยมีแนวทางในการส่งเสริมพัฒนาต่อยอดการวิจัยที่เกี่ยวกับวัสดุอนุรักษ์พลังงาน และส่งเสริมการก่อสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานโดยการติดฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร สนับสนุนด้วยมาตรการการเงินให้กับการสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานด้วยเงินทุนดอกเบี้ยต่ำ และสนับสนุนให้อาคารใหม่ได้รับการประเมินมาตรฐานอาคารเขียวทั้งในระดับชาติและนานาชาติ เช่น มาตรฐาน LEED หรือ มาตรฐาน TREES

4. การส่งเสริมการก่อสร้างอาคาร Zero Energy Building (ZEB) ซึ่งเป็นอาคารใช้พลังงานจากภายนอกในระดับใกล้ศูนย์ เนื่องจากความต้องการพลังงานของอาคารที่ต่ำมากและยังมีการผลิตพลังงานที่ใช้ในอาคารจากพลังงานหมุนเวียนได้เอง เช่น โซล่าเซลล์ผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ภายในอาคาร หรือการติดตั้งกังหันลม โดยทำการศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้ในการออกแบบอาคารทุกอย่างต้องมีประสิทธิภาพสามารถลดการใช้พลังงานได้ดี รวมถึงการออกแบบอาคาร รูปร่าง ทิศทางอาคาร เช่น ทิศตะวันออก ควรออกแบบให้มีผนังที่ทึบไม่ติดตั้งกระจกมากเกินความจำเป็น และมีอุปกรณ์บังแสงแดดที่ดีด้วย

5. การสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการบังคับใช้กฎหมายให้ขยายวงกว้างขึ้น ร่วมมือกันในการพัฒนาบุคลากรให้มีองค์ความรู้ในด้านการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน สนับสนุน ผลักดัน และจัดกิจกรรมการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์การส่งเสริมการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ร่วมมือในการให้ข้อมูลของสินค้าวัสดุก่อสร้างที่อนุรักษ์พลังงาน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

การพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำหรับประเทศไทยต้องผลักดันในส่วนของนโยบาย โดยประสานงานกับกรมโยธาธิการและผังเมือง ประกาศให้กฎกระทรวงฯ การออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงานเป็นส่วนหนึ่งในข้อบังคับของการขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร (อ.1) และการขออนุญาตเปิดใช้งานอาคาร (อ.5) มีการวางแผนยกระดับเกณฑ์มาตรฐานให้มีการพัฒนาการแต่ละระดับให้สูงขึ้นให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี สนับสนุนสร้างอาคารใหม่ให้ได้รับการประเมินมาตรฐานอาคารทั้งในระดับชาติและนานาชาติ ส่งเสริมพัฒนาต่อยอดการวิจัยที่เกี่ยวกับวัสดุอนุรักษ์พลังงาน สนับสนุนด้วยมาตรการการเงินให้กับการสร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานด้วยเงินทุนดอกเบี้ยต่ำ ส่งเสริมการก่อสร้างอาคาร Zero Energy Building

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การทำเอกสารวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวทางการพัฒนางานด้านอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ซึ่งกล่าวถึงเพียงการออกแบบอาคารก่อสร้างใหม่ให้มีการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่เริ่มต้น แต่ยังไม่ได้กล่าวถึงการใช้พลังงานในอาคารระหว่างเปิดใช้งานอาคารจนถึงหมดอายุการใช้งานอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการพลังงาน มาตรการที่ต้องดำเนินการระหว่างใช้งานอาคารในกรณีที่ต่าง ๆ เช่น การปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศมีอายุการใช้งานนาน เป็นต้น ดังนั้น ในการศึกษาวิจัย

ครั้งต่อไปควรศึกษาแนวทางการใช้งานอาคารให้มีประสิทธิภาพพลังงาน หรือการวางแผนการจัดการพลังงานในอาคาร เป็นต้น