

การศึกษาเปรียบเทียบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน

A STUDY COMPARISON OF SMALL SOLAR POWER GENERATION SYSTEM FOR REDUCING ELECTRICITY COSTS WITHIN THE HOUSEHOLD

ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล^{1,*}, กฤษณะ จันทสิทธิ์² และ ชีระวัฒน์ ชื่นอัสดองคต³

Sarayut Chitphutthanakul^{1,*}, Kritsana Chantasit² and Teerawat Chuenatsadongkot³

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

² สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

³ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

¹ Energy Technology, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

² Logistics Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

³ Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

Received: 17 July 2025

Revised: 18 August 2025

Accepted: 21 August 2025

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาพัฒนาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน และ 2) วิเคราะห์เปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้แต่ละช่วงเวลาของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กจำนวน 2 อุปกรณ์ ประกอบด้วยไมโครอินเวอร์เตอร์ขนาด 300 วัตต์ ยี่ห้อ DXM และ Hoymiles (DXM 300 และ MI-300) ทำงานร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 325 วัตต์ จำนวน 1 แผง อุปกรณ์ภายในติดตั้งในกล่องควบคุมขนาดความกว้าง 44 เซนติเมตร ยาว 61 เซนติเมตร และลึก 23 เซนติเมตร สำหรับนำไปเชื่อมต่อเชื่อมต่อกับระบบการไฟฟ้าแบบ Plug & Play สำหรับควบคุมการทำงานด้านไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับ เช่น ฟิวส์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้า พัฒนาระบายความร้อนจำนวน 2 ตัว และมาตรวัดปริมาณทางไฟฟ้า ทดสอบผลิตกระแสไฟฟ้าในช่วงเวลา 08.00 ถึง 17.00 น. เฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 วัน

* Corresponding author: ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล

E-mail: sarayut.c@rbru.ac.th

สามารถวัดค่าปริมาณค่ากำลังไฟฟ้าได้สูงสุดในเวลาช่วง 13.00 น. เท่ากับ 189.01 และ 273.86 วัตต์ พลังงานไฟฟ้าสะสมตลอดวันมีค่าเท่ากับ 1.27 และ 1.42 กิโลวัตต์ชั่วโมง หรือ 1.27 และ 1.42 ยูนิตต่อวัน ทั้งนี้ไมโครอินเวอร์เตอร์ยี่ห้อ Hoymiles รุ่น MI-300 ทำงานได้ดีกว่าไมโครอินเวอร์เตอร์ยี่ห้อ DXM รุ่น DXM 300 ร้อยละ 30.98 อีกทั้งยังได้พลังงานสะสมตลอดวันมากกว่าร้อยละ 10.56

คำสำคัญ: พลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก, กระแสไฟฟ้า, คริวเรือน

Abstract

This research aimed to (1) study and develop a small-scale solar power generation system to reduce household electricity costs, and (2) analyze and compare the electricity output of two small-scale inverters over different time periods. The two inverters included the DXM 300-watt microinverter and the Hoymiles MI-300 microinverter, each connected to a 325-watt solar panel. All components were housed in a control box measuring 44 cm in width, 61 cm in length, and 23 cm in depth. The system was designed for Plug & Play grid connection and included electrical control components such as a fuse, circuit breaker, DC surge protector, two cooling fans, and a power meter. Electricity generation was tested between 08:00 and 17:00 hours, with measurements taken 6 times per hour over a three-day period. The highest average power outputs were recorded at 13:00 hours, with values of 189.01 watts and 273.86 watts for the DXM 300 and MI-300 inverters, respectively. The total daily energy outputs were 1.27 kWh and 1.42 kWh, or 1.27 and 1.42 units per day. The results indicate that the Hoymiles MI-300 microinverter outperformed the DXM 300 model by 30.98% in peak power output and generated 10.56% more accumulated daily energy.

Keywords: Small Solar Power, Electric Current, Household

บทนำ

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก หรือ ไมโครอินเวอร์เตอร์ (Micro Inverter) หมายถึง อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC Current) ที่ผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Current) เหมาะกับผู้ที่ต้องการติดตั้งขนาดบ้านพักอาศัยขนาดเล็ก เพื่อลดต้นทุนในการติดตั้ง และให้เหมาะสมกับปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน โดยติดตั้งไมโครอินเวอร์เตอร์อยู่ในตำแหน่งด้านหลังของเซลล์แสงอาทิตย์แยกอิสระต่อการ ทำงาน และไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานในภาพรวม ทำให้สะดวกต่อการบำรุงรักษา และ โอกาสขยายระบบในอนาคต เนื่องจากการติดตั้งจะต่อกันในลักษณะวงจรขนานใช้ปริมาณ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงต่ำ จึงมีความปลอดภัย แตกต่างจากระบบผลิตไฟฟ้าแบบสตริง อินเวอร์เตอร์ที่ต่อเซลล์แสงอาทิตย์ในลักษณะอนุกรมมีปริมาณค่าแรงดันไฟฟ้าที่สูง ทั้งนี้ระบบ ไมโครอินเวอร์เตอร์ยังมีข้อได้เปรียบในด้านข้อกำหนดมาตรฐานการหยุดทำงานในกรณีฉุกเฉิน (Rapid Shutdown) ซึ่งจะถูกบังคับใช้ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยของระบบขณะทำงานนั่นเอง สอดคล้องกับไพบูลย์ เกียรติสุขคนธา และ วิสุทธิ์ ตัณติรุ่งเรือง (2557) ถึงแม้อินเวอร์เตอร์ แบบศูนย์รวมให้ประสิทธิภาพมากกว่าแบบกระจายติดตั้ง แต่ข้อดีของการติดตั้งแบบกระจาย จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแบบแรงดันต่ำ ปลอดภัยกว่าแบบศูนย์รวมซึ่งเป็นไฟฟ้าแรงดันสูง

เนื่องจากความต้องการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจที่ต้องการเจริญเติบโต และ ความ ต้องการใช้กระแสไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น จากอุณหภูมิโลกปรับตัวสูงขึ้น จึงใช้เครื่องปรับอากาศหรือ พัดลมเพื่อลดอุณหภูมิภายในบ้านพักอาศัยลง ซึ่งทำให้เกิดภาระค่ากระแสไฟฟ้าสูงขึ้น (Su & Ullah, 2024) โดยจะเป็นแนวทางในการลงทุนติดตั้งระบบผลิตกระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน โดยการนำระบบไมโครอินเวอร์เตอร์ขนาด 300 วัตต์ ร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 325 วัตต์ ติดตั้งในกล่องควบคุมร่วมกับอุปกรณ์ติดต่อไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับให้สามารถ เคลื่อนที่ และต่อใช้งานในลักษณะ Plug & Play เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า แล้วนำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จ่ายให้โหลดเครื่องไฟฟ้าภายในครัวเรือน โดยจะสามารถลดค่า กระแสไฟฟ้าในระดับครัวเรือน สอดคล้องกับนัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ และคณะ (2564) ศึกษา พลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กแบบกระจายตัวเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า สามารถผลิต กระแสไฟฟ้าได้สูงสุดและมีความต่อเนื่อง รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้ากับระบบ จำหน่ายไฟฟ้า

วิธีดำเนินการวิจัย

ส่วนที่ 1 ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ในการจัดสร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน

1. ไมโครอินเวอร์เตอร์

1.1. ไมโครอินเวอร์เตอร์ขนาด 300 วัตต์ รุ่น DXM 300 แบบ Single Phase สามารถต่อแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 1x60 Cells หรือ 1x72 Cells จำนวน 1 แผงต่อเครื่อง รายละเอียดดังรูปที่ 1 โดยมีคุณลักษณะของอุปกรณ์โดยทั่วไปดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 ไมโครอินเวอร์เตอร์ขนาด 300 วัตต์ DXM 300

ที่มา: โซล่า ไทยแลนด์, (2567)

(1) ขนาดกำลังไฟฟ้าขาเข้าเครื่องอินเวอร์เตอร์มีความต้องการกำลังไฟฟ้าระหว่าง 200-310 วัตต์ สามารถรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าที่ระดับสูงสุด 54 โวลต์ ปริมาณแรงดันไฟฟ้าขณะเริ่มทำงานที่ 22-50 โวลต์ แรงดันขณะทำงานอยู่ระหว่าง 17-50 โวลต์ สามารถรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 13 แอมแปร์ และสามารถทนกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดขณะลัดวงจรที่ระดับ 20 แอมแปร์ (2) ข้อมูลทางด้านฝั่งขาออกเพื่อเชื่อมต่อกับวงจรของการไฟฟ้าที่ระดับแรงดัน 230 โวลต์ (VAC) มีค่าแรงดันทำงานอยู่ระหว่าง 180-260 โวลต์ (VAC) ระดับความถี่อยู่ระหว่าง 50 Hz มีค่าความถี่ทำงานอยู่ระหว่าง 47-52.5 Hz กระแสไฟฟ้าทางด้านขาออกที่ระดับ 1.08 แอมแปร์ ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์มากกว่าร้อยละ 99 ปริมาณการสูญเสีย Total Harmonic Distortion (THD) น้อยกว่าร้อยละ 5 (3) ขนาดตัวเครื่องมีขนาดความกว้าง 192 มิลลิเมตร ยาว 175 มิลลิเมตร และสูง 38 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำหนัก 0.7 กิโลกรัม ทำงานที่ระดับอุณหภูมิ -40 ถึง +60 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำของตัวเครื่องที่ระดับ IP65 นอกจากนั้นยังมีค่าประสิทธิภาพของตัวเครื่อง (CEO Peak Efficiency) ที่ระดับร้อยละ 95.50

ประสิทธิภาพความถ่วงน้ำหนัก (CEO Weighted Efficiency) ร้อยละ 96.50 และประสิทธิภาพการควบคุมการผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Nominal MPPT Efficiency) ที่ระดับร้อยละ 99.80 สามารถต่อรวมกันได้จำนวน 30 เครื่องต่อ 1 วงจรไฟฟ้า (โซล่า ไทยแลนด์, 2567) นอกจากนี้ยังสามารถส่งข้อมูลการทำงานของตัวเครื่องผ่านทางระบบสายสัญญาณ PV Connector ได้อีกด้วย ทำให้สามารถสะดวกต่อการตรวจสอบการทำงาน ซึ่งไมโครอินเวอร์เตอร์ดังกล่าวเป็นขนาดเล็กสุด เหมาะสำหรับนำไปใช้ในครัวเรือนหรือบ้านหลังเล็ก ๆ สามารถติดตั้งที่ได้แผงโซล่าเซลล์ทำให้ประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้ง และยังสะดวกต่อการบำรุงรักษาอีกด้วย

1.2. ไมโครอินเวอร์เตอร์ขนาด 300 วัตต์ ยี่ห้อ Hoymiles รุ่น MI-300 แบบ Single Phase สามารถต่อแผงโซล่าเซลล์ขนาด 1x60 Cells หรือ 1x72 Cells จำนวน 1 แผงต่อเครื่อง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ไมโครอินเวอร์เตอร์ขนาด 300 วัตต์ MI-300

ที่มา: ฮอยมายส์, (2566)

คุณลักษณะทั่วไป (1) ขนาดกำลังไฟฟ้าขาเข้าเครื่องอินเวอร์เตอร์มีความต้องการกำลังไฟฟ้าระหว่าง 200-310 วัตต์ ปริมาณแรงดันไฟฟ้าขณะเริ่มทำงานที่ 22 โวลต์ แรงดันขณะทำงาน 16-60 โวลต์ และสามารถรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 10.5 แอมแปร์ (2) ข้อมูลทางด้านฝั่งขาออกเพื่อเชื่อมต่อกับวงจรของการไฟฟ้าที่ระดับแรงดัน 230 โวลต์ มีค่าแรงดันทำงานอยู่ระหว่าง 180-275 โวลต์ ระดับความถี่ 50 Hz มีค่าความถี่ทำงานอยู่ระหว่าง 45-55 Hz กำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 250 วัตต์ กระแสไฟฟ้าทางด้านขาออกที่ระดับ 1.08 แอมแปร์ ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์มากกว่า 0.99 ปริมาณการสูญเสีย Total Harmonic Distortion (THD) น้อยกว่าร้อยละ 3 (3) สามารถต่อรวมกันได้จำนวน 20 เครื่องต่อ 1 วงจรไฟฟ้า (4) ขนาดตัวเครื่องมีขนาดความกว้าง 178 มิลลิเมตร ยาว 153 มิลลิเมตร และสูง 28 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำหนัก 1.98 กิโลกรัม ทำงานที่ระดับอุณหภูมิ -40 ถึง +60 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพใน

การป้องกันน้ำของตัวเครื่องที่ระดับ IP67 ค่าประสิทธิภาพของตัวเครื่อง (CEO Peak Efficiency) ที่ระดับร้อยละ 96.70 ประสิทธิภาพความถ่วงน้ำหนัก (CEO Weighted Efficiency) ร้อยละ 96.50 และประสิทธิภาพการควบคุมการผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Nominal MPPT Efficiency) ที่ระดับร้อยละ 99.80 (ฮอยมายส์, 2566) นอกจากนี้ยังสามารถส่งข้อมูลการทำงานของตัวเครื่องผ่านทางระบบเครือข่ายที่ความถี่ 2.4 GHz ได้อีกด้วย

2. เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)

เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม (Poly Crystalline) มีขนาดความกว้าง 992 มิลลิเมตร ยาว 1960 มิลลิเมตร และสูง 40 มิลลิเมตร ยี่ห้อ Suntech รุ่น STP325-24/vfw กำลังวัตต์สูงสุดที่ผลิตได้ 325 วัตต์ จำนวน 72 Cells สำหรับติดตั้งด้านบนหลังคาเพื่อใช้ในการรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ โดยแผงโซลาร์เซลล์แบบผลึกรวมนี้จะมีการผลิตไฟฟ้าที่สูงกว่าแบบฟิล์มบาง (Thin Film) เมื่อเทียบกับพื้นที่ติดตั้งแต่จะน้อยกว่าแผงโซลาร์เซลล์แบบชนิดผลึกเดี่ยว (Mono Crystalline) โดยจะมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 13-16 (นครินทร์ รินผล, 2559)

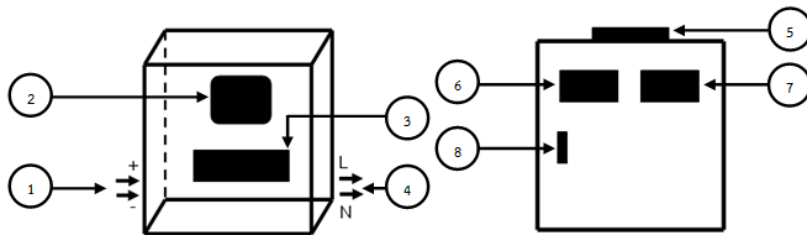
3. อุปกรณ์ควบคุมพัดลมระบายความร้อน

เนื่องจากการติดตั้งไมโครอินเวอร์เตอร์หากติดตั้งบริเวณภายนอก หรือติดตั้งหลังแผงโซลาร์เซลล์จะไม่มี ความจำเป็นต้องติดตั้งพัดลมระบายความร้อนใด ๆ เพิ่มเติม โดยวัสดุภายนอกของไมโครอินเวอร์เตอร์สามารถระบายความร้อนได้ โดยติดตั้ง Smart Switch Wi-Fi ยี่ห้อ Sonoff รุ่น TH16 ร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจสอบอุณหภูมิ รุ่น Si7021 เพื่อควบคุมพัดลมระบายความร้อนให้ทำงานได้ สามารถรองรับกำลังไฟสูงสุดที่ 2,200 วัตต์ ที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 90-250 โวลต์ อุณหภูมิทำงานระหว่าง -40 ถึง 85 องศาเซลเซียส ความชื้นที่ระดับ 0 ถึง 100 %RH สามารถตั้งเวลาเปิด/ปิด ผ่านแอปพลิเคชัน eWelink เพื่อแสดงข้อมูลแบบ Real Time หรือรองรับการตั้งเปิด/ปิดพัดลมระบายความร้อนตามอุณหภูมิและความชื้นได้ตามต้องการ

ส่วนที่ 2 การออกแบบผลระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน

ชุดควบคุมระบบผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กสำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือนพบว่า กล่องควบคุมที่นำมาใช้เก็บอุปกรณ์เป็นเหล็กกันน้ำมีขนาดความกว้าง 44 เซนติเมตร ยาว 61 เซนติเมตร และลึก 23 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3 ภายในติดตั้งอุปกรณ์ (1) ช่องต่อสำหรับกระแสไฟฟ้าที่มาจากแผงโซลาร์เซลล์จำนวน 2 ช่อง (ขั้วบวก และขั้วลบ) บริเวณด้านข้างของ

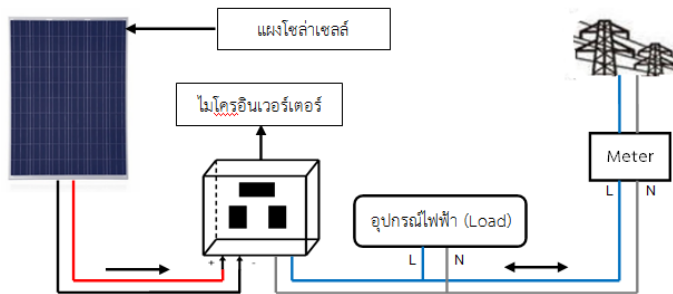
กล่องควบคุม เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน (2) ตำแหน่งติดตั้งไมโครอินเวอร์เตอร์ สำหรับแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (3) พิวส์ไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด อุปกรณ์เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับตัดต่อวงจรไฟฟ้าระบบการทำงาน อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อป้องกันในกรณีที่เกิดไฟกระชอกรุนแรง อุปกรณ์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้ากระแสสลับ และอุปกรณ์ควบคุมพัดลมระบายความร้อน บริเวณด้านข้าง (4) ติดตั้งปลั๊กสำหรับเชื่อมต่อแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ เข้าไปร่วมกับส่วนของการไฟฟ้าให้สามารถทำงานได้สะดวกในลักษณะ Plug & play (5) ติดตั้งหุ้สำหรับยกเคลื่อนย้ายด้านเลนของกล่องควบคุม (6) วัดตมิตเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวัดปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ (7) วัดตมิตเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับวัดปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้า (8) อุปกรณ์สำหรับเปิด-ปิดกล่องควบคุม เพื่อทำการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายใน



รูปที่ 3 แบบจำลองกล่องควบคุมระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก

ส่วนที่ 3 การจัดสร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน

ดำเนินการจัดสร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน ขนาดไมโครอินเวอร์เตอร์ 300 วัตต์ ให้อยู่กล่องเก็บอุปกรณ์สามารถเคลื่อนที่ได้ มีช่องสำหรับเชื่อมต่อเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 330-350 วัตต์ จำนวน 1 แผง ติดตั้งบนหลังคาตามมุมลาดเอียง 15-20 องศา (จรรูวรรณ พิพัฒน์พุทธพันธ์, 2557) ตามรูปแบบที่กำหนด รูปที่ 4 และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้ง วสท. 022013-22 เรื่อง มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2565)



รูปที่ 4 แบบจำลองระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก

ส่วนที่ 4 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและเปรียบเทียบผลการใช้งาน

ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของการใช้งาน และการรวบรวมข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากไมโครอินเวอร์เตอร์ผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์ตั้งแต่วันที่ 08.00 น.-17.00 น. เก็บข้อมูลเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง ในช่วงเดือนเมษายน และทำการเปรียบเทียบการทำงานของไมโครอินเวอร์เตอร์จำนวน 2 รุ่น ซึ่งนำข้อมูลที่ได้มาเรียบเรียงใช้ประกอบการประเมิน เพื่อศึกษาความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการจัดสร้างระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน

อุปกรณ์ที่ควบคุมระบบการทำงานจะถูกติดตั้งลงในกล่องเหล็กกันน้ำพร้อมติดตั้งพัดลมระบายความร้อนขนาดความกว้าง 44 เซนติเมตร ยาว 61 เซนติเมตร และลึก 23 เซนติเมตร โดยติดตั้งฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 32 แอมแปร์ 100 โวลต์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 32 แอมแปร์ 120-500 โวลต์ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้าขนาด 20 กิโลแอมแปร์ 1,000 โวลต์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 32 แอมแปร์ 220 โวลต์ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 20 กิโลแอมแปร์ 1,000 โวลต์ อุปกรณ์ควบคุมพัดลมระบายความร้อนขณะทำงาน (Sonoff TH16) บริเวณด้านหน้าติดตั้งมอโนเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 100 แอมแปร์ 100 โวลต์ และมอโนเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 100 แอมแปร์ 220 โวลต์

2. ผลการวิเคราะห์ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน

การทดสอบดำเนินงานโดยการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. เฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 วัน (ช่วงเดือนเมษายน 2568) ระดับอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 33-36 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 5 วัดปริมาณแรงดันไฟฟ้า ปริมาณกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ ทั้งทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงก่อนเข้าไมโครอินเวอร์เตอร์ และทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับหลังผ่านการแปลงไฟจากไมโครอินเวอร์เตอร์ และปริมาณความเข้มแสง เพื่อตรวจสอบปริมาณพลังงาน (ยูนิตที่ได้ใน 1 วัน) ได้ผลดังตารางที่ 1

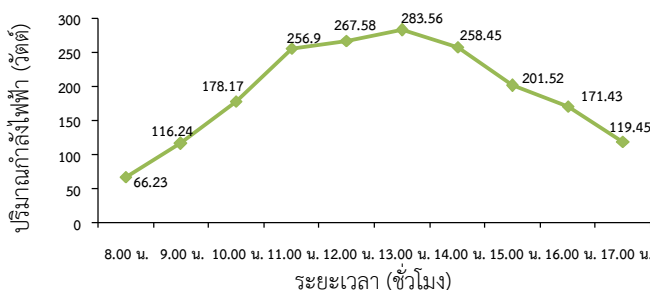


รูปที่ 5 กล่องควบคุม และเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งทดสอบ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเปรียบเทียบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน ทางด้านขาเข้าไฟฟ้ากระแสตรง (DC)

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ค่าแรงดัน (โวลต์)	ค่ากระแส (แอมแปร์)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความเข้มแสง (ลักซ์)
08.00 น.	32.98	1.97	66.23	16,957
09.00 น.	33.44	3.31	116.24	33,954
10.00 น.	33.56	4.96	178.17	70,860
11.00 น.	33.61	7.62	256.90	53,577
12.00 น.	33.74	7.85	267.58	72,457
13.00 น.	34.40	8.25	283.56	90,189
14.00 น.	33.68	7.70	258.45	88,562
15.00 น.	32.96	7.03	201.52	73,315
16.00 น.	31.54	5.50	171.43	40,157
17.00 น.	31.19	3.57	119.45	35,196

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กสำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน ตามตารางที่ 1 ทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง (DC) โดยเฉลี่ย พบว่า ค่าปริมาณแรงดัน กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และความเข้มแสงด้วยเครื่องมือทดสอบความเข้มแสง (Light Intensity Meter) ยี่ห้อ UNIT-T รุ่น UT383 ที่อ่านได้จากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 325 วัตต์ ทั้งนี้เพื่อศึกษาแนวโน้มค่าพลังงานตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ หากวัดค่าพลังงานจากดวงอาทิตย์ควรใช้เครื่องมือไพราโนมิเตอร์ (Pyranometer) โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ผ่านมา โดยการอ่านค่ามาตรวัด ซึ่งเมื่อเริ่มต้นระยะเวลา 08.00 น. รังสีจากดวงอาทิตย์จะยังมีปริมาณความเข้มแสงน้อย ทำให้วัดค่ากำลังไฟฟ้าก่อนเข้าไมโครอินเวอร์เตอร์ 66.23 วัตต์ เมื่อระยะเวลาผ่านไปแนวโน้มรังสีจากดวงอาทิตย์มีปริมาณความเข้มแสงเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการโคจรของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนที่จากทางทิศตะวันออกไปยังทางทิศตะวันตก และมีลักษณะการเคลื่อนที่อ้อมไปทางทิศใต้ ทำให้วัดค่าปริมาณกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดในเวลาช่วง 13.00 น. มีค่าเท่ากับ 283.56 วัตต์ เนื่องมาจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับแผงโซลาร์เซลล์ ส่งผลให้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าตามได้ตามกำลังวัตต์ใกล้เคียงกับประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบุไว้ ทั้งนี้ปริมาณกำลังไฟฟ้าจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาหลังจาก 14.00 น. ดังรูปที่ 6 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพาลาโบลา โดยมีกำลังวัตต์ที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงเวลา 17.00 น. ลดลงเท่ากับ 119.45 วัตต์ โดยหากรังสีจากดวงอาทิตย์มีปริมาณความเข้มแสงมาก สอดคล้องกับศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล และคณะ (2563) ศึกษาพัฒนาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกลใช้อินเวอร์เตอร์ขนาด 1,500 วัตต์ ทำงานร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 350 วัตต์ จำนวน 5 แผง มีค่าปริมาณแรงดัน กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 164.27 8.73 และ 1,432.76 ตามลำดับ



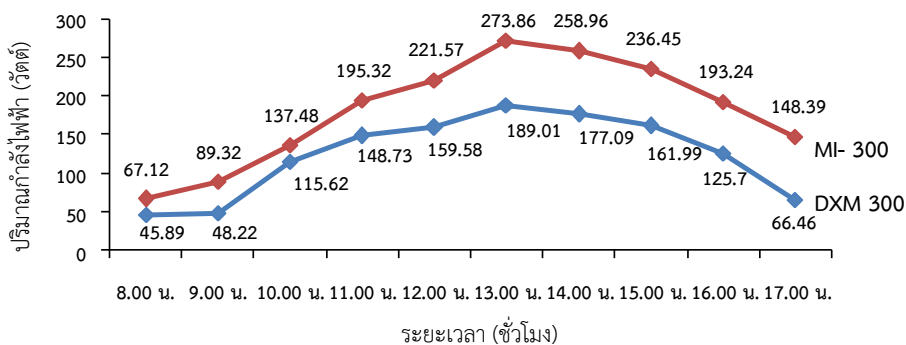
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ของระยะเวลา และกำลังไฟฟ้า ทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง (DC)

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กสำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ตามตารางที่ 2 โดยเชื่อมต่อกับปลั๊กไฟภายในบ้านพักอาศัย และทำการเปรียบเทียบกันของไมโครอินเวอร์เตอร์ยี่ห้อ DXM รุ่น DXM 300 และ Hoymiles รุ่น MI-300 พบว่า ปริมาณแรงดันไฟฟ้าที่ไมโครอินเวอร์เตอร์สามารถทำงานได้ (Rate Voltage Range) ในช่วง 180-260 โวลต์ โดยเป็นแรงดันที่มาจากการไฟฟ้าร่วมกับแรงดันที่มาจากไมโครอินเวอร์เตอร์ ค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ได้เริ่มต้นเวลา 08.00 น. เท่ากับ 45.89 และ 67.12 วัตต์ ตามลำดับ ทั้งนี้ในช่วงเริ่มต้นยังมีปริมาณความเข้มแสงจากรังสีดวงอาทิตย์ในระดับต่ำ ทำให้ได้ปริมาณกำลังไฟฟ้าน้อย โดยเมื่อระยะเวลาผ่านไป สามารถวัดค่าปริมาณค่ากำลังไฟฟ้าได้สูงสุดในเวลาช่วง 13.00 น. เท่ากับ 189.01 และ 273.86 วัตต์ เนื่องจากมีปริมาณความเข้มแสงจากรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด ทำให้สามารถวัดค่ากำลังไฟฟ้ามากที่สุด สอดคล้องกับประสิทธิภาพของไมโครอินเวอร์เตอร์ที่ผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด (Rate Output Power) ที่ระดับ 250 และ 300 วัตต์

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเปรียบเทียบระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน ทางด้านขาออกไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณกำลังไฟฟ้า (วัตต์) และค่าพลังงานไฟฟ้า (KWh)			
	DXM รุ่น DXM 300		Hoymiles รุ่น MI-300	
	ค่ากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (KWh)	ค่ากำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (KWh)
08.00 น.	45.89	0.00	67.12	0.00
09.00 น.	48.22	0.05	89.32	0.08
10.00 น.	115.62	0.17	137.48	0.26
11.00 น.	148.73	0.32	195.32	0.58
12.00 น.	159.58	0.48	221.57	0.71
13.00 น.	189.01	0.67	273.86	0.96
14.00 น.	177.09	0.85	258.96	1.20
15.00 น.	161.99	1.01	236.45	1.33
16.00 น.	125.70	1.14	193.24	1.39
17.00 น.	66.46	1.27	148.39	1.42

โดยปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะมีปริมาณลดลงหลังจากระยะเวลา 14.00 น. เนื่องมาจากการโคจรของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก ดังรูปที่ 7 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพลาโบลา ทั้งนี้เมื่อมาตรวจสอบค่าพลังงานไฟฟ้าสะสมตลอดทั้งวันจะมีค่าเท่ากับ 1.27 และ 1.42 กิโลวัตต์ชั่วโมง (KWh) หรือ 1.27 และ 1.42 ยูนิตต่อวัน ตามลำดับ หรือจำนวนหน่วยต่อเดือนเท่ากับ 38.10 และ 42.60 ยูนิตต่อเดือน พื้นที่จังหวัดจันทบุรีมีค่า Peak Sun Hour (PSH) เฉลี่ยอยู่ที่ 5 ชั่วโมงต่อวัน (Gaisma, 2565) ทั้งนี้ไมโครอินเวอร์เตอร์จะผลิตกระแสไฟฟ้าได้เต็มประสิทธิภาพนั้น ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีการออกแบบและวัสดุที่นำมาจัดสร้าง



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ของระยะเวลา และกำลังไฟฟ้า ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)

3. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน

หลังจากดำเนินการทดสอบการทำงาน ตั้งแต่ระยะเวลา 08.00-17.00 น. ด้วยไมโครอินเวอร์เตอร์ขนาด 300 วัตต์ จำนวน 2 ยี่ห้อ DXM และ Hoymiles (DMX 300 และ MI-300) ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 325 วัตต์ เพื่อให้การวิจัยมีประสิทธิภาพมากขึ้นจึงทำการวิเคราะห์ผลการวิจัยในด้านต่าง ๆ ดังแสดงผลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก ยี่ห้อ DXM และ Hoymiles (DMX 300 และ MI-300)

ปัจจัยที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	DXM (DMX 300)	Hoymiles (MI 300)
1. ด้านอินพุตขาเข้า (DC Input)		
1.1 กำลังงานไฟฟ้าสูงสุด (วัตต์)	283.56 (300)	283.56 (380)
1.2 กระแสไฟฟ้าสูงสุด (แอมป์)	8.25 (13)	8.25 (10.50)
1.3 แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (โวลต์)	34.40 (54)	34.40 (60)
1.4 แรงดันไฟฟ้าขณะทำงาน (โวลต์)	17-50	16-60
2. ด้านเอาต์พุตขาออก (AC Output)		
2.1 กำลังไฟฟ้าสูงสุด (วัตต์)	189.01	273.86
2.2 กระแสไฟฟ้าผลิตได้สูงสุด (แอมป์)	0.78	1.15
2.3 แรงดันไฟฟ้าขณะทำงาน (โวลต์)	215-233	217-235
2.4 ความถี่ขณะทำงาน (เฮิร์ต)	47-52.5	58-62
3. ลักษณะการใช้งาน		
3.1 ลักษณะการใช้งาน	Plug & Play	Plug & Play
3.2 อุณหภูมิทำงาน (องศาเซลเซียส)	-40 ถึง 60	-40 ถึง 65
3.3 ขนาดไมโครอินเวอร์เตอร์ (มิลลิเมตร)	192 x 175 x 38	178 x 153 x 28
3.4 ระดับการป้องกัน	IP65	IP67
3.5 ระบบระบายความร้อน	Heat Sink	Natural Convection
3.6 ประหยัดค่าไฟฟ้า (บาท/เดือน)	171.45	191.70
4. ต้นทุน (อุปกรณ์ไมโครอินเวอร์เตอร์)	4,900 บาท	6,500 บาท
5. สมรรถนะการผลิตกระแสไฟฟ้า (ยูนิท/วัน)	1.27	1.42

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของไมโครอินเวอร์เตอร์ทั้ง 2 รุ่น ที่ทำการศึกษา ไมโครอินเวอร์เตอร์ Hoymiles รุ่น MI-300 มีประสิทธิภาพสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ดีกว่าไมโครอินเวอร์เตอร์ DXM รุ่น DXM 300 ซึ่งอาจมาสาเหตุมาจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหมือนกัน รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ประกอบ ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานนั่นเอง ทั้งนี้ ไมโครอินเวอร์เตอร์ทั้ง 2 ยี่ห้อ สามารถนำมาติดตั้งสะดวกต่อการใช้งาน เหมาะสมกับครัวเรือนที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่สูงมากนัก ทั้งนี้จะช่วยลดค่ากระแสไฟฟ้าต่อเดือน 170-190 บาทและยังมีระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) เท่ากับ 3.0-3.8 ปี หลังจากนั้นจะมีผลตอบแทนในการลงทุนเท่ากับร้อยละ 26.50-33.20 โดยอาจมีปัจจัยด้านอายุการใช้งานของไมโครอินเวอร์เตอร์เองที่ต้องมีการบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนบางประการ

สรุปผลการวิจัย

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับลดค่ากระแสไฟฟ้าภายในครัวเรือน ประกอบด้วยไมโครอินเวอร์เตอร์ขนาด 300 วัตต์ DXM และ Hoymiles (DXM 300 และ MI-300) ทำงานร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 325 วัตต์ ทดสอบเก็บข้อมูล 08.00 น. ถึง 17.00 น. เฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง เฉลี่ยจำนวน 3 วัน พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าสะสมตลอดทั้งวันจะมีค่าเท่ากับ 1.27 และ 1.42 กิโลวัตต์ชั่วโมง (KWh) หรือ 1.27 และ 1.42 ยูนิต์ต่อวัน ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบสมรรถนะการทำงาน ไมโครอินเวอร์เตอร์ยี่ห้อ Hoymiles รุ่น MI-300 ทำงานได้ดีกว่าไมโครอินเวอร์เตอร์ยี่ห้อ DXM รุ่น DXM 300 ร้อยละ 30.98 อีกทั้งยังได้พลังงานสะสมตลอดวันมากกว่าร้อยละ 10.56 โดยหลังทดสอบเปรียบเทียบจะสามารถทราบข้อดีของการทำงานของไมโครอินเวอร์เตอร์ สามารถติดตั้งเพิ่มเติมจำนวนไมโครอินเวอร์เตอร์ได้ในภายหลัง ซึ่งจะสามารถลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือนขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ จังหวัดจันทบุรี ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำแนะนำต่องานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จารุวรรณ พิพัฒน์พุทธพันธ์. (2557). *ตำแหน่งของทิศที่ควรติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มกราคม 2568, จาก https://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=55175.
- โซล่า ไทยแลนด์. 2567. *ไมโครอินเวอร์เตอร์ แบบออนกริด สำหรับแผงโซลาร์ 1 แผ่น*. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2567, จาก <https://www.solar-thailand.com/TH/Product/DXM300/>.
- นครินทร์ รินผล. (2559). *คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น*. กรุงเทพฯ ฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.

- ฐิโชติ รักไทยเจริญชีพ, ปพน งามประเสริฐ, นริศ ชัยธรานนท์ และ ทง ลานธารทอง. (2564). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยี*, 1(1), 80-86.
- ไพบูลย์ เกียรติสุคนธ์ และ วิสุทธิ์ ตันติรุ่งเรือง. (2557). *การเปรียบเทียบระหว่างประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์แบบศูนย์กลางและแบบกระจายสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์*. พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. (2565). *มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรายุทธ จิตรพัฒนากุล, กฤษณะ จันทสิทธิ์ และ อธิวัฒน์ ชื่นอัสดงคต. (2563). ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แรงดันสูงควบคุมระยะไกลสำหรับ ลดค่ากระแสไฟฟ้าในครัวเรือน. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อมบัณฑิตวิทยาลัยวิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม*, 7(2), 1-11.
- ฮอยมายส์. (2566). *Hoymiles MICROINVERTER User Manual*. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2567, จาก <https://manuals.plus/hoymiles/microinverter-manual.pdf>.
- Gaisma. (2565). *Solar Energy and Surface Meteorology*. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2568, จาก <https://www.gaisma.com/en/location.chanthaburi.html>.
- Su, Y., & Ullah, K. (2024). Exploring the correlation between rising temperature and household electricity consumption: An empirical analysis in China. *Heliyon*, 10, e30130.