

**แนวทางปรับปรุงอาคารสถานศึกษาตามเกณฑ์อาคารอนุรักษ์พลังงาน :
กรณีศึกษาอาคารเรียนและปฏิบัติการทางเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา**

**Guideline of Educational Building development for Evaluation Energy efficiency :
Case study of Educational Building and Operational Technology at
Suan Sunandha Rajabhat University**

ศุภโชค สนธิชัย^{1*} และ ศิริวรรณ โรหิ²
Supachock Sonthichai, and Siriwan Roho

^{1*} สาขาวิชาการออกแบบตกแต่งภายในและนิทรรศการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
² มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดนครราชสีมา
e-mail: Supachock.so@ssru.ac.th, Siriwan.ro@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

การพัฒนาที่ยั่งยืนเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานสำหรับอาคารสถานศึกษาในปัจจุบัน พบว่าปัญหาส่วนหนึ่งมาจากการออกแบบอาคารที่ไม่คำนึงถึงแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของอาคารกรณีศึกษา ให้เป็นไปตามค่ามาตรฐานการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย

งานวิจัยนี้จึงเป็นส่วนหนึ่งของโครงการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอาคารสถานศึกษา ตามแนวทางปรับปรุงอาคารจากเกณฑ์อาคารอนุรักษ์พลังงาน โดยทดสอบผ่านอาคารกรณีศึกษาอาคารเรียนและปฏิบัติการทางเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กำหนดแทนค่ามาตรฐานการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย เป็นไปตามหลักเกณฑ์ประเมิน พ.ศ.2552 โดยใช้โปรแกรม BEC v.1.0.6 เป็นวิธีทดสอบประเมินผลวิเคราะห์เปรียบเทียบ

ผลจากการศึกษาแนวทางพบว่า แนวทางการอนุรักษ์พลังงานของอาคารกรณีศึกษาสามารถปรับปรุงให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานให้สอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานกฎกระทรวง โดยการปรับเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคารเลือกวัสดุ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ (U-Value) กล่าวคือการเปลี่ยนแปลงวัสดุผนังอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจากเดิมเป็นโครงสร้างก่อผนังอิฐมวลฉนวนฉนวนเรียบทาสี ให้เปลี่ยนแปลงโดยเลือกใช้วัสดุผนังก่ออิฐมวลเบา (ความหนาแน่น 1,280 กก./ลบ.ม.) และการเพิ่มแผงบังแดดโดยใช้วัสดุเป็นแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต รวมถึงโครงคร่าวเหล็กรูปพรรณพร้อมอุปกรณ์ติดตั้งที่มีน้ำหนักเบาไม่สร้างภาระเรื่องน้ำหนักต่อโครงสร้างเดิม และให้สอดคล้องกับรูปแบบเดิมของอาคารที่ได้ออกแบบไว้

ซึ่งจากการปรับปรุงดังกล่าวจะสามารถทำให้อาคารมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) ลดลงร้อยละ 33.52 และผลการใช้พลังงานรวมลดลงถึง 38,495.2 kWh/Year ส่วนด้านงบประมาณการก่อสร้างปรับปรุงอาคารเพื่อพัฒนาสู่อาคารอนุรักษ์พลังงาน หากสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามประเด็นที่ได้เสนอแนวทางไว้ในรายละเอียดต่างๆ สำหรับอาคารกรณีศึกษานี้ จะสามารถช่วยให้มหาวิทยาลัยประหยัดงบประมาณในการจ่ายค่าไฟฟ้าได้ถึงประมาณ 162,834.70 บาท/ปี การพัฒนาการออกแบบปรับปรุงอาคารสู่ความเป็นไปได้ในระยะเวลาคืนทุนคือ 6.9 ปีหลังจากการก่อสร้างปรับปรุงอาคาร

คำสำคัญ : การอนุรักษ์พลังงาน ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การประเมินอาคาร ค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

Abstract

Sustainable development about energy saving for Educational Building, It is found that part of the problem is from building design that does not take into account the building's energy conservation guidelines. In accordance with the Thai energy and environmental sustainability assessment standard values.

This research is a part of the promotion of energy efficiency in Educational Building. According to the building improvement guidelines from the energy conservation building criteria. Building energy simulation case study of Educational Building and Operational Technology at Suan Sunandha Rajabhat University. Define of standard values Thai Energy and Environmental Sustainability Assessment. In accordance with the evaluation criteria of 2009 using BEC v.1.0.6 program as Building energy simulation method for evaluating comparative analysis.

The study results building energy conservation guidelines: a case study that can be improved to be an energy conservation building and select materials building envelope with a low heat transfer coefficient (U-Value) to wall building Southwest side. Change to structure of a half-brick wall plastered with a smooth painted to lightweight concrete (Density 1,280 kg/m³) and adding a shading devices of aluminum composite materials in accordance with the original design of the building.

Which from the above improvements will be able to make the building heat transfer value of the exterior wall (OTTV) decreased 33.52% and total energy use decreased 38,495.2 kWh/Year and construction cost for building improvements for development to energy conservation buildings. Change to guideline of Educational Building development for Evaluation Energy efficiency. It will help the university to save cost for paying electricity costs approximately 162,834.70 baht/year. Payback period is 6.9 years after the construction of the building.

Keywords : Energy Conservation, Energy performance, Building Assessment, Building Energy Code. (BEC)

บทนำ

อาคารสถานศึกษาถือเป็นสถาปัตยกรรมสิ่งก่อสร้างประเภทหนึ่ง ที่ควรคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างงานออกแบบและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อการอนุรักษ์พลังงานจากกระบวนการก่อสร้างด้านสถาปัตยกรรม ให้สามารถเชื่อมโยงสอดคล้องต่อบริบทพื้นที่อาคารที่ต่างกันของแต่ละกิจกรรม เพื่อประสิทธิภาพสูงสุดตอบสนองการใช้พื้นที่ ที่ปรับเปลี่ยนไปในแต่ละช่วงระยะเวลาของแต่ละวัน อีกทั้งการใช้พลังงานไฟฟ้า และวัสดุที่นำมาใช้ก่อสร้างในปริมาณที่มาก ยังส่งผลเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรม อันเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนของสิ่งปลูกสร้างในปัจจุบันที่ส่งผลเสียด้านสิ่งแวดล้อมไปยังพื้นที่บริเวณโดยรอบตัวอาคารทำให้เกิดสภาวะตั้งต้นของการทำลายสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ สู่วิกฤตการณ์ทางมลภาวะที่เสียหายในด้านต่างๆเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ผลเนื่องมาจากกระบวนการออกแบบในช่วงยุคสมัยก่อน ยังขาดแนวคิดสำคัญที่ไม่ได้คำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานในการก่อสร้างและงานออกแบบด้านสถาปัตยกรรมที่ต้องพัฒนาควบคู่กันไป

ซึ่งในปัจจุบันเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้ออกกฎกระทรวงเพื่อใช้ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 เน้นย้ำให้คำนึงถึงการอนุรักษ์พลังงานทางสถาปัตยกรรม โดยมีผลบังคับใช้กับอาคารทั้ง 9 ประเภท ครอบคลุมอาคารที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป และได้กำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานสำหรับการออกแบบก่อสร้าง ที่ส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคาร [1] ทั้งนี้ถือเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ออกแบบอาคารในสมัยปัจจุบัน ควรตระหนักถึงขั้นตอนการออกแบบในงานสถาปัตยกรรมจากรูปแบบบริบททางกายภาพที่ตั้งอาคาร การเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง องค์ประกอบลักษณะโครงสร้างอาคาร การบริหารจัดการก่อสร้าง และแนวทางปฏิบัติบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆในพื้นที่ใช้สอยอาคาร รวมถึงขั้นตอนการรีไซเคิลหรือการทำลายหากต้องการออกแบบอาคารให้พื้นที่เหมาะสมต่อเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตามการศึกษาแนวทางปรับปรุงอาคารสถานศึกษาในครั้งนี้ มุ่งเน้นแนวทางปรับปรุงอาคารสถานศึกษาในส่วนองค์ประกอบสถาปัตยกรรมเกี่ยวกับ ส่วนพื้นที่กรอบอาคารและการป้องกันแสงแดดที่เข้าสู่พื้นที่ภายในอาคาร อ้างอิงตามเกณฑ์อาคารอนุรักษ์พลังงาน โดยทดสอบผ่านอาคารกรณีศึกษาอาคารเรียนและปฏิบัติการทางเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ซึ่งการกำหนดแทนค่ามาตรฐานการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยนั้น จะอ้างอิงตามหลักกฎกระทรวงเพื่อใช้ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 โดยใช้โปรแกรม BEC v.1.0.6 เป็นเครื่องมือเพื่อกำหนดวิธีทดสอบประเมินผลวิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยรายละเอียดจะอธิบายถึงประเด็นผลเปรียบเทียบการใช้พลังงานเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร พลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศของส่วนพื้นที่ตามขอบเขตศึกษา พลังงานที่ใช้จากระบบไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงระยะเวลาทำการ และจำนวนเงินลงทุนปรับปรุงอาคารต่อการประเมินระยะการคืนทุนภายหลังปรับปรุงงานก่อสร้าง สู่แนวทางการเสนอแนะปรับปรุงอาคารกรณีศึกษา เพื่อเอื้อประโยชน์ต่อการปรับปรุงอาคารเท่าที่ยังอยู่ระหว่างการใช้งานในปัจจุบันภายในพื้นที่มหาวิทยาลัย ตอบสนองนโยบายภาครัฐบาลด้านการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจที่ยั่งยืนของประเทศด้านการปรับปรุงอาคารให้อาคารอนุรักษ์พลังงาน อีกทั้งผลเปรียบเทียบที่ได้จากการทดสอบยังสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลทางด้านการประเมินผล สำหรับการวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงอาคารกรณีศึกษาในอาคารอื่นๆภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาารูปแบบของกรอบอาคารกรณีศึกษาเพื่อให้ทราบถึงปัญหาพัฒนาเสนอแนวทางปรับปรุงอาคารสถานศึกษาที่อยู่ระหว่างการใช้งาน ตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมในงานสถาปัตยกรรม
2. เสนอแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารกรณีศึกษาด้านองค์ประกอบสถาปัตยกรรมและการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างเพื่อให้ความเหมาะสมต่องบประมาณการก่อสร้างปรับปรุงอาคารที่อยู่ระหว่างการใช้งานในมหาวิทยาลัย ตามมาตรฐานเกณฑ์พิจารณาหลักการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552

ทฤษฎี แนวคิดและเอกสารที่เกี่ยวข้องด้านอาคารอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

สถาปัตยกรรมกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม

จากแนวคิดด้านการควบคุมและตรวจสอบอาคาร ในคำอธิบายเกี่ยวกับ อาคารเขียว (Green Building) อาคารยั่งยืน (Sustainable Building) และอาคารคาร์บอนต่ำ (low carbon Building) ได้จำแนกลักษณะตามวัตถุประสงค์ เป้าหมาย การออกแบบอาคาร ในลักษณะที่แตกต่างกัน แต่มีลักษณะทั่วไปต่อการใช้งานพื้นที่อาคารให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมที่เหมือนกัน กล่าวคืออาคารที่ออกแบบต้องประสานความต้องการของอาคารด้านการอนุรักษ์พลังงาน การอนุรักษ์ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมควรตอบสนองการใช้สอยอาคารอย่างมีสุขภาพดี โดยเฉพาะปัจจัยและอิทธิพลที่ส่งผลกระทบต่ออาคารประหยัดพลังงานและสิ่งแวดล้อม ควรคำนึงถึงการส่งเสริมให้มีการเลือกพื้นที่โครงการที่เหมาะสมที่จะพัฒนาต่อไปได้อย่างยั่งยืน ในปัจจัยที่เกี่ยวกับเลือกที่ตั้งโครงการ การส่งเสริมการเดินทางส่วนตัวในรูปแบบที่ประหยัดพลังงานด้วยการเดินทางด้วยทางเท้า จัดพื้นที่ภายในโครงการให้มีเส้นทางสำหรับจักรยานในการสัญจร การจัดให้มีพื้นที่ว่างส่วนรวม (Public open space) เพื่อเพิ่มพื้นที่จากแสงธรรมชาติ (Daylighting area) และพื้นที่สีเขียวจากการปลูกต้นไม้ภายในพื้นที่โครงการ (Green area)

อีกทั้งควรเน้นส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานใช้พลังงานทดแทน ผ่านการออกแบบเปลือกอาคาร (Building envelope) คำนึงถึงการออกแบบรูปร่าง ทิศทาง จากที่ตั้งตำแหน่งอาคาร ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างลักษณะอุปกรณ์หรือต้นไม้บังแดด เลือกระบบปรับอากาศที่มีขนาดให้เหมาะสมกับพื้นที่เพื่อประสิทธิภาพสูงประหยัดพลังงาน ลดการใช้กระแสไฟฟ้าใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้า กังหันลมผลิตไฟฟ้า การอนุรักษ์วัสดุในงานอาคารเพื่อลดของเสียในงานก่อสร้างส่งเสริมการแยกขยะที่สามารถนำกลับไปใช้ได้และลดปริมาณขยะที่ต้องขนทิ้งออกนอกส่งเสริมการแยกขยะที่สามารถนำกลับไปใช้ได้และลดปริมาณขยะที่ต้องขนทิ้งออกนอก และการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคารการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคาร

สุนทร บุญญาธิการ, 2547 [2] อธิบายถึงอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมไม่ใช่เพียงอาคารที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้าเท่านั้น แต่ต้องประกอบด้วยการบำรุงรักษาให้อยู่ในระดับการใช้พลังงานในด้านต่างๆที่ต่ำ ลดการใช้ น้ำ ในงานระบบบริหารจัดการให้มีวิธีกำจัดขยะและกากของเสียเพื่อนำกลับมาใช้ในรูปพลังงานทดแทน และการใช้วัสดุก่อสร้างควบคุมค่าที่สุดโดยคำนึงถึงการใช้งานให้ยาวนานต่อประสิทธิที่ผู้ผลิตได้กำหนดไว้ เลือกใช้วัสดุที่มีฉลากเขียว (Green label) หรือผลิตและเลือกใช้วัสดุที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น นำวัสดุที่รีไซเคิลไปรีไซเคิลเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดของวัสดุต่อการนำกลับมาใช้

ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์, 2549 [3] เสนอแนวคิดในการออกแบบอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อธิบายว่าการออกแบบในงานสถาปัตยกรรมนั้นต้องเกิดจากความร่วมมือของหลายฝ่าย มิใช่เพียงสถาปนิกเท่านั้น ดังนั้นทีมในการออกแบบควรประกอบด้วยทีมการทำงานได้แก่ นักวางแผน สถาปนิก นักออกแบบตกแต่งภายใน วิศวกร ภูมิสถาปนิก เจ้าของอาคาร ผู้รับเหมารวมทั้งชาวบ้านโดยรอบด้วย นอกเหนือจากนั้นการออกแบบที่ดีต้องคำนึงถึงสิ่งที่ตามมาหรือผลงานชิ้นนั้นได้ทิ้งอะไรไว้บ้าง[4]

สิงห์ อินทรชูโต, 2549 [4] อธิบายถึงการออกแบบก่อสร้างในประเทศไทย ส่วนใหญ่มักให้ความสำคัญกับเรื่องประโยชน์ใช้สอยในพื้นที่ต่างๆ การคำนึงถึงวัสดุที่มีความคงทนถาวรในองค์ประกอบโครงสร้างอาคาร และการจัดการควบคุมงบประมาณการก่อสร้าง เหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งจำเป็นขั้นพื้นฐานในงานก่อสร้างส่งเสริมความงามทางสถาปัตยกรรม และในขณะที่การนำนวัตกรรมอาคารมาใช้เกี่ยวกับการออกแบบอาคารให้มีการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า ยังเป็นเรื่องที่ซับซ้อนของกระบวนการออกแบบอาคาร ถึงละเอียดไม่ได้รับการคำนึงถึงในลำดับต้นๆจากการออกแบบ เพราะถือว่าสร้างความยุ่งยากในการสร้างสิ่งสมดุลย์ให้กับความต้องการต่างๆ จากที่กล่าวมาข้างต้นทำให้ผู้ออกแบบเลือกที่จะทำการออกแบบก่อสร้างตามรูปแบบคุ้นเคยสะดวกต่อภาระงาน ซึ่งหากพิจารณาถึงขั้นตอนการออกแบบอาคารนั้น อาจพบการใช้พลังงานมากเกินไปจนเกินความจำเป็นและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดรูปแบบอาคารอย่างที่เห็นกันอยู่ทั่วไป ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าใจได้ อย่างชัดเจนว่าเป็นการออกแบบก่อสร้างที่ไม่ได้มีการจัดการอย่างเหมาะสม และไม่ได้คำนึงถึงสภาพแวดล้อมอย่างยั่งยืน

พันธุ์ดา พุฒิปาโรจน์, 2563 [5] อธิบายถึงขบวนการใน 3 ด้านที่สัมพันธ์เชื่อมโยงกันต่อการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานที่ยั่งยืน คือ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ข้อมูลที่ปรากฏจากการประชุมผู้นำโลก Earth Summit ที่เมือง Rio de Janeiro ประเทศบราซิล ในปี ค.ศ. 1992 ทำให้เห็นว่าความยั่งยืนนั้นไม่สามารถมองในมิติเดียว เช่น การป้องกันผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมแค่เพียงเท่านั้น แต่ควรให้ความสำคัญต่อสังคม ความเป็นอยู่ในบริบท และเศรษฐกิจในช่วงสมัยนั้น ในความสัมพันธ์ที่เป็นหนึ่งเดียวกัน ต่อมาในปี ค.ศ. 2015 องค์การสหประชาชาติ ได้กำหนดเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals) ซึ่งประเทศทั่วโลกมีแนวความคิดร่วมกันที่จะพยายามทำให้สำเร็จภายในปี ค.ศ. 2030 ซึ่งประกอบด้วยเป้าหมายทั้ง 17 ข้อ ได้แก่

- เป้าหมายที่ 1 ขจัดความยากจน (No Poverty)
- เป้าหมายที่ 2 ขจัดความหิวโหย (Zero Hunger)
- เป้าหมายที่ 3 การมีสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี (Good Health and Well-Being)
- เป้าหมายที่ 4 การศึกษาที่เท่าเทียม (Quality Education)
- เป้าหมายที่ 5 ความเท่าเทียมทางเพศ (Gender Equality)
- เป้าหมายที่ 6 การจัดการน้ำและสุขาภิบาล (Clean Water and Sanitation)
- เป้าหมายที่ 7 พลังงานสะอาดที่ทุกคนเข้าถึงได้ (Affordable and Clear Energy)
- เป้าหมายที่ 8 การจ้างงานที่มีคุณค่าและการเติบโตทางเศรษฐกิจ (Decent work and Economic Growth)
- เป้าหมายที่ 9 อุตสาหกรรม นวัตกรรม และโครงสร้างพื้นฐาน (Industry Innovation and Infrastructure)
- เป้าหมายที่ 10 ลดความเหลื่อมล้ำ (Reduced inequalities)
- เป้าหมายที่ 11 เมืองและถิ่นฐานมนุษย์อย่างยั่งยืน (Sustainable Cities and Communities)
- เป้าหมายที่ 12 แผนการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน (Responsible Consumption) and Production)
- เป้าหมายที่ 13 การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Action)

- เป้าหมายที่ 14 การใช้ประโยชน์จากมหาสมุทรและทรัพยากรทางทะเล (Life Below Water)
- เป้าหมายที่ 15 การใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศทางบก (Life on Land)
- เป้าหมายที่ 16 สังคมสงบสุข ยุติธรรม ไม่แบ่งแยก (Peace and Justice Strong Institutions)
- เป้าหมายที่ 17 ความร่วมมือเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Partnerships for the Goals)

จากเป้าหมายดังกล่าวมาจึงเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเกณฑ์การประเมินอาคารที่ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน หรือที่เรียกว่า อาคารเขียว (Green Buildings) ดังนั้นเป้าหมายของการออกแบบอาคาร จึงไม่ควรมุ่งเน้นการลดการใช้พลังงาน หรือ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพียงเท่านั้น แต่ควรเชื่อมโยงถึง ความพยายามในการแก้ปัญหาที่กว้างมากขึ้น โดยมีเป้าหมายใหญ่ กล่าวคือการสร้างงานสถาปัตยกรรมที่ตอบสนอง ต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนควรพยายามพัฒนาแนวทางการออกแบบอาคาร ที่ให้ความสำคัญต่อการ ประหยัดพลังงานที่ยั่งยืนจากองค์ประกอบในด้านต่างๆของการพัฒนาจากการออกแบบอาคารเป็นหลัก อย่างไรก็ตามการออกแบบอาคารให้ประหยัดพลังงาน เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาที่ยั่งยืน เกณฑ์ประเมินอาคารเขียวที่เน้นในความยั่งยืนทางด้านสิ่งแวดล้อม มักจะมีเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของเกณฑ์บังคับ โดยเป้าหมายมักมุ่งเน้นความยั่งยืนทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ ในแต่ละระบบประเมิน

สิ่งที่สำคัญประเด็นหนึ่งที่ต้องการชี้ให้เห็น คือการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน จำเป็นต้องคำนึงถึงการแก้ปัญหาในด้านอื่น ๆ ไปพร้อมกัน ตั้งแต่ขั้นตอนการเริ่มต้นพิจารณาพื้นที่ตั้งโครงการ เพื่อนำไปสู่การลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยรอบบริเวณก่อสร้างอาคาร และลดผลกระทบต่ออาคารจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เชื่อมโยงผลประโยชน์ต่อคุณภาพชีวิตผู้ใช้อาคารที่ส่งผลด้านเศรษฐกิจ หรืองบประมาณในการลงทุนที่สามารถประหยัดลงได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบความต่างจากการคิดแบบแยกส่วนการดำเนินงาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยการร่วมกันคิดจากคนในทีมงาน หรือผู้เกี่ยวข้องทั้งการออกแบบ การก่อสร้าง การบริหารอาคารจากต่างวิชาชีพ

แนวคิดการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารในประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2537 ที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เริ่มเสนอหลักสูตรการสอนด้านการออกแบบสถาปัตยกรรมประหยัดพลังงานในประเทศไทย หลักสูตรการสอนอธิบายเกี่ยวกับหลักการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน การออกแบบสถาปัตยกรรมในเขตร้อนชื้น ซึ่งเป็นการทำความเข้าใจในเรื่องการออกแบบเพื่อให้อาคารมีการกันแดดกันฝนที่ดีและส่งเสริมการนำและลมภายนอกเข้ามาใช้ภายในพื้นที่อาคาร

ปัจจุบันประเทศไทยมีหน่วยงานที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเกณฑ์ประเมินด้านสถาปัตยกรรมกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม อยู่หลากหลายหน่วยงานทั้งในภาครัฐบาลและเอกชน ซึ่งกระทรวงพลังงาน โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กำหนดกฎกระทรวง เกี่ยวกับประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ปีพ.ศ. 2552 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานภาคอาคารที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานค่อนข้างสูง โดยดำเนินการตั้งแต่เริ่มต้นออกแบบอาคารให้เกิดการประหยัดพลังงาน

ในปี พ.ศ. 2553 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้จัดตั้งศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ขึ้นในปี พ.ศ.2553 เพื่อเป็นศูนย์รวมข้อมูลทางวิชาการ ให้คำปรึกษาด้านการออกแบบอาคารส่งเสริมและสนับสนุนให้อาคารที่ก่อสร้างใหม่มีการออกแบบตามข้อกำหนดของกฎหมายได้อย่างถูกต้อง รวมถึงมีหน้าที่ให้บริการตรวจประเมินและรับรองการออกแบบอาคารที่จะก่อสร้างใหม่

ต่อมาในปี พ.ศ. 2554 พบว่าอาคารที่ได้รับการตรวจประเมินส่วนใหญ่จะผ่านเกณฑ์การประเมินด้านการใช้พลังงานโดยรวมทั้งอาคาร (Whole Building Energy Performance) แต่ยังมีอาคารบางส่วนที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินราย

ระบบ เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือระบบปรับอากาศ เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน จึงได้จัดทำ“คู่มือแนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน” อ้างอิงตามค่ามาตรฐานและข้อกำหนดตามกฎหมายกระทรวงฯ เพื่อให้เป็นแนวทางให้แก่สถาปนิก วิศวกรและผู้สนใจให้สามารถออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงสุด โดยกำหนดให้วิเคราะห์ผลการออกแบบอาคารเพื่อแทนค่าพื้นที่ วัสดุก่อสร้าง และรูปแบบองค์ประกอบของอาคาร ผ่านการสร้างแบบจำลองลักษณะอาคารใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ BEC. (Building Energy Code เพื่อตรวจสอบผลการออกแบบอาคารให้อยู่ในเกณฑ์ประเมินด้านสถาปัตยกรรมกับการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ผลสำรวจข้อมูลจากสถานการณ์การใช้พลังงานในภาคอาคาร พ.ศ. 2560 พบว่าการใช้พลังงานของอาคารสามารถแบ่งเป็นสัดส่วนของระบบปรับอากาศ 65% ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 25% และระบบอื่นๆ 10% ดังนั้นการประหยัดพลังงานในอาคารส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นไปที่การลดใช้พลังงานในการดำเนินกิจกรรมในอาคาร การออกแบบระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพ

ซึ่งกำหนดระบบปรับอากาศสำหรับเกณฑ์การประเมินด้านการใช้พลังงานโดยรวมทั้งอาคาร การลดค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารประกอบด้วย 1.ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร คือ Overall thermal transfer value (OTTV) เพื่อให้การลดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารต่ำกว่า 20 W/m^2 ยังต้องคำนึงถึงคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ อัตราส่วนพื้นที่ของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด Window to wall ratio (WWR) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด Shading coefficient (SC) มีค่าตั้งแต่ 0-1% โดยกำหนดที่ค่า SC=1% หมายถึงผนังไม่มีการบังของอุปกรณ์บังแดด ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีแสงอาทิตย์ของสีทาผนังอาคาร อ้างอิงตามสีอ่อน-สีเข้ม โดยมีค่าตั้งแต่ 0.3-0.9 มีปัจจัยพิจารณาที่ต่างกันเช่น วัสดุผนังทึบ วัสดุผนังโปร่งแสง และ 2.ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (Roof thermal transfer value, RTTV) มีค่าแปรผันตาม วัสดุและรูปแบบหลังคาเพื่อให้การลดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาอาคารต่ำกว่า 10 W/m^2 รวมถึง 3.ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบด้านค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง Lighting power density (LPD) พิจารณาจากผลรวมของกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ และบัลลาสต์ Ballast ในแต่ละพื้นที่ใช้สอย โดยกำหนดเป้าหมายให้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดให้มีค่าต่ำกว่า 9.5 W/m^2

ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, 2556 [6] อธิบายถึงแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารสำหรับประเทศไทย พบว่าในปี พ.ศ. 2540 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน หรือ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานสังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงานในสมัยนั้นได้จัดทำโปรแกรมเพื่อช่วยในการคำนวณค่า OTTV และ RTTV ขึ้น โดยโปรแกรมในระยะแรกมีลักษณะให้กรอกข้อมูลที่ละบรรทัด และใช้งานค่อนข้างยาก ต่อมาได้มีการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้นอีกสองโปรแกรม โดยบริษัทสยามไฟเบอร์กลาส และโดยสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (โปรแกรม OTTVEE 1.0a) และ โปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารที่เป็นที่นิยมใช้ในประเทศไทยได้แก่โปรแกรม BEC Ecotect และ Visual DOE โดยใช้ในการประเมินอาคารประเภทสำนักงานเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้โปรแกรมที่จะพัฒนาขึ้นนั้นควรมีความเชื่อมโยงกับโปรแกรมสองมิติหรือสามมิติที่มีอยู่แล้ว เพื่อไม่ให้ออกแบบต้องทำงานซ้ำซ้อน ใช้งานง่ายแต่มีความแม่นยำในการคำนวณ มีฐานข้อมูลของวัสดุงานระบบและภูมิอากาศของประเทศไทย เพื่อให้ทราบการใช้พลังงานรวมของอาคาร ใช้ในการประเมินแนวทางการออกแบบต่างๆ รวมทั้งประเมินอาคารตามกฎหมายควบคุมอาคารสู่แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารสำหรับประเทศไทย พบว่าการพัฒนาและส่งเสริมการจำลองการใช้พลังงาน ควรเน้นเป้าหมายการพัฒนาและส่งเสริมโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย โดยเฉพาะการประเมินการใช้พลังงานในอาคารธุรกิจเพื่อให้ผู้ออกแบบ

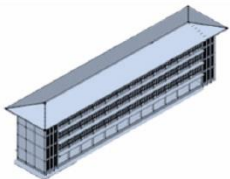
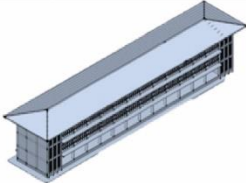
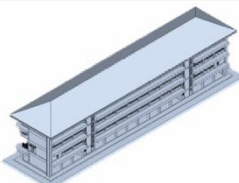
อาคารนำโปรแกรมดังกล่าวไปใช้งานมากขึ้นส่งผลให้ได้อาคารที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เป้าหมายนี้ประกอบไปด้วยกิจกรรมใน 3 ส่วน กล่าวคือ 1.การประเมินสถานภาพการใช้งานโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในการออกแบบอาคารในประเทศไทย 2.การพัฒนาโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในการออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อประเมินอาคารธุรกิจในประเทศไทย และ 3.การส่งเสริมและการจัดฝึกอบรมการใช้งานโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในการออกแบบอาคารธุรกิจที่พัฒนาขึ้นใหม่

อีกทั้งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานฉบับปี พ.ศ.2535 ได้เริ่มให้การบังคับใช้ในปี พ.ศ.2540 โดยอาคารและโรงงานที่เข้าข่ายอาคารควบคุม หรือโรงงานควบคุมต้องจัดให้มีการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายได้แก่อาคารที่มีการติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าขนาดตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานในอาคารตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูลส์ Megajoules (MJ) ขึ้นไปในรอบ 1 ปี การประกาศใช้กฎหมายดังกล่าวนี้ส่งผลทำให้เครือข่ายด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม หันมาสนใจแนวทางในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานเพิ่มมากขึ้น โดยกฎหมายได้กำหนดให้อาคารที่เข้าข่ายควบคุม ต้องมีผลค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนัง Overall thermal transfer value (OTTV) และหลังคาอาคาร Roof thermal transfer value (RTTV) ค่าปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในระบบแสงสว่างต่อตารางเมตร lighting power density (LPD) ค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ และเครื่องทำน้ำร้อนในอาคารไม่เกินค่าที่กำหนด อย่างไรก็ตามแนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตาม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้เสนอค่ามาตรฐาน Building Energy Code (BEC) กำหนดให้อาคารที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร ขึ้นไป 9 ประเภทอาคาร ได้แก่ สถานศึกษา สำนักงาน โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ อาคารชุมนุมคน สถานพยาบาล อาคารชุด และโรงแรม ต้องมีการออกแบบ อาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยแบ่งประเภทอาคารตามชั่วโมงการใช้งานเป็น 3 กลุ่ม

โดยตามเกณฑ์มาตรฐานสิ่งก่อสร้างของโรงเรียน ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งแบบก่อสร้างมาตรฐานอาคารเรียนของ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) แบ่งออกเป็น 4 ชุด คือ ชุดแบบอาคารชั้นเดียว ชุดแบบอาคาร 2 ชั้น ชุดแบบอาคาร 3 ชั้น และชุดแบบอาคาร 4 ชั้น

ปัจจุบันได้มีการกำหนดค่ามาตรฐาน Building Energy Code (BEC) แทนค่าคำนวณผ่านโปรแกรม BEC v.1.0.6 เพื่อใช้เป็นวิธีทดสอบการประเมินผลวิเคราะห์ ดังนี้

มาตรฐาน Building Energy Code, BEC ตามกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

รูปแบบอาคาร	กลุ่มประเภทอาคาร	ระยะเวลาการใช้พื้นที่ต่อวัน (ชั่วโมง)	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม และค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด		
			Overall thermal transfer value (OTTV)	Roof thermal transfer value (RTTV)	Lighting power density (LPD)
	กลุ่มที่ 1 สถานศึกษา สำนักงาน	8	มากกว่าหรือเท่ากับ 50 W/m ²	มากกว่าหรือเท่ากับ 15 W/m ²	มากกว่าหรือเท่ากับ 14 W/m ²
	กลุ่มที่ 2 โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ อาคารชุมนุมคน	12	มากกว่าหรือเท่ากับ 40 W/m ²	มากกว่าหรือเท่ากับ 12 W/m ²	มากกว่าหรือเท่ากับ 18 W/m ²
	กลุ่มที่ 3 สถานพยาบาล อาคารชุด โรงแรม	24	มากกว่าหรือเท่ากับ 30 W/m ²	มากกว่าหรือเท่ากับ 10 W/m ²	มากกว่าหรือเท่ากับ 12 W/m ²

ภาพที่ 1 แสดงผลค่ามาตรฐาน Building Energy Code. (BEC) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2552
ที่มา : (ศุภโชค สนธิไชย, 2563)

แนวคิดการกำหนดเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว

เมื่อก้าวถึงเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวนั้น ปรากฏข้อมูลพบขึ้นในครั้งแรกที่ประเทศอังกฤษ เมื่อในปี ค.ศ. 1990 ได้กำหนดชื่อ เกณฑ์ประเมินคือ Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) สำหรับสถาบันอาคารเขียวในประเทศไทยเริ่มก่อตั้งในปี พ.ศ. 2552 โดยใช้ชื่อว่า สถาบันอาคารเขียวไทย Thailand Green Building Institute (TGBI) ต่อมาในปี พ.ศ. 2555 ได้กำหนดเกณฑ์อาคารเขียวของไทย Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability for New Construction and Major Renovation หรือ TREES เริ่มแรกยังอ้างอิงตามเกณฑ์ Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) และกำหนดค่าคะแนนในระดับที่ต่างกันออกไป ต่อมาสถาบันอาคารเขียวในประเทศไทยมีการปรับเปลี่ยนประเด็นเกณฑ์การประเมินในรายละเอียดหัวข้อต่างๆเพื่อให้เหมาะสมสำหรับอาคารในประเทศไทยจนถึงปัจจุบัน

อรุณ เศรษฐบุตร, 2549 [7] อธิบายถึงนิยามความเป็นมาของ Green Building หรือ Green Architecture พบว่า ส่วนใหญ่มักเป็นอาคารที่ออกแบบสำหรับเพื่อแก้ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม เฉพาะในเขตที่มีสภาพแวดล้อมทางอากาศที่ค่อนข้างรุนแรง เช่น อาคารที่ตั้งบริเวณพื้นที่ในเขตหนาวจัด หรือร้อนจัดในพื้นที่เขตทะเลทรายเท่านั้น จนกระทั่งภายหลังเหตุการณ์สมัยปฏิวัติอุตสาหกรรมในทวีปยุโรป เริ่มมีการพัฒนารูปแบบเปลี่ยนแปลงแปลงทางสังคมอยู่อาศัยเกิดแหล่งชุมชนหนาแน่นขึ้นตามแหล่งงาน เริ่มมีการใช้ประโยชน์จากที่ดินโดยยึดจากประโยชน์ส่วนร่วมให้เป็นพื้นที่ประโยชน์สูงสุด จนทำให้เกิดอาคารสาธารณะขนาดใหญ่ที่ใช้เครื่องกลในการปรับอากาศ และระบายอากาศ และอาคารที่ต้องอาศัยพลังงานจากแหล่งพลังงาน ทั้งถ่านหิน และน้ำมันดิบ และรูปแบบอาคารที่ตอบสนองความสะดวกสบาย ซึ่งการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

และยังคงใช้พลังงานจากแหล่งเดิม ๆ ทั้งภาคอุตสาหกรรม และภาคการขนส่งทาง ด้านสถาปัตยกรรมก็มีการเกิดขึ้นของ สถาปัตยกรรมสมัยใหม่ หรือที่เรียกกันว่า Modern Architecture มีการพัฒนารูปแบบให้มีความเป็นสากลมากขึ้น จนในที่สุด ก็หันหลังให้แก่การออกแบบให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่อย่างสิ้นเชิง อาคารที่ออกแบบมุ่งเน้นแต่จะใช้ เครื่องกลให้เกิดการปรับสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้เกิดพื้นที่ภาวะน่าสบาย Comfort zone area จนกระทั่งเกิดวิกฤต พลังงานขึ้นในปี ค.ศ. 1973 ทำให้เกิดกระแสการประหยัดพลังงาน โดยนำเสนอแนวคิดรูปแบบการออกแบบอาคารที่ เรียกว่า Passive Design ที่เน้นการระบายอากาศ และการปรับอากาศด้วยวิธีการทางธรรมชาติผ่านช่องเปิดของอาคาร

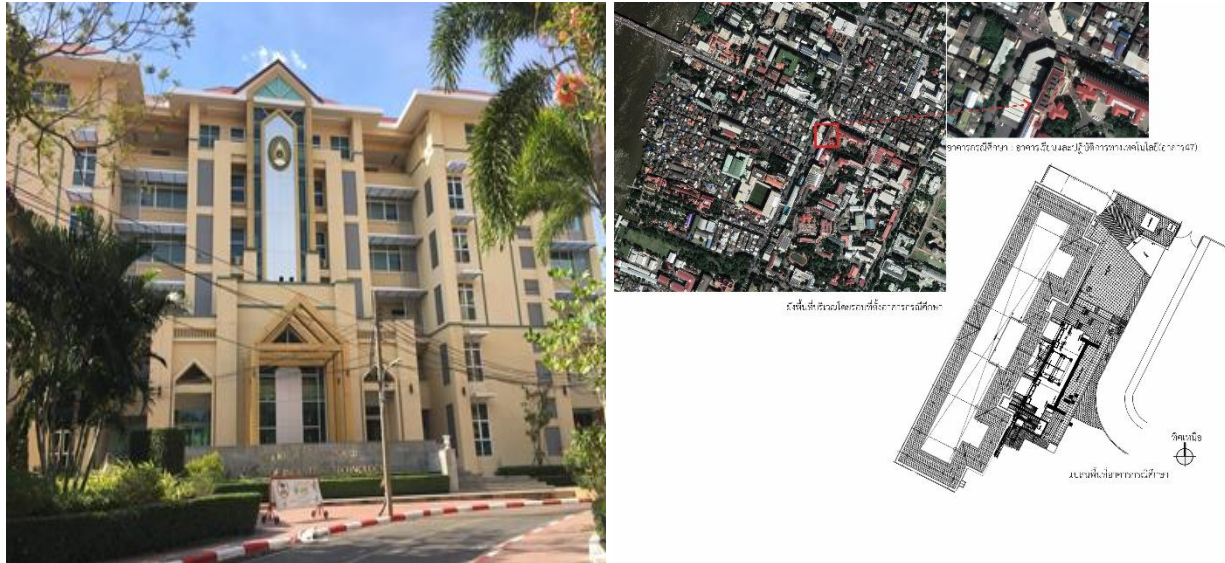
ในปี ค.ศ. 1980 เพราะมนุษย์มิได้แก้ปัญหาด้วยพลังงานอย่างแท้จริงเป็นแต่เพียงการแย่งชิงพลังงานจากวิถีทาง การเมืองเพื่อให้พลังงานที่ใช้ไปในด้านต่างๆลดลง รวมถึงการใช้ระบบปรับอากาศที่ไม่ได้คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม จึงส่งผลให้ เกิดสารคาร์บอนฟลูออไรด์หรือคาร์บอน Chlorofluorocarbon (CFC) ในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีการเรียกร้องให้มีการ อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างจริงจังจนเกิดคำว่า “การพัฒนาแบบยั่งยืน” (Sustainable Development) โดยมีความหมาย จากองค์การสหประชาชาติว่า “การพัฒนาเพื่อให้โอกาสแก่คนรุ่นปัจจุบันดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยไม่ปิดโอกาสในการดำรงชีวิต ของคนรุ่นหลัง” และเป็นที่มาของ สถาปัตยกรรมที่ยั่งยืน (Sustainable Architecture) แต่คำว่าสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนนั้น ก็ ยังมีความหมายที่คลุมเครือ และขัดแย้งในตัวเอง เพราะสถาปัตยกรรมและสิ่งปลูกสร้างที่สร้างขึ้นมานั้นต่างก็ไม่มี ความยั่งยืน และถ้ามีก็ไม่ทราบแน่ชัดว่าควรมีความยั่งยืนเพียงใด ดังนั้น จึงเกิดคำว่า “อาคารสีเขียว” ขึ้นโดยเป็นการนำเอาเรื่อง ของเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสม (Appropriate Technology) และแนวคิดการออกแบบ Passive Design ทั้ง Passive Cooling และ Passive Solar Heating

อย่างไรก็ตามสถาบันอาคารเขียวไทย Thailand Green Building Institute. (TGBI) ถือเป็นอีกหนึ่งหน่วยงานที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับส่งผลกระทบต่ออาคารประหยัดพลังงานและสิ่งแวดล้อม [8] การก่อรูปของหน่วยงาน ในโครงการอาคารเขียวเกิดขึ้นจากแนวคิดในช่วงวิกฤตการณ์พลังงานที่ผ่านมา การแสดงความคิดเห็นร่วมกันจากหลาย องค์กร เห็นควรกำหนดเกณฑ์ประเมินโครงการอาคารเขียวสำหรับประเทศไทย ซึ่งจากหลายเพื่อความพยายามขับเคลื่อน ผลักดันนโยบายด้านอาคารเขียวในความคิดเห็นต่างๆ ให้สถาบันอาคารเขียวเป็นแหล่งเผยแพร่องค์ความรู้และค้นหาวิธีการ ออกแบบอาคารที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก่อนในเบื้องต้น จากนั้นจึงปรับปรุงหน่วยงาน นำเสนอข้อกำหนดเกณฑ์ การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยขึ้นในระยะต่อมา ที่มุ่งเน้นแนวทางปฏิบัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพใน การใช้ทรัพยากรของตัวอาคาร การออกแบบอาคารตามเกณฑ์อาคารเขียวได้วางแนวทางวัตถุประสงค์สำหรับอาคารที่ ต้องการขอรับรองอาคารเขียวควรจะมีแนวคิดตั้งแต่ออกแบบโครงการ และอาคารที่จะสามารถได้รับการรับรอง ก็ ต่อเมื่อการอาคารนั้นได้ก่อสร้างเสร็จสิ้นและมีการตรวจสอบระบบต่างๆ ว่าเป็นไปตามที่ออกแบบแล้ว อาคารแรกของ ประเทศไทยที่ขอรับรองอาคารเขียวคือ Interface FLOR Mfg. Facility. Ext. ซึ่งได้รับการประเมินอาคารเขียว LEED จาก USGBC ประเทศสหรัฐอเมริกาในระดับ certified เมื่อในปี พ.ศ. 2550 อาคารในประเทศไทยที่ขอรับรองอาคารเขียวจาก USGBC จำนวน 127 โครงการ และได้รับการรับรองจำนวน 71 โครงการ ปัจจุบันมีอาคารที่ลงทะเบียนเพื่อขอการรับรอง สำหรับเกณฑ์ TREES จำนวนเพิ่มขึ้นมากกว่า 60 โครงการ ทั้งนี้แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นต่องาน ออกแบบในสถาปัตยกรรมที่ให้ความสำคัญด้านการอนุรักษ์พลังงานที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม

ลักษณะกายภาพของอาคารสถานศึกษาในกรณีศึกษา

อาคารเรียนถือเป็นอาคารสาธารณะประโยชน์ในบริเวณพื้นที่สถานศึกษา ตามคำมาตรฐาน Building Energy Code. (BEC) โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้กำหนดอาคารรูปแบบนี้อยู่ในกลุ่มที่ 1 มีระยะเวลาการ

ใช้พื้นที่มากกว่าหรือเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม และค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด ตามข้อมูลอ้างอิงในภาพที่ 1 สำหรับอาคารกรณีศึกษาที่นำมาทดสอบผลตามเกณฑ์อาคารอนุรักษ์พลังงานนั้น ได้เลือกอาคารเรียนและปฏิบัติการทางเทคโนโลยี(อาคาร47) ตั้งอยู่ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เขตพระราชฐานวังดุสิต กรุงเทพมหานคร เป็นอาคารสถานศึกษาเชิงปฏิบัติการจัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 ตามการกำหนดค่ามาตรฐาน Building Energy Code (BEC) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 เพื่อกำหนดค่ามาตรฐาน Building Energy Code (BEC) ในการทดสอบเกี่ยวกับผลวิเคราะห์หลักเกณฑ์การประเมินด้านการใช้พลังงานโดยรวมทั้งอาคาร (Whole Building Energy Performance)



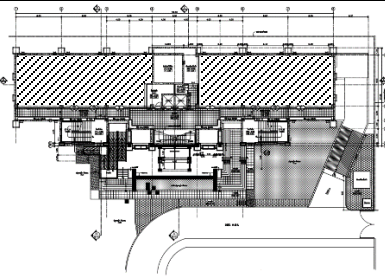
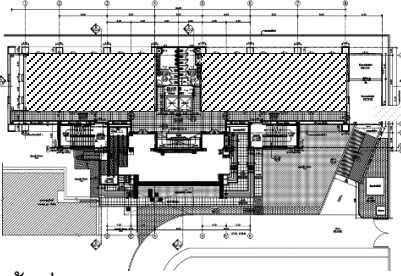
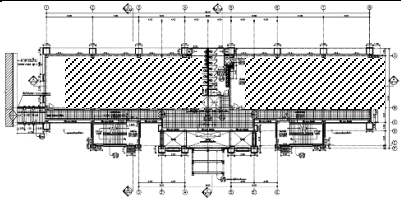
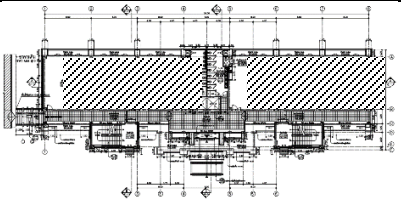
ภาพที่ 2 แสดงที่ตั้งและรูปแบบอาคารอาคารเรียนและปฏิบัติการทางเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่มา : (ศุภโชค สนธิไชย, 2563)

ตารางที่ 1 แสดงผลสรุปพื้นที่ลักษณะทางกายภาพของอาคารกรณีศึกษา

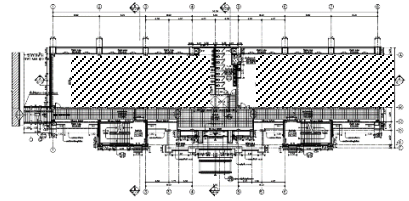
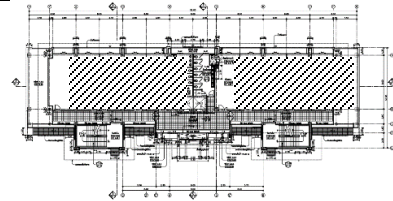
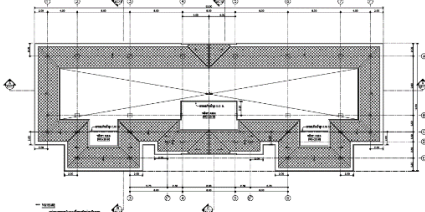
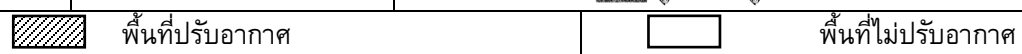
พื้นที่ใช้สอยรวม	พื้นที่ปรับอากาศ	พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	ความสูงอาคาร
5,661.50 ตารางเมตร	3,122.70 ตารางเมตร	2,538.80 ตารางเมตร	6 ชั้น
คิดเป็น 100%	คิดเป็น 55.2%	คิดเป็น 44.8%	

จากผลสำรวจพื้นที่ของอาคารกรณีศึกษา โดยรวมอาคารกรณีศึกษาใช้พื้นที่ในการเรียนการสอนตั้งแต่ช่วงเวลา 8.30 น. ถึง 17.30 น. พบว่าพื้นที่ปรับอากาศมีพื้นที่ในการใช้งานมากกว่าพื้นที่ไม่ปรับอากาศ เท่ากับ 584 ตารางเมตร ซึ่งทั้ง 2 พื้นที้นั้นจะปิดช่องเปิดของแต่ละห้องตลอดเวลา ทำให้พื้นที่ไม่ปรับอากาศไม่สามารถมีการระบายอากาศภายในระยะเวลาในการใช้งานได้ จึงส่งผลเสียต่อการใช้งานของพื้นที่ ที่ไม่มีประสิทธิภาพต่อผู้ใช้อาคาร รวมถึงพื้นที่ปรับอากาศจะใช้เครื่องปรับอากาศอยู่ตลอดเวลาขณะการใช้งานในพื้นที่ดังกล่าว

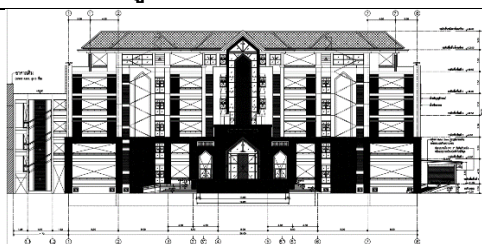
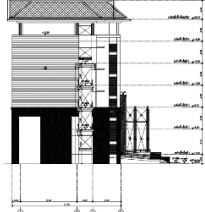
ตารางที่ 2 แสดงพื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศของอาคารกรณีศึกษา

ลำดับที่	รายละเอียดพื้นที่	รูปแปลนพื้นที่อาคารกรณีศึกษา
1	แปลนพื้นที่ชั้นใต้ดิน	 <p style="text-align: right;">ทิศเหนือ</p> <p>พื้นที่ปรับอากาศ = 506.00 ตารางเมตร</p>
2	แปลนพื้นที่ชั้นที่ 1	 <p>พื้นที่ปรับอากาศ = 560.70 ตารางเมตร</p>
3	แปลนพื้นที่ชั้นที่ 2	 <p>พื้นที่ปรับอากาศ = 532.00 ตารางเมตร</p>
4	แปลนพื้นที่ชั้นที่ 3 ชั้นที่ 4 และชั้นที่ 5	 <p>พื้นที่ปรับอากาศ = 532.00 ตารางเมตร</p>

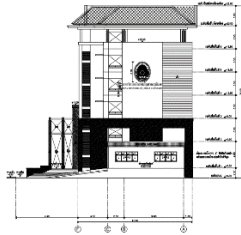
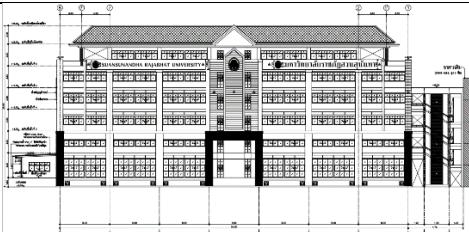
ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงพื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศของอาคารกรณีศึกษา

ลำดับที่	รายละเอียดพื้นที่	รูปแปลนพื้นที่อาคารกรณีศึกษา
4	แปลนพื้นที่ชั้นที่ 3 ชั้นที่ 4 และชั้นที่ 5	 <p>พื้นที่ปรับอากาศ = 532.00 ตารางเมตร</p>
5	แปลนพื้นที่ชั้นที่ 6	 <p>พื้นที่ปรับอากาศ = 460.00 ตารางเมตร</p>
6	แปลนพื้นที่ตาดฟ้า-หลังคา	
		

ตารางที่ 3 แสดงพื้นที่รูปด้านอาคารของอาคารกรณีศึกษา

ลำดับที่	รายละเอียดพื้นที่	รูปแปลนพื้นที่อาคารกรณีศึกษา
1	รูปด้านหน้าอาคาร (ทิศ NE)	
2	รูปด้านข้างอาคาร (ทิศ SE)	

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดงพื้นที่รูปด้านอาคารของอาคารกรณีศึกษา

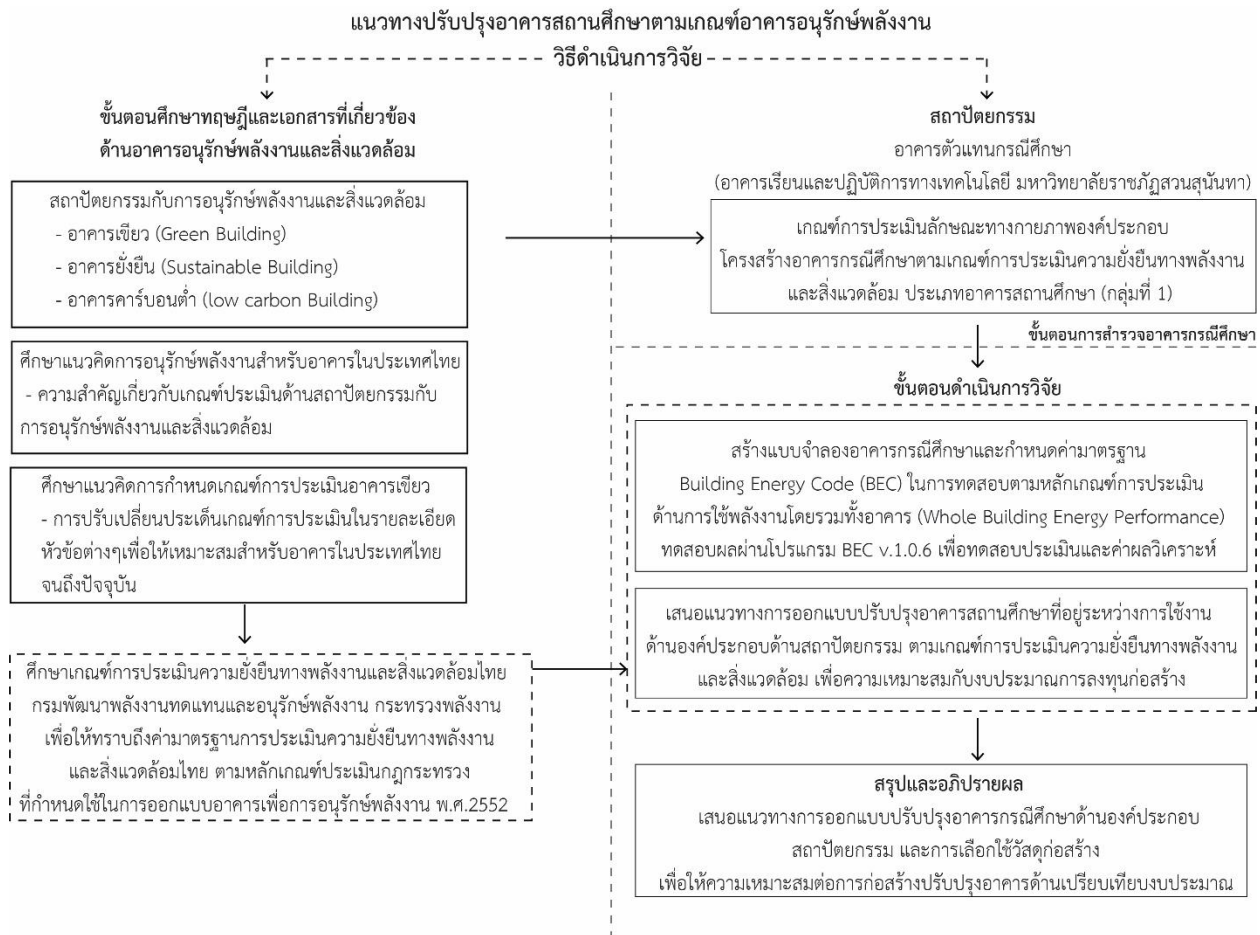
3	รูปด้านข้างอาคาร (ทิศ NW)	
4	รูปด้านหลังอาคาร (ทิศ SW)	

จากผลสำรวจพบว่าพื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ปรับอากาศ สํารวจพบบริเวณช่องเปิดอาคารจะใช้แผงบังแดดเพื่อลดปริมาณแสงสว่างที่ส่งผลต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้นภายในพื้นที่อาคาร ทั้งหน้าอาคารและด้านหลังอาคาร ซึ่งโครงสร้างของแผงบังแดดนั้นใช้วัสดุเป็นเหล็กกล่องขนาด 1 นิ้วและวัสดุของใบบังแสงใช้แผ่นอะลูมิเนียมหนา 0.5 มม. ติดตั้งยื่นส่วนแนวยาวออกจากผนังอาคารอยู่บริเวณภายนอกเหนือช่องเปิด

ระเบียบวิจัย

ศึกษาแนวคิดเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมประเภทอาคารสถานศึกษา ตามการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เพื่อให้ทราบถึงค่ามาตรฐานการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย ตามหลักเกณฑ์ประเมินกฎกระทรวงที่กำหนดใช้ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552

โดยผู้วิจัยได้เลือกอาคารตัวแทนกรณีศึกษาในการทดสอบเกณฑ์การประเมินประเภทอาคารที่อยู่ระหว่างการใช้งานในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาคือ อาคารเรียนและปฏิบัติการทางเทคโนโลยี (อาคาร 47) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เนื่องจากอาคารดังกล่าวอยู่ในขอบเขตประเภทอาคารสถานศึกษากลุ่มที่ 1 โดยสร้างแบบจำลองอาคารกรณีศึกษาและกำหนดค่ามาตรฐาน Building Energy Code (BEC) ในการทดสอบตามหลักเกณฑ์การประเมินด้านการใช้พลังงานโดยรวมทั้งอาคาร (Whole Building Energy Performance) ทดสอบผลผ่านโปรแกรม BEC v.1.0.6 [9] เพื่อทดสอบประเมินและค่าผลวิเคราะห์ และเสนอแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารสถานศึกษาที่อยู่ระหว่างการใช้งาน ด้านองค์ประกอบด้านสถาปัตยกรรม ตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อม เพื่อความเหมาะสมกับงบประมาณการลงทุนก่อสร้าง ซึ่งการศึกษาในงานวิจัยเน้นกำหนดทดสอบผนังอาคารฝั่งทิศตะวันตกเฉียงใต้เท่านั้น เพื่อพิจารณาและนำเสนอผลทดสอบของค่าผลค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนัง Overall thermal transfer value (OTTV) และหลังคาอาคาร Roof thermal transfer value (RTTV) ค่าปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในระบบแสงสว่างต่อตารางเมตร lighting power density (LPD) ค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 3 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

ที่มา : (ศุภโชค สนธิไชย, 2563)

ผลการวิจัย

จากการจำลองอาคารกรณีศึกษา อาคารเรียนและปฏิบัติการเทคโนโลยีและมัลติมีเดียด้วยโปรแกรม BEC v.1.0.6 พบว่าอาคารมีการใช้พลังงานรวม 292,834.94 kWh/Year และอาคารอ้างอิงตามเกณฑ์มาตรฐานการใช้พลังงานรวมเท่ากับ 290,355.35 kWh/Year ซึ่งมีการใช้พลังงานรวมในอาคารสูงกว่าอาคารอ้างอิงตามเกณฑ์มาตรฐานเท่ากับ 2,479.59 kWh/Year และรายงานผลการวิเคราะห์ OTTV / RTTV พื้นที่ปรับอากาศ

พบว่าผลค่า OTTV (A/C Zone) เท่ากับ 82.708 W/m² และ ผลค่า RTTV (A/C Zone) เท่ากับ 11.902 W/m² ดังนั้นผลของค่าที่ปรากฏจึงไม่ผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารกฎกระทรวง ที่กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร ตามค่ามาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 จึงสามารถสรุปผลได้ในรายละเอียดได้ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดผลสรุปจากการวิเคราะห์ค่าพลังงานในอาคารก่อนการปรับปรุง

รายละเอียด	อาคารที่ออกแบบ	อาคารอ้างอิงตามเกณฑ์	ผลการประเมิน
OTTV (A/C Zones)	82.708 W/m ²	50.00 W/m ²	Failed
RTTV (A/C Zones)	11.902 W/m ²	15.00 W/m ²	Passed
Lighting System	9.865 W/m ²	14.00 W/m ²	Passed
DX Air-Conditioning Unit	2.811 COP	-	Passed
Whole Building Energy	292,834.94 kWh/Year	290,355.35 kWh/Year	Failed

แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคาร

จากรายละเอียดอาคารปรากฏค่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของระบบรอบอาคาร ตามประเภทอาคาร สถานศึกษา และสำนักงาน กลุ่มที่ 1 ที่ได้กำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) ไม่เกิน 50.00 W/m² ทั้งนี้เมื่อพิจารณา สัดส่วนพื้นที่ผนังอาคาร พบว่าผนังอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีสัดส่วนพื้นที่ผนังที่มาก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโครงสร้างก่อผนังอิฐมวลฉนวนครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี คิดเป็นร้อยละ 54.74 ของพื้นที่ผนังทั้งหมด และมีสัดส่วนพื้นที่ผนังโปร่งแสง หน้าต่างโครงสร้างชุดอลูมิเนียม หน้าบานวัสดุกระจกใสหนา 6 มม. คิดเป็นร้อยละ 43.26 ของพื้นที่ผนังทั้งหมด จึงส่งผลให้ค่า OTTV ของผนังด้านทิศดังกล่าว ปรากฏค่าในระดับที่สูง คือ 102.92 W/m² และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) เท่ากับ 82.708 W/m²

ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงในส่วนของค่า OTTV ให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของงบประมาณสำหรับค่าก่อสร้างปรับปรุงอาคาร จึงเสนอแนวทางโดยเลือกวัสดุรอบอาคารของผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ จากเดิมเป็นโครงสร้างก่อผนังอิฐมวลฉนวนครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี ให้เปลี่ยนแปลง โครงสร้างผนังเป็นการใช้วัสดุก่ออิฐมวลเบา (ระบุความหนาแน่น 1,280 กก./ลบ.ม.) ฉาบเรียบทาสีโทนอ่อน และเพิ่มแผงบังแดด เพื่อลดค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร (SC) โดยสามารถสรุปรายละเอียดค่าผลการใช้พลังงานจากการจำลองอาคารตามแนวทางข้อเสนอหลังการปรับปรุงไว้ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงรายละเอียดผลสรุปจากการวิเคราะห์ค่าพลังงานในอาคารหลังการปรับปรุง

รายละเอียด	อาคารที่ออกแบบ	อาคารอ้างอิงตามเกณฑ์	ผลการประเมิน
OTTV (A/C Zones)	49.456 W/m ²	50.00 W/m ²	Passed
RTTV (A/C Zones)	11.902 W/m ²	15.00 W/m ²	Passed
Lighting System	9.865 W/m ²	14.00 W/m ²	Passed
DX Air-Conditioning Unit	2.811 COP	-	Passed
Whole Building Energy	254,339.74 kWh/Year	290,355.35 kWh/Year	Passed

ตารางที่ 6 แสดงผลสรุปค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างปรับปรุง

รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ (A)		ค่าแรงงาน (B)		รวม (A+B) (บาท)
			ราคา/ หน่วย	รวม(บาท)	ราคา/ หน่วย	รวม(บาท)	
รื้อถอนผนังก่ออิฐ มอญครึ่งแผ่น	245.40	ตร.ม.	-	-	40.00	9,816.00	9,816.00
รื้อถอนชุดหน้าต่าง อลูมิเนียม	409.14	ตร.ม.	-	-	100.00	40,914.00	40,914.00
ก่ออิฐมวลเบา หนา 20 ซม.	245.40	ตร.ม.	374.00	91,779.60	78.00	19,141.20	110,920.80
ติดตั้งชุดหน้าต่าง อลูมิเนียม(เดิม)	409.14	ตร.ม.	-	-	150.00	61,371.00	61,371.00
ติดตั้งแผงบังแดด อลูมิเนียมคอมโพสิต โครงเคร่าเหล็กพร้อม อุปกรณ์ติดตั้ง	277.20	ตร.ม.	1,900.00	526,680.00	400.00	110,880.00	637,560.00
รวมค่าวัสดุและค่าแรงงาน							860,581.80
ค่า Factor F = 1.3057							263,079.86
รวมค่าก่อสร้าง							1,123,661.66

สรุปผลและอภิปรายผล

ประเด็นการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมเพื่อลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร

แนวทางการอนุรักษ์พลังงานและปรับปรุงอาคารเรียนและปฏิบัติการทางเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา สามารถปรับปรุงให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานตามเกณฑ์มาตรฐานกฎกระทรวงได้โดยการปรับเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคาร โดยเลือกวัสดุ ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ (U-Value) กล่าวคือการเปลี่ยนแปลงวัสดุผนังอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจากเดิมเป็นโครงสร้างก่อผนังอิฐมอญครึ่งแผ่นฉาบเรียบทาสี ให้เปลี่ยนแปลงโดยเลือกใช้วัสดุผนังก่ออิฐมวลเบา (ความหนาแน่น 1,280 กก./ลบ.ม.) และการเพิ่มแผงบังแดดโดยวัสดุเป็นแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต โครงเคร่าเหล็กรูปพรรณพร้อมอุปกรณ์ติดตั้งที่มีน้ำหนักเบาไม่สร้างภาระเรื่องน้ำหนักต่อโครงสร้างเดิม และให้สอดคล้องกับรูปแบบเดิมของอาคารที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งจากการปรับปรุงดังกล่าว จะสามารถทำให้อาคารมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) ลดลงร้อยละ 33.52 และผลการใช้พลังงานรวมลดลง ถึง 38,495.2 kWh/Year

ประเด็นด้านงบประมาณการก่อสร้างปรับปรุงอาคารเพื่อพัฒนาสู่อาคารอนุรักษ์พลังงานตามเกณฑ์มาตรฐานกฎกระทรวง

จากผลการวิเคราะห์จึงเสนอความเป็นไปได้ในการลงทุนเพื่อปรับปรุงให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งแนวทางในการปรับปรุงอาคาร โดยเน้นปรับปรุงส่วนผนังอาคารด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ให้เป็นผนังโครงสร้างก่ออิฐมวลเบา และการเพิ่มแผงบังแดดโดยใช้วัสดุเป็นแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต โครงเคร่าเหล็กรูปพรรณพร้อมอุปกรณ์ติดตั้ง อย่างไรก็ตามแนวทางการอนุรักษ์พลังงานและปรับปรุงอาคารเรียนและปฏิบัติการทางเทคโนโลยี (อาคาร 47) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ได้สรุปและอภิปรายผลใน 2 ประเด็นหลักในข้อมูลที่ได้อธิบายนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงในรายละเอียดไว้ดังนี้

จากการปรับปรุงเสนอความเป็นไปได้ในการลงทุนเพื่อปรับปรุงให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานของอาคารเรียนและปฏิบัติการทางเทคโนโลยี (อาคาร 47) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ปรากฏผลของค่าที่ผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ตามกฎกระทรวงที่ได้กำหนดประเภทอาคารกลุ่มที่ 1 (อาคารสถานศึกษา) หรือจากขนาดของอาคาร ตามเกณฑ์มาตรฐานเพื่อให้เหมาะสมต่อหลักการเลือกวิธีการในการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

ซึ่งผลค่าการใช้พลังงานที่ปรากฏจากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นถึงผลที่เปลี่ยนแปลง ในระดับที่ลดลงก่อนการปรับปรุงอาคาร ทั้งนี้การใช้พลังงานของอาคารสามารถอธิบายผลค่าที่ลดลงได้ถึง 38,495.2 kWh/Year ซึ่งลดลงจากร้อยละ 13.15 ของพลังงานที่ใช้ก่อนการปรับปรุงอาคาร จากผลสรุปดังกล่าวแนวทางปรับปรุงอาคารด้านการอนุรักษ์พลังงาน หากสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามประเด็นที่ได้เสนอแนวทางไว้ จะช่วยให้มหาวิทยาลัยประหยัดงบประมาณในการจ่ายเกี่ยวกับค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 162,834.70 บาท/ปี การพัฒนาการออกแบบปรับปรุงอาคารสู่ความเป็นไปได้ในระยะเวลาคืนทุนคือ 6.9 ปีหลังจากการก่อสร้างปรับปรุงอาคาร

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยมุ่งเน้นศึกษาประเด็นด้านการใช้พลังงานทางสถาปัตยกรรม ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีอาคาร สู่การอนุรักษ์พลังงานเสนอแนวคิดปรับปรุงอาคารเรียนและปฏิบัติการทางเทคโนโลยี ซึ่งการนำเสนอผลงานวิจัย ที่ปรากฏเกิดขึ้นในครั้งนี้ มาจากการร่วมแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ทางวิชาการระหว่าง คณาจารย์ นักวิชาการจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา และมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

อย่างไรก็ตามผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณ นักวิชาการ คณาจารย์ และบุคลากรวิชาการในหน่วยงานดังกล่าว ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูล และสนับสนุนให้ความร่วมมือในด้านต่างๆ ที่ดีเยี่ยมเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งยังได้รับการอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำปรึกษาในศาสตร์ต่างๆทางวิชาการ จึงส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และในวาระสุดท้ายนี้ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณกับผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2555). รายงานการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.
- [2] สุนทร บุญญธิการ. (2542). เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์. (2549). การศึกษาการออกแบบเชิงปฏิบัติการที่พักอาศัยชั่วคราวสำหรับ นักศึกษาสถาปัตยกรรม. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [4] สิงห์ อินทรชูโต. (2549). ปัจจัยที่จำกัดการนำนวัตกรรมด้านการประหยัดพลังงานมาสู่การออกแบบ ก่อสร้างอาคารในประเทศไทย. Proceeding annual report, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [5] พันธฤตา พุฒิปาโรจน์. (2563). คู่มือการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [6] ชนิกันต์ ยิ้มประยูร. (2556). แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารสำหรับ ประเทศไทย. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [7] อรรถจัน เศรษฐบุต. (2549) สถาปัตยกรรมสีเขียว: การท้าทายเพื่อความยั่งยืน. เอกสารประกอบการสอน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.
- [8] สถาบันอาคารเขียวไทย. (2555). คู่มือสำหรับเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและ สิ่งแวดล้อมไทยสำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่. กรุงเทพฯ: สถาบันอาคารเขียวไทย.
- [9] ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. (2562). คู่มือการใช้งานโปรแกรม BEC v.1.0.6. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.