

การศึกษาการใช้พลังงานและแนวทางการประหยัดพลังงานในวิทยาลัยธาตุพนม
มหาวิทยาลัยนครพนม

THE STUDIED OF ENERGY CONSUMPTION AND ENERGY SAVING IN
THATPHANOM COLLEGE NAKHON PHANOM UNIVERSITY

ปรัชพงษ์ นัปปือตรง* และ นลินี หมูหมื่นศรี

Pruschapong Nupteotrong* and Nalinee Mumuensri

สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

Department of Energy Engineering, Phanom College, Nakhon Phanom University

Received: 11 November 2019 Revised: 17 April 2020 Accepted: 10 June 2020

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้พลังงานและแนวทางการประหยัดพลังงานในวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนมนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาข้อมูลการใช้พลังงาน แบ่งสัดส่วนการใช้พลังงาน หาแนวทางในการประหยัดพลังงาน และประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานในวิทยาลัยธาตุพนม คณะผู้ศึกษาวิจัยได้ทำการสำรวจ และตรวจวัดการใช้พลังงาน แล้วทำการประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงาน ผลจากการศึกษา พบว่า มีมาตรการที่มีศักยภาพ 3 มาตรการ ประกอบด้วย มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 1 ชั่วโมง สามารถลดการใช้พลังงานได้ 26,537 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 130,561 บาท/ปี ไม่ต้องลงทุน มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ โดยการล้างเครื่องปรับอากาศ สามารถลดการใช้พลังงานได้ 41,010 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 201,770 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 0.11 ปี มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W เป็นหลอดแอลอีดี 18 W สามารถลดการใช้พลังงานได้ 6,801 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 33,459 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.89 ปี

คำสำคัญ: การใช้พลังงาน, การประหยัดพลังงาน

* ผู้ประสานงาน: ปรัชพงษ์ นัปปือตรง

อีเมล: nupteotrong@hotmail.com

Abstract

The study of energy consumption and energy saving guideline in Thatphanom College, Nakhon Phanom University Intended to study energy consumption data, energy consumption ratio; find energy saving guidelines; and evaluate energy saving potential in Thatphanom College. The researchers conducted a survey and measured energy consumption, then evaluated the energy saving potential. The results of the study reveal that there were 3 potential measures consisted of: turning off the air conditioner 1 hour before leaving from work which would save the energy of about 26,537 kWh/year or the value of 130,561 baht/year; air conditioning efficiency improvement measures by cleaning air conditioners which would save energy of about 41,010 kWh/year or the value of about 201,770 baht/year with the payback period of 0.11 years; measures of replacing light bulbs from 36 W fluorescent lamp to 18 W LED bulbs which would save the energy of about 6,801 kWh/year or the value of about 33,459 baht/year with the payback period of about 1.89 years.

Keywords: Energy consumption, Energy saving

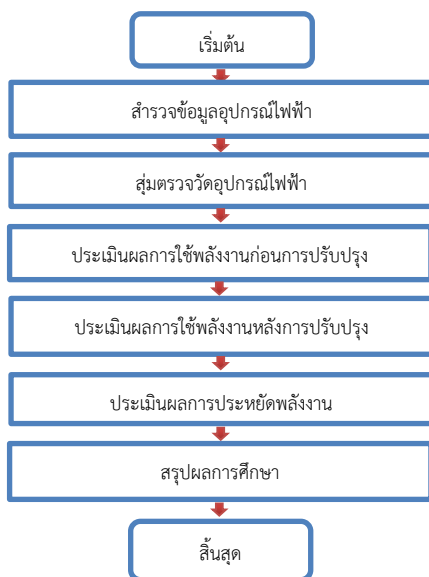
บทนำ

พลังงานนับเป็นปัญหาใหญ่ในประเทศ และนับวันจะมีผลกระทบรุนแรงต่อการพัฒนาของประเทศไทยมากขึ้นทุกที เชื้อเพลิงต่าง ๆ ที่นำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน เป็นต้น นับวันจะมีปริมาณน้อยลงทุกที และคงจะต้องหมดไปในอนาคต นอกจากนี้ ราคาของเชื้อเพลิงดังกล่าว ยังมีความผันผวนไปในแนวทางที่สูงขึ้นตามสถานการณ์ทางเศรษฐกิจและการเมืองของโลก และถึงแม้ว่าจะมีการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำ ซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียนก็ตาม แต่ก็มีสัดส่วนที่น้อยมาก รวมทั้งแหล่งน้ำที่สามารถจะพัฒนาเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ายังมีน้อยลง และต้องประสบกับปัญหาการคัดค้านขององค์กรกลุ่มต่าง ๆ ซึ่งสวนทางกับความต้องการใช้พลังงานซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นทั้งภาครัฐและภาคเอกชนจึงมีความจำเป็นที่จะต้องช่วยกันลดการใช้พลังงาน หรือใช้ให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม ถือเป็นวิทยาเขตหนึ่งของมหาวิทยาลัยนครพนม เมื่อพิจารณาขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าแล้ว พบว่าไม่เข้าข่ายอาคารควบคุม แต่ถือว่าเป็นหน่วยงานหนึ่งที่มีการใช้พลังงานสูง โดยมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าประมาณ 50,000 บาทต่อเดือน 600,000 บาทต่อปี โดยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้สำหรับระบบปรับอากาศ ซึ่งเป็นผลของความร้อนที่มาจากดวงอาทิตย์เมื่อระบบปรับอากาศทำงานหนัก ส่งผลให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น เนื่องจากสภาพอากาศในปัจจุบันมีแนวโน้มของอุณหภูมิปรับตัวสูงขึ้น (ณัฐวุฒิ วิชัย และคณะ, 2562) หากสามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานลงได้ก็จะสามารถนำงบประมาณในส่วนนี้ไปใช้ในการพัฒนาในส่วนอื่น ๆ ภายในหน่วยงานได้ คณะผู้ศึกษาวิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการใช้พลังงานและแนวทางการประหยัดพลังงานในวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม เพื่อศึกษาข้อมูลการใช้พลังงาน แบ่งสัดส่วนการใช้พลังงาน หาแนวทางในการประหยัดพลังงาน และประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานในวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินโครงการนั้น ผู้วิจัยจะทำการศึกษาการใช้พลังงานในอาคาร ศึกษาการตรวจวัดการใช้พลังงานในอาคาร จัดหาเครื่องมือตรวจวัดพลังงานที่มีความจำเป็น จัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการตรวจวัดพลังงาน ทำการสำรวจข้อมูลเพื่อแบ่งสัดส่วนการใช้พลังงาน ทำการตรวจวัดอุปกรณ์หลักที่มีการใช้พลังงานมาก หาแนวทางการประหยัดพลังงาน วิเคราะห์และประเมินผลการประหยัดพลังงาน และจัดทำรายงานผลการตรวจวัดพลังงาน ขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการตรวจวัดการใช้พลังงานในอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานหลัก ได้แก่ระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่างนั้น เนื่องจากอุปกรณ์มีจำนวนมาก จึงได้ใช้วิธีการสุ่มตรวจวัดอุปกรณ์ และทำการวัดค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. ระบบปรับอากาศ ในการตรวจวัดระบบปรับอากาศได้ทำการตรวจวัดค่าต่าง ๆ และใช้สมการในการคำนวณ ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าที่วัด และเครื่องมือที่ใช้ในการวัด

ลำดับที่	ค่าที่วัด	เครื่องมือวัด	หมายเหตุ
1	กำลังไฟฟ้า	เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า	วัดชั่วขณะ
2	อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ด้านลมจ่าย และลมกลับ	เครื่องวัดอุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ	วัดชั่วขณะ
3	ความเร็วลม	เครื่องวัดความเร็วลม	วัดชั่วขณะ
4	พื้นที่จ่ายลม	ตลับเมตร	-
5	ร้อยละการทำงานของ Compressor	นาฬิกาจับเวลา	วัดชั่วขณะ
6	เวลาการใช้งาน	-	ประเมินโดยผู้ใช้งาน

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (ยुทธพงษ์ ศรีวิชัยมูล และคณะ, 2562) สำหรับสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) โดยทั่วไปนิยมใช้กัน 3 แบบ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP (Coefficient of Performance) เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างความสามารถในการทำความเย็น (Watt) และกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (Watt) โดยค่า COP มีหน่วยเป็น W/W

$$\text{COP} = \frac{Q}{W} \quad \text{หรือ} \quad \text{COP} = \frac{m^\circ (\Delta h_{\text{out}})}{m^\circ (\Delta h_{\text{in}})}$$

โดยที่ Q คือ ชีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ (W)

W คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (W)

m° คือ อัตราการไหลของสารทำความเย็น (kJ/kg)

Δh_{out} คือ ผลต่างของเอนทาลปีด้านทำความเย็น h_1-h_4 (kJ/kg)

Δh_{in} คือ ผลต่างของเอนทาลปีด้าน Compressor h_2-h_1 (kJ/kg)

ค่าประสิทธิภาพพลังงาน EER หรือ Energy Efficiency Ratio เป็นค่าอัตราส่วนระหว่าง ชีดความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr) รวมสุทธิ และกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (Watt) โดยค่า EER มีหน่วยเป็น Btu/hr/Watt

$$\text{EER} = \frac{Q}{W}$$

โดยที่ Q คือ ชีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ (Btu/hr)

W คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (W)

ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น (CHP) เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (kW) และความสามารถในการทำความเย็น (TR หรือ ตันความเย็น)

$$CHP = \frac{kW}{TON}$$

โดยที่ **CHP** คือ ค่ากำลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น มีหน่วยเป็น (kW/TR)
kW คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าที่ภาระเต็มพิกัด (kW)
TON คือ ชีตความสามารถทำความเย็นรวมที่ภาระเต็มพิกัด (TR)

$$TON (TR) = 5.707 \times 10^{-3} \times CMM \times (Hr - Hs)$$

โดยที่ **CMM** คือ ปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ หน่วยเป็น (m³/min)
Hr คือ เอนทาลปีของอากาศด้านลมกลับ หน่วยเป็น (kJ/kg dry air)
Hs คือ เอนทาลปีของอากาศด้านลมจ่าย หน่วยเป็น (kJ/kg dry air)

จะเห็นได้ว่าค่านิยามของ EER, kW/TR และ COP เป็นส่วนกลับซึ่งกันและกัน โดย EER และ COP ยังมีค่าสูงเท่าไรก็หมายความว่าเครื่องปรับอากาศมีสมรรถนะการทำงานที่ดี ในขณะที่ค่า kW/TR ยังมีค่าต่ำเท่าไร เครื่องปรับอากาศเครื่องนั้นก็ยังมีค่าสมรรถนะการทำงานที่ดีเท่านั้นด้วย โดยทั้งนี้สามารถกำหนดความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\frac{kW}{TON} = \frac{12}{EER}, \quad COP = \frac{EER}{3.412}$$

หมายเหตุ: ที่ประสิทธิภาพมอเตอร์ และประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อน = 100 %

2. ระบบแสงสว่าง ในการตรวจวัดระบบแสงสว่างได้ทำการสุ่มตรวจวัดค่า และใช้สมการในการคำนวณ ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าที่วัด และเครื่องมือที่ใช้ในการวัด

ลำดับที่	ค่าที่วัด	เครื่องมือวัด	หมายเหตุ
1	กำลังไฟฟ้า	เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า	วัดชั่วขณะ
2	เวลาการใช้งาน	-	ประเมินโดยผู้ใช้งาน

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$P = V \times I \times P.F.$$

- โดยที่ P คือ กำลังไฟฟ้า หน่วยเป็น (W)
V คือ แรงดันไฟฟ้า หน่วยเป็น (Volt)
I คือ กระแสไฟฟ้า หน่วยเป็น (Ampere)
P.F. คือ ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor)

$$kWh = P \times h$$

- โดยที่ kWh คือ พลังงานไฟฟ้า หน่วยเป็น (kWh)
P คือ กำลังไฟฟ้า หน่วยเป็น (W)
h คือ ชั่วโมงการใช้งาน หน่วยเป็น (h)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

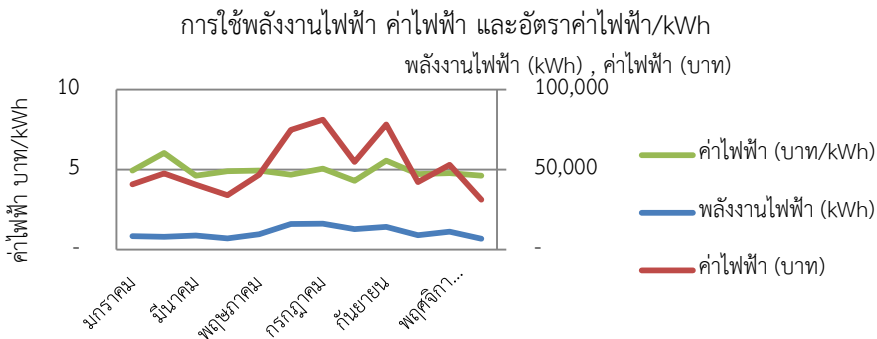
1. ข้อมูลทั่วไป

วิทยาลัยธาตุพนม ประกาศจัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 7 พฤษภาคม 2539 มีเนื้อที่ 57 ไร่ ปัจจุบัน วิทยาลัยธาตุพนม ได้หลอมรวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของมหาวิทยาลัยนครพนม เมื่อวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2548 ประกาศลงในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 122 ตอนที่ 75 ก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษากระทรวงศึกษาธิการ ตั้งอยู่เลขที่ 457 ถนนพนมพนารักษ์ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม สถานที่ตั้งของวิทยาลัยธาตุพนม ทิศเหนืออยู่ติดกับแหล่งชุมชนหมู่ที่ 4 บ้านธาตุพนมใต้ทิศใต้อยู่ติดกับสวนศรีโคตร ของเทศบาลอำเภอธาตุพนม ทิศตะวันออก อยู่ติดกับบ้านพักตำรวจและแหล่งชุมชนหมู่ที่ 2 และแม่น้ำโขง ทิศตะวันตก อยู่ติดกับแหล่งชุมชนหมู่ที่ 4 บ้านธาตุพนมใต้ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 แผนผังอาคาร วิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

2. การใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และอัตราค่าไฟฟ้า/kWh



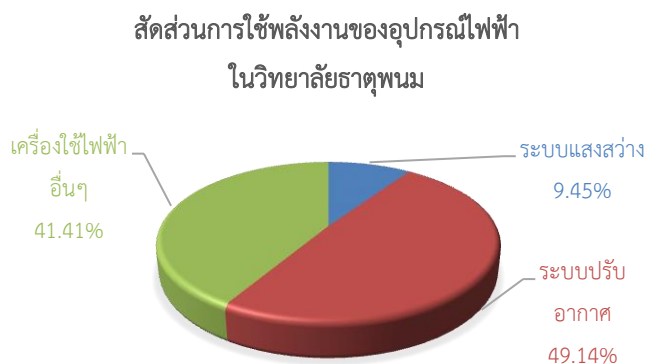
รูปที่ 3 การใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และอัตราค่าไฟฟ้า/kWh

จากรูปที่ 3 และตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าอัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยของวิทยาลัยธาตุพนม ในปี พ.ศ. 2561 มีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.92 บาท/kWh มีค่าสูงสุดที่ 6.04 บาท/kWh และมีค่าต่ำสุดที่ 4.30 บาท/kWh พลังงานที่ใช้มีค่าเฉลี่ย 10,572.11 kWh มีค่าสูงสุดที่ 16,094 kWh และมีค่าต่ำสุดที่ 6,726.99 kWh และค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 52,012.36 บาท/เดือน มีค่าสูงสุดที่ 81,200.15 บาท/เดือน และมีค่าต่ำสุดที่ 31,039.82 บาท/เดือน

ตารางที่ 3 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และอัตราค่าไฟฟ้า/kWh ปี พ.ศ.2561

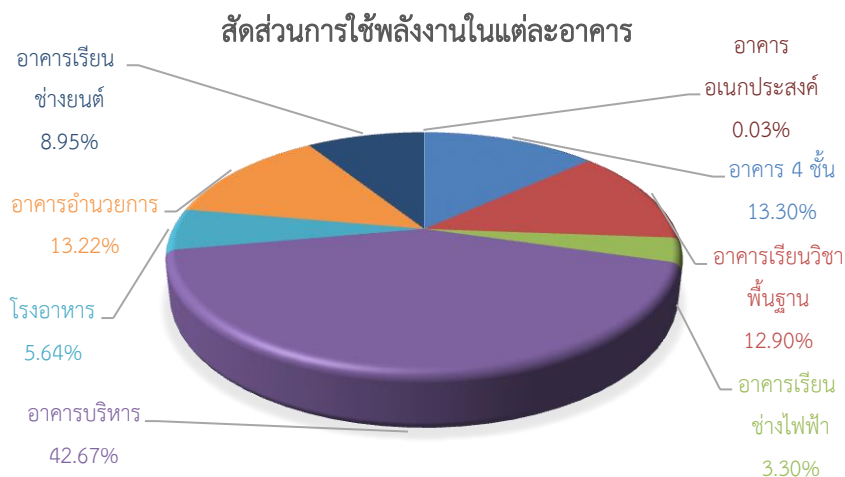
ที่	เดือน (ปี พ.ศ.2561)	พลังงาน (kWh)	ค่าไฟฟ้า/เดือน (บาท)	อัตราค่าไฟฟ้า (บาท/ kWh)
1	มกราคม	8,242.42	40,721.24	4.94
2	กุมภาพันธ์	7,873.72	47,521.88	6.04
3	มีนาคม	8,772.50	40,501.08	4.62
4	เมษายน	6,915.01	33,898.62	4.90
5	พฤษภาคม	9,483.73	46,754.79	4.93
6	มิถุนายน	15,974.99	74,818.48	4.68
7	กรกฎาคม	16,094.00	81,200.15	5.05
8	สิงหาคม	12,734.00	54,708.93	4.30
9	กันยายน	14,075.00	78,065.58	5.55
10	ตุลาคม	8,919.00	42,045.14	4.71
11	พฤศจิกายน	11,054.00	52,872.59	4.78
12	ธันวาคม	6,726.99	31,039.82	4.61
ค่าเฉลี่ย		10,572.11	52,012.36	4.92

3 สัดส่วนการใช้พลังงานในวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม



รูปที่ 4 สัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ในวิทยาลัยธาตุพนม

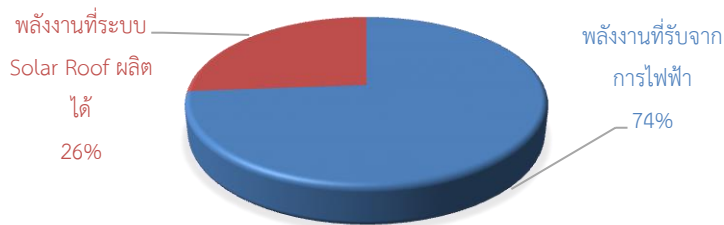
จากกราฟสัดส่วนการใช้พลังงานในรูปที่ 4 จะเห็นว่าระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานสูงที่สุด คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 49.14 รองลงมาคือ ระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 41.41 และระบบแสงสว่าง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 9.45 ตามลำดับ



รูปที่ 5 สัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละอาคาร

จากสัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละอาคาร (รูปที่ 5) พบว่า อาคารบริหารมีการใช้พลังงานสูงที่สุด มีการใช้พลังงานร้อยละ 42.67 รองลงมาคือ อาคาร 4 ชั้น มีการใช้พลังงานร้อยละ 13.30 อาคารอำนวยการ มีการใช้พลังงานร้อยละ 13.22 อาคารเรียนวิชาพื้นฐาน มีการใช้พลังงานร้อยละ 12.90 อาคารเรียนช่างยนต์ มีการใช้พลังงานร้อยละ 8.95 อาคารโรงอาหาร มีการใช้พลังงานร้อยละ 5.64 อาคารเรียนช่างไฟฟ้า มีการใช้พลังงานร้อยละ 3.30 และอาคารอเนกประสงค์ มีการใช้พลังงานร้อยละ 0.03 ตามลำดับ

สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานหมุนเวียน ในวิทยาลัยธาตุพนม



รูปที่ 6 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานหมุนเวียน ในวิทยาลัยธาตุพนม

จากกราฟการใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานหมุนเวียน ในวิทยาลัยธาตุพนม (รูปที่ 6) พบว่า พลังงานไฟฟ้าที่รับจากการไฟฟ้ามีสัดส่วนร้อยละ 74 และมีการใช้พลังงานหมุนเวียนคือพลังงานจากแสงอาทิตย์ร้อยละ 26 ซึ่งสามารถผลิตพลังงานได้ถึง 3,750 หน่วยต่อเดือน 45,000 หน่วยต่อปี คิดเป็นเงิน 18,450 บาทต่อเดือน 221,400 บาทต่อปี

4. แนวทางในการประหยัดพลังงาน และศักยภาพการประหยัดพลังงาน ในวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม

4.1 มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 1 ชั่วโมง

ก่อนการปรับปรุง วิทยาลัยฯ มีการใช้เครื่องปรับอากาศเป็นจำนวนมาก เครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน และมีการสิ้นเปลืองพลังงานสูง หากทำการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกงาน 1 ชั่วโมง จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ จากการประเมินพลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุงมีค่าประมาณ 185,758 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 913,928 บาท/ปี ประเมินจากค่า EER ของเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr มีค่าเท่ากับ 8.0 และ EER ของเครื่องปรับอากาศขนาด 24,000 Btu/hr มีค่าเท่ากับ 8.2 ประเมินชั่วโมงการทำงานที่ 7 ชั่วโมงต่อวัน 200 วันต่อปี ราคาพลังงานต่อหน่วยมีค่า 4.92 บาท/kWh สัดส่วนการทำงาน (Load Factor) ประเมินที่ 70% (ประเมินจากการสุ่มจับเวลาการทำงานของ Compressor)

ตารางที่ 4 การประเมินผล มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 1 ชั่วโมง

มาตรการ ปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 1 ชั่วโมง

ลำดับ	รายการ	สัญลักษณ์	Input	Output	Input	Output	Sum	หน่วย
1	สถานะก่อนการปรับปรุง							
2	สัดส่วนสมรรถนะการทำงาน	EER_1	8.0		8.2			BTU/H/W
3	ขนาดพิกัดเครื่องปรับอากาศ	$BTUH_1$	12,000		24,000			BTUH
4	จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ใช้	QTY_1	21		54		75.0	ชุด
5	ชั่วโมงการทำงาน	Hr_1	1,400		1,400			ชม./ปี
6	สัดส่วนการทำงาน (Load Factor)	$\%LF_1$	70%		70%			%
7	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	$En_1 = \frac{BTUH_1}{EER_1} \times \frac{QTY_1 \times Hr_1 \times \%LF_1}{1000}$			30,870		154,887.8	kWh/ปี
8	สถานะหลังการปรับปรุง							
9	สัดส่วนสมรรถนะการทำงาน	EER_2	8.0		8.2			BTU/H/W
10	ขนาดพิกัดเครื่องปรับอากาศ	$BTUH_2$	12,000		24,000			BTUH
11	จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ใช้	QTY_2	21		54		75.0	ชุด
12	ชั่วโมงการทำงาน	Hr_2	1,200		1,200			ชม./ปี
13	สัดส่วนการทำงาน (Load Factor)	$\%LF_2$	70%		70%			%
14	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	$En_2 = \frac{BTUH_2}{EER_2} \times \frac{QTY_2 \times Hr_2 \times \%LF_2}{1000}$			26,460		132,761.0	kWh/ปี
15	ปริมาณการผลประหยัด							
16	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	$\Delta E = En_1 - En_2$			4,410		22,126.8	kWh/ปี
17	สรุปผลประหยัดและการลงทุน							
18	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เดิม	En_1			30,870		154,888	kWh/ปี
19	ปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้	ΔE			4,410		22,127	kWh/ปี
20	คิดเป็นร้อยละ	$\% \Delta E = \Delta E / En_1$			14.3%		14.3%	%
21	ราคาพลังงานต่อหน่วย	UC	4.92		4.92			บาท/kWh
22	มูลค่าพลังงานที่ประหยัดได้	$SC = \Delta E \times UC$			21,697		108,864	บาท/ปี
23	การลงทุน	I	0		0			บาท
24	ระยะเวลาคืนทุน	$PB = I / SC$			0.00		0.00	ปี

หลังการปรับปรุง ทำการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกงาน 1 ชั่วโมง จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ ประเมินโดยลดชั่วโมงการทำงานลง 1 ชั่วโมง เป็น 6 ชั่วโมง ต่อวัน 200 วันต่อปี จากการประเมินสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 26,537 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 130,561 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 14.3 ของการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง โดยไม่ต้องใช้เงินลงทุน

4.2 มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ โดยการล้างเครื่องปรับอากาศ ก่อนการปรับปรุง ระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานที่สูง ซึ่งระบบปรับอากาศ ประกอบด้วยเครื่องจักรและอุปกรณ์จำนวนมาก อุปกรณ์เหล่านี้หลายส่วนสามารถปรับปรุง เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นซึ่งจะช่วยให้ประหยัดพลังงาน และลดค่าใช้จ่ายสืบเนื่อง ของระบบปรับอากาศลงได้ (ฉันทนา พันธุ์เหล็ก, 2562) หากทำการบำรุงรักษาโดยการล้าง เครื่องปรับอากาศ จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ จากการประเมินพลังงานไฟฟ้า ก่อนปรับปรุงมีค่าประมาณ 159,221 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 783,367 บาท/ปี ประเมินจากค่า EER ของเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr มีค่าเท่ากับ 8.0 และ EER ของ

เครื่องปรับอากาศขนาด 24,000 Btu/hr มีค่าเท่ากับ 8.2 ประเมินชั่วโมงการทำงานที่ 6 ชั่วโมงต่อวัน 200 วันต่อปี ราคาพลังงานต่อหน่วยมีค่า 4.92 บาท/kWh สัดส่วนการทำงาน (Load Factor) ประเมินที่ 70% (ประเมินจากการสุ่มจับเวลาการทำงานของ Compressor)

ตารางที่ 5 การประเมินผล มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ โดยการล้างเครื่องปรับอากาศ

มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ โดยการล้างเครื่องปรับอากาศ

ลำดับ	รายการ	สัญลักษณ์	Input	Output	Input	Output	Sum	หน่วย
1	สถานะก่อนการปรับปรุง							
2	สัดส่วนสมรรถนะการทำงาน	EER_1	8.0		8.2			BTUH/W
3	ขนาดพิกัดเครื่องปรับอากาศ	$BTUH_1$	12,000		24,000			BTUH
4	จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ใช้	QTY_1	21		54		75	ชุด
5	ชั่วโมงการทำงาน	Hr_1	1,200		1,200			ชม./ปี
6	สัดส่วนการทำงาน (Load Factor)	$\%LF_1$	70%		70%			%
7	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	$En_1 = \frac{BTUH_1 \times QTY_1 \times Hr_1 \times \%LF_1}{EER_1 \times 1000}$		26,460		132,761	159,221	kWh/ปี
8	สถานะหลังการปรับปรุง							
9	สัดส่วนสมรรถนะการทำงาน	EER_2	11.0		11.0			BTUH/W
10	ขนาดพิกัดเครื่องปรับอากาศ	$BTUH_2$	12,000		24,000			BTUH
11	จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ใช้	QTY_2	21		54		75	ชุด
12	ชั่วโมงการทำงาน	Hr_2	1,200		1,200			ชม./ปี
13	สัดส่วนการทำงาน (Load Factor)	$\%LF_2$	70%		70%			%
14	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	$En_2 = \frac{BTUH_2 \times QTY_2 \times Hr_2 \times \%LF_2}{EER_2 \times 1000}$		19,244		98,967.3	118,211	kWh/ปี
15	ประมาณการผลประโยชน์							
16	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	$\Delta E = En_1 - En_2$		7,216		33,793.7	41,010	kWh/ปี
17	สรุปผลประโยชน์และการลงทุน							
18	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เดิม	En_1		26,460		132,761	159,221	kWh/ปี
19	ปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้	ΔE		7,216		33,794	41,010	kWh/ปี
20	คิดเป็นร้อยละ	$\% \Delta E = \Delta E / En_1$		27.3%		25.5%	25.8%	%
21	ราคาพลังงานต่อหน่วย	UC	4.92		4.92			บาท/kWh
22	มูลค่าพลังงานที่ประหยัดได้	$SC = \Delta E \times UC$		35,505		166,265	201,770	บาท/ปี
23	การลงทุน	I	6,300		16,200		22,500	บาท
24	ระยะเวลาคืนทุน	$PB = I / SC$		0.18		0.10	0.11	ปี

หลังการปรับปรุง ทำการบำรุงรักษาโดยการล้างเครื่องปรับอากาศ จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ หลังปรับปรุง ประเมินจากค่า EER ของเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr และ 24,000 Btu/hr มีค่าเท่ากับ 11 ประเมินชั่วโมงการทำงานที่ 6 ชั่วโมงต่อวัน 200 วันต่อปี จากการประเมินสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 41,010 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 201,770 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 25.8 ของการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง ใช้เงินลงทุน 22,500 ระยะเวลาคืนทุน 0.11 ปี

4.3 มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W เป็นหลอดแอลอีดี 18 W

ก่อนการปรับปรุง วิทยาลัยฯ มีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W ร่วมกับ บัลลาสต์แกนเหล็กแบบธรรมดา มีการสูญเสียประมาณ 10 W เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีการใช้พลังงานสูง หากทำการเปลี่ยนเป็นหลอดแอลอีดี 18 W จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ ประเมินกำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุงของหลอดไฟฟ้ารวมบัลลาสต์ที่ 46 W (ค่าจากการสุ่มตรวจวัด) ประเมินชั่วโมงการทำงานที่ 4 ชั่วโมงต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ 4 สัปดาห์ต่อเดือน 12 เดือนต่อปี เท่ากับ 960 ชั่วโมงต่อปี (เนื่องจากอาคารส่วนใหญ่สามารถใช้แสงจากภายนอกได้ ดังนั้นจึงไม่ได้เปิดใช้งานตลอดทั้งวัน มีการใช้งานเฉพาะช่วงเวลาที่แสงน้อย ไม่เพียงพอเท่านั้น) ราคาพลังงานต่อหน่วยมีค่า 4.92 บาท/kWh

ตารางที่ 6 การประเมินผล มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W เป็นหลอดแอลอีดี 18 W

มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W เป็นหลอดแอลอีดี 18 W

ลำดับ	รายการ	สัญลักษณ์	Input	Output	หน่วย
1	สถานะก่อนการปรับปรุง				
2	กำลังหลอดแสงสว่างที่ใช้อยู่ที่ใช้อยู่		36.0		W/หลอด
3	บัลลาสต์และอุปกรณ์เสริมอื่นๆ		10.0		W/หลอด
4	รวมกำลังไฟฟ้าต่อหลอด	W_{t1}		46.0	W/หลอด
5	จำนวนชุดของอุปกรณ์หรือระบบ	QTY_1	253		ชุด
6	รวมกำลังไฟฟ้าขณะทำงาน	$W_{E1} = W_{t1} \times QTY_1$		11.6	kW
7	ชั่วโมงการทำงานของระบบต่อปี	Hr_1	960		ชม./ปี
8	ร้อยละการทำงานของระบบ	$\%LF_1$	100.0%		%
9	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้	$En_1 = W_{E1} \times Hr_1 \times \%LF_1$		11,172	kWh/ปี
10	สถานะหลังการปรับปรุง				
11	กำลังหลอดแสงสว่างที่ใช้หลังปรับปรุง		18.0		W/หลอด
12	บัลลาสต์และอุปกรณ์เสริมอื่นๆ				W/หลอด
13	รวมกำลังไฟฟ้าต่อหลอด	W_{t2}		18.0	W/หลอด
14	จำนวนชุดของอุปกรณ์หรือระบบ	QTY_2	253		ชุด
15	ระบบเดิมใช้กำลังไฟฟ้าขณะทำงาน	$W_{E2} = W_{t2} \times QTY_2$		4.6	kW
16	ชั่วโมงการทำงานของระบบต่อปี	Hr_2	960		ชม./ปี
17	ร้อยละการทำงานของระบบ	$\%LF_2$	100.0%		%
18	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้	$En_2 = W_{E2} \times Hr_2 \times \%LF_2$		4,372	kWh/ปี
19	ประมาณการผลประหยัด				
20	กำลังไฟฟ้าที่ลดลงได้	$\Delta W = W_{E1} - W_{E2}$		7.1	kW
21	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	$\Delta E = En_1 - En_2$		6,801	kWh/ปี
22	สรุปผลประหยัดและการลงทุน				
23	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เดิม	En_1		11,172	kWh/ปี
24	ปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้	ΔE		6,801	kWh/ปี
25	คิดเป็นร้อยละผลประหยัด	$\%\Delta E = \Delta E / En_1$		60.9%	%
26	ราคาพลังงานต่อหน่วย	UC	4.92		บาท/kWh
27	มูลค่าพลังงานที่ประหยัดได้	$SC = \Delta E \times UC$		33,459	บาท/ปี
28	การลงทุน	I	63,250		บาท
29	ระยะเวลาคืนทุน	$PB = I/SC$		1.89	ปี

หลังการปรับปรุง ทำการเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W ร่วมกับ บัลลาสต์แกนเหล็กแบบธรรมดา มีการสูญเสียประมาณ 10 W เป็นหลอดแอลอีดี 18 W จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ หลังปรับปรุง ประเมินค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดแอลอีดี ที่ 18 W จากการประเมินสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 6,801 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 33,459 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 60.9 ของการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง ใช้เงินลงทุน 63,250 (ประเมินราคาหลอดไฟฟ้าที่ 250 บาทต่อหลอด) ระยะเวลาคืนทุน 1.89 ปี

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการใช้พลังงานและแนวทางการประหยัดพลังงานในวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนมผลจากการศึกษา พบว่า มีมาตรการที่มีศักยภาพ 3 มาตรการ ประกอบด้วย มาตรการปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน 1 ชั่วโมง สามารถลดการใช้พลังงานได้ 26,537 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 130,561 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 14.3 ของการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง โดยไม่ต้องใช้เงินลงทุน มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ โดยการล้างเครื่องปรับอากาศ สามารถลดการใช้พลังงานได้ 41,010 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 201,770 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 25.8 ของการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง ใช้เงินลงทุน 22,500 ระยะเวลาคืนทุน 0.11 ปี มาตรการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W เป็นหลอดแอลอีดี 18 W สามารถลดการใช้พลังงานได้ 6,801 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 33,459 บาท/ปี คิดเป็นร้อยละ 60.9 ของการใช้พลังงานก่อนการปรับปรุง ใช้เงินลงทุน 63,250 ระยะเวลาคืนทุน 1.89 ปี ผลที่ได้เป็นค่าจากการตรวจวัดรวมกับการประเมิน ดังนั้น อาจไม่สอดคล้องกับการใช้พลังงานจริง

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการเพิ่มมาตรการด้านกรอบอาคารเพื่อลดภาระด้านความร้อนจากภายนอก สำหรับการประเมินผลการประหยัดพลังงานนั้นไม่สามารถตรวจวัดอุปกรณ์ทั้งหมดได้ เนื่องจากมีจำนวนมาก และมีความหลากหลาย ชั่วโมงการทำงานที่ประเมินอาจไม่สอดคล้องกับการใช้งานจริง ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ และนอกจากนี้ ยังมีตัวแปรอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการทำงาน เช่น ฤดูกาล อุณหภูมิแวดล้อม ภาระการปรับอากาศ

ภายในพื้นที่ หากสามารถเก็บข้อมูลได้ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง ก็จะทำให้สามารถประเมินผล การประหยัดพลังงานได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนินงานวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้พลังงานและแนวทางการประหยัดพลังงาน ในวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนมนั้น ผู้ศึกษาขอขอบคุณวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- บัณฑิต พึ่งธรรมสาร. (2554). *แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี พ.ศ 2554 – 2573*. กระทรวงพลังงาน. กรุงเทพมหานคร.
- ณัฐวุฒิ วิชัย, ฉันทนา พันธุ์เหล็ก และ สมชาย มณีวรรณกลาง. (2562). *การศึกษาการลดความร้อนผ่านหลังคาอาคารด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับระบบหลังคาสองชั้น ร่วมกับแผ่นสะท้อนรังสีความร้อน และฉนวนกันความร้อนโพลีเอทิลีน*. น. 1,029-1,036. ใน: การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15, 21 – 24 พฤษภาคม 2562. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.
- ยุทธพงษ์ ศรีวิชัยมูล, สุรเกียรติ์ คล้ายศรี, ชัชพงศ์ หอมจันทร์ และ บุญยัง ปลั่งกลาง. (2562). *การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานของฉนวนกันความร้อนประหยัดพลังงาน*. น. 839-842. ใน: การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15, 21-24 พฤษภาคม 2562. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.
- ฉันทนา พันธุ์เหล็ก. (2562). *โครงการศึกษาจัดทำมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของฉนวนกันความร้อนอุณหภูมิต่ำ*. น. 581-587. ใน: การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15, 21-24 พฤษภาคม 2562. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.