



การศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน : กรณีศึกษาอาคารสถานศึกษา

The study of Building development for Energy efficiency:

Case study of Educational Buildings.

มัลลิกา ปู่เพชร\*, เจนจิรา ขุนทอง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 90000

\*E-mail: mallika.p@rmutsv.ac.th

**บทคัดย่อ**

ปัจจุบันแนวโน้มการใช้พลังงานสูงขึ้น หากไม่มีวิธีควบคุมการใช้พลังงานและการหาแนวทางในการปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร อาจทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในระยะยาวจำนวนมาก การศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร และเป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับการปรับปรุงอาคารเก่าที่มีการใช้งานเพื่อเป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานต่อไป ในการศึกษาวิจัยได้ประเมินอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ความสูง 5 ชั้น พื้นที่ใช้สอยรวม 6,339.28 ตารางเมตร พื้นที่ปรับอากาศ 3,296.99 ตารางเมตร คิดเป็น 52.01 % ของพื้นที่ทั้งหมด กรอบอาคารมีอัตราส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด (WWR) ในโซนปรับอากาศเท่ากับ 0.256 หน้าต่างส่วนใหญ่เป็นกระจกสีชาหนา 6, 12 มิลลิเมตร ผนังภายนอกก่ออิฐฉาบปูนสีขาว หลังคาทรงปั้นหยา มุงด้วยกระเบื้องคอนกรีตบุฉนวนใยแก้ว โดยการจำลองอาคารด้วยโปรแกรม BEC (Building Energy Code) พบว่า มีการใช้พลังงานรวม 587,041.07 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี (kWh/Year) สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน 63.63 วัตต์/ตร.ม. (W/m<sup>2</sup>) เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งมีปัจจัยหลักจากระบบปรับอากาศและการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

**คำสำคัญ:** ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน, อาคารสถานศึกษา, โปรแกรม BEC (Building Energy Code)

**Abstract**

Nowadays, energy consumption is increasing steadily. If we uncontrolled use of energy and not to study to improve the building envelope, It may impair many long-term costs. The study of Building development for Energy efficiency is an alternative to increased energy performance in building and guidelines to improve the existing building, as the energy conservation building. This research was conducted educational building (Faculty of Architecture building) as case study, 5 storey; Total areas 6,339.28 square meters; Air conditioned areas 52.01% of the total area; Window to wall ratio (WWR) in air conditioned areas is 0.256; Most of the window are dark coolgray float glass 6, 12 mm.; Exterior walls are white masonry; Hip roof thatched with concrete tile, fiber glass insulation; The building were simulated by BEC software, It was found the total energy consumption 587,041.07 kWh/Year; OTTV 63.63 W/m<sup>2</sup> exceed the required standards. Which are the main factors in air conditioning systems and thermal transfer through the building envelope.

**Keywords :** Energy performance, Educational buildings, BEC software



## 1. ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันแนวโน้มการขาดแคลนพลังงาน และผลกระทบของการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือยเริ่มเห็นภาพชัดเจนขึ้น ทรัพยากรธรรมชาติมีสภาพเสื่อมโทรม อีกทั้งการรับรู้ถึงสภาพอากาศที่ร้อนขึ้นยังส่งผลต่อสภาวะสบายของมนุษย์ในการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งปัญหาที่ตามมา คือการเพิ่มภาระในการปรับสภาพอากาศให้อยู่ในขอบเขตสภาวะสบายของผู้ใช้งานอาคารทำให้อาคารมีการใช้พลังงานสูงขึ้น หากไม่มีวิธีการควบคุมการใช้พลังงานอย่างจริงจัง รวมถึงการหาแนวทางในการปรับปรุงวัสดุรอบอาคารเพื่อลดการใช้พลังงาน อาจทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณค่าใช้จ่ายในระยะยาวจำนวนมาก

การศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในอาคารประเภทสถานศึกษา จึงเป็นตัวแปรสำคัญอีกตัวหนึ่ง เนื่องจากมีอาคารประเภทดังกล่าวจำนวนมาก และเป็นอาคารที่บริษัทรักษาการตั้งแต่ขั้นตอนการก่อสร้างตลอดจนการใช้งานอาคาร ซึ่งเดิมอาคารที่ก่อสร้างก่อนปี พ.ศ.2552 ยังไม่จำเป็นต้องดำเนินการตามข้อกำหนดในการออกแบบเพื่ออนุรักษ์พลังงาน อาจทำให้สถาปนิกมองข้ามการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน แต่ในปี พ.ศ.2552 กระทรวงพลังงาน ได้ออกกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ วิธีในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 เพื่อเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนให้อาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลงเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมาย ลดการใช้พลังงานของประเทศ และก่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า

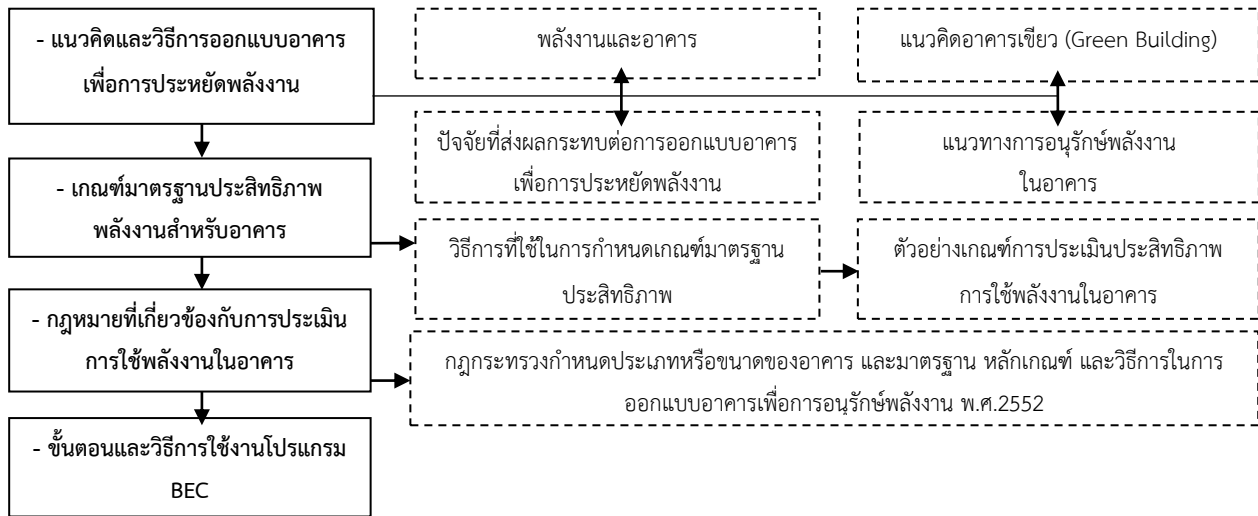
ดังนั้น การศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน :กรณีศึกษาอาคารสถานศึกษา (อาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร ซึ่งสอดคล้องกับแผนอนุรักษ์พลังงาน และเป็นแผนกลยุทธ์การพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557-2560 อีกทั้งยังเป็นต้นแบบ หรือแนวทางปฏิบัติสำหรับการปรับปรุงอาคารเก่า หรืออาคารที่มีการใช้งานภายในมหาวิทยาลัยฯ ให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานด้วยการปรับปรุงเปลือกอาคารและงานระบบต่างๆ
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนเพื่อปรับปรุงอาคารสถานศึกษาให้มีการใช้พลังงานลดลง
3. เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับการปรับปรุงอาคารเก่าหรืออาคารที่มีการใช้งาน ให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงาน

## 3. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นต่างๆ ที่มีผลต่อการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร รวมถึงการศึกษาโปรแกรม BEC สำหรับการจำลองการใช้พลังงานในอาคาร



รูปที่ 1 : ขั้นตอนในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.1. แนวคิดและวิธีการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน

#### 3.1.1. พลังงานและอาคาร

ดร.อรรรจน์ เศรษฐบุตร [5] ได้กล่าวถึงปัจจัยภายนอกที่ก่อให้เกิดความร้อนในอาคาร ได้แก่ ความร้อนจากอากาศร้อนภายนอก และความร้อนที่เกิดจากการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ หรือแสงแดดที่ทะลุทะลวงผ่านหน้าต่างกระจกและกลายเป็นความร้อน ซึ่งปัจจัยนี้จะเกิดขึ้นผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนหลักๆ 4 ชนิดได้แก่

- การนำความร้อน (Conduction)
- การพาความร้อน (Convection)
- การแผ่รังสีความร้อน (Radiation)
- การระเหย (Evaporation)

#### 3.1.2. แนวคิดอาคารเขียว (Green Building)

จากผลกระทบที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานสูงขึ้น ทำให้แนวคิดเรื่องการออกแบบและก่อสร้างอาคาร Green Building มีความสำคัญมากขึ้นและเป็นเรื่องที่ต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมที่ดี มีความประหยัด ลดค่าใช้จ่าย ลดการสูญเสียที่เกิดจากการใช้วัสดุ วัสดุควรสามารถใช้หมุนเวียน (Recycle) ได้ ทำให้ลดปริมาณขยะก่อสร้างได้อีกทางหนึ่งวิธีการก่อสร้างควรใช้ระยะเวลาที่รวดเร็ว ทันต่อความต้องการ มีคุณภาพ มีความคลาดเคลื่อนและผิดพลาดน้อย ปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาเป็นผลนำไปสู่การประหยัดพลังงาน การประหยัดต้นทุนการก่อสร้าง ลดการใช้วัสดุที่ไม่จำเป็นลง อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการใช้วัสดุที่มีอยู่แล้วหรือนำกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์ รวมไปถึงการคิดค้นหาวัสดุใหม่ ๆ ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ย่อยสลายได้ในธรรมชาติ แต่ขณะเดียวกันก็มีความแข็งแรงคงทน เมื่อนำไปทำลายแล้วไม่เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อม

โดยสรุปแล้ว อาคารเขียว [3] คือ อาคารที่มีระบบขั้นตอนในการออกแบบและการก่อสร้าง ที่ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่การเลือกสถานที่ตั้งอาคาร การวางผังบริเวณ การออกแบบเบื้องต้น การเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ในการก่อสร้าง รวมถึงการเลือกใช้ระบบต่าง ๆ ภายในอาคาร ต้องส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและผู้อยู่อาศัยน้อยที่สุด รวมทั้งการสร้างสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น



### 3.1.3. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาคารออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน [2]

ปัจจุบันในประเทศไทย มีความต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของเศรษฐกิจ ซึ่งอาคารพาณิชย์และที่พักอาศัยที่มีอัตราการขยายตัวสูงขึ้นเรื่อย ๆ ก็เป็นตัวอย่างหนึ่งในการบริโภคพลังงานเหล่านั้น หากเพียงผู้ประกอบการหรือเจ้าของอาคาร หันมาสนใจกับการออกแบบอาคาร ซึ่งมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพิ่มขึ้นต่อหน่วยพื้นที่ของอาคารเพียง 10% ของมูลค่าการเช่าอาคาร และมีมูลค่าเพียง 1-2% ของค่าจ้างพนักงานที่ปฏิบัติงานในอาคาร ก็เป็นการลดค่าใช้จ่ายพลังงานในระยะยาว และสร้างสภาวะแวดล้อมที่ดีให้กับผู้ใช้อาคารได้อีกด้วย หากผู้ออกแบบมีความเข้าใจถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานในอาคาร และนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบหรือปรับปรุงอาคาร จะส่งเสริมให้อาคารมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง โดยสามารถสรุปปัจจัยที่สำคัญได้ดังต่อไปนี้

- ที่ตั้งและสภาพแวดล้อม เป็นปัจจัยที่ส่งผลที่เพิ่มและลดสภาวะที่เหมาะสมกับอาคารได้ หากมีการปรับปรุงและเข้าใจบริบทของสภาพพื้นที่ตั้งของโครงการ ซึ่งการสร้างสภาวะแวดล้อมที่ดีจะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศโดยเฉลี่ยลดลงมาก ทำให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานอาคาร

- รูปทรงและทิศทางอาคาร การพิจารณารูปแบบของอาคารทั้งในด้านของรูปทรงและการวางทิศทางอาคาร โดยการควบคุมผลกระทบที่เกิดจากธรรมชาติ ในเรื่องของอุณหภูมิ แสงสว่างและความชื้น

- เปลือกอาคาร ควรพิจารณาใช้วัสดุที่เหมาะสมกับเปลือกอาคาร เนื่องจากวัสดุเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่ง ที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคารได้

- กระจก เป็นวัสดุก่อสร้างที่สำคัญและใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากกระจกมีคุณสมบัติให้เลือกหลากหลาย ทั้งในแง่ของการออกแบบ และการลดการใช้พลังงาน โดยทั่วไปความร้อนซึ่งรวมผลกับรังสีอาทิตย์ถ่ายเทผ่านกระจกเข้าสู่อาคารต่อหน่วยพื้นที่มีปริมาณ 5 เท่าของผนังทึบทั่วไป

### 3.1.4. แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร [4]

สำนักงานส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารโดยการติดฉลาก เป็นหนึ่งในมาตรการส่งเสริม กระตุ้นให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานโดยสมัครใจในอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ เพื่อเป็นการประกันคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมขั้นต่ำ หรือเป็นสถาปัตยกรรมอาคารเขียว ดังนั้นการออกแบบหรือปรับปรุงอาคารใดๆ เพื่อให้ได้รับฉลาก จึงเป็นเรื่องที่ต้องเตรียมการและมีการวางแผนดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้มีความคุ้มค่าในการลงทุนโดยประหยัดทั้งเงินและเวลา เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร มีมาตรการที่ต้องปฏิบัติดังนี้

#### 3.1.4.1. การลดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

- การลดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา (Roof Thermal Transfer Value: RTTV) เพื่อให้ค่า RTTV ต่ำกว่า  $10 \text{ W/m}^2$

- การลดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร (Overall Thermal Transfer Value: OTTV) เพื่อให้ค่า OTTV ต่ำกว่า  $20 \text{ W/m}^2$

#### 3.1.4.2. การใช้ระบบปรับอากาศประสิทธิภาพสูง (กรณีใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์) มีการแยก

เป็นการควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในเป็นโซนย่อยตามทิศทางกับโซนภายใน ซึ่งสามารถใช้สัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์และความเร็วรอบมอเตอร์ (Variable Speed Drive: VSD) ให้ลดความเร็วรอบของพัดลม และการติดตั้ง VSD ที่เครื่องปั้มน้ำเย็นเพื่อปรับอัตราการไหลของน้ำเย็นเป็นต้น



3.1.4.3. การออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพ โดยการใช้แสงธรรมชาติ อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง และระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยมีเป้าหมายให้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดต่ำกว่า 9.5 W/m<sup>2</sup>

3.1.4.4. มีระบบบำบัดน้ำเสียแล้วนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ หรือการเก็บกักน้ำฝนมาใช้ประโยชน์เพื่อลดการใช้น้ำ

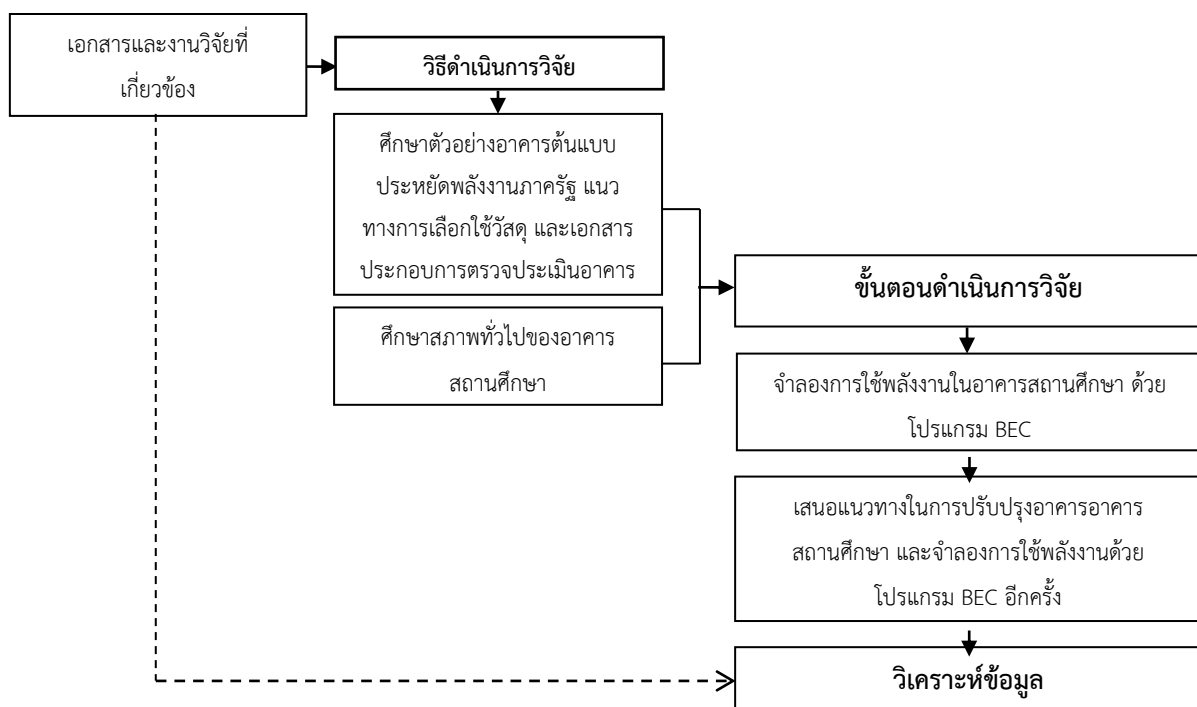
3.1.4.5. การพิจารณาเทคโนโลยีต่างๆมาใช้เพิ่มเติม

3.1.4.6. การควบคุมคุณภาพอากาศ

ดังนั้นหากเจ้าของอาคารเก๋ามีความประสงค์จะปรับปรุงอาคาร ควรกำหนดค่าเป้าหมายก่อนว่าจะปรับปรุงในระดับใด เพื่อให้เหมาะสมกับทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า ภายใต้ข้อจำกัดที่มี โดยอาจนำข้อมูลมาเทียบเคียงกับกรณีศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพิจารณา รวมถึงตรวจสอบความคุ้มค่าในการปรับปรุง

#### 4. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ผู้วิจัยได้กำหนดอาคารที่ศึกษาเป็นอาคารประเภทสถานศึกษา ซึ่งเป็นหนึ่งในอาคาร 9 ประเภทตามกฎกระทรวง [1] เรื่องการกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 หมวดที่ 1 ประเภทและขนาดของอาคาร หากมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้น หลังคาเดียวกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎกระทรวงดังกล่าว โดยใช้เครื่องมือในการจำลองอาคาร คือ โปรแกรม BEC หรือ Building Energy Code (ในงานวิจัยใช้ Version 1.0.5) เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับตรวจสอบแบบอาคารตามเกณฑ์มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ลักษณะการแสดงผลของโปรแกรม BEC มีความยืดหยุ่น สามารถขยายการใช้พลังงานและประสิทธิภาพพลังงานระหว่างระบบได้ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยฯ มีดังต่อไปนี้



รูปที่ 2 : วิธีดำเนินการวิจัย



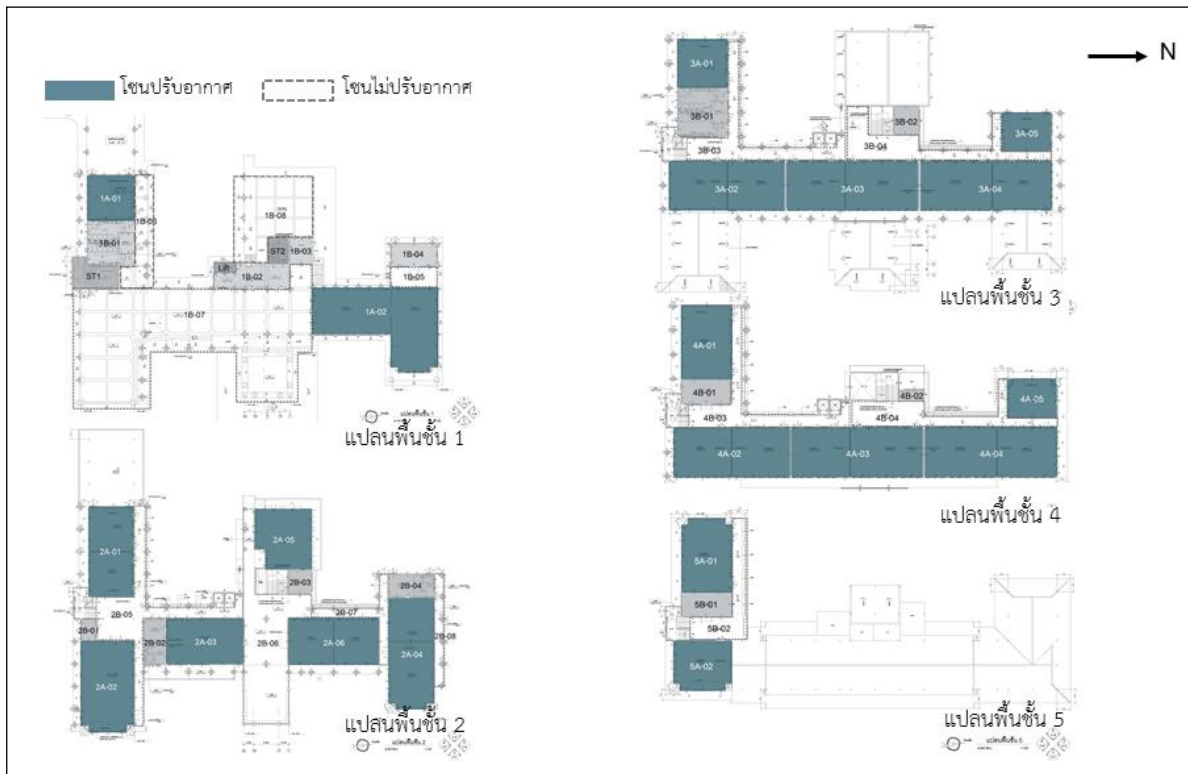


### สภาพทั่วไปของอาคารตัวอย่าง อาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยสงขลา

- พื้นที่ใช้สอยรวม : 6339.28 ตารางเมตร
- พื้นที่ปรับอากาศ : 3296.99 ตารางเมตร
- พื้นที่ไม่ปรับอากาศ : 2914.04 ตารางเมตร
- พื้นที่จอดรถ (ในอาคาร) : 128.25 ตารางเมตร
- จำนวนชั้น/ความสูง : 5 ชั้น

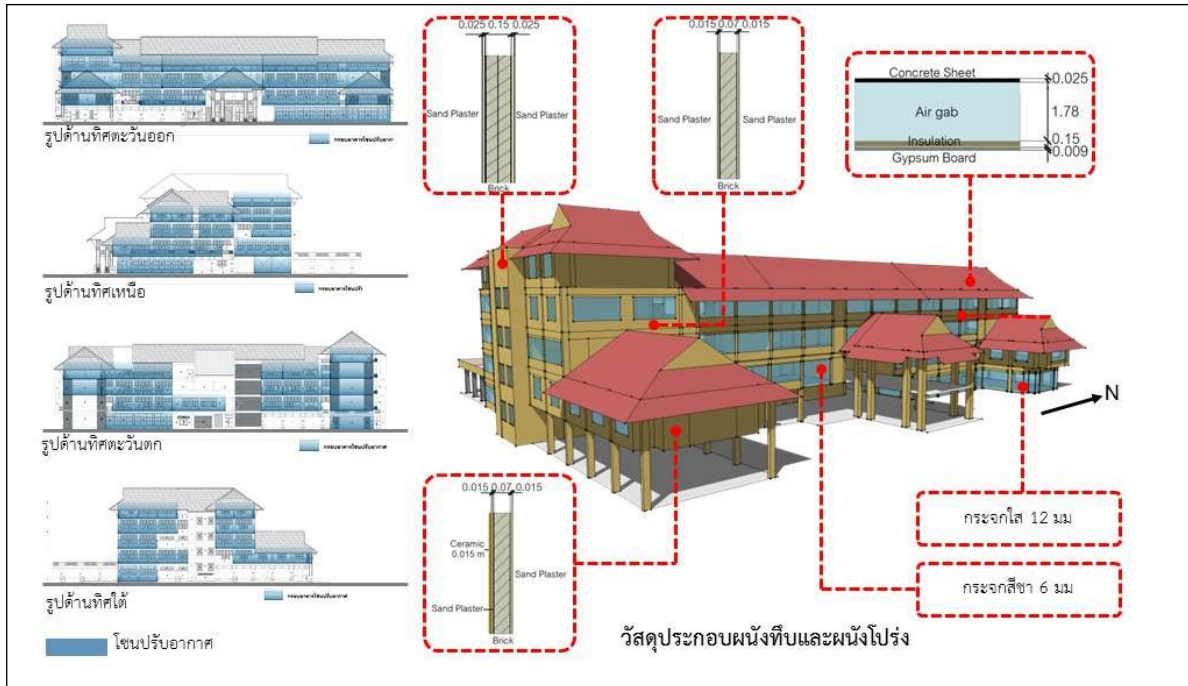


รูปที่ 3 : การจำลองอาคารทางทิศตะวันออก วันที่ 21 มิถุนายน เวลา 16.00 น.



รูปที่ 4 : แปลนพื้นอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ในส่วนที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

รายละเอียดทั่วไปของอาคาร จากแบบก่อสร้างของอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มทร.ศรีวิชัย ส่วนของผนังที่บีบี จำแนกได้ 11 ลักษณะ และส่วนของผนังโปร่งจำแนกได้ 2 ลักษณะ ข้อมูลในส่วนนี้ ใช้กรอกโปรแกรม BEC ในหมวดของ Envelope มีรายละเอียดของวัสดุและส่วนประกอบที่ใช้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5 : รูปด้านแสดงพื้นที่ส่วนปรับอากาศและภาพแสดงวัสดุประกอบผนังอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

## 5. ผลและวิจารณ์

### 5.1. ผลการจำลองอาคาร

จากการจำลองอาคารด้วยโปรแกรม BEC อาคารมีการใช้พลังงานรวมเท่ากับ 587,041.07 kWh/Year และอาคารอ้างอิงตามเกณฑ์มาตรฐาน มีการใช้พลังงานรวมเท่ากับ 655,500.76 kWh/Year ดังนั้นการใช้พลังงานรวมในอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จึงมีค่าน้อยกว่าอาคารอ้างอิงถึง 68,459.69 kWh/Year ซึ่งสามารถผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ตามกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 แต่ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ (OTTV) เท่ากับ 55.66 W/m<sup>2</sup> (ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน) สามารถสรุปผลการจำลองอาคารได้ดังนี้

ตารางที่ 1 : ตารางสรุปผลการใช้พลังงานในอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ก่อนการปรับปรุง

รายละเอียด	อาคารที่ออกแบบ (W/m <sup>2</sup> )	เกณฑ์มาตรฐาน (W/m <sup>2</sup> )	ผลการประเมิน
OTTV (A/C Zones)	63.63	50	Failed
RTTV (A/C Zones)	4.24	15	Passed
Lighting System	8.03	14	Passed
Air Conditioning System : Split Type (COP)	3.22	3.22	Passed
Building Energy Consumption (kWh/Year)	587,041.07	655,500.76	Passed



## 5.2 แนวทางในการปรับปรุงอาคาร

แม้ว่าอาคารอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จะผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ ตามเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร หากต้องการปรับปรุงค่า OTTV ให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน สามารถทำให้การใช้พลังงานของอาคารลดลงได้ โดยเปลี่ยนผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นเป็นผนังก่ออิฐมวลเบา (ความหนาแน่น 700 กก./ลบ.ม) เฉพาะบริเวณปรับอากาศ ซึ่งเมื่อนำแนวทางการปรับปรุงดังกล่าวไปจำลองการใช้พลังงานในอาคารอีกครั้ง ผลของการใช้พลังงานรวมลดลง 37,116.35 kWh/Year และมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ (OTTV) ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน โดยสามารถสรุปผลการจำลองอาคารได้ดังนี้

ตารางที่ 2 : ตารางสรุปผลการใช้พลังงานในอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์หลังการปรับปรุง

รายละเอียด	อาคารที่ออกแบบ (W/m <sup>2</sup> )	เกณฑ์มาตรฐาน (W/m <sup>2</sup> )	ผลการประเมิน
OTTV (A/C Zones)	48.56	50	Passed
RTTV (A/C Zones)	4.24	15	Passed
Lighting System	8.03	14	Passed
Air Conditioning System : Split Type (COP)	3.22	3.22	Passed
Building Energy Consumption (kWh/Year)	549,924.72	655,500.76	Passed

## 6. สรุปผล

### 6.1. แนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน

แนวทางในการอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่มีการใช้งานเดิม สามารถทำให้เป็นอาคารประหยัดพลังงานได้โดยการปรับปรุงวัสดุกรอบอาคารโดยเลือกวัสดุที่มีสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ (U-value) ตามแนวทางของอาคารต้นแบบประหยัดพลังงานภาครัฐ คือการปรับปรุงผนังก่ออิฐมวลเบาปูนในพื้นที่ส่วนปรับอากาศ เป็นผนังก่ออิฐมวลเบา (ความหนาแน่น 700 kg/m<sup>3</sup>) ซึ่งจากการปรับปรุงวัสดุดังกล่าว ทำให้อาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ (OTTV) ลดลงประมาณ 24% และผลของการใช้พลังงานรวมลดลง 37,116.35 kWh/Year ดังนั้นปัจจัยในการปรับปรุงและเลือกใช้วัสดุกรอบอาคาร จึงส่งผลต่อการใช้พลังงานรวมและค่าใช้จ่ายในระยะยาวของอาคาร

### 6.2. ความเป็นไปได้ในการลงทุนเพื่อปรับปรุงอาคารสถานศึกษาให้มีการใช้พลังงานลดลง

จากแนวทางในการปรับปรุงอาคารโดยการปรับปรุงผนังก่ออิฐมวลเบาปูนในพื้นที่ส่วนปรับอากาศ เป็นผนังก่ออิฐมวลเบา (ความหนาแน่น 700 kg/m<sup>3</sup>) นั้น อาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มีพื้นที่ผนังในส่วนปรับอากาศ 1,521 ตร.ม. อิฐมวลเบาความหนา 15 ซม. ราคา 42.75 บาทพื้นที่ก่อ 8.33 ก้อน/ตร.ม. สามารถสรุปค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงดังนี้

ตารางที่ 3 : สรุปค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรงงาน		รวมทั้งหมด (บาท)
			ราคา(บาท)	รวม(บาท)	ราคา(บาท)	รวม(บาท)	
รื้อถอนผนังก่ออิฐมวลเบา	1,521	ตร.ม	0	0	40	60,840	60,840
ก่อผนังคอนกรีตมวลเบา	1,521	ตร.ม.	356.1	541,628	78	118,638	660,266
<b>รวม</b>							<b>721,106</b>
คิดเป็นสัดส่วนของราคาค่าก่อสร้าง							<b>2.02%</b>





วิธีนี้ค่า OTTV และ RTTV สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงอาคารเพิ่มขึ้นประมาณ 721,106 บาท คิดเป็น 2.02% ของราคาค่าก่อสร้าง การใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง 37,116 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี คิดเป็น 6.32% ของการใช้พลังงานอาคารก่อนการปรับปรุง ประหยัดไฟฟ้าได้ประมาณ 148,465 บาท/ปี (ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4 บาท/kWh) ระยะเวลาคืนทุน 4.86 ปี

### 6.3. ข้อเสนอแนะ

จากแนวทางการปรับปรุงดังกล่าว เป็นการปรับปรุงเฉพาะส่วนของผนังอิฐในพื้นที่ปรับอากาศ เนื่องจากอาคารตัวอย่างมีเฉพาะค่า OTTV ในพท.ปรับอากาศที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเท่านั้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาอาคารตัวอย่างเพิ่มเติมต่อไป

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] “กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร มาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552,” ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 126, ตอนที่ 12 ก (20 กุมภาพันธ์ 2552), 10-13.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554, “เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง” (เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ: การตรวจประเมินอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย), 1-11.
- [3] มัลลิกา ปู่เพ็ชร, 2555 “แนวทางการพัฒนาเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานของอาคารในแบบประเมินความยั่งยืนทางพลังงาน และสิ่งแวดล้อมไทย,” วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [4] สำนักงานส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, 2559, “เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน (ในกรณีปรับปรุงอาคารเดิม),” [www.meaeenergysavingbuilding.net/](http://www.meaeenergysavingbuilding.net/) [4 เมษายน 2559].
- [5] อรรถนัย เศรษฐบุตร์, 2557, นิเวศวิทยสถาปัตยกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.