การประเมินประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียน กรณีศึกษา วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

Performance Evaluation of an On-Grid Solar Photovoltaic System Installed on an Educational Building : A Case Study of Nongbualamphu Technical College

ยุทธนา จันทศิลา[1], นิธิพล จวงทอง[2] และ สมชาติ โสนะแสง[3*]

Yutthana Chanthasila[1], Nitipouln Juangthong[2] and Somchat Sonasang[3*]

[1,2]สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู สถาบันอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัดหนองบัวลำภู 39000

[3]หน่วยวิจัยองค์ประกอบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไร้สาย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม 480000

[1,2]Field of Electrical Technology, Nongbualamphu Technical College, Institute of Vocational Education : Northeastern Region1, Nongbualamphu, 39000

*[*3]Electrical Elements and Wireless Devices Unit (EEWDU), Faculty Industrial Technology, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom, 48000*

Received : 2025-04-19 Revised : 2025-05-02 Accepted : 2025-05-06

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบติดตั้ง และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายออนกริด (On-grid PV System) สำหรับอาคารเรียน 4 ชั้น ภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู โดยพิจารณาติดตั้งระบบที่มีขนาดกำลังการผลิต 20 กิโลวัตต์ ด้วยการใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 550 วัตต์ จำนวน 40 แผง ต่อแบบอนุกรม ผลการศึกษาพบว่า ระบบสามารถผลิตพลังงานได้โดยเฉลี่ย 6 ชั่วโมงต่อวัน ภายใต้ช่วงเวลาที่มีแสงแดดเพียงพอ โดยผลิตพลังงานไฟฟ้าได้รวม 10.04 เมกะวัตต์-ชั่วโมง ในช่วงการทดลอง ซึ่งเทียบเท่ากับ 47.06 % ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด ขณะที่การพึ่งพาพลังงานจากการไฟฟ้ายังอยู่ที่ 11.30 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (52.94 %) นอกจากนี้ยังสามารถลดภาระการใช้พลังงานจากแหล่งฟอสซิล และส่งคืนพลังงานส่วนเกินเข้าสู่ระบบจำหน่ายได้ประมาณ 449.73 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อวัน (4.31%)

ผลการวิเคราะห์ยังพบว่า ประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากระบบโซลาร์เซลล์อยู่ในเกณฑ์สูง โดยมีอัตราการใช้พลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์โดยตรงถึง 95.69% ของพลังงานที่ผลิตได้ทั้งหมด ก่อให้เกิดการลดค่าไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้ระบบที่ติดตั้งสามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแนวทางการติดตั้งระบบในอาคารเรียนอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดและเพิ่มความมั่นคงทางพลังงานในระดับท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : การประเมินประสิทธิภาพ, ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์, แบบออนกริด

Abstract

This study aims to design, install, and evaluate the performance of an on-grid solar photovoltaic (PV) system for a four-story educational building at Nongbualamphu Technical College. A 20-kilowatt system was designed and installed, comprising forty 550-watt solar panels connected in series. The system is expected to operate an average of 6 hours per day under sufficient sunlight. Results show that the system can generate approximately 10.04 MWh during the experiment period, accounting for 47.06% of the building's total energy consumption, while the remaining 52.94 % (11.30 MWh) continues to be

*สมชาติ โสนะแสง

E-mail address : somchat.s@npu.ac.th

supplied by the grid. Additionally, around 449.73 kWh per day (4.31%) of excess energy is fed back into the grid.

The performance analysis indicates a high efficiency in energy utilization, with 95.69% of the solar energy being directly consumed within the system. This significantly reduces electricity costs, lowers dependency on fossil fuels, and promotes the use of clean energy. The findings suggest that this solar PV system can serve as a model for implementing similar systems in educational institutions or public facilities to enhance local energy sustainability and promote environmentally friendly practices.

Keywords : Performance Evaluation, Solar Photovoltaic System, On-grid

1.ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคปัจจุบัน พลังงานไฟฟ้าถือเป็นหนึ่งในปัจจัยพื้นฐานสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานในภาคส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะในสถาบันการศึกษาซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนของของนักเรียน นักศึกษา การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และระบบสนับสนุนอาคารต่าง ๆ ส่งผลให้ต้นทุนด้านพลังงานกลายเป็นภาระสำคัญที่ต้องบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน การนำพลังงานทางเลือก โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีความสะอาด ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ และมีต้นทุนการผลิตลดลงอย่างต่อเนื่อง เข้ามาประยุกต์ใช้ในอาคารสถานศึกษาจึงเป็นแนวทางเหมาะสมและแนวทางในการปฏิบัติได้จริง ประเทศไทยมีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับสูง เนื่องจากตั้งอยู่ในพื้นที่ละติจูดต่ำซึ่งได้รับแสงอาทิตย์เกือบตลอดทั้งปี ทำให้ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic: PV) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในรูปแบบของระบบเชื่อมต่อกับสายส่งไฟฟ้าระบบออนกริด [1-3] สามารถทำงานร่วมกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า และมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ทั้งยังสามารถส่งพลังงานส่วนเกินกลับเข้าสู่ระบบได้ ช่วยในการออกแบบระบบสำหรับการใช้ในระบบสถานีชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า [4] จะช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ บางส่วนก็มีการประยุกต์ใช้งานด้านการลดต้นทุนทางการเกษตรในพื้นที่ขาดแคลนน้ำ [5] สำหรับประเทศไทย แม้ว่าจะมีการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้นโดยภาครัฐ แต่ยังมีข้อจำกัดด้านข้อมูลและการวิเคราะห์ที่เหมาะสมในระดับท้องถิ่น โดยเฉพาะในสถานศึกษาของระบบอาชีวศึกษา การศึกษาแนวทางการติดตั้งและวิเคราะห์ผลลัพธ์ของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนอาคารเรียนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีคุณค่า เพื่อใช้เป็นต้นแบบสำหรับการขยายผลในระดับภูมิภาค และสนับสนุนเป้าหมายด้านพลังงานสะอาดของประเทศในระยะยาว

แม้ว่างานวิจัยด้านนี้จะได้รับการพัฒนาอย่างกว้างขวาง แต่อย่างไรก็ตาม บทความนี้จะมุ่งเน้นเฉพาะในขอบเขตของการประเมินความสามารถในการผลิตและการใช้งานระบบพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ Qusay Hassan [6] เสนอการศึกษาการประเมินและปรับแต่งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งแบบออฟกริดและออนกริด สำหรับการใช้งานในครัวเรือนทั่วไปในเมืองบากูบา ประเทศอิรัก โดยอาศัยการจำลองด้วยโปรแกรม HOMER เพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในเชิงเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า ระบบออนกริดมีความคุ้มค่ามากกว่า โดยมีต้นทุนสุทธิ (Net Present Cost) เท่ากับ 6,115 ดอลลาร์ และต้นทุนพลังงานเฉลี่ย (Cost of Energy) อยู่ที่ 0.183 ดอลลาร์ต่อหน่วย ขณะที่ระบบออฟกริดมีต้นทุนสูงกว่าเล็กน้อย ระบบที่เหมาะสมคือระบบ PV ขนาด 4.275 กิโลวัตต์ ซึ่งสามารถผลิตไฟฟ้าได้ปีละประมาณ 6,212 หน่วย นอกจากนี้ ระบบออนกริดยังมีข้อได้เปรียบด้านสิ่งแวดล้อมจากการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไม่จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ ซึ่งช่วยลดภาระด้านการบำรุงรักษาในระยะยาว เหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในประเทศกำลังพัฒนา

K. M. Khedkar และคณะ [7] มุ่งเน้นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่เชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้าระบบออนกริด ที่ติดตั้งในอาคารสถานศึกษาในประเทศอินเดีย โดยใช้ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าและการใช้พลังงานจริงจากระบบขนาด 2.2 กิโลวัตต์ ผลการศึกษาพบว่าระบบสามารถผลิตพลังงานได้ประมาณ 3,000 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี โดยมีอัตราส่วนประสิทธิภาพ (Performance ratio: PR) เฉลี่ยอยู่ที่ 75% ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษานี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และเสนอ

แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ PV ในอาคารสถานศึกษา

Khaled M. Fetyan และ Rameen Hady [8] ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับโครงข่ายขนาด 90 กิโลวัตต์ ซึ่งติดตั้งบนหลังคาของ National Water Research Center ใน Qanatir ประเทศอียิปต์ โดยได้พัฒนาแบบจำลองด้วยโปรแกรม MATLAB/Simulink เพื่อวิเคราะห์สมรรถนะระบบโดยเปรียบเทียบกับข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่วัดจริง พบว่าพลังงานที่ผลิตได้มากที่สุดอยู่ในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม (ประมาณ 12.6 เมกะวัตต์-ชั่วโมง/เดือน) และต่ำที่สุดในเดือนมกราคม (5.3 เมกะวัตต์-ชั่วโมง/เดือน) โดยพลังงานที่ผลิตได้จริงต่อปี เท่ากับ 110 เมกะวัตต์-ชั่วโมง/เดือน ซึ่งเทียบเท่ากับ 62.5% ของค่าที่ออกแบบไว้ ซึ่งลดลงจากปัจจัยภายนอก เช่น การทำความสะอาดแผง และสภาพอากาศ การศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการบำรุงรักษาระบบอย่างสม่ำเสมอเพื่อรักษาประสิทธิภาพของระบบให้ใกล้เคียงกับค่าที่ออกแบบไว้ และแสดงถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้งานระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศที่มีรังสีดวงอาทิตย์สูงอย่างอียิปต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยภายในประเทศได้มีนักวิจัยได้ทำการศึกษาการติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้มีการศึกษาและวิจัยเพื่อประเมินความเป็นไปได้ทั้งในเชิงเทคนิคและทางเศรษฐกิจของประเทศไทย นักวิจัยสมเจตน์ บุญชื่น และคณะ [9] ได้นำเสนอการออกแบบระบบออนกริดที่สามารถควบคุมการจ่ายพลังงานให้สัมพันธ์กับภาระโหลด โดยใช้วงจรควบคุมผ่านอุปกรณ์ Solid State Relay และไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เพื่อหลีกเลี่ยงการจ่ายไฟฟ้าย้อนกลับเข้าสู่โครงข่ายไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่า ระบบสามารถลดการพึ่งพากระแสไฟฟ้าจากภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถควบคุมการจ่ายพลังงานจากโซล่าเซลล์ให้ตรงตามความต้องการของโหลดได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับข้อจำกัดเชิงนโยบายของไทยในบางพื้นที่ และส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดในระดับชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้งานวิจัยดังกล่าวยังเสนอแนวทางที่สามารถนำไปต่อยอดสู่การประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ การเปรียบเทียบกับระบบผลิตไฟฟ้าแบบไฮบริด หรือระบบออนกริดที่มีการขายไฟคืน เพื่อยกระดับประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในภาคส่วนต่าง ๆ ต่อไป

ศตวรรษ เมืองชื่น และดำรงศักดิ์ วงศ์ตา [10] มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาขนาดกำลังที่เหมาะสมของการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคาอาคาร และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ ภายใต้บริบทของสถาบันการศึกษาในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย การวิจัยนี้ออกแบบระบบที่มีกำลังการผลิต 118.8 กิโลวัตต์ โดยใช้แผงขนาด 330 วัตต์ จำนวน 360 แผง และวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุนภายใต้สองกรณี ได้แก่ มีและไม่มีค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษา พบว่าในกรณีไม่มีค่าใช้จ่ายด้านบำรุงรักษา ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 4,210,884 หน่วยตลอด 25 ปี ให้รายได้รวม 8,883,885 บาท มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 2,274,679 บาท และมีระยะเวลาคืนทุน 7.6 ปี ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในบริบทของสถานศึกษา และเป็นต้นแบบในการขยายผลสู่การลดการใช้ไฟฟ้าจากภาครัฐ พร้อมส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียนในระดับท้องถิ่นอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ชารีฟ พงษ์วิจารณ์ และ สกนธ์ คล่องบุญจิต [11] มุ่งวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการนำระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริดมาใช้ในอพาร์ทเม้นท์ในบริบทของประเทศไทย การศึกษาครอบคลุมทั้งด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม พบว่าระบบสามารถลดการใช้พลังงานจากโครงข่ายได้ 2,207.40 เมกะวัตต์ชั่วโมง และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 1,256.45 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 12,621,236.64 บาท และมีระยะเวลาคืนทุนในระยะเวลา 21 ปี 4 เดือน การศึกษาแสดงให้เห็นว่าโครงการมีความเป็นไปได้และเหมาะสมในการลงทุน โดยเฉพาะในบริบทของอาคารที่พักอาศัยที่มีการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง

มนัส บุญเทียรทอง และคณะ [12] มุ่งศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านระบบกระจายตัวขนาดเล็ก โดยใช้การจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม PVSyst และมาตรฐาน IEC 61724 เพื่อเปรียบเทียบกับการปฏิบัติงานจริงของโรงไฟฟ้าขนาด 5.95 เมกะวัตต์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายแรงดัน 22 เควี ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดถึง 8,954.9 เมกะวัตต์-ชั่วโมง ต่อปี โดยมีค่า PR เฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 77.84% ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากภาคสนามในช่วงปี 2562–2563 ที่ให้ค่า PR อยู่ระหว่าง 71.54% ถึง 76.79% การออกแบบและติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในทิศตะวันออกเฉียงใต้ และที่มุมเอียง 15 องศา ส่งผลให้ได้รับพลังงานจากรังสีแสงอาทิตย์สูงสุด การศึกษานี้เน้นถึงความสำคัญของการประเมินประสิทธิภาพระบบ PV อย่างเป็น

ระบบ เพื่อส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน และสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศไทย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สะท้อนถึงแนวโน้มการพัฒนาระบบพลังงานสะอาดที่สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทย [9] มีจุดเด่นในการออกแบบระบบออนกริดแบบไม่จ่ายย้อนกลับ โดยใช้ Arduino และ Solid State Relay ในการควบคุม ทำให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ไม่สามารถขายไฟคืนได้ แต่ยังขาดการเปรียบเทียบกับระบบทั่วไปและการวิเคราะห์ด้านต้นทุนอย่างชัดเจน ส่วน [10] มีจุดแข็งในด้านการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ โดยเน้นการคำนวณจุดคุ้มทุนของระบบบนหลังคาอาคารเรียน แต่ยังจำกัดบริบทเฉพาะพื้นที่เดียวและไม่ได้ลงลึกในด้านเทคนิค และ [11] วิเคราะห์ระบบไฮบริดอย่างรอบด้านทั้งในเชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ แต่ยังอิงข้อมูลที่อาจไม่สะท้อนพฤติกรรมพลังงานที่เปลี่ยนแปลงตามจริง ขณะที่ [12] มีความโดดเด่นในการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เทียบกับข้อมูลจริงและอ้างอิงมาตรฐาน IEC แต่ยังไม่มีการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์โดยตรง จึงยังไม่สมบูรณ์ในด้านการวางแผนเชิงธุรกิจ

จากแนวโน้มของการพึ่งพาแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เพิ่มขึ้น งานวิจัยด้านระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการติดตั้งในภาคการศึกษา ซึ่งสามารถเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานสะอาดในระดับท้องถิ่น งานวิจัยในหลายฉบับ ได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของระบบออนกริดในการลดภาระค่าไฟฟ้าโดยไม่เกิดการจ่ายกระแสไฟฟ้าย้อนกลับ ได้เน้นการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนเพื่อให้ระบบมีความคุ้มค่าในระยะยาว และยังชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการติดตั้งระบบไฮบริดสำหรับอาคารพักอาศัย ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับการติดตั้งและประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในอาคารเรียนจึงถือเป็นการบูรณาการด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และความยั่งยืนด้านพลังงานที่มีความสำคัญ เพื่อให้สามารถใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาแนวทางการติดตั้งระบบในอาคารเรียนอื่น ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันและขยายผลต่อไป งานวิจัยนี้จึงมุ่งประเมินประสิทธิภาพของระบบโซลาร์เซลล์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียนของวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้ตรงตามความต้องการ ลดภาระการพึ่งพาไฟฟ้าจากภาครัฐ และมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับเป้าหมายของการส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดในสถานศึกษา

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

*2.1*เพื่อออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียน กรณีศึกษา วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

*2.2*เพื่อประเมินพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบโซลาร์เซลล์

*2.3*เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบและความคุ้มค่ากับการใช้งานจริง

3.สมมุติฐานการวิจัย

การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียนภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภูสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญในเชิงเศรษฐศาสตร์ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในอาคารเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายเพียงอย่างเดียว

4.กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการออกแบบ การติดตั้ง และการประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในสถานศึกษา การศึกษาครั้งนี้พิจารณาจากปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ระบบสามารถผลิตได้ ความสามารถในการลดการพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากระบบจำหน่าย การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และความสอดคล้องกับนโยบายพลังงานสะอาดของประเทศ กรอบแนวคิดการวิจัยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างช่วงเวลาก่อนและหลังการติดตั้งระบบ พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนในระยะยาว เพื่อพัฒนาแนวทางต้นแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารเรียนอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

5.วิธีดำเนินการวิจัย

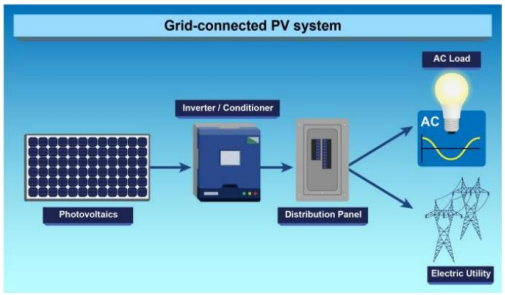
การวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อวางแผนติดตั้ง และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดบนหลังคาอาคารเรียนภายในวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู โดยแบ่งกระบวนการดำเนินการออกเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

5.1การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ความต้องการพลังงาน

เริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของอาคารเรียน ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินความต้องการใช้พลังงานจริงได้อย่างแม่นยำ และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ให้เหมาะสมกับบริบทของอาคาร รายละเอียดของอาคารและลักษณะการใช้งาน จากการสำรวจและศึกษารายละเอียดของอาคารเป้าหมาย พบว่าเป็นอาคารเรียนสูง 4 ชั้น พื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 1,400 ตารางเมตร มีลักษณะการใช้งานดังนี้ ชั้นที่ 1 ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ 5 ห้อง ชั้นที่ 2 ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ 3 ห้อง และห้องประชุมวิดีโอผ่านทางไกล 1 ห้อง และชั้นที่ 3-4 ห้องเรียนของแผนกอิเล็กทรอนิกส์รวม 10 ห้อง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อเลือกตำแหน่งติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้สอดคล้องกับทิศทางแสงและพื้นที่ที่มีศักยภาพในการผลิตพลังงานมากที่สุด

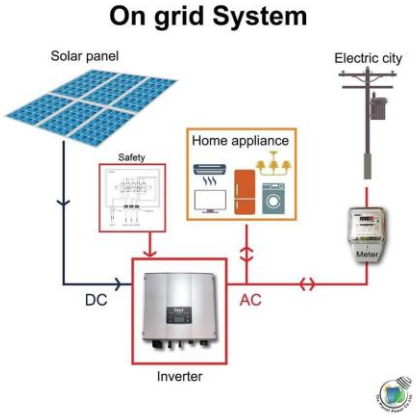
5.2การออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

การดำเนินการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด ดังรูปที่ 1 เป็นแผนภาพการเชื่อมต่อระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดกำลังผลิต 20 กิโลวัตต์ เป็นระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อสายส่งออนกริด (Grid-connected PV system) ซึ่งเป็นระบบที่สามารถผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แล้วจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า หรือใช้งานร่วมกับโหลดไฟฟ้าภายในอาคารได้โดยตรง โดยระบบนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก ดังนี้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้กลายเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง อินเวอร์เตอร์หรือเครื่องปรับคุณภาพไฟฟ้า ทำหน้าที่แปลงกระแสตรง (DC) ที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นกระแสสลับ (AC) ที่เหมาะสมสำหรับใช้งานภายในอาคารหรือเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบไฟฟ้าสาธารณะ ตู้จ่ายไฟฟ้าเป็นศูนย์กลางกระจายไฟฟ้าไปยังโหลดต่าง ๆ ในอาคาร เช่น ระบบแสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้า ฯลฯ โหลดไฟฟ้ากระแสสลับ คืออุปกรณ์หรือระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ อาทิ หลอดไฟ พัดลม คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าในกรณีที่มีพลังงานไฟฟ้าเหลือจากการใช้งานในอาคาร ระบบสามารถจ่ายไฟฟ้าคืนเข้าสู่ระบบสายส่งของการไฟฟ้า หรือรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเมื่อการผลิตไม่เพียงพอ โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 550 วัตต์ จำนวน 40 แผง เชื่อมต่อในลักษณะอนุกรม และติดตั้งบนหลังคาอาคารเรียนในตำแหน่งที่สามารถรับแสงแดดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังรูปที่ 2



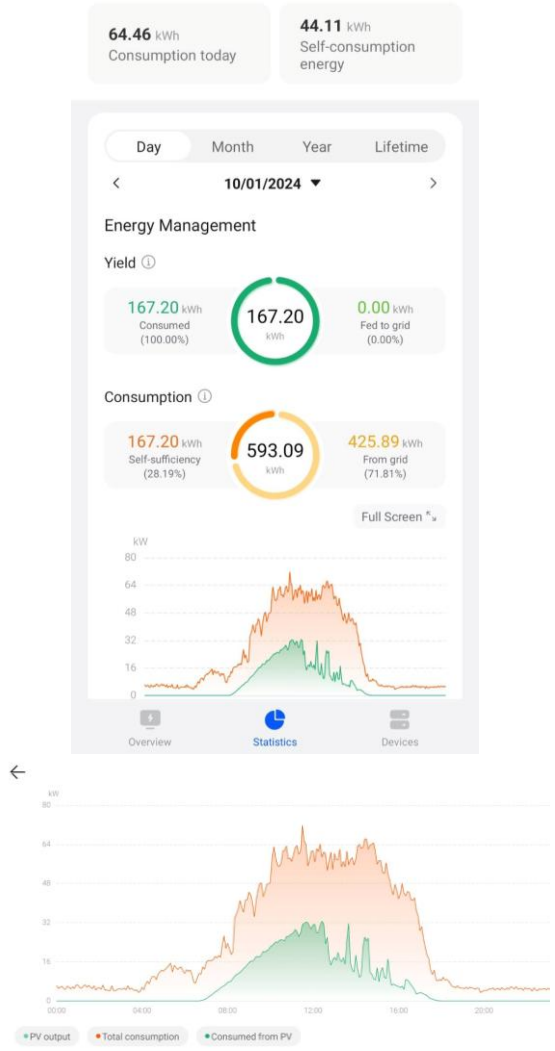
รูปที่ 1 ระบบสำหรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์อาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

รูปที่ 2 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู



รูปที่ 3 แผนภาพการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายพลังงานสำหรับอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

จากรูปที่ 3 ผังการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ระบบแบบออนกริด ซึ่งเป็นระบบที่เชื่อมต่อเข้ากับระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้า โดยเริ่มจาก แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงให้เป็นกระแสไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกส่งผ่านอุปกรณ์ระบบความปลอดภัย และเข้าสู่อินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะทำการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านได้โดยตรง



รูปที่ 4 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งวันสำหรับอาคารเรียนวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

ทั้งนี้หากมีไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ ระบบจะดึงไฟฟ้าจาก ระบบของการไฟฟ้าผ่านมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Meter) เข้ามาเสริม แต่หากมีไฟฟ้าผลิตเกินกว่าความต้องการ ระบบสามารถส่งไฟฟ้ากลับเข้าสู่สายส่งของการไฟฟ้าได้ ซึ่งถือเป็นข้อได้เปรียบสำคัญของระบบออนกริดในการช่วยลดค่าไฟฟ้าและส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน หลังการติดตั้งได้ทำการทดสอบการผลิตไฟฟ้าของระบบในสภาพแวดล้อมจริง พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดพลังงานและจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณพลังงานที่ผลิตได้จากระบบโซลาร์เซลล์ ปริมาณพลังงานที่ใช้ในอาคาร และปริมาณพลังงานที่ลดการพึ่งพาจากการไฟฟ้า จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินประสิทธิภาพ ความคุ้มค่า และศักยภาพของระบบในการนำไปใช้งานจริงในบริบทของสถาบันการศึกษา

6.ผลการทดลองและการอภิปรายผล

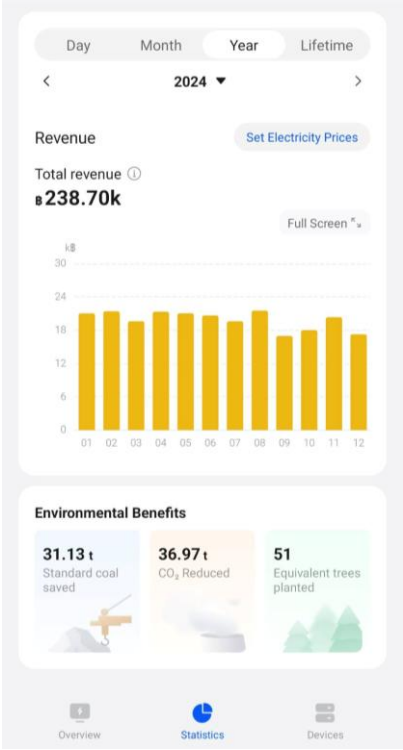
จากรูปที่ 4 แสดงผลการวัดพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดในวันที่ 10 มกราคม 2567 โดยพบว่าระบบสามารถผลิตพลังงานได้ทั้งหมด 167.20 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และถูกนำไปใช้ภายในอาคารทั้งหมดโดยไม่มีพลังงานส่วนเกินไหลกลับเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Fed to grid = 0.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง) ซึ่งซึ่งเทียบเท่ากับอัตราการพึ่งพาตนเองด้านพลังงาน (Self-sufficiency) ได้ 28.19% ของการใช้พลังงานรวมทั้งหมด 593.09 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ขณะที่อีก 71.81% หรือ 425.89 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ยังคงต้องซื้อจากการไฟฟ้า ทั้งนี้พลังงานที่ผลิตจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีปริมาณสูงสุดในช่วงเวลากลางวัน (ประมาณ 11.00–14.00 น.) ซึ่งสอดคล้องกับช่วงที่มีความเข้มของแสงแดดมากที่สุด แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบในการผลิตและใช้พลังงานในช่วงเวลาที่เหมาะสม ช่วยลดภาระการใช้พลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวัน จากกราฟจะเห็นได้ว่า ช่วงเช้าตั้งแต่เวลาประมาณ 07:00 น. เริ่มมีการผลิตพลังงานจากโซลาร์เซลล์เพิ่มขึ้นตามปริมาณแสงแดด และพีคสูงสุดในช่วงเวลาประมาณ 11:00–13:00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่แดดแรงที่สุด ต่อมาเมื่อเข้าสู่ช่วงบ่ายและเย็น ปริมาณการผลิตไฟฟ้าลดลงตามลำดับจนหมดลงช่วงเย็น ในขณะเดียวกันพลังงานที่ใช้งานรวม (สีส้ม) ยังคงมีแนวโน้มสูงกว่าพลังงานที่ผลิตได้จาก PV (สีเขียว) ตลอดทั้งวัน หมายความว่า ระบบยังจำเป็นต้องดึงพลังงานจากโครงข่ายไฟฟ้าภายนอกมาช่วยเติมเต็มส่วนที่ขาดอยู่ อย่างไรก็ตาม ในช่วงกลางวัน ระบบสามารถจ่ายไฟให้กับโหลดได้จากพลังงานที่ผลิตเองได้ในระดับที่สูง แสดงถึงประสิทธิภาพของ

ระบบโซลาร์เซลล์ในการลดภาระการใช้ไฟฟ้าจากภายนอกในช่วงที่มีแสงแดดอย่างเพียงพอ

จากรูปที่ 5 แสดงผลการจัดการพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2567 พบว่าระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้รวมทั้งสิ้น 4.57 เมกะวัตต์ชั่วโมง (เมกะวัตต์-ชั่วโมง) ซึ่งถูกนำไปใช้ภายในอาคารทั้งหมด โดยไม่มีการสูญเสียพลังงาน โดยมีพลังงานที่ส่งกลับเข้าสู่ระบบไฟฟ้าสาธารณะเพียงเล็กน้อย 0.41 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (ซึ่งเทียบเท่ากับ 0.01%) ขณะที่การใช้พลังงานทั้งหมดของอาคารในเดือนดังกล่าวอยู่ที่ 13.30 เมกะวัตต์-ชั่วโมง แบ่งออกเป็นพลังงานที่ผลิตและใช้เองภายใน (Self-consumption) จำนวน 4.57 เมกะวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งเทียบเท่ากับ 34.32% และพลังงานที่ต้องดึงมาจากระบบไฟฟ้าสาธารณะ (From grid) จำนวน 8.74 เมกะวัตต์-ชั่วโมง หรือ 65.68% ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าแม้ระบบโซลาร์เซลล์ยังไม่สามารถรองรับภาระโหลดทั้งหมดได้ แต่ก็สามารถช่วยลดการใช้พลังงานจากภายนอกได้อย่างมีนัยสำคัญ กราฟด้านล่างแสดงการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณการผลิต (Yield) และการบริโภค (Consumption) รายวันในแต่ละวันของเดือน โดยมีแนวโน้มการใช้พลังงานสม่ำเสมอ และการผลิตพลังงานเป็นไปตามช่วงเวลาที่มีแสงแดด เพื่อนำไปใช้วางแผนปรับปรุงและขยายระบบในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 6 ข้อมูลรายได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดตลอดปี พ.ศ. 2567 พบว่า เดือนที่มีการผลิตพลังงานมากที่สุดคือเดือนมีนาคม (03) และเดือนกรกฎาคม (07) โดยมีรายได้เฉลี่ยประมาณ 22,000 บาท ขณะที่เดือนที่มีการผลิตไฟฟ้าน้อยที่สุดคือเดือนพฤศจิกายน (11) และธันวาคม (12) ซึ่งมีรายได้ลดลงเหลือประมาณ 17,000–18,000 บาท ทั้งนี้ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนจากระบบตลอดทั้งปีอยู่ที่ประมาณ 19,891.67 บาท ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ค่อนข้างสม่ำเสมอของระบบ และยังสามารถลดการพึ่งพาไฟฟ้าจากโครงข่ายหลักได้อย่างต่อเนื่องตลอดปี โดยระบบยังสร้างผลประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมในรูปแบบของการลดการใช้ถ่านหิน (31.13 ตัน) การลด CO_2 (36.97 ตัน) และมีผลเทียบเท่ากับการปลูกต้นไม้ 51 ต้น ส่งผลให้ระบบนี้เป็นต้นแบบที่ดีสำหรับการใช้งานในภาคการศึกษาและอาคารราชการที่ต้องการลดต้นทุนด้านพลังงานในระยะยาว

รูปที่ 5 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งเดือนสำหรับอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู



รูปที่ 6 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งปีสำหรับอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

จากรูปที่ 7 ซึ่งแสดงผลการวัดพลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดของอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู ตลอดทั้งปี 2024 พบว่า ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้รวมทั้งสิ้น 49.86 เมกะวัตต์ชั่วโมง (เมกะวัตต์-ชั่วโมง) โดยในจำนวนนี้ 49.20 เมกะวัตต์-ชั่วโมง หรือซึ่งเทียบเท่ากับ 98.67% ถูกนำมาใช้ภายในอาคารโดยตรง ขณะที่มีพลังงานส่วนเกินเพียง 664.15 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ 1.33% เท่านั้นที่ถูกจ่ายย้อนกลับเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้า ด้านการใช้พลังงานรวมของอาคารอยู่ที่ 146.15 เมกะวัตต์-ชั่วโมง แบ่งเป็นพลังงานที่ได้จากโซลาร์เซลล์ 49.22 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (33.68%) และพลังงานที่ต้องซื้อจากการไฟฟ้า 96.93 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (66.32%) ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนถึงประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถลดการพึ่งพาแหล่งพลังงานไฟฟ้าภายนอกได้ในระดับหนึ่ง และมีการออกแบบให้ตอบสนองการใช้พลังงานภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การบันทึกผลการผลิตพลังงานในแต่ละวันยังช่วยให้สามารถวางแผนและปรับปรุงการบริหารจัดการพลังงานให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและการใช้งานในอนาคต

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดในอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู สามารถประเมินได้จากค่าการผลิตพลังงานที่แท้จริง (Actual Energy Output) ตลอดช่วงปี 2024 โดยมีพลังงานที่ผลิตได้รวมทั้งสิ้น 49.86 เมกะวัตต์ชั่วโมง (เมกะวัตต์-ชั่วโมง) ซึ่งในจำนวนนี้มีการนำมาใช้ภายในอาคารจำนวน 49.20 เมกะวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งเทียบเท่ากับ 98.67% ของพลังงานทั้งหมดที่ผลิตได้ และมีพลังงานส่วนเกินเพียง 664.15 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ 1.33 % ที่จ่ายคืนเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้า จากข้อมูลนี้สามารถสรุปได้ว่าระบบมีประสิทธิภาพในการผลิตและใช้งานได้อย่างมีประสิทธิผล โดยสามารถใช้พลังงานที่ผลิตได้เกือบทั้งหมดภายในอาคารเอง ซึ่งสะท้อนถึงความสอดคล้องระหว่างปริมาณการผลิตและความต้องการใช้งานจริง นอกจากนี้ หากพิจารณาความสามารถในการทดแทนพลังงานจากภายนอก พบว่าระบบสามารถช่วยลดการพึ่งพาพลังงานจากการไฟฟ้าได้ประมาณ 33.68 % ของการใช้พลังงานทั้งหมด (49.22 เมกะวัตต์-ชั่วโมง จาก 146.15 เมกะวัตต์-ชั่วโมง) ซึ่งถือเป็นระดับที่น่าพอใจในเชิงประสิทธิภาพพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อระบบสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง และตอบสนองต่อภาระโหลดในช่วงเวลาที่มีแสงแดดอย่างเหมาะสม ทั้งนี้การวิเคราะห์ประสิทธิภาพควรพิจารณาร่วมกับปัจจัยสภาพภูมิอากาศและมุมการติดตั้งแผงเพื่อการประเมินที่แม่นยำยิ่งขึ้น

รูปที่ 7 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งปีสำหรับอาคารเรียน วิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู

จากตารางที่ 1 พบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง โดยสามารถผลิตไฟฟ้าเฉลี่ยได้มากในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน ซึ่งตรงกับช่วงที่มีแสงแดดสูงสุด และยังสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยการผลิตต่อเดือนที่มีแนวโน้มสูงในฤดูร้อน ในภาพรวมระบบสามารถผลิตไฟฟ้า

ได้มากกว่า 10 เมกะวัตต์-ชั่วโมง ต่อช่วงเวลาการทดลอง โดยมีการใช้พลังงานจากโซลาร์เซลล์ภายในอาคารถึง 95.69% ของพลังงานที่ผลิตได้ ซึ่งยืนยันถึงการออกแบบระบบที่เหมาะสมกับความต้องการพลังงานจริงของอาคารเรียน และลดการสูญเสียจากการส่งพลังงานกลับเข้าสู่ระบบการไฟฟ้าเพียง 4.31% นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาจากผลการวิเคราะห์การผลิตทั้งปี พบว่ามีเดือนที่ระบบผลิตไฟฟ้าได้น้อย เช่น เดือนกันยายนและตุลาคม ซึ่งอาจเกิดจากฝนตกหรือแสงแดดไม่เพียงพอ ส่งผลให้สัดส่วนการใช้พลังงานจากการไฟฟ้ายังคงอยู่ที่ 52.94% อย่างไรก็ตาม ด้วยการวางระบบในเชิงเทคนิคที่เหมาะสมและการเลือกอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ระบบที่ติดตั้งสามารถลดภาระพลังงานหลักของอาคารได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และสมมุติฐานของการวิจัยที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และแสดงศักยภาพของระบบในการขยายผลในอนาคตต่อการพัฒนาสถาบันการศึกษาที่เน้นการใช้พลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน

ตารางที่ 1 ผลประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารเรียน

พลังงาน	ปริมาณช่วงเวลาทดสอบ	ร้อยละ (%)	คำอธิบาย
พลังงานที่ใช้จากโซลาร์เซลล์ (Consumed)	9.98 เมกะวัตต์-ชั่วโมง	46.90 %	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้โดยตรงจากระบบโซลาร์เซลล์
พลังงานส่วนเกินส่งกลับเข้าระบบ (Fed to Grid)	0.450 เมกะวัตต์-ชั่วโมง	4.31%	พลังงานส่วนเกินที่ผลิตได้และส่งคืนไปยังการไฟฟ้า
ผลผลิตรวมจากโซลาร์เซลล์ (Total Solar Yield)	10.43 เมกะวัตต์-ชั่วโมง	49.01%	พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ระบบโซลาร์เซลล์ผลิตได้
พลังงานที่ใช้จากการไฟฟ้า (From Grid)	11.30 เมกะวัตต์-ชั่วโมง	53.10%	พลังงานไฟฟ้าที่ได้รับจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉพาะระบบออนกริดในระดับครัวเรือน ชุมชน และอาคารเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องโดยตรงกับเป้าหมายของการวิจัยฉบับนี้ พบว่างานวิจัยของ Hassan [6] ระบุว่าระบบออนกริดในพื้นที่เมืองมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สูงกว่าระบบออฟกริด ในขณะที่ Srivastava [7] แสดงให้เห็นว่าไมโครกริดสามารถตอบสนองโหลดในช่วงกลางวันได้อย่างมีประสิทธิภาพด้านประสิทธิภาพในเชิงสิ่งแวดล้อม งานของ Fetyan [8] ชี้ว่าอุณหภูมิและฝุ่นมีผลต่อการผลิตไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการควบคุมพลังงานที่จ่ายเข้าสู่ระบบจำหน่าย งานของสมเจตน์ บุญชื่น [9] แสดงให้เห็นว่าระบบออนกริดที่ไม่จ่ายพลังงานย้อนกลับสามารถลดผลกระทบต่อโครงข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการประเมินจุดคุ้มทุนของระบบ PV บนอาคารเรียนในงานของศตวรรษ เมืองชื่น [10] พบว่าระบบสามารถคืนทุนได้ภายใน 6 ปี นอกจากนี้ยังมีการศึกษาระบบไฮบริดในอพาร์ทเมนต์ [11] ซึ่งช่วยลดการใช้ไฟฟ้าจากภายนอกได้ถึง 30% และงานของมนัส บุญเทียรทอง [12] ที่เปรียบเทียบแบบจำลองกับการใช้งานจริง พบว่าผลลัพธ์มีค่าคลาดเคลื่อนต่ำกว่า 5% ทั้งหมดนี้สะท้อนให้เห็นถึงความหลากหลายของแนวทางการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาและออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในสถาบันการศึกษาได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน

7. สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตั้งและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริดในอาคารเรียนของวิทยาลัยเทคนิคหนองบัวลำภู โดยพิจารณาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจริงของอาคารเรียนขนาด 4 ชั้นที่มีความต้องการใช้พลังงานเฉลี่ยต่อวันประมาณ 430–590 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า ระบบสามารถผลิตไฟฟ้ารวมได้ 100.4 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อช่วงเวลาทดสอบ โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายในอาคารอยู่ที่ 9.98 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (95.69%) และพลังงานส่วนเกินที่ส่งกลับเข้าสู่ระบบการไฟฟ้าเพียง 449.73 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (4.31%) ขณะที่พลังงานที่ยังคงต้องพึ่งพาจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าอยู่ที่ 11.30 เมกะวัตต์-ชั่วโมง (52.94%)

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถลดภาระค่าไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีศักยภาพในการเป็นต้นแบบของระบบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อความมั่นคงทางพลังงานในสถาบันการศึกษาและชุมชนท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ตารางที่ 2 การอภิปรายผลและผลที่ได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง	วิธีการศึกษา	ผลการศึกษา	ผลที่ได้
6	เปรียบเทียบระบบออนกริดและออฟกริดระดับครัวเรือน	แสดงว่าออนกริดมีผลตอบแทนสูงกว่าในพื้นที่เมือง	ระบบออนกริดในพื้นที่เมืองมีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ดีกว่าระบบออฟกริด
7	ศึกษาระบบไมโครกริดในชุมชน	พลังงานที่ผลิตได้สอดคล้องกับโหลดในช่วงเวลากลางวัน	ระบบไมโครกริดสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับชุมชนในช่วงเวลากลางวันได้อย่างมีระสิทธิภาพ
8	วิเคราะห์ระบบ PV ในอียิปต์	ผลตอบแทนพอใช้ขึ้นกับอุณหภูมิและค่าฝุ่น	ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานขึ้นกับสภาพแวดล้อม เช่น ฝุ่นและอุณหภูมิสูง
9	พัฒนาระบบออนกริดแบบไม่จ่ายย้อน	ลดปัญหาคลื่นย้อนกลับเข้าโครงข่าย	ระบบที่ไม่จ่ายไฟย้อนช่วยลดผลกระทบต่อโครงข่ายไฟฟ้าในพื้นที่
10	ศึกษาจุดคุ้มทุนระบบ PV บนอาคารเรียน	ระบบคุ้มทุนภายใน 6 ปี	ระบบ PV บนอาคารเรียนสามารถคืนทุนภายในระยะเวลาไม่เกิน 6 ปี
11	ศึกษา PV ไฮบริดในอพาร์ทเมนต์	ลดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยลง 30%	ระบบ PV แบบไฮบริดสามารถลดการพึ่งพาพลังงานจากภายนอกได้ประมาณ 30%
12	เปรียบเทียบแบบจำลองกับของจริงในระบบจำหน่าย	ค่าคลาดเคลื่อนในผลผลิตต่ำกว่า 5%	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ผลใกล้เคียง (ค่าคลาดเคลื่อน < 5%)

เอกสารอ้างอิง

[1] M. Islam, N. Mithulananthan, J. Hossain and K. Bhumkittipich, "Short-term Voltage Stability of Distribution Grids With Medium-scale PV Plants due to Asymmetrical Faults," *Proc. 2019 IEEE PES GTD Grand Int. Conf. and Expo Asia (GTD Asia)*, Bangkok, Thailand, 2019, pp. 130–135, doi: 10.1109/GTDAsia.2019.8715947.

[2] M. Islam, N. Mithulananthan, M. J. Hossain and K. Bhumkittipich, "A New Grid-support Strategy with PV Units to Enhance Short-term Voltage Stability," *Proc. 2019 IEEE PES GTD Grand Int. Conf. and Expo Asia (GTD Asia)*, Bangkok, Thailand, 2019, pp. 142–147, doi: 10.1109/GTDAsia.2019.8715883.

[3] H. Shah, J. Chakravorty, and N. G. Chothani, "Protection challenges and mitigation techniques of power grid integrated to renewable energy sources: A review," *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, vol. 45, no. 2, pp. 4195–4210, 2023.

[4] N. Chitgreeyan, P. Pilalum, S. Marsong, S. Sonasang, P. Prabpal, D. Ngoc Vo, K. Buayai, K. Kerdchuen, and Y. Kongjeen, "Multi-Period Optimization of Energy Demand Control for Electric Vehicles in Unbalanced Electrical Power Systems Considering the Center Load Distance of Charging Station Areas," *Engineering Access*, vol. 10, no. 2, pp. 90–102, 2024.

[5] S. Sonasang, P. Saeng-on, N. Udorn and W. Buachoom, "Reduction of Production Cost for Beef Fattening Cattle by DC Solar-Cell Water Pump," *2020 3rd International Conference on Power and Energy Applications (ICPEA)*, Busan, Korea (South), 2020, pp. 20-23, doi: 10.1109/ICPEA49807.2020.9280152

[6] Q. Hassan, "Evaluation and optimization of off-grid and on-grid photovoltaic power system for typical household electrification," *Renewable Energy*, vol. 164, pp. 375–390, 2021.

[7] R. Srivastava, M. Amir, F. Ahmad, S. K. Agrawal, A. Dwivedi, and A. K. Yadav, "Performance evaluation of grid connected solar powered microgrid: A case study," *Frontiers in Energy Research*, vol. 10, p. 1044651, 2022.

[8] K. M. Fetyan and R. Hady, "Performance evaluation of on-grid PV systems in Egypt," *Water Science*, vol. 35, no. 1, pp. 63–70, 2021.

[9] N. Chanchuen, Y. Jirajarupat, P. Tinnarat, K. Khemasuwan, and S. Lertlum, "Development of solar power system for agricultural water pumping: A case study of Ban Nong Daeng, Mueang Yang District, Nakhon Ratchasima Province," Acad. J. Inst. Voc. Educ. Northeast. Reg. 4, vol. 6, no. 1, pp. 44–55, 2023.

[10] S. Kaewbuadee, "Design and development of a solar power generation system for electricity use in off-grid areas: A case study of Ban Khamin, Na Charoen Subdistrict, Na Yai Am District, Chanthaburi Province," Acad. J. Inst. Voc. Educ. Northeast. Reg. 4, vol. 6, no. 1, pp. 154–164, 2023.

[11] P. Kruewan, N. Butsri, and A. Khongmee, "Design of a solar power generation system to reduce electricity costs for households in off-grid areas: A case study of Ban Huai Khamin, Na Charoen Subdistrict, Na Yai Am District, Chanthaburi Province," Acad. J. Inst. Voc. Educ. Northeast. Reg. 4, vol. 6, no. 1, pp. 167–179, 2023.

[12] K. Sriphum, "Evaluation of solar power-generation systemin royal-Initiated projects: A case study of the royal project in Nakhon Nayok Province," Acad. J. Electr. Gener. Auth. Thailand, vol. 33, no. 1, pp. 1–12, 2023.