RMUTTO Reserch Journal Vol.18 No.1 (January - June 2025) ISSN 3027-8325 (Online)
DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.264697

การประเมินผลมาตรการประหยัดพลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบแสงสว่างในอาคารรัตนโกสินทร์เพลส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

Evaluation of Energy Conservation Measures and Greenhouse Gas Emission Reduction of Lighting System in Rattanakosin Place Building, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

จิระศักดิ์ พุกดำ[1,3] วลี อมาตยกุล[2*] และ วรัญญู เหลาโชติ[1]

Jirasak Pukdum[1,3] Valee Amatayakul[2*] and Waranyoo Louchot[1]

[1]สาขาวิชาการจัดการงานก่อสร้างและนวัตกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ประเทศไทย

[2]วิทยาลัยผู้ประกอบการสร้างสรรค์นานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ประเทศไทย

[3]วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ประเทศไทย

[1]Department of Management of Construction and Building Innovation, Faculty of Architecture and Design, Rajamangala University of Technology Rattanakosin, Thailand

[2]Rattanakosin International College of Creative Entrepreneurship, Rajamangala University of Technology Rattanakosin, Thailand

[3]Rattanakosin College for Sustainable Energy and Environment, Rajamangala University of Technology Rattanakosin, Thailand

**E-mail: valee.ama@rmutr.ac.th Tel. (+66)631456553*

(Received 14/09/2024, Revised 06/05/2025, Accepted 19/05/2025)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลการประหยัดพลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอด LED ในอาคารรัตนโกสินทร์เพลส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โดยเก็บข้อมูลการใช้พลังงานก่อนและหลังการเปลี่ยนหลอดไฟ รวมทั้งวิเคราะห์วงจรชีวิตต้นทุน (LCCA) อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ 3 ประเภท (28W, 14W และ 11W) จำนวน 964 หลอด เป็นหลอด LED (18W, 9W และ 5W) ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง 48.8% จาก 54,030.24 kWh/ปี เหลือ 27,609.12 kWh/ปี และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 14,964.92 $kgCO_2eq$/ปี หรือ 49% การวิเคราะห์ LCCA ตลอดอายุโครงการ 3 ปี พบว่าต้นทุนรวมของระบบ LED (486,013 บาท) ต่ำกว่าฟลูออเรสเซนต์ (784,583 บาท) โดยประหยัดสุทธิ 298,570 บาท อัตราผลตอบแทน (ROI) อยู่ที่ 121.2% และระยะคืนทุน 10 เดือน สะท้อนถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ส่งผลเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนพลังงานของประเทศ

คำสำคัญ: หลอด LED หลอดฟลูออเรสเซนต์ การประหยัดพลังงาน การลดก๊าซเรือนกระจก วงจรชีวิตต้นทุน

Abstract

This study aims to evaluate energy savings and greenhouse gas (GHG) emission reductions achieved by replacing fluorescent lamps with LED lamps in the Rattanakosin Place Building at Rajamangala University of Technology Rattanakosin. Energy consumption data were collected before and after the replacement, along with analyses of Life Cycle Cost (LCCA), Return on Investment (ROI), and GHG mitigation. The findings reveal that replacing 964 fluorescent lamps (28W, 14W, and 11W) with LED lamps (18W, 9W, and 5W, respectively) reduced energy consumption by 48.8%, from 54,030.24 kWh/year to 27,609.12 kWh/year, and correspondingly

decreased GHG emissions by 14,964.92 kgCO_2eq/year (49%). Over a 3-year lifespan, LCCA showed the total cost of the LED system (486,013 THB) was lower than the fluorescent system (784,583 THB), yielding net savings of 298,570 THB. The ROI stood at 121.2% with a 10-month payback period, confirming economic viability. These results demonstrate positive impacts on environmental protection and national energy sustainability.

Keywords: LED lamps, Fluorescent lamps, Energy conservation, Greenhouse gas reduction, Life cycle cost

1. บทนำ

ประเทศไทยได้ดำเนินมาตรการประหยัดพลังงานหลากหลายรูปแบบเพื่อยกระดับประสิทธิภาพพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น แผนเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (EEP) และแผนพัฒนาพลังงานทดแทน (AEDP) ซึ่งมุ่งลดความเข้มของการใช้พลังงานและเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากมาตรการประหยัดหลังงานแล้ว ประเทศไทยได้ดำเนินมาตรการ เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) โดยมีเป้าหมายสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนภายในปี 2050 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในปี 2065 มาตรการเหล่านี้ครอบคลุมหลายภาคส่วน ทั้งการผลิตไฟฟ้า การขนส่งการบิน และการจัดการป่าไม้ โดยให้ความสำคัญกับการใช้พลังงานหมุนเวียน การเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน และเทคโนโลยีการดักจับคาร์บอน แนวทางของประเทศไทยอาศัยความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน ซึ่งสนับสนุนโดยนโยบายระดับชาติและกรอบความร่วมมือระหว่างประเทศ (Chotichanathawewong & Thongplew, 2012) จึงทำให้เกิด "แผนงานลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมในระดับประเทศ" (NAMAs) เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้อยละ 7–20 จากระดับปกติ โดยเน้นภาคพลังงานและการขนส่ง เพื่อติดตามและตรวจสอบการลดการปล่อยมลพิษ พร้อมส่งเสริมพลังงานหมุนเวียนและประสิทธิภาพพลังงาน (Bunchuaidee et al., 2017) ในภาคขนส่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะ ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อมลพิษอากาศ มาตรการการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าและพัฒนาระบบขนส่งมวลชน ที่คาดว่าจะลดการปล่อยก๊าซได้ 17.81% เมื่อเทียบกับสถานการณ์ปกติ (Thanatrakolsri & Sirithian, 2024) สำหรับการบิน การเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงและพัฒนานวัตกรรมอากาศยานจะช่วยลดการปล่อยมลพิษ สนับสนุนเป้าหมายสภาพภูมิอากาศปี 2573 (Champeecharoensuk et al., 2023) ภาคป่าไม้มีบทบาทสำคัญในการกักเก็บคาร์บอน โครงการ "ไทยลดก๊าซเรือนกระจกโดยความสมัครใจ" (T-VER) ส่งเสริมการปลูกป่ายั่งยืนและโครงการกักเก็บคาร์บอน ซึ่งแสดงศักยภาพเพิ่มปริมาณคาร์บอนสะสมได้อย่างมีนัยสำคัญภายในหนึ่งทศวรรษ (Uttaruk et al., 2024) ภาคการผลิตไฟฟ้าเป็นเป้าหมายหลักในการลดก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากมีส่วนสำคัญต่อการปล่อยมลพิษของประเทศ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT) กำลังนำเทคโนโลยีการดักจับและกักเก็บคาร์บอน (CCS) มาใช้ในโรงไฟฟ้าถ่านหินลิกไนต์และก๊าซธรรมชาติ โครงการ "Sink Co-creation" มีเป้าหมายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 17.07 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าภายในปี 2573 โดยโรงไฟฟ้าถ่านหินลิกไนต์จะลดได้ 3.79 ล้านตัน และโรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติลดได้ 13.28 ล้านตัน อย่างไรก็ตาม ความท้าทายด้านต้นทุนสูงและการขาดแรงจูงใจในการลงทุนทำให้ต้องอาศัยการสนับสนุนจากรัฐบาลและมาตรการจูงใจทางนโยบาย (Thepsaskul et al., 2025) แม้ประเทศไทยจะก้าวหน้าในการลดก๊าซเรือนกระจก แต่ยังคงมีอุปสรรคสำคัญ เช่น ต้นทุนสูงของเทคโนโลยีขั้นสูงอย่าง CCS และความจำเป็นในการสนับสนุนนโยบายอย่างต่อเนื่อง การบูรณาการประเด็นสภาพภูมิอากาศในนโยบายระดับชาติ และความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนถือเป็นปัจจัยสำคัญเพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนและลดการปล่อยมลพิษในระยะยาว

การประเมินการปล่อยคาร์บอนจากจึงได้ถูกนำมาใช้ควบคู่กับมาตรการลดการใช้พลังงานโดยระบบปรับอากาศและแสงสว่างมีความสำคัญสูง เนื่องจากระบบเหล่านี้มีส่วนสำคัญต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั่วโลก โดยเฉพาะระบบปรับอากาศซึ่งเป็นแหล่งปล่อยคาร์บอนหลักอันเนื่องมาจากการใช้ไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างกว้างขวาง ระบบปรับอากาศมีส่วนรับผิดชอบต่อการปล่อยคาร์บอนในอาคารอย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษาอาคารที่อยู่อาศัยในจีน พบว่าเครื่องปรับอากาศคิดเป็น 44% ของการปล่อยคาร์บอนในขั้นตอนการใช้งาน (Lin et al., 2022) สารทำความเย็นประเภทไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน

(HFCs) ซึ่งใช้กันทั่วไปมีศักยภาพก่อภาวะโลกร้อนสูง การเปลี่ยนไปใช้สารทดแทนเช่น R744 (CO_2) และ R1234yf สามารถลดการปล่อยก๊าซได้เกิน 60% และ 40% ตามลำดับ เมื่อเทียบกับ R134a (Ruan et al., 2024) อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพและต้นทุนของสารเหล่านี้แตกต่างกันตามสภาพภูมิอากาศ (Aljolani et al., 2024) การเปลี่ยนไปใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อขับเคลื่อนระบบสามารถช่วยลดรอยเท้าคาร์บอนได้อย่างมีนัยสำคัญ (Litardo et al., 2023) ตัวอย่างเช่น ระบบทำความเย็นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบดูดซับปล่อย CO_2 น้อยกว่าระบบทั่วไปอย่างชัดเจน (Garcia et al., 2021) ส่วนระบบแสงสว่างแม้ใช้พลังงานน้อยกว่าแต่ยังคงมีส่วนปล่อยคาร์บอน โดยเฉพาะเมื่อใช้เทคโนโลยีที่ไม่มีประสิทธิภาพ ในอาคารที่อยู่อาศัยของจีน ระบบแสงสว่างมีส่วนก่อคาร์บอน 33% ในขั้นตอนการใช้งาน เทคโนโลยีแสงสว่างประหยัดพลังงาน เช่น ไฟ LED ช่วยลดการปล่อยมลพิษได้มาก เนื่องจากใช้พลังงานน้อยลงและมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น (Lin et al., 2022) การลดการปล่อยมลพิษจากระบบปรับอากาศและแสงสว่างต้องพิจารณาบริบทการบริโภคพลังงานในภาพรวมควบคู่ไปด้วย ตามแนวทางการออกแบบอาคารโดยปรับปรุงการออกแบบเพื่อลดภาระการทำความเย็นและบูรณาการพลังงานหมุนเวียน (Cowan et al., 2015) รวมถึงยกระดับประสิทธิภาพอุปกรณ์และส่งเสริมเทคโนโลยีคาร์บอนต่ำในภาคส่วนทำความเย็นและแสงสว่าง (Cheekatamarla et al., 2024)

จากข้อมูลดังกล่าว ทำให้เห็นถึงปัญหาและความสำคัญของพลังงานและก๊าซเรือนกระจก ซึ่งส่งผลให้เกิดการศึกษามาตรการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอาคารตามมา ดังนั้นผู้วิจัยมีแนวคิดนำมาตรการประหยัดพลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบแสงสว่างโดยประเมินการปรับเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า LED มาใช้ในอาคารรัตนโกสินทร์เพลส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ เพื่อศึกษาผลของการลดการใช้พลังงานจากระบบแสงสว่างและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้หลอดไฟ LED ทดแทนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ เพื่อศึกษาผลของการลดการใช้พลังงานจากระบบแสงสว่างและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้หลอดไฟ LED ทดแทนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์

2. วิธีการทดลอง

การประเมินผลมาตรการประหยัดพลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบแสงสว่างในอาคารรัตนโกสินทร์เพลส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ มีขั้นตอนการดำเนินการ โดยการค้นคว้าหาข้อมูลเบื้องต้น ที่เกี่ยวข้อง กับชนิดของหลอดไฟในอาคารรัตนโกสินทร์เพลส มหาวิทยาลัยราชมงคลรัตนโกสินทร์ เพื่อทำการกำหนดตัวแปร กำหนดขอบเขตการศึกษา รวมทั้งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาข้อมูลตัวแปรของงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย ตัวแปรทางด้านการจัดการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างอาคาร ได้แก่ เวลาที่ต้องการใช้ ลักษณะพื้นที่ภายในและภายนอกอาคารรัตนโกสินทร์เพลส มหาวิทยาลัยราชมงคลรัตนโกสินทร์ พื้นที่ทางเดิน พื้นที่จอดรถ พื้นที่ในอาคารจากนั้นทำการคำนวณผลการใชพลังงานไฟฟ้าทั้งก่อนและหลังผลการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอด LED การคำนวณค่าไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องรู้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า ซึ่งทราบได้จากตัวเลขที่กำกับไว้บนหลอดไฟฟ้า การใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าใน 1 วัน สามารถใช้การคำนวณ ดังสมการที่ (1)

$$\text{จำนวนหน่วย (kWh) ใน 1 วัน} = \frac{\text{W} \times \text{จำนวนหลอดไฟฟ้า}}{1000} \times \text{จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน ใน 1 วัน} \quad (1)$$

การคำนวณผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระบบแสงสว่างในอาคารรัตนโกสินทร์เพลสจะมีกิจกรรมที่ต้องดำเนินการเก็บข้อมูลดัง Table 1 กรณีที่มีการติดตั้งอุปกรณ์แสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงและใช้พลังงานลดลง ในพื้นที่อาคารบ้านเรือนหรือพื้นที่เดิม ต้องมีค่าความส่องสว่างของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างเท่าเดิมหรือมากกว่าอุปกรณ์ให้แสงสว่างเดิม

DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.264697

Table 1 Greenhouse gas emission activities used in calculation (Thailand Greenhouse Gas Management Organization [TGO], 2018)

Greenhouse Gas Emissions	Sources of Greenhouse Gases	Types of Greenhouse Gases	Details of Greenhouse Gas Emission Activities
Baseline Case	Electricity Consumption	CO_2	Electricity consumption from lighting equipment before modification
Project Implementation	Electricity Consumption	CO_2	Electricity consumption from lighting equipment after modification

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (TGO, 2018) จากกรณีฐาน (Baseline Emission) พิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างตามข้อมูลกรณีฐาน การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ (2)

$$BE_y = \sum (P_{BE,i} \times N_{i,y} \times H_{i,y}) \times 10^{-3} \times EF_{Elec} \quad (2)$$

โดยที่

BE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ในปี y ($kgC0_2e/year$)

$P_{BE,i}$ = คำกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง ก่อนการปรับเปลี่ยน ประเภท i (W)

$N_{i,y}$ = จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง ก่อนการปรับเปลี่ยน ประเภท i (kWh) ในปี y

$H_{i,y}$ = จำนวนชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง ประเภท i ในปี y (h/year)

EF_{Elec} = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า (0.5664 $kgCO_2e/kWh$)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ (Project Emission) พิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่ติดตั้งใหม่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (3)

$$PE_y = \sum (P_{PE,i} \times N_{i,y} \times H_{i,y}) \times 10^{-3} \times EF_{Elec} \quad (3)$$

โดยที่

PE_y = ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในการดำเนินโครงการในปี y ($kgC0_2e/year$)

$P_{PE,i}$ = คำกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง หลังการปรับเปลี่ยน ประเภท i (W)

การคำนวณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Reduction) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (4)

$$ER_y = \sum (P_{BE,i} - P_{PE,i}) \times N_{i,y} \times H_{i,y} \times 10^{-3} \times EF_{Elec} \quad (4)$$

โดยที่

ER_y = ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในปีที่ y ($kgCO_2e/kWh$)

DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.264697

การวิเคราะห์วงจรชีวิตต้นทุน (Life Cycle Cost Analysis: LCCA) ของหลอดไฟ LED และหลอดฟลูออเรสเซนต์ LCCA เป็นวิธีการวิเคราะห์ต้นทุนรวมของระบบหรือผลิตภัณฑ์ตลอดอายุการใช้งาน สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (5)

$$LCCA = C_{initial} + \sum_{t=0}^{n} \frac{C_{Energy}(t) + C_{Replace}(t) + C_{Disposal}(t)}{(1+r)^t} \quad (5)$$

โดยที่

$C_{Initial}$ = ต้นทุนเริ่มต้น (บาท)

$C_{Energy}(t)$ = ต้นทุนพลังงานในปี t (บาท)

$C_{Replace}(t)$ = ต้นทุนเปลี่ยนหลอดในปี t (บาท)

$C_{Disposal}(t)$ = ต้นทุนกำจัดทิ้งในปี t (บาท)

r = อัตราคิดลด (5%)

n = อายุโครงการ (3 ปี)

คิดต้นทุนพลังงานค่าไฟฟ้าตามอัตราของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับการใช้ไฟฟ้าเกิน 150 หน่วยต่อเดือน 150 หน่วยแรก หน่วยละ 3.2484 บาท 250 หน่วยถัดไป หน่วยละ 4.2218 บาท เกิน 400 หน่วยขึ้นไป หน่วยละ 4.4217 บาท (675,476 บาท) อายุการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ 10,000 ชั่วโมง และหลอด LED 15,000 ชั่วโมง

สำหรับการการคำนวณอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI) สามารถหาได้จากสมการที่ (6)

$$ROI = \frac{\text{Annual Energy Cost Savings}}{\text{Initial Investment Cost Difference}} \quad (6)$$

โดยที่

Annual Energy Cost Savings = ค่าไฟฟ้าประหยัดได้ต่อปี (บาท/ปี)

Initial Investment Cost Difference = ความแตกต่างของต้นทุนการลงทุนเริ่มต้น (บาท)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่าภายในอาคารรัตนโกสินทร์เพลสมีการใช้งานหลอดไฟฟ้าทั้งหมด 3 ประเภท ดังนี้ หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T5 ขนาดกำลังไฟฟ้า 28W หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T5 ขนาดกำลังไฟฟ้า 14W และหลอดตะเกียบ ขนาดกำลังไฟฟ้า 11W ซึ่งจะแสดงข้อมูลการใช้พลังงานก่อน-หลังเปลี่ยนหลอดดัง Table 2 และ 3

3.1 การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการมาตรการประหยัดพลังงานระบบแสงสว่าง

จากข้อมูลของหลอดไฟฟ้าภายในอาคารรัตนโกสินทร์เพลสทำให้ทราบถึงปริมาณของหลอดไฟฟ้าทั้งหมดตาม Table 2 โดยประกอบไปด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 28W จำนวน 101 หลอด หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 14W จำนวน 66 หลอด หลอดตะเกียบขนาด 11W จำนวน 794 หลอดมีการใช้พลังงานสูงสุดเมื่อเทียบกับขนาดอื่น ๆ เนื่องจากมีจำนวนหลอดมากที่สุด และหลอดตะเกียบขนาด 7W จำนวน 3 หลอด โดยการประเมินการใช้พลังงานของหลอดไฟฟ้ากำหนดการใช้งาน 12 ชั่วโมงต่อวัน เปิดใช้งานทุกวัน ทำให้พบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้งสิ้น 4,502.52 kWh/เดือน และ 54,030.24 kWh/ปี

จากผลการประเมินปรับเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 เป็นหลอด LED ทั้งหมดตาม Table 3 ประกอบไปด้วยหลอด LED ขนาด 18W จำนวน 101 หลอด หลอด LED ขนาด 9W จำนวน 66 หลอด หลอด LED ตะเกียบขนาด 5W จำนวน 794 หลอด หลอด LED ตะเกียบขนาด 3W จำนวน 3 หลอด โดยกำหนดการใช้งาน 12 ชั่วโมงต่อวัน เปิดใช้งานทุกวัน พลังงานไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้งสิ้น 2,300.76 kWh/เดือน และ 27,609.12 kWh/ปี ซึ่งแสดงดัง Figure 1

ISSN 3027-8325 (Online)
DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.264697

Table 2 Electrical power used before changing T5 fluorescent lamps to LED lamps

Fluorescent Lamp T5 Power Rating (W)	28	14	11	7
Quantity (lamps)	101	66	794	3
Operating (hours/day)	12	12	12	12
Operating (days/month)	30	30	30	30
Energy Consumption (kWh/month)	1,018.08	332.64	3,144.24	7.56
Total Energy Consumption (kWh/month)				4,502.52
Total Energy Consumption (kWh/year)				54,030.24

Table 3 Electrical energy used after changing T5 fluorescent lamps to LED lamps

LED Power Rating (W)	18	9	5	3
Quantity (lamps)	101	66	794	3
Operating hours/day	12	12	12	12
Operating days/month	30	30	30	30
Energy Consumption (kWh/month)	654.48	213.84	1,429.2	3.24
Total Energy Consumption (kWh/month)				2,300.76
Total Energy Consumption (kWh/year)				27,609.12

จาก Figure 1 แสดงให้เห็นชัดเจนว่าหลอดไฟ LED มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานได้มากกว่าหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ทั้งในแง่ของการใช้พลังงานต่อเดือนและต่อปี เนื่องจากหลอดไฟ LED ใช้พลังงานน้อยกว่าในการให้แสงสว่างที่เท่ากันกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยการคำนวณเบื้องต้นพบว่าหากเปลี่ยนหลอดไฟทั้งหมดเป็นหลอด LED ขนาด 10 W จะช่วยลดการใช้พลังงานลงได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งส่งผลต่อการลดการใช้พลังงานในอาคารและค่าไฟฟ้าในอาคาร

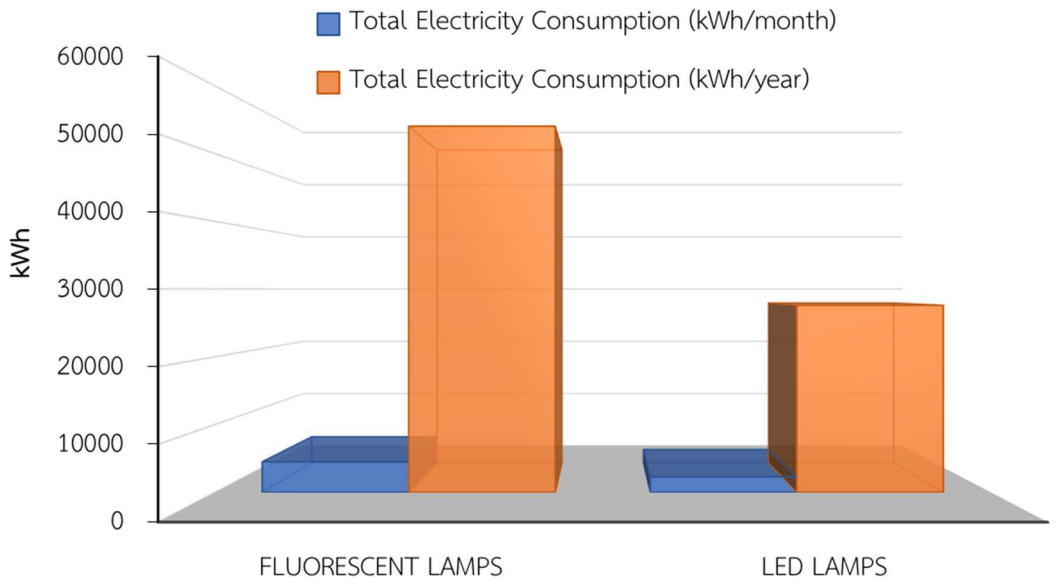

Figure 1 Comparison of monthly and annual energy consumption of each type of light bulb

DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.264697

3.2 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการมาตรการประหยัดพลังงานระบบแสงสว่าง

จาก Table 4 ผลประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T5 ขนาดกำลังไฟฟ้า 28W หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T5 ขนาดกำลังไฟฟ้า 14W และหลอดตะเกียบ ขนาดกำลังไฟฟ้า 11W ทำให้เห็นได้ว่ามีปริมาณการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อปีมีค่า 30,602.73 $kgCO_2eq$ และเมื่อดำเนินการปรับเปลี่ยนมาใช้หลอด LED จะแสดงดัง Table 5

Table 4 Greenhouse gas emissions before changing from T5 fluorescent lamps to LED lamps

Fluorescent Lamp T5 Power Rating (W)	28	14	11	7
Quantity (lamps)	101	66	794	3
Operating hours/day	12	12	12	12
Operating days/month	30	30	30	30
Greenhouse gas emissions ($kgCO_2eq$/month)	576.64	188.41	1,780.90	4.28
Total monthly Greenhouse gas emissions ($kgCO_2eq$)				2,550.23
Total annual greenhouse gas emissions ($kgCO_2eq$)				30,602.73

Table 5 Greenhouse gas emission after changing from T5 fluorescent lamps to LED lamps

Fluorescent Lamp T5 Power Rating (W)	18	9	5	3
Quantity (lamps)	101	66	794	3
Operating hours/day	12	12	12	12
Operating days/month	30	30	30	30
Greenhouse gas emissions ($kgCO_2eq$/month)	370.69	121.11	809.49	1.83
Total monthly Greenhouse gas emissions ($kgCO_2eq$)				1,303.15
Total annual greenhouse gas emissions ($kgCO_2eq$)				15,637.18

จากการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลังทำการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T5 เป็นหลอด LED ทำให้เห็นได้ว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายเดือนลดลงจากเดิม 2,550.23 $kgCO_2eq$ เหลือเพียง 1,303.15 $kgCO_2eq$ และเมื่อคิดเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นรายปีมีค่า 15,637.18 $kgCO_2eq$ ซึ่งมีปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 14,964.92 $kgCO_2eq$ ซึ่งแสดงดัง Figure 2

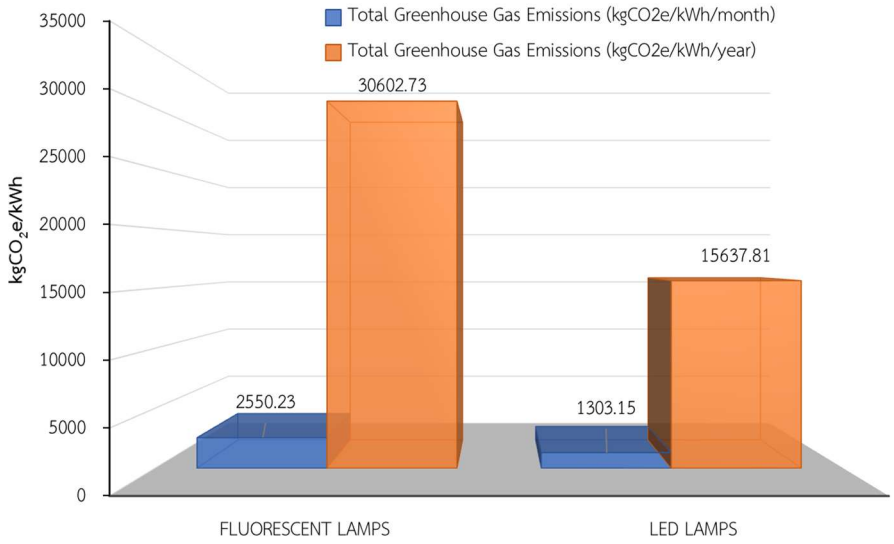

Figure 2 Comparison of monthly and annual GHG emissions of each type of light bulb

จาก Figure 2 ตัวเลขข้อมูลนี้จะเห็นว่าการลดลงของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับรายปีของหลอดไฟ LED มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ T5 เป็นอย่างมากถึงประมาณ 49% แสดงให้เห็นถึงผลกระทบระยะยาวที่ชัดเจน โดยหลอดไฟ LED สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้มากกว่าครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ผลลัพธ์จากกราฟชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าหลอดไฟ LED มีประสิทธิภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในระดับเดือนและปี การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ไม่เพียงแต่ส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมเท่านั้น แต่ยังช่วยลดต้นทุนด้านพลังงานและสนับสนุนเป้าหมายด้านความยั่งยืนในระยะยาว เพื่อให้การประหยัดพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีประสิทธิภาพสูงสุด การนำเทคโนโลยีหลอดไฟ LED เข้ามาใช้แทนที่หลอดฟลูออเรสเซนต์สามารถเป็นทางเลือกที่ดี เนื่องจากหลอด LED มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าและใช้พลังงานน้อยกว่าถึง 75% เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 10 W ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังมีผลดีต่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการใช้หลอด LED ในการติดตั้งระบบแสงสว่างภายในอาคารสามารถส่งผลให้การบริโภคพลังงานรวมลดลงถึง 30-50% การปรับเปลี่ยนนี้ไม่เพียงแต่ช่วยในการประหยัดพลังงาน แต่ยังสร้างสภาพแวดล้อมที่ดียิ่งขึ้นสำหรับผู้ใช้อาคารด้วยคุณภาพของแสงที่เหนือกว่าหลอดแบบเดิม

จากการคำนวณ LCCA ตลอดอายุโครงการ 3 ปี พบว่าต้นทุนรวมของระบบฟลูออเรสเซนต์ 784,583 บาท ประกอบด้วย ต้นทุนเริ่มต้น 48,200 บาท ต้นทุนเปลี่ยนหลอด 52,580 บาท และต้นทุนกำจัดทิ้ง 8,327 บาท ต้นทุนรวมของระบบ LED 486,013 บาท ประกอบด้วย ต้นทุนเริ่มต้น 144,600 บาท และต้นทุนพลังงาน 341,413 บาท สามารถประหยัดสุทธิจากการใช้หลอด LED 298,570 บาท โดยปัจจัยหลักที่ทำให้ LED คุ้มค่ากว่าโดยหลอด LED ใช้พลังงานน้อยกว่าฟลูออเรสเซนต์ 48.8% (ลดจาก 54,030.24 kWh/ปี เหลือ 27,609.12 kWh/ปี) มีอายุการใช้งานยาวนาน 15,000 ชั่วโมง ทำให้หลอด LED ไม่ต้องเปลี่ยนหลอดในช่วง 3 ปี ขณะที่ฟลูออเรสเซนต์มีอายุการใช้งาน 10,000 ชั่วโมง ต้องเปลี่ยน 1 ครั้ง ในปีที่ 2 อีกทั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์มีสารปรอท ต้องเสียค่ากำจัดทิ้ง 10 บาท/หลอด มีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI) คือ 121.2% และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) 0.82 ปี หรือประมาณ 10 เดือน ระยะคืนทุนที่สั้นสะท้อนถึงความเสี่ยงต่ำและสภาพคล่องสูง

4. สรุป

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นในการประเมินการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบแสงสว่างอาคารรัตนโกสินทร์เพลส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โดยการปรับเปลี่ยนจากหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์มาใช้หลอดไฟ LED ทดแทน พบว่ากรณีใช้หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ อาคารนี้มีการใช้พลังงานระบบแสงสว่างรวม 54,030.24 kWh/ปี และมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 30,602.73 $kgCO_2eq$ เมื่อเปลี่ยนมาใช้หลอด LED ค่าการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างลดลงเหลือ 27,609.12 kWh/ปี และมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง 15,637.18 $kgCO_2eq$ ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง 26,421.12 kWh/ปี และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงไปได้ 14,964.92 $kgCO_2eq$ คิดเป็น 49% ของการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ข้อเสนอแนะ

(1) ควรส่งเสริมให้มีการเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ไปเป็นหลอด LED ในอาคารอื่น ๆ ของมหาวิทยาลัยและสถานที่ราชการอื่น ๆ เนื่องจากหลอด LED มีประสิทธิภาพสูงในการลดการใช้พลังงานและมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า

(2) ควรมีการสนับสนุนเชิงนโยบาย จากรัฐบาลและภาคเอกชนในการส่งเสริมการใช้หลอดไฟ LED และอุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงานอื่น ๆ ผ่านการออกมาตรการลดหย่อนภาษีหรือเงินช่วยเหลือเพื่อเพิ่มการเข้าถึงเทคโนโลยีเหล่านี้

(3) ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในด้านอื่น ๆ ของอาคาร เช่น การใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้แต่งขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่สนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.264697

6. เอกสารอ้างอิง

Aljolani, O., Heberle, F., & Brüggemann, D. (2024). Thermo-economic and environmental analysis of a CO2 residential air conditioning system in comparison to HFC-410A and HFC-32 in temperate and subtropical climates. *Applied Energy.* https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.122073

Bunchuaidee, R., Wayuparb, N., & Ritkrerkkai, C. (2017). Policy-based greenhouse gas mitigation tracking and institutional framework development under Thailand's NAMAs in energy sector. *Chemical Engineering Transactions, 56*, 295-300. https://doi.org/10.3303/CET1756050

Champeecharoensuk, A., Dhakal, S., & Chollacoop, N. (2023). Climate change mitigation in Thailand's domestic aviation: Mitigation options analysis towards 2050. *Energies*, *16*(20), 7199. https://doi.org/10.3390/en16207199

Cheekatamarla, P., Gluesenkamp, K., Kowalski, S., Li, Z., & Jajja, S. (2024). *Effective carbon footprint of cooling technologies*. In *The role of fuels in transforming energy end-use in buildings and industrial processes* (Synthesis Lectures on Engineering, Science, and Technology). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45365-6_6

Chotichanathawewong, Q., & Thongplew, N. (2012). *Development trajectory, emission profile, and policy actions: Thailand* (Research Papers in Economics). https://ideas.repec.org/p/eab/develo/23295.html

Garcia, L. da C., Martins, D. D., Barbosa, R. R., & Carvalho, M. (2021). Greenhouse gas emissions associated with two air-conditioning systems for a university building. *Environmental Challenges, 5*, 100371. https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100371

Lin, L., Yin, X., Zhong, S., Lin, K., Huang, Y., & Feng, W. (2022). Carbon emissions of operation stage of residential buildings in hot summer and warm winter zone in China. In *Proceedings of the International Conference on Sustainable Infrastructure 2022* (pp. 1–10). https://doi.org/10.1061/9780784484562.024

Litardo, J., Gomez, D., Boero, A., Hidalgo-Leon, R., Soriano, G., & Ramirez, A. (2023). Air-conditioning life cycle assessment research: A review of the methodology, environmental impacts, and areas of future improvement. *Energy and Buildings, 293*, 113415. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113415

Thailand Greenhouse Gas Management Organization. (2018). *Guide to greenhouse gas reduction calculation for energy and waste sector projects*. TGO

Ruan, X., Yao, M., Ke, Y., Zeng, Z., Zhu, L., Ren, J., Wang, C., & Zhang, W. (2024). Life-cycle carbon emission assessment of the R744 and R1234yf for electric vehicle air conditioning systems. In *Proceedings of the 2024 6th International Conference on Energy Systems and Environmental Power (ICESEP)* (pp. 446–451). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICESEP62218.2024.10652093

Thanatrakolsri, P., & Sirithian, D. (2024). Assessing the Additional Benefits of Thailand's Approaches to Reduce Motor Vehicle Emissions. *Energies*, *17*(10), 2336. https://doi.org/10.3390/en17102336

Thepsaskul, W., Wongsapai, W., Jaitiang, T., & Jaekhajad, P. (2025). Prospects of attaining Thailand's carbon neutrality target through carbon capture and storage by public power utility. *Sustainability, 17*(1), 276. https://doi.org/10.3390/su17010276

Uttaruk, Y., Văn Khoa, P., & Laosuwan, T. (2024). A guideline for greenhouse gas emission reduction and carbon sequestration in forest sector based on Thailand voluntary emission reduction programme. *Sains Malaysiana, 53*(3), 1–15. https://doi.org/10.17576/jsm-2024-5303-01