

DOI :

การปรับปรุงอาคารเรียนมาตรฐานตามกฎกระทรวงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน  
THE RENOVATION OF STANDARD SCHOOL BUILDINGS FOLLOWING THE  
MINISTRY REGULATION FOR ENERGY SAVING BUILDING

อภิรัฐ พุทธิเมธี<sup>a\*</sup> และ ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์<sup>a</sup>

Apirat Bhuddhimedhee<sup>a\*</sup> and Chumnun Boonyaputhipong<sup>a</sup>

<sup>a</sup>คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประเทศไทย

<sup>a</sup>Faculty of Architecture, Khon Kaen University, Thailand

\*Corresponding Author. E-mail: yimampirat@gmail.com

Received: December 15, 2023    Revised: June 5, 2024    Accepted: June 11, 2024

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าการใช้พลังงานของอาคารเรียนมาตรฐาน สพฐ. ที่โรงเรียนภายใต้สังกัดนำมาก่อสร้างและเพิ่มเติมระบบปรับอากาศ โดยนำแบบอาคารเรียนมาตรฐานปี 2563 ที่มีการนำมาก่อสร้างจำนวนมาก เป็นอาคาร 1 ใน 9 ประเภทที่กระทรวงพลังงานควบคุมการใช้พลังงาน และมีพื้นที่อาคารมากกว่า 2,000 ตารางเมตร มาทำการหาค่าการใช้พลังงานโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานของกฎกระทรวงกำหนดคุณสมบัติพื้นที่และจำนวนผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน พ.ศ.2552 ตามประกาศของกระทรวงพลังงาน โดยใช้โปรแกรม BEC V1.0.6 (Building energy code) และทำการเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงอาคารแบบอาคาร โดยการเปลี่ยนทิศทางการวางตัวของอาคาร เปลี่ยนวัสดุอาคาร เปลี่ยนระบบปรับอากาศอาคาร และเพิ่มพลังงานทางเลือก Pv system เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาแบบอาคารเรียนมาตรฐาน เป็นอาคารประหยัดพลังงาน

## ABSTRACT

The objective of this research is to determine the energy consumption of OBEC standard classroom buildings that schools under its affiliation use to construct and add air conditioning systems. By using the 2020 standard school building model that has been used for construction in large numbers, it is one of the nine types of buildings that the Ministry of Energy controls energy use. and has a building area of more than 2,000 square meters, to calculate the energy use using the standard criteria of the Ministerial Regulations specifying the qualifications, duties and number of persons responsible for energy in 2009 as announced by the Ministry of Energy. Using the program BEC V1.0.6 (Building energy code) and making recommendations for building improvement. By changing the orientation of the building Change building materials Change the

building's air conditioning system and increase alternative energy Pv systems in order to find suitable methods for developing standard school building designs. It is an energy saving building.

**คำสำคัญ:** อาคารอนุรักษ์พลังงาน ปรับปรุงแบบอาคารเรียนมาตรฐาน มาตรการบังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานอาคาร ด้านพลังงาน

**Keywords:** Energy conservation building, Improve the standard school building design. Measures to enforce building standards for energy

## บทนำ

ในปัจจุบันโรงเรียนในประเทศไทยมีจำนวนมากทั้งโรงเรียนขนาดใหญ่และโรงเรียนขนาดเล็ก โรงเรียนเอกชนและโรงเรียนของรัฐบาลแต่ละโรงเรียนมีการสร้างอาคารเรียนจำนวนมากเพื่อรองรับต่อจำนวนนักเรียนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี สำหรับโรงเรียนที่อยู่ในสังกัดของสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งมีอยู่กว่า 30,616 แห่งทั่วประเทศนั้น สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐานจะมีแบบมาตรฐานอาคารเรียนที่ใช้ทั่วประเทศ จากการศึกษาพบว่า ในปัจจุบันอาคารเรียนตามมาตรฐาน สพฐ. นั้นส่วนใหญ่ออกแบบเป็นอาคารที่พึ่งพาการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ (Passive Ventilation Design) โดยมีการเปิดช่องเปิดและหน้าต่างเพื่อใช้ลมธรรมชาติในการระบายความร้อนออกจากอาคาร แต่ในสถานการณ์ปัจจุบันมีแนวโน้มของอากาศที่ร้อนขึ้นประกอบกับความต้องการในการพึ่งพาความเย็นจากเครื่องปรับอากาศมีมากขึ้น โดยเฉพาะในการเรียนการสอนในช่วงเวลากลางวัน และในช่วงภาคเรียนฤดูร้อน ทั้งนี้ อุณหภูมิในห้องเรียนสูงจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการสอนการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โรงเรียนหลายแห่งจึงมีนโยบายการแก้ปัญหาการปรับปรุงอาคารเรียนโดยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ แต่เนื่องจากอาคารเรียนตามแบบมาตรฐาน สพฐ. ไม่ได้ออกแบบเพื่อรองรับการใช้เครื่องปรับอากาศโดยตรง ทั้งการเลือกใช้วัสดุอาคาร ฉนวนกันความร้อน และส่วนบังแดด ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานยังไม่มี

ในการประชุมของคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2555 ภาครัฐได้มีนโยบายส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดในทุกภาคส่วน โดยได้มีมติให้หน่วยงานภาครัฐดำเนินการลดการใช้พลังงานให้ได้อย่างน้อยร้อยละ 10 เพื่อเป็นตัวอย่างให้กับภาคเอกชนและภาคประชาชน ในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ อันจะเป็นการลดอัตราการเพิ่มความต้องการการใช้พลังงานของประเทศ (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2556: 3) อีกทั้งในปัจจุบันกระทรวงพลังงาน สมาคมสถาปนิกสยามและสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ได้มีมติเห็นชอบร่วมกันในการพัฒนาข้อกำหนดอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน หรือ Building energy code (BEC) ในปี 2562 ตามแผนอนุรักษ์พลังงานยุทธศาสตร์หลัก โดยจะเริ่มบังคับเฟสแรกในอาคารขนาดใหญ่ 10,000 ตารางเมตร ตามด้วย 5,000 ตารางเมตร และ 2,000 ตารางเมตร ตามลำดับ โดยจะประเมินในส่วนของระบบเปลือกอาคาร (Envelope system) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Electric lighting system) ระบบปรับอากาศ(Air-conditioning system) ระบบอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน (Water heating appliance) ระบบพลังงานหมุนเวียน(Renewable energy system)และการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (Whole building energy) เมื่อนำเอาหลักเกณฑ์การประหยัดพลังงานของกระทรวงพลังงานดังกล่าว มาตรวจสอบอาคารเรียนตามแบบมาตรฐาน สพฐ. ที่ปรับปรุงเป็นอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศแล้วนั้น พบว่าค่าการใช้พลังงาน OTTV และ RTTV ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการเป็นอาคารอนุรักษ์พลังงาน ดังนั้น

การปรับปรุงอาคารเรียนมาตรฐานตามกฎกระทรวงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน  
อภิรัฐ พุทธิเมธี และ ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์

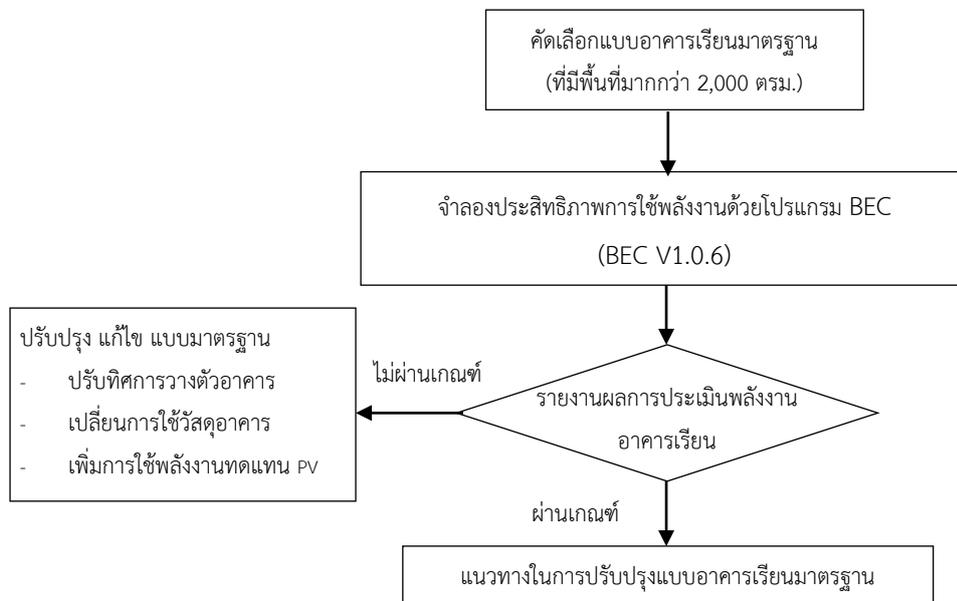
การศึกษานี้จึงเป็นการทดลอง และพัฒนาเพื่อจะปรับปรุงอาคารเรียนตามมาตรฐาน สพฐ. ให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน  
ของ กระทรวงพลังงาน โดยจะเลือกอาคารเรียนตัวอย่างของปี พ.ศ.2563 ที่มีขนาดอาคารมากกว่า 2,000 ตาราง  
เมตรเพื่อจะพัฒนาให้เป็นอาคารที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการเป็นอาคารอนุรักษ์พลังงาน ตามมาตรฐานของกระทรวง  
พลังงาน หรือ Building energy code (BEC)

### วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารเรียนตามแบบมาตรฐานของ สพฐ. หลังจากมีการ  
ปรับปรุงติดตั้งเครื่องปรับอากาศ โดยการจำลองพลังงานผ่านโปรแกรม BEC
- เพื่อปรับปรุงอาคารตามมาตรฐานการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานของกระทรวงพลังงาน เพื่อให้  
ประสิทธิภาพการใช้ พลังงานของอาคารผ่านเกณฑ์มาตรฐานอาคารอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน BEC

### ระเบียบวิธีวิจัย

- อาคารกรณีตัวอย่าง อาคารเรียน 324ล./55-ก ตามแบบมาตรฐาน สพฐ
- จำลองผลจากการใช้พลังงานอาคารโดยใช้โปรแกรม BEC V 1.0.6 ตามกฎกระทรวง กำหนดประเภทหรือ  
ขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธี การในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552
- กำหนดเกณฑ์และแนวทางในการปรับปรุงแบบอาคารเรียนมาตรฐาน
- จำลองผลจากการปรับปรุงอาคาร

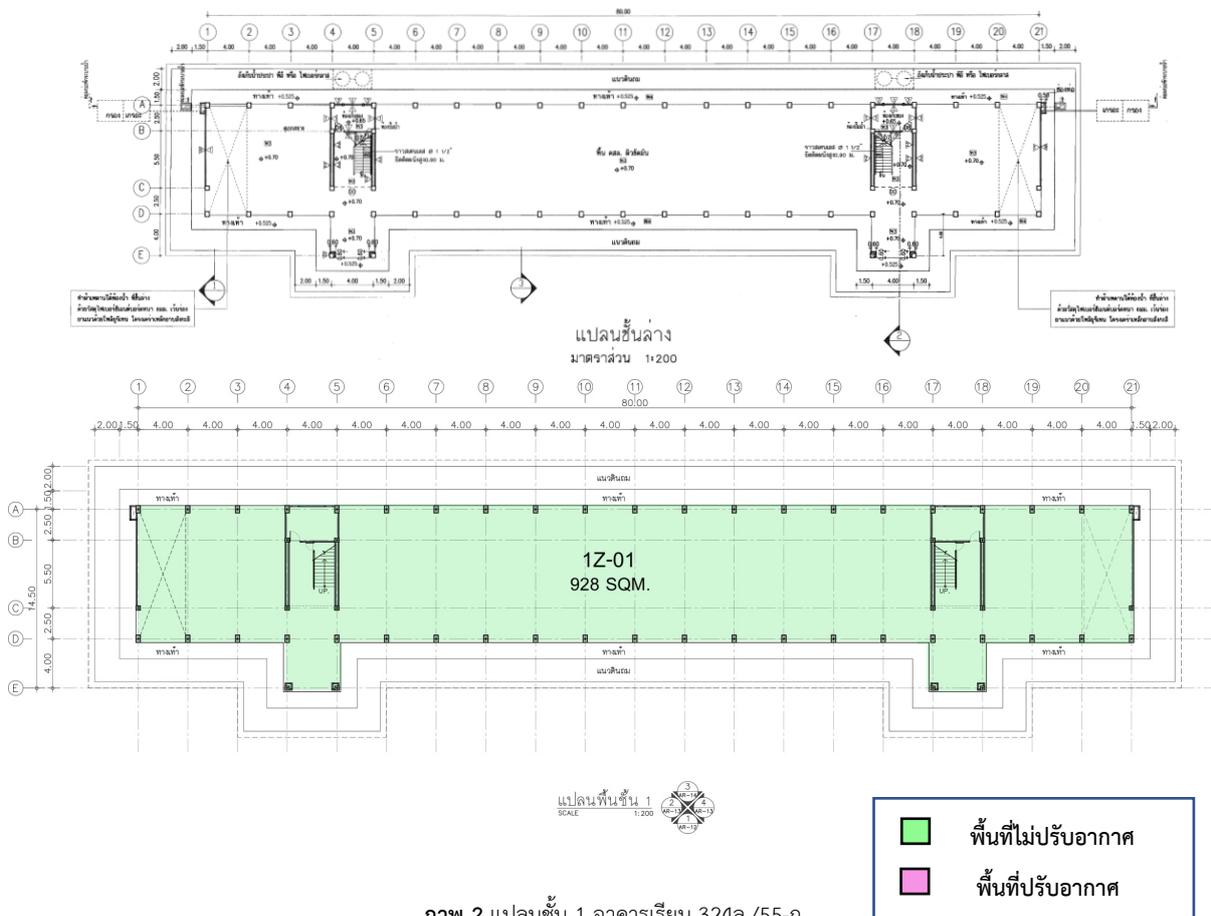


## อาคารกรณีศึกษา

อาคารตัวอย่างที่เลือกมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ อาคารเรียน 324ล./55-ก ขนาดอาคาร 14.50 x 80.00 เมตร ราคาถากก่อสร้าง ปี 2561 เป็นเงิน 24,578,300 บาท โดยอาคารตัวอย่างที่เลือกมาเป็นอาคาร คอนกรีตเสริมเหล็ก สูง 4 ชั้น มีเนื้อที่ประมาณ 4,640 ตารางเมตร มีใช้เป็นแบบก่อสร้างทั่วไปแทบจะทุกโรงเรียนในสังกัด สพฐ. โดยอาคารกรณีศึกษาตั้งอยู่ที่จังหวัดสกลนคร รูปด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศตะวันออก (ภาพ 1-11)

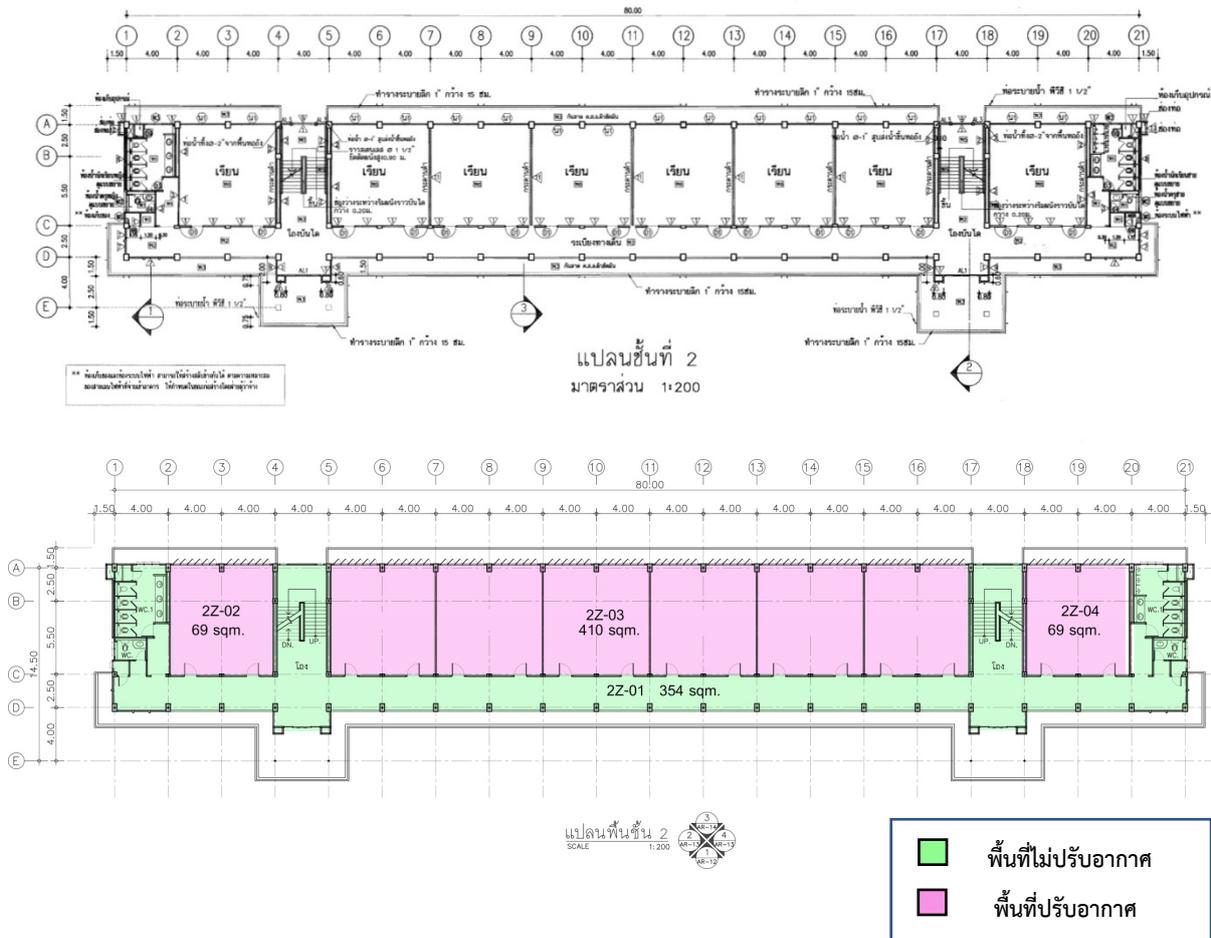


ภาพ 1 อาคารเรียน 324ล./55-ก ที่สร้างในโรงเรียนสังกัด สพฐ.

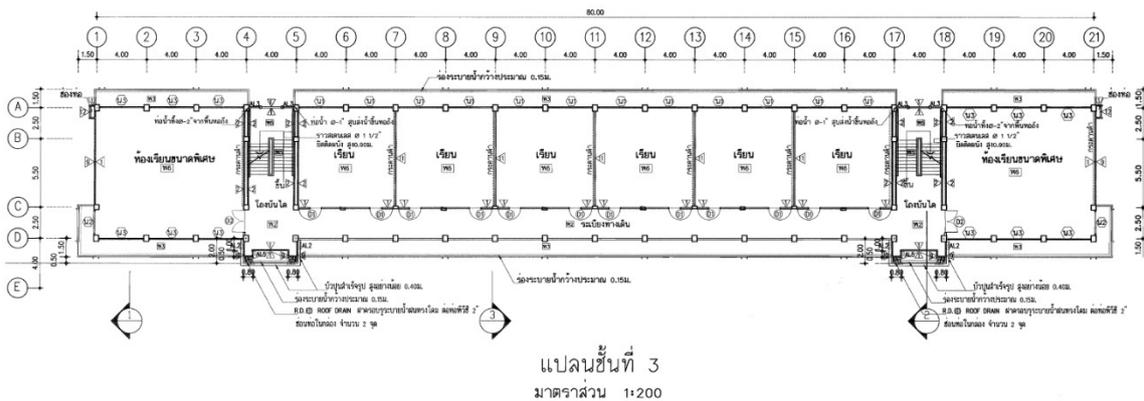


ภาพ 2 แปลนชั้น 1 อาคารเรียน 324ล./55-ก

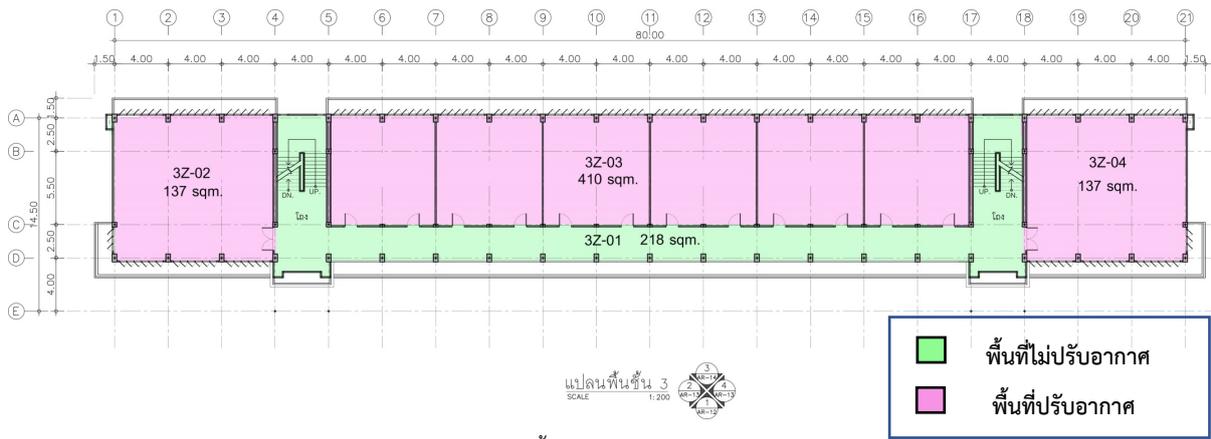
การปรับปรุงอาคารเรียนมาตรฐานตามกฎกระทรวงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน  
 อภิรัฐ พุทธิเมธี และ ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์



ภาพ 3 แปลนชั้น 2 อาคารเรียน 324ล./55-ก



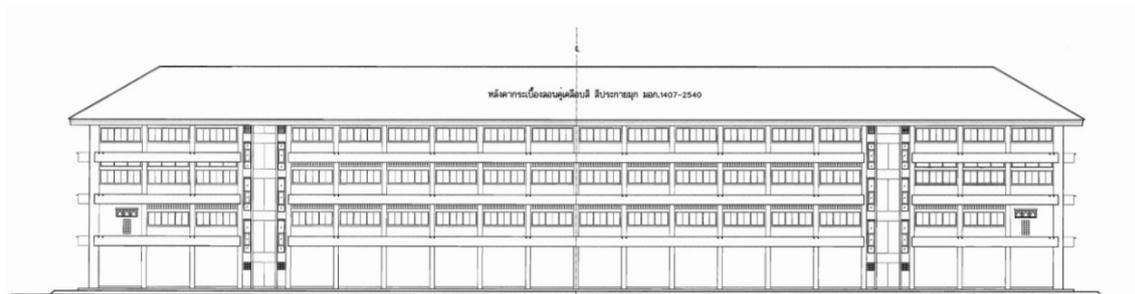
การปรับปรุงอาคารเรียนมาตรฐานตามกฎกระทรวงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน  
อภิรัฐ พุทธิเมธี และ ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์



ภาพ 4 แปลนชั้น 3-4 อาคารเรียน 324ล./55-ก



รูปด้านหน้า

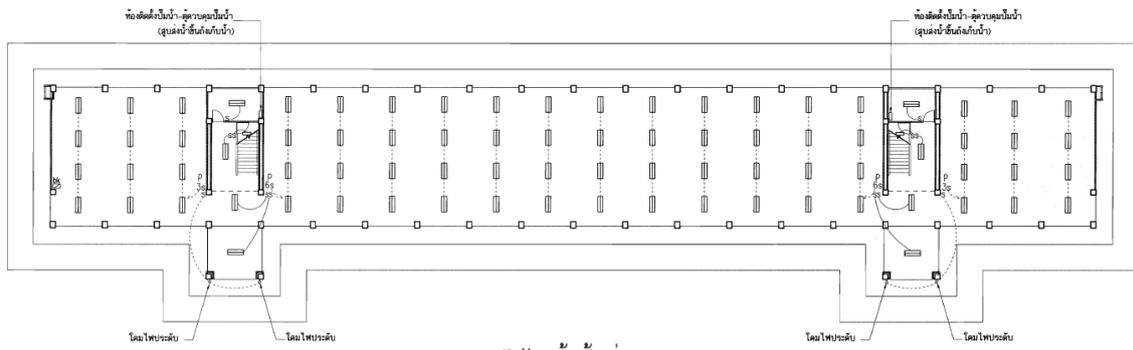


รูปด้านหลัง



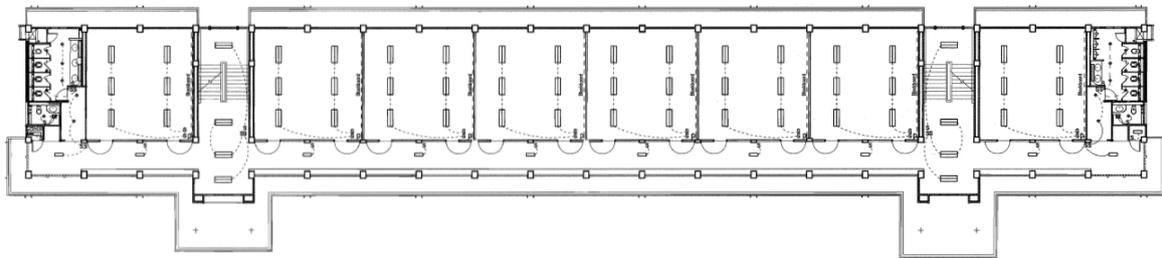
ภาพ 5 ภาพ รูปด้าน 4 ด้าน อาคารเรียน 324ล./55-ก

การปรับปรุงอาคารเรียนมาตรฐานตามกฎกระทรวงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน  
 อภิรัฐ พุทธิเมธี และ ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์



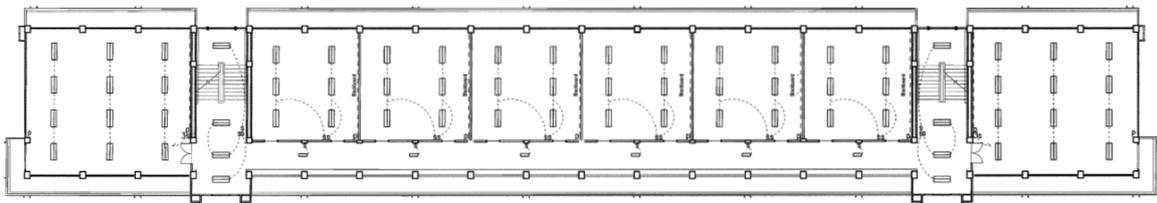
ผังไฟฟ้าชั้นล่าง  
 มาตรฐาน 1:200

ภาพ 6 ภาพผังไฟฟ้า ชั้น 1



ผังไฟฟ้าชั้นที่ 2  
 มาตรฐาน 1:200

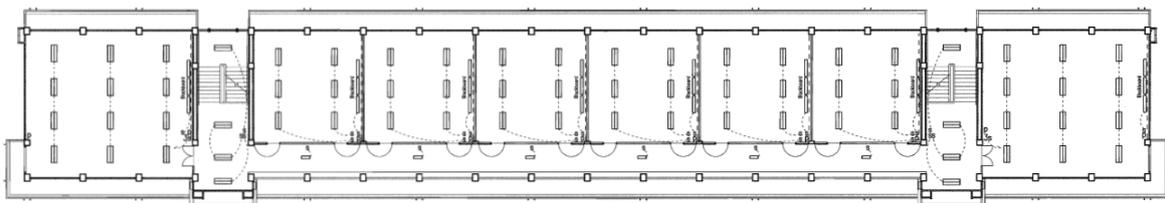
ภาพ 7 ภาพผังไฟฟ้า ชั้น 2



ผังไฟฟ้าชั้นที่ 3  
 มาตรฐาน 1:200

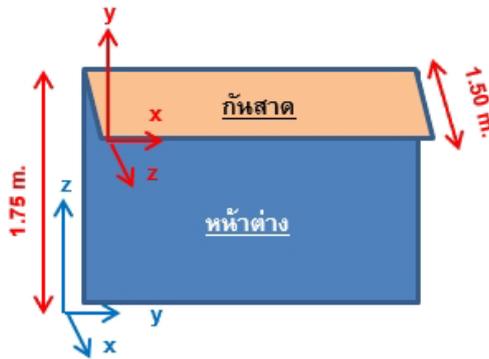
แนวอาคาร แบบต่อห้องเรียน 2 ชั้น  
 มาตรฐานอาคาร แบบต่อห้องเรียน จำนวน 2 ชั้น สวิตช์ควบคุมใช้ร่วมกับสวิตช์ไฟ

ภาพ 8 ภาพผังไฟฟ้า ชั้น 3



ผังไฟฟ้าชั้นที่ 4  
 มาตรฐาน 1:200

ภาพ 9 ภาพผังไฟฟ้า ชั้น 4



ภาพ 10 ค่า SC ระยษ่ยนกันสาด คสล. ตามแบบ



ภาพ 11 ภาพ 3 มิติ อาคารเรียน 324ล./55-ก

## ผลการศึกษา

ผลการประเมินค่าพลังงานอาคารเรียน แบบที่ 324 ล.-55-ก อาคารเรียนกรณีตัวอย่าง ตั้งอยู่ที่จังหวัด สกลนคร หันด้านหน้าอาคารไปทางทิศตะวันออก ด้วยโปรแกรม BEC V 1.0.6 ได้ผลการประเมินดังนี้

ตาราง 1 ผลการประเมินพลังงานอาคารเรียน แบบที่ 324 ล.-55-ก หันด้านหน้าอาคารทิศตะวันออก

เกณฑ์การประเมินพลังงาน	เกณฑ์การประเมิน	ค่าพลังงานประเมิน	ผลการประเมิน
1. ค่า OTTV	$\leq 50$ w/sqm	25.146 w/sqm	ผ่าน
2. ค่า RTTV	$\leq 15$ w/sqm	19.694 w/sqm	ไม่ผ่าน
3. ค่า Lighting system	$\leq 14$ w/sqm	2.106 w/sqm	ผ่าน
4. ค่า Air-condition unit	SEER $\geq 12.40$	SEER = 11.5	ไม่ผ่าน
5. ค่า Whole building energy	219,532 kWh/year	237,202 kWh/year	ไม่ผ่าน

จากตาราง 1 ผลค่าประเมินพลังงานอาคารก่อนปรับปรุง มีค่า OTTV (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง ด้านนอกอาคาร) 25.146 w/sqm. ผ่านเกณฑ์การประเมิน ค่า RTTV (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร)

19.694 w/sqm. ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ค่าระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร ( Lighting system) 2.106 w/sqm ผ่านเกณฑ์การประเมิน ค่าระบบปรับอากาศ (Air-condition Unit) SEER 11.5 ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ค่าพลังงานรวมอาคาร(Whole Building Energy) 237,202 kWh/year ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน ค่าพลังงานที่ต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงพลังงานได้แก่ ค่า RTTV (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร) ค่าระบบปรับอากาศ (Air-condition Unit) และค่าพลังงานรวมอาคาร (Whole Building Energy) โดยทางผู้ศึกษาได้ทำการปรับปรุงโดยวิธีการ

1. เปลี่ยนทิศทางการวางตัวของอาคาร
2. เปลี่ยนการใช้วัสดุภายในอาคาร
3. เพิ่มการใช้พลังงานทดแทน PV (Photovoltaic) cell

### 1. เปลี่ยนทิศทางการวางตัวของอาคาร

ผลการทดสอบการเปลี่ยนทิศทางการวางตัวของอาคารเรียนแบบที่ 324 ล.-55-ก ทั้ง 4 ทิศทาง โดยอ้างอิงจากรูปด้านหน้าอาคาร จากเดิมที่หันหน้าอาคารไปทิศตะวันออก ได้ผลการประเมินพลังงานอาคารดังนี้

ตาราง 2 ค่าประเมินพลังงานอาคารเรียนวางตัว 4 ทิศทาง

เกณฑ์	ทิศ			
	ทิศตะวันออก (EAST)	ทิศตะวันตก (WEST)	ทิศใต้ (SOUTH)	ทิศเหนือ (NORTH)
1. ค่า OTTV	25.146 w/sq.m (ผ่าน)	25.002 w/sq.m (ผ่าน)	24.743 w/sq.m (ผ่าน)	24.030 w/sq.m (ผ่าน)
2. ค่า RTTV	19.694 w/sq.m (ผ่าน)	19.694 w/sq.m (ผ่าน)	19.104 w/sq.m (ไม่ผ่าน)	19.104 w/sq.m (ไม่ผ่าน)
3. ค่า Lighting system	2.106 w/sqm (ผ่าน)	2.106 w/sqm (ผ่าน)	2.106 w/sqm (ผ่าน)	2.106 w/sqm (ผ่าน)
4. ค่า Air-condition unit	SEER 11.50 (ไม่ผ่าน)	SEER 11.50 (ไม่ผ่าน)	SEER 11.50 (ไม่ผ่าน)	SEER 11.50 (ไม่ผ่าน)
5. ค่า Whole building energy	237,202 w/sq.m (ผ่าน)	237,647 w/sq.m (ไม่ผ่าน)	235,989 w/sq.m (ไม่ผ่าน)	233,841 w/sq.m (ไม่ผ่าน)

จากตาราง 2 สรุปได้ว่า อาคารเรียนที่หันด้านหน้าอาคารไปทางทิศเหนือ ด้านหลังอาคารไปทางทิศใต้ และด้านข้างอาคารไปทางทิศตะวันออกและตะวันตก ตามลำดับ เป็นการวางอาคารที่มีค่า OTTV ต่ำที่สุด ที่ 24.030 w/sq.m ค่า RTTV 19.104 w/sq.m และค่าพลังงานรวมของอาคารดีที่สุดในที่ 233,841 kwh/year ส่วนการวางตัวของอาคารทิศที่ค่าพลังงานสูงที่สุดคือ ด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศตะวันออก ด้านหลังอาคารหันไปทางทิศตะวันตก และด้านข้างอาคารหันไปทางทิศเหนือใต้ ตามลำดับ โดยค่าพลังงานอาคารรวมดีกว่าแตกต่างกันคิดเป็นสัดส่วน 1.6%

ผลการประเมินค่าพลังงานออกมาใกล้เคียงกัน จากตารางผลการทดสอบจะเห็นว่าการเปลี่ยนทิศทางการวางตัวของอาคารส่งผลให้ค่า OTTV (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร) และค่าพลังงาน

รวมอาคาร (Whole Building Energy) เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลเล็กน้อยต่อค่า RTTV (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของ  
หลังคาอาคาร) แต่ไม่ส่งผลต่อค่าระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร (Lighting system) และ  
ค่าระบบปรับอากาศ (Air-condition Unit)

## 2. เปลี่ยนการใช้วัสดุภายในอาคาร

ผลการประเมินค่าพลังงานอาคารเรียน แบบที่ 324 ล.-55-ก อาคารเรียนกรณีตัวอย่าง ด้วยโปรแกรม BEC V  
1.0.6 เปรียบเทียบกับผลการประเมินพลังงานอาคาร หลังปรับแก้ ด้วยวิธีการเปลี่ยนวัสดุ  
โดยเปลี่ยนแปลงวัสดุ 3 รายการ ดังนี้

- 2.1 เปลี่ยนวัสดุผนังหลังคา
- 2.2 เปลี่ยนฉนวนกันความร้อน
- 2.3 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

ตาราง 3 ค่าประเมินพลังงานเปรียบเทียบการเปลี่ยนวัสดุทั้ง 3 แนวทางและค่าใช้จ่าย

ค่าประเมิน		ค่า RTTV (w/sqm)	ค่า Air- condition Unit	ค่าWhole building energy (Kwh/year)	ค่าใช้จ่ายในการ ดำเนินการ (บาท)
รายการเปลี่ยนวัสดุ					
1.เปลี่ยนวัสดุผนังหลังคา เดิม กระเบื้องลอนคู่สีเทา ใหม่ กระเบื้องคอนกรีตซีแพค สีแดง	เดิม	19.694 (ไม่ผ่าน)	-	237,202 (ไม่ผ่าน)	-
	ใหม่	19.785 (ไม่ผ่าน)	-	239,370.42 (ไม่ผ่าน)	35,772.50 บาท
2. เปลี่ยนความหนาฉนวนกัน ความร้อน เดิม ฉนวนความร้อนชนิดพอยล์ 1 นิ้ว ใหม่ ฉนวนความร้อนชนิดพอยล์ 3 นิ้ว	เดิม	19.694 (ไม่ผ่าน)	-	237,202 (ไม่ผ่าน)	-
	ใหม่	11.530 (ผ่าน)	-	213,116.32 (ผ่าน)	178,877.60 บาท
3. เปลี่ยนรุ่นเครื่องปรับอากาศ (27,296-40,944 BTU/h) เดิม แบบติดใต้ฝ้ารุ่นเก่า ใหม่ แบบ 4 ทิศทางรุ่น R32	เดิม	-	SEER 11.50 (ไม่ผ่าน)	-	-
	ใหม่	-	SEER 19 (ผ่าน)	-	301,548 บาท

จากตาราง 3 ปรับปรุงค่าประเมินพลังงานอาคารของอาคารเรียนแบบที่ 324 ล.-55-ก ด้วยวิธีที่ 1 การ  
เปลี่ยนวัสดุผนังหลังคา จากกระเบื้องลอนคู่เป็นกระเบื้องคอนกรีต ทำให้ค่าพลังงาน RTTV เพิ่มขึ้น จาก 19,694  
w/m<sup>2</sup> เป็น 19,785 w/m<sup>2</sup> ค่าการใช้พลังงานรวมอาคารเพิ่มขึ้นจาก 237,202 kwh/year เป็น 239,370.42

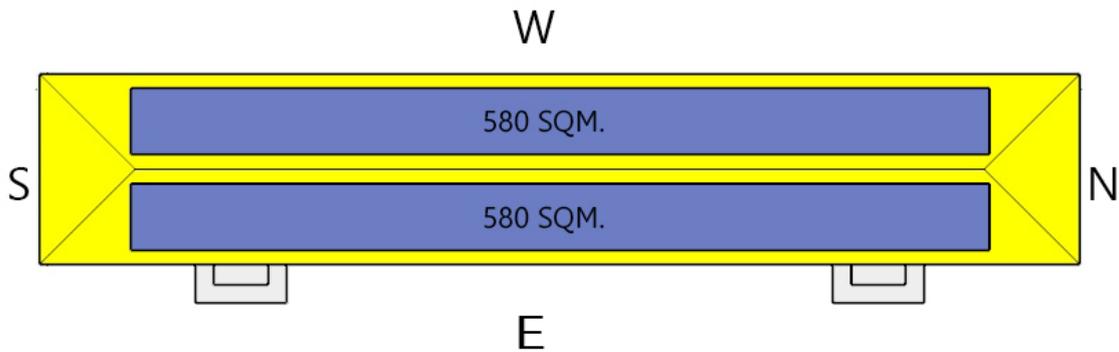
การปรับปรุงอาคารเรียนมาตรฐานตามกฎกระทรวงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน  
อภิรัฐ พุทธิเมธี และ ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์

kwh/year ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน วิธีที่ 2 การเปลี่ยนฉนวนกันความร้อน เพิ่มความหนาจาก 1 นิ้ว เป็น 3 นิ้ว ทำให้  
ค่า RTTV ลดลง จาก 19,694 w/m<sup>2</sup> เป็น 11,530 w/m<sup>2</sup> ค่าการใช้พลังงานรวมอาคารลดลง จาก 237,202  
kwh/year เป็น 213,116.32 kwh/year ผ่านเกณฑ์การประเมิน และการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากเดิม แบบติด  
ใต้ฝ้ารุ่นเก่า เป็นแบบ 4 ทิศทางรุ่น R32 ทำให้ค่าประเมินผ่านเกณฑ์ SEER 19 มากกว่าเกณฑ์ SEER 12.40

โดยที่มีค่าส่วนต่างในการเปลี่ยนวัสดุผนังหลังคา 35,772.50 บาท ค่าส่วนต่างในการเพิ่มความหนาฉนวนกัน  
ความร้อน 178,877.60 บาท และค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนรุ่นของเครื่องปรับอากาศ 301,548 บาท รวมค่าใช้จ่ายใน  
การเปลี่ยนวัสดุในอาคารโดยรวมเฉพาะวิธีที่ 2 และ 3 เท่ากับ 480,425.60 บาท

### 3. เพิ่มการใช้พลังงานทดแทน PV system

ผลการประเมินค่าพลังงานอาคารเรียน แบบที่ 324 ล.-55-ก อาคารเรียนกรณีตัวอย่าง ด้วยโปรแกรม BEC V  
1.0.6 เปรียบเทียบกับผลการประเมินพลังงานอาคาร หลังปรับแก้โดยเลือกอาคารที่หันด้านหน้า  
ทิศตะวันออกมาคำนวณ ด้วยวิธีการเพิ่มการใช้พลังงานทดแทน ดังนี้



ภาพ 12 ตำแหน่งติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ หลังคาทิศวันออก ตะวันตก

ตาราง 4 เปรียบเทียบการติดตั้ง PV (solar cell) ทิศต่าง ๆ 4 ทิศทาง

ทิศติดตั้ง PV (Solar cell)	ค่าประเมินพลังงาน			
	ค่าพลังงาน PV (Kwh/year)	ค่าพลังงานรวม อาคาร (เดิม) (Kwh/year)	ค่าพลังงานรวม อาคาร (ใหม่) (Kwh/year)	เกณฑ์การ ประเมิน
1. ติดตั้งหลังคาทิศเหนือ	-	237,202	-	ไม่ผ่าน
2. ติดตั้งหลังคาทิศใต้	-	237,202	-	ไม่ผ่าน
3. ติดตั้งหลังคาทิศตะวันตก	218,503.83	237,202	18,698.17	ผ่าน
4. ติดตั้งหลังคาทิศตะวันออก	217,446.09	237,202	19,755.91	ผ่าน

จากตาราง 4 กรอกค่า solar cell 1 เข้าไปตามที่ออกแบบแล้ว 228 แผ่น 580 ตรม. ทำมุม 15 องศา (โดยทำ  
การเสริมโครงรับแผ่นโซลาร์เซลล์ จากหลังคาที่ทำมุม 25 องศา เป็น 15 องศา เนื่องจากเป็นมุมที่แผ่นโซลาร์เซลล์มี  
ประสิทธิภาพดีที่สุด) ทำให้ตารางพลังงานอาคารรวม (Whole building energy) ในตารางที่ 4 หัวข้อที่ 4 ติดตั้งบน  
หลังคาทิศตะวันตกมีในส่วนของค่า Energy form PV system เพิ่มขึ้นมา 218,503.83 kWh/year ทำให้ค่าพลังงาน  
รวมของอาคารเหลือ 18,698.17 kWh/year จากเดิม 237,202 kwh/year ในขณะที่เกณฑ์การประเมินตาม

มาตรฐานอาคารเรียน ของกระทรวงพลังงานกำหนดไว้ที่ 219,532.31 kwh/year ผ่านเกณฑ์ประเมิน และเมื่อเปรียบเทียบทิศทางการติดตั้งแผง solar cell ตามการวางตัวของอาคาร 4 ทิศทางจะพบว่า ทิศที่ติดตั้งแผง solar cell แล้วได้พลังงานมากที่สุดคือทิศตะวันตกที่ 218,503.83 kwh/year รองลงมาคือหลังคาทิศตะวันออกที่ 217,446.09 kwh/year ได้พลังงานต่างกัน 0.99 % ส่วนหลังคาทิศเหนือก็ไม่ได้ มีพื้นที่ไม่พอที่จะติดตั้ง โซลาร์เซลล์ได้ โดยที่มีค่าติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคา คิดเป็นราคาค่าแผง 228 แผ่น 540 w เกรดตีเยี่ยม (ขนาดแผ่น 2,279x1,134 mm.) 1,413,600 บาท ค่า inverter 80,000 บาท ค่าขออนุญาต 25,000 บาท ค่าอุปกรณ์ค้ำยัน 30,000 บาท ค่าแรงติดตั้ง 25,000 บาท รวมค่าติดตั้งโซลาร์เซลล์ทั้งหมด โดยประมาณ 1,573,600 บาท

### การอภิปรายผล

จากผลการปรับปรุงอาคารทั้ง 3 วิธีข้างต้น สรุปผลการศึกษาโดยนำเอา 2 วิธีที่ทำให้ค่าประเมินพลังงานอาคารดีขึ้น ได้แก่ การเปลี่ยนวัสดุอาคาร เฉพาะเปลี่ยนฉนวนกันความร้อน เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ และการเพิ่มค่าพลังงานทดแทน PV นำมาเปรียบเทียบกับผลการประเมินพลังงานอาคารเรียนก่อนปรับปรุง โดยเลือกทำการปรับปรุงจากอาคารกรณีตัวอย่างที่หันด้านหน้าอาคารทางทิศตะวันออก ได้ผลดังนี้

ตาราง 5 ค่าประเมินพลังงานอาคารเรียน โดยโปรแกรม BEC ก่อนและหลังปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินพลังงาน	ค่าพลังงานประเมิน (ก่อนปรับปรุง)	ค่าพลังงานประเมิน โดยวิธีเปลี่ยนวัสดุ (หลังปรับปรุง)	ค่าพลังงานประเมิน โดยวิธีเพิ่ม PV (หลังปรับปรุง)
1. ค่า OTTV	25.146 w/sqm (ผ่านเกณฑ์)	25.146 w/sqm (ผ่านเกณฑ์)	25.146 w/sqm (ผ่านเกณฑ์)
2. ค่า RTTV	19.694 w/sqm (ผ่านเกณฑ์)	11.530 w/sqm (ผ่านเกณฑ์)	19.694 w/sqm (ไม่ผ่านเกณฑ์)
3. ค่า Lighting system	2.106 w/m <sup>2</sup> (ผ่านเกณฑ์)	2.106 w/m <sup>2</sup> (ผ่านเกณฑ์)	2.106 w/m <sup>2</sup> (ผ่านเกณฑ์)
4. ค่า Air-condition unit	SEER 11.50 (ไม่ผ่านเกณฑ์)	SEER 19 (ผ่านเกณฑ์)	SEER 11.50 (ไม่ผ่านเกณฑ์)
5. ค่า Whole building energy	237,202 kWh/year (ไม่ผ่านเกณฑ์)	108,145.48 kWh/year (ผ่านเกณฑ์)	16,660.04 kWh/year (ผ่านเกณฑ์)

จากตาราง 5 หลังจากปรับปรุงอาคารด้วยวิธีการเปลี่ยนวัสดุ ซึ่งประกอบไปด้วยการเปลี่ยนฉนวนกันความร้อน และเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ทำให้ค่า RTTV ลดลงเหลือ 11,530 w/sqm. ผ่านเกณฑ์ประเมิน และการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศจากเดิมที่มีค่า SEER 11.50 เป็นรุ่นที่มีค่า SEER 19 ตามมาตรฐานสลาเกเบอร์ 5 ตามมาตรฐาน กพท.ทำให้ค่าระบบปรับอากาศ (Air-condition Unit) ผ่านเกณฑ์การประเมิน นอกจากนั้นค่าประเมินพลังงานอาคารหลังการปรับปรุงอาคารด้วยวิธีเพิ่ม PV system หรือการเพิ่ม solar cell ก็เป็นอีกวิธีที่ค่าพลังงานรวมของอาคารผ่านเกณฑ์การประเมินได้ นอกจากนี้ ผู้ศึกษาทำการทดลอง

การปรับปรุงค่าพลังงานอาคารโดยวิธีการเปลี่ยนแปลงวัสดุอาคารแล้วผู้ศึกษายังทดสอบอีกวิธีคือวิธีที่ 2 โดยการเพิ่มการใช้พลังงานทดแทน PV (Photovoltaic) cell หรือการติดตั้ง solar cell บนหลังคาเพื่อนำเอาพลังงานทดแทนมาชดเชยในส่วนของค่าพลังงานที่เกินจากข้อกำหนดของกระทรวงมานั้นเอง

จากการวิจัยค่าพลังงานอาคารเรียนกรณีตัวอย่าง มีค่าพลังงานสูงสุด 237,202 kwh/year นำไปคำนวณค่าไฟต่อเดือนเท่ากับใช้ไฟไป 19,766 หน่วย เท่ากับค่าไฟประมาณ 72,852 บาทต่อเดือน หากเลือกแนวทางการปรับปรุงโดยการเปลี่ยนวัสดุอาคาร และเปลี่ยนรุ่นเครื่องปรับอากาศจะใช้งบประมาณเท่ากับ 480,425.60 บาท จะคืนทุนในระยะเวลา 6.6 เดือน หากเลือกแนวทางการปรับปรุงโดยการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ จะมีค่าติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์รวมทั้งหมด 1,573,600 บาท เหลือค่าพลังงานสูงสุด 18698.18 kwh/year จ่ายค่าไฟต่อเดือน 6,689 บาท ประหยัดไฟไปได้ 66,163 บาทต่อเดือน จะคืนทุนภายใน 23.8 เดือน โดยประมาณ

จากการวิจัยสรุปได้ว่าการออกแบบอาคารเรียนมาตรฐาน ของ สพฐ. นั้น เป็นการออกแบบเพื่อให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์มาตรฐานในการจัดตั้งงบประมาณสิ่งก่อสร้าง ซึ่งพื้นที่ใช้สอย วัสดุและงบประมาณทำให้เพียงพอต่อการใช้งานไม่เกินความจำเป็น แต่หากมีการต่อเติมปรับปรุงการใช้งานอาคารในอนาคตซึ่งรวมถึงการติดตั้งระบบปรับอากาศเพิ่มเติมให้กับอาคารจะทำให้ค่าพลังงานอาคารที่ประเมินโดย โปรแกรม BEC ตามเกณฑ์การประเมินของประเภทอาคารเรียนของกระทรวงพลังงานไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินซึ่งแนวทางแก้ไขโดยการเปลี่ยนเลือกใช้วัสดุที่มีค่ากันความร้อนสูงและกำหนดอุปกรณ์ปรับอากาศที่เหมาะสมจะทำให้ค่าพลังงานอาคารผ่านเกณฑ์ได้ โดยใช้งบประมาณที่น้อยกว่าการติดตั้งพลังงานทดแทน แผง Solar cell ในภายหลังหลายเท่า

## กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เรื่อง “การปรับปรุงอาคารเรียนมาตรฐานเป็นอาคารประหยัดพลังงาน” ของนักศึกษาปริญญาโทหลักสูตรเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## ข้อเสนอแนะ

- เนื่องจากการประเมินพลังงานอาคารเรียนตัวอย่างในงานวิจัยนั้นใช้การดำเนินการวิจัยผ่านโปรแกรม BEC V1.0.6 ตามกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 แต่กระทรวงพลังงาน ได้มีการออกกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2563 ภายหลังทำให้หลักเกณฑ์ในการประเมินค่าพลังงานอาคารมีการเปลี่ยนแปลงไป

- ควรจะมีการเก็บสถิติค่าการใช้พลังงานจริงของอาคารเรียนแบบที่ 324 ล.-55-ก ที่มีการก่อสร้างจริงในหลายๆ โรงเรียนเพื่อนำข้อมูลทางสถิติ มาเปรียบเทียบกับผลการประเมินพลังงานอาคารด้วยโปรแกรม BEC เพื่อนำไปพัฒนาให้โปรแกรมสามารถประเมินพลังงานอาคารได้อย่างถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน. (2563). *โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพอาคารพลังงานของอาคาร BEC V.1.0.6*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทน.
- กระทรวงพลังงาน. (2565). *ประกาศคณะกรรมการควบคุมอาคาร ฉบับกฤษฎีกา ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารเรื่องการนำกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2563*. ราชกิจจานุเบกษา, 140(17ง), 21-23.
- ชนิกานต์ ยิ้มประยูร. (2558). *แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารสำหรับประเทศไทย*. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 64, 47-62.
- พรสวรรค์ พิริยะศรีธา. (2564). *การประเมินอาคารอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษา อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. วารสารวิชาการ พลังงานและสิ่งแวดล้อมในอาคาร, 4(1), 30-45.
- พีระพงษ์ โมลิกา. (2546). *การปรับปรุงประสิทธิภาพ ของเปลือกอาคารประเภทอาคารหอสมุด ในสถาบันการศึกษา เพื่อลดภาระการทำความเย็นในระบบปรับอากาศ กรณีศึกษา: อาคาร 7 สำนักหอสมุด และศูนย์สารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- มัลลิกา ปู่เพชร. (2555). *แนวทางการพัฒนาเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานของอาคารในแบบประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2563ก). *การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (Building Energy code)*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.
- ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2563ข). *คู่มือ โปรแกรม Building Energy Code: การตรวจประเมินอาคารที่จะก่อสร้างหรือ ดัดแปลง เพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.