

การศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 50 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิญญู โอษฐ์

งานอาคารสถานที่และยานพาหนะและงานพัสดุ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
จังหวัดปัตตานี 94000

อีเมลผู้ประพันธ์บรรณกิจ: winyu.o@psu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้า และวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 50 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสมาร์ทมิเตอร์ ในช่วงปี พ.ศ. 2562 - 2567 จำแนกตามช่วงเวลาการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบ On Peak และ Off Peak ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของการใช้พลังงานในแต่ละเดือน การวิจัยใช้การวิเคราะห์เชิงสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อตรวจสอบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร รวมถึงแนวโน้มในระยะยาวโดยใช้เส้นแนวโน้ม (Linear Trend Line) เพื่อแสดงภาพรวมของการใช้พลังงาน

ผลการวิจัยพบว่า การใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 50 มีความผันผวนตามฤดูกาลและความหนาแน่นของกิจกรรม โดยช่วงที่มีการใช้พลังงานสูง ได้แก่ ฤดูร้อน (มีนาคม - เมษายน) และฤดูฝน (สิงหาคม - ตุลาคม) ค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนอยู่ที่ประมาณ 30,000 kWh โดยมีค่าสูงสุดที่ 45,015 kWh ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2562 และค่าต่ำสุดที่ 16,980 kWh ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2564 เส้นแนวโน้มแสดงให้เห็นว่าการใช้พลังงานโดยรวมคงที่ในระยะยาว แม้ว่าจะมีความผันผวนระหว่างช่วง On Peak และ Off Peak ก็ตาม

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยนี้คือ ควรปรับปรุงระบบจัดการพลังงาน เช่น ปรับเปลี่ยนช่วงเวลาจัดกิจกรรมของนักศึกษา กระจายกิจกรรมขนาดใหญ่ของคณะ ประชาสัมพันธ์และรณรงค์การประหยัดพลังงาน และเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในระยะยาวและสนับสนุนการดำเนินงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า; On Peak, Off Peak; แนวโน้มการใช้พลังงาน

A Study of Electricity Consumption in Building 50 Faculty of Humanities and Social Sciences, Prince of Songkla University

Vinyu Aocharo

Faculty of Humanities and Social Sciences, Prince of Songkla University, Pattani 94000, Thailand

Corresponding author's e-mail: winyu.o@psu.ac.th

Abstract

This study aims to examine the electricity consumption and analyze the energy usage trends in Building 50, Faculty of Humanities and Social Sciences, Prince of Songkla University. Data on electricity consumption were collected from the smart meter system during the years 2019 - 2024, categorized into On Peak and Off Peak periods to highlight monthly usage differences. The study employed statistical analyses, including averages, maximum and minimum values, and standard deviation, to investigate electricity consumption patterns within the building. Additionally, a long-term trend line (Trend Line) was utilized to present an overall view of energy usage trends.

The research found that electricity consumption in Building 50 fluctuates according to seasonal variations and activity density. High energy usage periods include the summer (March - April) and the rainy season (August - October). The average monthly electricity consumption is approximately 30,000 kWh, with a peak of 45,015 kWh in April 2019 and a minimum of 16,980 kWh in November 2021. The trend line indicates that overall energy consumption remains stable in the long term, despite fluctuations between On Peak and Off Peak periods.

Based on these findings, the study recommends improvements in energy management systems, such as adjusting the scheduling of student activities, distributing large-scale faculty events more evenly, promoting energy-saving awareness campaigns, and adopting energy-efficient materials and equipment. These measures aim to reduce long-term energy costs and support sustainable, environmentally friendly operations.

Keywords: Electricity consumption; On peak; Off peak; Energy usage trends

บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญที่ขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะในประเทศไทย ที่ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อัตราการเติบโตเฉลี่ยของความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศอยู่ที่ประมาณ ร้อยละ 3 - 4 ต่อปี ส่วนหนึ่งมาจากการขยายตัวของภาคธุรกิจ การศึกษา และการพัฒนาสาธารณูปโภค (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2567) นอกจากนี้ แนวโน้มการใช้ไฟฟ้าในสถาบันการศึกษาก็เพิ่มสูงขึ้นตามการขยายตัวของกิจกรรมทางการศึกษา เช่น การใช้งานห้องประชุม ห้องทำงาน ห้องเรียน รวมถึงการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกด้านเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐาน เช่น เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ คอมพิวเตอร์ (สกลสุภา เต็มสวัสดิ์ และ ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล, 2567) ซึ่งอาคาร 50 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นหนึ่งในอาคารที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุด 5 อันดับแรกของ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2567) อาคารนี้ถูกใช้เป็นอาคารปฏิบัติการที่รองรับกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการจัดการเรียนการสอน การประชุม อบรม สัมมนา และการปฏิบัติงานของบุคลากร ส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะจากเครื่องปรับอากาศและหลอดไฟ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานมากที่สุด (คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2567)

แม้อาคาร 50 จะเป็นหนึ่งในอาคารที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง แต่ข้อมูลดังกล่าวไม่ได้สะท้อนแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เนื่องจากการเติบโตของความต้องการใช้ไฟฟ้าขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น จำนวนผู้ใช้งานอาคาร นโยบายการประหยัดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่ช่วยลดการใช้พลังงาน ทั้งนี้ การตั้งงบประมาณค่าไฟฟ้าของคณะ ในช่วงปี พ.ศ. 2562 - 2565 ถูกกำหนดไว้ที่ปีละ 1,520,000 บาท ก่อนจะลดลงเล็กน้อยเป็น 1,500,000 บาทในปี พ.ศ. 2566 และปรับลดลงอีกในปี พ.ศ. 2567 - 2568 เหลือปีละ 1,250,000 บาท ซึ่งการตั้งงบประมาณดังกล่าวไม่ได้พิจารณาสถิติการใช้ไฟฟ้าอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ในบางปี คณะต้องใช้งบประมาณเพิ่มเติมเพื่อครอบคลุมค่าใช้จ่ายที่เกินจากงบที่ตั้งไว้ ขณะที่บางปี งบประมาณที่ตั้งไว้กลับสูงกว่าค่าใช้จ่ายจริงอย่างมากแสดงให้เห็นถึงความไม่สอดคล้องกันระหว่างแนวโน้มการใช้ไฟฟ้าและการวางแผนงบประมาณ

ปัญหาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงการขาดการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร 50 ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทำให้ไม่สามารถวางแผนค่าใช้จ่ายและบริหารจัดการมาตรการที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร 50 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อวิเคราะห์และประเมินแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าจากข้อมูลที่มีอยู่พร้อมกับเสนอแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคต ซึ่งจะช่วยให้คณะสามารถวางแผนค่าใช้จ่ายและบริหารจัดการมาตรการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดค่าใช้จ่ายและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืนอันจะส่งผลให้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์สามารถก้าวสู่การเป็นสถาบันการศึกษาที่มีการจัดการพลังงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีความยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 50 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 2) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 50 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรที่ศึกษา

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวันของอาคาร 50 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ข้อมูลดังกล่าววัดเป็นหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) ต่อวัน มีความถี่ในการบันทึกเป็นรายวันตลอดระยะเวลา 1 ปี (365 วัน) โดยรับข้อมูลจากระบบ Smart Meter ของมหาวิทยาลัย และมีการจำแนกข้อมูลตามช่วงเวลาใช้งาน ได้แก่ ช่วงเวลา On Peak และ Off Peak เพื่อให้สามารถวิเคราะห์การใช้พลังงานได้อย่างละเอียดและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายวันของอาคาร 50 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในช่วงปี พ.ศ. 2562 - 2567 รวมระยะเวลา 6 ปี โดยเลือกช่วงเวลาดังกล่าวเนื่องจากเป็นช่วงที่มีการบันทึกข้อมูลจากระบบ Smart Meter อย่างต่อเนื่องและครบถ้วน มีความเสถียรในการใช้งานอาคารโดยไม่มีการปรับปรุงครั้งใหญ่ ครอบคลุมรอบวงจรงบประมาณ 6 ปี และมีระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์แนวโน้มตามหลักสถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ Time Series โดยข้อมูลทั้งหมดมีจำนวน 2,192 รายการ (365 วัน × 6 ปี) ซึ่งในจำนวนนี้เป็นข้อมูลที่สมบูรณ์ 2,158 รายการ (คิดเป็น

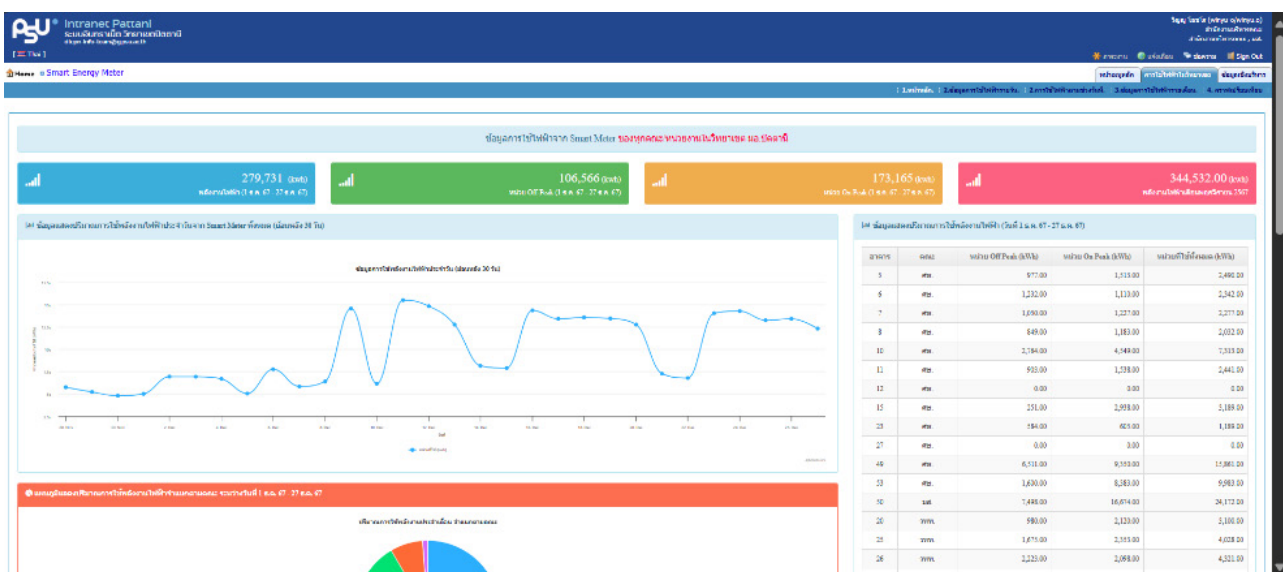
98.4 เปอร์เซ็นต์) และข้อมูลที่ขาดหาย 34 รายการ (1.6 เปอร์เซ็นต์) มีการจัดการข้อมูลที่ขาดหายโดยใช้วิธี Linear Interpolation สำหรับกรณีที่ข้อมูลขาดหายไม่เกิน 3 วันติดต่อกัน และใช้ค่าเฉลี่ยของเดือนเดียวกันจากปีก่อนหน้าสำหรับกรณีที่ขาดหายเกิน 3 วัน สำหรับข้อจำกัดของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ การใช้ข้อมูลจากอาคารเพียงแห่งเดียวซึ่งอาจไม่สามารถสรุปภาพรวมของอาคารประเภทอื่นได้ ไม่ครอบคลุมข้อมูลการใช้พลังงานในรูปแบบอื่น เช่น น้ำหรือแก๊ส และข้อมูลบางส่วนในช่วงปี พ.ศ. 2563 - 2564 อาจมีความผิดปกติ เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรค COVID-19

เครื่องมือวิจัย

1) เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งรวบรวมจากระบบสมาร์ทมิเตอร์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี (ดังภาพที่ 1) ข้อมูลดังกล่าวบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยเข้าถึงข้อมูลผ่านเว็บไซต์ภายในของมหาวิทยาลัย (<http://intranet.pn.psu.ac.th/>) ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ และนำข้อมูลที่ได้อาจจัดเก็บในรูปแบบไฟล์ Excel เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์

2) เครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งใช้สำหรับการจัดการข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสร้างกราฟแสดงผล โดยทำการวิเคราะห์เพื่อหาแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้า ในระยะเวลาที่กำหนด คำนวณค่าทางสถิติเบื้องต้น เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละปี สร้างกราฟแสดงแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารในแต่ละปี เพื่อสื่อสารผลการวิเคราะห์ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย และช่วยสนับสนุนการวางแผนจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

3) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล สืบค้นและรวบรวมข้อมูลจากระบบสมาร์ทมิเตอร์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ซึ่งเป็นเว็บไซต์ภายใน (<http://intranet.pn.psu.ac.th/>) เป็นแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ โดยข้อมูลที่รวบรวมคือปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร 50 ในช่วงปี พ.ศ. 2562 - 2567 ซึ่งถูกบันทึกในรูปแบบรายวันและรายเดือน เมื่อได้ข้อมูลผู้วิจัยจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Excel เพื่อความสะดวกในการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีการจัดระเบียบข้อมูลตามปี เดือน และอาคารที่ศึกษา เพื่อให้สามารถตรวจสอบและนำไปวิเคราะห์ได้อย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยตรวจสอบความสมบูรณ์ เช่น การมีข้อมูลครบถ้วนในช่วงเวลาที่ศึกษา และเปรียบเทียบค่าพลังงานที่บันทึกในระบบสมาร์ทมิเตอร์กับค่าพลังงานเฉลี่ยในช่วงเวลาเดียวกัน หากพบค่าผิดปกติหรือข้อผิดพลาด ผู้วิจัยจะกลับไปตรวจสอบที่แหล่งข้อมูลเดิมและปรึกษากับหน่วยงานที่ดูแลระบบสมาร์ทมิเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและครบถ้วนที่สุดสำหรับการวิเคราะห์และวิจัยต่อไป



ภาพที่ 1 ภาพตัวอย่างหน้าจอหลักระบบสมาร์ทมิเตอร์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การวิจัย มีสถิติที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) การวิเคราะห์เชิงสถิติ ได้แก่ การคำนวณพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงาน ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ช่วงเวลา On Peak และ Off Peak

1.1) พลังงานไฟฟ้าและการใช้พลังงาน (Electric Energy Consumption) การเปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับ กำลังไฟฟ้า (Watt) และ ชั่วโมงการใช้งาน ของแต่ละเครื่อง พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้า สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Energy (kWh)} = \text{Power (kW)} \times \text{Time (h)}$$

- Power (kW) คือกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งวัดเป็นกิโลวัตต์ (1 kW = 1,000 W)

- Time (h) คือระยะเวลาที่เครื่องใช้ไฟฟ้าทำงาน

1.2) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเฉลี่ยเป็นมาตรวัดแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง (Central Tendency) ที่แสดงถึงค่ากลางของข้อมูลชุดหนึ่ง โดยคำนวณจากผลรวมของค่าทั้งหมดในชุดข้อมูลหารด้วยจำนวนค่าทั้งหมด ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

- $\bar{X}$ คือค่าเฉลี่ย

- X_i คือค่าของข้อมูลแต่ละตัว

- n คือจำนวนข้อมูล

1.3) ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด (Maximum and Minimum) ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดเป็นค่าที่แสดงขอบเขตของข้อมูล ทั้งสองค่านี้ช่วยระบุขอบเขตการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เช่น การใช้พลังงานสูงสุดในช่วงเวลาใด หรืออุปกรณ์ใดที่ใช้พลังงานต่ำที่สุด สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่าสูงสุด (Maximum)} &= \text{ค่าที่มากที่สุดในชุดข้อมูล} \\ \text{ค่าต่ำสุด (Minimum)} &= \text{ค่าน้อยที่สุดในชุดข้อมูล} \end{aligned}$$

1.4) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นมาตรวัดการกระจายของข้อมูล (Dispersion) ที่แสดงถึงระดับความแตกต่างของค่าข้อมูลแต่ละตัวเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย ช่วยให้ทราบถึงความผันผวนในการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ หรือระหว่างช่วงเวลา มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

- SD คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- X_i คือค่าของข้อมูลแต่ละตัว

- $\bar{X}$ คือค่าเฉลี่ย

- n คือจำนวนข้อมูล

2) การแสดงผลข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงาน ประกอบด้วย

2.1) การวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) ด้วยกราฟเส้น ใช้แสดงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาว่าการเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มอย่างไร โดยแกนอน (X-Axis) คือ ปีที่ทำการศึกษา และแกนตั้ง (Y-Axis) คือ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh)

2.2) ช่วงเวลา On Peak และ Off Peak ในการบริหารจัดการพลังงาน การแบ่งช่วงเวลากการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็น On Peak และ Off Peak เป็นแนวคิดสำคัญที่ใช้ในการประเมินการใช้พลังงานและวางแผนการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า โดยช่วง On Peak คือ เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - ศุกร์ และวันพืชมงคล (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2567) เป็นช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละวันหรือแต่ละเดือน สำหรับช่วง Off Peak คือ เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - ศุกร์ และวันพืชมงคล และ เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - อาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ วันพืชมงคล ที่ตรงกับวันเสาร์ - อาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันหยุดชดเชย) วันหยุดราชการตามมติคณะรัฐมนตรี (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2567) เป็นช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าปกติ เนื่องจากความต้องการใช้ลดลง

ผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 50 และแนวโน้มในช่วงระยะเวลา 6 ปี (พ.ศ. 2562 - 2567) มีดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 50 ปี พ.ศ. 2562 - 2567

เดือน	2562			2563			2564			2565			2566			2567		
	1	2	1+2	1	2	1+2	1	2	1+2	1	2	1+2	1	2	1+2	1	2	1+2
	Off Peak	On Peak	รวม	Off Peak	On Peak	รวม	Off Peak	On Peak	รวม	Off Peak	On Peak	รวม	Off Peak	On Peak	รวม	Off Peak	On Peak	รวม
มกราคม	8,504	29,772	38,276	8,761	29,952	38,713	6,271	15,976	22,247	6,326	13,973	20,299	9,101	20,569	29,670	9,742	26,237	35,979
กุมภาพันธ์	7,933	26,040	33,973	7,552	24,898	32,450	6,974	21,821	28,795	5,712	12,036	17,748	10,037	22,792	32,829	9,343	25,742	35,085
มีนาคม	9,445	30,363	39,808	7,692	27,617	35,309	9,562	33,577	43,139	5,901	14,911	20,812	10,080	23,457	33,537	10,227	25,120	35,347
เมษายน	9,146	35,869	45,015	7,032	11,925	18,957	7,704	17,536	25,240	6,832	12,114	18,946	7,669	12,794	20,463	6,802	16,262	23,064
พฤษภาคม	10,910	25,207	36,117	5,643	13,347	18,990	8,120	14,736	22,856	6,844	12,754	19,598	9,100	18,109	27,209	8,466	17,920	26,386
มิถุนายน	6,356	15,619	21,975	5,501	18,670	24,171	8,401	22,027	30,428	7,917	21,879	29,796	8,114	19,931	28,045	9,607	19,673	29,280
กรกฎาคม	6,955	20,247	27,202	7,245	21,491	28,736	7,309	14,366	21,675	9,500	18,772	28,272	12,330	28,993	41,323	11,200	32,618	43,818
สิงหาคม	9,878	33,527	43,405	9,096	30,957	40,053	6,733	13,676	20,409	10,343	27,952	38,295	12,447	32,324	44,771	11,822	33,070	44,892
กันยายน	10,135	31,486	41,621	7,888	28,687	36,575	6,214	14,073	20,287	9,821	27,636	37,457	13,032	31,338	44,370	11,572	30,281	41,853
ตุลาคม	9,097	28,828	37,925	9,564	28,225	37,789	6,990	10,566	17,556	10,388	20,227	30,615	12,045	28,633	40,678	10,373	27,038	37,411
พฤศจิกายน	10,577	29,772	40,349	7,052	17,307	24,359	5,612	11,368	16,980	7,265	17,643	24,908	6,807	17,438	24,245	7,839	16,575	24,414
ธันวาคม	8,116	18,433	26,549	7,287	21,209	28,496	6,088	12,103	18,191	8,792	17,355	26,147	8,413	19,974	28,387	9,464	16,019	25,483
หน่วย : kWh																		

3) การใช้พลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak จากข้อมูลพบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak เป็นช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ และมีปริมาณการใช้ที่แตกต่างกันในแต่ละเดือน โดยมีค่าต่ำสุดในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2563 อยู่ที่ 5,501 kWh และค่าการใช้สูงสุดในช่วง Off Peak อยู่ที่ 13,032 kWh ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2566 แสดงให้เห็นถึงความผันผวนของการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา เมื่อคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า Off Peak โดยรวมในช่วงที่ทำการศึกษาพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่เดือนละ 8,536.33 kWh

4) การใช้พลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak ช่วงเวลา On Peak เป็นช่วงที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละวัน โดยพบว่ามีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นอย่างชัดเจนในช่วงฤดูร้อน ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วงนี้อยู่ที่ 35,869 kWh ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 ส่วนค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำสุดในช่วง On Peak อยู่ที่ 10,566 kWh ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 เมื่อคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า On Peak โดยรวมในช่วงที่ทำการศึกษาพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่เดือนละ 21,964.33 kWh

5) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมต่อเดือน เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งช่วง Off Peak และ On Peak พบว่ามีปริมาณการใช้สูงสุดเป็นช่วงเดียวกันกับช่วง On Peak คือเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่ 45,015 kWh ในขณะที่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมต่ำสุดที่ 16,980 kWh และเมื่อคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมในช่วงที่ทำการศึกษาพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่เดือนละ 30,500.67 kWh (ดังตารางที่ 1)

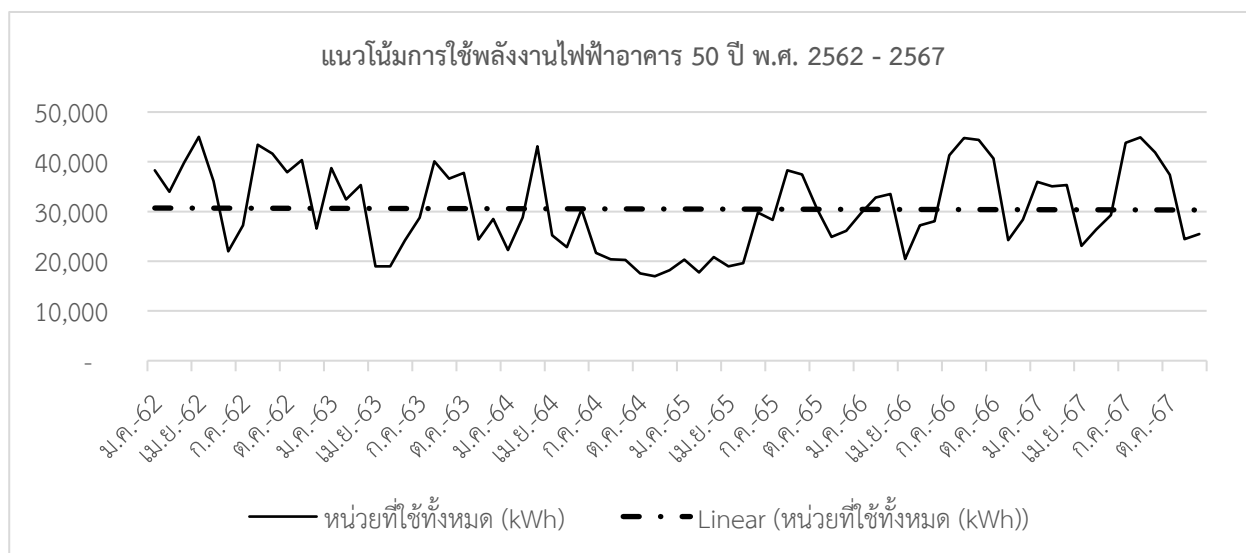
6) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า การศึกษาวรรณกรรม (Literature Review) ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารมหาวิทยาลัยและบริษัทใกล้เคียง โดยงานวิจัยของ

(สกลสุภา เต็มสวัสดิ์ และ ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล, 2567) ระบุว่า เมื่อจำนวนผู้ใช้งานอาคารเพิ่มขึ้น ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ในขณะที่ (ธนีสร บุรุษพัฒน์ และ ปิยนุช เวทย์วิวัฒน์, 2562) พบว่าห้องที่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงหรือในช่วงฤดูร้อนจะใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าห้องที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง นอกจากนี้ (นรณชัย เทียงธรรม และ อานนท์ บุญยะเสน, 2561) ยังชี้ให้เห็นว่าการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจากตารางที่ 1 พบว่าค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak ต่างจากช่วง On Peak มากถึง 2.5 เท่า หรือราว 13,428 kWh มีปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 50 ดังนี้

6.1) กิจกรรมและลักษณะการใช้อาคาร การใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 50 มาจากกิจกรรมและลักษณะการใช้อาคาร ได้แก่ กิจกรรมการเรียนการสอน การจัดโครงการ การประชุม/อบรม/สัมมนา และการปฏิบัติงานของบุคลากร ซึ่งกิจกรรมและลักษณะการใช้อาคารดังกล่าวทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น การเปิดเครื่องปรับอากาศ การเปิดหลอดไฟส่องสว่าง การเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ การเปิดเครื่องพิมพ์ ฯลฯ

6.2) ฤดูร้อนหรือความร้อนที่มีผลกระทบต่ออาคาร อาคาร 50 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในฤดูร้อน (เดือนเมษายน) สัมพันธ์กับอุณหภูมิที่สูงขึ้นตามฤดูกาล จึงมีความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioners) เพิ่มขึ้นเพื่อลดความร้อนภายในอาคาร โดยเครื่องปรับอากาศเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานสูงมากเป็นอันดับ 1 ของอาคาร 50 (งานอาคารสถานที่และยานพาหนะ และงานพัสดุ, 2567) ในขณะที่มีความต้องการใช้พลังงานจะลดลงในช่วงกลางคืน

7) แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวม จากภาพที่ 2 กราฟแสดงแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 50 ในช่วงปี พ.ศ. 2562 - 2567 จะเห็นว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนมีความผันผวน โดยมีช่วงที่ปริมาณการใช้พลังงานสูงและต่ำสลับกันไป อย่างไรก็ตาม เส้นแนวโน้มเชิงเส้น (Linear Trend Line) ชี้ให้เห็นว่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมมีทิศทางที่ค่อนข้างคงที่ในระยะยาว แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลา อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของแต่ละปี พบว่าในเดือนเดียวกันไม่ว่าจะเป็นปีใด การใช้พลังงานไฟฟ้ามีรูปแบบที่สอดคล้องกันและแสดงแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน



ภาพที่ 2 กราฟแสดงแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าอาคาร 50 ปี พ.ศ. 2562 - 2567

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ได้ดังนี้

1) การใช้พลังงานไฟฟ้า

1.1) ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า จากการศึกษาพบว่าอาคาร 50 มีการใช้พลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak และ On Peak ที่แตกต่างกัน โดยช่วง Off Peak มีปริมาณการใช้ต่ำสุดในเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563 (5,501 kWh) และสูงสุดในเดือน กันยายน พ.ศ. 2566 (13,032 kWh) ขณะที่ช่วง On Peak มีปริมาณการใช้ต่ำสุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2564 (10,566 kWh) และ

สูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 (35,869 kWh) การใช้พลังงานไฟฟ้ารวมต่อเดือนมีค่าเฉลี่ย 30,500.67 kWh ซึ่งสะท้อนถึงการใช้พลังงานที่แตกต่างตามช่วงเวลาและฤดูกาล

1.2) ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร 50 มีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมและลักษณะการใช้งานอาคาร โดยกิจกรรมสำคัญ เช่น การเรียนการสอน การจัดโครงการ การประชุม/อบรม/สัมมนา และการปฏิบัติงานของบุคลากร ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานจากเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ นอกจากนี้ ฤดูร้อนยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อาคารมีการใช้พลังงานสูงสุด โดยเฉพาะในเดือนเมษายนที่อุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้ความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทั้งนี้ เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานสูงสุดในอาคาร ขณะที่การใช้พลังงานจะลดลงในช่วงกลางคืน

2) แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้า แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร 50 ในช่วงปี พ.ศ. 2562 - 2567 มีลักษณะผันผวน โดยมีปริมาณการใช้สูงสุดในฤดูร้อน (เดือนเมษายน) ซึ่งเกิดจากความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ในเดือนธันวาคมซึ่งเป็นฤดูหนาว การใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเส้นแนวโน้มเชิงเส้น พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้ามีทิศทางค่อนข้างคงที่ในระยะยาว

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 50 ระหว่างปี พ.ศ. 2562 - 2567 แสดงให้เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างการใช้พลังงานในช่วง On Peak และ Off Peak โดยในช่วง On Peak การใช้พลังงานเฉลี่ยสูงกว่าช่วง Off Peak ถึง 2.5 เท่า ซึ่งสะท้อนถึงความผันผวนของการใช้พลังงานตามช่วงเวลาและฤดูกาล โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนที่ความต้องการใช้ไฟฟ้ามักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับข้อมูลจาก (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2567) ที่ระบุว่า ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 3 - 4 ต่อปี โดยส่วนหนึ่งเป็นผลจากการขยายตัวของภาคธุรกิจ การศึกษา และการพัฒนาสาธารณูปโภค แม้ว่าในระยะยาวแนวโน้มการใช้พลังงานโดยรวมจะมีความคงที่ แต่ยังคงมีความแตกต่างระหว่างช่วงเวลาที่ชัดเจน

การวิจัยยังพบอีกว่าลักษณะการใช้งานอาคาร เช่น การเรียนการสอน การประชุม/อบรม/สัมมนา การทำงานของบุคลากร และการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ล้วนมีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่นเดียวกับผลการศึกษาโดย (สกลสุภา เต็มสวัสดิ์ และ ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล, 2567) ที่ระบุว่า จำนวนผู้ใช้งานอาคารมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณการใช้พลังงาน นอกจากนี้การศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องยังพบว่าเทคโนโลยีประหยัดพลังงานในอาคารเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อรูปแบบการใช้พลังงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ศิริรักษา จันทรโคตร และ ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล, 2561) ที่ชี้ว่าการออกแบบระบบแสงสว่างที่เหมาะสมสามารถลดการใช้พลังงานในระยะยาวได้ ตัวอย่างเช่น ค่าปริมาณแสงสว่างในห้องเรียนส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ 300 Lux แต่ยังคงต้องออกแบบผิวกั้นไฟให้เหมาะสมกับการใช้งานเครื่องฉายภาพในพื้นที่การสอนแนวทางการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงานจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ยังเสนอให้ใช้วัสดุที่ช่วยลดการใช้พลังงาน รวมถึงระบบแสงสว่างและพลังงานทดแทน ซึ่งสามารถสนับสนุนการพัฒนาอาคารให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้

ในอนาคตคณะสามารถต่อยอดโดยกำหนดมาตรการประหยัดพลังงานที่สอดคล้องกับผลการวิจัย เพื่อลดและกระจายการใช้พลังงานให้เข้าใกล้ค่าเฉลี่ย เช่น ปรับเปลี่ยนช่วงเวลาจัดกิจกรรมของนักศึกษา กระจายกิจกรรมขนาดใหญ่ของคณะ ประชาสัมพันธ์และรณรงค์การประหยัดพลังงาน และเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดบางประการ แม้ว่าจะสามารถสะท้อนแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 50 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังไม่ได้นำถึงผลกระทบจากนโยบายหรือการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ เช่น การปรับอัตราค่าไฟฟ้า (ค่า FT) ซึ่งอาจส่งผลต่อค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในอนาคต นอกจากนี้ สถานการณ์ที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น การระบาดของโรคโควิด-19 ระหว่างปี พ.ศ. 2562 - 2564 อาจส่งผลต่อพฤติกรรมการใช้พลังงาน ทำให้ผลการวิจัยอาจมีความคลาดเคลื่อนในบางส่วน โดยผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มและตัดปัจจัยที่ไม่เสถียรดังกล่าวตามแนวการวิเคราะห์ Arima Model ซึ่งจะช่วยให้ผลการวิจัยแม่นยำมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1) พิจารณาปรับเปลี่ยนช่วงเวลาจัดกิจกรรมของนักศึกษา เช่น การประชุมหรือการทำงานกลุ่ม ให้ไปอยู่ในช่วงเวลา Off Peak เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak ซึ่งมีอัตราการใช้พลังงานสูง อีกทั้งยังส่งผลให้ลดการพึ่งพาเครื่องปรับอากาศได้เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวมีอุณหภูมิโดยรวมต่ำกว่าช่วงกลางวัน ส่งผลให้การใช้พลังงานเพื่อการปรับอากาศลดลงตามไปด้วย

2) กระจายกิจกรรมขนาดใหญ่ของคณะ เพื่อลดความผันผวนของการใช้พลังงานไฟฟ้า ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

- 3) ปรับปรุงแผนการใช้พลังงานให้สอดคล้องกับฤดูกาล เช่น ฤดูร้อนควรเพิ่มการรณรงค์ประหยัดพลังงาน ฤดูฝนปิดเครื่องปรับอากาศเนื่องจากอากาศเย็นจากภายนอก
- 4) ส่งเสริมการออกแบบระบบแสงสว่างที่ประหยัดพลังงาน เช่น ติดตั้งระบบควบคุมแสงอัตโนมัติ จัดผังโคมไฟให้เหมาะกับการใช้งาน
- 5) ใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่ช่วยลดการใช้พลังงาน เช่น ฉนวนกันความร้อน กระฉกลดความร้อน เครื่องปรับอากาศและเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีฉลากประหยัดพลังงาน
- 6) ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้แก่บุคลากรและนักศึกษาเกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน เช่น การปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อไม่ใช้งาน ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศอย่างเหมาะสม
- 7) รณรงค์ให้บุคลากรและนักศึกษาตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงาน เช่น จัดกิจกรรมประกวดห้องประหยัดพลังงาน
- 8) พิจารณาติดตั้งระบบพลังงานทางเลือกแบบ On-Grid เช่น แผงโซลาร์เซลล์ เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในระยะยาว
- 9) ใช้อุปกรณ์อัจฉริยะ (Smart Devices) เพื่อควบคุมการใช้พลังงาน เช่น ระบบเปิด-ปิดอัตโนมัติตามเวลาและจำนวนผู้ใช้งาน
- 10) ศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานของอาคารอื่น ๆ เพื่อหาแนวทางการจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น
- 11) ประเมินผลการใช้มาตรการที่นำเสนอในระยะยาว โดยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานก่อนและหลังการปรับปรุง

เอกสารอ้างอิง

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2567). *แนวโน้มสถิติความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด*. <https://www.egat.co.th/home/statistics-demand-annual>
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2567). *การกำหนดโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า*. <https://www.pea.co.th>
- งานอาคารสถานที่และยานพาหนะและงานพัสดุ, คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2567). *งานอาคารสถานที่และยานพาหนะและงานพัสดุ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. <https://huso.psu.ac.th/psuhusobuilding>
- ชลวิทย์ เผือกผาสุข. (2554). *การใช้พลังงานในระยะยาวมีความคงที่* (สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.
- ธนีสร์ บุรุษพัฒน์, และ ปิยนุช เวทนีวรินทร์. (2562). การศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารเรียนกรณีศึกษาอาคารภาคทวิศวกกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. *วิศวกรรมสาร มก.*, 32(8), 10.
- นรณชัย เทียงธรรม, และ อานนท์ บุญยะเสน. (2561). *การศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา* (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- พรรณภาภรณ์ เม้าราสี, และ มัลลิกา ปัญญาคะโป. (2564). สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าและแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า: กรณีศึกษา วิทยาลัยเทคนิคโพธาราม จังหวัดราชบุรี. *PBRU Science Journal*, 18(1), 77-91.
- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. (2567). *ข้อมูลภายในระบบ intranet*. <http://intranet.pn.psu.ac.th>
- รุ่งกมล สีหะวงศ์. (2541). *ลักษณะการใช้ไฟฟ้าในบ้านอยู่อาศัย* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศิริณา จันทรโคตร, และ ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. (2561). *แสงสว่างสำหรับห้องเรียนในมหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
ขอนแก่น: การประชุมวิชาการเทคโนโลยีอาคารด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 5.
- ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. (2560). *คู่มือแนวทางการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน* (เอกสารที่ไม่มีการตีพิมพ์). กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- สกลสุภา เตมส์สวัสดิ์, และ ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. (2567). *สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารมหาวิทยาลัย กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*. *วารสารสถาปัตยกรรม การออกแบบและการก่อสร้าง*, 6(1), 52-65.
- สถาบันพัฒนาบริหารศาสตร์. (2565). *การวางแผนอนุรักษ์พลังงานในองค์กร: แนวทางการลดการใช้พลังงานในสถานศึกษา*. *วารสารการจัดการพลังงาน*, 12(1), 25-39.
- สำนักงานพลังงานแห่งชาติ. (2565). *รายงานการใช้พลังงานในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพลังงาน.