



แนวทางการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุนนโยบาย (Green Office)

ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด

Guidelines for utilizing solar energy to support policies (Green office)

in Kamphaeng Phet Rajabhat University, Mae Sot area

นิพิฐพนธ์ ฤชา*

Nipitpon Ruecha

ธีรศิลป์ กันธา*

Teerasin Kanta

แซน ต๊ะปุก**

Chan Tapok

Received : October 29, 2021

Revised : April 21, 2022

Accepted : May 26, 2022

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์และวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด วิธีการเก็บข้อมูลจะเก็บข้อมูลในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยเก็บข้อมูลจากเอกสารและภาคสนาม แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตรการคำนวณ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ $4.91 \text{ kWh/m}^2\text{-day}$ ทำให้ผลิตค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดรวมเท่ากับ $7,680.96 \text{ kWh}$ ผลที่ได้จากระบบการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบ ออนกริด จะต้องลงทุนจำนวน $7,159,035$ บาท สามารถลดค่าไฟฟ้าได้จำนวน $150,000$ บาท/เดือน หรือจำนวน $1,800,000$ บาท/ปี และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.77 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) มีค่าเท่ากับ $12,893,652.29$ และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.90 ส่วนการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออฟกริด จะต้องลงทุน $22,729,850$ บาท จะผลิตค่าไฟฟ้าได้จำนวน $14,400$ หน่วย คิดเป็นมูลค่าไฟฟ้าจำนวน $81,320.82$ บาท/เดือน หรือจำนวน $975,849.84$ บาท/ปี และมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 4.58 ปี ส่วนมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) มีค่าเท่ากับ $2,171,287.24$ และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.05 ดังนั้นการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์ มาใช้เพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด จึงมีความคุ้มค่า

คำสำคัญ : แนวทางการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ / โซลาร์เซลล์แบบออฟกริด / โซลาร์เซลล์แบบออนกริด / สำนักงานสีเขียว

*อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด

Lecturer of Kamphaeng Phet Rajabhat University, Mae Sot

**เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ช่างเทคนิคไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด

General Administration Officer electrical technician Kamphaeng Phet Rajabhat University, Mae Sot

ABSTRACT

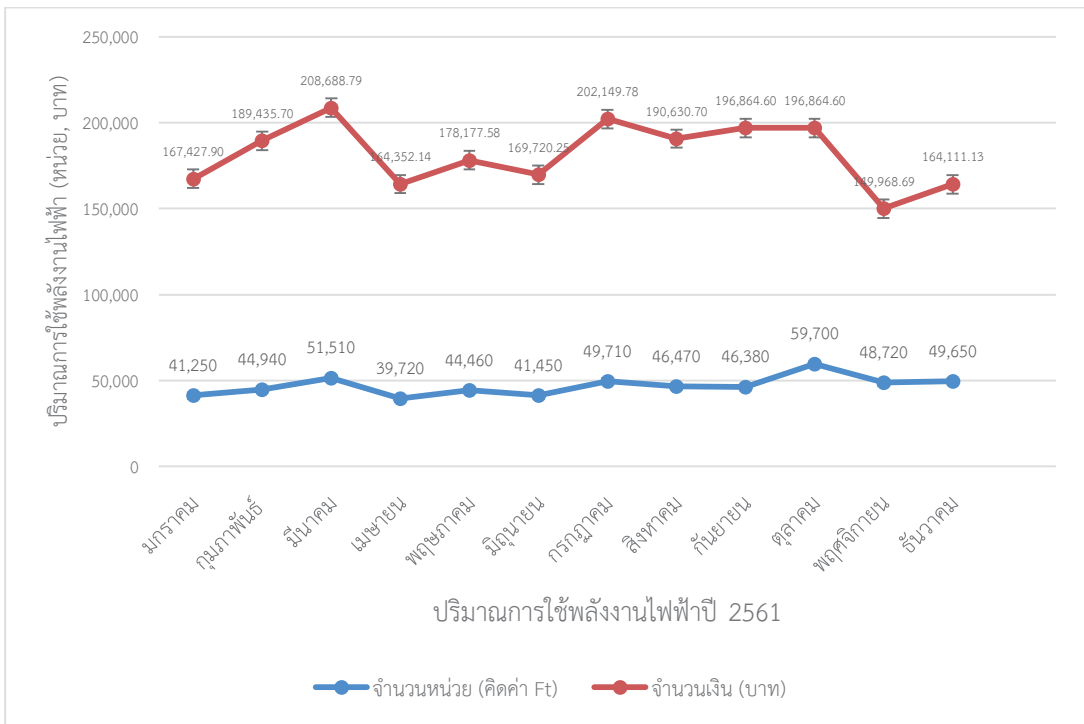
This research article had objectives to investigate the possibility and to analyze financial worthiness of utilizing solar energy in Kamphaeng Phet Rajabhat University, Mae Sot area. The study data were collected at the university from both primary and secondary data sources. Then they were analyzed using statistic formulas. The study results showed that the annual average of total daily solar radiation energy was 4.91 kWh/m²-day, while the total of daily peak demands for electricity of the whole year was 7,680.96 kWh. The estimated cost of on-grid solar power system installation was at 7,159,035 baht. This system could help reduce electric bill by 150,000 baht/month or 1,800,000 baht/year, and had a payback period of 2.77 years. The net present value and the benefit-cost ratio of this solar energy project were 12,893,652.29 baht and 1.9, respectively. For off-grid solar power system, the installation cost was 22,729,850 baht. The system could produce 14,400 units of electricity in a month, which was worth 81,320.82 baht/month or 975,849.84 baht/year, and had a payback period of 4.58 years. The net present value and the benefit-cost ratio of the off-grid solar power project were 2,171,287.24 baht and 1.05, respectively. Therefore, it was worthwhile to utilize solar energy system in Kamphaeng Phet Rajabhat University, Mae Sot area.

Keywords : Solar Energy Utilization Guidelines / Off Grid Solar Cells / On Grid Solar Cells / Green Office

บทนำ

จากสถานการณ์พลังงานของประเทศและแผนพัฒนาพลังงานทดแทน และพลังงานทางเลือกของประเทศไทย (2558-2579) ซึ่งกระทรวงพลังงานได้วางกรอบแผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติโดยให้ความสำคัญ 3 ด้านอันประกอบด้วย ด้านความมั่นคงทางพลังงาน ด้านเศรษฐกิจ และด้านสิ่งแวดล้อมโดยทั้งหมดนั้นเป็นการดำเนินการเพื่อตอบสนองและเพื่อความสอดคล้องกับอัตราการเจริญเติบโตของประชากรความต้องการใช้พลังงานรวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ทั้งนี้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) นับว่าเป็นพลังงานทางเลือกหรือพลังงานสะอาดที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุดอย่างหนึ่ง กลุ่มประเทศพัฒนาแล้วต่างนิยมใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์กันอย่างแพร่หลายทั้งในภาคธุรกิจและภาคครัวเรือน เพราะมีความต้องการลดภาระการนำเข้าพลังงานหลักและตระหนักถึงการลดภาวะโลกร้อนมากขึ้น ทำให้มีความต้องการใช้แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cells Modules) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่มีการพัฒนาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ในการนำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สามารถใช้ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศได้อย่างดี โดยมีศักยภาพความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ตามบริเวณต่างๆ อยู่ในช่วง 20 ถึง 24 MJ/m²-day โดยเฉพาะเดือนเมษายน และพฤษภาคม ซึ่งเป็นค่าความเข้มแสงที่เหมาะสมกับการติดตั้งโซลาร์เซลล์ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน, ม.ป.ป.)

มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด เป็นอีกหน่วยงานหนึ่ง ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่อยู่ที่ระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง โดยจากสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในปี พ.ศ. 2561 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด แสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในปี พ.ศ. 2561 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด
ที่มา : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอแม่สอด (2561)

จากสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในปี พ.ศ. 2561 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน มีจำนวนหน่วยการใช้ในปริมาณที่สูง ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้ ดังนั้นจึงมีแนวทางที่จะนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งจะสอดคล้องกับนโยบายสำนักงานสีเขียว (Green office) ที่ส่งเสริมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในสำนักงาน ส่งเสริมให้สำนักงานมีการบริโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมใช้ทรัพยากรพลังงานอย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ มีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ติดลดจนเพื่อยกระดับมาตรฐานสำนักงานให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น อันจะทำให้เกิดการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเพื่อลดการใช้พลังงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จากที่กล่าวมาแล้วนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำบทความวิจัยเรื่อง แนวทางการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุนนโยบาย (Green office) ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ และวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด อันจะเป็นการวางแผนการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด

1.1 สถานที่เก็บข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยใช้กลุ่มอาคาร 14 อาคาร และกลุ่มสถานที่ 3 สถานที่ เป็นสถานที่ในการเก็บข้อมูล

1.2 วิธีการเก็บข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้จะมีการเก็บข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ ด้วยเครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ (วัดพลังงานแสง โซลาร์เซลล์) และเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า โดยคิดได้จากปริมาณพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละอาคาร ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด และใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า โดยมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2563 ถึงเดือนพฤษภาคม 2564 แล้วนำมาคำนวณปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเพื่อใช้สำหรับเลือกขนาดแผงโซลาร์เซลล์

1.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้จะมีการวิเคราะห์ข้อมูลจากการคำนวณความต้องการพลังงานไฟฟ้าของอาคารสถานที่ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด และค่าพลังงานแสงอาทิตย์ภายในหนึ่งวัน แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรการคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{พลังงานไฟฟ้า} = \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด (วัตต์)} \times \text{เวลาที่เปิดใช้งาน (ชั่วโมง)} / 1,000$$

หน่วยที่ออกมาจะเป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ unit หรือหน่วย

2. วิธีการศึกษาและวิเคราะห์ความคุ้มค่า ในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด

2.1 วิธีการเก็บข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้จะเก็บข้อมูลจากการประมาณการจำนวนแผงโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่ ในระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริด จากค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคารและสถานที่ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด เพื่อประมาณการการผลิตพลังงานและต้นทุนพลังงานของระบบพลังงานโซลาร์เซลล์ โดยพิจารณาจากแผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้คำนวณ คือขนาดแผง 330 วัตต์ 24 V แบตเตอรี่ลิเธียม 100 Ah 24 V และการประมาณการจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ และอินเวอร์เตอร์ ในระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด จากค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคารและสถานที่ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด เพื่อประมาณการการผลิตพลังงานและต้นทุนพลังงานของระบบพลังงานโซลาร์เซลล์ โดยพิจารณาจาก แผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้คำนวณ คือขนาดแผง 330 วัตต์ 24 V

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้จะมีการวิเคราะห์ข้อมูล จากการคำนวณกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งสามารถคำนวณได้จากสูตรการคำนวณดังนี้ (พิชยดา, 2556)

$$P = \frac{P_L \times D}{Q \times A \times B \times C}$$

- เมื่อ
- P คือ กำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้ง (วัตต์)
 - P_L คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งวัน (วัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตร)
 - Q คือ พลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยที่ตกกระทบในหนึ่งวัน
(สำหรับประเทศไทยมีค่า 4,000 วัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตร)
 - A คือ ค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์
 - B คือ ค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อน
 - C คือ ประสิทธิภาพของเครื่องแปลงแรงดัน
 - D คือ ค่าความเข้มแสงปกติมีค่า 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร

นอกจากนี้แล้วในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการด้านเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนสร้างระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดและระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริด จะพิจารณาจากมูลค่า ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ เปรียบเทียบกับมูลค่าการลงทุนตลอดระยะเวลาในการดำเนินโครงการโดยจะคำนวณในรูปดัชนีหลักทางเศรษฐกิจคือ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV) เป็นการเปรียบเทียบมูลค่าการลงทุนกับผลประโยชน์ด้านเศรษฐกิจที่คาดว่าจะเกิดขึ้น ตลอดช่วงระยะเวลาการดำเนินโครงการ โดยใช้อัตราส่วนลด (Discount rate) เป็นมูลค่าปัจจุบัน

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

เกณฑ์ในการตัดสินใจในการลงทุนของโครงการคือ ถ้า NPV มากกว่า 0 แสดงว่าคุ้มค่าต่อการลงทุน หรือถ้า NPV น้อยกว่า 0 แสดงว่าไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน และถ้า NPV เท่ากับ 0 แสดงว่าคุ้มทุน

$$BCR = \sum_{t=1}^n \frac{\frac{B_t}{(1+i)^t}}{\frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-Cost ratio หรือ BCR) แสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนของมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนโครงการ โดยหากมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าที่จะลงทุน (บดินทร์ และคนอื่นๆ, 2562) กำหนดให้

- NPV = มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิที่เพิ่มขึ้นตลอดอายุโครงการ
- B_t = มูลค่าของผลได้ที่เพิ่มขึ้นในปีที่ t
- C_t = มูลค่าของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในปีที่ t
- i = อัตราคิดลด
- t = ปีของโครงการ คือ ปีที่ 1, 2, 3, ..., n
- n = อายุของโครงการ

การคำนวณหาราคาดันทุนของแผงโซลาร์เซลล์ และจุดคุ้มทุนในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์จะคำนวณจากการใช้สูตรการคำนวณดังต่อไปนี้ (อวยชัย และคนอื่นๆ, 2563)

- ราคาดันทุนของแผงโซลาร์เซลล์ = จำนวนแผงโซลาร์เซลล์ X (ราคาแผงโซลาร์เซลล์+ค่าติดตั้งอุปกรณ์)
- จุดคุ้มทุนในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ = ราคาดันทุนของแผงโซลาร์เซลล์/ค่าพลังงานที่ประหยัดได้

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์ มาใช้ประโยชน์ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด มีดังนี้

1.1 การประมาณค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจากอาคารและสถานที่ โดยการเก็บข้อมูลกำลังไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจากอาคารและสถานที่ใช้ไฟฟ้าช่วงระยะเวลา 08.30-16.30 น.

ลำดับที่	อาคาร/สถานที่	พลังงานไฟฟ้า
		(กิโลวัตต์-ชั่วโมง)
1	อาคารเรียน 1	97.48
2	อาคารเรียน 2	136.54
3	อาคารเรียน 3	130.93
4	อาคารศูนย์อำนวยการ	851.81
5	อาคารสิรินธร	1,442.70
6	อาคารเรียนเฉลิมพระเกียรติ	3,401.92
7	อาคารหอพักนักศึกษา	261.46
8	อาคารบ้านพักอาจารย์	124.56
9	อาคารศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียงและเกษตรทฤษฎีใหม่	42.30
10	อาคารฝ่ายอาคาร	15.33
11	หอประชุมศรีสัททอง	307.80
12	อาคารบ้านพักเรือนรับรอง	67.68
13	อาคารโรงอาหาร	20.80
14	อาคารโรงยิม	713.19
15	ไฟถนนภายในมหาวิทยาลัย	56.28
16	สถานที่จอดรถ	1.30
17	สนามกีฬา	8.88
รวม		7,680.96

ที่มา : การคำนวณความต้องการพลังงานไฟฟ้าของอาคาร สถานที่ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด จากสูตรการคำนวณพลังงานไฟฟ้า

จากตารางที่ 1 ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคารสถานที่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด 3 อันดับแรกได้แก่ อาคารเรียนเฉลิมพระเกียรติ รองลงมาได้แก่อาคารสิรินธร และอาคารศูนย์อำนวยการ ตามลำดับ

1.2 ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง จากใบเสร็จค่าไฟรวมทุกอาคาร และสถานที่ ระยะเวลา เดือนมกราคม 2563 ถึงเดือนพฤษภาคม 2564 ในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ดังตารางที่ 2

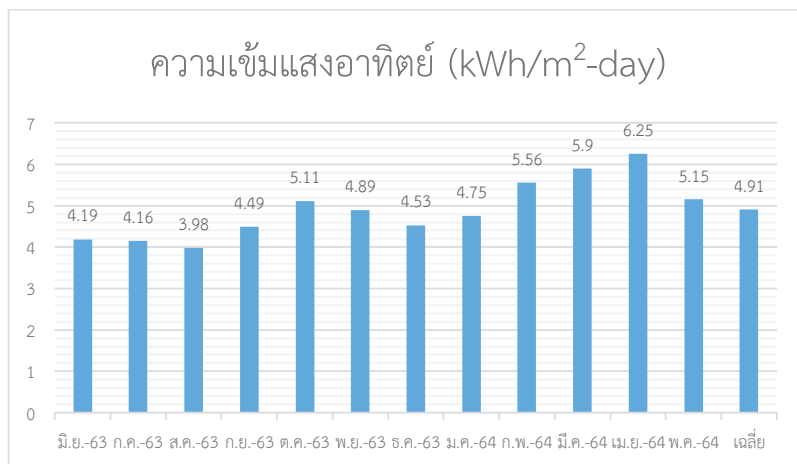
ตารางที่ 2 ค่าไฟฟ้าที่ใช้จริง ระยะเวลาเดือนมกราคม 2563 ถึงเดือนพฤษภาคม 2564 ในมหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร แม่สอด

เดือน	จำนวน(หน่วย)	ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
ม.ค. 63	38,910.00	4.00	155,640.00
ก.พ. 63	41,430.00	4.07	168,620.10
มี.ค. 63	54,030.00	4.21	227,466.30
เม.ย. 63	38,910.00	3.85	149,803.50
พ.ค. 63	37,080.00	3.92	145,353.60
มิ.ย. 63	56,460.78	3.94	222,455.47
ก.ค. 63	31,470.00	4.36	137,209.20
ส.ค. 63	40,440.00	4.25	171,870.00
ก.ย. 63	37,609.65	4.08	153,447.37
ต.ค. 63	42,487.00	4.20	178,445.40
พ.ย. 63	19,260.00	4.39	84,551.40
ธ.ค. 63	35,460.00	4.18	148,222.80
ม.ค. 64	30,420.00	3.74	113,770.80
ก.พ. 64	27,660.00	4.42	122,257.20
มี.ค. 64	38,490.00	4.13	158,963.70
เม.ย. 64	35,730.00	4.27	152,567.10
พ.ค. 64	31,350.00	4.01	125,713.50
ค่าสูงสุด	56,460.78	4.42	227,466.30
ค่าต่ำสุด	19,260.00	3.74	84,551.40
ค่าเฉลี่ย	37,482.20	4.12	153,903.38

ที่มา : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอแม่สอด, (2561)

จากตารางที่ 2 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริง ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุดอยู่ในช่วงเดือน มิถุนายน 2563 และการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำที่สุดในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2563

1.3 ผลการศึกษาความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ จากการศึกษาค่าเฉลี่ยการวัดความเข้มแสงอาทิตย์ในพื้นที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ด้วยเครื่องวัดพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Power Meter รุ่น ISM 400) เพื่อใช้ในการวัดความเข้มแสงอาทิตย์ (วัดพลังงานแสง โซลาร์เซลล์) เพื่อวิเคราะห์หาค่าใช้พลังงานไฟฟ้า และหาค่าพลังงานแสงอาทิตย์ ระยะเวลาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2563 ถึงเดือนพฤษภาคม 2564 โดยได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี 5 กิโลวัตต์/ชั่วโมง/ตารางเมตร-วัน (kWh/m²-day) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยการวัดความเข้มแสงอาทิตย์ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ที่มา : การเก็บข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ ด้วยเครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์

1.4 ประมาณการจำนวนแผงโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่ของระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริด ในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด จากค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอาคารและสถานที่ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด เพื่อประมาณการการผลิตพลังงานและต้นทุนพลังงานของระบบพลังงานโซลาร์เซลล์ โดยพิจารณาจากแผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้คำนวณ คือแผงขนาด 330 วัตต์ 24 V ราคา 3,180 บาท ต่อแผง และแบตเตอรี่ลิเธียม 100 Ah 24 V ราคา 9,700 บาทต่อลูก ในขนาดพื้นที่หลังคาที่สามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ 2,011 ตารางเมตร ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประมาณการจำนวนแผงโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริด

อาคาร/ สถานที่	กำลังไฟฟ้าสูงสุด	หน่วยที่ใช้/เดือน	ค่าไฟที่ได้/ เดือน	แผง โซลาร์ เซลล์	แบตเตอรี่	ราคาแผง โซลาร์เซลล์	แบตเตอรี่	รวมค่า อุปกรณ์
	วัตต์	หน่วย	บาท	แผง	ลูก	บาท	บาท	บาท
อาคาร เรียน 1	97,484	2,924.52	15,266.80	305	160	1,128,500	1,552,000	2,680,500
อาคาร เรียน 2	136,544	4,096.32	22,011.81	427	224	1,579,900	2,172,800	3,752,700
อาคาร เรียน 3	130,928	3,927.84	21,042.02	410	214	1,517,000	2,075,800	3,592,800
อาคาร เรียน อัญมณี	851,807	25,554.21	145,525.57	2,662	1,392	9,849,400	13,502,400	23,351,800
อาคาร เรียน สิรินธร	1,364,912	40,947.36	234,130.08	4,266	2,231	15,784,200	21,640,700	37,424,900

ตารางที่ 3 (ต่อ)

อาคาร/ สถานที่	กำลังไฟฟ้าสูงสุด	หน่วยที่ใช้/ เดือน	ค่าไฟที่ไต่/ เดือน	แผง โซลาร์ เซลล์	แบตเตอรี่	ราคาแผง โซลาร์เซลล์	แบตเตอรี่	รวมค่า อุปกรณ์
	วัตต์	หน่วย	บาท	แผง	ลูก	บาท	บาท	บาท
อาคารเรียนเฉลิมพระเกียรติ	3,440,812	103,224.36	592,602.72	10,753	5,623	39,786,100	54,543,100	94,329,200
หอพักนักศึกษา	261,464	7,843.92	43,583.37	818	428	3,026,600	4,151,600	7,178,200
บ้านพักอาจารย์	124,560	3,736.80	19,942.37	390	204	1,443,000	1,978,800	3,421,800
ศูนย์การเรียนรู้เศรษฐกิจพอเพียง	42,298	1,268.94	5,737.13	133	70	492,100	679,000	1,171,100
อาคารฝ่ายอาคาร	15,328	459.84	1,079.87	48	26	177,600	252,200	429,800
อาคารโรงอาหาร	20,800	624	2,024.79	65	34	240,500	329,800	570,300
อาคารโรงยิม	713,194	21,395.82	121,589.46	2,229	1,166	8,247,300	11,310,200	19,557,500
ไฟถนนในมหาวิทยาลัย	56,280	1,688.40	8,151.58	176	92	651,200	892,400	1,543,600
สถานที่จอดรถ	1,296	38.88	124.46	5	3	18,500	29,100	47,600
สนามกีฬา	8,880	266.40	364.27	28	15	103,600	145,500	249,100
รวม	7,642,071	229,262.13	1,294,881.97	23,889	12,496	88,389,300	121,211,200	209,600,500

ที่มา : ข้อมูลจากการประมาณการจำนวนแผงโซลาร์เซลล์และแบตเตอรี่ ในระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริด

1.5 ประมาณการจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ และอินเวอร์เตอร์ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด จากค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดจากอาคารและสถานที่ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด เพื่อประมาณการการผลิตพลังงานและต้นทุนพลังงาน

สักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวท.)

ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2565

ของระบบพลังงานโซล่าเซลล์ โดยพิจารณาจาก แผงโซล่าเซลล์ที่ใช้คำนวณ คือขนาดแผง 330 วัตต์ 24 V ราคา 3,180 บาท ในขนาดพื้นที่หลังคาที่สามารถติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ 2,011 ตารางเมตร มีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การประมาณการจำนวนแผงโซล่าเซลล์ และแบตเตอรี่ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด

อาคาร/ สถานที่	กำลังไฟ ฟ้าสูงสุด	ค่าไฟฟ้า ที่ได้/เดือน	แผง โซล่า เซลล์	ราคา แผง โซล่า เซลล์	อิน เวอร์ เตอร์	ราคา อินเวอร์ เตอร์	รวมค่า ติดตั้ง ระบบ	ลดค่า ไฟฟ้า/ เดือน
	วัตต์	บาท	แผง	บาท	กิโลวัตต์	บาท	บาท	บาท
อาคาร เรียน 1	97,484	15,266.80	16	3,180	5.0	17,000	88,244	1,014
อาคาร เรียน 2	136,544	22,011.81	16	3,180	5.0	17,000	88,244	1,014
อาคาร เรียน 3	130,928	21,042.02	16	3,180	5.0	17,000	88,244	1,014
อาคาร เรียน อัญมณี	851,807	145,525.57	112	3,180	36.0	101,900	595,478	6,981
อาคาร เรียน สิรินธร	1,364,912	234,130.08	160	3,180	50.0	362,700	1,132,950	10,138
อาคาร เรียนเฉลิม พระเกียรติ	3,440,812	592,602.72	336	3,180	110.0	593,000	2,159,924	20,275
อาคาร หอพัก นักศึกษา	261,464	43,583.37	80	3,180	25.0	281,000	696,020	5,069
อาคาร อาคาร บ้านพัก อาจารย์	124,560	19,942.37	64	3,180	20.0	187,200	507,936	4,055
อาคาร ศูนย์การ เรียนรู้ เศรษฐกิจ พอเพียง	42,298	5,737.13	16	3,180	5.0	17,000	88,244	1,014

ตารางที่ 4 การประมาณการจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ และแบตเตอรี่ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด

อาคาร/ สถานที่	กำลังไฟ ฟ้าสูงสุด	ค่าไฟฟ้า ที่ได้/เดือน	แผง โซลาร์ เซลล์	ราคา แผง โซลาร์ เซลล์	อิน เวอร์ เตอร์	ราคา อินเวอร์ เตอร์	รวมค่า ติดตั้ง ระบบ	ลดค่า ไฟฟ้า/ เดือน
	วัตต์	บาท	แผง	บาท	กิโลวัตต์	บาท	บาท	บาท
อาคารฝ่าย อาคาร	15,328	1,079.87	16	3,180	5.0	17,000	88,244	1,014
อาคาร หอประชุม ศรีสัททอง	307,800	51,584.81	48	3,180	15.0	69,900	289,302	3,041
อาคาร บ้านพักเรือน รับรอง	67,684	10,120.86	16	3,180	5.0	17,000	88,244	1,014
อาคารโรง อาหาร	20,800	2,024.79	16	3,180	5.0	17,000	88,244	1,014
อาคาร โรงยิม	713,194	121,589.46	160	3,180	50.0	362,700	1,132,950	10,138
ไฟถนนใน มหาวิทยาลัย	56,280	8,151.58	10	3,180	3.3	12,000	56,940	634
สถานที่จอด รถ	1,296	124.46	6	3,180	1.6	8,900	36,374	380
สนามกีฬา	8,880	364.27	16	3,180	5.0	17,000	88,244	1,014
รวม	7,642,071	1,294,881.97	1,104	54,060	350.9	2,115,300	7,313,826	68,823

ที่มา : การประมาณการจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ และอินเวอร์เตอร์ ในระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด

1.6 แนวทางการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด คณะวิจัยได้นำเสนอข้อมูลแนวทางการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อสนับสนุนนโยบาย (Green office) ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด แก่คณะกรรมการสิ่งแวดล้อม ประจำอาคารเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอดสำหรับการดำเนินงานสำนักงานสีเขียวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Office) โดยได้นำเสนอแนวทางการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ซึ่งได้ผลสรุป (เมื่อวันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2564) ดังนี้

1.6.1 การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ช่วยลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าได้จริง น่าสนใจนำมาติดตั้งใช้จริง

1.6.2 ความเป็นไปได้ในการใช้พื้นที่ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แบบติดตั้งบนหลังคามีความเหมาะสม

และความเข้มข้นของแสงมีเพียงพอต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ตลอดปี

1.6.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแผงโซลาร์เซลล์ แบบระบบออนกริดมีความเหมาะสมมากกว่าระบบออฟกริด เมื่อเทียบกับต้นทุนในการติดตั้ง

1.6.4 การใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแผงโซลาร์เซลล์ ควรเริ่มจากการใช้พลังงานไฟฟ้าด้านหลอดไฟแสงสว่าง และพัดลมภายในอาคารก่อน เพราะมีประมาณการใช้ไฟฟ้าที่ไม่มากนัก ประกอบกับภายในอาคารห้องเรียน มีเครื่องปรับอากาศจำนวนมาก เมื่อเปิดใช้พร้อมกัน ทำให้พลังงานจากพลังงานแผงโซลาร์เซลล์ผลิตไม่พอ อาจส่งผลเสียให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดได้

1.6.5 มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ควรเป็นต้นแบบในการอนุรักษ์พลังงานให้แก่ประชาชน โดยการประยุกต์ใช้รูปแบบการอนุรักษ์พลังงานต่างๆ จริงๆ ในมหาวิทยาลัย เช่นระบบการบริหารจัดการพลังงาน การติดฟิล์มกระจก การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน เป็นต้น

1.6.6 ให้นำเสนอขอทุนสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ในแต่ละปีงบประมาณ

1.7 วิเคราะห์การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบพลังงานแสงอาทิตย์ จากการวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้สูตร $GHG\ emissions = Activity\ Data \times Emission\ Factor$ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563) ผลการวิเคราะห์มีค่าดังต่อไปนี้

1.7.1 การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบออนกริด ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 456,250 kWh/yr (หน่วยต่อปี) = $456,250\ kWh \times 0.4954\ kgCO_2e/kWh$ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบออนกริด สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้เท่ากับ 226,026.25 kgCO₂e ต่อปี

1.7.2 การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบออฟกริด ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 876,000 kWh/yr (หน่วยต่อปี) = $876,000\ kWh \times 0.4954\ kgCO_2e/kWh$ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบออฟกริดสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้ 433,970.4 kgCO₂e ต่อปี

2. ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่า

2.1 วิเคราะห์ความคุ้มค่าการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แบบออนกริด โดยรวมการใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด สามารถประมาณการจำนวนแผงโซลาร์เซลล์แบบออนกริด ได้ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ต้องการลดค่าไฟเดือนละ 150,000 บาท หรือลดค่าไฟฟ้าวันละ 5,000 บาท โดยคิดค่าไฟต่อหน่วย 5.66 บาท/กิโลวัตต์ แสงอาทิตย์ 5 ชั่วโมง แผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้จำนวน คือแผง 330 วัตต์ 24 V จำนวนแผงโซลาร์เซลล์ที่ต้องใช้ 810 แผง และ อินเวอร์เตอร์ (Grid-Tie Inverter) ที่ต้องใช้ อย่างน้อย 242.7 kW หรือ อินเวอร์เตอร์ 250 kW (จะได้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเท่ากับ $250kW \times 5\ ช.ม./วัน \times 365\ วัน = 456,250\ kWh$) ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์อยู่ที่ประมาณ 90% สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในระบบออนกริด รายละเอียด ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลต้นทุนในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบออนกริด

รายการ	จำนวน	ราคา (บาท)	รวม
แผงโซลาร์เซลล์ 330 W 24 V (แผง)	810	6,000	4,860,000
อินเวอร์เตอร์ 250 kW 600Ah (เครื่อง)	1	646,950	646,950
ค่าติดตั้ง (เปอร์เซ็นต์)	30	1,652,085	1,652,085
รวม (งาน)	1	7,159,035	7,159,035
ลดค่าไฟ (เดือน)	1	150,000	150,000

ที่มา : จากการคำนวณ

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบออนกริดเป็นการวิเคราะห์ในรอบระยะเวลา 20 ปี กำหนดอัตราคิดลดร้อยละ 6.22 (MRR ของธนาคารกรุงไทย) พบว่า ระยะเวลาคืนทุนของโครงการคือ 2.77 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) มีค่าเท่ากับ 12,893,652.29 ซึ่งค่าที่ได้มากกว่า 0 แสดงว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุนและอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.90 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการนี้มีผลประโยชน์จากการลงทุน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบออนกริด

ปีที่	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้(kWh)	อัตราค่าไฟฟ้าที่จำหน่าย	รวมรายได้	ต้นทุนการผลิต	$\frac{B_t}{(1+i)^t}$	$\frac{C_t}{(1+i)^t}$
1	456,250	5.66	-	7,159,035.00	-	6,690,686.92
2	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	2,298,304.56	637,151.57
3	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	2,168,211.85	601,086.38
4	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	2,045,482.87	567,062.63
5	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,929,700.82	534,964.74
6	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,820,472.48	504,683.72
7	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,717,426.86	476,116.72
8	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,620,214.02	449,166.71
9	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,528,503.79	423,742.18
10	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,441,984.71	399,756.78
11	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,360,362.94	377,129.03
12	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,283,361.26	355,782.11
13	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,210,718.17	335,643.50
14	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,142,186.95	316,644.81
15	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,077,534.86	298,721.52
16	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	1,016,542.32	281,812.75

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบออนกริด

ปีที่	ปริมาณ กระแสไฟฟ้า ที่ผลิตได้(kWh)	อัตราค่า ไฟฟ้าที่ จำหน่าย	รวมรายได้	ต้นทุนการผลิต	$\frac{B_t}{(1+i)^t}$	$\frac{C_t}{(1+i)^t}$
17	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	959,002.19	265,861.09
18	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	904,719.05	250,812.35
19	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	853,508.54	236,615.42
20	456,250	5.66	2,582,375	715,903.50	805,196.73	223,222.10
-	9,125,000.00	-	49,065,125.00	20,761,201.50	27,183,434.98	14,289,782.69
NPV					12,893,652.29	
BCR					1.90	
ระยะเวลาคืนทุน					2.77 ปี	

ที่มา : จากการคำนวณ

2.2 วิเคราะห์ความคุ้มค่าการลงทุนการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด การใช้ไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏ กำแพงเพชร แม่สอด สามารถประมาณการจำนวนแผงโซลาร์เซลล์แบบออฟกริด ได้ดังนี้ จากค่าไฟฟ้าที่ใช้จริง ระยะเวลา เดือนมกราคม 2563 ถึงเดือนพฤษภาคม 2564 ในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด โดย คำนวณจากการใช้ไฟฟ้าสูงสุดคือเดือนมีนาคม 2563 ค่าไฟฟ้า 227,274.65 บาท 54,030 หน่วย/เดือน ค่าไฟฟ้า หน่วยละ 5.66 บาท /กิโลวัตต์ แสงอาทิตย์ 5 ชั่วโมง แผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้คำนวณ คือแผงขนาด330 W 24 V จำนวนแผงโซลาร์เซลล์ที่ต้องใช้ 1,500 แผง อินเวอร์เตอร์ 480 kW (จะได้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 480 kW x 5 ชม./วัน x 365วัน = 456,250 kWh) จำนวน 1 เครื่อง และแบตเตอรี่ลิเธียม 100 Ah 24 V จำนวน 785 ลูก กำหนดการใช้ประสิทธิภาพพลังงานของแบตเตอรี่อยู่ที่ประมาณ 80% สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในระบบ ออฟกริด รายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ข้อมูลต้นทุนในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบออฟกริด

รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา(บาท)	รวม (บาท)
แผงโซลาร์เซลล์ 330 W 24 V	1,500	แผง	6,000	9,000,000
อินเวอร์เตอร์ 480 kW	1	เครื่อง	870,000	870,000
แบตเตอรี่ 24 V 100 Ah	785	ลูก	9,700	7,614,500
ค่าติดตั้ง	30	เปอร์เซ็นต์	5,245,350	5,245,350
อุปกรณ์พร้อมค่าติดตั้ง	1	งาน	22,729,850	22,729,850
ประมาณการจำนวนหน่วยต่อเดือน	14,400	หน่วย	81,320.82	81,320.82
ประมาณการจำนวนค่าไฟฟ้าต่อปี	172,800	หน่วย	975,849.84	975,849.84

ที่มา : คำนวณค่าใช้จ่ายในระบบออฟกริด โดยใช้สูตรการคำนวณจุดคุ้มทุนในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบออฟกริด เป็นการวิเคราะห์ในรอบระยะเวลา 20 ปี กำหนดอัตราคิดลดร้อยละ 6.22 พบว่า ระยะเวลาคืนทุนของโครงการคือ 4.58 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (NPV) มีค่าเท่ากับ 2,171,287.24 ซึ่งค่าที่ได้มากกว่า 0 แสดงว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) มีค่าเท่ากับ 1.05 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการนี้มีผลประโยชน์จากการลงทุน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ระบบออฟกริด

ปีที่	ปริมาณ กระแสไฟฟ้า ที่ผลิตได้(kWh)	อัตราค่า ไฟฟ้า ที่จำหน่าย	รวมรายได้	ต้นทุนการผลิต	$\frac{B_t}{(1+i)^t}$	$\frac{C_t}{(1+i)^t}$
1	876,000	5.66	0	22,729,850	21,443,254.72	21,242,850.47
2	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	2,022,948.56	1,985,313.13
3	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,908,442.04	1,855,432.83
4	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,800,417.02	1,734,049.37
5	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,698,506.62	1,620,606.89
6	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,602,364.73	1,514,585.88
7	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,511,664.84	1,415,500.82
8	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,426,098.91	1,322,897.96
9	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,345,376.33	1,236,353.24
10	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,269,222.95	1,155,470.32
11	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,197,380.14	1,079,878.80
12	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,129,603.91	1,009,232.52
13	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,065,664.06	943,207.97
14	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	1,005,343.46	881,502.77
15	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	948,437.22	823,834.37
16	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	894,752.10	769,938.66
17	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	844,105.75	719,568.84
18	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	796,326.18	672,494.24
19	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	751,251.12	628,499.29
20	876,000	5.66	4,958,160	2,272,985	708,727.47	587,382.52
-	17,520,000	-	94,205,040	2,272,985	45,369,888.13	43,198,600.89
NPV		2,171,287.24				
BCR		1.05				
ระยะเวลาคืนทุน		4.58 ปี				

อภิปรายผล

ในการศึกษาเรื่อง “แนวทางการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสนับสนุน นโยบาย (Green office) ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด” จากการศึกษาสรุปว่าการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด มีความเป็นไปได้ที่เป็นประโยชน์โดยตรงกับมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ที่ต้องการลดค่าพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน จากค่าเฉลี่ยการวัดความเข้มแสงอาทิตย์ของอาคารและสถานที่ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด มีค่าความเข้มแสงอาทิตย์มากที่สุดจะอยู่ในเดือนเมษายนมีค่าเท่ากับ $6.25 \text{ kWh/m}^2\text{-day}$ หรือมีค่าเท่ากับ $22.5 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ และค่าความเข้มแสงอาทิตย์น้อยสุดจะอยู่ในเดือนมิถุนายนมีค่าเท่ากับ $4.19 \text{ kWh/m}^2\text{-day}$ หรือมีค่าเท่ากับ $15.08 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ ปริมาณความเข้มแสงจะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยช่วงเวลาที่ความเข้มแสงมากที่สุดในแต่ละวันคือ เวลา 10:00 ถึง 16:00 น. ซึ่งจะเป็นช่วงเวลาที่โซลาร์เซลล์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุด ประกอบกับมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด มีพื้นที่ขนาดใหญ่ โปร่งโล่ง ไม่มีอะไรมาปิดกั้นปริมาณแสงแดดจึงทำให้ส่วนใหญ่มีแสงแดดในทุกฤดู จากเหตุผลต่างๆ ที่กล่าวมานี้แสดงให้เห็นว่าแท้จริงแล้วมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด มีความเป็นไปได้สูงในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบกับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ ดังนั้นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้าจึงทำได้สะดวก และสามารถเป็นแหล่งทดแทนพลังงานในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอดได้ ซึ่งสอดคล้องกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2560) พบว่า ฐานข้อมูลความเข้มรังสีอาทิตย์ระดับตำบลสำหรับประเทศไทย ปี 2560 ของตำบลแม่ปะ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ซึ่งเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอดนั้นมีปริมาณรังสีเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ $17.030 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ และปริมาณรังสีรวมของประเทศไทย ที่ได้รับอยู่ในช่วงประมาณเท่ากับ $18\text{-}20 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ และปริมาณรังสีทั้งหมด รายปีเฉลี่ยเท่ากับ $17.6 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ ซึ่งเหมาะสมกับการติดตั้งระบบพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

จากการศึกษาการวิเคราะห์ความคุ้มค่า พบว่าในการลงทุนเพื่อติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ ในภาวะปัจจุบันของมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด มีความเหมาะสมแก่การลงทุน โดยที่การติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออนกริด จะต้องลงทุนจำนวน 7,159,035 บาท สามารถลดค่าไฟฟ้าได้เดือนละจำนวน 150,000 บาท หรือจำนวน 1,800,000 บาทต่อปี จะมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.77 ปี โดยการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออนกริด มีค่า NPV เท่ากับ 2,171,287.24 ค่า BCR เท่ากับ 1.90 ส่วนการติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออฟกริด จะลงทุน 22,729,850 บาท ผลิตค่าไฟฟ้าได้จำนวน 14,400 หน่วย คิดเป็นมูลค่าไฟฟ้าจำนวน 81,320.82 บาท/เดือน หรือจำนวน 975,849.84 บาท/ปี มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 4.58 ปี มีค่า NPV เท่ากับ 12,893,652.29 ค่า BCR เท่ากับ 1.05 จากการศึกษาทั้งสองระบบมีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่า แต่จากการเปรียบเทียบค่า NPV กับค่า BCR ของทั้งสองระบบเห็นว่า ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออนกริดมีความคุ้มค่ามากกว่าระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออฟกริด เนื่องมาจากระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออฟกริดมีต้นทุนในการผลิตสูงกว่าระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบระบบออนกริด ซึ่งเป็นไปทางเดียวกันกับการศึกษาของ อังสนา (2559) ที่เห็นว่า โครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ระบบสายส่งของการไฟฟ้า (On grid system) มีความเป็นไปได้ที่จะลงทุนถ้าเทียบกับระบบโดดเดี่ยว (Off grid system) และมีความคุ้มค่าในการลงทุนซึ่งเป็นไปทางเดียวกันกับการศึกษาของ อวยชัย และคนอื่นๆ (2563) และงานวิจัย

ของณัชชิสร์ และคนอื่นๆ (2563) รวมทั้งงานวิจัยของ ชุกฤต และธีระพงษ์ (2564) ที่เห็นว่าการใช้พลังงานจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์ในอาคารให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าต่อการลงทุนที่จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ลดค่าใช้จ่าย ส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน ส่งเสริมการดำเนินงานตามหลักเกณฑ์ สำนักงานสีเขียว (Green office) และนำไปสู่การพัฒนาสู่เมืองอัจฉริยะ และเมืองสีเขียวของประเทศไทยได้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ปีงบประมาณ 2563 ซึ่งผู้วิจัยนี้ต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ คณะผู้บริหาร คณาจารย์ และบุคลากร ของมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร แม่สอด ที่สนับสนุนการดำเนินการวิจัย จนทำให้โครงการวิจัยนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอแม่สอด. (2561). **เอกสารหนังสือแจ้งค่าไฟฟ้า**. ตาก : การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. ชาติกา ปัญญาพฤษภาคม และรัตพงษ์ สอนสุภาพ. (2559, กันยายน-ธันวาคม). ปัญหาและอุปสรรคของการพัฒนาพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ในประเทศไทย. **วารสารวิจัยและพัฒนาวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี**, 11(3), 11-20.
- ชูกฤต อองคานนท์ และธีระพงษ์ ศรีสุข. (2564, พฤษภาคม). การวิเคราะห์การใช้พลังงานจากการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์สำหรับไฮโดรเจนฟิวเซล. ใน **การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ วันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ.2564**(หน้า 857-864). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.
- ณัฏฐิณี ศรีสุขพรชัย, วัชร วงศ์ปัญญาญ, บุญวัฒน์ วิจารณ์พล และวิมลพงษ์ รักวิเชียร. (2563 มกราคม-มิถุนายน). การศึกษาศักยภาพการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาและเชื่อมต่อสายส่งสำหรับมหาวิทยาลัยในประเทศไทย. **สักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สทวท.)**, 7(1), 1-13.
- บดินทร์ เสนานนท, กัญญาณัฐ ทองเทพ, กมล จิรเสรีอมรกุล, วันจักรี เสนาวารี, เสริมสุข บัวเจริญ และยิ่งรักษ์ อรรถเวชกุล. (2562, กรกฎาคม-ธันวาคม). การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ 8 เมกะวัตต์ระหว่างการผลิตแบบระบบคงที่กับแบบระบบติดตามดวงอาทิตย์ในประเทศไทย. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น)**, 14(2), 1-19.
- พวงทอง วัชรราชู, วราภรณ์ สิงห์แก้วสืบ และสายนที ททรัพย์มี. (2561, กรกฎาคม-ธันวาคม). การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนโครงการลงทุนผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง**, 7(2), 89-100.
- พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. (ม.ป.ป.). **คู่มือการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์**. [Online]. Available : <https://webkc.dede.go.th/testmax/node/4535> [2021, July 3].
- _____. (ม.ป.ป.). **คู่มือการพัฒนาพลังงานและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 2 พลังงานแสงอาทิตย์**. [Online]. Available : http://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/h_solar.pdf [2021, July 3].
- _____. (2560). **ฐานข้อมูลความเข้มรังสีอาทิตย์ระดับตำบลปี 2560**. [Online]. Available : https://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=50268 [2021, July 3].
- พิชยดา จีรวรรชวงค์. (2556). การศึกษาด้านทุนในการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในบ้านที่อยู่อาศัย. [Online]. Available : <http://libdoc.dpu.ac.th/thesis/147901.pdf> [2021, July 3].
- ยอด สุขะมงคล. (2554, เมษายน-ตุลาคม). การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องปรับอากาศโดยใช้สารดูดความชื้นร่วมกับแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าร่วมความร้อนควบคู่กับการใช้ความร้อนทิ้งของระบบปรับอากาศ. **วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา**, 22(4), 51-61.
- วาสนา เกษมสินธ์. (2558, กรกฎาคม-ธันวาคม). การพัฒนาระบบการวัดพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลมเพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. **Sakon Nakhon Rajabhat University Journal of Science and Technology**, 7(2), 8-15.

- วิรัตน์ พิษิตกฤษธร และกীরติ ชยะกุลคี. (2561, มกราคม-มีนาคม). การออกแบบและการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาของอาคารกองบัญชาการกรมยุทธโยธาทหารบก. *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา*, 29(1), 25-36.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2563). **ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) รวบรวมมาจากข้อมูลทุติยภูมิสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร.** [Online]. Available : http://thaicarbonlabel.tgo.or.th/admin/uploadfiles/emission/ts_11335ee08a.pdf [2022, May 10].
- อวยชัย วงศ์รัตน์, พิเชษฐ์ รัตนบุญทวี, สิทธิศักดิ์ มาดี และอดิศักดิ์ ทองช่วย. (2563, มกราคม-มิถุนายน). การคำนวณจุดคุ้มทุนสำหรับการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ให้กับอาคารพักอาศัยรวมพื้นที่ตำบลบางเขน อำเภอเมืองจังหวัดนนทบุรี. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร*, 3(1), 31-38.
- อังสนา พจน์ศิริ. (2559). การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในอาคารธุรกิจขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการขนส่งและโลจิสติกส์ คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.